

ZLECENIODAWCA:

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
Dom Studencki „Tatrzańska”

ul. Tatrzańska 7A
00-742 Warszawa

TYTUŁ OPRACOWANIA:

PROJEKT GEOTECHNICZNY

dla inwestycji: „Budowa windy zewnętrznej w akademiku Politechniki Warszawskiej
przy ul. Tatrzańskiej 7A w Warszawie”

LOKALIZACJA:

dz. nr 55, obręb 1-03-04, ul. Tatrzańska 7A, Warszawa
pow. m.st. Warszawa, woj. mazowieckie

CENTRUM GEOLOGII INŻYNIERSKIEJ

OPRACOWANIE:

mgr Piotr Malczyk

NUMER UPRAWNIENÍ:

VII – 1853
XIII – 006 DOL

PODPIS:

Egzemplarz 1/3

03.08.2021r.



SPIIS TREŚCI:

1. WSTĘP	3
2. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ	3
4. PROGNOZA ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W CZASIE	4
5. OKREŚLENIE OBLICZENIOWYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH.....	5
6. OKREŚLENIE CZĘŚCIOWYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW BEZPIECZEŃSTWA DO OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH.....	6
7. OKREŚLENIE ODDZIAŁYWAŃ OD GRUNTU	10
8. PRZYJĘCIE MODELU OBLICZENIOWEGO PODŁOŻA BUDOWLANEGO	11
9. OBLICZENIE NOŚNOŚCI I OSIADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO ORAZ OGÓLNEJ STATECZNOŚCI	11
10. DANE DO ZAPROJEKTOWANIA FUNDAMENTÓW	12
11. SPECYFIKACJA BADAŃ NIEZBĘDNYCH DO ZAPEWNIENIA WYMAGANEJ JAKOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH I ROBÓT GEOTECHNICZNYCH	12
12. OKREŚLENIE SZKODLIWOŚCI ODDZIAŁYWANIA WÓD GRUNTOWYCH NA OBIEKT BUDOWLANY I SPOSOBÓW PRZECIWDZIAŁANIA	13
13. OKREŚLENIE ZAKRESU NIEZBĘDNEGO MONITOROWANIA OBIEKTU BUDOWLANEGO, OBIEKTÓW SĄSIADUJĄCYCH I OTACZAJĄCEGO GRUNTU	13
14. WNIOSKI I ZALECENIA.....	14

1. WSTĘP

Niniejszy projekt geotechniczny wykonano w firmie Centrum Geologii Inżynierskiej z siedzibą w miejscowości Błędów 32, 99-413 Chaśno na zlecenie Politechniki Warszawskiej, Dom Studencki „Tatrzeńska”, ul. Tatrzeńska 7A, 00-742 Warszawa.

Przedmiotem niniejszego Projektu geotechnicznego są przyjęte założenia, dane (z powołaniami na wyniki badań podłoża oraz na dokumenty zawierające więcej szczegółów), metody obliczeń oraz wyniki analizy bezpieczeństwa i użyteczności projektowanej inwestycji (które zawarte zostaną w wyciągu z obliczeń konstrukcji dołączonym do projektu w branży konstrukcyjnej).

Projektowany obiekt to winda zewnętrzna. Projekt geotechniczny wykonano na podstawie wyników badań geotechnicznych przedstawionych w Opinii geotechnicznej i Dokumentacji badań podłoża gruntowego oraz zgodnie z wytycznymi i zaleceniami określonymi w rozporządzeniach, ustawach i normach, m.in.:

- Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012r., poz. 463);
- 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;
- PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

2. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

Pod względem administracyjnym obszar objęty badaniami zlokalizowany jest w województwie mazowieckim, powiat m.st. Warszawa (Warszawa – Mokotów). Obejmuje działkę o numerze ewidencyjnym 55 (obręb 1-03-04), położoną przy ulicy Tatrzeńskiej 7A. W bezpośrednim otoczeniu znajduje się ścisła zabudowa mieszkaniowa. Projektowana inwestycja mieści się poza terenami i obszarami górniczymi.

