

## **Spis treści**

### **A. Dokumentacja badań podłoża gruntowego.**

1. Wstęp.
2. Charakterystyka projektowanej inwestycji.
3. Opis wykonanych prac.
4. Opis modelu budowy geologicznej.
5. Warunki hydrogeologiczne.
6. Interpretacja wyników badań podłoża gruntowego.

### **B. Opinia geotechniczna.**

- 7.1. Ustalenie przydatności gruntów dla potrzeb lokalizacji budownictwa.
- 7.2. Określenie typu warunków gruntowych.
- 7.3. Wskazanie kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego.

### **C. Projekt geotechniczny.**

- 8.1. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego.
- 8.2. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa.
- 8.3. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania posadowienia.
- 8.4. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych warstw w potencjalnym poziomie posadowienia.
- 8.5. Obliczenie nośności podłoża gruntowego i ogólnej stateczności
- 8.6. Określenie oddziaływań od gruntu i prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie.
- 8.7. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych.
- 8.8. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany oraz sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom.
- 8.9. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących oraz otaczającego gruntu.

## **Spis załączników graficznych**

- 1.0. Mapa dokumentacyjna w skali 1 : 500.
- 2.0. Zestawienie profili otworów wiertniczych.
- 3.1. -3.6. Przekroje geotechniczne w skali poziomej 1:1000 i pionowej 1:100.
- 4.1.- 4.5. Wykresy wyników sondowań DPL FVT
- 5.0. Model obliczeniowy podłoża gruntowego.

## A. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO.

### 1. WSTĘP.

Badania podłoża gruntowego przeprowadziło Biuro Geologii i Sozologii „GEOTECHNIKA” w Łowiczu w marcu 2015 r. na zlecenie firmy EKO-REGION Sp. z o.o., ul. Bawełniana 18, 97-400 Bełchatów. Badania wykonano w obszarach projektowanej rozbudowy obiektów kubaturowych : Kompostowni Odpadów, Sortowni Odpadów oraz budynku administracyjnego na terenie Składowiska Odpadów w Dylowie „A”, gmina Pajęczno, powiat pajęczański, województwo łódzkie. Wykonane prace, stosownie do wymogów rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 r., Nr 0, poz.463), miały na celu:

- dla sporządzenia **dokumentacji badań podłoża gruntowego**, stosownie do § 9 w/w rozporządzenia:
  - opis metodyki badań podłoża gruntowego,
  - przedstawienie modelu geologicznego podłoża gruntowego,
  - przedstawienie wyników badań podłoża gruntowego i ich interpretację,
  - określenie wyprowadzonych wartości danych geotechnicznych dla wydzielonych warstw geotechnicznych podłoża,
- dla opracowania **opinii geotechnicznej**, stosownie do § 8 w/w rozporządzenia:
  - ustalenie przydatności gruntów dla potrzeb lokalizacji budownictwa,
  - wskazanie kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego,
- dla opracowania **projektu geotechnicznego**, poprzez określenie elementów wymienionych § 10 w/w rozporządzenia:

Przedmiotowe **opracowanie spełnia warunki opinii geotechnicznej, dokumentacji badań podłoża gruntowego oraz projektu geotechnicznego**, w rozumieniu § 7 ust. 1 i ust. 2 rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r., Nr 0, poz. 463).

## **2. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI.**

Badania wykonano na terenie projektowanej budowy obiektów kubaturowych w obrębie Składowiska Odpadów w Dylowie „A”, które położone jest ok. 3,0 km na północny zachód od centrum miasta Pajęczna, po zachodniej stronie drogi powiatowej Pajęczno - Siemkowice.

Teren Składowiska Odpadów w miejscowości Dylów „A” położony jest na śródleśnej polanie w obszarze kompleksu leśnego „Suchy Las” w Leśnictwie Siemkowice, zalegającego w trójkącie pomiędzy miejscowościami Siemkowice, położonej na północny zachód, miasta Pajęczno, położonego na południowy wschód i miejscowości Trębaczew położonej na południowy zachód od tego terenu. Jest to obszar w kompleksie działek o numerach ewidencyjnych nr 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 i 25 o łącznej powierzchni 11,25 ha, w obrębie ewidencyjnym nr 3 – Dylów A, gmina Pajęczno, powiat pajęczański, woj. łódzkie, znajdujący się pomiędzy wsiami Dylów A i Dylów Rządowy. Właścicielem terenu wykonanych robót jest „Eko-Region” Sp. z o.o. w Bełchatowie.

Planowane przedsięwzięcie będzie polegało na budowie kubaturowych obiektów inżynierskich : hali Kompostowni Odpadów oraz hali Sortowni Odpadów, które zostaną zlokalizowane w północno – wschodniej części terenu obejmującego Składowisko Odpadów. Oprócz tego przewiduje się realizację nowego budynku administracyjnego, który zostanie zlokalizowany w północno – zachodnim narożu terenu Składowiska.

Hale kompostowni i sortowni odpadów będą to obiekty jednokondygnacyjne, posadowione bezpośrednio na fundamentach punktowych wykonane w konstrukcji szkieletowo – ryglowej, stalowej lub żelbetowej, z wypełnieniem płytą warstwową względnie z wypełnieniem ceramicznym. Obiekt budynku administracyjnego zostanie wykonany w konstrukcji tradycyjnej.

