



# GEO-AQUA

◆ Geologia ◆ Geotechnika ◆  
◆ Hydrogeologia ◆ Wiercenie studni ◆

Tel: +48 694085712 e-mail: [biuro@geo-aqua.pl](mailto:biuro@geo-aqua.pl) [www.geo-aqua.pl](http://www.geo-aqua.pl)

## DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO OPINIA GEOTECHNICZNA

określająca warunki gruntowo-wodne  
w miejscu projektowanej rozbudowy i modernizacji  
oczyszczalni ścieków w miejscowości Syców

Zlecniodawca: **Ecokube Sp. z o.o.**  
**ul. Wólczańska 128/134**  
**90-527 Łódź**

Lokalizacja: **Syców**  
**dz. nr ew. 60**  
**Gmina Syców**  
**powiat oleśnicki**  
**województwo dolnośląskie**

Opracowali: **mgr inż. Wojciech Książkiewicz**  
upr. geol. XI/32/2015, XII/33/2015

**inż. Piotr Jęsień**

**Egz. nr**

## **Spis treści:**

1. Wstęp
  - 1.1. Zleceniodawca i opis inwestycji
  - 1.2. Podstawa prawna opracowania
  - 1.3. Normy i materiały użyte w opracowaniu
  - 1.4. Lokalizacja planowanej inwestycji
  - 1.5. Zakres przeprowadzonych badań
    - 1.5.1. Badania terenowe
    - 1.5.2. Badania laboratoryjne
2. Środowisko geograficzne
3. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne
  - 3.1. Budowa geologiczna
  - 3.2. Warunki hydrogeologiczne
4. Geotechniczna charakterystyka gruntów
5. Ocena agresywności wody gruntowej
6. Wnioski

## **Załączniki graficzne:**

1. Mapa lokalizacyjna 1:50 000
2. Mapa dokumentacyjna 1: 500
3. Objasnienia symboli i znaków
4. Zestawienie uogólnionych parametrów geotechnicznych
  - 5.1 - 5.4 Przekroje geotechniczne
  - 6.1 - 6.8 Profile geotechniczne otworów i sondowań CPTU
  - 7.1 – 7.3 Parametry geotechniczne warstw podłoża dla sondy CPTU wraz z charakterystykami penetracji testów CPTU
  - 8.1 - 8.3 Wyniki badania stopnia i wskaźnika zagęszczenia sondą dynamiczną i stopnia plastyczności sondą obrotowo-udarową SLVT
9. Sprawozdanie z badań agresywności wody na beton
10. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych

# **1. Wstęp**

## **1.1. Zleceniodawca i opis inwestycji**

Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie biura projektowego ECOKUBE Sp. z o.o., z siedzibą w Łodzi przy ul. Wólczańskiej 128/134, 90-527.

Celem niniejszego opracowania jest ustalenie warunków gruntowo-wodnych oraz określenie parametrów geotechnicznych podłoża w miejscu projektowanej modernizacji i rozbudowy oczyszczalni ścieków.

Na etapie projektowania inwestycji planuje się budowę nowych elementów umożliwiających oczyszczanie ścieków przemysłowych i komunalnych z dostosowaniem do obowiązujących przepisów. Przy rozbudowie oczyszczalni zostaną także zmodernizowane drogi wewnętrzne, istniejące budynki oraz obecne urządzenia do oczyszczania ścieków. Zakres rozbudowy i modernizacji zaznaczono na mapie dokumentacyjnej (zał. 2).

Wyniki przeprowadzonych badań geotechnicznych pozwolą projektantom na określenie optymalnego poziomu i sposobu wykonania fundamentów budowli oraz na zastosowanie odpowiednich rozwiązań technicznych w trakcie prac budowlanych zgodnie z obowiązującymi normami.

Lokalizacja inwestycji oraz założenia projektowe zostały przedstawione przez Zleceniodawcę.