Zgodnie z podziałem J. Kondrackiego, pod względem geomorfologicznym analizowany teren należy do mezoregionu Dolina Środkowej Wisły, który stanowi część makroregionu Nizina Środkowomazowiecka. Obszar ten posiada wydłużony kształt o szerokości ok. 10 km, obejmujący dolinę Wisły na odcinku Puławy-Warszawa.

Orientacyjna rzędna otworu badawczego wynosi 86,5 m n.p.m.

Analizowany teren zlokalizowany jest w obszarze dorzecza Wisły, w regionie wodnym Środkowej Wisły. Należy do zlewni Kanalu Głównego „A”.

3. WARUNKI PODŁOŻA GRUNTOWO-WODNEGO

Pod przypowierzchniową warstwą nasypów antropogenicznych (Qhn) tworzonych przez piaski drobne, glebę próchniczą i gruz, zalega pakiet osadów rzeczno-zastoiskowych. Są one reprezentowane przez utwory piaszczyste (Qpf) wykształcone w postaci piasków drobnych, piasków średnich i pospółek oraz przez osady spoiste (Qpl) w części stropowej tworzone przez piaski gliniaste, natomiast w części spągowej przez gliny pylaste związane na pograniczu ilów pylastych.

Na podstawie przeprowadzonych badań (lipiec 2021r.) stwierdzono obecność wód gruntowych w postaci zwierciadła swobodnego, związanego z serią osadów piaszczystych. Zostało ono nawiercone na głębokości 3,3 m p.p.t. (rzędna 83,2 m n.p.m.). Przyjęto, że poziom nawierzonego zwierciadła w obszarze badań jest średni, może wahać się w granicach $\pm 0,5$ m w skali roku i więcej w okresach powodziowych. W czasie intensywnych opadów lub roztopów wiosennych na stropie osadów spoistych mogą gromadzić się wody gruntowe ujawniając się w postaci sączeń.

Dla niniejszego terenu inwestycyjnego proponuje się przyjęcie **II kategorii geotechnicznej**, natomiast warunki gruntowe określono jako **proste**.

4. PROGNOZA ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W CZASIE

Warunki gruntowe generalnie nie ulegają zmianom w czasie. Należy jednak zwrócić uwagę, iż wskutek przyłożonego obciążenia w ośrodku gruntowym, równocześnie z rozpraszaniem się nadwyżki ciśnienia wody w porach Δu , powstaje jego odkształcenie (konsolidacja). Ścisłość ta, związana z odpływem wody, w głównej mierze zależy od właściwości filtracyjnych podłoża i można ją podzielić na natychmiastową (odkształcenie występuje w chwili przyłożenia obciążenia), a także pierwotną i wtórną. Dlatego też nośność podłoża utworów spoistych należy rozpatrywać dla dwóch rodzajów warunków pracy gruntu: „z odpływem” i „bez odpływu”.

Generalnie można przyjąć, że osiadania fundamentów na podłożu z gruntów niespoistych następują szybko i w momencie zakończenia budowy wynoszą 70–100%, na gruntach spoistych w stanie twaroplastycznym wynoszą 50-70% osiadań ostatecznych. Należy pamiętać, że powyższe wskazówki są wyłącznie orientacyjne i można je wykorzystać do wstępnych rozważań.

Ponadto podczas prowadzenia robót budowlanych grunty spoiste mogą ulec uplastycznieniu w wyniku prac sprzętu ciężkiego. Rozmoczone i rozluźnione partie gruntu należy usunąć z podłoża budowlanego i zastąpić podsypką piaszczysto-żwirową lub chudym betonem.

5. OKREŚLENIE OBLICZENIOWYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH

Zbadane podłoże gruntowe podzielono na warstwy geotechniczne, zgodnie z postanowieniami zawartymi w normie PN-81/B-03020. Podziału dokonano na podstawie zasadniczych odmienności litologiczno-facjalnych (kryteria geologiczne) oraz badań terenowych. Dla gruntów rodzimych określono charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych. Jako cechę wyróżniającą dla gruntów spoistych przyjęto stopień plastyczności I_L , a dla gruntów niespoistych stopień zagęszczenia I_D .

