

Projektowanie geometrii fundamentu bezpośredniego

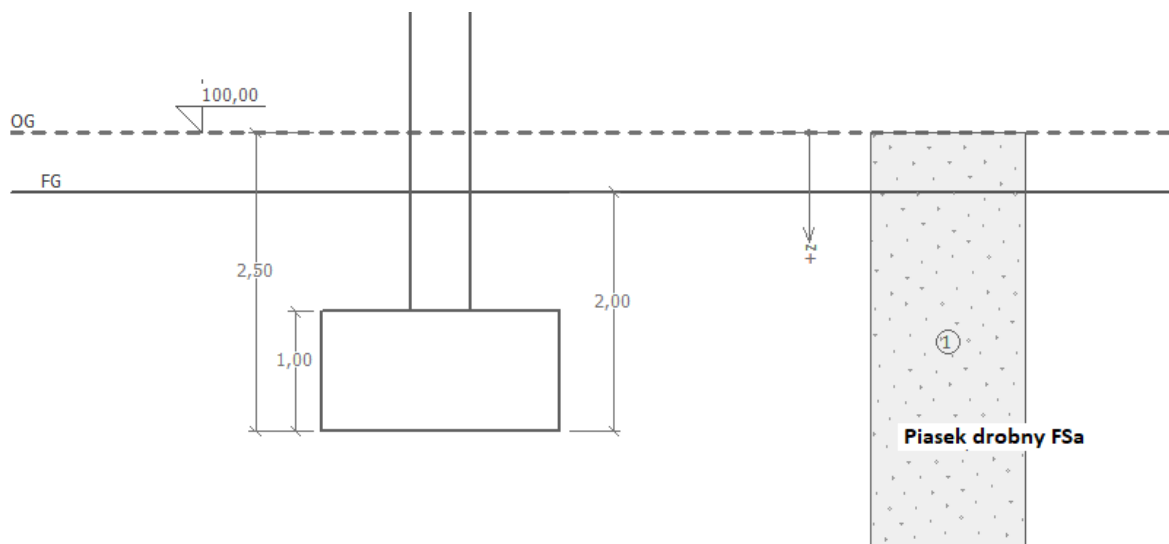
Niniejszy rozdział przedstawia problematykę łatwego i efektywnego projektowania posadowienia bezpośredniego.

Program powiązany: Fundamenty bezpośrednie

Plik powiązany: Demo_manual_09.gpa

Zadanie:

Dobrać wymiary osiowej stopy fundamentowej zgodnie z podejściem obliczeniowym DA1 według normy EN 1997-1 (EC 7-1). Obciążenie od słupów działa na wierzch stopy fundamentowej. Siły wejściowe do obliczeń to: N, H_x, H_y, M_x, M_y . Profil terenu za konstrukcją jest poziomy. Podłoże gruntowe składa się z piasku drobnego (FSa) średniozagęszczonego.



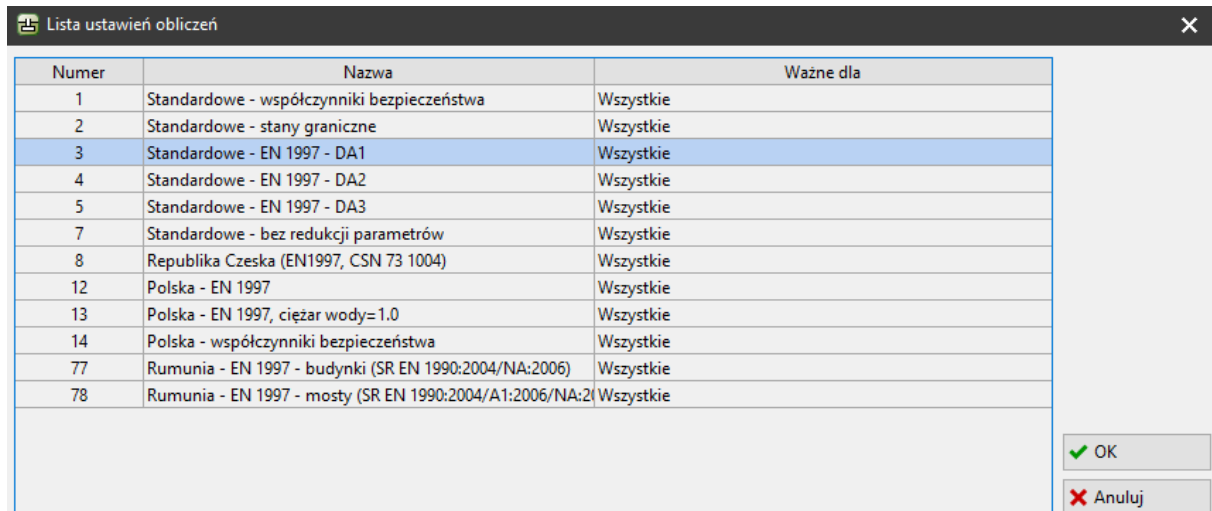
Schemat zadania – analiza nośności fundamentu bezpośredniego

