

*"Geogrunť PPUP Sp. z o.o.
33-100 Tarnów, ul. Zagumnie 49A*

OPINIA GEOTECHNICZNA

OKREŚLAJĄCA GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA

DLA ZADANIA PN.:

"BUDOWA INSTALACJI KOGENERACJI DO PRODUKCJI ENERGII

Z PRZETWORZONYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH

Z WYKORZYSTANIEM CIEPŁA DO MIEJSKIEJ SIECI CIEPŁOWNICZEJ

W TARNOWIE"

Miejscowość: Tarnów
Gmina: m. Tarnów
Powiat: m. Tarnów
Województwo: małopolskie

Opracowali:

dr inż. Tomasz Bardel
geolog uprawniony,
nr kwalifikacji: VII-1497,
V-1959, III-0559, XII-0070

inż. Mariusz Harnowski
geolog uprawniony,
nr kwalifikacji: VII-1672, XII-0114

Tarnów, lipiec 2024 r.

Spis załączników graficznych:

1. LOKALIZACJA TERENU BADAŃ NA MAPIE TOPOGRAFICZNEJ W SKALI 1 : 10 000
2. LOKALIZACJA OTWORÓW GEOTECHNICZNYCH I SONDOWAŃ NA MAPIE PROJEKTOWEJ W SKALI 1 : 500
3. TABELARYCZNE ZESTAWIENIE WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH
- 4.1. – 4.4. PROFILE OTWORÓW GEOTECHNICZNYCH W SKALI 1:50
- 5.1. – 5.2. PROFILE INTERPRETACYJNE SONDOWAŃ STATYCZNYCH CPT_u
- 6.1. – 6.2. KARTY WYNIKÓW BADANIA SONDAJ STATYCZNĄ CPT_u
7. WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH GRUNTÓW
8. OBJAŚNIENIA UŻYTYCH ZNAKÓW I SYMBOLI

Opinię geotechniczną opracowano w związku z potrzebą określenia warunków gruntowych podłoża dla budowy instalacji kogeneracji do produkcji energii z wykorzystaniem odpadów komunalnych z wykorzystaniem ciepła do miejskiej sieci ciepłowniczej w Tarnowie. Opinię sporządzono stosownie do wymogów Prawa budowlanego, zgodnie z przepisami rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.

Opinie opracowano na podstawie badań geotechnicznych gruntu obejmujących wykonanie otworów geotechnicznych oraz sondowań. W czasie prowadzenia badań terenowych pobrano próbki dla określenia rodzaju gruntów na podstawie analizy makroskopowej. Wykonano pomiary niwelacyjne oraz określono poziom występowania i stabilizacji wód podziemnych. Pomiary niwelacyjne rzędnych otworów zostały dowiązane do rzędnych kanałów z mapy znajdujących się na południe od otworu nr 1, a także pomierzone odbiornikiem GNSS.

Wykonano 2 otwory geotechniczne o głębokości do 5 m z zawierceniem w grunty nośne (neogeńskie iły). Przeprowadzono sondowania statyczne CPTu w dwóch punktach do głębokości 18,6 m i 20,0 m. W czasie wykonywania wierceń pobrano próbki dla określenia rodzaju gruntów na podstawie analizy makroskopowej i dla gruntów drobnoziarnistych (spoistych) dokonywano oznaczeń oporu na wcisk penetrometru tłoczkowego. Rodzaje gruntów opisano zgodnie z PN-EN ISO 14688 oraz jako symbol alternatywny wg PN-86/B-02480 wykorzystując harmonizację tych oznaczeń¹. W podłożu występowały grunty drobnoziarniste (iły) i gruboziarniste (piaski). Stopień plastyczności gruntów określono korelacyjnie wykorzystując zależności I_L od q_c (CPT) i od Q_f (penetrometr)² na podstawie lokalnych zależności korelacyjnych, a także uwzględniono archiwalne wyniki badań geotechnicznych z terenu sąsiadującego przeprowadzone w 2017 roku³. Graniczne wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu s_u określono korelacyjnie z sondowania CPTu oraz z wartości Q_f z penetrometru² oraz uwzględniono wyniki sondowań FVT dla analogicznych warstw geotechnicznych z opracowania archiwalnego³. Dla gruntów gruboziarnistych (niespoistych - piasków) określono korelacyjnie z CPTu kąt tarcia wewnętrznego ϕ oraz moduł ściśliwości E_{oed} , a także stopień zagęszczania I_D na podstawie wyników sondowań CPTu wg zależności wg Borowczaka $I_D = 0,709 \cdot \lg(q_c) - 0,165$. Wartości modułów ściśliwości gruntów drobnoziarnistych (spoistych) określono w oparciu