Nasypy antropogeniczne włączono do **warstwy geotechnicznej I**, dla której nie określono parametrów geotechnicznych. Są to nasypy niekontrolowane związane z obecnym zagospodarowaniem terenu. Stanowią one niejednorodną mieszaninę piaszczysto-gruzową z domieszką gleby. W stanie naturalnym nie nadają się do bezpośredniego posadowienia. Należy usunąć je z podłoża budowlanego w trakcie realizacji inwestycji. Miąższość nasypów lokalnie może być większa, a skład bardziej zróżnicowany.

W obrębie osadów piaszczystych wyróżniono następujące warstwy geotechniczne:

- **warstwa geotechniczna IIa** – piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)}=0.60$.
- **warstwa geotechniczna IIb** – piaski drobne w stanie zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)}=0.70$.
- **warstwa geotechniczna IIc** – piaski średnie w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)}=0.45$.
- **warstwa geotechniczna IId** – pospółki w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)}=0.55$.

W obrębie osadów zastoiskowych wyróżniono następujące warstwy geotechniczne:

- **warstwa geotechniczna IIIa** – piaski gliniaste w stanie twardoplastycznym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)}=0.20$.
- **warstwa geotechniczna IIIb** – gliny pylaste zwięzłe na pograniczu ilów pylastych w stanie twardoplastycznym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)}=0.05$.

W podłożu gruntowym występują grunty rodzime przydatne na potrzeby budownictwa. Przypowierzchniową nasypów antropogenicznych należy usunąć z podłoża budowlanego w trakcie realizacji inwestycji.

Zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych dla ww. wymienionych warstw podłoża zamieszczono w Załączniku nr 4 „Opinii geotechnicznej wraz Dokumentacją podłoża gruntowego....”

6. OKREŚLENIE CZĘŚCIOWYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW BEZPIECZEŃSTWA DO OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH

Posadowienie bezpośrednie obiektu

Według Polskiej Normy PN-81/B-03020, która dotyczy posadowienia bezpośredniego obiektów budowlanych, w obliczeniach nośności uwzględnia się najbardziej niekorzystny wariant odkształcenia podłoża. Posadowienie bezpośrednie budowli należy sprawdzić ze względu na możliwość wystąpienia dwóch grup stanów granicznych podłoża gruntowego fundamentów:

- grupy stanów granicznych nośności podłoża gruntowego (I stan graniczny, który wykonuje się dla wszystkich przypadków posadowienia),
- grupy stanów granicznych użytkowania obiektu (II stan graniczny).

W obliczeniach należy uwzględnić warunki występujące w stadium realizacji oraz w stadium eksploatacji budowli.

Przy sprawdzaniu I stanu granicznego wartość obliczeniowa obciążenia przekazywanego przez fundament na podłoże gruntowe Q_r [kN] powinna spełniać warunek:

$$Q_r < m \cdot Q_f$$

gdzie:

Q_f – opór graniczny podłoża przeciwdziałający obciążeniu [kN];

m – współczynnik korekcyjny (zależny od metody wyznaczania parametrów geotechnicznych i metody obliczania Q_f).

Współczynnik korekcyjny m należy przyjmować, w zależności od metody obliczania Q_f , przy czym przy stosowaniu metody B lub C oznaczenia parametrów geotechnicznych, wartość współczynnika m należy zmniejszyć mnożąc go przez współczynnik 0,9. Zgodnie z pkt. 3.3.4. zawartym w Polskiej Normie PN-81/B-03020 przyjmuje się ogólnie:

- do obliczeń nośności – $m = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81$
- do obliczeń poślizgu w gruncie – $m = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72$
- do bardziej uproszczonych metod obliczeń – $m = 0,7 \cdot 0,9 = 0,63$
- do obliczeń oporu na przesunięcie w poziomie posadowienia lub w podłożu gruntowym – $m = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72$.