Rozwiązanie

W celu wykonania zadania skorzystaj z programu GEO5 Fundamenty bezpośrednie. Wprowadź dane wejściowe do wszystkich zakładek z wyjątkiem ramki "Geometria". Ramka "Geometria" posłuży do zaprojektowania fundamentu bezpośredniego.

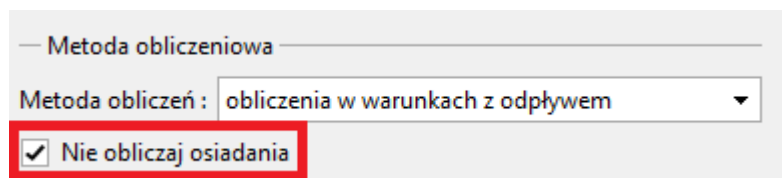
Wprowadzanie danych podstawowych

Przejdź do ramki "Ustawienia" naciśnij przycisk "Wybierz ustawienia" a następnie wybierz z listy dostępnych ustawień numer 3 – "Standardowe – EN 1997 – DA1".



Okno dialogowe "Lista ustawień obliczeń"

Przyjmij ponadto sposób prowadzenia obliczeń – w tym przypadku wybierz opcję "Obliczenia w warunkach z odpływem". W tym zadaniu **nie będziemy analizować osiadań** (będzie to częścią kolejnego Przewodnika inżyniera, nr 10).



Ramka "Ustawienia"

Uwaga: Fundamenty bezpośrednio obliczane są zazwyczaj w warunkach z odpływem przy wykorzystaniu efektywnych wartości parametrów gruntów (φ_{ef}, c_{ef}). Obliczenia w warunkach bez odpływu prowadzone są dla gruntów spoistych lub dla przejściowej sytuacji obliczeniowej przy wykorzystaniu całkowitych wartości parametrów gruntów (φ_u, c_u). Zgodnie z normą EN 1997 całkowity kąt tarcia wewnętrznego wynosi zawsze $\varphi_u = 0$.

W kolejnym kroku wprowadź profil geotechniczny podłoża – zdefiniuj parametry gruntów i przyporządkuj grunty do odpowiednich warstw. Przejdź do ramki „Grunty” i kliknij przycisk „Dodaj”. Dodaj jeden nowy grunt o następujących parametrach (tabelka poniżej), a następnie przyporządkuj ten grunt do profilu w ramce „Przyporządkowanie”.

Tabela z parametrami gruntu

Grunt (Klasyfikacja gruntu)	Profil [m]	Ciężar objętościowy γ [kN/m ³]	Efektywny kąt tarcia wewnętrznego φ_{ef} [°]	Efektywna spójność gruntu c_{ef} [kPa]	Ciężar objętościowy gruntu nawodnionego γ_{sat} [kN/m ³]
FSa - piasek drobny, średniozagęszczony	0,0 – 6,0	17,5	29,5	0,0	18,0

Identyfikacja

Nazwa:

Dane podstawowe

Ciężar objętościowy: $\gamma =$ [kN/m³]

Kąt tarcia wewnętrznego: $\varphi_{ef} =$ [°]

Spójność gruntu: $c_{ef} =$ [kPa]

Wypór

Sposób obliczania wyporu:


Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

Pokazuj

Kategoria szrafury:

Wyszukiwanie:

Podkategoria:

Szrafura: 

9 Piasek

Kolor:

Tło:

Stopień wilgotności <10 - 90>: [%]