¹ Tarnawski M., 2017, Zharmonizowanie klasyfikacji gruntów spoistych według norm PN-EN ISO 14688:2006 i PN-86/B-02480. *Prz. Geol.*, 65 (10/2): 701–706

² Bardel T., 2022, Porównanie wyników badania sondą krzyżakową i penetrometrem tłoczkowym jako przykład lokalnych zależności korelacyjnych, *Science, Technology and Innovation*, 2022, 16, 3-4

³ Bardel T. i in., 2017, Opinia geotechniczna oraz Dokumentacja badań podłoża gruntowego dla rozbudowy systemu energetycznego na terenie MPEC w Tarnowie, Geogrunt PPUP. Sp. z o.o. w Tarnowie

o zależność q_c względem E_{oed} oraz wykorzystano wyniki badań edometrycznych z archiwalnych dokumentacji dla analogicznych wydzieli w obrębie łąk miocenijskich przy podobnych wartościach q_c . Spójność c_u i kąt tarcia wewnętrznego ϕ_u gruntów spoistych określono w oparciu o wyniki badań archiwalnych w aparacie bezpośredniego ścinania AB oraz w aparacie trójosiowego ściskania TX (warunki CU) dla analogicznych serii genetyczno-litologicznych przy podobnych wartościach q_c . Dla łąk miocenijskich przeprowadzono badanie wilgotności oraz wskaźnika pęcznienia swobodnego wg metody Gibbsa-Holtza. Uzyskane wartości parametrów geotechnicznych porównywano z wartościami w archiwalnych dokumentacjach z terenu sąsiadującego MPEC i innych inwestycji w tym rejonie lub w ujęciu regionalnych w odniesieniu do łąk miocenijskich ujętych w zasobach firmy "Geogrunt" oraz porównywano z publikowanymi danymi dotyczącymi badanego terenu⁴.

Wykonane badania geotechniczne dotyczą terenu na wschód od Elektrociepłowni "Piaskówka" przy ul. Spokojnej w Tarnowie.

Geograficznie teren badany położony jest na obszarze Kotliny Sandomierskiej, w obrębie skłonu Wysoczyzny Tarnowskiej od strony doliny Dunajca/Białej (zał.1). Skłon wysoczyzny poprzecinany jest rozmyciami drobnych cieków spływających w kierunku rozległej doliny. Najbliższe cieki przepływają w odległości około 200 m na południe i na północ od badanego terenu. Względem tych dolinek obszar badany jest wyniesiony, a wody opadowe spływają po powierzchni terenu. Teren w obrębie planowanej inwestycji jest nachylony i opada łagodnie na zachód. Rzędne terenu w miejscu wykonanych otworów i sondowań wynoszą w zakresie 212 - 213 m n.p.m. Teren ten jest silnie przekształcony antropogenicznie. Pierwotnie teren zbocza o większym nachyleniu został częściowo nadsypany w części zachodniej, a także podkopany i wyrównany w części wschodniej i północnej.

Pod względem geologicznym przedmiotowy teren znajduje się na obszarze zapadliska przedkarpackiego, które utworzyło się w neogenie w związku z przedostatnią fazą fałdowań alpejskich. Utwory miocenijskie (neogen) to łąki barwy popielato-stalowej i w rejonie badań posiadają miąższość ponad 1000 m (tzw. łąki krakowieckie). Głębokie otwory archiwalne⁵ (nr 4 i nr 5) wykonane na terenie elektrociepłowni wskazują, że profil utworów miocenijskich obejmuje zwietrzliny łąk w postaci glin zwięzłych w warstwie o miąższości do 2 m, następnie

⁴ Bardel T., 2020, Geologiczne uwarunkowania planowania przestrzennego miasta Tarnowa, wyd. PWZS w Tarnowie