## **3. OPIS WYKONANYCH PRAC.**

Dla potrzeb rozpoznania geotechnicznego odwiercono łącznie 14 otworów wiertniczych, do głębokości 6,0m ppt. każdy, o sumarycznym metrażu 84,0 mb. Miejsca wykonania otworów rozpoznawczych zostały wyznaczone metodą domiarów prostokątnych, na

podstawie istniejących w terenie i na mapie dokumentacyjnej szczegółów terenowych. Rzędne punktów badawczych określono metodą interpolacji, wykorzystując punkty o wysokościach określonych wg mapy dokumentacyjnej w skali 1:500.

Wiercenia wykonano za pomocą wiertnicy mechanicznej Boart Longyear DB 050, z użyciem narzędzi o średnicy 90 mm. Podczas wierceń wykonywano badania makroskopowe gruntu, badania polowe ścinarką obrotową SO-1 oraz penetrometrem PW-1 – w odniesieniu do gruntów spoistych - oraz obserwacje hydrogeologiczne. Otwory zlikwidowano uzyskanym urobkiem.

W profilach 5 otworów rozpoznawczych dla ustalenia wyprowadzonych parametrów geotechnicznych wykonano badania in situ w tym : 5 sondowań dynamicznych sondą udarowo – obrotową DPL VT, do głębokości 6,0m ppt. – łącznie 30,0mb sondowań. Dla ustalenia parametrów wyprowadzonych wykorzystano także badania polowe in situ i badania laboratoryjne wykonywane dla potrzeb dokumentacji geologiczno – inżynierskiej wykonanej w roku 2013.

Wyniki wierceń, badań polowych i sondowania opracowano w formie dokumentacji badań podłoża gruntowego, zawierającej także opinię geotechniczną i projekt geotechniczny, stosownie do wymogów norm systemu Eurokod 7: PN-EN 1997-1:2008 i PN-EN 1997-1:2009 oraz norm związanych.

#### **4. OPIS MODELU BUDOWY GEOLOGICZNEJ.**

Objęty badaniami teren leży w strefie krawędziowej dwóch znaczących jednostek tektonicznych - pomiędzy północną- wschodnią części Monokliny Przedsudeckiej a południowo – zachodnią częścią segmentu miechowskiego Synklinorium szczecińsko - miechowskiego. Stropowe utwory podłoża mezozoicznego budują górnajurajskie wapienie kredowe, wapienie skaliste i płytowe oksfordu górnego, których strop zalega w podłożu Składowiska na głębokości 48,0m ppt, na rzędnej 166,4m npm.

Na powierzchni utworów jurajskich zalegają nieciągłe płyty utworów neogenu, wykształconych jako iłu i mułki miocenu. Utwory te zostały zlokalizowane w południowo – zachodnim narożu Składowiska, na głębokości 39m. Łączna ich miąższość wynosi 9,0m.

W stropie jest to trzy metrowa warstwa szaro – zielonych iłów i mułków, która zalega na sześciometrowej warstwie jasno szarych piasków ziarnami żwiru i przewarstwieniami mułków.

Stropowe partie podłoża budują utwory czwartorzędowe, głównie plejstocieńskie, miąższości ok. 40m, mające podstawowe znaczenie dla budowy podłoża gruntowego przedsięwzięcia. Spąg czwartorzędu w rejonie lokalizacji Składowiska Odpadów w miejscowości Dylów „A” kształtuje się na rzędnych w strefie 170- - 175m npm tj. na głębokości 42 – 37m ppt.

Teren w obszarze Składowiska Odpadów w miejscowości Dylów „A” reprezentuje typową budowę geologiczną dla obszaru postglacjalnego ukształtowanego przez dwa etapy zlodowaceń. Na powierzchni terenu, pod nakładem **współczesnych utworów antropogenicznych** – nasypów o zróżnicowanej miąższości, od 1,0m do 0,4m oraz płatów **humusu okresu mezoholocenijskiego** miąższości 0,3 - 0,4m - zalega płaszcz utworów akumulacji wodnolodowcowej. Są to **piaski wodnolodowcowe stadiału Pilicy zlodowacenia Warty** - wykształcone jako piaski drobno i średnioziarniste barwy żółto brązowej, często z domieszką wspągu frakcji gruboziarnistej. Lokalnie w spągu tej serii zlokalizowano także pospółki lub żwiry, jednak w podłożu hal kompostowni i sortowni a także w podłożu budynku administracyjnego utworów gruboziarnistych nie zlokalizowano. Warstwa piasków wodnolodowcowych ma zmienną miąższość od 5,5m do ponad 6,0m.

Lokalnie w zachodniej części terenu hal kompostowni i sortowni, w strefie głębokości 2,0 – 3,7m ppt. występuje w obrębie serii piasków wodnolodowcowych soczewa **gliny pylastych o genezie limnoglacialnej** miąższości 0,5 – 0,7m. Zalegają one albo na niżej występujących piaskach wodnolodowcowych względnie na utworach **serii plejstocenijskich utworów organogenicznych okresu recesji zlodowacenia Warty**, które zlokalizowano w środkowo – zachodniej części terenu objętego badaniami, w otworze nr 7. Serię organogeniczną zlokalizowano w szczególności w strefie głębokości 3,7 – 5,7m ppt. Są to namuły piaszczyste miąższości 2,0m. Utwory te wypełniają zagłębienie prawdopodobnie o genezie intraglacialnej w stropie serii glin morenowych należy zatem przypisać tej serii genezę zastoiskową, związaną z transgresją stadiału Pilicy zlodowacenia Warty, na co

wskazuje przykrycie ich następnie przez wodnolodowcowe piaski i limnogłacjalne gliny tego zlodowacenia.