## **1.2. Podstawa prawna opracowania**

- Rozporządzenie MTBiGM w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych z dnia 25.04.2012 r. (Dz. U. Nr 248 poz. 463);
- Rozporządzenie MTiGM w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie z dnia 02.03.1999 r. (Dz. U. 2015, poz. 329 z późniejszymi zmianami);
- Ustawa „Prawo geologiczne i górnicze” z dnia 09.06.2011 r. art. 3, ust. 7 (Dz. U. 2017, poz. 2126 z późniejszymi zmianami);
- Ustawa „Prawo budowlane” z dnia 07.07.1994 r. art. 34, ust. 3, pkt. 4 (Dz. U. 2017 poz. 1332 z późniejszymi zmianami);

### 1.3. Normy i materiały użyte w opracowaniu

Dokumentację opracowano w oparciu o następujące normy i instrukcje:

- PN-B-03020:1981 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.”;
- PN-B-02480:1986 „Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.”;
- PN-B-04452:2002 „Geotechnika. Badania polowe.”;
- PN-B-02481:1998 „Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.”;
- PN-B-02479:1998 „Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.”;
- PN-B-04481-1988 „Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu.”;

**Uwaga:** W/w normy zostały wycofane, lecz pozostają w praktycznym użyciu.

- PN-EN 1997-1:2008 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne. Zasady ogólne.;
- PN-EN 1997-2:2009 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.;
- PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.;
- PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Zasady klasyfikowania.;
- PN-EN ISO 22476-2:2005/A1:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 2: Sondowanie dynamiczne.;
- Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice, T. Lunne, P.K. Robertson, J.J.M. Powell, Wyd. Blackie Academic and Professional, London 1997.;
- Cone Penetration Testing, A Synthesis of Highway Practice, P. Mayne, Transportation Research Board of the National Academies, nr 368, Washington 2007.;
- Seismic piezocone and seismic flat dilatometer tests at Treporti, A.Mc. Gillivray P.W. Mayne, Geotechnical and Geophysical Site Characterization, Porto 2004.;
- Role of Geophysical Testing in Geotechnical Site Characterization, M. Jamiołkowski, Technical University of Torino, 2012.;

- On the correlation of static and dynamic stiffness moduli of noncohesive soils, T. Wichtmann, T. Triantafyllidis, Bautechnik 86, Special Issue S1 "Geotechnical Engineering" 2009.;
- Zastosowanie technik statycznego sondowania do oceny parametrów geotechnicznych podłoża, W. Tschuschke, J. Wierzbicki, Wyd. Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce, Wrocław 1998.;
- Klasyfikacja gruntów podłoża budowlanego metodą statycznego sondowania, Z. Młynarek, W. Tschuschke, J. Wierzbicki, Mat. XI Krajowej Konferencji Mechaniki Gruntów i Fundamentowania, Gdańsk 1997.;
- Test Procedures for Cone Penetration (CPT) and Cone Penetration with Pore Pressure (CPTU) 1999, TC – 16 (rekomendowany przez International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering).;
- The DMT in Soil Investigations, TC16-2001, (rekomendowany przez International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering).

Materiały archiwalne jakie wykorzystano do opracowania dokumentacji na terenie badań to:

- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Syców (nr 729);
- Chmal R., (1998): Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, Arkusz Syców, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa;
- J. Kondracki „Geografia regionalna Polski” 2000 r.;

#### **1.4. Lokalizacja planowanej inwestycji**

Teren badań zlokalizowany jest na ok. 1,2 Km na północ od centrum miejscowości Syców na dz. nr geod. 60, (powiat oleśnicki, województwo dolnośląskie).

Obszar badań jest obecnie zagospodarowany jako plac nieutwardzony, tereny zielone oraz drogi wewnętrzne przylegające do urządzeń oczyszczalni. Teren oczyszczalni jest ogrodzony, otoczony gruntami rolnymi, od wschodu przylega do drogi gruntowej. Teren jest przekształcony antropogenicznie o czym świadczą występujące nasypy.

Ok. 60 m na wschód przepływa rzeka Młyńska Woda. Rzędna terenu kształtuje się na poziomie ok. 163,4 – 163,5 m n.p.m. i wykazuje lekki spadek w kierunku rzeki. Poziom terenu zaburzają nasypy wykonane podczas budowy oczyszczalni.

## 1.5. Zakres przeprowadzonych badań

### 1.5.1. Badania terenowe

Na analizowanym terenie w dniu 12 - 18 grudnia 2018 r. wykonano:

- tyczenie poszczególnych punktów badawczych;
- 3 sondy statyczne CPTU do głębokości 15,0 – 18,0 m.

Łącznie zbadano 49,0 mb.