Według Eurokodu 7 – Część 1, stan graniczny nośności fundamentów bezpośrednich sprawdza się zgodnie z Załącznikiem D, Załącznikiem A i Załącznikiem Krajowym, zawierającym ustalenia krajowe. Przy sprawdzaniu oporu granicznego podłoża pod fundamentami (stany graniczne GEO) należy rozważyć dwa poniższe stany graniczne:

- utrata nośności podłoża na skutek wyparcia gruntu spod fundamentu – sprawdzany zawsze;

- utrata nośności podłoża na skutek ścięcia gruntu w poziomie posadowienia fundamentu – sprawdzany dla fundamentu obciążonego siłą poziomą.

Sprawdzenie oporu granicznego na wypieranie gruntu spod fundamentu

Według EC 7-1, Załącznik D, stan graniczny nośności na wypieranie nie zostanie przekroczony w podłożu, jeśli zachodzi nierówność:

$$E_d (V_d) \leq R_d$$

gdzie:

E_d – wartość obliczeniowa oddziaływań lub efektu oddziaływań (dla fundamentu bezpośredniego jest to siła pionowa działająca na grunt - V_d), kN,

R_d – wartość obliczeniowa oporu granicznego podłoża, kN.

W EC 7-1 przewiduje się możliwość zastosowania jednego z trzech wariantów obliczeń zapewniających właściwe bezpieczeństwo pracy konstrukcji posadowionej na gruncie. Różnią się one między sobą wartościami oraz sposobem zastosowania częściowych współczynników bezpieczeństwa wykorzystywanych w obliczeniach przy wyznaczaniu E_d i R_d . Są to tzw. podejścia obliczeniowe 1, 2 oraz 3 (ang. design approach, w skrócie DA). W Polsce zdecydowano (patrz Załącznik Krajowy), że podstawowym schematem stanów granicznych nośności podłoża (GEO) – z wyjątkiem sprawdzania stateczności ogólnej – będzie podejście obliczeniowe 2 w odmianie 2*, polegającej na tym, że obliczenia wykonuje się przyjmując wszystkie wartości oddziaływań (obciążeń) oraz parametrów geotechnicznych charakterystyczne, a współczynniki częściowe stosuje się dopiero przy sprawdzaniu warunku nośności. W takim ujęciu opór graniczny podłoża należy wyznaczyć uwzględniając następującą kombinację zestawów współczynników częściowych spośród podanych w Załączniku A i Załączniku Krajowym:

$$A1 „+” M1 „+” R2$$

„+” – oznacza: „w połączeniu z”.

Wartości współczynników częściowych i ich zestawy w odniesieniu do fundamentów bezpośrednich, rodzajów oddziaływań i właściwości gruntu, przy sprawdzaniu stanów granicznych nośności (GEO), podaje się za Załącznikiem Krajowym.

Stany graniczne nośności

Zgodnie z PN – EN 1997-1: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne oraz PN – EN 1997-2: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego – w obrębie stanu granicznego nośności (ULS) wymienia następujące rodzaje stanów granicznych zniszczenia:

- EQU – utrata stanu równowagi statycznej;
- GEO – zniszczenie lub nadmierne odkształcenie podłoża gruntowego;

- STR – zniszczenie wewnętrzne lub nadmierne odkształcenie konstrukcji względnie elementów konstrukcyjnych, w tym również podstaw fundamentowych, pali, ścian podziemnych;
- UPL – utrata równowagi konstrukcji lub gruntu, spowodowana siłami wyporu wody;
- HYD – pęcznienie wodne, erozja wewnętrzna i przebicie hydrauliczne.

Tablica 1 - współczynniki częściowe γ_G z zestawu A1 w przypadku obciążeń stałych.

Obciążenia stałe	STR/GEO (współczynniki A1)
Ciężar własny betonu konstrukcyjnego	1,35 - jeśli niekorzystne 1,0 - jeśli korzystne
Zasyпка	
Nalożone obciążenia statyczne	
Parcie hydrostatyczne	
Tymczasowe obciążenia montażowe	

Tablica 2 - współczynniki częściowe γ_Q z grupy A1 w przypadku obciążeń zmiennych.