Klasyfikuj
Wyczyść
Dane IFC
OK
Anuluj

Ramka „Grunty” – dodawanie nowego gruntu

Następnie przejdź do ramki "Fundament". Jako rodzaj fundamentu wybierz "Osiowa stopa fundamentowa" i wprowadź następujące wymiary: głębokość od pierwotnej powierzchni terenu (2,5m), głębokość posadowienia fundamentu (2,0m), wysokość fundamentu (1,0m) oraz nachylenie terenu zmodyfikowanego jak pokazano na rysunku poniżej. Wprowadź ponadto ciężar objętościowy nadkładu – zasyпки fundamentu po zakończeniu budowy.

Ramka "Fundament"

Uwaga: Głębokość posadowienia stopy fundamentowej zależy od wielu czynników, jak chociażby warunki klimatyczne i hydrogeologiczne podłoża gruntowego. Minimalną zalecaną głębokością posadowienia fundamentu w Czechach jest 0,8 m poniżej poziomu terenu ze względu na strefę przemarzania gruntu. W przypadku gruntów spoistych może być ona znacznie większa i wynosić nawet 1,6m. Podczas obliczania nośności fundamentu jako głębokość posadowienia przyjmowana jest minimalna odległość pionowa między poziomem posadowienia a docelową powierzchnią terenu.

Przejdź do ramki "Obciążenia" i wprowadź wartości sił oraz momentów działających na wierzchnią część fundamentu: N, H_x, H_y, M_x, M_y . Wartości sił uzyskano korzystając z oprogramowania do analizy konstrukcji – możemy wczytać te dane do naszych obliczeń klikając przycisk "Importuj" (więcej informacji na temat importu danych tabelarycznych do programu znajdziesz na stronie internetowej: <http://www.finesoftware.pl/pomoc/geo5/pl/import-danych-tabelarycznych-01/>). Plik do zaimportowania (*import_load_spread_footing.txt*) jest częścią pakietu instalacyjnego GEO5 i znajduje się w folderze „FINE” w dokumentach publicznych.

Nr	Obciążenie nowe	Edycja	Nazwa	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	Rodzaj
1	Tak		Load	2500,00	150,00	200,00	100,00	75,00	Obliczeniowe
2	Tak		Load	1755,00	92,00	114,00	57,00	43,00	Charakterystyczne
3	Tak		Load	2170,00	110,00	165,00	85,00	60,00	Obliczeniowe
4	Tak		Load	1523,00	77,00	116,00	59,00	42,00	Charakterystyczne
5	Tak		Load	1850,00	105,00	120,00	65,00	30,00	Obliczeniowe
6	Tak		Load	1295,00	74,00	86,00	32,00	13,00	Charakterystyczne
7	Tak		Load	1920,00	135,00	160,00	95,00	70,00	Obliczeniowe
8	Tak		Load	1637,00	96,00	108,00	64,00	23,00	Charakterystyczne

Ramka "Obciążenie"

Uwaga: W przypadku wyznaczania wymiarów fundamentu decydującym obciążeniem jest zwykle obciążenie obliczeniowe. Wykonując obliczenia zgodnie z podejściem obliczeniowym DA1 według normy EN 1997-1 musimy wprowadzić dodatkowo wartość obciążenia charakterystycznego, gdyż podejście to wymaga wykonania dwóch kombinacji obliczeniowych.

Pomijamy na razie ramkę „Geometria”, ponieważ w tej ramce będzie wykonywane automatyczne projektowanie wymiarów. Z tego powodu musimy najpierw zdefiniować wszystkie pozostałe parametry.

W ramce „Podłoże fundamentowe” pozostawiamy wybraną opcję domyślną „grunt z profilu geologicznego”.

Podłoże fund. :

Ramka „Podłoże fundamentowe”

Nie będziemy definiować podsypki piaskowo-żwirowej w ramce „Podsypka PŻ”, gdyż w podstawę fundamentu w naszym zadaniu zalega przepuszczalny grunt niespoisty.

Uwaga: Podsypki piaskowo-żwirowe nie są już tak często stosowane, ponieważ w wielu przypadkach na terenach o gruntach spoistych doszło do znacznego podmoczenia dna fundamentów pod wpływem wód gruntowych.