Pod piaskami sandrowymi oraz lokalnie pod utworami organogenicznymi okresu zlodowacenia Warty nawiercono lokalnie warstwę morenowych glin piaszczystych zaliczanych do **glin zwałowych zlodowacenia Warty**. Jest to warstwa ciągła, której strop w podłożu terenu obiektów kompostowni i sortowni występuje na głębokości od 5,5m do ponad 6,0m ppt. W podłożu budynku administracyjnego glin morenowych warciańskich nie zlokalizowano. Są to gliny morenowe bazalne, odłożone w czasie transgresji lądolodu, prawdopodobnie stadiału Pilicy, w brzeżnej części lobu Widawki. Spąg tych glin zlokalizowano na głębokości 22,0m ppt. – na rzędnej ok. 192,4m. Wg badań geofizycznych wykonanych przez firmę GeoAqua z Warszawy dla potrzeb dodatku nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej określającej warunki hydrogeologiczne z 2013r. spągu tych glin należy spodziewać się w strefie 193 – 185m npm. a zatem na głębokości 19,5 – 27,0m ppt. Wg badań geofizycznych miąższość glin morenowych zlodowacenia Warty waha się w granicach od 10,0m do 20,0m i wynosi średnio 13,8m wg badań w poszczególnych punktach sondowań geoelektrycznych.

Pod kompleksem utworów zlodowacenia Warty, do głębokości ok. 22,0m ppt. zalega miąższa seria wodnolodowcowych piasków różnoziarnistych (piasków ze żwirem) z przewarstwieniami gliny, miąższości 17,0m w otw. P2. Lokalnie miąższość tych piasków może osiągać 24m( wg SMGP ark. Działoszyn). Są to **piaski wodnolodowcowe zlodowacenia Odry** związane prawdopodobnie z recesją tego zlodowacenia. Ich spąg zalega na rzędnej 175,4m npm, co koresponduje z danymi zawartymi na SMGP ark. Działoszyn, które sytuują spąg piasków odrzańskich na rzędnej 175m npm. Jest to jednocześnie spąg utworów czwartorzędowych - plejstocenijskich

Opisane wyżej **serie litostratygraficzne deponowane są w rozpoznanym podłożu w sposób dość regularny aczkolwiek nie zawsze ciągły i nie wykazują przejawów zaburzeń glaciektonicznych.**

Model budowy geologicznej podłoża gruntowego przedstawiono na przekrojach geotechnicznych – **załączniki graficzne nr 3 1÷6.**

## 5. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE.

W obszarze lokalizacji przedsięwzięcia, w utworach wodnolodowcowych okresu zlodowacenia Warty, stwierdzono występowanie wód gruntowych w postaci poziomu wodonośnego stanowiącego **I poziom wodonośny czwartorzędu**. W okresie wykonywania badań cechował się on zwierciadłem swobodnym, pojawiającym się na zróżnicowanej głębokości pod powierzchnią terenu i stabilizującym się na zmiennych rzędnych wyraźnie zróżnicowanych, co wynika z istnienia zmiennych kierunków odpływu wód podziemnych tego poziomu.

Zwierciadło pierwszego poziomu wodonośnego w obszarze objętym badaniami zlokalizowano na głębokości od 4,66m ppt w otw. nr 7 w środkowo – zachodniej części kompleksu hal kompostowni i sortowni do 5,73m ppt w otw. nr 9 w południowo – wschodniej części tego kompleksu. Lokalnie w otw. nr 2 i nr 11 poziomu wodonośnego do głębokości rozpoznania nie zlokalizowano, natomiast w rejonie otw. Nr 6, nr 10 i nr 12 pierwszy poziom wodonośny jest zredukowany do sączeń w stropie glin morenowych lub w obrębie przewarstwień glin w spągowej części warstwy piasków wodnolodowcowych. W podłożu projektowanego budynku administracyjnego zwierciadło ma charakter ciągły i występuje na głębokości 5,42 – 5,58m ppt.

W okresie wykonywania badań zwierciadło pierwszego poziomu wodonośnego w podłożu projektowanych obiektów kubaturowych Składowiska Odpadów w miejscowości Dylów „A” kształtowało się w strefie rzędnych od 208,02m npm w otw. Nr 1 do 206,57m npm w otw. Nr 9. W ukształtowaniu zwierciadła pierwszego poziomu wodonośnego w podłożu obiektów kubaturowych uwydatnia się wyraźnie strefa dopływu wody z kierunku zachodniego w kierunku wschodnim oraz wpływ depresji filtracyjnej położonej na południowy zachód od kompleksu kompostowni i sortowni. Oddziaływanie tej depresji oraz znaczący gradient hydrauliczny skierowany ku wschodowi powoduje lokalną redukcję poziomu do postaci sączeń.

Amplituda wahań zwierciadła wody gruntowej, określona w dodatku nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej przedsięwzięcia wynosi  $\Delta h = 1,0 \text{ m}$  co powoduje **zróżnicowanie położenia zwierciadła w okresie rocznym, pomiędzy stanem niskim a stanem wysokim na poziomie do 2,0m**. Zjawisko to zaobserwowano wyraźnie podczas bieżących

badania, które wykazały, iż zwierciadło pierwszego poziomu wodonośnego kształtuje się w podłożu obiektów kompostowni i sortowni znacząco niżej niż w czasie badań wykonywanych w roku 2013. Jest to spowodowane w szczególności ograniczeniem infiltracji wód atmosferycznych wynikające z drugiego z kolei „suchego” okresu zimowego, mimo wykonywania badań w okresie teoretycznej wyżówki hydrologicznej.