Obciążenia zmienne	STR/GEO (współczynniki A1)
Obciążenia ruchem pojazdów na powierzchni	1,5 - jeśli niekorzystne 0 - jeśli korzystne

Na etapie analiz projektowych dla stanu granicznego STR oraz GEO należy przyjąć następujące współczynniki częściowe zgodne z normą PN-EN 1997.

Tablica 3 - współczynniki częściowe dla właściwości gruntu (γ_M).

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw	
		M1	M2
Kąt tarcia wewnętrznego ^a	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	γ_{cu}	1,0	1,4
Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe	γ_{qu}	1,0	1,4
Ciężar objętościowy	γ_γ	1,0	1,0
^a Współczynnik ten stosuje się do wartości $\tan \phi'$			

Tablica 4 - współczynniki częściowe określające wytrzymałość (γ_R).

Nośność	Symbol	Zestaw		
		R1	R2	R3
Nośność podłoża	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,4	1,0
przesunięcie (poślizg)	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0

Na etapie analiz projektowych dla stanu granicznego EQU należy przyjąć następujące współczynniki częściowe zgodne z normą PN-EN 1997.

Tablica 5 - współczynniki częściowe γ_F do oddziaływań.

Oddziaływanie	Symbol	Wartość
Stałe		
Niekorzystne ^a	$\gamma_{G;dst}$	1,1
Korzystne ^b	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Zmienne		
Niekorzystne ^a	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
Korzystne ^b	$\gamma_{Q;stb}$	0
^a - Destabilizujące		
^b - Stabilizujące		

Tablica 6 - współczynniki częściowe dla właściwości gruntu (γ_F).

Parametr gruntu	Symbol	Wartość
Kąt tarcia wewnętrznego ^a	$\gamma_{\phi'}$	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	γ_{cu}	1,4
Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe	γ_{qu}	1,4
Ciężar objętościowy	γ_{γ}	1,0
^a Współczynnik ten stosuje się do wartości $\tan \phi'$		

Na etapie analiz projektowych dla stanu granicznego wyparcia (UPL) należy przyjąć następujące współczynniki częściowe zgodne z normą PN-EN 1997.

Tablica 7 - współczynniki częściowe γ_F do oddziaływań.

Oddziaływanie	Symbol	Wartość
Stałe		
Niekorzystne ^a	$\gamma_{G;dst}$	1,1
Korzystne ^b	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Zmienne		
Niekorzystne ^a	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
^a - Destabilizujące		
^b - Stabilizujące		

Podłoże gruntowe w rejonie planowanej inwestycji zostało zbadane w zakresie ustalonym ze Zleceniodawcą. Wyniki przeprowadzonych badań zostały przedstawione w Opinii geotechnicznej i Dokumentacji badań podłoża gruntowego. Poszczególne wartości uwzględniane w obliczeniach należy przyjmować w nawiązaniu do przyjętego modelu obliczeniowego. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa zostaną dopasowane do przyjętej metody obliczeniowej.

W Załączniku nr 4 „Opinii geotechnicznej wraz Dokumentacją podłoża gruntowego....” zestawiono charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wg normy PN-81/B-03020.

7. OKREŚLENIE ODDZIAŁYWAŃ OD GRUNTU

W ramach opracowywanego Projektu Geotechnicznego jako oddziaływania, które mogą wystąpić w przypadku projektowanej inwestycji, przyjęto w oparciu o Eurokod 7 – Część 1 – punkt 2.4.2., następujące czynniki:

- parcie gruntu;
- naprężenia w podłożu;
- obciążenia naziomu;
- obciążenia stałe i przyłożone od budowli;
- wykonanie wykopu;
- obciążenie pojazdami;
- skutki działania temperatury, w tym zamarzania.

Wymienione obciążenia zostaną uwzględnione w obliczeniach posadowienia projektowanego obiektu. Wyznaczona zostanie wielkość przemieszczeń podłoża pod fundamentem od obciążenia projektowaną konstrukcją.