Przejdź do ramki "Materiał" i wprowadź charakterystyki materiałowe fundamentu.

Ciężar objęt. konstrukcji : $\gamma =$ <input type="text" value="23,00"/> [kN/m ³]					
Beton		Zbrojenie podłużne		Zbrojenie poprzeczne	
<input type="button" value="Katalog"/>	<input type="button" value="Użytkownika"/>	<input type="button" value="Katalog"/>	<input type="button" value="Użytkownika"/>	<input type="button" value="Katalog"/>	<input type="button" value="Użytkownika"/>
C 20/25 $f_{ck} = 20,00$ MPa $f_{ctm} = 2,20$ MPa $E_{cm} = 30000,00$ MPa		B500B $f_{yk} = 500,00$ MPa		B500B $f_{yk} = 500,00$ MPa	

Ramka "Materiał"

Pomiń ramkę "Obciążenie" – w zadaniu nie występuje obciążenie naziomu w pobliżu fundamentu.

Uwaga: Obciążenie naziomu w pobliżu fundamentu wpływa na obliczenia osiadań i obrotu fundamentu, natomiast nie ma wpływu na obliczenia nośności. Podczas obliczania nośności pionowej fundamentu obciążenie naziomu nie jest uwzględniane, gdyż działa zawsze korzystnie i zwiększałoby nośność pionową.

Następnie przejdź do ramki "Ustawienia fazy" i wybierz trwałą sytuację obliczeniową.

Sytuacja obliczeniowa : trwała

Ramka "Ustawienia fazy"

Projekt wymiarów fundamentu bezpośredniego

Teraz przejdź do ramki "Geometria" i wybierz opcję "Wyznacz wymiary". W ten sposób program wyznaczy minimalne wymagane wymiary fundamentu. Wyznaczone wymiary będzie można edytować w dalszej pracy w programie.

Okno dialogowe "Wyznaczanie wymiarów fundamentu" pozwala na wprowadzenie wytrzymałości gruntu pod fundamentem lub wybranie opcji "Wyznacz". W tym przypadku wybierz z listy rozwijanej opcję "Wyznacz". Program automatycznie określi ciężar stopy i warstw gruntu poniżej fundamentu a następnie obliczy minimalne wymagane wymiary fundamentu.

Wyznaczenie wymiarów fundamentu ✕

Wytrzym. gruntu pod fundam. : wyznacz

Wyznaczenie wymiarów fundamentu

Wyznaczone wymiary fundamentu : **x =** 2,00 [m] **y =** 2,00 [m]

Mimośród słupa : dx = 0,00 [m] dy = 0,00 [m]

Ciężar własny fundamentu : G = 92,00 [kN]

Ciężar objętościowy gruntu nad fundamentem : Z = 75,00 [kN]

Napężenie kontaktowe $\sigma = 532,59 \text{ kPa} < 545,22 \text{ kPa}$

✔ OK ✖ Anuluj

Okno dialogowe "Wyznaczanie wymiarów fundamentu"

Akceptujemy projekt przyciskiem „OK” i wszystkie wymiary przenoszone są do pól wejściowych w lewej dolnej części ramki. Dodatkowo, obydwa wymiary kolumn zdefiniujemy jako 0,5 m.

Typ fundamentu : osiowa stopa fundamentowa

Wymiary podstawowe

Wymiar całkowity : x = [m]

Wymiar całkowity : y = [m]

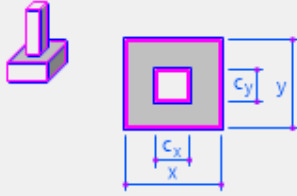
Kształt słupa : prostokątny

Wymiar słupa : c_x = [m]

Wymiar słupa : c_y = [m]

Obrót fundamentu : α = [°]

▶ Wyznacz wymiary



Ramka „Geometria”

Uwaga: Projektowanie osiowych i mimośrodowych stóp fundamentowych polega na dobraniu możliwie najmniejszych wymiarów stopy fundamentowej, przy której spełniony jest warunek nośności pionowej. Opcja "Definiuj" w oknie dialogowym "Wyznaczanie wymiarów fundamentu" spowoduje wyznaczenie wymiarów fundamentu na podstawie zdefiniowanej przez użytkownika wartości wytrzymałości gruntu pod fundamentem.

