



RAPORT

z badań podłoża gruntowego metodą sondowania statycznego dla potrzeb
projektowanej budowy świetlicy wiejskiej na dz. nr 23/14 w miejscowości
Tarnowiec, gmina Zawonia, powiat trzebnicki, województwo dolnośląskie

ZAMAWIAJĄCY:

*FODINA Sp. z o.o.
ul. Jedności Narodowej 55-57/7,
50-262 Wrocław*

AUTOR:

*mgr Kamil Okruta
upr. VII-1528*

Wrocław, grudzień 2022

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA TEKST

1. WSTĘP	3
1.1. Podstawa formalno – prawna opracowania	3
1.2. Cel prac	3
2. ZAKRES WYKONANYCH PRAC.....	3
2.1. Prace geodezyjne	3
2.2. Prace badawcze	3
3. Wykorzystane akty prawne, normy, literatura przedmiotu i opracowania archiwalne ...	7

ZAŁĄCZNIKI

1. Karty wyników sondowań statycznych CPTu w skali 1: 100 wraz z interpretacją wyników badań

1.WSTĘP

1.1.Podstawa formalno – prawna opracowania

Badania przeprowadzono na potrzeby wykonania projektowanej budowy świetlicy wiejskiej w Tarnowcu. Prace badawcze przeprowadzono na zlecenie firmy FODINA Sp. z o.o. z siedzibą we Wrocławiu przy ul. Jedności Narodowej.

1.2. Cel prac

Celem prac była weryfikacja panującego rozpoznania warunków gruntowo – wodnych i geotechnicznych na potrzeby wykonania przedmiotowej Inwestycji. Badania obejmowały wykonanie technicznych badań podłoża gruntowego metodą testów sondowań statycznych. Wyniki badań powinny pozwolić na uzupełnienie rozpoznania geologicznego w celu ustalenia wartości obciążeń dopuszczalnych gruntów w podłożu oraz na przyjęcia rozwiązań konstrukcyjnych dla optymalnego wykonania obiektu i zabezpieczenia robót ziemnych.

2. ZAKRES WYKONANYCH PRAC

2.1. Prace geodezyjne

Punkty badawcze wytyczono w terenie metodą domiarów prostokątnych w nawiązaniu do istniejącej sytuacji topograficznej, bazując na mapie otrzymanej od Zleceniodawcy. Plan wiernie przedstawia istniejącą sytuację i jest wystarczająco dokładny do sporządzenia opracowania.

Rzędne wysokościowe punktów sondowania ustalono w nawiązaniu do stałych punktów wysokościowych w terenie.

2.2. Prace badawcze

Na potrzeby rozpoznania podłoża projektowego obiektu wykonano 2 sondowania statyczne CPTU o głębokości 6 i 9 m. Zakres prac obejmujący ilość, lokalizację i głębokość punktów badawczych został określony przez Zleceniodawcę w porozumieniu z projektantem obiektu budowlanego.

Badanie gruntu metodą sondowania statycznego CPTU przeprowadzono zgodnie z zaleceniami EN 1997-2:2007 - Eurokody 7, *Projektowanie geotechniczne – Część 2: Badania podłoża gruntowego*. Zastosowany sprzęt badawczy jest zgodny również z normą ISO 22476-1.

Sonda w postaci stalowego czujnika o kołowym przekroju poprzecznym, zakończona jest stożkiem o kącie rozwarcia równym 60 stopni (powierzchnia stożka wynosi 10 cm², a powierzchnia tulei ciernej 150 cm²). W trakcie wprowadzania stożka piezoelektrycznego w podłoże gruntowe, tj. w trakcie penetracji sondy, mierzy się następujące podstawowe parametry:

- siłę oporu penetracji względem powierzchni końcówki stożka - q_c ,
- siłę tarcia względem powierzchni bocznej końcówki znajdującej się bezpośrednio za stożkiem - f_s ,
- ciśnienie porowe generowane na powierzchni stożka w trakcie penetracji - u_2 .

Pomiar dokonywany jest metodą elektroniczną, a sam wynik pomiaru z końcówki sondy przekazywany jest do specjalnego odbiornika metodą akustyczną, co pozwala na bezpośrednie, tj. w czasie rzeczywistym, wykreślenie trzech ciągłych krzywych przedstawiających mierzone wartości w zależności od głębokości penetracji. Sondowania są wykonywane dla naturalnego stanu naprężenia, uziarnienia, przy zachowaniu istniejących warunków wilgotnościowych. Badania przeprowadzono penetrometrem typu Georig 220 szwedzkiej firmy Geotech w punktach oznaczonych na mapie dokumentacyjnej. Głębokość badania wyniosła 6 i 9 m. Karty dokumentacyjne parametrów sondowania przedstawiono w załączniku nr 1. Parametry penetracji poddano skorygowaniu (normalizacji) w celu zniwelowania wpływu konstrukcji stożka, głębokości sondowania i innych czynników, które wpływają w trakcie badania na wartości uzyskiwanych pomiarów. Po normalizacji do interpretacji wykorzystuje się następujące wielkości:

- q_t – opór na stożku poprawiony z uwzględnieniem wpływu ciśnienia wody w porach gruntu,
- f_t – tarcie na tulei ciernej poprawione z uwzględnieniem wpływu ciśnienia wody w porach gruntu,
- R_f – współczynnik tarcia, jako stosunek skorygowanego oporu tarcia na tulei ciernej do skorygowanego oporu wyrażony w procentach,
- Q_t – znormalizowany opór na stożku uwzględniający wpływ składowej poziomej naprężenia efektywnego,
- F_r – znormalizowany współczynnik tarcia uwzględniający wpływ składowej poziomej naprężenia efektywnego,
- B_q – znormalizowany współczynnik ciśnienia wody w porach gruntu uwzględniający wpływ składowej poziomej naprężenia efektywnego.

Analiza otrzymanych wyników pozwoliła sklasyfikować grunty, ustalić miąższość warstw oraz określić właściwości fizyko-mechaniczne. Realizacja sondowania oraz interpretacja wyników została przeprowadzona zgodnie z normą PN-B-04452:2002 oraz wytycznymi Eurokodu 7. Do interpretacji wyników badania wykorzystano specjalistyczny program CPT- pro firmy Geosoft Sp. z o. o., będący wielomodulowym narzędziem umożliwiającym kompleksową

analizę, interpretację i prezentację wyników sondowań uzyskanych z badań sondą statyczną. Interpretację profilu gruntowego wykonano według procedury klasyfikacyjnej opartej o nomogramy Robertsona. Badania i interpretacja pozwoliły oszacować średnie wartości następujących parametrów wydzielonych warstw geotechnicznych:

- ID – stopień zagęszczenia, który pozwala określić stan gruntu niespoistego,
- IL – stopień plastyczności gruntów spoistych,
- ϕ' – efektywny kąt tarcia wewnętrznego gruntów spoistych i niespoistych,
- c' – efektywna spójność gruntów spoistych,
- Su – wytrzymałość na ścinanie całkowite nasyconego gruntu spoistego w warunkach bez odpływu wody. Su jest istotnym parametrem wytrzymałościowym, który uwzględnia się w różnych analizach stateczności budowli ziemnych,
- Mo_{CPT} – edometryczne moduły ściśliwości gruntów dla stanu naprężenia „in situ”.

Do określenia rodzajów gruntów wykorzystano adaptacyjny wykres Robertsona dla gruntów polskich (wg PN-B-04452) i system Robertsona 1990, oraz współczynnik tarcia – R_f . W analizie statystycznej charakterystyk penetracji wykorzystano procedurę, z którą parametry sondowania przefiltrowano, a wykresy danych penetracji zostały wygładzone. W procesie ustalenia poszczególnych warstw podłoża gruntowego w analizowanym profilu oraz ustalaniu rodzaju i stanu gruntów budujących te warstwy badano rozkład sześciu charakterystyk sondowania z głębokością tj.: q_n - skorygowanego oporu stożka ($q_n = (q_t - \sigma_v 0)$), f_s - tarcia na tulei ciernej, R_f - współczynnika tarcia, u_2 - ciśnienia porowego oraz tzw. B_q - parametru ciśnienia porowego. Uzyskane rozpoznania porównano oraz odniesiono do propozycji literaturowych ustalenia rodzaju gruntu na podstawie wskaźnika klasyfikacyjnego I_c (Robertson P.K.1990):

$$I_c = ((3,47 - \log Q_t)^2 + (\log(F_r + 1,22))^2)^{0,5}$$

- do określenia parametrów stanu gruntów wykorzystano wyznaczone następujące związki empiryczne, w których uwzględniono aktualne rozwiązania teoretyczne oraz publikacje Katedry Geotechniki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Dla określenia IL -stopnia plastyczności gruntów spoistych wykorzystano lokalne związki empiryczne, w których współczynniki regresji równania uwzględniają genezę osadu i stopnia prekonsolidacji podłoża (za: Katedrą Geotechniki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu) i (za: Liszkowski i in., 2004) oraz (Tschuschke, 2013):

$$IL = a - b * \ln(q_n)$$

gdzie: a , b – współczynniki regresji (przyjmuje się wartości w zakresie: $a = 0,500-0,230$, $b = 0,600-0,213$)

W przypadku wyznaczania wskaźnika konsystencji I_c (zgodnie z normą EC7 w miejsce I_L) można stosować formułę $I_c = 1 - IL$.

- przy wyznaczaniu parametrów stanu gruntów niespoistych zastosowano formułę opracowaną przez Mayne (2014):

$$I_D = 0.268 \cdot \ln(q_{t1}) - b_x,$$

gdzie: $q_{t1} = (q_t / \sigma_{atm}) / (\sigma_{v0}' / \sigma_{atm})^{0.5}$, a b_x - współczynnik w zakresie 0,525-0,825

- parametry ścinania wyodrębnionych w podłożu warstw gruntów wyznaczono odmiennymi metodami dla gruntów spoistych oraz niespoistych. Wartości parametrów φ' i c' dla gruntów spoistych zostały określone w przybliżeniu. Stworzony system opiera się na badaniach porównawczych własnych, jak również dostępnych materiałów z badań na terenie innych obiektów, z uwzględnieniem wyników dla gruntów z następujących grup: mało i średnio spoiste, zwięzło-spoiste oraz bardzo spoiste. Tworząc zależności wykorzystano dostępną literaturę przedmiotu (w szczególności Lunne et al. oraz Senneset (1988)). Podane parametry efektywne należy traktować jako orientacyjne. W tabelach podano wartości średnie wyznaczonych parametrów φ' i c' w rozważanej warstwie w celu umożliwienia jakościowego porównania nośności poszczególnych warstw.

Do opisu wytrzymałości warstw gruntów spoistych, wykorzystano także inny parametr, taki jak niedrenowaną wytrzymałość na ścinanie S_u :

$$S_u = (q_c - \sigma_{v0}) / N_{kt}$$

gdzie: N_k – współczynnik stożka zależny od wskaźnika plastyczności I_p (typowe wartości współczynnika N_{kt} przyjmuje się z przedziału 10 – 20, a wartość średnia wynosi $N_{kt} = 15$). Przy interpretacji wykorzystano propozycję Szwedzkiego Instytutu Geotechnicznego gdzie $N_{kt} = 13,4 + 6,65 W_L$, przy czym W_L jest wartością granicy plastyczności przyjętą na podstawie badań archiwalnych oraz tabeli własności typowych gruntów polskich (Wiłun 2013). W przypadku gruntów prekonsolidowanych stosowano wyższą wartość współczynnika zgodnie z publikacją Lunne, Robertsn and Powell, 1997,

- dla gruntów niespoistych (piaski drobne, średnie i grube) ustalenie wartości efektywnego kąta tarcia wewnętrznego wyznaczono na podstawie korelacji zapisanej w DIN 4094 (1990) oraz z uwzględnieniem zależności podanej w załączniku D normy PKN-CEN ISO/TS 17892-9:2009:

$$\varphi' = 23 + 13,5 \log(q_c),$$

- do wyznaczenia parametrów odkształceniowych, wyrażonych za pomocą edometrycznego modułu ścisłości pierwotnej – Mo_{CPT} , wykorzystano metodę Mayne (2001), Lunne (1997), Sanglerat (1972):

- dla gruntów spoistych:

$$M_0 = 8,25 \cdot (q_t - \sigma_{v0})$$

- dla gruntów niespoistych:

$$M_0 = \alpha \cdot \beta \cdot (q_t - \sigma_{v0})$$

gdzie: $\alpha = 4,5 - 5,5$ w zależności od wartości q_c ,
 $\beta = 1,1 - 0,92$ w zależności od wielkości ziaren

W wyniku wybudowania obiektu następuje zmiana stanu naprężenia podłoża, a co za tym idzie również następuje zmiana modułu ściśliwości pierwotnej. W takim przypadku wartość jego można wyznaczyć za pomocą wzoru Lunnego, (1997).

Należy również wyraźnie zaznaczyć, że podłoże budowlane przedmiotowego terenu charakteryzuje się złożonymi warunkami gruntowymi, w szczególności wynikającymi z obecności gruntów w stanie miękkoplastycznym, w poziomie i poniżej poziomu posadowienia. W związku z tym zastosowane rozwiązania teoretyczne korelujące parametry wytrzymałościowe i odkształceniowe tych gruntów z rezultatami badania CPTU, są obarczone niepewnościami. Podane parametry efektywne należy traktować jako orientacyjne. W tabelach podano wartości średnie wyznaczonych parametrów w rozważanej warstwie w celu umożliwienia jakościowego porównania nośności poszczególnych warstw. W związku z tym zaleca się, aby w razie potrzeby przyjęte rozwiązania i uzyskane wartości zostały potwierdzone innymi badaniami terenowymi jak również badaniami laboratoryjnymi.