Wyróżnia się następujące rodzaje parcia:

- parcie gruntu w spoczynku – które działa na ścianę wtedy, jeżeli istniejąca ściana jest idealnie sztywna i nie ulega odkształceniom pod wpływem obciążenia gruntem, a jednocześnie, jeżeli ściana ta jako całość nie wykazuje żadnego przesunięcia;
- parcie bierne – które określane jako odpór gruntu i istnieje wtedy, jeśli na ścianę działa jakaś siła zewnętrzna powodująca przesunięcie jej w kierunku do gruntu (ciśnienie między ścianą a gruntem ulega zmianie);
- parcie czynne gruntu – które istnieje wtedy, gdy ściana ulegnie przesunięciu w kierunku od gruntu.

Szczegółowe obliczenia parcia gruntu powinny być wykonane na etapie Projektu budowlanego.

Dodatkowo przy określaniu oddziaływań od gruntu należy podkreślić, że pod działaniem obciążeń przekazywanych przez budowle na podłoże gruntowe występują jego odkształcenia zwiększające się w miarę wzrostu nacisku na grunt. Zbyt duże obciążenia gruntu mogą doprowadzić albo do przekroczenia

nośności granicznej gruntu, albo do zbyt dużego osiadania, niedopuszczalnego dla danej konstrukcji, nawet gdyby obciążenie gruntu było znacznie mniejsze od nośności granicznej.

W przypadku prowadzenia robót budowlanych zgodnie z założeniami projektowymi nie przewiduje się wystąpienia negatywnych oddziaływań od gruntu na planowaną inwestycję.

8. PRZYJĘCIE MODELU OBLICZENIOWEGO PODŁOŻA BUDOWLANEGO

Model obliczeniowy podłoża zawarty zostanie w projekcie budowlanym (projekcie wykonawczym). Obliczenia prowadzone będą na podstawie modeli geotechnicznych, tj. profilu otworu geotechnicznego zawartego w Dokumentacji badań podłoża gruntowego, która jest dokumentem poprzedzającym niniejszy Projekt geotechniczny.

Dla poszczególnych warstw gruntu, w zależności od rodzaju obciążeń, ewentualnej metody wzmocnienia oraz posadowienia obiektu, zaleca się rozważenie przyjęcia następującego modelu obliczeniowego:

- dla wszystkich rodzajów technologii wzmocnienia podłoża gruntowego, użyć model sprężysto-plastyczny z kryterium ścięcia gruntu Mohra-Coulomba,
- obliczenia efektywności wzmocnienia podłoża gruntowego zaleca się prowadzić za pomocą programów elementów skończonych, wyznaczając siły wewnątrz pali lub kolumn. W zależności od rodzaju pracy wzmocnienia, obliczenia należy prowadzić w stanie osiowo-symetrycznym (dla pojedynczego elementu wzmocnienia) lub w Płaskim Stanie Odkształcenia,
- współczynnik stateczności należy sprawdzić klasyczną metodą pasków Bishop'a lub w programie elementów skończonych, poprzez procedurę redukcji $\tan\phi$ i c (redukcji kąta tarcia wewnętrznego i kohezji).

9. OBLICZENIE NOŚNOŚCI I OSIADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO ORAZ OGÓLNEJ STATECZNOŚCI

Obliczenia statyczne stanu granicznego nośności fundamentu zawarto w wyciągu z obliczeń konstrukcji dołączonym do projektu budowlanego w branży konstrukcyjnej. Obliczenia nośności, osiadań i ogólnej stateczności przeprowadza się metodą stanów granicznych.

W toku obliczeń stanu granicznego (w projekcie budowlanym) nośności sprawdza się następujące stany graniczne:

- utrata ogólnej stateczności;
- wyczerpanie nośności, zniszczenie na skutek przebiccia lub wypierania;
- utrata stateczności na skutek poślizgu;
- łączna utrata stateczności podłoża i zniszczenie konstrukcji;

- zniszczenie konstrukcji na skutek przemieszczenia fundamentu;
- nadmierne osiadania;
- nadmierne wypiętrzenie spowodowane pęcznieniem, przemarzaniem lub innymi przyczynami;
- niedopuszczalne drgania.

