



Zakład Badań Geologicznych
i Robót Inżynierskich

GEOBAD

Krzysztof Denis

STAROSTWO POWIATOWE
w PŁOCKU
Wydział Architektury i Budownictwa
09-400 Płock, ul. Bielska 59

09-472 Słupno, ul. Jesionowa 8

tel./fax 024-261-93-69, 024-267-72-52
NIP 774-000-17-15 e-mail centrum@geobad.pl

ZAŁĄCZNIK DO DECYZJI

Nr 24/2018 dnia 19.03.2018
Znak 173.11.6740.703/2017

DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO I PROJEKT GEOTECHNICZNY

dla projektu

rozbudowy Szkoły Podstawowej

1. Lokalizacja: Rogozino, gm. Radzanowo, działki o nr ewid. 36 i 145
województwo: mazowieckie

2. Zamawiający: Gmina Radzanowo, 09-451 Radzanowo, ul. Płocka 32

3. Autorzy:

mgr Krzysztof Denis
upr. geolog. nr VII-1148

mgr Łukasz Skrok
upr. geolog. nr VII-1553

mgr inż. Waldemar Koper
MAZ/BO/1113/02, upr. bud. 43/90

4. Kierownik jednostki dokumentującej:

Z B.G.i.R.L. „GEOBAD”
Pełnomocnik Właściciela
DYREKTOR ZAKŁADU

mgr Stefania Wiśniewska-Denis

Słupno, luty 2017 r.

Kod opracowania (nr arch.): 4233-G-1038-17

Egzemplarz nr: 1 2 3 4 5 (6)



Opracowanie chronione ustawą o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. Nr 91/2004).
Wszelkie zmiany bez zgody autora, oraz powielanie, udostępnianie i wykorzystywanie
przez osoby trzecie, bez zgody właściciela opracowania ZABRONIONE.

SPIS TREŚCI

Tekst

I. INFORMACJE OGÓLNE.....	3
1. PODSTAWA I CEL OPRACOWANIA DOKUMENTACJI.....	3
2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ I PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI.....	3
II. OPIS WYKONANYCH PRAC.....	4
1. PRACE GEODEZYJNE.....	4
2. BADANIA POŁOWE.....	4
3. BADANIA LABORATORYJNE.....	5
4. KAMERALNE PRACE DOKUMENTACYJNE.....	5
III. BUDOWA GEOLOGICZNA	6
1. LITOLOGIA	6
2. HYDROGEOLOGIA.....	7
IV. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH.....	7
1. GEOTECHNICZNY PODZIAŁ GRUNTÓW.....	7
2. CHEMIZM WODY GRUNTOWEJ	9
3. WNIOSKI - GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA OBIEKTÓW	10

Załączniki

1. Mapa lokalizacyjna w skali 1:25000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1:440
3. Objasnienia symboli i znaków
4. Tabela parametrów geotechnicznych
- 5.1-5.3. Przekroje geotechniczne nr I. – VI.
- 6.1.-6.5. Karty dokumentacyjne wierceń i sondowań badawczych
7. Sprawozdanie z badań wody gruntowej

I. Informacje ogólne

1. Podstawa i cel opracowania dokumentacji

1. Zamówienie Gminy Radzanowo, 09-451 Radzanowo, ul. Płocka 32
2. Rozporządzenie 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., poz. 463).
3. Normy:
 - PN-81/B-03020: Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-B-04452 Geotechnika. Badania polowe.
 - PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne,
 - PN-EN 1997-2: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

Celem dokumentowanych prac badawczych było rozpoznanie i udokumentowanie pod względem geotechnicznym gruntowego podłoża budowlanego, w obszarze projektowanej inwestycji, opisanej w rozdziale **I.2.**, oraz przedstawienie ogólnych uwarunkowań projektowych i wykonawczych dla realizacji zadania.

W szczególności celem prac było:

- ustalenie położenia i przebiegu warstw geotechnicznych,
- ustalenie rodzaju i stanu gruntów w podłożu oraz określenie parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów,
- **ustalenie poziomów wody gruntowej i prognoza jej ewentualnych wahań,**
- ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia obiektu,
- podanie zaleceń dla projektowania oraz prawidłowego prowadzenia robót ziemnych i fundamentowych w odniesieniu do rozpoznanej budowy podłoża gruntowego.

2. Ogólna charakterystyka obszaru badań i projektowanej inwestycji

Obszarem badań było istniejące podłoże gruntowe, do głębokości 5,0-6,0 m poniżej powierzchni terenu (ppt.), w dziesięciu miejscach, wskazanych przez Zamawiającego, na działkach o numerach ewidencyjnych 36 i 145, w m. Rogozino, gm. Radzanowo.

Położenie obszaru badań pokazano na mapie lokalizacyjnej w skali 1:25000 - załącznik nr 1. Lokalizacja obiektów i punktów badawczych widoczna jest na mapie dokumentacyjnej w skali 1:440 - załącznik nr 2.

Przedsięwzięciem inwestycyjnym, dla którego wykonano dokumentowane badania geotechniczne, jest rozbudowa Szkoły Podstawowej.

Rozbudowa szkoły obejmie budowę:

- budynku szkolnego z salą sportową,
- budynku przedszkola,
- zbiorników gazu płynnego,
- zbiorników retencyjnych wód opadowych.

Konstrukcja budynku szkoły i przedszkola - mieszana, z murowanymi z bloczka silikatowego ścianami, wzmacnianymi filarami żelbetowymi wykonanymi z betonu B25.

Słupy sali gimnastycznej żelbetowe, z betonu B30. Ściany trzonów, biegi klatki schodowej i szyb windowy projektuje się jako żelbetowe, z betonu B30.

Fundamenty budynku szkoły projektuje się w formie fundamentów bezpośrednich (żelbetowych ław i stóp), z betonu klasy min. B30, wylewanych na 10 cm warstwie betonu podkładowego. Głębokość posadowienia dostosowana będzie do zmiennego poziomu "0" budynków oraz warunków wodno-gruntowych. Wstępnie przyjęto poziom posadowienia - 1,55 m ppt. = 119,45 m npm.