Podstawowe badania terenowe metodą statycznego sondowania realizowano piezostožkami, których konstrukcja spełnia wymagania standardu testu CPTU i SCPTU i charakteryzuje następująca geometria: powierzchnia podstawy stożka  $10 \text{ cm}^2$ , powierzchnia tulei ciernej  $150 \text{ cm}^2$ , kąt wierzchołkowy stożka  $60^\circ$ , i filtr wbudowany bezpośrednio za ostrzem stożka (wg standardu lokalizacja pomiaru  $u_2$ ). Sondowania prowadzono ze stałą prędkością penetracji, równą  $2 \text{ cm/s}$ .

Podstawę dla interpretacji diagramów testów statycznego sondowania stanowiły oryginalne wyniki zapisane w formie elektronicznej. W celu wyznaczenia parametrów identyfikujących analizowane grunty, konieczna jest standaryzacja i normalizacja zarejestrowanych parametrów sondowania do postaci współczynników i wskaźników, które wykorzystuje się w systemach klasyfikacyjnych i procedurach interpretacyjnych. Parametrami zarejestrowanymi w standardowym teście są: opór stożka –  $q_c$ , tarcie na tulei ciernej –  $f_s$  oraz nadwyżka ciśnienia wody w porach –  $u_2$ , które po standaryzacji uzyskują następującą postać:

- skorygowany opór stożka:  $q_t = q_c + (1-a)u_2$ , uwzględniający wpływ ciśnienia porowego na mierzoną wartość oporu stożka, charakteryzujący ogólną nośność podłoża,
- współczynnik tarcia:  $R_f = (f_s/q_t)100\%$ , identyfikujący uziarnienie badanych gruntów,
- parametr ciśnienia porowego:  $B_q = (u_2 - u_0)/(q_t - \sigma'_{v0})$ , identyfikujący warunki drenażu i konsolidacji podłoża oraz umożliwiający określenie rodzaju gruntów oraz wytrzymałości na ścinanie,
- znormalizowany, efektywny opór stożka  $Q_t = (q_t - u_2)/\sigma'_{v0}$ , umożliwiający ocenę wytrzymałości na ścinanie gruntów związanej z rzeczywistym stanem naprężenia podłoża.

Rozkłady tych parametrów z głębokością wykorzystano do określenia budowy podłoża rodzimego w następującym zakresie:

- oceny jednorodności budowy stratygraficznej wraz z określeniem rodzaju gruntów budujących wydzielone warstwy geotechniczne,
- identyfikacji stanu naprężenia w podłożu gruntowym,
- wyznaczenia wartości parametrów stanu t.j. stopnia plastyczności –  $I_L$  i stopnia zagęszczenia -  $I_D$ ,
- wyznaczenia wartości parametrów wytrzymałości na ścinanie tj. kąta tarcia wewnętrznego –  $\phi'$  i spójności –  $c'$ , a w przypadku gruntów spoistych dodatkowo wytrzymałości na ścinanie bez drenażu –  $S_u$ ,
- określenie rozkładu z głębokością modułu odkształcenia gruntu, który odpowiada edometrycznemu modułowi ściśliwości związanemu ze stanem naprężenia, w którym został zbadany.

Standardowe, rejestrowane w teście CPTU charakterystyki penetracji uzupełnione krzywą zmian współczynnika tarcia –  $R_f$  i znormalizowanego, efektywnego oporu stożka –  $Q_t$  z głębokością stanowiły materiał wyjściowy dla ustalenia rodzaju i stanu analizowanych gruntów. W interpretacji krzywych penetracji wykorzystano system klasyfikacyjny opracowany w Katedrze Geotechniki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu oraz system Robertsona. W analizie statystycznej charakterystyk penetracji wykorzystano 8-stopniową procedurę Hardera-Bloha. Grupowanie danych dla wydzielenia jednorodnych geotechnicznie warstw gruntów rodzimych przeprowadzono dwuetapowo. Danymi, które podlegały grupowaniu były w pierwszym etapie: opór stożka –  $q_c$  i współczynnik tarcia –  $R_f$ . W tym etapie zastosowano procedurę Hardera - Bloha, która pozwoliła rozdzielić warstwy według kryteriów statystycznych i zlokalizować je w systemie klasyfikacyjnym Katedry Geotechniki U.P. w Poznaniu. W drugim etapie grupowanie przeprowadzono dla transformowanych danych z charakterystyk penetracji:  $q_c$  i  $f_s$  do parametrów znormalizowanych:  $Q_t$  i  $R_f$  (procedura Heghaziego - Mayne). Po grupowaniu danych sprawdzono położenie grup gruntów na diagramie Robertsona, który pozwolił zweryfikować zgodność kwalifikacji gruntów ze względu na uziarnienie z systemem Katedry Geotechniki U.P. w Poznaniu. Grupowanie przeprowadzono metodami teorii skupień, traktując zadanie jako jednoosiowe, wzdłuż drogi penetracji podłoża stożkiem, w miejscu sondowania.

