

—  
siedziba:

ul. Rumiankowa 19  
54-512 Wrocław  
tel./fax. 71 7382334

—  
tel.kom. 607 07 66 03

—  
e-mail:

biuro@geo2000.pl  
geo2000@box.pop.pl

—  
<http://www.geo2000.pl>  
—

GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA  
dla określenia warunków gruntowo-wodnych podłoża pod planowaną  
budowę hali systemowej na działce nr 2/34 przy ul. Karmelkowej we  
Wrocławiu, gmina Wrocław, powiat Wrocław, województwo dolnośląskie

OPINIA GEOTECHNICZNA  
DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO  
PROJEKT GEOTECHNICZNY

Inwestor:  
**Wrocławska Agencja Rozwoju Regionalnego**  
ul. Karmelkowa 29,  
52-437 Wrocław

Opracowanie:

mgr Sławomir Fajga  
upr. geol. VII-1302

mgr Damian Borkowski

Wrocław, lipiec 2023 r.

## **SPIS TREŚCI**

### **OPINIA GEOTECHNICZNA**

1. Wstęp
- 1.1. Podstawa wykonania
- 1.2. Wykaz wykorzystanych norm, materiałów archiwalnych i literatury
2. Zakres przeprowadzonych badań terenowych
3. Położenie, charakterystyka terenu, morfologia i hydrografia
4. Zarys budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych
- 4.1. Budowa geologiczna
- 4.2. Warunki hydrogeologiczne
5. Kategoria geotechniczna obiektu budowlanego

### **DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

1. Zakres wykonanych badań laboratoryjnych
- 1.1. Badania laboratoryjne
- 1.2. Prace kameralne
2. Warunki gruntowe
3. Ocena warunków geotechnicznych
4. Wnioski i zalecenia

### **PROJEKT GEOTECHNICZNY**

1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie
2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych
3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń
4. Określenie oddziaływań od gruntu
5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego
6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności
7. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów
8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych
9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom
10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego

## **SPIS ZAŁĄCZNIKÓW**

1. Plan lokalizacyjny
2. (1-2) Mapa geologiczna, arkusz Leśnica
3. Mapa dokumentacyjna w skali 1: 500
4. Tabela wartości parametrów geotechnicznych
5. (1-5) Karty dokumentacyjne otworów badawczych w skali 1: 50
6. (1-4) Przekroje geotechniczne w skali 1: 200/50
7. (1-2) Wykresy sondowań SL (DPL)
8. (1-3) Wykres uziarnienia gruntu
9. (1-5) Analizy granic konsystencji
10. (1-2) Objaśnienia znaków i symboli

# **OPINIA GEOTECHNICZNA**

## **1. Wstęp**

### **1.1. Podstawa wykonania**

Opinię geotechniczną opracowano w celu uzyskania danych o układzie warstw gruntów, określenia ich parametrów geotechnicznych oraz uzyskania danych o warunkach wodnych.

Dokumentację opracowano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 25.04.2012,poz.463).

### **1.2. Wykaz wykorzystanych norm, materiałów archiwalnych i literatury**

- PN-B-02481/1998 – Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar,
- PN-81/B-03020 – Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednio budowli,
- PN-81/B-03020 – Projekt zmiany. Geotechnika. Projektowanie posadowienie bezpośrednich,
- PN-88/B-04481 – Grunty budowlane. Badania próbek gruntu,
- PN-B-02479/1998 – Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne,
- PN-EN 1997-1:2008 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne,
- PN-EN 1997-2:2009 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne,
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000 – arkusz Leśnica.

## **2. Zakres przeprowadzonych badań terenowych**

### **2.1. Prace geodezyjne**

Otwory badawcze wytyczono w terenie metodą domiarów prostokątnych w nawiązaniu do stałych elementów architektonicznych. Niwelację techniczną otworów wykonano w dowiązaniu studzienek kanalizacyjnych zlokalizowanych na terenie badań.

### **2.2. Badania polowe**

Dla rozpoznania warunków gruntowo - wodnych wykonano 5 otworów do głębokości 5,0 m p.p.t.. Łączny metraż wykonanych wierceń dla przedmiotowej inwestycji wynosi 25,0 mb. Otwór nr 2 został przesunięty, ponieważ w miejscu planowanego otworu znajduje się magazyn kontenerowy.

W trakcie wierceń przeprowadzono badania makroskopowe gruntów oraz prowadzono obserwacje poziomu wód gruntowych. Po zakończeniu wierceń otwory

zlikwidowano urobkiem z zachowaniem kolejności przewiercanych warstw. Ponadto wykonano badania „in situ” gruntu, tj. 2 sondowania sondą lekką SL (DPL).

### **3. Płożenie, charakterystyka terenu, morfologia i hydrografia**

Teren badań położony jest w południowo-zachodniej części Wrocławia, w dzielnicy Oporów. Projektowana inwestycja znajduje się na działce nr 2/34 Obręb Oporów. Na terenie działki znajdują się budynki usługowe. Aktualnie na teren badań znajdują się magazyny kontenerowe, a sam teren zlokalizowany jest w sąsiedztwie istniejących obiektów, obecnie w większości zagospodarowanych.

Rzędne powierzchni działki 2/34 mieszczą się w przedziale 122,97 m n.p.m. do 123,59 m n.p.m.

Według podziału fizycznogeograficznego Kondrackiego (2009) obszar badań położony jest w obrębie makroregionu Nizina Śląska oraz mezoregionu: Równiny Wrocławskiej.

Równina Wrocławska obniża się w kierunku północno-wschodnim aż do Pradoliny Wrocławskiej. Najwyżej położony obszar znajduje się w południowej części terenu arkusza, między Domaślawiem a Kątami Wrocławskimi, gdzie wysokości bezwzględne wahają się od 140,0 do 162,0 m n.p.m. W rejonie Wróblowic (północno-zachodnia część obszaru arkusza) teren wznosi się do wysokości 146,0 m n.p.m., natomiast w środkowej części badanego terenu rozciąga się równinny obszar położony na wysokości 130,0–140,0 m n.p.m.