Zbiorniki gazu płynnego – szt. 2 o pojemności 6400 dm³ każdy, na płycie fundamentowej żelbetowej, o wymiarach 6 x 4 m i grubości 0,25 m. Wierzch płyty - 1,25 ppt.

Masa całkowita zbiorników 2 x 986 kg = 1972 kg.

Masa płyty fundamentowej 6 x 4 x 0,25 x 2400 kg/m³ = 14400 kg.

Zbiorniki retencyjne – studnie żelbetowe okrągłe, o średnicy 2500 mm i głębokości 4,0 m ppt.

Masa jednego zbiornika ~ 40000 kg.

II. Opis wykonanych prac

1. Prace geodezyjne

Punkty badawcze wytyczono metodą domiarów prostokątnych, w nawiązaniu do istniejących w terenie szczegółów sytuacyjnych, wg mapy w skali 1:500, którą dostarczył Zleceniodawca. Rzędne wysokościowe terenu w miejscach wykonanych wierceń i sondowań uzyskano drogą niwelacji technicznej, dowiązanej do reperów roboczych - trwałych elementów uzbrojenia terenu, oznaczonych i opisanych na mapie.

2. Badania polowe

W ramach badań polowych, w dniach od 31 stycznia, do 02 lutego 2017 r., wykonano:

- dziesięć wierceń rdzeniowanych SP-130 (φ 133 mm) do głębokości 5,0 – 6,0 m ppt.,
- dziesięć sondowań dynamicznych sondą lekką DPL, do głębokości 2,0 - 6,0 m ppt.,

W trakcie wiercenia otworów prowadzono badania makroskopowe gruntów pobieranych z każdego marszu świdra rdzeniującego. Prowadzono również obserwacje obecności i stabilizacji wody gruntowej w wykonywanych otworach badawczych.

Po zakończeniu badań otwory zlikwidowano urobkiem, z zachowaniem pierwotnego profilu litologicznego i ubiciem urobku w otworach.

3. Badania laboratoryjne

W Laboratorium Analiz Fizykochemicznych LABOTEST Marek Kozicki w Toruniu przeprowadzono analizę fizyko-chemiczną próbek wody gruntowej, pobranych z otworów nr 1 i 10, oznaczając jej agresywność korozyjną względem betonu.

Wyniki badań przedstawiono na załączniku nr 7 i opisano w rozdziale IV.2.

4. Kameralne prace dokumentacyjne

Objęły analizę wybranych materiałów archiwalnych i wyników badań polowych oraz graficzne, obliczeniowe i tekstowe opracowanie dokumentacji i projektu geotechnicznego.

Wykorzystano wymienione niżej materiały:

- [1] Wojskowa Mapa Topograficzna w skali 1:25000, arkusz N-34-124-B-dc (Płock-plan miasta). Sztab Generalny Wojska Polskiego. Zarząd Topograficzny. Warszawa 1994 r.
- [2] Mapa w skali 1:500 dostarczona przez Zamawiającego.

Opracowania geologiczne i geotechniczne:

- [3] Dokumentacja geologiczno-inżynierska /uproszczona/ dla projektu technicznego Kościoła parafii Rzymsko-Katolickiej w Rogozinie. ZBGiRI „GEOBAD”, Płock, 1996 r.
- [4] Dokumentacja geotechniczna dotycząca warunków gruntowo-wodnych w podłożu remontowanej drogi powiatowej nr 2901W na odcinku Rogozino - Imielnica dla potrzeb projektowania i realizacji przedsięwzięcia. ZBGiRI „GEOBAD”, Słupno, wrzesień 2011 r.
- [5] Opinia geotechniczna dotycząca warunków posadowienia obiektu budowlanego - Domu parafialnego Parafii Rzymskokatolickiej p.w. św. Faustyny Apostołki Bożego Miłosierdzia w m. Rogozino gmina Radzanowo. ZBGiRI „GEOBAD”, Słupno, grudzień 2013 r.

- Kolorem czerwonym oznaczono mapy i plany, użyte do opracowania załączników graficznych do niniejszej dokumentacji i projektu.

III. Budowa geologiczna

1. Litologia

W budowie geologicznej podłoża, do głębokości rozpoznanej wykonanymi otworami badawczymi, biorą udział utwory czwartorzędowe holoceny i plejstoceny oraz trzeciorzędowe plioceny.

Czwartorzęd:

Holocen reprezentowany jest przez utwory organiczne (gleba) oraz przez utwory antropogeniczne - nasypy niebudowlane piaszczysto-pylasto-gliniasto-humusowe z gruzem, o łącznej grubości od 0,4 do 2,8 m ppt.

Plejstocen w stropowej części profilu podłoża reprezentowany jest przez utwory wodnolodowcowe, wykształcone w postaci piasków drobnoziarnistych. Tworzą one nieciągłą warstwę, leżącą bezpośrednio poniżej gleby (otwór nr 5), do głębokości 1,6 m ppt. Pod glebą, nasypami i osadami wymienionymi wyżej występują utwory lodowcowe, wykształcone w postaci glin piaszczystych, glin i mułków, przewarstwianych osadami piaszczystymi. Utwory te występują do głębokości 2,8 - 4,0 m ppt.