W celu wyznaczenia parametrów stanu gruntów niespoistych wykorzystano diagramy opracowane w Katedrze Geotechniki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, w których uwzględniono aktualne rozwiązania teoretyczne, w tym procedury Jamiołkowskiego i Mayne oraz obszerny materiał dokumentacyjny. Stan konsystencji spoistych gruntów rodzimych szacowano z metody statycznego sondowania na podstawie znormalizowanego oporu stożka netto uwzględniając w doborze współczynników regresji zależności empirycznych wpływ genezy analizowanych gruntów, zgodnie z wytycznymi procedury interpretacyjnej Katedry Geotechniki U.P. w Poznaniu.

W celu dokonania oceny wytrzymałościowej gruntów, wykorzystano oryginalną procedurę Senneseta - Janbu, zgodnie z którą efektywny kąt tarcia wewnętrznego szacowany jest w metodzie statycznego sondowania na podstawie bezwymiarowego współczynnika stożka -  $N_m$  i parametru ciśnienia porowego -  $B_q$ . Wartość spójności efektywnej określa się w tej procedurze metodą iteracyjną przyjmując wstępnie wartość parametru tzw. „attraction” z aproksymacji krzywej oporu stożka. W przypadku gruntów spoistych dodatkowo wyznaczono wytrzymałość na ścinanie bez odpływu  $S_u$  na podstawie procedury Lunne, wykorzystującej do estymacji tego parametru tzw. współczynnik stożka -  $N_{kt}$ . Miarodajną wartość współczynnika stożka przyjmuje się na podstawie zależności empirycznej, bazującej na ocenie współczynnika tarcia -  $R_f$ .

W celu dokonania oceny odkształceniowej podłoża wykorzystano dwie oryginalne procedury Mayna i Lunne, umożliwiające oszacowanie modułów odkształcenia podłoża w rzeczywistym stanie naprężenia na podstawie oporu stożka. W procedurach tych wykorzystano współczynniki korekcyjne wyznaczone dla gruntów z obszaru Polski. Oszacowany na podstawie oporu stożka moduł odkształcenia odpowiada edometrycznemu modułowi ściśliwości określone dla stanu naprężenia związanego z tą głębokością penetracji na której zarejestrowano analizowane opory stożka. Zmianę modułu ściśliwości pierwotnej, który odpowiada modułowi edometrycznemu, po zmianie stanu naprężenia podłoża na skutek wybudowanego obiektu można wyznaczyć ze wzoru (Lunne, 1997r.):

$$M = M_o \sqrt{\frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma_o / 2}{\sigma'_{vo}}}$$

$\sigma'_{vo}$  – składowa pionowa naprężenia geostatycznego in situ

$\Delta\sigma_o$  – przyrost naprężenia pionowego spowodowany wykonaniem obiektu



Wyniki sondowań statycznych CPTU wraz z interpretacją zestawiono w załącznikach nr 7.1 – 7.3

- 6 otworów geotechnicznych do głębokości 6,0 – 14,0 m;  
Łącznie odwiercono 66,0 mb;  
Badania przeprowadzono systemem mechanicznym, obrotowym na sucho w średnicy 110 mm, wiertnicą na samojezdnym urządzeniu gąsienicowym. Odwierty wykonano w miejscu projektowanych budowli. W trakcie wierceń prowadzono bieżące badania makroskopowe gruntów pobieranych z każdego marszu świdra (rodzaj gruntu, domieszki, przewarstwienia, barwę, wilgotność, stan gruntu) oraz obserwacje i pomiary zwierciadła wody gruntowej (poziom nawiercony i ustabilizowany), jeśli zwierciadło wystąpiło;
- pobranie próbek gruntu do badań laboratoryjnych w celu ustalenia parametrów geotechnicznych;
- pobranie próby wody do badań laboratoryjnych pod kątem agresywności w stosunku do betonu;
- badanie stopnia zagęszczenia i wskaźnika zagęszczenia gruntów niespoistych oraz nasypów piaszczystych sondą dynamiczną DPL i DPM;
- badanie stanu gruntów organicznych i spoistych sondą obrotowo-udarową SLVT;
- niwelację techniczną punktów badawczych. Jako podkład geodezyjny wykorzystano mapę w skali 1:500 dostarczoną przez Zleceniodawcę;
- po zakończeniu prac terenowych wykonane otwory badawcze zlikwidowano poprzez zasypanie urobkiem.