3. Wykorzystane akty prawne, normy, literatura przedmiotu i opracowania archiwalne

Przy sporządzeniu opracowania wykorzystano:

Akty prawne:

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa o Gospodarki Wodnej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, (Dz. U. 2012 Nr 0, poz. 463);

Normy:

- PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne i PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- Polska Norma PN-B-02479: 1998; Geotechnika, Dokumentowanie geotechniczne, Zasady ogólne,
- Polska Norma PN-B-04452 :2002; Geotechnika. Badania polowe.
- Polska Norma PN-81/B-03020; Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowane,
- Polska Norma PN-88/B-02480; Grunty budowlane. Określenie, symbole, podział i opis gruntów;
- Polska Norma PN-88/B-04481; Grunty budowlane. Badania próbek gruntów;
- BN-76/8950-03 Norma Branżowa: Obliczanie współczynnika filtracji gruntów niespoistych na podstawie uziarnienia i porowatości;
- Polska Norma PN-80/B-01800; Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Klasyfikacja i określenie środowisk.

Literatura specjalistyczna i opracowania:

- Dowgiałło J., Kozerski B., Krajewski S. Macher J., Macioszczyk T., Malinowski J., Paczyński B., Płochniewski Z., Stenzel P., Szymanko J., Turek S. 1971.: Poradnik Hydrogeologa, Warszawa;
- Glazer Z., 1976.: Mechanika gruntów; Wyd. Geologiczne, Warszawa;
- Kondracki J., 2002.: Geografia regionalna Polski; PWN Warszawa;
- Larsson R., 1995.: The CPT test equipment-testing-evaluation. Swedish Geotechnical Institute, Linköping;
- Lune T., Robertson P.K. and Powell J.J.M.: Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice. Blackie Academic & Profesional, London;
- Malinowski J., 1993.: Budowa geologiczna Polski, Tom VII, Hydrogeologia, Wydawnictwa geologiczne, Warszawa;
- Myślińska E., 2001.: Laboratoryjne badanie gruntów. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa;
- Sikora Z., 2006 r.: Sondowanie statyczne, metody i zastosowanie w geoinżynierii. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa;
- Tschuschke W., 2013 r.: Identyfikacja konsystencji gruntów mało spoistych na podstawie charakterystyk penetracji z badania statycznego sondowania, Budownictwo i Inżynieria Środowiska;
- Wiłun Z. 1987 i 2013 r.: Zarys geotechniki. WKiŁ. Warszawa;

- Wierzbicki J. 2010 r.: Ocena prekonsolidacji podłoża metodami in situ w aspekcie jego genezy, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu,
- Wysokiński L., Kotlicki W., Godlewski T., 2011.: Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa.

Mapy:

- Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000;
- Plan sytuacyjno - wysokościowy terenu badań w skali 1 : 10 000.

**ZAŁĄCZNIK NR 1.1.2. PARAMETRY GEOTECHNICZNE WARSTW PODŁOŻA WYZNACZONE NA PODSTAWIE CHARAKTERYSTYK
PENETRACJI Z TESTU STATYCZNEGO SONDOWANIA**



Geosfera

Kamil Okruła Dariusz Niemczyński S.C.
Geologia Geotechnika Ochrona Środowiska

Kamil Okruła

tel. 603 587 132

Dariusz Niemczyński

tel. 722 114 668

ul. Grudziądzka 99/6
 51 - 165 Wrocław

e-mail: biuro@geosfera.wroclaw.pl
www.geosfera.wroclaw.pl

Obiekt: projektowana świetlica wiejska

Lokalizacja: działka nr 23/14, obręb Tarnowiec, gm.
Zawonia, powiat trzebnicki

Zleceniodawca:
FODINA Sp. z o.o.
ul. Jedności Narodowej 55-57/7,
50-262 Wrocław

NR TESTU: 1_CPT

rzędna terenu [m n.p.m.]: 272,30

[illegible]

**ZAŁĄCZNIK NR 1.2.2. PARAMETRY GEOTECHNICZNE WARSTW PODŁOŻA WYZNACZONE NA PODSTAWIE CHARAKTERYSTYK
PENETRACJI Z TESTU STATYCZNEGO SONDOWANIA**



Geosfera

Kamil Okruta Dariusz Niemczyński S.C.
Geologia Geotechnika Ochrona Środowiska

Kamil Okruta

tel. 603 587 132

Dariusz Niemczyński

tel. 722 114 668

ul. Grudziądzka 99/6
51 - 165 Wrocław

e-mail: biuro@geosfera.wroclaw.pl

www: www.geosfera.wroclaw.pl

Obiekt: projektowana świetlica wiejska

Lokalizacja: działka nr 23/14, obręb Tarnowiec, gm. Zawonia, powiat trzebnicki

Zleceniodawca:
FODINA Sp. z o.o.
ul. Jedności Narodowej 55-57/7,
50-262 Wrocław

NR TESTU: 2 CPT

rzędna terenu [m n.p.m.]: 272,80

[illegible]