Trzeciorzęd:

Mio-pliocen reprezentowany jest przez utwory zastoiskowe. W górnej części profilu pliocenu wykształcony jest w postaci piasków drobnoziarnistych. Tworzą one nieciągłą warstwę, leżącą bezpośrednio poniżej utworów czwartorzędowych (otwory nr 4, 7 i 9), do głębokości 3,6 - 5,3 m ppt. (w otworze nr 7 osady te nie zostały przewiercone). Pod osadami lodowcowymi plejstocenu i osadami wymienionymi powyżej, występują utwory zastoiskowe, wykształcone w postaci ilów, pyłów i mułków, przewarstwianych osadami piaszczystymi z domieszką substancji organicznej. Osady te występują do głębokości 3,4 - 6,0 m ppt. (otwory nr 1-3, 5, 6, 8 i 10). Osady te w otworach nr 1, 2, 6, 8 i 10 nie zostały przewiercone do głębokości 5,0 - 6,0 m ppt. Poniżej wymienionych utworów występują osady zastoiskowe piaszczyste drobnoziarniste, z przewarstwieniami mułków oraz z domieszką substancji organicznej i fragmentami uwęglonego drewna. Osady te zostały nawiercone w otworach nr 3-5 i 9. Do głębokości 5,0 - 6,0 m ppt. osady te nie zostały przewiercone. Zostały one sfałdowane po nasunięciu lądolodu i obecnie obserwuje się bardzo duże deniwelacje powierzchni stropowej utworów pliocenu (zaburzenia glacitektoniczne). O występowaniu silnych zaburzeń glacitektonicznych w ilach świadczy głębokość zalegania tych utworów w profilu, która jest dowodem na wypiętrzenie wskutek działania ruchów tektonicznych w okresie zlodowaceń. Z tych samych powodów możliwe było wzajemne przemieszanie utworów miocenu i pliocenu

na tym obszarze. Stąd osady trzeciorzędowe można połączyć w jedną grupę osadów mio-pliocenских.

2. Hydrogeologia

Woda podziemna występuje w zastoiskowych piaskach z okresu mio-pliocenu oraz w piaszczystych laminach śródglinowych utworów plejstocenu. Zwierciadło wody ma charakter napięty (otwory nr 3-5, 7 i 9) oraz jako sączenia z lamin piaszczystych śródglinowych (otwory nr 1, 2, 6, 8 i 10). Poziom piezometryczny stabilizuje się na głębokości od 1,49 m, do 2,52 m ppt., tj. w przedziale rzędnych 118,16-120,30 m npm. (dotyczy okresu wykonywanych styczeń/luty 2017 r.).

Dokumentowany stan wody podziemnej należy uznać za zbliżony do średniego wieloletniego. Stany wysokie, które występować będą po okresach długotrwałych, intensywnych opadów atmosferycznych oraz po obfitych wiosennych roztopach, charakteryzować się będą podwyższeniem statycznego zwierciadła wody w gruncie o około 0,4-0,5 m oraz tymczasowym występowaniem wody w nasypach piaszczystych i osadach wodnolodowcowych pod nasypami.

IV. Charakterystyka warunków geotechnicznych

1. Geotechniczny podział gruntów

Grunty, stwierdzone w dokumentowanym podłożu, należą do naturalnych rodzimych mineralnych i nasypowych.

Strefę przypowierzchniową podłoża budują grunty organiczne (gleba) i nasypy nie budowlane piaszczysto-gliniasto-pylasto-humusowe. Wyłączono je ze szczegółowej charakterystyki geotechnicznej, z uwagi na ich zróżnicowany skład i dużą anizotropię parametrów wytrzymałościowych, uniemożliwiającą wyprowadzenie wartości parametrów charakterystycznych.

Grunty rodzime mineralne podzielono na warstwy geotechniczne, w oparciu o wydzielienia geologiczne oraz dodatkowo ze względu na ich zróżnicowane stany. Wiodące parametry wytrzymałościowe (I_D , I_L), ustalono metodą A, wg PN-81/B-03020, tj. na drodze bezpośrednich badań instrumentalnych i makroskopowych, przeprowadzonych w terenie. Pozostałe parametry ustalono metodą B - na podstawie podanych w ww. normie zależności korelacyjnych, pomiędzy tymi parametrami, a cechami wiodącymi.

Grunty niespoiste pochodzenia wodnolodowcowego, leżące bezpośrednio pod glebą, wydzielono jako warstwę geotechniczną nr I:

Warstwa I:

Piaski pylaste - wilgotne, średnio zagęszczone, o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,50$.

Grunty spoiste pochodzenia lodowcowego, o charakterze morenowym, zgodnie z p. 1.4.6 normy PN-81/B-03020 należące do grupy konsolidacyjnej **B**, wyodrębniono jako trójdzielną warstwę geotechniczną nr **II**:

Warstwa IIa:

Gliny piaszczyste, gliny, piaski gliniaste, lokalnie pyły piaszczyste z laminami piasku drobnego i żwirem. Są wilgotne, miękkoplastyczne na pograniczu plastycznych, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,50$.

Warstwa IIb:

Gliny piaszczyste i gliny, lokalnie z laminami piasku drobnego - wilgotne, plastyczne, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,35$.

Warstwa IIc:

Gliny, gliny piaszczyste i gliny pylaste, lokalnie z laminami piasku drobnego - wilgotne, twardoplastyczne, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,20$.

Grunty niespoiste pochodzenia wodnolodowcowo-zastoiskowego, leżące bezpośrednio pod utworami lodowcowymi, wydzielono jako warstwę geotechniczną nr **III**:

Warstwa III:

Piaski drobne i piaski pylaste, lokalnie lekko zaglinione, z przewatrstwieniami piasków średnich i z domieszką substancji organicznej. Są **nawodnione**, średnio zagęszczone i zagęszczone, o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,65$.

Grunty spoiste pochodzenia zastoiskowego (osady morskie), zgodnie z p. 1.4.6 normy PN-81/B-03020 należące do grupy konsolidacyjnej **D**, wyodrębniono jako trójdzielną warstwę geotechniczną nr **IV**:

Warstwa IVa:

Iły pylaste, iły i gliny pylaste z laminami piasków pylastych i pyłów piaszczystych. Są wilgotne, plastyczne, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,40$.

Warstwa IVb:

Iły, gliny, gliny piaszczyste zwarte i pyły z laminami piasków pylastych i drobnych oraz z domieszką substancji organicznej. Są wilgotne, twardoplastyczne, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,20$.