Szczegółową lokalizację otworów geotechnicznych zaznaczono na mapie dokumentacyjnej (zał. 2).

#### **1.5.2. Badania laboratoryjne**

W dniach 17 - 19 grudnia 2018 r. wykonano:

- a) oznaczenie parametrów fizyko – mechanicznych gruntów w tym :
  - ❖ wilgotność naturalną  $W_n$  [%];
  - ❖ granice konsystencji  $W_L$ ,  $W_P$  [%];
  - ❖ uziarnienie gruntu (analiza areometryczna i granulometryczna - sitowa);

Wyniki badań laboratoryjnych przedstawiono na zał. nr 10.

## 2. Środowisko geograficzne

Według podziału Nizin Środkowopolskich na jednostki fizyczno-geograficzne (J. Kondracki „Geografia regionalna Polski” 2000 r.), analizowany teren położony jest w mezoregionie Wzgórza Ostrzeszowskie na granicy z Kotliną Milicką, w makroregionie Wał Trzebnicki. Mezoregion ten graniczy od północy i zachodu z Kotliną Milicką i Wzgórzami Twardogórskimi, od południa z Równiną Oleśnicką, od północy z Wysoczyzną Kaliską, natomiast od wschodu z Kotliną Grabowską i Wysoczyzną Wieruszowską.

Pod względem geomorfologicznym obszar położony jest w obrębie dolin akumulacji wodnej i wodnolodowcowej.

Teren badań jest wyrównany z lekkim nachyleniem w kierunku rzeki, rzędne terenu kształtują się na wysokości ok. 163,4 – 163,5 m n.p.m.

## 3. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

### 3.1. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną podłoża rozpoznano na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 (arkusz Syców), geotechnicznych materiałów archiwalnych oraz badań własnych wykonanych w grudniu 2018 r. (wiercenia i sondowania do głębokości maksymalnie 18,0 m p.p.t.).

Na podstawie wykonanych prac stwierdzono zaleganie w podłożu utworów czwartorzędowych: plejstocénskich i holocénskich.

Holocen: Utwory holocénskie wykształcone są jako warstwy nasypu niekontrolowanego (nN), nasypu budowlanego (nB) oraz piaszczyste utwory rzeczne den dolinnych.

Nasypy niekontrolowane zalegają nad nasypami budowlanymi w obrębie odwiertów nr 1, 2, 3, 5 i 6 oraz sondowań CPTU nr 1, 2 i 3. Miąższość warstwy wynosi od 0,20 do 1,60 m. W zależności od lokalizacji w skład nasypu wchodzi: piasek średni, pył, piasek pylasty, żużel, humus oraz gruz betonowy i ceglany.

Nasypy budowlane zalegają nad gruntami rodzimymi w obrębie odwiertów nr 1 – 6 oraz sondowaniach CPTU nr 1 – 3. Miąższość warstwy wynosi od 0,30 do 2,10 m. W skład nasypu wchodzi piasek średni, żwir, piasek drobny oraz pospółka.

Niespoiste utwory rzeczne oraz zastoiskowe den dolinnych rozpoznano na całym badanym terenie jako piaski drobnoziarniste (Pd, Pd//Ps, Pd//Pπ, Pd//Ps//Πp) oraz piaski średnioziarniste (Ps//Pd, Ps, Ps+Ż).

Plejstocen. Osady plejstocenijskie reprezentowane są przez mułki rzeczne terasów nadzalewowych oraz mułki zastoiskowe, powstałe w okresie zlodowacenia północnopolskiego i środkowopolskiego. Grunty spoiste rozpoznano jako gliny pylaste (Gπ//Π//Pπ, Gπ//Pπ) oraz pyły piaszczyste (Πp). Utwory niespoiste rozpoznano jako piaski drobnoziarniste (Pd//Pπ) oraz pylaste (Pπ//Pd, Pπ//Πp, Pπ, Pπ//Π).

W obrębie nawierconych utworów występują lokalnie domieszki i przewarstwienia. Do głębokości wierceń tj. 18,0 m p.p.t. nie stwierdzono spągu utworów plejstocenu.