Obszar na którym przeprowadzono badania położony jest w dorzeczu Ślęzy i Bystrzycy. Rzeka Ślęza zabezpieczona jest w rejonie Wrocławia wałami przeciwpowodziowymi i w mniejszym stopniu uregulowana aniżeli Bystrzyca oraz jej lewy dopływ – Strzegomka. Z mniejszych cieków wymienić należy Ługowinę i Czarną Wodę. Na tarasach zalewowych Bystrzycy i Ślęzy występują zbiorniki wodne związane ze starorzeczami oraz zbiorniki sztuczne. Na wschód od Kątów Wrocławskich, w obrębie wychodni iłów serii poznańskiej, znajdują się glinianki usytuowane w miejscach wyrobisk po dawnej eksploatacji odkrywkowej iłów na potrzeby lokalnych cegielni. Glinianki obecnie najczęściej zalane są wodą.

## 4. Zarys budowa geologicznej i warunków hydrogeologicznych

### 4.1. Budowa geologiczna

#### warunki regionalne

Rejon Wrocławia położony jest na granicy dwóch dużych jednostek geologicznych. Starszą z nich stanowi blok przedsudecki, rozciągający się na północny wschód od Sudetów pomiędzy uskokiem brzeżnym i uskokami środkowej Odry. Blok przedsudecki tworzy proterozoiczno-paleozoiczna seria skał krystalicznych odsłaniająca się na powierzchni jako masywy Ślęzy, Strzegomia–Jawora i Strzelina. Strefa uskokowa środkowej Odry oddziela blok przedsudecki od drugiej jednostki geologicznej jaką tworzy permsko-mezozoiczna seria skał osadowych monokliny przedsudeckiej. Obie te jednostki przykrywa kompleks kenozoicznych osadów trzeciorzędowych i czwartorzędowych. Przedtrzeciorzędowa seria skał osadowych na omawianym obszarze nie wychodzi nigdzie na powierzchnię i znana jest przede wszystkim z wierceń, podobnie jak część krystaliniku leżąca poza wspomnianymi masywami.

W obrębie bloku przedsudeckiego krystaliczne podłoże okolic Wrocławia tworzą proterozoiczne łupki metamorficzne (wapienno-krzemianowe, łuszczkowe), gnejsy i granitoidy, bardziej na południe także amfibolity i serpentynity. W przeważającej większości skały te powstały w wyniku metamorficznego przobrażenia skał osadowych skał paleozoicznych i starszych. Skały proterozoiczne spoczywają bezpośrednio pod osadami karbońskimi bądź też permski piaskowcami monokliny przedsudeckiej. Osady karbonu reprezentowane są przez szarobrunatne piaskowce i zlepieńce z wkładkami łupków ilastych. W proterozoiczne skały metamorficzne intrudowały skały magmowe zarówno głębinowe jak i wylewne, z których część odsłania się na powierzchni. Są to waryscyjskie granitoidy Strzegomia i Strzelina, gabra Ślęzy oraz trzeciorzędowe bazalty Strzegomia. Według niektórych poglądów masyw serpentynitowo-gabrowy Ślęzy stanowi ofiolit będący fragmentem skorupy oceanicznej.

Monoklinę przedsudecką tworzą osady permskie, triasowe i kredowe. Perm wykształcony jest w postaci piaskowców i zlepieńców czerwonego piaskowca oraz cechsztyńskich iłowców, anhydrytów, dolomitów, wapieni i piaskowców. Stwierdzona w otworach wiertniczych miąższość czerwonego spągowca przekracza 200 m, a cechsztynu 100 m. Osady triasu na tym obszarze reprezentują ogniwa stratygraficzne pstrego piaskowca, wapienia muszlowego i kajpru. W spągowej części osady pstrego piaskowca budują piaskowce z wkładkami iłowców, natomiast

w części stropowej reprezentowane są przez margliste iłowce licznie przewarstwiane anhydrytami, wapieniami i dolomitami. Miąższość osadów pstrego piaskowca waha się od 100 do ponad 400 m. Powyżej zalegają skały wapienia muszlowego o miąższości od 150 do 200 m. W utworach tych dominują różne odmiany wapieni oraz podrzędnie występujące dolomity i margle o różnym stopniu porowatości i kawernowatości. Najwyższą część triasu stanowi kajper zbudowany z 200 m serii łupków i iłupków z wkładkami piaskowców i dolomitów. Na osadach triasu kończy się w większej części rejonu Wrocławia seria osadowa monokliny przedsudeckiej. Jedynie na południowy wschód od miasta, od Oławy począwszy, na triasie zalegają jeszcze osady górnej kredy wykształcone jako piaskowce, miejscami zlepieńcowate, przechodzące ku górze w margle.

Utwory Kenozoiku z wyjątkiem wzniesień zbudowanych ze skał krystalicznych, przykrywa ciągła pokrywa utworów trzeciorzędowych o miąższości 100-150 m. Składają się one prawie wyłącznie z luźnych skał osadowych wykształconych jako mioceńskie ily, piaski i mułki, w stropowej części z cienkimi soczewkami węgla. W części omawianego obszaru trzeciorzędową sedymentację kończą plioceńskie gliny, piaski i żwiry serii Gozdnicy. Trzeciorzęd często odkrywa się na powierzchni terenu. W obrębie Wrocławia odsłania się w zachodniej części miasta w rejonie Pilczyc, Stabłowic i Żernik na terenie wyrobisk po byłych cegielniach. Na przelomie trzeciorzędu i czwartorzędu, w Sudetach i na obszarze przedsudeckim, rozwinęła się sieć rzeczna, która wytworzyła system kopalnych dolin w rozmywanych na skutek erozji rzecznej osadach trzeciorzędu. We wczesnym plejstocenie doliny kopalne, stwierdzone także w rejonie Wrocławia, były zasypywane piaskami i żwirami akumulacji rzecznej. Utwory czwartorzędowe w rejonie Wrocławia związane są głównie z osadami wysoczyzn morenowych wykształconych jako kompleks glin zwałowych rozdzielanych nieciągłymi przewarstwieniami piasków i żwirów wodnolodowcowych, powstałych na skutek plejstocieńskich zlodowaceń. Lokalnie w profilu spotykane są również mułki, piaski i ily zastoiskowe, a także utwory eoliczne o charakterze wydmowym. U schyłku epoki lodowcowej powstaje pradolina Odry, będąca szerokim obniżeniem wypełnionym osadami fluwioglacjalnymi. W trakcie ostatniego zlodowacenia ostatecznie formuje się współczesna dolina Odry wraz z tarasami nadzalewowymi. W holocenie wody Odry tworzą tarasy zalewowe wykształcone w postaci piasków i żwirów oraz namulów. Na skutek naturalnych procesów rzecznych a także prac regulacyjnych prowadzonych przez człowieka w dolinie Odry powstało szereg starorzeczy.

### warunki lokalne

Budowa geologiczna przedmiotowej działki, została rozpoznana 5 otworami do głębokości maksymalnej 5,0 m. W budowie geologicznej występują tutaj neogeńskie utwory limniczne, rzeczne oraz zastoiskowe, czwartorzędowe plejstoceńskie osady rzeczne oraz holocenijskie osady antropogeniczne.

Powierzchnia terenu pokryta jest warstwą nasypu antropogenicznego w którego skład wchodzi gleba, piasek, gruz ceglany, ił, kruszywo granitowe, o miąższości od 1,30 m do 2,30 m.

Pod warstwą nasypu, w otworach 1 oraz 2, występują osady limniczne reprezentowane przez iły i iły przewarstwione piaskiem średnim. Miąższość tych gruntów wynosi 1,80 – 2,20 m. Poniżej nawiercono neogeńskie osady rzeczne, piaski średnie o miąższości 0,80 m oraz zastoiskowe, namuły oraz gliny przewarstwione piaskiem gliniastym, o miąższości minimalnej 1,70 m. Spągu tych gruntów nie przewiercono do głębokości 5,0 m p.p.t.

W pozostałych otworach pod powierzchnią nasypów zlokalizowano plejstoceńskie grunty rzeczne reprezentowane przez piaski średnie o miąższości od 0,60 do 2,90 m. Lokalnie mogą występować porwaki ilów przewarstwionych piaskiem średnim o miąższości 0,40 m. W spągowej części otworów znajdują się neogeńskie osady rzeczne, piaski średnie i piaski pylaste o miąższości od 0,6 do powyżej 2,0 m. Spągu tej warstwy nie przewiercono.

Budowę geologiczną badanego terenu przedstawiono na mapie geologicznej arkusz Leńnica (Zał. 2.), kartach otworów badawczych (Zał. 5.) oraz przekrojach geotechnicznych (Zał. 6.).

## **4.2. Warunki hydrogeologiczne**

### warunki regionalne

Na obszarze Wrocławia i jego okolic wody podziemne rozpoznano w piętrach wodonośnych: czwartorzędowym, neogeńskim i triasowym.

Czwartorzędowe piętro wodonośne występuje na większości obszaru aglomeracji wrocławskiej, za wyjątkiem południowo-zachodniej części, gdzie występuje brak utworów czwartorzędu. Zawodnienie formacji czwartorzędowej związane jest z występowaniem osadów piaszczysto-żwirowych pochodzenia glacialnego, fluwioglacjalnego i rzeczno-glacialnego, które stanowią najłatwiej dostępny zbiornik wód podziemnych. Miąższość tego piętra waha się od 5 do 30 m. Zwierciadło wody leży swobodnie na głębokości poniżej 5 m. Wydajność potencjalna

waha się od 10 do 90 m/h. W południowej części miasta zasobność wód podziemnych jest mniejsza. Użytkowe piętro wodonośne jest tam położone na głębokości ponad 15 m ppt, a zwierciadło wody ma charakter naporowy. Występowanie neogeńskiego piętra wodonośnego jest związane z występowaniem piaszczysto-żwirowych przeławień i soczew w obrębie osadów ilastych. Jego wody są eksploatowane na potrzeby komunalne w zachodniej części miasta (ujęcie Leśnica). W piętrze neogeńskim wyróżniono dwa poziomy: górny i dolny, charakteryzujące się różnymi parametrami reżimu naporowego i nieco innym składem chemicznym wód. Głębokość zalegania górnego poziomu piętra neogeńskiego przekracza nawet 100 m głębokości. Łączna miąższość poziomu waha się od kilku do kilkunastu metrów. Wydajności pojedynczych studni eksploatujących górny poziom piętra neogeńskiego wynoszą ok. 70 m /h. Poziom dolny z kolei na przeważającym obszarze aglomeracji wrocławskiej jest wykształcony w postaci dwóch warstw wodonośnych. Charakteryzuje się naporowym reżimem wód podziemnych. Utwory wodonośne tworzą piaski pylaste z przejściami do piasków drobnoziarnistych o łącznej miąższości od kilku do 20 m. Wydajności potencjalne pojedynczych otworów studziennych są niższe niż w przypadku poziomu górnego i przeciętnie wynoszą 20–40 m /h.

Piętro wodonośne triasu stanowią wody szczelinowo-krasowe w utworach wapienia muszlowego oraz pstrego piaskowca. Występowanie utworów wapienia muszlowego jest ograniczone do wschodniej części Wrocławia. Od południa zasięg wyznaczają wychodnie podkenozoiczne oraz założenia tektoniczne monokliny przedsudeckiej. Sumaryczna miąższość utworów zawodnionych waha się od 50 do 150 m, a większe miąższości, rzędu 150–250 m, związane są ze strefami spękań tektonicznych. Głębokość zalegania poziomu wodonośnego wapienia muszlowego wynosi ok. 200 m w strefie wychodni podkenozoicznych i zwiększa się ku północy. W rejonie Wrocławia panują warunki artezyjskie - zwierciadło wód podziemnych, nawiercone na głębokości ok. 200–300 m, stabilizowało się ok. 10–15 m powyżej powierzchni terenu. Najbardziej zasobne fragmenty użytkowych poziomów wód podziemnych zostały zaliczone do głównych zbiorników wód podziemnych - GZWP. Na terenie Wrocławia oraz w jego pobliżu wydzielono trzy Główne Zbiorniki Wód Podziemnych: GZWP nr 319 - Subzbiornik Prochowice-Środa Śląska, GZWP nr 320 - Pradolina Odry i GZWP nr 322 - Zbiornik Oleśnica.



### warunki lokalne

W badanej przestrzeni geologicznej w okresie badań stwierdzono występowanie wody gruntowej we wszystkich otworach badawczych. Woda ta występuje w obrębie rzecznych piasków średnich oraz iltu przewarstwowanego piaskiem średnim.

Zwierciadło wód ma charakter napięty i miejscami swobodny. Zostało ono nawiercone na głębokości 3,00 – 3,80 m p.p.t. (119,79 – 120,21 m n.p.m.) i stabilizowało się na głębokości 1,70 – 2,08 m p.p.t. (120,89 – 121,65 m n.p.m.) Zwierciadło swobodne zostało nawiercone i ustabilizowane na głębokości 2,02 m p.p.t. (121,19 m n.p.m.) i występuje jedynie w otworze nr 5.

Na terenie badań zaobserwowano sączenia w iltach przewarstwowanych piaskiem średnim. Sączenia występują w otworach 1 oraz 3, na głębokości 2,60 – 2,70 m p.p.t. (120,37 – 120,65 m n.p.m.)

W okresach mokrych (wiosenne roztopy, intensywne opady deszczu, itp.) sączenia będą się nasilać na powierzchniach stropowych iltów, a w okresach suchych ulegną zanikaniu.

Stan wód podziemnych uznać należy za zbliżony do średniego, należy liczyć się z możliwością wahań z zakresie +/- 1,0 m.

## **5. Kategoria geotechniczna obiektu budowlanego**

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 25.04.2012,poz.463) warunki gruntowo-wodne z uwagi na występowanie wody gruntowej w przewidywanym poziomie posadowienia, należy określić jako złożone. Projektowany obiekt należy zaliczyć do II kategorii geotechnicznej.

## **DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

### **1. Zakres wykonanych badań laboratoryjnych**

#### **1.1. Badania laboratoryjne**

W trakcie wierceń wszystkie grunty, po każdej zmianie stanu lub rodzaju gruntu lecz nie rzadziej niż co 1 m, zostały przebadane makroskopowo, a część z nich przebadano laboratoryjnie. Badaniami laboratoryjnymi określono:

- wilgotność naturalną  $W_n$  (%)
- granice konsystencji  $W_L$ ,  $W_P$  (%)

- uziarnienie (S).

Wykonano 8 analiz laboratoryjnych z czego 3 analiz granulometrycznych i 5 analiz granic konsystencji.

## 1.2. Prace kameralne

W oparciu o wyniki uzyskane z badań, opracowano dokumentację wynikową na którą złożyły się:

- mapa dokumentacyjna w skali 1:500 z naniesionymi punktami wierceń,
- karty dokumentacyjne otworów badawczych w skali 1:50,
- przekroje geotechniczne w skali 1: 200/50,
- karty wyników badań laboratoryjnych,
- wyniki badań sondą SL (DPL) wraz z interpretacją,
- objaśnienia znaków i symboli.

## 2. Warunki gruntowe

W podłożu wydzielono warstwy geotechniczne w oparciu o charakter litologiczny oraz przeprowadzone badania parametrów geotechnicznych gruntów. Wydzielono dwanaście warstw geotechnicznych:

- **warstwa N** – to warstwa gruntów nasypanych. Warstwę tą należy uznać za nie nadającą się do bezpośredniego posadowienia obiektów kubaturowych.
- **warstwa IIa** – zbudowana jest z piasku średniego. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie sondowań sondą lekką DPL wynosi  $I_D=0,40$ . Są to grunty średnio zagęszczone.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 15,40 \%$ ,
  - gęstość objętościowa  $\rho = 1,67 \text{ g/cm}^3$ ,
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 29,16^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 79 \text{ MPa}$ ,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 67 \text{ MPa}$ .
- **warstwa IIb** – zbudowana jest z piasku średniego. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie sondowań sondą lekką DPL wynosi  $I_D=0,53$ . Są to grunty średnio zagęszczone.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 5,50 \%$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,53 \text{ g/cm}^3$ ,

- kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 29,88^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 100$  MPa,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 84$  MPa.
- **warstwa IIc** – zbudowana jest z piasku średniego lokalnie przewarstwionego iłem. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie postępów wiercenia wynosi  $I_D=0,60$ . Są to grunty średnio zagęszczone.
- Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:
- wilgotność naturalna  $W_n = 24,20$  %,
  - gęstość objętościowa  $\rho = 1,80$  g/cm<sup>3</sup>,
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 30,24^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 112$  MPa,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 95$  MPa.
- **warstwa IId** – zbudowana jest z piasków średnich. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie sondowań sondą lekką DPL wynosi  $I_D=0,71$ . Są to grunty zagęszczone.
- Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:
- wilgotność naturalna  $W_n = 19,80$  %,
  - gęstość objętościowa  $\rho = 1,85$  g/cm<sup>3</sup>,
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 30,87^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 134$  MPa,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 113$  MPa.
- **warstwa IIe** – zbudowana jest z piasków średnich. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie sondowań sondą lekką DPL wynosi  $I_D=0,78$ . Są to grunty zagęszczone.
- Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:
- wilgotność naturalna  $W_n = 19,80$  %,
  - gęstość objętościowa  $\rho = 1,85$  g/cm<sup>3</sup>,
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 31,23^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 150$  MPa,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 126$  MPa.
- **warstwa III** – zbudowana jest z piasków pylastych. Średnia wartość stopnia zagęszczenia określona na podstawie sondowań sondą lekką DPL wynosi  $I_D=0,60$ . Są to grunty średnio zagęszczone.
- Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:
- wilgotność naturalna  $W_n = 26,40$  %,

- gęstość objętościowa  $\rho = 1,71 \text{ g/cm}^3$ ,
  - kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 27,81^\circ$ ,
  - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 74 \text{ MPa}$ ,
  - moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 55 \text{ MPa}$ .
- **warstwa D1** – zbudowana jest z ilów. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań makroskopowych wynosi  $I_L=0,10$ . Są to grunty w stanie twardoplastycznym o symbolu konsolidacji D.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 29,70 \%$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,80 \text{ g/cm}^3$ ,
- spójność  $C_u = 48,91 \text{ kPa}$ ,
- kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 10,53^\circ$ ,
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 31 \text{ MPa}$ ,

moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 17 \text{ MPa}$ .

- **warstwa D2** – zbudowana jest z ilów miejscami przewarstwionych piaskiem średnim. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań makroskopowych wynosi  $I_L=0,31$ . Są to grunty w stanie plastycznym o symbolu konsolidacji D.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 37,40 \%$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,67 \text{ g/cm}^3$ ,
- spójność  $C_u = 39,33 \text{ kPa}$ ,
- kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 8,01^\circ$ ,
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 19 \text{ MPa}$ ,

moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 11 \text{ MPa}$ .

- **warstwa D3** – zbudowana jest z ilów przewarstwionych piaskiem średnim. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań makroskopowych wynosi  $I_L=0,50$ . Są to grunty w stanie twardoplastycznym o symbolu konsolidacji D.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 55,00 \%$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,58 \text{ g/cm}^3$ ,
- spójność  $C_u = 31,64 \text{ kPa}$ ,
- kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 5,67^\circ$ ,
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 13 \text{ MPa}$ ,

- moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 7 \text{ MPa}$ .
- **warstwa C1** – zbudowana jest z namułó w ilastych. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi  $I_L=0,10$ . Są to grunty w stanie twaroplastycznym o symbolu konsolidacji C, nie nadające się do bezpośredniego posadowienia obiektów kubaturowych.
- **warstwa C2** – zbudowana jest z glin przewarstwionych piaskiem gliniastym. Średnia wartość stopnia plastyczności określona na podstawie badań laboratoryjnych wynosi  $I_L=0,33$ . Są to grunty w stanie plastycznym o symbolu konsolidacji C.

Najważniejsze obliczeniowe parametry geotechniczne to:

- wilgotność naturalna  $W_n = 23,10 \%$ ,
- gęstość objętościowa  $\rho = 1,85 \text{ g/cm}^3$ ,
- spójność  $C_u = 11,21 \text{ kPa}$ ,
- kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi = 11,43^\circ$ ,
- edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej  $M_0 = 22 \text{ MPa}$ ,
- moduł odkształcenia pierwotnego  $E_0 = 16 \text{ MPa}$ .

Pozostałe parametry geotechniczne zostały określone w oparciu o badania laboratoryjne i polowe, a ich wartości przedstawione w tabelarycznym zestawieniu właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów (Zał. 4.).

### **Ocena wysadzinowości**

Ze względu na charakter wysadzinowości grunty należy zaliczyć do:

- grunty sypkie (warstwy IIa, IIb, IIc, II d, IIe) – grunt niewysadzinowy - grupa A,
- grunty sypkie (warstwy III) – grunt wątpliwe - grupa B,
- grunty spoiste (warstwy D1, D2, D3, C1, C2) – grunt wysadzinowy - grupa C.

### **3. Ocena warunków geotechnicznych**

W oparciu o przeprowadzone badania można stwierdzić że warunki gruntowo-wodne są złożone. Podłoże budowlane charakteryzuje się występowaniem gruntów średnio zróżnicowanych pod względem genetycznym i litologicznym, grunty stwierdzone podczas badań wykazują parametry fizyczno-mechaniczne od słabych po dobre. Rodzaj gruntów, ich charakterystykę techniczną oraz zarys układu warstw przedstawiają karty dokumentacyjne otworów badawczych (Zał. 4) i przekroje geotechniczne (Zał. 5), a także zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów (Zał. 3).

Przypowierzchniową warstwę N stanowią grunty nasypowe, które należy uznać za nie nadające się do bezpośredniego posadowienia obiektów kubaturowych.

W przewidywanym poziomie posadowienia występują osady warstw D1, D2, D3 oraz IIb i IIc. Grunty warstw D1 są gruntami w stanie twardoplastycznym, o dobrych parametrach wytrzymałościowych. Grunty te mogą stanowić podłoże dla posadowienia obiektów kubaturowych. Natomiast grunty warstwy D2 i D3 wykazują stan plastyczny oraz plastyczny/miękkoplastyczny, co może powodować nierównomierne osiadanie projektowanego obiektu. Grunty warstwy IIb i IIc są gruntami w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym, o dobrych parametrach geotechnicznych. Grunty te mogą stanowić podłoże dla bezpośredniego posadowienia obiektów kubaturowych. Należy pamiętać, że podczas robót ziemnych, a zwłaszcza zdjęcia znacznej miąższości nadkładu, dochodzi do tzw., odprężenia tych gruntów, a co za tym idzie do spadku zagęszczenia.

Dodatkowo w głębszym podłożu, na badanym obszarze występują również grunty warstw IIa, IIc, IIe, III, C1 oraz C2. Grunty warstwy IIa, IIc, III oraz IIe są gruntami w stanie od średnio zagęszczonego do zagęszczonego, o dobrych parametrach geotechnicznych. Grunty te mogą stanowić podłoże dla bezpośredniego posadowienia obiektów kubaturowych. Grunty warstwy C1 zbudowane są namulów w stanie plastycznym, które nie mogą stanowić podłoża do posadowienia. Grunty warstwy C2 są w stanie plastycznym i jako grunty o słabych parametrach geotechnicznych co może powodować nierównomierne osiadanie projektowanego obiektu

Grunty warstw D1, D2, D3, C1 i C2 są wrażliwe na obecność niskich temperatur, są to grunty wysadzinowe, dlatego należy chronić je przed przemarzaniem. Należy również chronić je przed dodatkowym nawodnieniem (przez wody gruntowe, opadowe, technologiczne, itp.). W przypadku nawodnienia podczas robót ziemnych, grunty te ulegną dodatkowemu uplastycznieniu, a w skrajnych przypadkach upłynnieniu, co znacznie pogorszy ich parametry geotechniczne i zdyskwalifikuje jako podłoże budowlane .

W badanej przestrzeni geologicznej w okresie badań stwierdzono występowanie wody gruntowej we wszystkich otworach badawczych. Woda ta występuje w obrębie rzecznych piasków średnich oraz iltu przewarstwowanego piaskiem średnim.

Zwierciadło wód ma charakter napięty i miejscami swobodny. Zostało ono nawiercone na głębokości 3,00 – 3,80 m p.p.t. (119,79 – 120,21 m n.p.m.) i

stabilizowało się na głębokości 1,70 – 2,08 m p.p.t. (120,89 – 121,65 m n.p.m.) Zwierciadło swobodne zostało nawiercone i ustabilizowane na głębokości 2,02 m p.p.t. (121,19 m n.p.m.) i występuje jedynie w otworze nr 5.

Na terenie badań zaobserwowano sączenia w łożach przewarstwionych piaskiem średnim. Sączenia występują w otworach 1 oraz 3, na głębokości 2,60 – 2,70 m p.p.t. (120,37 – 120,65 m n.p.m.)

W okresach mokrych (wiosenne roztopy, intensywne opady deszczu, itp.) sączenia będą się nasilać na powierzchniach stropowych łoż, a w okresach suchych ulegną zanikaniu.

Stan wód podziemnych uznać należy za zbliżony do średniego, należy liczyć się z możliwością wahań z zakresie +/- 1,0 m.

W przypadku posadowienia obiektu budowanego poniżej zwierciadła wód podziemnych będzie konieczne odwadnianie obszaru wykopu, np. przez zastosowanie igłofiltrów lub studni odwadniających i zastosowanie szczelnej obudowy wykopu (np. obudowy larsenowej).

Zabezpieczenie wykopu i prowadzenie jakichkolwiek robót ziemnych powinno być prowadzone zgodnie z zatwierdzonym projektem budowlanym oraz obowiązującymi normami i przepisami prawa budowlanego.

#### **4. Wnioski i zalecenia**

- 4.1. Powierzchniową warstwę stanowią grunty nasypowe. Grunty te należy traktować jako nienośne dla obiektów kubaturowych.
- 4.2. Grunty warstw D1, D2, D3, C1 i C2 należy chronić przed "urabianiem" w obecności wody gruntowej, opadowej, lub technologicznej, itp.. Roboty ziemne w nawodnionych gruntach spowodują obniżenie parametrów geotechnicznych.
- 4.3. Grunty warstw D1, D2, D3, C1 i C2 należy chronić przed niskimi temperaturami i przemarzaniem. Grunty te mogą powodować wysadziny mrozowe.
- 4.4. Grunty warstw D1 są gruntami w stanie twardoplastycznym, o dobrych parametrach wytrzymałościowych.
- 4.5. Grunty warstw D2, C2 i D3 są gruntami w stanie plastycznym i plastycznym/miękkoplastycznym, o niskich parametrach wytrzymałościowych. Mogą powodować nierównomierne osiadanie projektowanego obiektu.