Warstwa IVc:

Iły pylaste, iły, gliny pylaste, gliny, gliny piaszczyste zwarte i pyły z laminami piasków pylastych i z domieszką substancji organicznej - wilgotne, twardoplastyczne, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,05$.

Grunty niespoiste pochodzenia zastoiskowego, leżące bezpośrednio pod gruntami warstwy III i IV, wydzielono jako warstwę geotechniczną nr V:

Warstwa V:

Piaski drobne, piaski pylaste i piaski drobne na pograniczu piasków pylastych, lokalnie z przewatrstwieniami pyłów piaszczystych i z domieszką substancji organicznej. Są **nawodnione**, zagęszczone i bardzo zagęszczone, o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,75$.

Grunty spoiste warstw II i IV mają własności wysadzinowe, a ponadto grunty warstwy IIa charakteryzują się podatnością na zmiany (wzrost) wilgotności, szczególnie w warunkach naruszenia ich naturalnej struktury. Mogą wówczas ulegać dalszemu, znacznemu uplastycznieniu.

W tabeli na załączniku nr 4 zestawiono wartości charakterystyczne i obliczeniowe parametrów geotechnicznych gruntów wydzielonych warstw, oraz ich współczynniki materiałowe.

Obraz budowy podłoża gruntowego, w tym warunki wodne, przedstawiono na przekrojach geotechnicznych – załączniki nr 5.1 – 5.3 oraz na kartach dokumentacyjnych wierceń i sondowań badawczych – załączniki nr 6.1-6.5.

2. Chemizm wody gruntowej

Badania laboratoryjne wody przeprowadzono na dwóch próbkach, pobranych z otworów nr 1 i 10. Wyniki analiz przedstawiono na załączniku nr 7.

Lokalizacja otworów (mapa dokumentacyjna - załącznik graficzny nr 2).

Oznaczone zostały następujące cechy oraz zawartość pierwiastków i substancji chemicznych: siarczany, jon amonowy, magnez, agresywny CO₂, pH.

Agresywność wody gruntowej względem betonu

Po przeanalizowaniu wyników badań laboratoryjnych, przeprowadzonych na dwóch próbkach wody gruntowej, środowisko podziemne oddziałujące na konstrukcje z betonu i żelbetu, posadowione poniżej zwierciadła wody gruntowej i w strefie jej podsiąkania, na podstawie normy PN-EN 206-1:2003 określa się jako:

- chemicznie **nieagresywne** w rejonie punktu badawczego nr 1 – poniżej klasy **XA1**.
- chemicznie **mało agresywne** w rejonie punktu badawczego nr 10 – agresywny CO₂ - klasa **XA1**.

3. Wnioski - geotechniczne warunki posadowienia obiektów

Przeprowadzone badania podłoża gruntowego pozwalają na ustalenie ogólnych, geotechnicznych warunków posadowienia obiektów w obszarze projektowanej inwestycji.

I. W zakresie dokumentacji badań podłoża gruntowego

1. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, projektowane obiekty, w powiązaniu z budową podłoża gruntowego i warunkami realizacji inwestycji, zalicza się do drugiej kategorii geotechnicznej.

2. Przy zakładanym poziomie posadowienia budynków szkoły i przedszkola na głębokości 1,55 m ppt. (119,45 m npm.), w bezpośrednim podłożu fundamentów, w zależności od miejsca, wystąpią następujące grunty:

- gliny piaszczyste i gliny warstwy geotechnicznej nr **IIa** - wilgotne, plastyczne na pograniczu miękkoplastycznych, o $I_L^{(n)} = 0,50$,
- gliny piaszczyste i gliny warstwy geotechnicznej nr **IIb** - wilgotne, plastyczne, o $I_L^{(n)} = 0,35$,
- gliny piaszczyste i gliny warstwy geotechnicznej nr **IIc** - wilgotne, twardoplastyczne, o $I_L^{(n)} = 0,35$.

Przy zakładanym poziomie posadowienia zbiorników gazu płynnego na głębokości 1,5-1,6 m ppt. (120,1 m npm.), w bezpośrednim podłożu płyty fundamentowej wystąpią:

- gliny piaszczyste i gliny warstwy geotechnicznej nr **IIb** - wilgotne, plastyczne, o $I_L^{(n)} = 0,35$.

Przy zakładanym poziomie posadowienia zbiorników retencyjnych na głębokości 4,2-4,4 m ppt. (115,8-115,6 m npm.), w bezpośrednim podłożu płyty dennej zbiorników wystąpią:

- piaski pylaste warstwy geotechnicznej **III** - **nawodnione**, średnio zagęszczone na pograniczu zagęszczonych, o $I_D^{(n)} = 0,65$,
- iły warstwy geotechnicznej nr **IVa** - wilgotne, plastyczne, o $I_L^{(n)} = 0,40$.

Grunty spoiste warstw **II** i **IV** mają własności wysadzinowe, a ponadto grunty warstwy **IIa** charakteryzują się podatnością na zmiany (wzrost) wilgotności, szczególnie w warunkach naruszenia ich naturalnej struktury. Mogą wówczas ulegać dalszemu, znacznemu uplastycznieniu.

3. Ze względu na wysadzinowość i lokalną podatność na destrukcję wytrzymałościową gruntów spoistych, obecnych w dokumentowanym podłożu, prace ziemne w tych gruntach muszą być prowadzone „na sucho”, tak aby nie spowodować niekorzystnych zmian w podłożu

fundamentów. Poniżej podaje się uwagi i zalecenia, dotyczące prowadzenia robót w gruntach spoistych:

- głębienie wykopów sprzętem mechanicznym w gruntach plastycznych zakończyć około 0,3 m powyżej projektowanego dna wykopu, a pozostawioną w dnie warstwę ochronną wybrać bezpośrednio przed przystąpieniem do fundamentowania, sprzętem przystosowanym do tego rodzaju prac, nie naruszającym struktury gruntu wskutek nacisku i ruchu gąsienic, kół, zębów łyżki koparki itp.,
- wykopy chronić przed zalewaniem wodami opadowymi, a wodę pochodzącą z ewentualnych sączeń w glinach zbierać drenażem roboczym, szczelnym dla piasku, prowadzonym w dnie wykopu i odprowadzać na zewnątrz,
- otwartych wykopów nie wolno pozostawiać na dłuższy okres, szczególnie zimowy, w czasie którego mogłoby nastąpić przemoczenie lub przemarznięcie gruntów (umowna głębokość przemarzania wynosi tu $h_z = 1,0$ m),
- wszystkie ewentualnie rozmoczone, przemarznięte bądź naruszone partie gruntu wybrać narzędziami ręcznymi i zastąpić chudym betonem.