Obliczenia osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności zostaną zawarte w wyciągu z obliczeń konstrukcji dołączonym do projektu budowlanego w branży konstrukcyjnej.

W toku obliczeń stanu granicznego (w projekcie budowlanym) użytkownika należy wykazać czy:

- projektowana konstrukcja nie doznaje nadmiernych osiadań oraz przemieszczeń;
- różnica osiadań oraz przemieszczeń elementów konstrukcji nie zagraża stateczności obiektu.

10. DANE DO ZAPROJEKTOWANIA FUNDAMENTÓW

Do obliczeń przyjąć dane zawarte w „Opinii geotechnicznej oraz Dokumentacji badań podłoża gruntowego...”.

Przekrój obliczeniowy należy wybrać w taki sposób, by był położony w obrębie projektowanego obiektu oraz by uwzględniał najbardziej niekorzystne warunki gruntowe.

11. SPECYFIKACJA BADAŃ NIEZBĘDNYCH DO ZAPEWNIENIA WYMAGANEJ JAKOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH I ROBÓT GEOTECHNICZNYCH

Wykonawca robót ziemnych i geotechnicznych jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz zgodność z dokumentacją projektową. Realizacja poszczególnych prac budowlanych, związanych z wykonywaniem obiektu w podłożu gruntowym, wiąże się z koniecznością przeprowadzenia stosownych odbiorów podłoża gruntowego. Przeprowadzone badania geotechniczne mają charakter punktowy. W przypadku braku innych ustaleń, odbiór podłoża pod projektowany obiekt można wykonać zgodnie z zasadami podanymi w odpowiednich normach przedmiotowych. Zaleca się, aby odbiór robót związanych z realizacją posadowienia budowli odbył się przy udziale inspektora nadzoru oraz uprawnionego geologa. W czasie prowadzenia prac budowlanych należy prowadzić monitoring istniejącej zabudowy znajdującej się w strefie oddziaływania wykopu.

Grunty spoiste w wykopach należy chronić przed przedostaniem się do nich wód atmosferycznych, które mogą spowodować ich rozmakanie i uplastycznianie się (pogorszenie parametrów geotechnicznych), a w efekcie obniżenie nośności tych gruntów. Rozmoczone i rozluźnione partie gruntu należy usunąć z podłoża budowlanego i zastąpić podsypką piaszczysto-żwirową lub chudym betonem.

Należy sprawdzić zgodność czynności wykonywanych w terenie z metodą budowy zakładaną w projekcie budowli. Dostrzeżone różnice między założeniami projektowymi i czynnościami prowadzonymi

w terenie należy bezzwłocznie zgłaszać. Decyzję o kolejności wykonywania prac budowlanych podejmuje Wykonawca.

Podane warunki geotechniczne powinny zostać potwierdzone na miejscu budowy, podczas wykonywania robót fundamentowych, przez uprawnionego geologa. W oparciu o potwierdzone warunki geotechniczne, przed przystąpieniem do realizacji robót fundamentowych Wykonawca w razie potrzeby:

- opracuje projekt zabezpieczenia ścian wykopów,
- opracuje projekt zabezpieczenia dna wykopu.

Przez cały okres prowadzenia robót Wykonawca powinien w razie potrzeby monitorować:

- przemieszczenia obudowy wykopu,
- przemieszczenia w pobliżu budowanego obiektu.

12. OKREŚLENIE SZKODLIWOŚCI ODDZIAŁYWANIA WÓD GRUNTOWYCH NA OBIEKT BUDOWLANY I SPOSOBÓW PRZECIWDZIAŁANIA

W związku z planowaną inwestycją oraz z występującymi w jej zakresie warunkami gruntowo-wodnymi, woda gruntowa nie będzie bezpośrednio oddziaływać na obiekt budowlany. Jak wynika z obserwacji badań terenowych, woda gruntowa na tym obszarze zalega poniżej poziomu posadowienia projektowanego obiektu.