### **3.2. Warunki hydrogeologiczne**

W grudniu 2018 r. podczas wykonywania prac terenowych, w otworach stwierdzono obecność wody gruntowej.

Swobodne zwierciadło wód gruntowych nawiercono we wszystkich otworach na głębokości 1,80 – 3,30 m p.p.t. (rzędna 161,31 – 162,01 m n.p.m.). Woda zgromadzona była w warstwach gruntów niespoistych.

Warstwę wodonośną o napiętym zwierciadle nawiercono w otworach nr 1, 2, 3, 4 i 6 na głębokości 4,40 – 11,30 m p.p.t. (rzędna 159,09 – 152,27 m n.p.m.).

Badania wykonano podczas średnich stanów wód podziemnych. Zwierciadło poziomu wodonośnego może ulegać wahaniom w cyklu rocznym i wieloletnim. Poziom wodonośny na badanym terenie zasilany jest infiltracyjnie z powierzchni terenu.

Szczegółowe dane na temat warunków wodnych panujących na terenie badań w grudniu 2018 r. przedstawiono w tabeli nr 1.

Tab. 1 Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

NR OTW.	RZĘDNA TERENU	ZWIERCIADŁO WODY PODZIEMNEJ				SĄCZENIA		UWAGI
		NAWIERCONE		USTABILIZOWANE				
		GŁĘBOKOŚĆ	RZĘDNA	GŁĘBOKOŚĆ	RZĘDNA	GŁĘBOKOŚĆ	RZĘDNA	
		[m p.p.t.]	[m n.p.m.]	[m p.p.t.]	[m n.p.m.]	[m p.p.t.]	[m n.p.m.]	
1	163,41	1,90	161,51	1,90	161,51	brak	-	Zw. swobodne Zw. napięte
		6,10	157,31	-	-			
		10,80	152,61	-	-			
2	163,49	1,90	161,59	1,90	161,59	brak	-	Zw. swobodne Zw. napięte
		4,40	159,09	-	-			
		7,60	155,89	-	-			
		10,80	152,69	-	-			
3	163,57	2,00	161,57	2,00	161,57	brak	-	Zw. swobodne Zw. napięte
		7,40	156,17	-	-			
		11,30	152,27	-	-			
4	163,49	1,80	161,69	1,80	161,69	brak	-	Zw. swobodne Zw. napięte
		6,60	156,89	-	-			
		10,10	153,39	-	-			
5	165,31	3,30	162,01	3,30	162,01	brak	-	Zw. swobodne
6	163,51	2,20	161,31	2,20	161,31	brak	-	Zw. swobodne Zw. napięte
		6,80	156,71	-	-			

Poniższa tabela nr 2 przedstawia charakter przepuszczalności gruntów budujących podłoże analizowanego terenu oraz wartość współczynnika filtracji tych gruntów. Nasypowe podłoże gruntowe na analizowanym terenie wykazuje zmienne warunki filtracji.

Tab. 2 Ogólna przepuszczalność gruntów (Pazdro, Kozerski, 1990)

CHARAKTER PRZEPUSZCZALNOŚCI/ RODZAJ GRUNTU	FILTRACJA $k$ [m/s]
<b>DOBRA:</b> piaski średnioziarniste	$10^{-4} - 10^{-3}$
<b>ŚREDNIA:</b> piaski drobnoziarniste	$10^{-5} - 10^{-4}$
<b>SŁABA:</b> piaski pylaste, pyły piaszczyste	$10^{-6} - 10^{-5}$
<b>PÓŁPRZEPUSZCZALNE:</b> głina pylasta	$10^{-8} - 10^{-6}$

Przestrzenną budowę podłoża na dokumentowanym terenie przedstawiono w sposób szczegółowy na kartach otworów i sondowań geotechnicznych (zał. 6.1 – 6.8) oraz na przekrojach geotechnicznych (zał. 5.1 – 5.4).

#### 4. Geotechniczna charakterystyka gruntów

Warunki geotechniczne określono na podstawie danych uzyskanych z wierceń i sondowań badawczych, badań laboratoryjnych oraz prac kameralnych.

Na podstawie analizy wykonanych badań na dz. nr ew. 60, w Sycowie stwierdzono, że badany teren charakteryzuje się złożonymi warunkami gruntowymi.

Planowaną rozbudowę i modernizację oczyszczalni w złożonych warunkach gruntowych proponuje się zaklasyfikować do drugiej kategorii geotechnicznej zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r.