4. Woda podziemna występuje w warstwie zastoiskowych piasków mio-pliocenu, poniżej głębokości 2,8-4,0 m ppt., gdzie ma zwierciadło napięte, oraz jako sączenia ze śródglinowych lamin piaszczystych, koncentrujących się w przedziale głębokości 1,8-4,0 m ppt.

Poziom piezometryczny stabilizuje się na głębokości 1,49-2,52 m ppt., tj. w przedziale rzędnych 118,16-120,30 m npm. (dotyczy okresu wykonywanych styczeń/luty 2017 r.).

Dokumentowany stan wody podziemnej jest zbliżony do średniego wieloletniego. Stany wysokie, które występować będą po okresach długotrwałych, intensywnych opadów atmosferycznych oraz po obfitych wiosennych roztopach, charakteryzować się będą podwyższeniem statycznego zwierciadła wody w gruncie o około 0,4-0,5 m oraz tymczasowym (krótkotrwałym) występowaniem wody w spągu piaszczystych nasypów i w piaskach wodnolodowcowych pod nasypami.

5. Środowisko podziemne oddziałujące na konstrukcje z betonu i żelbetu, posadowione poniżej zwierciadła wody gruntowej i w strefie jej podsiąkania, na podstawie normy PN-EN 206-1:2003 określa się jako:

- chemicznie nieagresywne - w północnym rejonie obszaru badań – poniżej klasy **XA1**.
- chemicznie mało agresywne (agresywny CO₂) - w południowym rejonie obszaru badań - klasa **XA1**.

II. W zakresie projektu geotechnicznego

Stany graniczne w projektowaniu fundamentów i sytuacje obliczeniowe

Zgodnie z PN-EN-1997-1, przy projektowaniu obiektów należących do powyższego przedsięwzięcia należy rozpatrzyć możliwość wystąpienia następujących podstawowych stanów granicznych :

- 1/ wyczerpanie nośności na skutek przebicia lub wypierania,
- 2/ utrata stateczności na skutek przesunięcia (poślizg),
- 3/ nadmierne osiadanie.

Przy sprawdzaniu stanów granicznych należy stosować obliczeniowe wartości obciążeń.

Wartości te należy ustalić wg zależności:

- dla obciążeń stałych $G_d = G_k / \gamma_G$

- dla obciążeń zmiennych $Q_d = Q_{rep} / \gamma_Q$

$$Q_{rep} = \psi \cdot Q_k$$

gdzie:

G_k, Q_k - symbol wartości charakterystycznej obciążeń stałych, zmiennych

Q_{rep} - symbol reprezentacyjnej wartości obciążeń zmiennych

ψ - współczynnik dla wartości kombinacyjnej obciążenia zmiennego

Wartości charakterystycznych obciążeń konstrukcyjnych ustalać należy wg zasad podanych w PN-EN 1990 i PN-EN 1991.

Wartości charakterystyczne oddziaływań geotechnicznych należy ustalać wg PN-EN-1997.

Zgodnie z zasadami ogólnymi (PN-EN 1990), analizowane stany graniczne należy odnosić do wybranych, dających się przewidzieć sytuacji obliczeniowych. W projektowaniu fundamentów budowli przedmiotowego przedsięwzięcia należy przyjąć „trwałą” sytuację obliczeniową, do której zalicza się „normalne” warunki pracy fundamentów, zakładane dla fazy eksploatacji obiektu.

Kombinacje obciążeń, miarodajnych do sprawdzania stanów granicznych w poszczególnych sytuacjach obliczeniowych, należy ustalać wg zasad podanych w PN-EN 1990. Miarodajne do sprawdzania stanów granicznych nośności są kombinacje obciążeń obliczeniowych, przy sprawdzaniu stanów granicznych użytkowania – kombinacje obciążeń charakterystycznych.

Głębokość posadowienia

Przy ustalaniu głębokości posadowienia fundamentów należy uwzględnić następujące czynniki:

- osiągnięcie odpowiednio nośnego podłoża,
- głębokość, powyżej której pęcznienie i skurcz gruntów spoistych, wynikający z sezonowych zmian pogody oraz wpływu drzew i krzewów, może spowodować znaczące przemieszczenia,
- głębokość, powyżej której nastąpić mogą uszkodzenia spowodowane przemarzaniem gruntu,
- poziom zwierciadła wody gruntowej w podłożu oraz trudności, jakie mogą się pojawić przy wykonaniu wykopu poniżej zwierciadła wody,
- wpływ wykopu na sąsiednie fundamenty i konstrukcje,
- wpływ przewidywanych wykopów na sieci podziemne,
- wysokie i niskie temperatury wywołane przez projektowany obiekt,
- możliwość podmycia,
- obecność w gruncie materiałów rozpuszczalnych.

W przedmiotowej inwestycji głębokość posadowienia jest uwarunkowana w znacznej mierze od wymagań technologicznych. Poziomy posadowienia poszczególnych fundamentów podane zostaną przy prezentacji ich modeli obliczeniowych.

Założenia wyjściowe do określania stanów granicznych nośności

- zakres obliczeń sprawdzających

Zakres obliczeń sprawdzających ograniczono do sprawdzenia oporu granicznego podłoża oraz osiadania gruntu pod fundamentami.