Przyjmując stan zwierciadła wód pierwszego poziomu wodonośnego jako stan średni należy stwierdzić, iż :

- **w okresie stanów niskich** woda pierwszego poziomu wodonośnego może kształtować się w podłożu terenu projektowanej budowy obiektów kubaturowych w strefie od 5,6m do poniżej 6,0 m ppt. i redukować się okresowo do sączyń w stropie glin morenowych lub całkowicie zanikać,
- **w okresie stanów wysokich** woda pierwszego poziomu wodonośnego może kształtować się w podłożu terenu obiektów kubaturowych na głębokości w strefie 3,6 ÷ 5,6m ppt.

Generalnie należy stwierdzić, iż teren projektowanej lokalizacji obiektów kubaturowych kompostowni i sortowni odpadów cechuje się trwałym występowaniem wody gruntowej poniżej poziomu posadowienia projektowanych obiektów budowlanych. Podłoże budują głównie grunty o dobrej przepuszczalności wg skali Z.PAZDRO i B. KOZERSKIEGO ale blisko granicy średniej przepuszczalności.

## 6. INTERPRETACJA WYNIKÓW BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO.

Rozpoznane, wykonanymi dla potrzeb niniejszej dokumentacji badaniami do głębokości 6,0m ppt., podłoże projektowanej lokalizacji obiektów kubaturowych w obszarze Składowiska Odpadów w Dylowie „A”, budują do głębokości co najmniej 6,0m ppt. utwory okresu stadiału Pilicy zlodowacenia Warty, zbudowane generalnie z czterech serii litogenetycznych przykryte nieciągłą warstwą współczesnych nasypów antropogenicznych oraz warstwą próchnicznej warstwy gleby (humusu). Budowa rozpoznanego podłoża nie jest łatwa do interpretacji ze względu zmienność facjalną i zmienność miąższości budujących ją utworów ale pozwala na wyróżnienie zalegających naprzemiennie grup utworów. Dla



potrzeb niniejszej dokumentacji wyodrębniono w rozpoznanym podłożu terenu następujące serie litogenetyczne :

- ▶ współczesne nasypy antropogeniczne,
- ▶ mezoholocenyckie eluwia organiczne – humus,
- ▶ neoplejstocenyckie piaski wodnolodowcowe okresu stadiału Pilicy zlodowacenia Warty,
- ▶ neoplejstocenyckie gliny limnoglacialne okresu stadiału Pilicy zlodowacenia Warty,
- ▶ neoplejstocenyckie utwory organogeniczne okresu stadiału Pilicy zlodowacenia Warty,
- ▶ neoplejstocenyckie gliny lodowcowe moreny dennej stadiału Pilicy zlodowacenia Warty.

Nasypy antropogeniczne w obszarze objętym badaniami występują powszechnie w postaci nieciągłych warstw. Miąższość nasypów nie przekracza 1,0m i waha się ona w granicach od 0,4m do 1,0m. Nasypy antropogeniczne mają powszechnie charakter nasypów niekontrolowanych, ziemno – piaszczystych z domieszką gruzu ceglanego, lokalnie szlaki i odpadów znajdują się generalnie w stanie średniozagęszczonym ( $I_D \sim 0,40$ ).

Warstwa humusu ma charakter reszkowy, nieciągły. Są to piaski próchniczne, suche lub mało wilgotne miąższości od 0,3m do 0,4m, znajdujące się w stanie luźnym ( $I_D \sim 0,30$ ).

Poniżej warstw nasypów antropogenicznych lub humusu powszechnie zalega zmienno miększa seria utworów wodnolodowcowych okresu stadiału Pilicy zlodowacenia Warty. Są to grunty nieskaliste, rodzime, mineralne, niespoiste (sypkie) drobnoziarniste. Budują ją głównie piaski drobne i średnie barwy szaro – żółtej, żółto brązowej i brązowo – szarej lokalnie zaglinione, często z domieszką żwiru ale także lokalnie i piaski pylaste. Piaski drobne i pylaste występują w partiach stropowych serii i w jądrze serii, natomiast w spągu dominują piaski średnie lokalnie z domieszką żwiru poniżej 10%. Zarówno piaski drobno- jak i średnioziarniste są mniej lub bardziej zaglinione, co jest charakterystyczne dla utworów wodnolodowcowych strefy marginalnej stadiału. Do strefy głębokości 4,2 – 5,8 m ppt. seria piasków wodnolodowcowych jest średniozagęszczona – średni stopień zagęszczenia wynosi  $I_D=0,55$ . Piaski drobne i piaski średnie o tym stopniu zagęszczenia wyodrębniono w dwie **warstwy geotechniczne – FG-1 i FG-2**. Poniżej zagęszczenie wzrasta i utwory te są zagęszczone przy średnim stopniu zagęszczenia  $I_D=0,68$ . Wyodrębniono

tu także dwie **warstwy geotechniczne – FG-3 i FG-4**, do których zaliczono odpowiednio zagęszczone piaski drobne i średnie. Miąższość serii wodnolodowcowej jest zmienna i waha się od 3,0 w otw. nr 7 w środkowo – zachodniej części kompleksu kompostowni i sortowni do ponad 6,0m w pasie środkowym kompleksu.

