

Analiza nośności pionowej pojedynczego pała

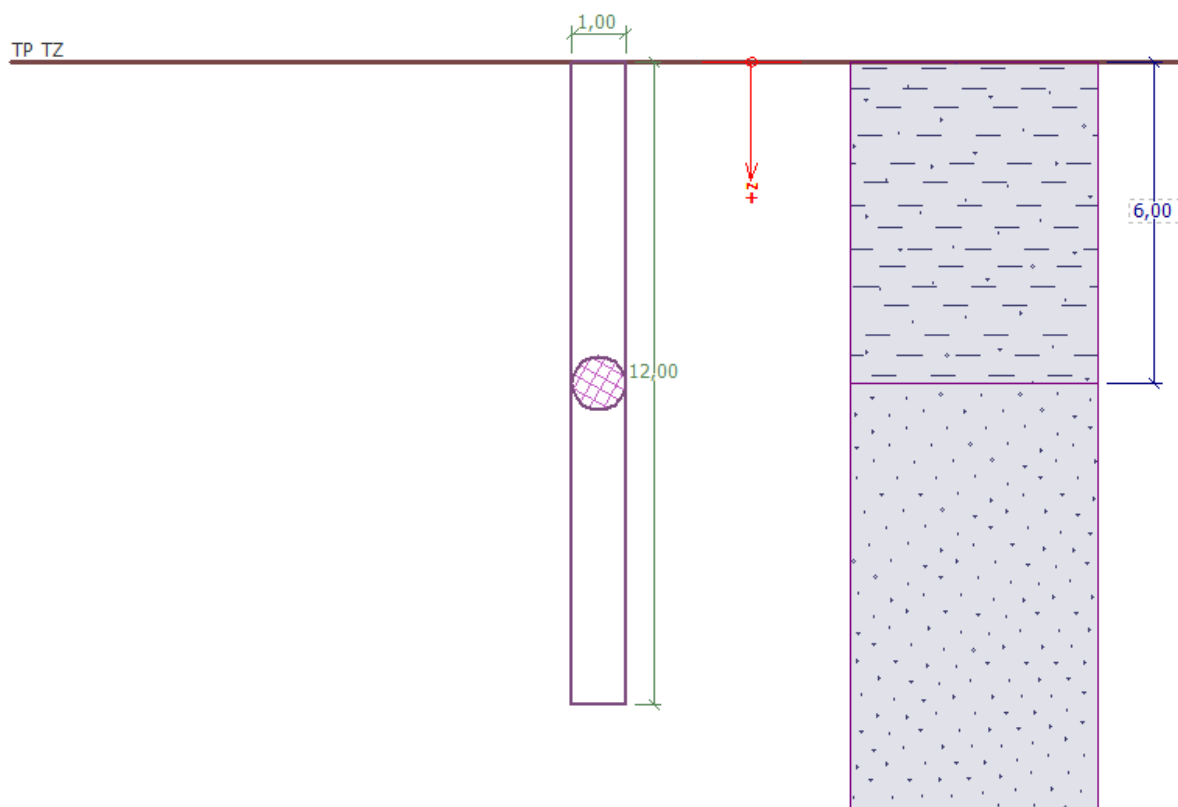
Program: Pal

Plik powiązany: Demo_manual_13.gpi

Celem niniejszego przewodnika jest przedstawienie wykorzystania programu GEO5 PAL do obliczania nośności pionowej pojedynczego pała w odniesieniu do konkretnego praktycznego problemu.

Sformułowanie problemu

Ogólne sformułowanie problemu zostało przedstawione w poprzednim rozdziale (*Przewodnik Inżyniera nr 12 Pały fundamentowe – wprowadzenie*). Obliczenia nośności pionowej pojedynczego pała powinny być prowadzone w zgodności z wymogami stawianymi przez normę EN 1997-1 (podejście obliczeniowe nr 2). Wypadkowa składowych $N_1, M_{y,1}, H_{x,1}$ obciążenia przyłożona jest do głowicy pała.



Schemat ogólny zadania – pojedynczy pał

Rozwiązanie

W celu wykonania zadania skorzystaj z programu GEO5 Pal. Przewodnik przedstawia kolejne kroki rozwiązania tego przykładu.

Niniejszy przykład stanowi analizę nośności pojedynczego pala z wykorzystaniem różnych metod obliczeniowych (NAVFAC DM 7.2, metoda naprężeń efektywnych oraz CSN 73 1002) ze zwróceniem szczególnej uwagi na **parametry wejściowe** mające wpływ na ostateczne wyniki obliczeń.

Wprowadzanie danych

W ramce "Ustawienia" na dole ekranu naciśnij przycisk "Wybierz ustawienia", a następnie wybierz z listy dostępnych ustawień obliczeń numer 4 – "Standardowe – EN 1997 – DA2". Następnie wybierz metodę obliczania nośności pionowej jako *rozwiązanie analityczne*. W naszym przypadku obliczenia pala przeprowadzimy w **warunkach z odpływem**.

Numer	Nazwa	Ważne dla
1	Standardowe - współczynniki bezpieczeństwa	Wszystkie
2	Standardowe - stany graniczne	Wszystkie
3	Standardowe - EN 1997 - DA1	Wszystkie
4	Standardowe - EN 1997 - DA2	Wszystkie
5	Standardowe - EN 1997 - DA3	Wszystkie
7	Standardowe - bez redukcji parametrów	Wszystkie
8	Republika Czeska (EN1997, CSN 73 1004)	Wszystkie
12	Polska - EN 1997	Wszystkie
13	Polska - EN 1997, ciężar wody=1.0	Wszystkie
14	Polska - współczynniki bezpieczeństwa	Wszystkie
77	Rumunia - EN 1997 - budynki (SR EN 1990:2004/NA:2006)	Wszystkie
78	Rumunia - EN 1997 - mosty (SR EN 1990:2004/A1:2006/NA:2006)	Wszystkie

Okno dialogowe "Lista ustawień obliczeń"

Do wstępnej analizy pala wykorzystamy metodę NAVFAC DM 7.2, która jest domyślna dla wybranego ustawienia obliczeń (patrz *zrzut*).

Nie będziemy analizować nośności poziomej pali w tym zadaniu, wobec tego zaznaczamy pole wyboru „Nie wyznaczać nośności poziomej”.

<p>Ustawienia obliczeń: Standardowe - EN 1997 - DA2</p> <p>Materiały i normy</p> <p>Konstrukcje betonowe: EN 1992-1-1 (EC2) Współczynniki EN 1992-1-1: domyślne Ścinanie pali okrągłych: metoda uproszczona Konstrukcje stalowe: EN 1993-1-1 (EC3) Współczynnik częściowy nośności przekroju stalowego: $\gamma_{M0} = 1,00$ Konstrukcje drewniane: EN 1995-1-1 (EC5) Współczynnik częściowy do parametrów drewna: $\gamma_M = 1,30$ Współczynnik wpływu obciążenia i wilgotności (drewno): $k_{mod} = 0,50$ Współczynnik szerokości efektywnej przekroju w ścinaniu (drewno): $k_{cf} = 0,67$</p> <p>Pale</p> <p>Metodyka obliczeń: obliczenia według EN 1997 Obliczenia w warunkach z odpływem: NAVFAC DM 7.2 Krzywa obciążeniowa: liniowa (Poulos) Nośność pozioma: półprzestrzeń sprężysta Podejście obliczeniowe: 2 - redukcja oddziaływań i oporów</p>	<p>Wybierz ustawienia</p> <p>Administrator ustawień</p> <p>Dodaj do administratora</p> <p>Edytuj</p>	<p>Metoda obliczeniowa</p> <p>Analiza nośności pionowej: rozwiązanie analityczne</p> <p>Metoda obliczeń: obliczenia w warunkach z odpływem</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nie wyznaczać nośności poziomej</p>
--	--	---

Ramka "Ustawienia obliczeń"

Następnie, w ramce „Profil” wprowadź profil geotechniczny podłoża, tj. zdefiniuj nową warstwę na głębokości 6,0m.

Nowa warstwa
✕

Zagłębienie warstwy : z = [m]

Miąższość warstwy : t = [m]

Ramka „Profil” – dodawanie warstwy

Następnie przejdź do ramki „Grunty” i zdefiniuj parametry gruntów niezbędne do analizy oraz przyporządkuj grunty do profilu. Metoda **NAVFAC DM 7.2** wymaga określenia rodzaju gruntu, czy grunt danej warstwy jest spisty, czy też niespisty. Wszystkie przedstawione poniżej parametry mają wpływ na wartość oporu wzdłuż pobocznic pąla R_s [kN].

Grunt (Klasyfikacja gruntu)	Ciężar objętościowy γ [kN/m ³]	Efektywny kąt tarcia wewnętrznego φ_{ef} [°]	Efektywna spójność gruntu c_{ef} [kPa]	Współczynnik adhezji α [-]	Współczynnik nośności pąla β_p [-]
SaFCl – łą piaszczysty, twaroplastyczny	18.5	24.5	- / 50	0.60	0.30
FSa – piasek drobny, średniozagęszczony	17.5	29.5	0 / -	-	0.45

Tabela z parametrami gruntu – nośność pionowa pąla (rozwiązanie analityczne)

Dla pierwszej warstwy gruntu, **spistej bez odpływu wody z porów gruntu** (grunt wysadzinowy, stan twaroplastyczny), należy dodatkowo wprowadzić parametr spójności całkowitej gruntu (wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu) c_u [kPa] oraz współczynnik adhezji α [-]. Współczynnik adhezji zależy od stanu gruntu, materiału pąla oraz całkowitej spójności gruntu (*więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1*).

Identyfikacja

Nazwa :

Ił piaszczysty, konsystencja twardoplastyczna

Dane podstawowe ?

Ciężar objętościowy : $\gamma =$ [kN/m³] 18,5

Współczynnik Poisson'a : $\nu =$ [-] 0,35

NAVFAC ?

Rodzaj gruntu :

Spójność gruntu : $c_u =$ [kPa] 50

Współczynnik adhezji : $\alpha =$ [-]

Charakterystyki odkształceniowe ?

Obliczenie osiadania :

Moduł edometryczny : $E_{oed} =$ [MPa] 6 - 10

Wypór ?

Sposób obliczania wyporu :

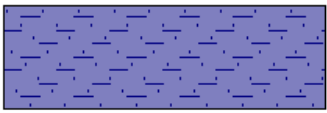
Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

Pokazuj

Kategoria szrafury :

Wyszukiwanie :

Podkategoria :

Szrafura : 

Kolor :

Tło :

Stopień wilgotności <10 - 90> : [%]

Okno dialogowe „Dodaj nowy grunt” – Ił piaszczysty

Dla drugiej warstwy gruntu, **niespoistej** (grunt niewysadzinowy, średniozagęszczony), należy dodatkowo określić kąt tarcia na poboczniczy pala $\delta [^\circ]$, który zależy od materiału pala. Następnie należy zdefiniować wartość współczynnika parcia bocznego $K [-]$, którego wartość uzależniona jest od rodzaju obciążenia (rozciąganie – ściskanie) oraz technologii wykonania pali (więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1). W celu uproszczenia obliczeń wybierzemy opcję „wyznacz” dla obydwu współczynników.

Edycja parametrów gruntu
✕

Identyfikacja

Nazwa :

Piasek drobny, średniozagęszczony

Dane podstawowe

Ciężar objętościowy : $\gamma =$ [kN/m³] 17,5

Współczynnik Poisson'a : $\nu =$ [-] 0,30

NAVFAC

Rodzaj gruntu :

Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{ef} =$ [°] 28 - 31

Kąt tarcia na poboczniczy pała :

Współczynnik parcia bocznego gruntu :

Charakterystyki odkształceniowe

Obliczenie osiadania :

Moduł edometryczny : $E_{oed} =$ [MPa] 16 - 26

Wypór

Sposób obliczania wyporu :

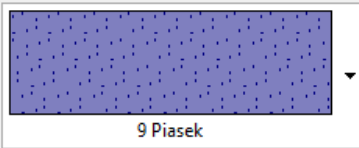
Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

Pokazuj

Kategoria szrafury :

Wyszukiwanie :

Podkategoria :

Szrafura : 

Kolor :

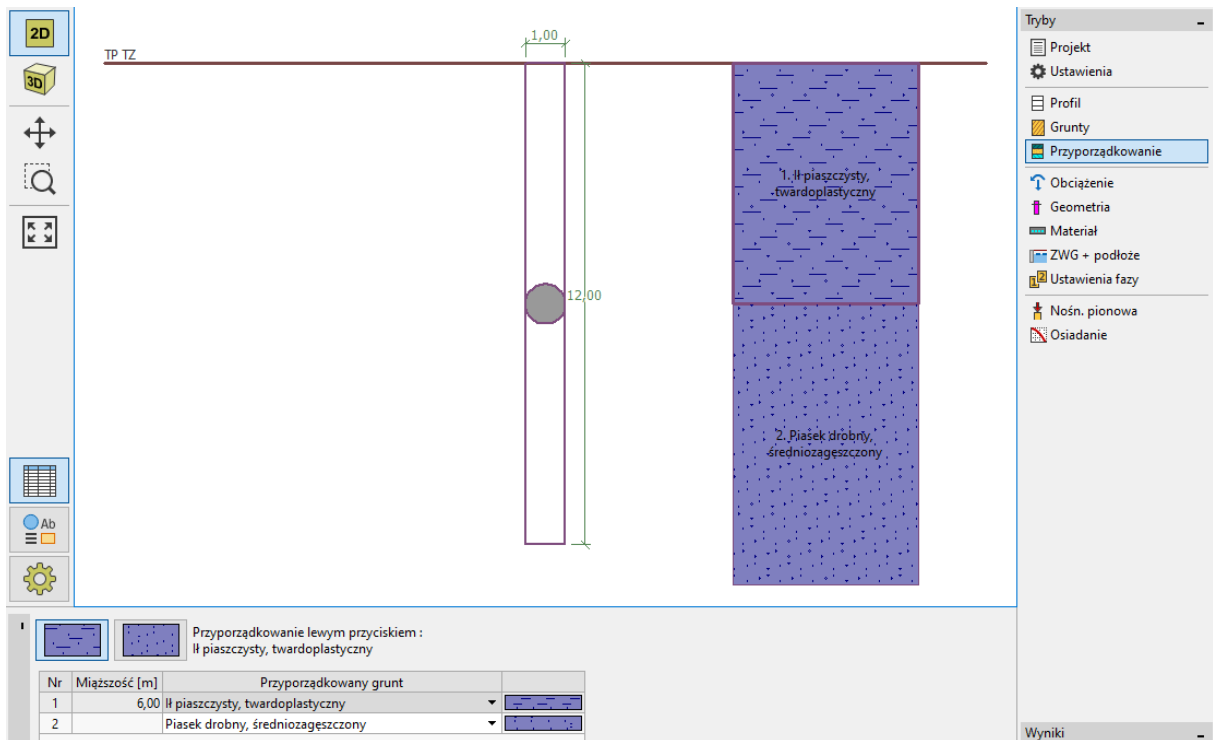
Tło :

Stopień wilgotności <10 - 90> : [%]

Klasyfikuj
Wyczyść
Dane IFC
OK + ↑
OK
Anuluj

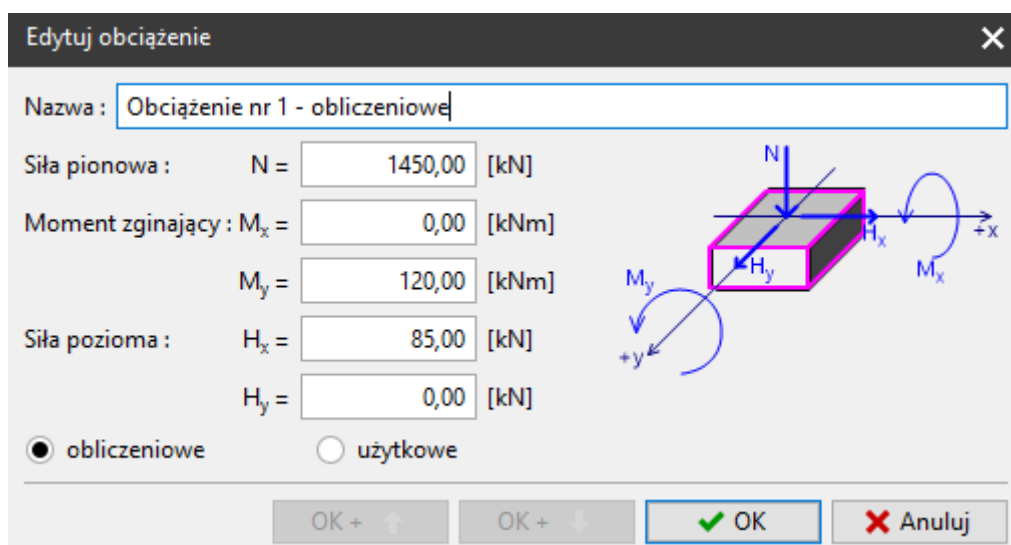
Okno dialogowe "Dodaj nowy grunt" – piasek drobny

Teraz w ramce „Przyporządkowanie” przyporządkuj grunty do odpowiednich warstw profilu.



Ramka „Przyporządkowanie” – przyporządkowywanie gruntów do profilu

Następnie, w ramce „Obciążenie”, zdefiniujemy obciążenie działające na pał. Wartość projektowa (obliczeniowa) obciążenia wykorzystywana jest w obliczeniach nośności pionowej pała, natomiast wartość charakterystyczna obciążenia służy do obliczenia osiadania pała. Dlatego dodamy nowe obciążenie obliczeniowe o wartościach podanych na rysunku poniżej.



Okno dialogowe "Nowe obciążenie"

Przejdź do ramki "Geometria" i wybierz kształt przekroju pała jako kołowy a następnie wprowadź dane geometryczne – długość oraz średnicę pała. Kolejnym krokiem będzie określenie technologii wykonania pała.

Ramka "Geometria"

Następnie w ramce "Materiał" wybierz materiał, z którego wykonany jest pał fundamentowy – ciężar objętościowy pała przyjmij jako $\gamma = 23.0 \text{ kN/m}^3$.

Ramka „Materiał”

Pomiń ramkę "ZWG + podłoże", nie będziemy w niej nic zmieniać. Przejdź do ramki "Ustawienia fazy" i wybierz trwałą sytuację obliczeniową. Następnie przejdź do obliczeń pała wybierając ramkę "Nośność pionowa".

Analiza nośności pionowej pojedynczego pala – metoda obliczeń NAVFAC DM 7.2

Pierwszym krokiem obliczeń jest wprowadzenie w ramce “Nośność pionowa” parametrów mających wpływ na wartość nośności podstawy pala R_b [kN]. Zacznij od zdefiniowania współczynnika głębokości krytycznej k_{dc} [-] wyznaczanego z tzw. głębokości krytycznej, w zależności od gęstości gruntu (więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1). Przyjmij do obliczeń współczynnik o wartości $k_{dc} = 1,0$.

Kolejnym istotnym parametrem jest współczynnik nośności N_q [-], którego wartość jest określana na podstawie wartości kąta tarcia wewnętrznego gruntu φ_{ef} [°] w zależności od technologii wykonania pala (więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1). Przyjmij współczynnik o wartości $N_q = 10,0$.

Obliczenie nośności pionowej: NAVFAC DM 7.2
 Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.
 Współczynnik obliczenia głębokości krytycznej $k_{dc} = 1,00$
 Współczynnik nośności $N_q = 10,00$
 Współczynnik nośności N_c został wyznaczony.

Analiza pala ściskanego:
 Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Obciążenie nr 1 - obliczeniowe)
 Nośność poboczniczy pala $R_s = 676,82$ kN
 Nośność podstawy pala $R_b = 1542,24$ kN

Nośność pala $R_c = 2219,06$ kN
 Pionowa siła obliczeniowa $V_d = 1450,00$ kN

$R_c = 2219,06$ kN > $1450,00$ kN = V_d
Nośność pionowa pala SPEŁNIA WYMAGANIA

Obliczenia:

Wybieraj maksyma automatycznie

Obliczenie: NAVFAC DM 7.2

Wsp. obl. głębokości krytycznej: $k_{dc} =$ [-]

Współczynnik N_q :

Współczynnik nośności: $N_q =$ [-]

Współczynnik N_c :

Tryby

- Projekt
- Ustawienia
- Profil
- Grundy
- Przyprządowanie
- Obciążenie
- Geometria
- Materiał
- ZWG + podłoże
- Ustawienia fazy
- Nośn. pionowa**
- Osiadanie

Wyniki

-
- Nośn. pionowa: 0
- Łączenie: 2
-
- Administrator załączników
-

Ramka “Nośność pionowa” – obliczenia nośności według NAVFAC DM 7.2

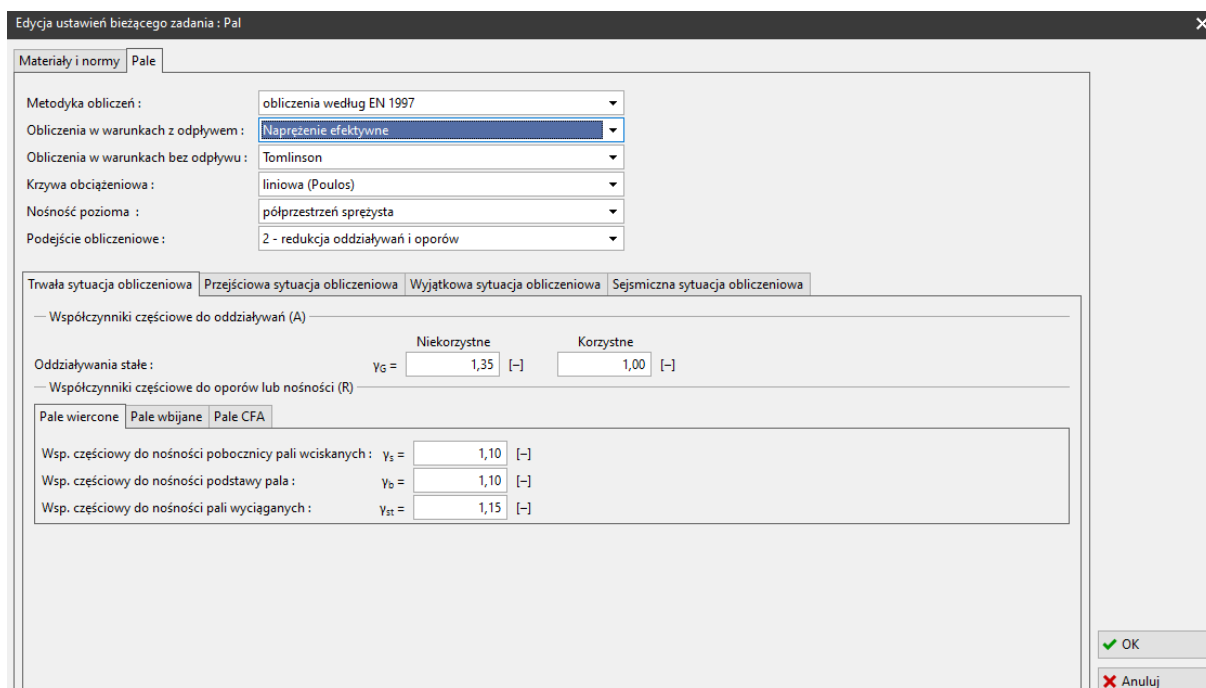
Obliczeniowa nośność pionowa pala obciążonego osiowo R_c [kN] jest sumą oporu poboczniczy pala R_s oraz oporu pod podstawą pala R_b . Aby warunek stanu granicznego nośności był spełniony wartość nośności musi być wyższa od wartości obciążenia obliczeniowego V_d [kN] działającego na pal.

– NAVFAC DM 7.2: $R_c = 2219.06$ kN > $V_d = 1450.0$ kN **SPEŁNIA WYMAGANIA**

Analiza nośności pionowej pojedynczego pala – metoda naprężeń efektywnych

Kolejną czynnością będzie powrót do etapu definiowania ustawień i przeprowadzenie obliczeń nośności pojedynczego pala według innych metod obliczeniowych (metodą naprężeń efektywnych oraz zgodnie z normą CSN 73 1002).

W ramce „Ustawienia” naciśnij przycisk „Edytuj”, a następnie przejdź do zakładki „Pale” i wybierz opcję „Naprężenia efektywne”. Pozostałe parametry wejściowe do obliczeń nie ulegają zmianie.



Edycja ustawień bieżącego zadania: Pal

Materiały i normy | **Pale**

Metodyka obliczeń: obliczenia według EN 1997

Obliczenia w warunkach z odpływem: **Naprężenie efektywne**

Obliczenia w warunkach bez odpływu: Tomlinson

Krzywa obciążeniowa: liniowa (Poulos)

Nośność pozioma: półprzestrzeń sprężysta

Podjęcie obliczeniowe: 2 - redukcja oddziaływań i oporów

Trwała sytuacja obliczeniowa | **Przejęciowa sytuacja obliczeniowa** | Wyjątkowa sytuacja obliczeniowa | Sejsmiczna sytuacja obliczeniowa

— Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)

Oddziaływania stałe: $\gamma_G =$ [-] (Niekorzystne) $\gamma_Q =$ [-] (Korzystne)

— Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)

Pale wiercone | **Pale wbijane** | Pale CFA

Wsp. częściowy do nośności poboczniczy pali wciskanych: $\gamma_s =$ [-]

Wsp. częściowy do nośności podstawy pala: $\gamma_b =$ [-]

Wsp. częściowy do nośności pali wyciąganych: $\gamma_{mt} =$ [-]

OK Anuluj

Okno dialogowe "Edycja ustawień bieżącego zadania"

Następnie przejdź do ramki "Grunty", w której należy zdefiniować dodatkowy, niezbędny w tej metodzie obliczeniowej, współczynnik nośności pala β_p [-] mający bezpośredni wpływ na wartość oporu poboczniczy pala R_s [kN]. Wartość tego parametru zależy od kąta tarcia wewnętrznego gruntu φ_{ef} [°] oraz rodzaju gruntu (więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1).

Edycja parametrów gruntu

Identyfikacja

Nazwa:
Ił piaszczysty, konsystencja twardoplastyczna

Dane podstawowe

Ciężar objętościowy: $\gamma =$ [kN/m³] 18,5

Współczynnik Poisson'a: $\nu =$ [-] 0,35

Metoda naprężeń efektywnych

Wsp. nośności pala: $\beta_p =$ [-]

Charakterystyki odkształceniowe

Obliczenie osiadania:

Moduł edometryczny: $E_{oed} =$ [MPa] 6 - 10

Wypór

Sposób obliczania wyporu:

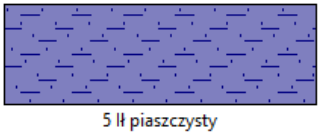
Ciężar gruntu nawodn.: $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

Pokazuj

Kategoria szrafury:

Wyszukiwanie:

Podkategoria:

Szrafura: 
 5 Ił piaszczysty

Kolor:

Tło:

Stopień wilgotności <10 - 90>: [%]

Klasyfikuj Wyczyść Dane IFC OK + ↓ OK Anuluj

Okno dialogowe "Edycja parametrów gruntu" – Ił piaszczysty

Edycja parametrów gruntu

Identyfikacja

Nazwa:
Piasek drobny, średniozagęszczony

Dane podstawowe

Ciężar objętościowy: $\gamma =$ [kN/m³] 17,5

Współczynnik Poisson'a: $\nu =$ [-] 0,30

Metoda naprężeń efektywnych

Wsp. nośności pala: $\beta_p =$ [-]

Charakterystyki odkształceniowe

Obliczenie osiadania:

Moduł edometryczny: $E_{oed} =$ [MPa] 16 - 26

Wypór

Sposób obliczania wyporu:

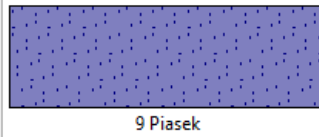
Ciężar gruntu nawodn.: $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

Pokazuj

Kategoria szrafury:

Wyszukiwanie:

Podkategoria:

Szrafura: 
 9 Piasek

Kolor:

Tło:

Stopień wilgotności <10 - 90>: [%]

Klasyfikuj Wyczyść Dane IFC OK + ↑ OK Anuluj

Okno dialogowe "Edycja parametrów gruntu" – piasek drobny

Pozostałe ramki nie wymagają wprowadzania żadnych zmian. Przejdź ponownie do ramki “Nośność pionowa”. **Metoda naprężeń efektywnych** wymaga określenia współczynnika nośności $N_p [-]$, który znacząco wpływa na wartość nośności podstawy pała $R_b [kN]$. Wartość tego parametru zależy od kąta tarcia wewnętrznego gruntu $\varphi_{ef} [^\circ]$ oraz rodzaju gruntu (więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1).

Znaczący wpływ wartości współczynnika $N_p [-]$ na nośność podstawy pała przedstawiono poniżej:

- $N_p = 10$ (podstawa pała w gruncie *spoistym*): $R_b = 1542.24 \text{ kN}$,
- $N_p = 30$ (podstawa pała w gruncie *piaszczystym*): $R_b = 4626.71 \text{ kN}$,
- $N_p = 60$ (podstawa pała w gruncie *żwirowym*): $R_b = 9253.42 \text{ kN}$.

W analizowanym przypadku przyjmij wartość współczynnika nośności $N_p = 30$ (podstawa pała w gruncie *piaszczystym*). Wartości referencyjne współczynnika N_p można znaleźć w pomocy do programu – naciśnij przycisk F1.

The screenshot displays the GEO5 software interface for calculating the vertical capacity of a pile. The main window shows a 2D model of a pile with a diameter of 1.00 and a length of 12.00. The soil is divided into two layers, 1(1) and 2(2). The results panel on the right shows the following data:

Obliczenie nośności pionowej: metoda naprężeń efektywnych
 Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Analiza pała ściskanego:
 Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Obciążenie nr 1 - obliczeniowe)
 Nośność poboczniczy pała $R_b = 1546,09 \text{ kN}$
 Nośność podstawy pała $R_b = 4626,71 \text{ kN}$

Nośność pała $R_c = 6172,80 \text{ kN}$
 Pionowa siła obliczeniowa $V_d = 1450,00 \text{ kN}$

$R_c = 6172,80 \text{ kN} > 1450,00 \text{ kN} = V_d$
 Nośność pionowa pała SPEŁNIA WYMAGANIA

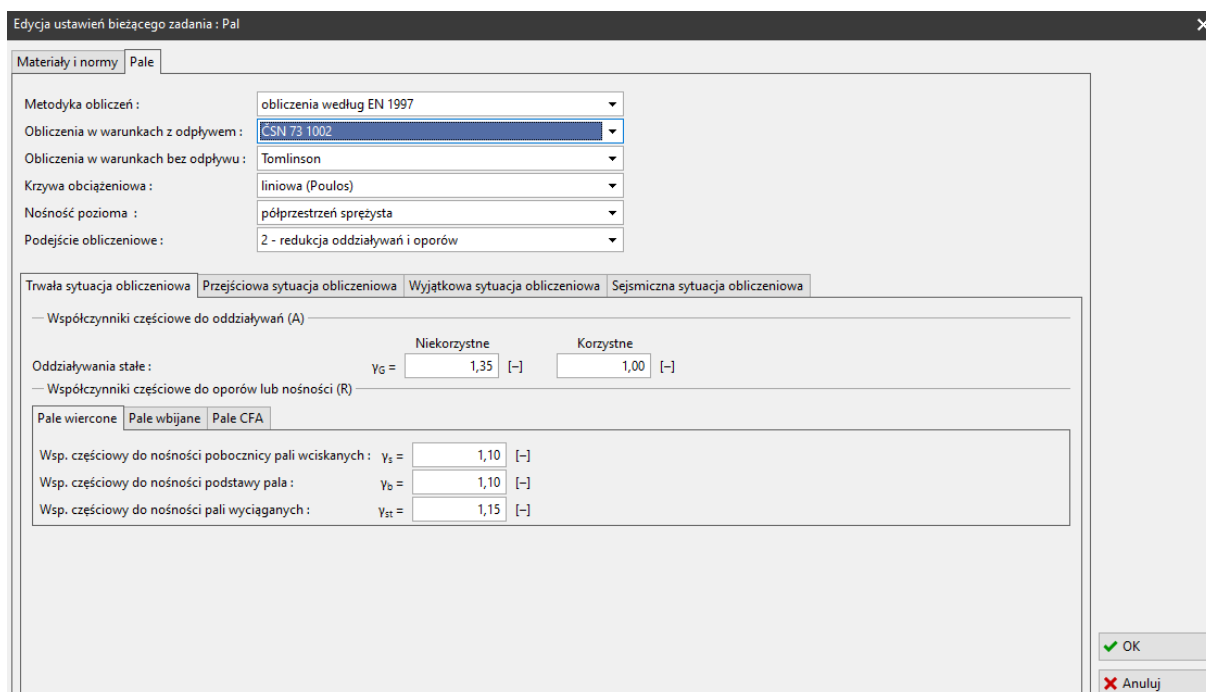
The settings panel at the bottom left shows the calculation method set to "Obliczenie: metoda naprężeń efektywnych" and the coefficient of capacity $N_p = 30,00 [-]$.

Ramka “Nośność pionowa” – obliczenia nośności metodą naprężeń efektywnych

- **MET. NAPR. EFEKTYWNYCH:** $R_c = 6172.8 \text{ kN} > V_d = 1450.0 \text{ kN}$ **SPEŁNIA WYMAGANIA**

Analiza nośności pionowej pojedynczego pala – metoda obliczeń wg normy CSN 73 1002

Przejdź do ramki „Ustawienia” i naciśnij przycisk „Edytuj”, a następnie przejdź do zakładki „Pale”. Dla opcji ustawień „Obliczenia w warunkach z odpływem” wybierz z listy rozwijalnej „CSN 73 1002”. Pozostałe parametry wejściowe do obliczeń nie ulegają zmianie.



Edycja ustawień bieżącego zadania : Pal

Materiały i normy | Pale

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997

Obliczenia w warunkach z odpływem : CSN 73 1002

Obliczenia w warunkach bez odpływu : Tomlinson

Krzywa obciążeniowa : liniowa (Poulos)

Nośność pozioma : półprzestrzeń sprężysta

Podjęcie obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów

Trwała sytuacja obliczeniowa | Przejściowa sytuacja obliczeniowa | Wyjątkowa sytuacja obliczeniowa | Sejsmiczna sytuacja obliczeniowa

— Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)

Oddziaływania stałe : $\gamma_G =$ [-] [-]

— Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)

Pale wiercone | Pale wbijane | Pale CFA

Wsp. częściowy do nośności pobocznych pali wciśniętych : $\gamma_s =$ [-]

Wsp. częściowy do nośności podstawy pala : $\gamma_b =$ [-]

Wsp. częściowy do nośności pali wyciąganych : $\gamma_{st} =$ [-]

OK Anuluj

Okno dialogowe "Edycja ustawień bieżącego zadania"

Uwaga: Stosowana procedura obliczeniowa jest przedstawiona w publikacji „Komentarz do normy CSN 73 1002 Fundamenty palowe” (Rozdział 3: Projektowanie, część B – rozwiązanie ogólne wg teorii 1. grupy stanów granicznych, str. 15). Wszystkie procedury obliczeniowe przyjęto na podstawie wzorów podanych w tej publikacji, z wyjątkiem współczynników obliczeniowych, których wartość zależy od przyjętej metody obliczeniowej (więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1).

Teraz przejdź do ramki „Grunty”, w której dla każdego gruntu należy zdefiniować parametry efektywne.

Edycja parametrów gruntu

Identyfikacja

Nazwa:

Ił piaszczysty, konsystencja twardoplastyczna

Dane podstawowe

Ciężar objętościowy: $\gamma =$ [kN/m³] 18,5

Kąt tarcia wewnętrznego: $\varphi_{ef} =$ [°] 22 - 27

Spójność gruntu: $c_{ef} =$ [kPa] 10 - 18

Współczynnik Poisson'a: $\nu =$ [-] 0,35

Charakterystyki odkształceniowe

Obliczenie osiadania:

Moduł edometryczny: $E_{oed} =$ [MPa] 6 - 10

Wypór

Sposób obliczania wyporu:

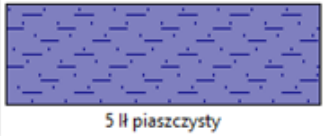
Ciężar gruntu nawodn.: $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

Pokazuj

Kategoria szrafury:

Wyszukiwanie:

Podkategoria:

Szrafura: 

5 Ił piaszczysty

Kolor:

Tło:

Stopień wilgotności <10 - 90>: [%]

Klasyfikuj Wyczyść Dane IFC OK + ↓ OK Anuluj

Edytuj parametry gruntów – Ił piaszczysty

Edycja parametrów gruntu

Identyfikacja

Nazwa:

Piasek drobny, średniozagęszczony

Dane podstawowe

Ciężar objętościowy: $\gamma =$ [kN/m³] 17,5

Kąt tarcia wewnętrznego: $\varphi_{ef} =$ [°] 28 - 31

Spójność gruntu: $c_{ef} =$ [kPa] 0

Współczynnik Poisson'a: $\nu =$ [-] 0,30

Charakterystyki odkształceniowe

Obliczenie osiadania:

Moduł edometryczny: $E_{oed} =$ [MPa] 16 - 26

Wypór

Sposób obliczania wyporu:

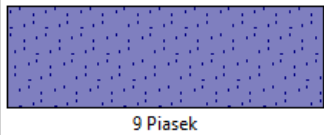
Ciężar gruntu nawodn.: $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

Pokazuj

Kategoria szrafury:

Wyszukiwanie:

Podkategoria:

Szrafura: 

9 Piasek

Kolor:

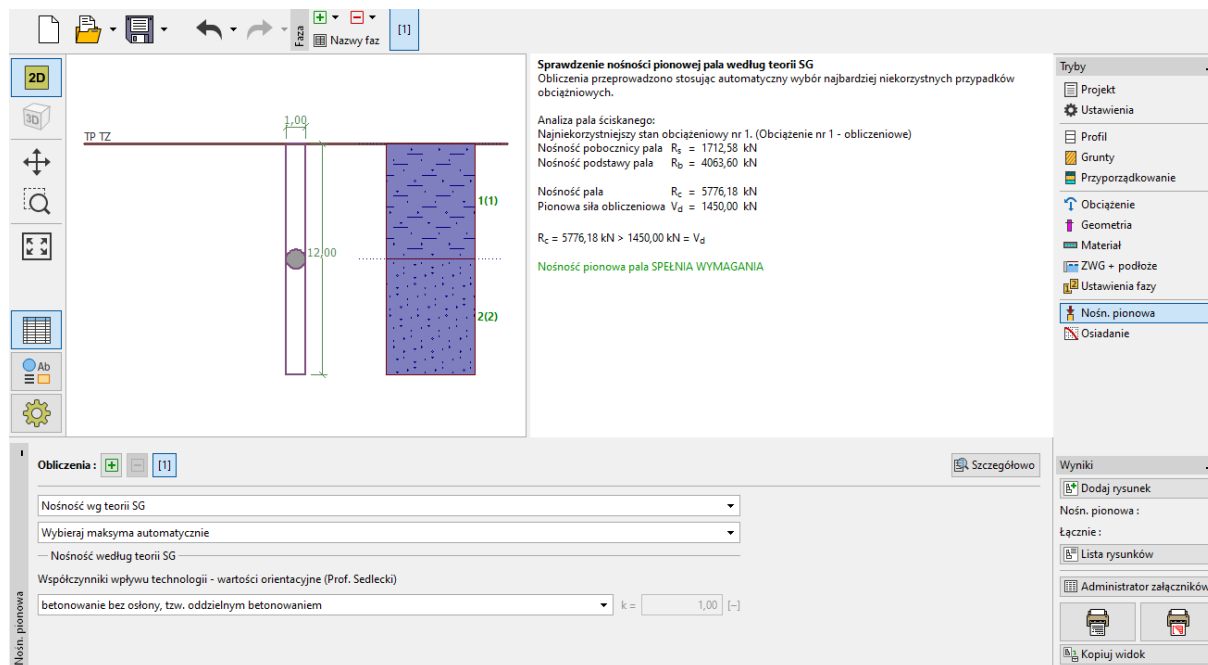
Tło:

Stopień wilgotności <10 - 90>: [%]

Klasyfikuj Wyczyść Dane IFC OK + ↑ OK Anuluj

Edytuj parametry gruntów – piasek drobny

Następnie przeprowadź ponowne obliczenia nośności pała w ramce “Nośność pionowa”. Pozostaw współczynnik wpływu technologii wykonania o wartości $k=1,0$ (obliczenia nośności pionowej pała bez redukcji z uwagi na technologię wykonania pała).



Ramka “Nośność pionowa” – obliczenia nośności według normy CSN 73 1002

– **CSN 73 1002:** $R_c = 5776.18 \text{ kN} > V_d = 1450.0 \text{ kN}$ **SPEŁNIA WYMAGANIA**

Podsumowanie analizy nośności pionowej pojedynczego pała

Całkowita wartość nośności pionowej pała R_c zależy od przyjętej metody obliczeniowej oraz danych wejściowych wykorzystywanych przez te metody:

- NAVFAC DM 7.2:
- współczynnik adhezji α [-],
 - kąt tarcia na powierzchni poboczniczy pała δ [°],
 - współczynnik parcia bocznego gruntu K [-],
 - współczynnik głębokości krytycznej k_{dc} [-],
 - współczynnik nośności N_q [-].

EFFECTIVE STRESS: współczynnik nośności pala β_p [-],
współczynnik nośności N_p [-].

CSN 73 1002: efektywna spójność gruntu c_{ef} [kPa],
efektywny kąt tarcia wewnętrznego φ_{ef} [°].

Wyniki obliczeń nośności pionowej pojedynczego pala w warunkach z odpływem w zależności od zastosowanej metody obliczeniowej przedstawiono w poniższej tabeli:

EN 1997-1, DA2 (warunki z odpływem) Metoda obliczeń	Nośność poboczniczy pala R_s [kN]	Nośność podstawy pala R_b [kN]	Nośność pionowa pala R_c [kN]
NAVFAC DM 7.2	676.82	1542.24	2219.06
NAPRĘŻEŃ EFEKTYWNYCH	1546.09	4626.71	6172.80
CSN 73 1002	1712.58	4063.60	5776.18

Podsumowanie wyników – nośność pionowa pojedynczego pala w warunkach z odpływem

Całkowita nośność pionowa pala obciążonego osiowo R_c jest wyższa od obciążenia obliczeniowego V_d działającego na pal. Warunek stanu granicznego nośności pala jest spełniony, a zatem pal jest poprawnie zaprojektowany.

Wnioski

Wyniki obliczeń nośności pionowej pojedynczego pala są różne, co jest skutkiem zastosowania różnych metod obliczeniowych wykorzystujących inne dane wejściowe.

Projektowanie pali zależy przede wszystkim od zastosowanej metody obliczeniowej oraz danych wejściowych opisujących grunt. Zadaniem projektanta jest wybór charakterystycznej, preferowanej dla danego regionu metody obliczeniowej (uwzględniającej specyfikę podłoża oraz potencjał technologiczny), dla której znane są wszystkie niezbędne parametry gruntowe uzyskane z badań geotechnicznych.

Oczywistym błędem jest obliczanie pali przy wykorzystaniu wszystkich dostępnych w programie metod i wybieranie najbardziej korzystnych lub niekorzystnych wyników.

Autorzy pakietu oprogramowania GEO5 w przypadku obszaru Czech i Słowacji zalecają obliczanie nośności pionowej pojedynczych pali z wykorzystaniem następujących metod:

- Obliczenia z uwzględnieniem dopuszczalnego osiadania pali na poziomie $s_{\text{lim}} = 25 \text{ mm}$ (procedura obliczeniowa według **Masopusta** bazująca na rozwiązaniu równań krzywej regresji).
- Obliczenia zgodnie z procedurą zawartą w normie **CSN 73 1002**. Procedura obliczeniowa jest identyczna jak w normie CSN, z wyjątkiem obciążeń oraz współczynników obliczeniowych redukujących parametry gruntu oraz opór pobocznic i podstawy pała, które są zgodne z normą EN 1997-1, dzięki czemu metoda jest zgodna z EN 1997-1.