Przy sprawdzaniu oporu granicznego podłoża pod uwzględniono utratę nośności podłoża na skutek wyparcia gruntu spod fundamentu.

Z uwagi na obecność w przypadku niektórych fundamentów obciążeń poziomych, określono możliwość utraty nośności podłoża na skutek ścięcia gruntu. Sprawdzone również stateczność konstrukcji fundamentów w przypadku istnienia momentów zginających.

- określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych, częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń i ogólne zasady sprawdzenia nośności podłoża

Zgodnie z zasadami ogólnymi należy sprawdzić warunek ogólny:

$$E_d \leq R_d$$

gdzie:

E_d – wartość obliczeniowa efektu oddziaływań (siła przekazywana na podłoże)

R_d – wartość obliczeniowa oporu granicznego podłoża.

Komitet Techniczny ds. geotechniki przy PKN ustalił, że w Polsce stosowane będzie tzw. 2* podejście obliczeniowe, poza przypadkiem sprawdzania stateczności ogólnej (podejście 3).

Taki też wariant zapewnienia właściwego bezpieczeństwa przy sprawdzaniu powyższego wa-

runku należy zastosować przy projektowaniu fundamentów wszystkich obiektów przedsięwzięcia.

Przy przyjętym podejściu obliczeniowym 2*, ogólny zapis warunku stanu granicznego nośności ma postać następującą:

$$E_d = E(\gamma_F F_{rep}; \gamma_F F_g(X_k)) \leq R(F_k; X_k) / \gamma_R = R_d$$

gdzie:

X_k – symbol wartości charakterystycznej właściwości gruntu,

F_g – symbol oddziaływań geotechnicznych,

γ_F – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oddziaływań,

γ_R – współczynnik bezpieczeństwa dla oporu gruntu,

Siły przekazywane przez fundament na podłoże wyznaczać należy od wartości obliczeniowych obciążeń konstrukcyjnych i geotechnicznych. Wartości obliczeniowe obciążeń geotechnicznych wyznaczać należy przy charakterystycznych wartościach parametrów gruntu i mnożyć przez odpowiedni współczynnik obciążeń.

Opor graniczny podłoża w przyjętym podejściu 2* wyznaczać należy przy charakterystycznych wartościach parametrów gruntu (X_k) i charakterystycznych wartościach obciążeń, a wynik dzielić przez ogólny współczynnik oporu γ_R .

Wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa dla posadowień bezpośrednich w podejściu obliczeniowym 2* przedstawiono w poniższych tablicach:

Współczynniki częściowe do oddziaływań (γ_F) lub efektów oddziaływań (γ_E):

Oddziaływanie		Symbol	Zestaw		
			A1*		A2
Stałe	Niekorzystne	γ_G	1,35		1,0
	Korzystne		1,0		1,0
Zmienne	Niekorzystne	γ_Q	1,5		1,3
	Korzystne		0		0

Współczynniki częściowe do oporu/nośności (γ_R) dotyczące fundamentów bezpośrednich:

Nośność	Symbol	Zestaw		
		R1	R2*	R3
Nośność podłoża	$\gamma_{R;v}$	1,0	1,4	1,0
Przesunięcie	$\gamma_{R;h}$	1,0	1,1	1,0

* - zestaw miarodajny przy liczeniu według podejścia 2

- siły i obciążenia działające na fundament

Przy ustalaniu sił przekazywanych przez fundament na podłoże, uwzględnić należy siły od obciążeń działających na konstrukcję oraz obciążenia geotechniczne działające na fundament. Wśród obciążeń geotechnicznych należy uwzględnić: ciężar gruntu obciążający fundament, parcie gruntu, ciśnienie hydrostatyczne wody gruntowej, które nie jest spowodowane naciskiem fundamentu na grunt.

Miarodajnymi do wykonania obliczeń są wartości obliczeniowe obciążeń. Wartość charakterystyczną obciążenia od ciężaru gruntu należy określić mnożąc wartość charakterystyczną ciężaru objętościowego przez objętość gruntu nad fundamentem. Potrzebne do obliczeń ciężary objętościowe gruntu dostarczają wyniki badań. Z wystarczającą dokładnością można przyjmować wartości podane w polskiej normie PN-81/B-03020.

- model obliczeniowy pracy podłoża

W przypadku sytuacji obliczeniowej trwałej i sytuacji obliczeniowej przejściowej przy występowaniu pod fundamentem gruntów niespoistych, za miarodajne do obliczeń można uznać warunki „z odpływem”. W przypadku występowania pod fundamentem gruntów spoistych, należy wykonać obliczenia przy założeniu warunków „z odpływem”, jak i „bez odpływu”.

Model obliczeniowy określony jest poprzez:

- przyjęcie wymiarów fundamentów,
- ustalenie układu i rodzaju gruntów pod fundamentem,
- określenie poziomu wody gruntowej,
- określenie parametrów wytrzymałościowych gruntów niezbędnych do obliczeń.

Wszystkie parametry modelu obliczeniowego podane zostaną przy sprawdzaniu stanów granicznych poszczególnych fundamentów.

- sprawdzanie oporu granicznego podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu

Wartości współczynników ustalać należy przy charakterystycznych wartościach parametrów wytrzymałościowych – φ'_k , c'_k .

Wartości bezwymiarowych współczynników we wzorze na jednostkowy opór graniczny należy ustalać według poniższych zależności:

- współczynniki nośności:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \cdot \tan^2 (45^\circ + \varphi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

- współczynniki kształtu fundamentu:

$$s_q = 1 + B'/L' \cdot \sin \varphi'$$

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

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

- współczynniki nachylenia obciążenia:

$$i_q = [1 - H_k / (V_k + A' \cdot c' \cdot \operatorname{ctg} \varphi')]^m$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / N_c \cdot \operatorname{tg} \varphi'$$

$$i_\gamma = [1 - H_k / (V_d + A' \cdot c' \cdot \operatorname{ctg} \varphi')]^{m+1}$$

gdzie:

$$m = m_b = [2 + (B' / L')] / [1 + (B' / L')], \text{ gdy obciążenie } H \text{ działa w kierunku } B'$$

$$m = m_L = [2 + (L' / B')] / [1 + (L' / B')], \text{ gdy obciążenie } H \text{ działa w kierunku } L'$$

W przypadku, gdy składowa pozioma obciążenia działa w kierunku tworzącym kąt θ z kierunkiem L' , wartość współczynnika m należy obliczać wg wzoru:

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$$

Zaleca się w tym względzie stosowanie metody podanej w załączniku D do PN-EN-1997-1. W metodzie tej jako miarodajną do sprawdzenia oporu granicznego podłoża przyjąć należy wartość obliczeniową siły, przekazywanej przez fundament na podłoże, prostopadle do podstawy fundamentu V_d .