⁵ Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla rozbudowy kotłowni przy ul. Piaskowej w Tarnowie, 1984, Geoprojekt-Kraków

występują typowe iły, które poniżej głębokości średnio 6,5 m przechodzą w iłolupki cienkolaminowane piaskiem pylastym lub pyłem. Lokalnie wkładki pyłów lub piasków mogą mieć miąższości do 0,3 m. Strop podłoża podczwartorzędowego w miejscach wykonanych badań występuje na rzędnych w zakresie 208 - 211 m n.p.m. Dane kartograficzne oraz odsłonięcia iłów na sąsiadujących inwestycjach (np. Centrum Logistyczne firmy "Goodyear") wskazują, że w tym rejonie mogą występować sfałdowane laminy ilaste (tzw. "pomięte" iły)⁴. Na iłach zalegają grunty czwartorzędowe wykształcone jako gliny eluwalne i deluwialne oraz piaski zmywowe, namyte z wyższych partii zbocza skutkiem rozmywania pokryw lodowcowych. Powierzchniową warstwę stanowią nasypy ziemne (gliniasto-piaszczyste).

Na przedmiotowym terenie poziom zwierciadła wód podziemnych nawiercono w piaskach zalegających na nieprzepuszczalnych glinach zwięzłych i iłach mioceńskich. W wykonanym na niższym terenie otworze nr 1 zwierciadło wód o charakterze swobodnym nawiercono na głębokości 2,1 m, tj. na rzędnej 209,9 m n.p.m. Zwierciadło wód w tym rejonie jest nieciągłe i związane z występowaniem piasków, które na niższej części zbocza nasycają się wodami spływającymi z wyższych terenów. Zwierciadło to w okresach suchych może zanikać. Oprócz wód podziemnych w warstwie przypowierzchniowych piasków możliwe jest występowanie sączeń oraz stref gruntów mokrych w glinach i iłach. Badania archiwalne wskazują, że sączenia występują przede wszystkim w stropowej partii glin i iłów. W głębokich otworach archiwalnych⁴ w iłach i iłolupkach nie stwierdzono sączeń. Wykonane sondowanie CPT-1 wykazało wyraźną zmianę ciśnienia porowego na głębokości 2,2 i 2,7 m, co jest zbieżne z występowaniem warstwy nawodnionych piasków w przedziale tych głębokości. Poniżej głębokości 2,8 m w sondowaniu CPT-1 w obrębie iłów nie stwierdzono zmian ciśnienia porowego i sugeruje, że iły w tym miejscu są bezwodne. W sondowaniu CPT-2 według dokonanej interpretacji profilu podłoża w przedziale głębokości 9,0 - 9,3 m w obrębie iłów występuje wkładka mokrych piasków pylastych, z których może dochodzić do odsączania się wód.

Pod względem przepuszczalności grunty wykazują zróżnicowanie. Nasypy są słabo-przepuszczalne, piaski charakteryzują się średnią lub dobrą przepuszczalnością, zaś podścielające je gliny zwięzłe i iły są nieprzepuszczalne.

W obrębie gruntów podłoża na terenie badanych lokalizacji wydzielono następujące warstwy geotechniczne:

- **warstwa N** obejmuje powierzchniową warstwę nasypów o charakterze niebudowlanym, składających się z gliny zmieszanej z piaskiem i gruzem; grubość nasypów wynosiła od 1,4 m w części zachodniej (nadsypanej) do 0,6 m w części wschodniej; w części zachodniej nasypy spoczywają na 20 cm warstwie piaszczystej gleby o charakterystycznej, ciemnoszarej barwie;
- **warstwa I** obejmuje grunty gruboziarniste (niespoiste): piaski średnie, lokalnie zailone, w górnej części profilu wilgotne, z głębokością przechodzące w piaski nawodnione tworzące płytką warstwę wodonośną, wykazujące stan średniozagęszczony ($I_D=0,61$); stwierdzone w otworze nr 1 w przedziale głębokości 1,6 - 2,8 m, zaś w otworze nr 2 w przedziale głębokości 0,5 - 0,9 m;
- **warstwa II** obejmuje grunty drobnoziarniste (spoiste): gliny zwięzłe na pograniczu iłów, występujące poniżej piasków jak warstwa o miąższości 1,3 m, rozdzielone na:
 - **IIa** - gliny zwięzłe traktowane jako grunty nieskonsolidowane, wilgotne/mokre, w stanie plastycznym ($I_L=0,41$); stwierdzone poniżej piasków jako warstwa o miąższości $\sim 0,4$ m;
 - **IIb** - gliny zwięzłe i ły, traktowane jako grunty skonsolidowane, wilgotne, w stanie średniozagęszczonym ($I_L=0,18$), stanowiące zwietrzeliny iłów jako warstwa o miąższości średnio 1,1 m;
- **warstwa III** obejmuje grunty drobnoziarniste (spoiste): ły mioceńskie, rozdzielone na:
 - **IIIa** - ły stanowiące stropową partię utworów mioceńskich, wilgotne ($w=22,9\%$), w stanie półzwartym ($I_L=0,0$), na podstawie wyników sondowań statycznych ustalono, że miąższość tej warstwy wynosi średnio 7,8 m;
 - **IIIb** - ły na pograniczu łożupków, wilgotne/małowilgotne, w stanie zwartym ($I_L=-0,21$), na podstawie wyników sondowań statycznych wydzielono, że łożupki zalegają poniżej głębokości średnio 11 m;
- **warstwa IV** obejmuje znaczniejszą wkładkę gruntów niespoistych (piasków pylastych) w łożach wydzieloną jako osobna warstwa w przedziale głębokości 9,0 - 9,3 m stwierdzoną w sondowaniu CPT-2;

Układ warstw w podłożu w miejscu przeprowadzonego rozpoznania zobrazowano na profilach otworów (zał.4) oraz profilach interpretacyjnych sondowań CPTu (zał.5), zaś parametry geotechniczne wydzielonych warstw zestawiono w tabeli (zał.3). Lokalizację wykonanych otworów i sondowań przedstawiono na mapie projektowej (zał.2).

Według dokonanego rozpoznania podłoże posadowienia dla głębokich fundamentów stanowią półzwarne ropy mioceńskie (IIIa), przechodzące z głębokością w ropy (IIIb). Ropy charakteryzują się skłonnością do pęcznienia przy doprowadzeniu wody do lamin ilasto-pyłastych⁴. Wykonane badanie swobodnego pęcznienia wskazuje, że ropy w badanym miejscu są klasyfikowane jako średniopęczniące (średni wskaźnik swobodnego pęcznienia $FS_{HG}=18,5\%$). Wykonywanie kolumn żwirowych lub zasypek z gruntów przepuszczalnych zagłębionych w ropy jest zdecydowanie niewskazane. W przypadku zejścia wykopem w ropy lub ropy wskazane jest zalewanie dna wykopów na całą szerokość wykopu warstwą chudego betonu o grubości nie mniejszej niż 20 cm. W części zachodniej badanego terenu (Otw.1/CPT-1) ponad ropy i glinami stwierdzono piaski (I) tworzące swobodne zwierciadło wód podziemnych. Poniżej piasków występuje warstwa gruntów gliniastych w stanie plastycznym (IIa) o najniższych parametrach geotechnicznych spośród gruntów wydzielonych na profilach.

Uwzględniając powyższe uwarunkowania dotyczące posadowienia podłoże gruntowe na badanym terenie jest przydatne dla projektowanego zagospodarowania budowlanego. Ze względu na występowanie zwierciadła wód podziemnych powyżej poziomu posadowienia przy głębokim posadowieniu części projektowanych obiektów warunki gruntowe ustala się jako złożone, a projektowane obiekty jako przedsięwzięcie mogące zawsze znacząco oddziaływać na środowiska kwalifikują się do trzeciej kategorii geotechnicznej. Na podstawie wymaganych przepisami prawa uszczegóławiających badań geotechnicznych i geologiczno-inżynierskich możliwe jest dokonanie zmiany warunków gruntowych dla poszczególnych obiektów lub ich części, a także dla infrastruktury towarzyszącej, w szczególności w przypadku płytkiego bezpośredniego posadowienia obiektów we wschodniej części terenu, gdzie nie stwierdzono występowania zwierciadła wód podziemnych.