W zachodniej części terenu w strefie głębokości w strefie głębokości 2,0 – 3,7m ppt. zlokalizowano soczewę gruntów nieskalistych, rodzimych, mineralnych, średniospoistych o genezie limnoglacialnej. Są to warstwowane gliny pylaste barwy jasnoszarej, znajdujące się w stanie twardoplastycznym. Grunty te wyodrębniono jako **warstwę geotechniczną LG-1** o stopniu plastyczności  $I_L=0,20$ .

W środkowo – zachodniej części terenu objętego badaniami, w otworze nr 7 poniżej gruntów warstwy LG-1 zlokalizowano serię gruntów nieskalistych, rodzimych, organicznych, niespoistych. Są to namuły piaszczyste zalegające w strefie 3,7 – 5,7m ppt. bezpośrednio na glinach zwałowych. Wydzielono je w odrębną warstwę geotechniczną jako **warstwę geotechniczną PF-1** namuły piaszczyste średniozagęszczone o stopniu zagęszczenia  $I_D=0,50$ . Jest to generalnie najsłabsza warstwa rozpoznany podłożu obiektów kubaturowych.

Na całym objętym badaniami terenie pod piaskami wodnolodowcowymi oraz lokalnie pod gruntami organogenicznymi zalega ciągła seria gruntów nieskalistych, rodzimych, mineralnych, średniospoistych o genezie morenowej, której strop występuje jedynie lokalnie na głębokości od 5,5m do 5,8m ppt a powszechnie poniżej 6,0. Spągu tej serii nie zlokalizowano żadnym z wykonanych otworów rozpoznawczych. Gliny te znajdują się w stanie twardoplastycznym. Wyodrębniono je jako **warstwę geotechniczną GL-1** cechująca się uśrednionym stopniem plastyczności  $I_L=16$ .

Na całym obszarze badanego terenu w potencjalnym poziomie posadowienia grunty są generalnie suche i małowilgotne. Woda gruntowa w stanach średnich i średnio – wysokich kształtuje się generalnie na głębokości poniżej 4,0m ppt. a więc trwale poniżej potencjalnego poziomu posadowienia obiektów kubaturowych. Należy spodziewać się, iż nawet w stanach anomalnie wysokich woda gruntowa nie wystąpi w poziomie posadowienia obiektów posadowionych w strefie 1,0 – 1,5m ppt.

W rozpoznanym podłożu gruntowym projektowanych obiektów kubaturowych w obszarze Składowiska Odpadów w Dylowie „A” wydzielono 7 warstw geotechnicznych w obrębie 4 serii litogenetycznych, wyłączając z podziału nienośną serię próchnicznej warstwy gleb oraz grunty nasypowe, antropogeniczne. Są to następujące serie litogenetyczne:

- ▶ neoplejstocieńskie piaski wodnolodowcowe zlodowacenia Warty – oznaczona wg PN-EN ISO 14688-2:2006 Ap-2:2012 symbolem : **GL<sub>F</sub>** ; obejmująca warstwy geotechniczne : FG-1 ÷ FG-4;
- ▶ neoplejstocieńskie gliny jeziorno - lodowcowe (limnoglacialne) zlodowacenia Warty – oznaczona wg PN-EN ISO 14688-2:2006 Ap-2:2012 symbolem : **GL<sub>H</sub>** ; obejmująca warstwę geotechniczną : LG-1;
- ▶ neoplejstocieńskie namuły rzeczno – zastoiskowe okresu zlodowacenia Warty – oznaczona wg PN-EN ISO 14688-2:2006 Ap-2:2012 symbolem: **O<sub>R</sub>** ; obejmująca warstwę geotechniczną PF-1 ;
- ▶ neoplejstocieńskie gliny lodowcowe moreny dennej zlodowacenia Warty – oznaczona wg PN-EN ISO 14688-2:2006 Ap-2:2012 symbolem : **GL<sub>M</sub>** ; obejmująca warstwę geotechniczną GL-1.

Rodzaje gruntów określono metoda makroskopową – w warunkach polowych - stosując wytyczne norm: PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2.

Wartości wyprowadzone ustalono na podstawie badań polowych *in situ* - sondowań dynamicznych sondą DPL VT. W szczególności metodami polowymi ustalono podstawowe parametry geotechniczne – stopień zagęszczenia gruntów sypkich oraz stopień plastyczności gruntów spoistych. W przypadku gruntów spoistych wyprowadzoną wartość stopnia plastyczności porównano dodatkowo z wynikami badań laboratoryjnych granic Atterberga - granicy plastyczności i płynności – wykonywanymi dla potrzeb dokumentacji geologiczno – inżynierskiej w 2013 r..

Metodą polową – na podstawie pomierzonych wartości momentu obrotowego podczas sondowań sondą DPL FVT (ścięć) określono również wartości wytrzymałości na ścinanie. Pozwoliło to na podstawie korelacji empirycznych na wartości stopnia plastyczności ale także i na wyznaczenie wartości spójności gruntów spoistych. Uzyskane wartości

spójności zweryfikowano w oparciu o dostępne zależności wynikające z doświadczeń porównywalnych, wskazane w literaturze przedmiotu oraz obowiązującej do niedawna normie PN-81-B-03020

Wartości parametrów geotechnicznych zestawiono na **załączniku graficznym nr 5.0** – modelu obliczeniowym podłoża gruntowego oraz w poniższej tabeli :

Warstwa	Rodzaj gruntów	Symbol gruntu	Wyprowadzone parametry geotechniczne charakterystyczne			
			nazwa parametru	symbol	miano	wartość
1	2	3	4	5	6	7
-	grunty nasytowe, średniozagęszczone	<b>Mg</b>	stopień zagęszczenia	$I_D$	-	0,40
-	humus luźny	<b>Or</b>	<i>nie określano</i>			
<b>FG-1</b>	grunty nieskaliste, rodzime, mineralne, sypkie, drobnoziarniste, średniozagęszczone	<b>FSa</b>	stopień zagęszczenia	$I_D$	-	0,55
			wilgotność	$w$	[%]	6,0
			gęstość objętościowa	$\rho_k$	[t/m <sup>3</sup> ]	1,65
			kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_k$	[°]	30,5
<b>FG-2</b>	grunty nieskaliste, rodzime, mineralne, sypkie, drobnoziarniste, średniozagęszczone	<b>MSa</b>	stopień zagęszczenia	$I_D$	-	0,55
			wilgotność	$w$	[%]	5,3
			gęstość objętościowa	$\rho_k$	[t/m <sup>3</sup> ]	1,70
			kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_k$	[°]	33
<b>FG-3</b>	grunty nieskaliste, rodzime, mineralne, sypkie, drobnoziarniste, zagęszczone	<b>FSa</b>	stopień zagęszczenia	$I_D$	-	0,68
			wilgotność	$w$	[%]	6,3 – 11,9
			gęstość objętościowa	$\rho_k$	[t/m <sup>3</sup> ]	1,70 – 1,85
			kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_k$	[°]	31
<b>FG-4</b>	grunty nieskaliste, rodzime, mineralne, sypkie, drobnoziarniste, zagęszczone	<b>MSa</b>	stopień zagęszczenia	$I_D$	-	0,68
			wilgotność	$w$	[%]	14,4 – 18,4
			gęstość objętościowa	$\rho_k$	[t/m <sup>3</sup> ]	1,90÷2,00
			kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_k$	[°]	34

<b>LG-1</b>	grunty nieskaliste, rodzime, mineralne, średniospoiste, twardoplastyczne	<b>sasSi</b>	stopień plastyczności	$I_L$	-	0,20
			wilgotność	$w$	[%]	21,3
			gęstość objętościowa	$\rho_k$	[t/m <sup>3</sup> ]	2,10
			wytrzymałość na ścinanie	$\tau$	[kPa]	76
			spójność	$c_k$	[kPa]	17
			kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_k$	[°]	15
<b>PF-1</b>	grunty nieskaliste, rodzime, organiczne, sypkie, średniozagęszczone	<b>sisOr</b>	stopień zagęszczenia	$I_D$	-	0,50
			wilgotność	$w$	[%]	29,1
			gęstość objętościowa	$\rho_k$	[t/m <sup>3</sup> ]	1,70
			kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_k$	[°]	26
<b>GL-1</b>	grunty nieskaliste, rodzime, mineralne, średniospoiste, morenowe, plastyczne	<b>saCl</b>	stopień plastyczności	$I_L$	-	0,40
			wilgotność	$w$	[%]	17,2
			gęstość objętościowa	$\rho_k$	[t/m <sup>3</sup> ]	2,15
			wytrzymałość na ścinanie	$\tau$	[kPa]	58
			spójność	$c_k$	[kPa]	25
			kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_k$	[°]	14,5
			kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_k$	[°]	20

## **B. OPINIA GEOTECHNICZNA.**

### **7.1. Ustalenie przydatności gruntów dla potrzeb lokalizacji budownictwa.**

Warunki gruntowo - wodne w przebadanym podłożu terenu cechują się niejednorodnością litogenetyczną wynikającą z występowania nieciągłych i incydentalnych serii gruntów limnoglacialnych o organogenicznych, niejednorodnością hydrogeologiczną wynikającą lokalnej nieciągłości i redukcji poziomu wód gruntowych cechującego się ponadto występowaniem strefy depresji filtracyjnej. Inne warunki mają jednak charakter jednorodny dla całego terenu, w tym zwłaszcza warunki litogenetyczne i geodynamiczne. Procesów geodynamicznych nie zaobserwowano ani nie zlokalizowano ich potencjalnych źródeł.

Podłoże budowlane ma charakter wielowarstwowy, i zbudowane jest z warstw gruntów sypkich, drobnoziarnistych o stopniu zagęszczenia narastającym wraz z głębokością, zawierających przewarstwienia gruntów średniospoistych, twaroplastycznych, tworzących łączny kompleks spoczywający na gruntach spoistych morenowych, nieskonsolidowanych.

W strefie potencjalnego posadawiania obiektów kubaturowych, poniżej warstw nienośnych gruntów organicznych – humusu oraz niezbyt miększych płatów nasypów antropogenicznych o charakterze nasypów niekontrolowanych (niebudowlanych), występują wyłącznie grunty o dobrej nośności. W potencjalnym poziomie posadowienia obiektów kubaturowych dominują grunty warstwy geotechnicznej FG-1 – średniozagęszczone piaski drobne cechujące się uśrednionym stopniem zagęszczenia od  $I_D=0,55$ . Lokalnie współwystępują z nimi grunty warstwy geotechnicznej FG-2 – średniozagęszczone piaski średnie cechujące się uśrednionym stopniem zagęszczenia od  $I_D=0,55$  i wyraźnie wyższą nośnością.

Lokalnie jednak w pasie zachodnim terenu w głębszym podłożu występują grunty o mniejszej nośności - namuły piaszczyste średniozagęszczone warstwy geotechnicznej PF-1 o wąskim rozprzestrzenieniu. Wykazują one jednak pewien stopień konsolidacji i zalegają na znacznej głębokości niwelującej znacząco wpływ tej warstwy geotechnicznej na nośność podłoża w strefie przypowierzchniowej.

Na całym obszarze badanego terenu w potencjalnym poziomie posadowienia

grunty są generalnie suche i małowilgotne. Woda gruntowa w stanach średnich i średnio – wysokich kształtuje się generalnie na głębokości poniżej 4,0m ppt. Podłoże gruntowe projektowanych obiektów kubaturowych jest zatem trwale suche i małowilgotne.

Generalnie rozpoznane podłoże cechują korzystne dla posadowień bezpośrednich warunki geotechniczne, co stanowi o **pełnej przydatności terenu dla potrzeb budownictwa**.

## 7.2. Określenie typu warunków gruntowych.

Stosownie do § 4 ust.2 pkt.1 rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w *sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (Dz.U. z 2012 r., Nr 0, poz.463) warunki gruntowe w podłożu należy sklasyfikować jako **proste warunki gruntowe**, ze względu na:

- brak gruntów słabonośnych w poziomie potencjalnego posadowienia obiektów,
- występowanie wody gruntowej w podłożu gruntowym trwale poniżej potencjalnego poziomu posadowienia obiektów budowlanych,
- jednorodność genetyczną i litologiczną podłoża,
- brak zaburzeń tektonicznych i glacitektonicznych warstw geotechnicznych,
- brak niekorzystnych zjawisk geodynamicznych, w tym sufozyjności i obecności gruntów zapadowych.

## 7.3. Wskazanie kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego.

Dla projektowanej obiektów kubaturowych kompostowni odpadów, sortowni odpadów oraz budynku administracyjnego, stosownie do § 4 ust. 3 pkt. 2 lit. a rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w *sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (Dz.U. z 2012 r., Nr 0, poz.463), biorąc pod uwagę, że :

- warunki gruntowe mają charakter warunków prostych,
- projektuje się obiektów budowlanych posadawianych bezpośrednio

wskazuje się **DRUGĄ kategorię geotechniczną**.

## C. PROJEKT GEOTECHNICZNY.

### 8.1. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego.

Model obliczeniowy podłoża gruntowego przedstawiono w niniejszym opracowaniu jako **załącznik graficzny nr 5.0**. Uzupełnieniem tego modelu są przekroje geotechniczne stanowiące **załączniki graficzne nr 3 1÷6**.

### 8.2. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa.

Współczynniki częściowe bezpieczeństwa do parametrów geotechnicznych wypro-  
wadzonych wynoszą, wg tabeli NA.2. normy PN-EN 1997-1:2008/Ap2 - Współczynniki czę-  
ściowe przy sprawdzaniu stanów granicznych nośności (GEO) :

			Stany graniczne nośności – podejście 2		
			A1	M1	R2
Do oddziaływań	Stałe	Niekorzystne	1,35		
		Korzystne	1,00		
	Zmienne	Niekorzystne	1,50		
Do właściwości gruntu	dla tangensa kąta tarcia wewn. $\phi_u$			1,00	
	dla spójności $c_u$			1,00	
	dla ciężaru objętościowego $\gamma$			1,00	
Do oporu gruntu	fundamenty bezpośrednie	wyparcie			1,4
		poślizg			1,1

### 8.3. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania posadowienia.

Ocena wyników badań zawartych w niniejszej dokumentacji badań podłoża i w opinii geotechnicznej pozwala na stwierdzenie, że posadowienie bezpośrednie projektowanych obiektów kubaturowych sortownia i kompostowania odpadów oraz budynku administra-  
cyjnego jest możliwe bez dodatkowych uwarunkowań poza wynikającymi z określonych  
niniejszymi badaniami warunków gruntowo – wodnych.



Przy wykonaniu posadowienia obiektów na głębokości w strefie 1,0 – 1,5m ppt. **naj-słabszą warstwą geotechniczną** w podłożu budowlanym, pomijając spągowe partie grun-tów nasypowych wymagające usunięcia lub wzmocnienia, **będzie warstwa geotechniczna FG-1**, poniżej której nośność narasta wraz z głębokością.

#### 8.4. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych warstw w potencjalnym poziomie posadowienia.

war- stwa	parametr	miano	parametr charakterystyczny	współczynnik częściowy bezpieczeństwa	parametr obliczeniowy
<b>FG-1</b>	ciężar objętościowy	[kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_k = 16,2$	1,00	$\gamma_d = 16,2$
	spójność	[kPa]	$c_k = 0,0$	1,00	$c_d = 0,0$
	kąt tarcia wewnętrz- nego	[°]	$\tan \phi_k = 0,5890$	1,00	$\tan \phi_d = 0,5890$

#### 8.5. Obliczenie nośności podłoża gruntowego i ogólnej stateczności.

Obliczenie nośności – sprawdzenie stanów granicznych nośności wg normy PN-EN 1997-1:2008 (Eurokod 7) – określono metodą analityczną wg pkt. 6.5.2.2. tej normy, po-przez wartości jednostkowego oporu granicznego podłoża na wyparcie pod fundamen-tem, przy powolnej konsolidacji podłoża ( w warunkach „z odpływem”). Ze względu na charakter obciążeń – brak obciążeń poziomych - sprawdzenie nośności na przesunięcie (poślizg) w poziomie posadowienia jest zbędne. Obliczenia nośności wykonano dla **fun-damentu podstawowego – stopy fundamentowej B = L = 1,2m** – jako najlepiej określają-cego nośność podłoża.