Warunek obliczeniowy przyjmuje postać:

$$V_d < R_d$$

Wartość obliczeniową oporu granicznego podłoża R_d dla przyjętego podejścia **2*** wyznaczać należy z zależności:

$$R_d = R_k / \gamma_R$$

gdzie:

R_k – wartość charakterystyczna oporu granicznego

γ_R – współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego – przyjęty w tym przypadku = 1,4.

Jednostkowy opór graniczny w warunkach „**z odpływem**”, w sytuacji obliczeniowej trwałej,

wyznaczać należy wg wzoru:

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

Jednostkowy opór graniczny w warunkach „**bez odpływu**”, w sytuacji obliczeniowej przejściowej, wyznaczać należy wg wzoru:

$$R_k / A' = (\pi + 2) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c + q$$

gdzie:

q – całkowite naprężenia w gruncie (obok fundamentu) bez uwzględnienia siły wyporu

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot (B' / L')$$

$$i_c = 0,5 \cdot \left[1 + (1 - H_k / A' \cdot c_u)^{0,5} \right]$$

- sprawdzanie nośności gruntu na ściecie w poziomie posadowienia

Należy sprawdzić warunek:

$H_d < R_d$, gdzie:

H_d – obliczeniowa wartość siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt

R_d – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ściecie

Opór graniczny podłoża pod fundamentem na ściecie w warunkach „z odpływem”, w sytuacji obliczeniowej trwałej, wyznaczać należy wg wzoru:

$$R_d = (V_k' \cdot \tan \Phi_k) / \gamma_{R,h}$$

$$\gamma_{R,h} = 1,1$$

V_k' – oznacza wartość charakterystyczną pionowych obciążeń przekazywanych przez fundament na podłoże.

Opór graniczny na ścinanie w warunkach „bez odpływu” dla podejścia 2* określić należy z zależności:

$$R_d \leq (A_c \cdot c_{u,k}) / \gamma_{R,h}$$

W której A_c – pole powierzchni podstawy przekazującej naciski na grunt.

Obliczenie stanów granicznych podłoża gruntowego dla przyjętego modelu obliczeniowego pracy podłoża

Płyta fundamentowa pod zbiorniki na gaz płynny

Płyta fundamentowa pod zbiorniki wykonana zostanie jako monolityczna żelbetowa. W warunkach normalnej eksploatacji stanowić będzie podpórę pod stalowe zbiorniki na ciecz, natomiast w warunkach klęski powodzi i ewentualnego podwyższenia poziomu wody gruntowej stanowić będzie element zabezpieczający zbiorniki przed wypieraniem, dzięki odpowiedniemu zakotwieniu zbiornika.

Model obliczeniowy nr 1: maksymalne napełnienie zbiorników

- geometria fundamentu

Długość płyty $A = 6,00$ (m)

Szerokość płyty $B = 4,00$ (m)

Wysokość płyty $h = 0,25$ (m)

Mimośród siły pionowej w kierunku wymiaru A $e_x = 0,00$ (m)

Mimośród siły pionowej w kierunku wymiaru B $e_y = 0,00$ (m)

- poziom posadowienia płyty : $D = 1,25 + 0,25 = 1,50$ (m)

- ustabilizowany poziom wody gruntowej $D_w = 1,50$ (m) poniżej poziomu terenu

- Obciążenie zewnętrzne płyty – przyjęto z analizy możliwych sytuacji

-obciążenie stałe

a/ ciężar pustych zbiorników wg danych Dostawcy np. „EMEX gaz” $2 \times 10,9 = 21,8$ kN

b/ ciężar maksymalny cieczy (skroplonego gazu) gromadzonej w zbiorniku o gęstości 580 kg/m^3 :

$2 \times 6,4 \text{ m}^3 \times 0,85 \times 5,8 \text{ kN/m}^3 = 63,1$ kN; gdzie liczba 0,85 jest współczynnikiem wypełnienia zbiornika płynnym gazem

c/ ciężar gruntu – zasypki nad i pod zbiornikiem

Określono, że objętość zasypki wokół zbiornika do poziomu terenu wynosi $4,0\text{m} \times 6,0\text{m} \times 1,25\text{m} - 2 \times 6,4\text{m}^3 = 17,2 \text{ m}^3$. Dodatkowo projektuje się obsypanie zbiornika ziemią o grubości $1,0\text{m}$. Wielkość zasypki $0,5 \times 3,14 \times 1^2 \times 6,0 + 2,0 \times 1,0 \times 6,0 = 21,42 \text{ m}^3$. Przy przyjęciu ciężaru objętościowego zasypki na poziomie 16 kN/m^3 , ciężar zasypki przypadający na płytę wynosi:

$16,0 \text{ kN/m}^3 \times (17,2 + 21,42) \text{ m}^3 = 618$ kN

Całkowite obciążenie stałe wyniesie $Q = 21,8 + 618,0 = 639,8$ kN

Całkowite obciążenie zmienne wyniesie $P = 63,1$ kN

-parametry gruntów zalegających blisko lokalizowanej komory określają próbki pobrane z otworu badawczego nr 1.