Uwaga: W przypadku niewymagającej konstrukcji (konstrukcje na prostych fundamentach) możemy wprowadzić tabelaryczną nośność R_d . W innych bardziej skomplikowanych przypadkach zawsze należy wyznaczać nośność R_d .

W kolejnym kroku sprawdzimy zaprojektowany fundament w ramce "1. SG". W tej analizie nie uwzględnimy Odporu gruntu.

Sprawdzenie nośności fundamentu - 1.SG
Sprawdzenie nośności pionowej
 Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 2. (Load)
 Nośność obliczeniowa podłoża fundamentowego $R_d = 545,22$ kPa
 Maksymalne naprężenie kontaktowe $\sigma = 532,59$ kPa
Nośność pionowa SPEŁNIA WYMAGANIA
Analiza mimośrodu obciążenia
 Maks. mimośród w kierunku długości fundamentu $e_y = 0,019 < 0,333$
 Maks. mimośród w kierunku szerokości fundamentu $e_x = 0,049 < 0,333$
 Maks. mimośród przestrzenny $e_z = 0,052 < 0,333$
Mimośród obciążenia fundamentu SPEŁNIA WYMAGANIA
Sprawdzenie nośności poziomej
 Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 7. (Load)
 Nośność pozioma fundamentu $R_{dH} = 1180,77$ kN
 Maksymalna siła pozioma $H = 118,00$ kN
Nośność pozioma SPEŁNIA WYMAGANIA
Nośność fundamentu SPEŁNIA WYMAGANIA

Obliczenia:
 Wybieraj maksyma automatycznie
 Nośność pionowa: Nośność pozioma:
 Kształt naprężenia kontaktowego: Odpór gruntu:
Analiza
NOŚNOŚĆ PIONOWA: SPEŁNIA WYMAGANIA (97,7%)
NOŚNOŚĆ POZIOMA: SPEŁNIA WYMAGANIA (10,0%)

Ramka "1. SG "

– Nośność pionowa: 97,7 % $R_d = 545.22 > \sigma = 532.59$ [kPa] **SPEŁNIA WYMAGANIA**

Wymiarowanie zbrojenia fundamentu bezpośredniego

Po sprawdzeniu nośności fundamentu zaprojektujemy zbrojenie stopy fundamentowej w ramce "Wymiarowanie". Założymy takie samo zbrojenie stopy w obu kierunkach (X, Y) w postaci 18 prętów o średnicy 14 mm. Otulina zbrojenia wynosi 60 mm. Sprawdzimy przyjęte zbrojenie dla najbardziej niekorzystnej kombinacji obciążeń ("Wybierz maksyma automatycznie").

Wymiarowanie:

Wybieraj maksyma automatycznie

Zbrojenie wzdłużne w kierunku X Zbrojenie wzdłużne w kierunku Y

Liczba prętów: 18,00 [szt] Liczba prętów: 18,00 [szt]

Otulina zbrojenia: 60,0 [mm] Otulina zbrojenia: 60,0 [mm]

Średnica pręta: 14,0 [mm] Średnica pręta: 14,0 [mm]

$A_{wym} = 2425,8 \text{ mm}^2 < A_{gef} = 2770,9 \text{ mm}^2$ $A_{wym} = 2425,8 \text{ mm}^2 < A_{gef} = 2770,9 \text{ mm}^2$

Zbrojenie na ścinanie przekroju krytycznego

Liczba prętów: [] [szt] Kąt nachylenia: [] [°]

Średnica pręta: [] [mm]

Analiza

W KIERUNKU X : **SPEŁNIA WYMAGANIA (87,5%)**

W KIERUNKU Y : **SPEŁNIA WYMAGANIA (87,5%)**

PRZEBIECIE : **SPEŁNIA WYMAGANIA (58,0%)**

Przebiecie - przekrój krytyczny:

powierzchnia obc., które
zob. przeniesie na ścinanie
powierzchnia: 2,50E-01m²

przebiecie krytyczny
długość: 2,00m

sprawdzane przekroje

Ramka "Wymiarowanie"

Podsumowanie:

Zaprojektowany fundament bezpośredni o wymiarach 2,0 x 2,0 m spełnia wymagania projektowe.