- 4.6. Grunty warstwy C1 zbudowane są z namulów w stanie twardoplastycznym, które nie mogą stanowić podłoża do posadowienia bezpośredniego obiektów kubaturowych.
- 4.7. Grunty warstwy IIa, IIb, IIc i III są gruntami w stanie średnio zagęszczonym o dobrych parametrach geotechnicznych. Mogą stanowić podłoże do posadowienia bezpośredniego.
- 4.8. Grunty warstw IIId, i IIe są gruntami w stanie zagęszczonym, o dobrych parametrach geotechnicznych. Mogą stanowić podłoże do posadowienia bezpośredniego.
- 4.9. W badanej przestrzeni geologicznej w okresie badań stwierdzono występowanie wody gruntowej we wszystkich otworach badawczych. Woda ta występuje w obrębie rzecznych piasków średnich oraz iltu przewarstwowanego piaskiem średnim. Zwierciadło wód ma charakter napięty i miejscami swobodny. Zostało ono nawiercone na głębokości 3,00 – 3,80 m p.p.t. (119,79 – 120,21 m n.p.m.) i stabilizowało się na głębokości 1,70 – 2,08 m p.p.t. (120,89 – 121,65 m n.p.m.) Zwierciadło swobodne zostało nawiercone i ustabilizowane na głębokości 2,02 m p.p.t. (121,19 m n.p.m.) i występuje jedynie w otworze nr 5. Na terenie badań zaobserwowano sączenia w iltach przewarstwowanych piaskiem średnim. Sączenia występują w otworach 1 oraz 3, na głębokości 2,60 – 2,70 m p.p.t. (120,37 – 120,65 m n.p.m.) W okresach mokrych (wiosenne roztopy, intensywne opady deszczu, itp.) sączenia będą się nasilać na powierzchniach stropowych iltów, a w okresach suchych ulegną zanikaniu. Stan wód podziemnych uznać należy za zbliżony do średniego, należy liczyć się z możliwością wahań z zakresie +/- 1,0 m.
- 4.10. Do obliczeń statycznych podaje się w zestawieniu tabelarycznych (Zał. 4) wartości parametrów geotechnicznych gruntów budujących poszczególne warstwy.
- 4.11. Poziom posadowienia powinien znajdować się poniżej strefy przemarzania, która dla terenu badań wynosi 0,8 m p.p.t.
- 4.12. Z uwagi na występowanie wody gruntowej w przewidywanym poziomie posadowienia bądź poniżej poziomu posadowienia, warunki gruntowo-wodne ocenia się jako złożone.
- 4.13. Projektowany obiekt w stwierdzonych warunkach gruntowo-wodnych należy zaliczyć do II kategorii geotechnicznej.



- 4.14. Budowa obiektu II kategorii geotechnicznej w złożonych warunkach gruntowo-wodnych wymaga opracowania i zatwierdzenia dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.
- 4.15. Rodzaj opracowania jest zgodny z wymogami Prawa Budowlanego (Ustawa z dn. 7 lipca 1994 r., Dz. u. Nr 89, poz. 414) oraz Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. poz. 463).

## **PROJEKT GEOTECHNICZNY**

### **1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie**

Przypowierzchniową warstwę stanowią grunty nasypane, które nie nadają się do bezpośredniego posadowienia. Grunty te bezwzględnie nie powinny stanowić podłoża budowlanego dla obiektów kubaturowych.

Grunty spoiste podczas robót ziemnych mogą ulec dodatkowemu zawilgoceniu-nawodnieniu oraz przemieszaniu co znacznie rozluźni ich strukturę. Grunty te należy szczególnie chronić przed zmianami wilgotności w trakcie robót ziemnych. Ponadto są one wrażliwe na obciążenia dynamiczne, tj. przy próbie zagęszczania ulegać będą uplastycznieniu, a w skrajnych przypadkach upłynnieniu.

Grunty piaszczyste wykazują stan zagęszczony i średnio zagęszczony. Podczas robót ziemnych, a zwłaszcza zdjęcia znacznej miąższości nadkładu dochodzi do odprężenia gruntów niespoistych, a co za tym idzie do spadku zagęszczenia.

Ze względu na charakter projektowanych obiektów, podłoże gruntowe będzie ulegało konsolidacji od przyłożonych obciążeń. Oznacza to, iż warstwy gruntów słabych będą komprimowane, przez co parametry mechaniczne (kąta tarcia wewnętrznego, kohezja, etc.) oraz parametry sztywności będą uległy poprawie. Grunt będzie się zagęszczał i osiadał.

Podczas prac budowlanych (robót ziemnych) należy dołożyć wszelkich starań, aby nie doszło do dodatkowego nawodnienia utworów spoistych zalegających w podłożu. Podczas prac projektowych zaleca się przewidzieć odpowiednie odwodnienie terenu na czas robót budowlanych, a same prace prowadzić w taki sposób, aby w jak najmniejszym stopniu obniżać parametry geotechniczne gruntu.

Zabezpieczenie wykopów i wykonywanie jakichkolwiek prac budowlanych powinno być prowadzone zgodnie z zatwierdzonym projektem budowlanym oraz

obowiązującymi normami i przepisami prawa budowlanego. Z uwagi na stopień skonsolidowania utworów rodzimych zalegających w podłożu, po pracach budowlanych nie przewiduje się istotnych zmian właściwości gruntów w czasie.

Projektowana inwestycja ze względu na swój charakter nie będzie negatywnie wpływać na środowisko gruntowo – wodne.

W przypadku konieczności rozbiórki budynku grunty podłoża ponownie ulegną odprężeniu oraz powstaną puste przestrzenie po usuniętych fundamentach. Przestrzenie te bez odpowiedniego zabezpieczenia mogą ulec zalaniu przez wody gruntowe co spowoduje intensywne wypłukiwanie drobnego materiału z gruntów niespoistych oraz rozmakanie stropu gruntów spoistych. Powstałe wykopy należy zlikwidować przez zasypanie gruntem zagęszczanym warstwami do stanu co najmniej średnio zagęszczonego. Powierzchnię terenu należy zagospodarować w taki sposób aby możliwe było swobodne użytkowanie terenu.

## 2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Obliczeniowe parametry geotechniczne podłoża należy wyznaczyć w oparciu o wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych zredukowane o odpowiednie współczynniki bezpieczeństwa. Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych przedstawiono w dokumentacji badań podłoża gruntowego.