Ostateczną decyzję na temat zakwalifikowania inwestycji do kategorii geotechnicznej podejmie projektant konstrukcji.

Na podstawie wnikliwej analizy budowy geologicznej podłoża gruntowego, wydzielono pakiety gruntów. W obrębie pakietów wydzielono warstwy o zbliżonych wartościach parametrów geotechnicznych:

**PAKIET I** – warstwa gruntów nasypowych o miąższości 0,50 – 3,70 m:

**WARSTWA IA** – nN (Ps, Pπ, Π, Humus, Żużel, Gruz bet. i ceg.), grunt słabonośny, posiada zmienne parametry fizyko-mechaniczne;

**WARSTWA IB1** – nB (Ps),  $I_D = 0,36 - 0,37$  ( $I_s = 0,92$ ), stan średniozagęszczony, nośny warunkowo;

**WARSTWA IB2** – nB (Ps, Pd, Ż, Po),  $I_D = 0,54 - 0,64$  ( $I_s = 0,95 - 0,97$ ), stan średniozagęszczony, nośny warunkowo;

**PAKIET II** – obejmuje holocenijskie grunty niespoiste, wykształcone jako piaski drobno- i średnioziarniste:

**WARSTWA IIA1** – Pd, stan luźny,  $I_d = 0,30 - 0,31$ ;

**WARSTWA IIA2** – Pd//Ps, Pd//Ps//Πp, stan średniozagęszczony,  $I_d = 0,36 - 0,48$ ;

**WARSTWA IIA3** – Pd, Pd//Pπ, Pd//Ps//Πp, stan średniozagęszczony,  $I_d = 0,59 - 0,64$ ;

**WARSTWA IIA4** – Pd, stan zagęszczony,  $I_d = 0,68$ ;

**WARSTWA IIB1** – Ps//Pd, stan luźny,  $I_d = 0,30$ ;

**WARSTWA IIB2** – Ps+Ż, stan średniozagęszczony,  $I_d = 0,47$ ;

**WARSTWA IIB3** – Ps, Ps+Ż, stan średniozagęszczony,  $I_d = 0,59 - 0,65$ ;

**PAKIET III** – obejmuje plejstocieńskie mułki rzeczne i zastoiskowe wykształcone jako spoiste gliny pylaste i pyły piaszczyste. Pod względem genetycznym grunty PAKIETU III wg normy PN-B-03020:1981 zalicza się do grupy genetycznej o symbolu konsolidacji „C” – inne grunty spoiste nieskonsolidowane:

**WARSTWA IIIA** –  $G_{\pi//\Pi//P\pi}$ , stan miękkoplastyczny,  $I_L = 0,54 - 0,56$ ;

**WARSTWA IIIB** –  $G_{\pi//\Pi//P\pi}$ ,  $\Pi p$ , stan plastyczny,  $I_L = 0,27 - 0,44$ ;

**WARSTWA IIIC** –  $G_{\pi//\Pi//P\pi}$ ,  $\Pi p$ ,  $G_{\pi//P\pi}$ , stan twardoplastyczny,  $I_L = 0,20 - 0,24$ ;

**PAKIET IV** – obejmuje plejstocieńskie mułki rzeczne i zastoiskowe wykształcone jako niespoiste piaski droбноziarniste i pylaste:

**WARSTWA IVA** –  $P_{\pi}$ ,  $P_{\pi//\Pi}$ , stan luźny,  $I_d = 0,15 - 0,31$ ;

**WARSTWA IVB** –  $P_{\pi//Pd}$ ,  $P_{\pi//\Pi p}$ , stan średniozagęszczony,  $I_d = 0,45 - 0,47$ ;

**WARSTWA IVC** –  $Pd//P_{\pi}$ ,  $P_{\pi//\Pi p}$ , stan średniozagęszczony,  $I_d = 0,54 - 0,57$ .

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw zestawiono w tabeli uogólnionych parametrów geotechnicznych (zał. 4).

## 5. Ocena agresywności wody gruntowej

Wodę gruntową pobrano z otworu geotechnicznego nr 3 (tabela nr 3). Zgodnie z normą PN-80/B-01800 badana woda zalicza się do bardzo twardej i nie wykazuje agresywności kwasowej, węglanowej, magnezowej, amonowej i siarczanowej (zał. 9). Według EN 206-1:2003 badaną wodę zalicza się do środowiska nie wykazującego agresywności chemicznej w stosunku do materiałów budowlanych.