Sprawdzenia stanów granicznych podłoża gruntowego dokonano przy użyciu programu komputerowego KONSTRUKTOR firmy InterSoft z Łodzi wg Eurokodu. Ciężar płyty fundamentowej zostanie przyjęty automatycznie przez program. Program komputerowy sam oblicza też ciężar zasypki nad płytą przyjmując całą wysokość gruntu nad płytą. Ponieważ należy odliczyć objętość gruntu jaki zastępuje montowany zbiornik, celowo zaniżono w programie komputerowym ciężar objętościowy zasypki do wielkości:

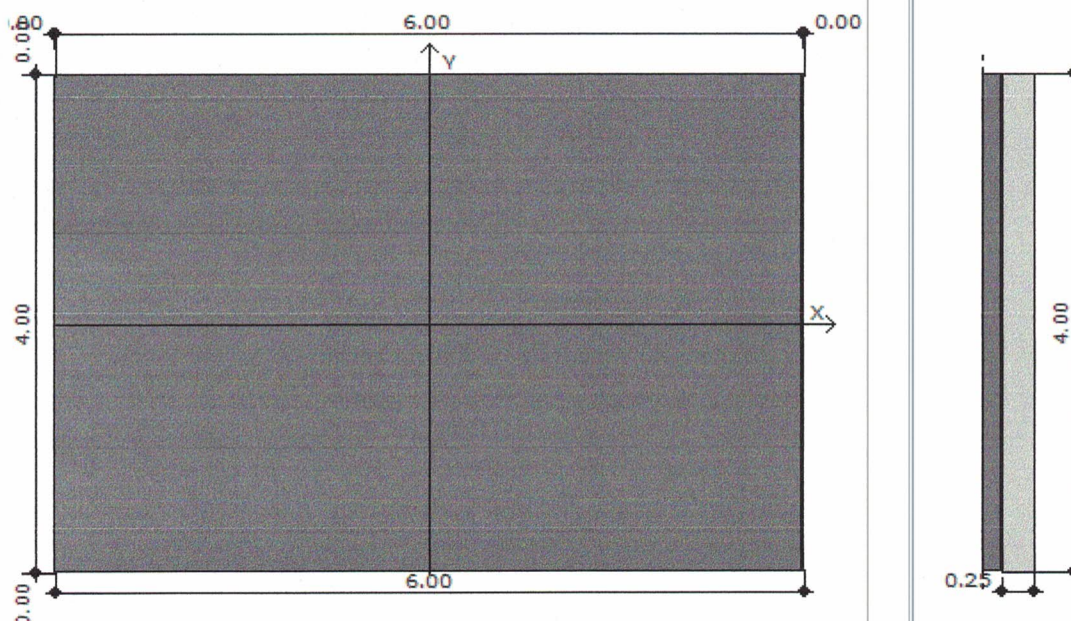
$960 \text{ kN} / 11,0 \text{ m} / 3,0\text{m} / 3,2\text{m} = 9,09 \text{ kN/m}^3$

Dla zgodności oznaczeń przyjęto następujące porównania:

$M_x = M_B$; $M_y = M_L$; $F_x = F_L$; $F_y = F_B$; $e_x = e_L$; $e_y = e_B$

Geometria

Szerokość stopy B	[m]	4.00
Długość stopy L	[m]	6.00
Wysokość stopy H_f	[m]	0.25
Mimośród e_x	[m]	0.00
Mimośród e_y	[m]	0.00



Materiały

Klasa betonu		C25/30		
Ciężar objętościowy betonu	[kN/m ³]	24.0		
Ciężar zasypki	[kN/m ³]	0.0		
Czas realizacji budynku		poniżej roku		
Element prefabrykowany		Tak		

Legenda:

Warstwa - numer porządkowy warstwy

Nazwa - nazwa warstwy gruntu

Mięższność - mięższność warstwy

γ - ciężar właściwy

ϕ' - efektywny kąt tarcia wewnętrznego gruntu

C' - spójność efektywna gruntu

C_u - wytrzymałość na ścinanie

M - moduł sprężystości

M_o - moduł sprężystości pierwotnej

Warstwa	Nazwa gruntu	Mięższność [m]	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	C' [kPa]	C_u [kPa]	M_o [kPa]	M [kPa]
1	Pył gruby (CSi)	0.4	16.5	30.0	0.0	0.0	51000.0	64000.0
2	Pył piaszczysty	0.4	20.4	12.5	21.0	16.0	18500.0	25000.0

3	Gлина B	0.7	21.1	18.1	31.0	65.0	36000.0	49000.0
4	Gлина B	0.5	20.7	15.0	25.5	50.0	25500.0	35000.0
5	Gлина piaszczysta B	1.6	21.1	18.1	31.0	62.0	36000.0	49000.0
6	Gлина pylasta D	1.3	18.3	7.4	35.0	45.0	14500.0	19000.0
7	Gлина pylasta D	1.1	21.0	12.0	50.0	135.0	31000.0	42000.0

Głębokość posadowienia	[m]	1.5
Poziom wody gruntowej	[m]	1.5
Ciężar zasypki	[kN/m ³]	Brak zasypki

Obciążenia charakterystyczne rozdzielone (stałe/zmienne)

Zestaw nr 1:

Nazwa	V [kN]	M _B [kNm]	M _L [kNm]	H _B [kN]	H _L [kN]
stałe	639.80	0.00	0.00	0.00	0.00
zmienne	63.10	0.00	0.00	0.00	0.00

Stan graniczny nośności (GEO)

Podejście obliczeniowe DA2

$\gamma_{G, niekorzystne} = 1.35, \gamma_Q = 1.50$

$\gamma_R = 1,4$ – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na wyparcie

$\gamma_{R,h} = 1,1$ – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na ścięcie gruntu pod fundamentem

Głębokość posadowienia $h_f = 1.50$ m

SPRAWDZENIE PIONOWEJ NOŚNOŚCI PODŁOŻA.

Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot (\gamma_f - \gamma_w) = 6.00 \cdot (24.00 - 9.81) = 144.0 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 0.00 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża: