

Osiadanie fundamentu bezpośredniego

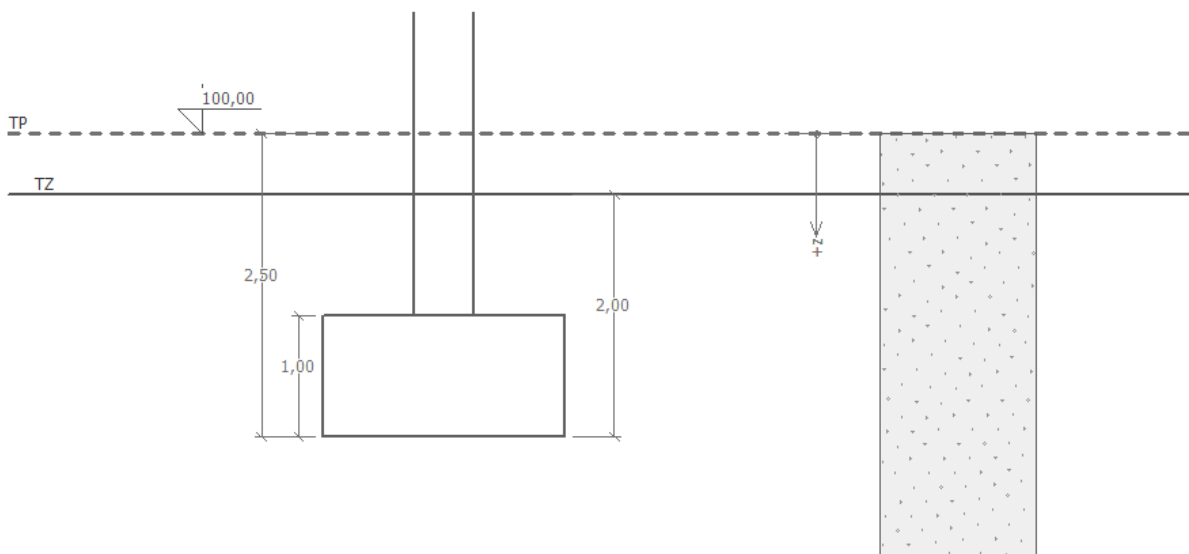
Program powiązany: Fundament bezpośredni

Plik powiązany: Demo_manual_10.gpa

Niniejszy rozdział przedstawia problematykę obliczania osiadania i obrotu fundamentu bezpośredniego.

Zadanie

Przeprowadzić obliczenia osiadania osiowej stopy fundamentowej zaprojektowanej w Przewodniku Inżyniera nr 9 "Projektowanie geometrii fundamentu bezpośredniego". Geometria konstrukcji, obciążenia oraz warunki geotechniczne podłoża gruntowego są takie same jak w poprzednim zadaniu. Przeprowadź analizę osiadania fundamentu wykorzystując moduł edometryczny oraz współczynnik wytrzymałości strukturalnej gruntu. Sprawdź stan graniczny użyteczności fundamentu. W przypadku statycznie niewyznaczalnej konstrukcji żelbetowej, której częścią jest projektowana stopa fundamentowa, osiadanie graniczne wynosi: $s_{m,lim} = 60,0$ mm.



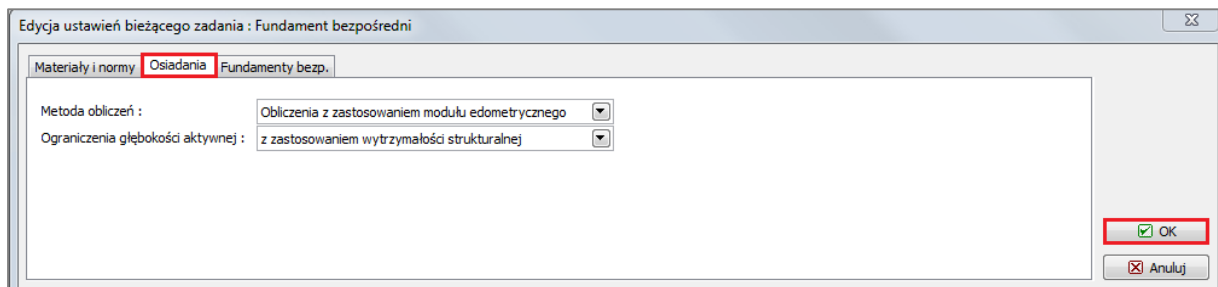
Schemat zadania – analiza osiadania fundamentu bezpośredniego

Rozwiązanie

Aby wykonać zadanie skorzystaj z programu Fundament bezpośredni znajdującego się w pakiecie GEO5. Wykorzystamy model wykonany w poprzednim zadaniu, gdyż większość niezbędnych danych została tam już wprowadzona.

Stopa fundamentowa przedstawiona w poprzednim zadaniu zaprojektowana została zgodnie z podejściem obliczeniowym DA1 według normy EN 1997-1 (EC 7-1). Eurokody nie narzucają żadnej konkretnej metody obliczania osiadań, więc możemy zastosować dowolnie wybraną metodę. Sprawdź ustawienia w ramce "Ustawienia" naciskając przycisk "Edytuj" a następnie przejdź do

zakładki "Osiedzenia". Jako metodę obliczeń przyjmij "Obliczenia z zastosowaniem modułu edometrycznego" i wybierz ograniczenie głębokości aktywnej poprzez opcję "Z zastosowaniem wytrzymałości strukturalnej".



Okno dialogowe "Edycja ustawień bieżącego zadania"

Uwaga: Wytrzymałość strukturalna gruntu odzwierciedla opór ośrodka na deformację pod wpływem obciążenia na początku zniszczenia struktury wewnętrznej gruntu. Stosowana jest jedynie w Czechach i na Słowacji, w pozostałych krajach ograniczenie głębokości strefy aktywnej określone jest jako procent pierwotnego naprężenia geostatycznego. Zalecane wartości wytrzymałości strukturalnej gruntu można znaleźć w normie CSN 73 1001 (Podłoże gruntowe pod fundamentem).

Następnym krokiem jest określenie parametrów gruntów do obliczania osiadań. Dla każdego gruntu wprowadź wartość współczynnika Poissona, współczynnika wytrzymałości strukturalnej oraz modułu edometrycznego lub odpowiednio modułu odkształcenia.

Tabela z parametrami gruntu

Grunt (Klasyfikacja gruntu)	Ciężar objętościowy γ [kN/m ³]	Efektywny kąt tarcia wewnętrznego φ_{ef} [°]	Współcz. wytrzymałości strukturalnej m [-]	Moduł edometryczny E_{def} [MPa]	Współcz. Poissona gruntu ν [-]
FSa - piasek drobny, średniozagęszczony	17,5	29,5	0,3	15,5	0,3

Uwaga: Współczynnik wytrzymałości strukturalnej zależy od rodzaju gruntu. (Więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1).

Analiza

Następnie przejdź do ramki "2. SG" i przeprowadź obliczenia. Osiadania konstrukcji są zawsze obliczane dla obciążeń użytkowych.

W ramce "2. SG" należy wybrać dodatkowe parametry do obliczeń:

- **Napężenie geostatyczne w poziomie posadowienia** uwzględnione od poziomu terenu zmodyfikowanego,
- **Współczynnik redukcji do obliczania osiadań** z uwzględnieniem wpływu głębokości posadowienia (κ_1).

Uwaga: Wartość napężenia geostatycznego w poziomie posadowienia fundamentu wpływa na wielkość osiadań oraz głębokość strefy oddziaływania – większe pierwotne napężenia geostatyczne w gruncie oznaczają mniejsze osiadania. Wartość napężenia pierwotnego występującego w gruncie w poziomie posadowienia zależy od czasu utrzymywania otwartego wykopu. W przypadku, gdy wykop jest otwarty na dłuższy okres czasu cząsteczki gruntu ulegną rozluźnieniu i dojdzie do odprężenia gruntu, co spowoduje zmniejszenie wartości naprężeń w gruncie w poziomie posadowienia.

Uwaga: Współczynnik " κ_1 " odzwierciedla wpływ głębokości posadowienia fundamentu prowadząc do bardziej miarodajnych wyników.

The screenshot displays the GEO5 software interface. The main window shows a 2D cross-section of a foundation with dimensions: width 1.00 m, depth 2.00 m, and a total height of 3.75 m. The ground surface is marked as 'TP' (Terreny Posadowienia) and 'TZ' (Terreny Zmodyfikowane). A stress distribution curve is shown, with 'Sigma,z' (vertical stress) as a solid green line, 'Sigma,or' (original stress) as a dashed black line, and 'mSigma,or' (modified stress) as a solid black line. The right panel shows calculation results:

Osiadanie i obrót fundamentu - wyniki

Sztynność fundamentu:
 Średni moduł odkształcenia $E_{df} = 15,50$ MPa
 Fundament jest sztywny w kierunku podłużnym ($\kappa=241,94$)
 Fundament jest sztywny w kierunku poprzecznym ($\kappa=241,94$)

Analiza mimośrodów obciążenia
 Maks. mimośród w kierunku długości fundamentu $e_x = 0,018 < 0,333$
 Maks. mimośród w kierunku szerokości fundamentu $e_y = 0,035 < 0,333$
 Maks. mimośród przestrzenny $e_t = 0,039 < 0,333$
 Mimośród obciążenia fundamentu SPEŁNIA WYMAGANIA

Całkowite osiadanie i obrót fundamentu:
 Osiadanie fundamentu = 16,9 mm
 Głębokość aktywna = 3,75 m
 Obrót w kierunku x = 0,753 ($\tan^{\circ}1000$); ($4,3E-02^{\circ}$)
 Obrót w kierunku y = 1,784 ($\tan^{\circ}1000$); ($1,0E-01^{\circ}$)

The bottom panel shows the calculation settings for 'Obliczenia':

Wybierz maksyma automatycznie

Napężenie geostatyczne w poziomie posadowienia: Uwzględnione od poziomu terenu zmodyfikowanego

Współczynniki redukcji do obliczeń osiadań: Uwzględnij wpływ głębokości posadowienia (κ_1)

Ramka "2. SG"

Wyniki obliczeń

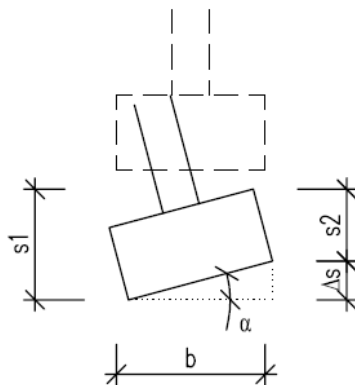
Całkowite osiadanie konstrukcji wynosi 16,9 mm. Sprawdzając stan graniczny użyteczności konstrukcji porównujemy uzyskaną wartość osiadania z wartościami granicznymi dopuszczalnymi dla danej konstrukcji.

*Uwaga: Sztywność konstrukcji (układu fundament-grunt) ma istotny wpływ na wartość osiadania. Przytoczona sztywność opisywana jest przez współczynnik k – jeżeli k jest większe od wartości 1,0 wtedy fundament uznaje się za sztywny i osiadania obliczane są poniżej **punktu charakterystycznego** znajdującego się w odległości 0,37 wymiaru fundamentu od swojej osi. W przypadku, gdy k jest mniejsze od wartości 1,0 wtedy osiadania obliczane są poniżej **środką fundamentu**.*

- Obliczona wartość współczynnika sztywności fundamentu wynosi $k = 137,10$. Osiadania obliczone zostaną poniżej środka fundamentu.

Uwaga: Przykładowe wartości dopuszczalnych osiadań dla różnych rodzajów konstrukcji można znaleźć w różnych normach – przykładowo w normie PN EN 1997-1 (2008) Projektowanie geotechniczne.

Program Fundament bezpośredni oblicza ponadto kąty obrotu fundamentu w oparciu o różnice osiadań na środkach przeciwległych boków.



$$\Delta s = s_1 - s_2$$

$$\text{rotation} = \frac{\Delta s}{b} (\tan * 1000)$$

$$\alpha = \arctan \frac{\Delta s}{b} [^\circ]$$

Obrót fundamentu – założenia obliczeń

- Obrót w kierunku x : $0,75 \cdot (\tan * 1000)$
- Obrót w kierunku y : $1,776 \cdot (\tan * 1000)$

Uwaga: Obrót fundamentu jest szczególnie istotny w przypadku wykonywania obliczeń posadowienia konstrukcji nietypowych, jak: przyczółki i pylony mostów, wieże, wysokie słupy, kominy itp.

Podsumowanie

Zaprojektowany fundament bezpośredni spełnia wymagania projektowe ze względu na osiadania.

$$\text{Osiadanie: } s_{m,\text{lim}} = 60,0 \geq s = 16,9 \text{ [mm].}$$