Tab. 3. Analiza agresywności wody  
gruntowej z otworu nr 3

WSKAŹNIKI JAKOŚCIOWE	JEDNOSTKA	ZAWARTOŚĆ
Twardość	mg CaCO <sub>3</sub> /l	975,0
Odczyn pH	pH	6,9
Agresywny dwutlenek węgla	mg/l	<0,1
Magnez	mg/l	29,3
Jon amonowy	mg/l	0,735
Siarczany	mg/l	450,0

## 6. Wnioski

1. W niniejszej Dokumentacji wyniki badań przedstawiają rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych przeprowadzone zgodnie z zakresem ustalonym ze Zleceńodawcą (ilość i głębokość otworów).
2. Teren badań charakteryzuje się złożonymi warunkami gruntowymi.
3. Planowaną inwestycję w złożonych warunkach gruntowych proponuje się zaklasyfikować do drugiej kategorii geotechnicznej zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r.
4. Ostateczną decyzję na temat zakwalifikowania inwestycji do kategorii geotechnicznej podejmie projektant konstrukcji.
5. Podczas badań geologicznych stwierdzono warstwy nasypów niekontrolowanych. Grunty **Warstwy IA** należy traktować jako słabonośne, które nie nadają się jako grunty budowlane i należy je usunąć w miejscu planowanych obiektów, jak również w miejscu planowanych dróg.
6. Nasypy budowlane **Warstwy IB** posiadają niedostateczne zagęszczenie. Jeżeli poziom posadowienia obiektów będzie obejmował daną warstwę wówczas należy dogęścić grunty do uzyskania wskaźnika zagęszczenia  $I_s \geq 0,97$ , bądź wykonać wymianę gruntu na nasyp o wymaganych parametrach.
7. W obrębie terenu badań nawiercono grunty spoiste plastyczne i miękkoplastyczne ( $I_L = 0,56 - 0,27$ ), **Warstwa IIIA i IIIB**. Jeżeli posadowienie obiektów będzie obejmowało dane warstwy może wystąpić potrzeba wzmocnienia podłoża, bądź wykonania wymiany gruntu.

8. Grunty piaszczyste **Warstw IIA1, IIA2, IIB1, IIB2, IVA i IVB** posiadają niskie zagęszczenie. Jeżeli poziom posadowienia obiektów będzie obejmował dane Warstwy należy dogęścić grunty do uzyskania stopnia zagęszczenia  $I_s \geq 0,97$  bądź wzmocnić podłoże.
9. Grunty **Pakietu III** (gliny pylaste oraz pyły piaszczyste) są wrażliwe na zmiany wilgotności (łatwo uplastyczniają się pod wpływem wody). W czasie wykonywania prac ziemnych zaleca się zabezpieczenie powierzchniowe przed działaniem wód opadowych oraz niedopuszczenie do stagnacji wody, a także zabezpieczenie gruntów przed przemarzaniem (grunty wysadzinowe). Grunty uplastycznione należy usunąć i zastąpić chudym betonem bądź stabilizacją.
10. Głębokości przemarzania gruntu na analizowanym terenie wynosi  $H_z = 0,8$  m p.p.t.
11. Znaczna miąższość gruntów spoistych plastycznych i miękkoplastycznych oraz gruntów niespoistych w stanie luźnym może wymagać zastosowania innego rodzaju fundamentów (np. palowanie) bądź wzmocnienia podłoża pod projektowanymi obiektami.
12. W grudniu 2018 r. podczas wykonywania prac terenowych w otworach stwierdzono występowanie wód gruntowych. Woda występowała w postaci swobodnego i napiętego zwierciadła. Badania wykonano podczas średnich stanów wód podziemnych.
13. Roboty ziemne zaleca się prowadzić pod nadzorem uprawnionego geologa.
14. Rozpoznanie budowy podłoża ma charakter punktowy. Dokładne określenie rodzaju i stanu gruntu oraz przelotu warstw dotyczy wyłącznie poszczególnych punktów badawczych.
15. Dokładność określenia przelotu poszczególnych warstw geotechnicznych dla wierceń wynosi ok.  $\pm 0,1$  m, co wynika z techniki wykonywanych badań oraz dokładności urządzeń pomiarowych.
16. W przypadku stwierdzenia w czasie wykonywania robót ziemnych niezgodności z wynikami badań geotechnicznych przedstawionymi w niniejszej Dokumentacji należy skontaktować się z jej autorem.