13. OKREŚLENIE ZAKRESU NIEZBĘDNEGO MONITOROWANIA OBIEKTU BUDOWLANEGO, OBIEKTÓW SĄSIADUJĄCYCH I OTACZAJĄCEGO GRUNTU

Zakres czynności mających na celu monitoring konstrukcji na etapie budowy, jak i eksploatacji powinien zostać określony przez Projektanta obiektu. Zalecane jest w razie potrzeby prowadzenie monitoringu istniejącej zabudowy. Działania monitoringowe nie wykraczają poza typowy nadzór robót i przeglądy eksploatowanej budowli. Ocena zachowania konstrukcji może być oparta na pomiarach przemieszczeń wybranych punktów konstrukcji.

Zgodnie z PN-EN 1997-1:2007. Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne, czynności kontrolne nad budową powinny objąć następujące elementy:

- weryfikacja warunków gruntowych, tj. zgodności przyjętych w projekcie warunków z rzeczywistymi;
- weryfikacja warunków wodnych, tj. określenie poziomu wód gruntowych w momencie prowadzenia prac ziemnych;
- kontrola stanu podłoża gruntowego występującego w poziomie posadowienia;
- kontrola prac ziemnych (prawidłowego zagęszczenia wbudowywanego gruntu);
- kontrola wpływu prowadzonych prac ziemnych na tereny sąsiednie.

Gdy przeglądy obiektu wykażą jego nieprawidłowe zachowanie (osiadania, przemieszczenia, widoczne deformacje itp.), których charakter wskazuje na związek z podłożem gruntowym, zaleca się zainstalować repéry i punkty pomiaru osiadań lub przemieszczeń i wykonać odczyty początkowe, zainstalować piezometry do obserwacji poziomu wód oraz wykonać inne urządzenia dostosowane do przewidywanych problemów.

14. WNIOSKI I ZALECENIA

1. Podstawą prawną opracowania Projektu Geotechnicznego jest Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012r., poz. 463).
2. W trakcie wykonania robót budowlanych projektant obiektu budowlanego może zmienić jego kategorię geotechniczną po stwierdzeniu innych od przyjętych w badaniach warunków geotechnicznych, wg § 4.5 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., poz. 463).
3. Zbadane grunty w strefie aktywnej podłoża rozpatrywanego terenu ujęto w warstwy geotechniczne (Opinia geotechniczna, Dokumentacja badań podłoża gruntowego). Podstawą podziału były wydzielenia geologiczne oraz badania terenowe. Dla wydzielonych warstw geotechnicznych w obrębie gruntów mineralnych ustalono charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych.
4. Wszelkie dane konstrukcyjne, obliczenia osiadań, stateczności i stanu granicznego nośności i użyteczności zawarte zostaną w wyciągu z obliczeń konstrukcji dołączonym do projektu wykonawczego (projektu budowlanego) w branży konstrukcyjnej (zarówno w części opisowej, jak i części rysunkowej).
5. Realizacja poszczególnych prac budowlanych, związanych z wykonywaniem obiektu w podłożu gruntowym, wiąże się z koniecznością przeprowadzenia stosownych odbiorów podłoża gruntowego. W przypadku braku innych ustaleń, odbiory podłoża pod projektowaną budowlę można wykonać zgodnie z zasadami podanymi w odpowiednich normach przedmiotowych. Zaleca się, aby odbiory robót związane z realizacją posadowienia obiektu odbywały się przy udziale inspektora nadzoru oraz uprawnionego geologa.
6. Zaleca się rozważenie prowadzenia stałego monitoringu konstrukcji na etapie budowy, jak i późniejszej eksploatacji przedmiotowego obiektu inwestycyjnego, a także monitoring istniejącej zabudowy.

7. Prace ziemne należy prowadzić ze szczególną starannością, a wykopy chronić przed zalaniem wodą i przemarzaniem. Rozmoczone i rozluźnione partie gruntów należy usunąć z podłoża i zastąpić podsypką piaszczysto-żwirową lub chudym betonem.
8. Bezpośrednio pod fundamentami obiektu zaleca się wykonać warstwę podbudowy z chudego betonu, np. klasy C8/10 lub wyższej.