## 3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń

Współczynniki częściowe do materiałów (M)	Współczynnik	Kombinacja 1 [-]	Kombinacja 2 [-]
Współczynnik częściowy do kąta tarcia wewnętrznego*	$\gamma_{m\phi'}$	1,00	1,25
Współczynnik częściowy do spójności	$\gamma_{mc'}$	1,00	1,25
Współczynnik częściowy do ciężaru objętościowego	$\gamma_{m\gamma'}$	1,00	1,00
Współczynnik częściowy do współczynnika Poisson'a	$\gamma_{mv}$	1,00	1,00

\* współczynnik ten stosuje się do wartości  $\text{tg}\phi$

## 4. Określenie oddziaływań od gruntu

Jako oddziaływania w tym przypadku przyjmujemy następujące czynniki:

- a) ciężar gruntu i wody,
- b) naprężenie w podłożu,
- c) parcie gruntu i wody podziemnej,

#### d) wykonanie (odciążenie) wykopu

Współczynniki częściowe do oddziaływań (F)	Współczynnik	Kombinacja 1 [-]		Kombinacja 2 [-]	
		niekorzystne	korzystne	niekorzystne	korzystne
Oddziaływania stałe	$\gamma_G$	1,35	1,0	1,00	1,00
Oddziaływania zmienne	$\gamma_Q$	1,50	0,0	1,30	0,00
Oddziaływanie wody	$\gamma_w$	1,30		1,00	

W metodzie stanów granicznych wyznacza się:

- oddziaływanie stałe (G),
- oddziaływania zmienne (Q),
- oddziaływanie wody (W).

Wartość obliczeniową oddziaływania  $F_d$  wyrazić można w ogólnej postaci:

$$F_d = \gamma_f \cdot F_k$$

gdzie:

$F_k$  - wartość charakterystyczna oddziaływania;

$\gamma_f$  - częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oddziaływania (por. tabela powyżej).

### 5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego

Analizę posadowienia należy wykonać na tle przekrojów z dokumentacji badań podłoża zawierającego wydzielenia geologiczne, stany i litologię z naniesionymi obiektami oraz projektowanymi poziomami posadowienia.

Wartości wyprowadzone ( $f_i$ ,  $c$ ,  $E$ ) z wszystkich wykonanych badań należy nanieść na przekroje i profile z uwzględnieniem wyników dokumentacji badań podłoża. Każdą warstwę geotechniczną określa się jednym zbiorem parametrów niezmiennych w obrębie danej warstwy. Dla opisanych parametrów powstał model geotechniczny, umożliwiający zdefiniowanie właściwych modeli mechanicznych - w prowadzonej analizie numerycznej można przyjąć model Winklera, który pozwala na odwzorowanie spełnienia analizowanego stanu granicznego w podłożu/ w konstrukcji.

### 6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności

Sposób posadowienia zostanie określony na etapie projektu budowlanego, wówczas projektant-konstruktor przedstawi wielkość osiadań i nośność podłoża. Poprzez dobranie optymalnego sposobu posadowienia nie należy spodziewać się wyparcia gruntu spod fundamentów oraz utraty stateczności ogólnej.

W istniejących warunkach warunek I stanu granicznego powinien zostać spełniony. Nie należy spodziewać się również zwiększonego osiadania budynku, warunek II stanu granicznego również powinien zostać osiągnięty.

## **7. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów**

Dane niezbędne do zaprojektowania fundamentów podano w dokumentacji badań podłoża gruntowego i opinii geotechnicznej.

## **8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych**

Roboty ziemne należy prowadzić zgodnie z zasadami podanymi PN-B-06050 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne. Specjalistyczne roboty geotechniczne.

Przed przystąpieniem do robót należy usunąć z podłoża ewentualne przeszkody uniemożliwiające wykonanie obudowy wykopu, w tym także ewentualne sieci instalacyjne, kanalizacyjne, elementy murowane, betonowe lub stalowe. Należy oznaczyć w terenie przebieg wszelkich pozostawionych instalacji podziemnych, które mogą ulec uszkodzeniu w wyniku prowadzonych prac. Wejście na teren budowy wymaga wcześniejszego rozwiązania problemu dojazdu, zwłaszcza maszyn ciężkich i samochodów.

Wykopy fundamentowe należy prowadzić tak, aby nie nastąpiło naruszenie naturalnej struktury gruntu poniżej spodu fundamentu oraz aby nie doszło do zalania dna wykopu wodami gruntowymi, powierzchniowymi i technologicznymi.

Badania stanu gruntu po osiągnięciu docelowego poziomu posadowienia, można wykonać w przypadku gruntów niespoistych sondą dynamiczną DPL, a w przypadku gruntów spoistych sondą krzyżakową lub poprzez ocenę makroskopową i laboratoryjną. Do badań można zastosować również płytę VSS lub płytę dynamiczną.

## **9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom**

Agresywność względem betonu i żelbetonu jest zmienna w czasie. Przy zastosowaniu zabezpieczeń antykorozyjnych woda nie będzie wpływać w sposób negatywny na konstrukcję obiektu.

## **10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego**

Wielkość obiektu, charakter budowy geologicznej podłoża, warunki projektowania i eksploatacji oraz rozwiązania które zostaną przyjęte w projekcie budowlanym nie powinny powodować, konieczności zastosowania szczególnych metod monitoringu pod względem geotechnicznym i środowiskowym. Wystarczające wydaje się prowadzenie niżej wymienionych pomiarów i obserwacji:

- kontrolowanie dopływu wody do wykopu fundamentowego oraz poznanie poziomu wahań zwierciadła wód gruntowych przez kontrole pomiaru położenia zwierciadła w otoczeniu projektowanego budynków np. za pomocą piezometrów lub innych punktów obserwacyjnych. Umożliwi to określenie wydatku ewentualnych pompowań.
- oceny bezpieczeństwa obudowy wykopów fundamentowych. Ważne są także wyniki okresowych inspekcji wizualnych wykorzystywane do codziennej oceny stanu technicznego obiektów. Ciągły monitoring inżynierski powinien być prowadzony przed przystąpieniem do realizacji projektu i w trakcie jego trwania.
- obserwacja przemieszczeń pionowych (osiadań budynku) realizowanego obiektu, przeprowadzenie oceny stanu technicznego najbliższej położonych istniejących obiektów.

Uzyskane wyniki, obserwacje i pomiary ze zintegrowanego systemu monitoringu umożliwią analizę stanu podłoża budowlanego z zachowaniem wysokiego poziomu bezpieczeństwa.