Dane przyjęte do obliczeń :

- ▶ fundament – stopa kwadratowa  $B = L = 1,2\text{m}$ ;  $B' = B$      $L' = L$
- ▶ głębokość posadowienia  $h_f = 1,0\text{ m ppt}$ ,
- ▶ ciężar objętościowy gruntu powyżej poziomu posadowienia – jak dla warstwy geo-technicznej FG-1 -  $\gamma_n = 16,2\text{ kN/m}^2$
- ▶ efektywny ciężar objętościowy gruntu poniżej poziomu posadowienia – dla warstwy geotechnicznej FG-1, która będzie stanowiła bezpośrednie podłoże budowlane obiek-tu, z uwzględnieniem wyporu wody -  $\gamma' = \gamma_d = 16,2\text{ kN/m}^2$

► spójność efektywna  $c' = c_d = 0,0 \text{ kPa}$

Jednostkowy opór graniczny podłoża  $R_k/A'$  obliczamy wg załącznika D.4 normy PN-EN 1997-1:2008

$$R_k / A' = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

gdzie:

$q'$  – naprężenie w gruncie w poziomie posadowienia :

$$q' = h_f \cdot \gamma_n' = 16,2 \text{ kPa}$$

współczynniki bezwymiarowe nośności :

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2(45 + \phi/2) = 19,479$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \phi = 31,372$$

$$N_c = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg} \phi = 21,770$$

współczynniki bezwymiarowe kształtu fundamentu :

$$s_q = 1 + B'/L' \cdot \sin \phi = 1,507$$

$$s_\gamma = 0,5 \cdot (1 - 0,3 \cdot B'/L') = 0,35$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) = 1,535$$

współczynniki bezwymiarowe pochylenia podstawy fundamentu :

$$b_q = 1,00 \quad b_\gamma = 1,00 \quad b_c = 1,00$$

współczynniki bezwymiarowe nachylenia obciążenia :

$$i_q = 1,00 \quad i_\gamma = 1,00 \quad i_c = 1,00$$

stąd :

$$\begin{aligned} R_k / A' &= 16,2 \text{ kPa} \cdot 19,479 \cdot 1,0 \cdot 1,507 \cdot 1,0 + 0,5 \cdot 16,2 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,20 \text{ m} \cdot 31,372 \cdot 1,0 \cdot 0,35 \cdot 1,0 \\ &= 475,55 + 106,73 = 582,28 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Charakterystyczny opór graniczny podłoża przy obciążeniu osiowym wnosi :

$$R_k = 1,20 \text{ m} \cdot 1,20 \text{ m} \cdot 582,28 \text{ kPa} = 838,48 \text{ kN}$$

Obliczeniowy opór graniczny podłoża przy obciążeniu osiowym fundamentem wnosi przy zastosowaniu częściowego współczynnika bezpieczeństwa dla oporu granicznego na wyparcie gruntu spod fundamentu wg punktu 8.2. -  $\gamma_r = 1,4$ :

$$R_d = 838,48kN / 1,4 = 598,91kN$$

**Warunek obliczeniowy nośności i ogólnej stateczności podłoża** będzie zatem spełniony jeżeli wartość obliczeniowa siły pionowej przekazywanej przez fundament na grunt -  $V_d$  spełnia warunek :

$$V_d \leq R_d = 598,91kN$$

**Powyższe wartości winien zweryfikować konstruktor obiektu budowlanego w oparciu o wartość siły pionowej i parametry rzeczywistego fundamentu.**

#### **8.6. Określenie oddziaływań od gruntu i prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie.**

<b>8.6.1.</b> Zachowanie się podłoża w czasie budowy i eksploatacji.	neutralne
<b>8.6.2.</b> Zmiany warunków wodnych	Obiekt nie wpłynie na zmianę warunków wodnych ze względu na brak konieczności wykonywania stałych odwodnień budowlanych
<b>8.6.3.</b> Skurcz i pęcznienie gruntów	Nie wystąpi - w dnie wykopów fundamentowych występować będą wyłącznie grunty niespoiste;
<b>8.6.4.</b> Powierzchniowe ruchy masowe	Nie wystąpią
<b>8.6.5.</b> Osiadanie zapadowe	Nie wystąpią
<b>8.6.6.</b> Zmiany termiczne w gruncie	Nie wystąpią
<b>8.6.7.</b> Szkody górnicze	Nie dotyczy – lokalizacja poza obszarami górniczymi

#### **8.7. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych.**

Dla zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych niezbędne jest wykonanie oględzin i badań makroskopowych wykopów fundamentowych z uzupełnieniem przez pomocnicze badania polowe in situ, celem potwierdzenia prawidłowości rozpoznania warunków gruntowych.

#### **8.8. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany oraz sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom.**

Woda gruntowa nie będzie oddziaływać na obiekty budowlane i jego fundamenty, gdyż obiekty będą posadowione trwale powyżej poziomu wody gruntowej i powyżej potencjalnej strefy wznosu kapilarnego.

#### **8.9. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących oraz otaczającego gruntu.**

Nie występuje konieczność prowadzenia monitoringu zagrożeń w czasie trwania robót budowlanych.