

Výpočet sedání osamělé piloty

Program: Pilota

Soubor: Demo_manual_14.gpi

Cílem tohoto inženýrského manuálu je vysvětlit použití programu GEO 5 – PILOTA pro výpočet sedání osamělé piloty pro zadanou úlohu.

Specifikace zadání úlohy

Obecné zadání úlohy je popsáno v kapitole 12. *Pilotové základy – úvod*. Veškeré výpočty pro sedání osamělé piloty proveďte v návaznosti na předchozí úlohu uvedenou v kapitole 13. *Výpočet svislé únosnosti osamělé piloty*.

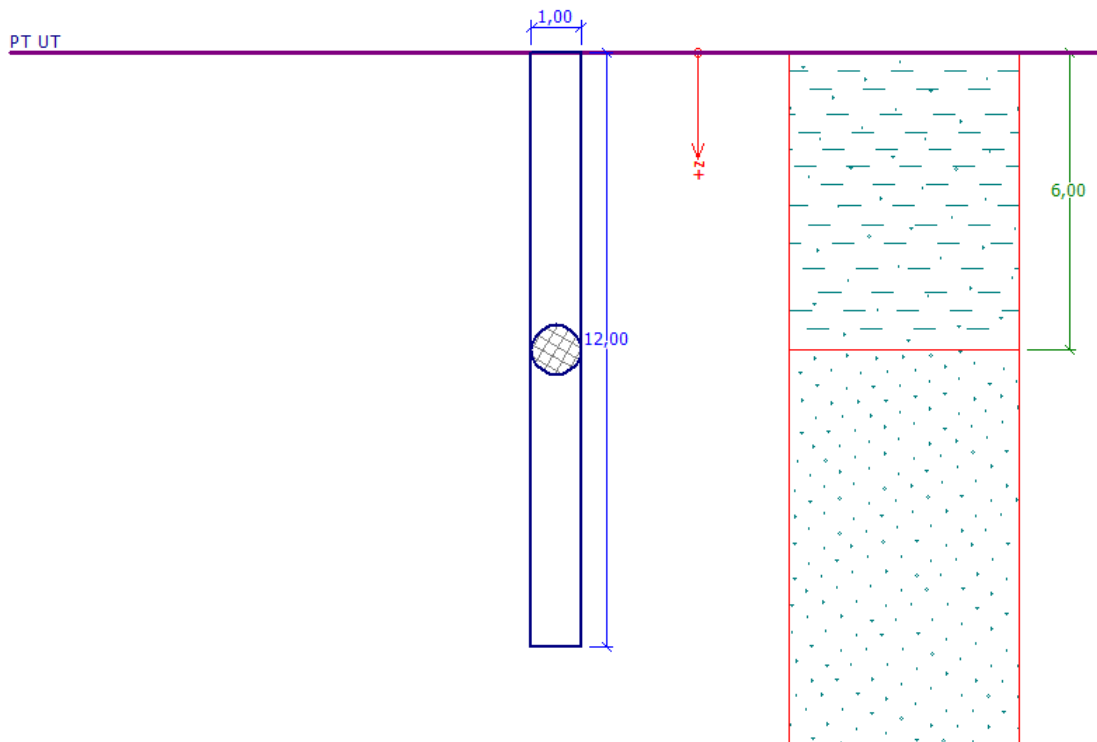


Schéma zadání úlohy – osamělá pilota

Řešení

K výpočtu této úlohy použijeme program GEO 5 – Pilota. V následujícím textu postupně popíšeme řešení příkladu po jednotlivých krocích.

V tomto výpočtu budeme počítat sedání osamělé piloty podle následujících metod:

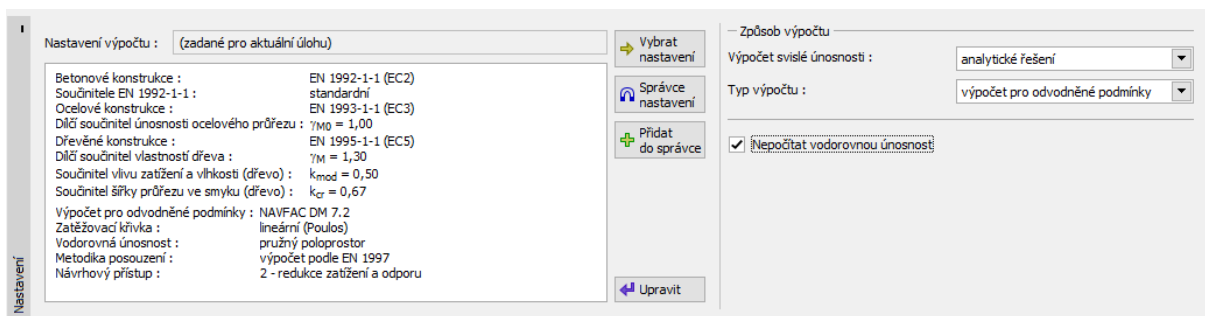
- *lineární teorie sedání* (podle prof. **Poulose**)
- *nelineární teorie sedání* (podle doc. **Masopusta**)

Lineární zatěžovací křivka (řešení podle Poulouso) se určuje z výsledků svislé únosnosti piloty. Základním vstupem do výpočtu jsou **hodnoty únosnosti pláště a paty piloty** – R_s a R_b . Tyto hodnoty se získají z předchozího výpočtu pro svislou únosnost osamělé piloty v závislosti na zadané metodě (NAVFAC DM 7.2, Efektivní napětí, ČSN 73 1002 nebo Tomlinson).

Nelineární zatěžovací křivka (řešení podle Masopusta) vychází ze zadávání pomocí tzv. **regresních koeficientů**. Výsledek je tedy nezávislý na metodách výpočtu únosnosti a může být použit i pro stanovení svislé únosnosti osamělé piloty – kde únosnost odpovídá přípustnému sedání (obvykle 25 mm).

Postup zadání: Lineární teorie sedání (POULOS)

V programu Pilota otevřeme soubor z předchozího manuálu (č. 13). Nastavení výpočtu ponecháme jako „Standardní – EN 1997 – DA2“ podle předchozí úlohy, výpočet únosnosti bude proveden podle NAVFAC DM 7.2. Také zaškrtneme možnost „Nepočítat vodorovnou únosnost“. Pro toto nastavení výpočtu je již zadána lineární zatěžovací křivka (Poulos).



Rám „Nastavení“

Poznámka: Výpočet mezní zatěžovací křivky vychází z teorie pružnosti. Základová půda je popsána modulem přetvárnosti E_{def} a Poissonovým číslem ν .

V dalším kroku v rámu „Zeminy“ definujeme přetvárné charakteristiky zemin potřebné pro výpočet sedání, tj. edometrický modul E_{oed} , resp. modul přetvárnosti E_{def} a Poissonovo číslo ν .

Zemina (specifikace, zatřídění)	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Úhel vnitřního tření φ_{ef} / φ_u [°]	Soudržnost zeminy c_{ef} / c_u [kPa]	Poissonovo číslo ν [-]	Edometrický modul $E_{oed} = [MPa]$
F4, tuhá konzistence	18,5	-/0,0	-/50,0	0,35	8,0
S3, středně ulehlá	17,5	29,5/-	0,0/-	0,30	21,0

Tabulka s parametry zemin – Sedání piloty

Poté v rámu "Zatížení" pro výpočet sedání osamělé piloty definujeme užité (provozní) zatížení. Kliknutím na tlačítko "Přidat" přidáme nové zatížení dle obrázku.

Nové zatížení

Název : Zatížení č. 1

Svislá síla : N = 1015,00 [kN]

Ohyb. moment : M_x = 0,00 [kNm]
M_y = 80,00 [kNm]

Vodorovná síla : H_x = 60,00 [kN]
H_y = 0,00 [kN]

návrhové (výpočtové) užité (provozní)

Dialogové okno „Nové zatížení“

Ostatní rámy přeskočíme, protože zůstávají beze změn. Nyní můžeme přejít k výpočtu sedání v rámu „Sedání“.

V tomto rámu zadáme pro jednotlivé typy zemin sečnový modul deformace E_s [MPa] pomocí tlačítka „Editace E_s “.

Pro 1. vrstvu *soudržné zeminy* (třída F4, $I_c = 0,5$) zadáme doporučenou hodnotu sečnového modulu deformace $E_s \cong 17,0$ MPa . Pro 2. vrstvu *nesoudržné zeminy* (třída S3, $I_d = 0,5$) uvažujeme sečnový modul deformace o velikosti $E_s \cong 24,0$ MPa podle tabulky.

Zadání pro zatěžovací křivku

Zadání parametrů do vrstvy číslo : 1
 Přiřazená zemina : Třída F4, konzistence tuhá
 Počátek vrstvy od upr. terénu : 0,00m
 Konec vrstvy od upr. terénu : 6,00m, mocnost vrstvy: 6,00m

— Parametry — — Nápověda —

E_s = [MPa]

Zadání sečnového modulu deformace E_s [MPa]:

Horniny:
 Třída R3 105,50
 Třída R4 57,30
 Třída R5 41,00
 Třída R6 23,90

Nesoudržné zeminy:
 (Id = relativní ulehlost)
 Id = 0.5 18,40
 Id = 0.7 25,00
 Id = 1.0 47,80

Soudržné zeminy:
 (Ic = index konzistence)
 Ic = 0.5 12,50
 Ic > 1 23,90

OK + ↑ OK + ↓

Dialogové okno „Zadání pro zatěžovací křivku – sečnový modul deformace E_s “ – zemina F4

Zadání pro zatěžovací křivku

Zadání parametrů do vrstvy číslo : 2
 Přiřazená zemina : Třída S3, středně ulehlá
 Počátek vrstvy od upr. terénu : 6,00m
 Konec vrstvy od upr. terénu : 12,00m, mocnost vrstvy: 6,00m

— Parametry — — Nápověda —

E_s = [MPa]

Zadání sečnového modulu deformace E_s [MPa]:

Horniny:
 Třída R3 158,00
 Třída R4 106,66
 Třída R5 77,52
 Třída R6 47,72

Nesoudržné zeminy:
 (Id = relativní ulehlost)
 Id = 0.5 28,40
 Id = 0.7 44,74
 Id = 1.0 88,54

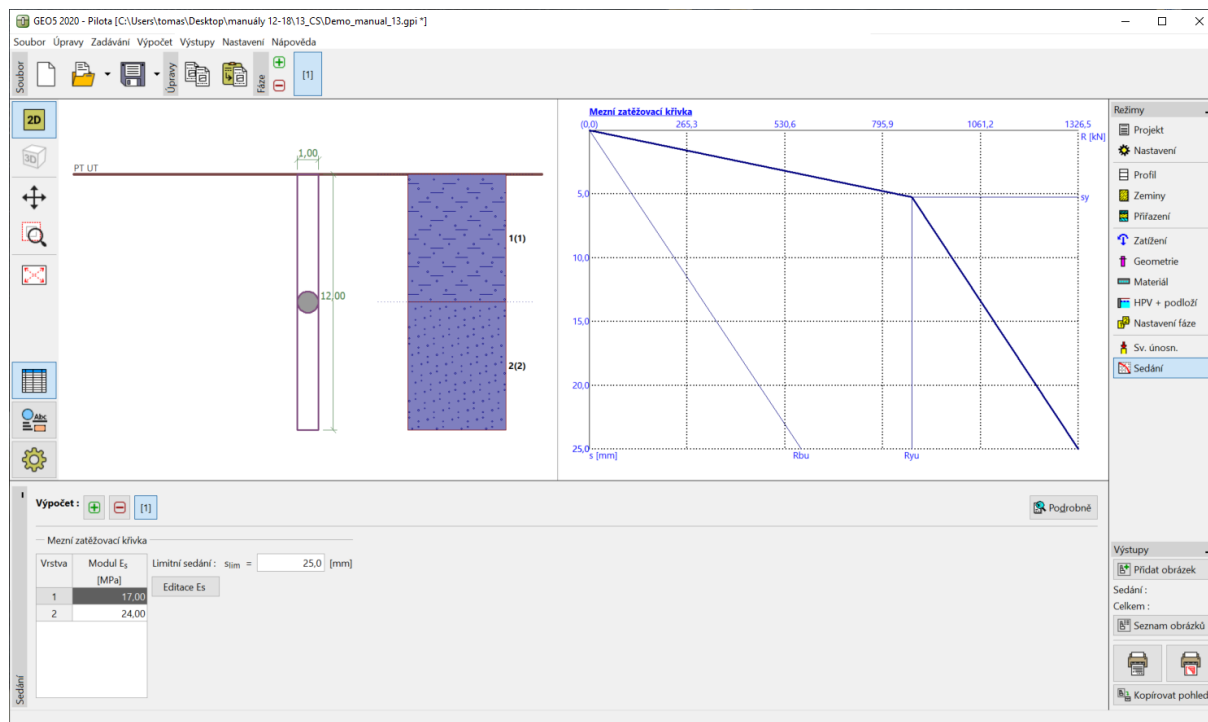
Soudržné zeminy:
 (Ic = index konzistence)
 Ic = 0.5 20,22
 Ic > 1 48,12

OK + ↑ OK + ↓

Dialogové okno „Zadání pro zatěžovací křivku – sečnový modul deformace E_s “ – zemina S3

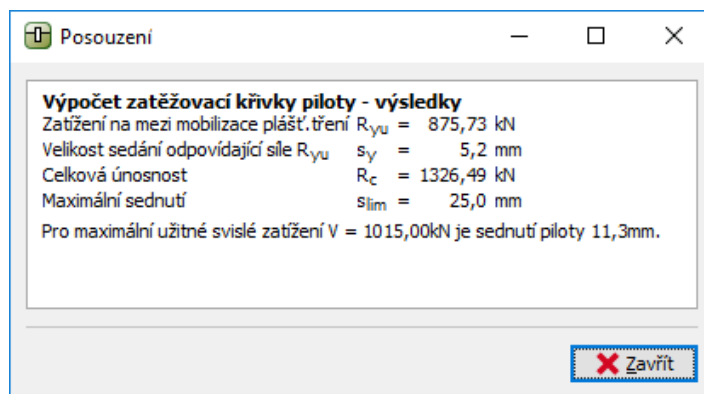
Poznámka: Sečnový modul deformace E_s závisí na průměru piloty a mocnosti jednotlivých vrstev zemín. Hodnoty tohoto modulu by měly být zjištěny na základě in-situ zkoušek. Pro nesoudržné zeminy jeho hodnota dále závisí na indexu relativní ulehlosti I_d , pro soudržné zeminy pak na indexu konzistence I_c .

Dále zadáme limitní sedání, což je maximální hodnota sedání, pro kterou je zatěžovací křivka počítána. V našem případě zadáme hodnotu limitního sedání 25 mm.



Rám „Sedání“ – Lineární zatěžovací křivka (řešení podle Poulose)

Stiskneme tlačítko „Podrobně“ a odečteme spočtenou hodnotu sedání pro maximální užité zatížení.

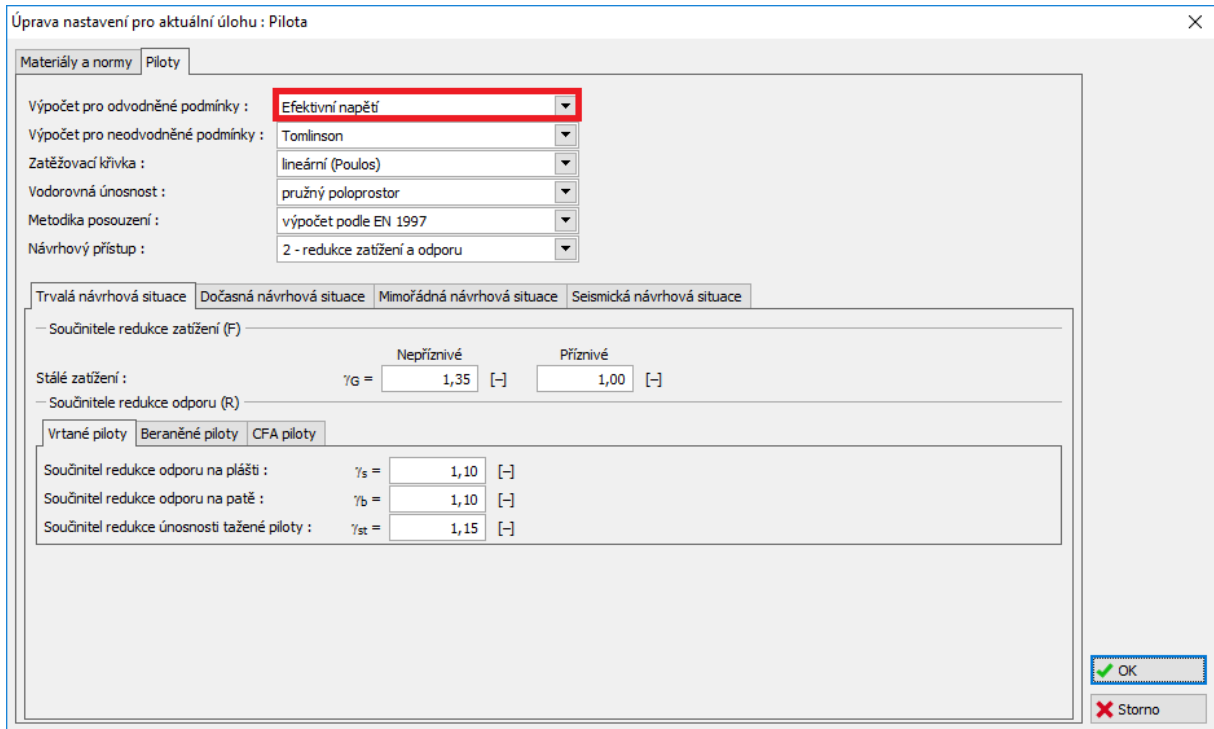


Podrobné výsledky sedání

Pro výpočet svislé únosnosti podle **NAVFAC DM 7.2** vychází sednutí osamělé piloty **11,3 mm**.

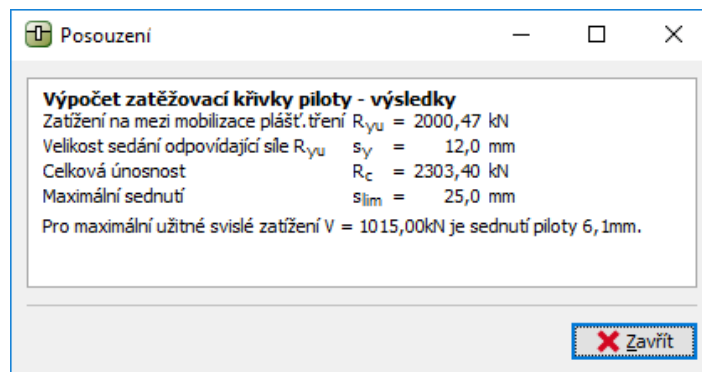
Výpočet sedání osamělé piloty: Lineární teorie sedání (POULOS), ostatní metody

Nyní se vrátíme zpět k zadávání vstupních dat. V rámu „Nastavení“ klikneme na tlačítko „Upravit“. V záložce „Piloty“ u výpočtu pro odvodněné podmínky vybereme nejprve možnost „Efektivní napětí“ a poté pro další výpočet „ČSN 73 1002“. Ostatní vstupní parametry se nezmění.



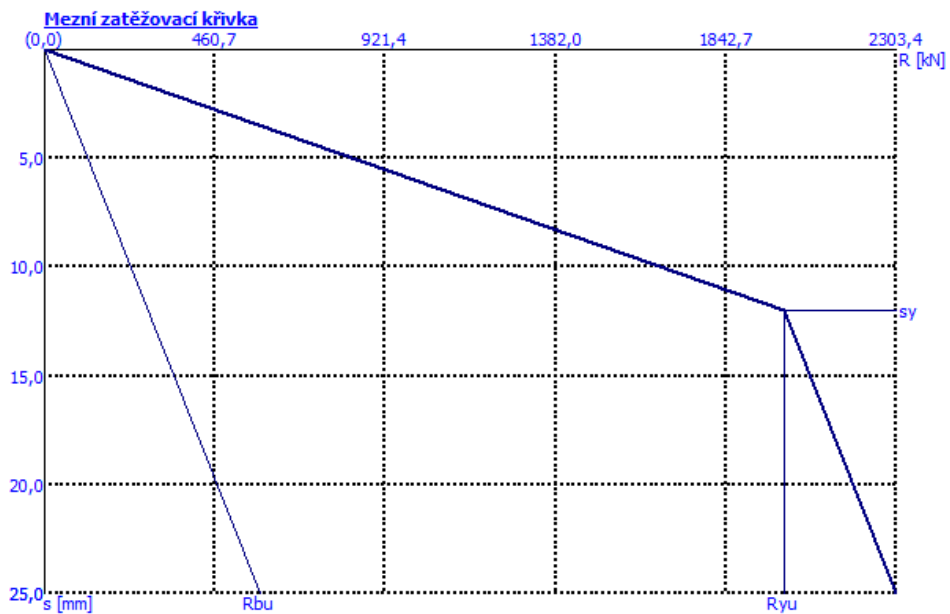
Dialogové okno „Úprava nastavení pro aktuální úlohu“

Následně se vrátíme zpět do rámu „Sedání“, kde si prohlédneme výsledky. Velikost limitního sedání s_{lim} , druh piloty a sečnové moduly deformace E_s zůstávají stejné jako v předchozím případě.



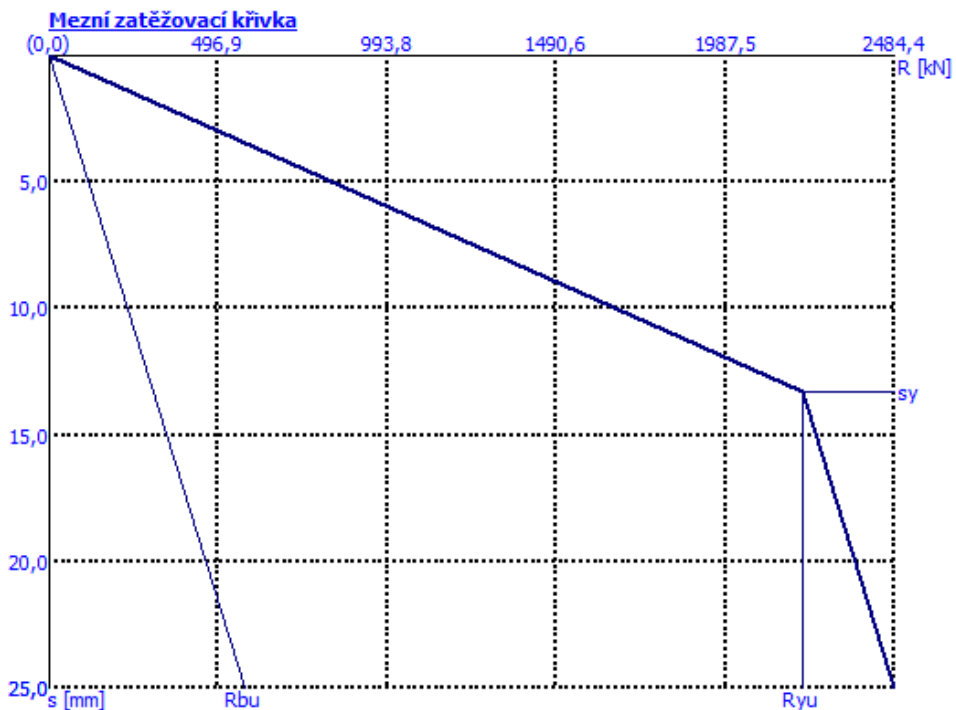
Dialogové okno – “Podrobně” – výsledky metody efektivních napětí

Pro svislou únosnost osamělé piloty určenou pro metodu **EFEKTIVNÍCH NAPĚTÍ** vychází sedání piloty $s = 6,1 \text{ mm}$.



Rám „Sedání“ – Lineární zatěžovací křivka (podle Poulose) pro metodu efektivních napětí

Pro svislou únosnost osamělé piloty určenou pro metodu **ČSN 73 1002** vychází výpočet sedání piloty $s = 6,1 \text{ mm}$.



Rám „Sedání“ – Lineární zatěžovací křivka (podle Poulose) pro metodu ČSN 73 1002

Výsledky výpočtu sedání osamělé piloty podle lineární teorie (**Poulos**) v závislosti na použité metodě výpočtu svíslé únosnosti jsou uvedeny v následující tabulce:

Lineární teorie sedání Metoda výpočtu	Síla na mezi mobilizace plášťového tření R_{yu} [kN]	Celková svíslá únosnost R_c [kN] pro $s_{lim} = 25,0$ mm	Sedání piloty s [mm]
NAVFAC DM 7.2	875,73	1326,49	11,3
EFEKTIVNÍ NAPĚTÍ	2000,47	2303,4	6,1
ČSN 73 1002	2215,89	2484,40	6,1

Souhrnný přehled výsledků – Sedání piloty podle lineární teorie (Poulos)

Výpočet sedání osamělé piloty: Nelineární teorie sedání (MASOPUST)

Toto řešení není závislé na předchozích výpočtech svíslé únosnosti piloty. Metoda vychází z řešení rovnic regresních křivek podle výsledků statických zatěžovacích zkoušek pilot. Tento způsob řešení se používá především v České a Slovenské republice a pro místní inženýrsko-geologické poměry vykazuje spolehlivé a konzervativní výsledky.

V rámu „Nastavení“ klikneme na tlačítko „Upravit“. V záložce „Piloty“ u zatěžovací křivky zvolíme možnost „nelineární (Masopust)“.

Dialogové okno „Úprava nastavení pro aktuální úlohu“

Ostatní údaje zůstávají beze změn. Poté přejdeme do rámu „Sedání“.

Pro nelineární mezní zatěžovací křivku piloty uvažujeme *užitné zatížení*, protože se jedná o výpočet podle mezního stavu použitelnosti. Součinitel vlivu ochrany dřívku ponecháme na hodnotě $m_2 = 1,0$, tudíž nebudeme redukovat výslednou hodnotu svislé únosnosti piloty s ohledem na technologii provádění. Hodnoty přípustného sedání s_{lim} a sečnových modulů deformace E_s ponecháme stejné jako pro předchozí výpočty.

Dále zadáme velikosti regresních součinitelů pomocí tlačítek „Editace a, b“ a „Editace e, f“. Při editaci se v dialogovém okně zobrazují doporučené hodnoty regresních součinitelů pro různé typy zemin a hornin.

Zadání pro zatěžovací křivku

Zadání parametrů do vrstvy číslo : 1

Přiřazená zemina : Třída F4, konzistence tuhá

Počátek vrstvy od upr. terénu : 0,00m

Konec vrstvy od upr. terénu : 6,00m, mocnost vrstvy: 6,00m

— Parametry — — Náповěда —

a = [-]

b = [-]

Zadání regresních součinitelů a,b [-]:

Horniny

	a	b
Třída R3	246	225
Třída R4	169	139
Třída R5	131	94
Třída R6	97	108

Nesoudrž.zeminy
(Id = relativní ulehlost)

	a	b
Id = 0.5	62	16
Id = 0.7	91	48
Id = 1.0	154	115

Soudržné zeminy
{Ic = index konzistence}

	a	b
Ic = 0.5	46	20
Ic > 1	97	108

OK + ↑ OK + ↓ **OK** Storno

Dialogové okno „Zadání pro zatěžovací křivku – regresní součinitele a, b“ – zemina F4

Zadání pro zatěžovací křivku

Zadání parametrů do vrstvy číslo : 2
 Přiřazená zemina : Třída S3, středně ulehlá
 Počátek vrstvy od upr. terénu : 6,00m
 Konec vrstvy od upr. terénu : 12,00m, mocnost vrstvy: 6,00m

— Parametry — — Náповěда —

a = 62,00 [-]
 b = 16,00 [-]

Zadání regresních součinitelů a,b [-]:

Horniny

	a	b
Třída R3	246	225
Třída R4	169	139
Třída R5	131	94
Třída R6	97	108

Nesoudrž.zeminy
 (Id = relativní ulehlost)

	a	b
Id = 0.5	62	16
Id = 0.7	91	48
Id = 1.0	154	115

Soudržné zeminy
 (Ic = index konzistence)

	a	b
Ic = 0.5	46	20
Ic > 1	97	108

OK + ↑ OK + ↓ OK Storno

Dialogové okno „Zadání pro zatěžovací křivku – regresní součinitele a, b“ – zemina S3

Zadání pro zatěžovací křivku

Zadání parametrů pod patou piloty
 Počátek vrstvy od upr. terénu : 12,00m
 Konec vrstvy od upr. terénu : -

— Parametry — — Náповěда —

e = 268,00 [-]
 f = 175,00 [-]

Zadání regresních součinitelů e,f [-]:

Horniny:

	e	f
Třída R3	2840	1298
Třída R4	1616	1155
Třída R5	957	704
Třída R6	988	1084

Nesoudrž. zeminy
 (Id = relativní ulehlost)

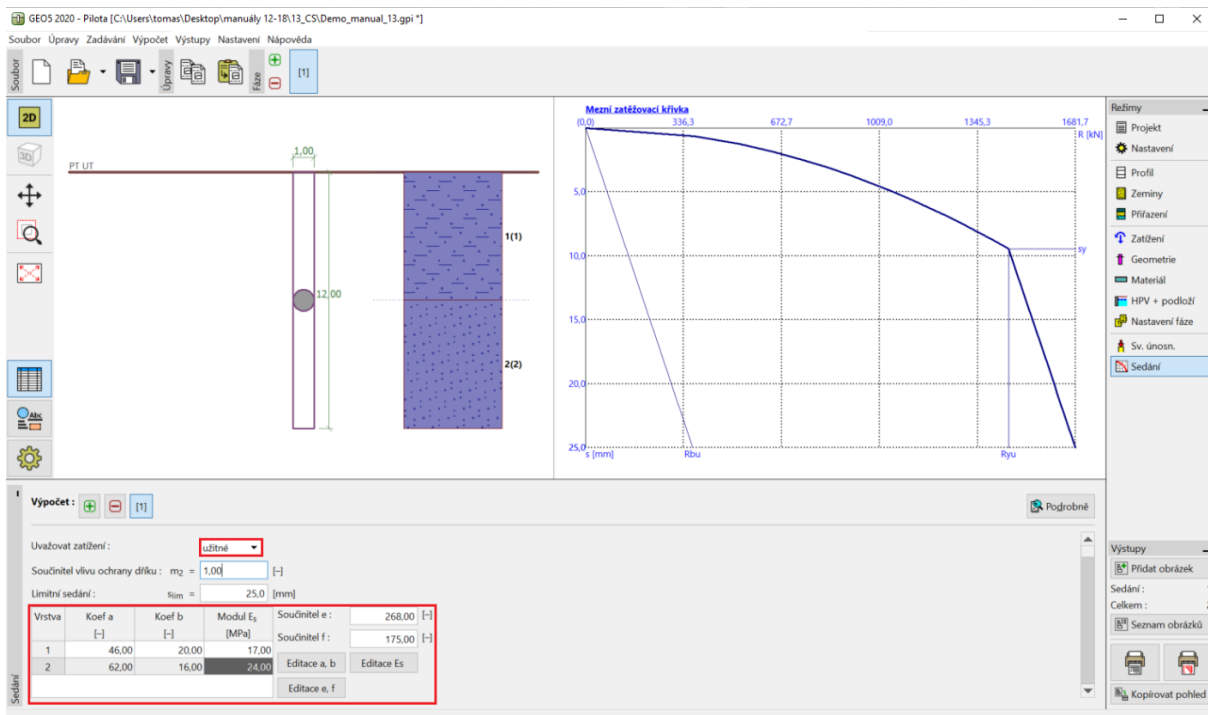
	e	f
Id = 0.5	268	175
Id = 0.7	490	445
Id = 1.0	1596	1400

Soudržné zeminy
 (Ic = index konzistence)

	e	f
Ic = 0.5	198	150
Ic > 1	988	1084

OK Storno

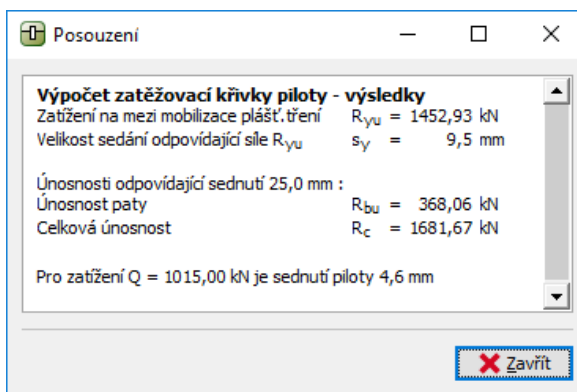
Dialogové okno „Zadání pro zatěžovací křivku – regresní součinitele e, f“



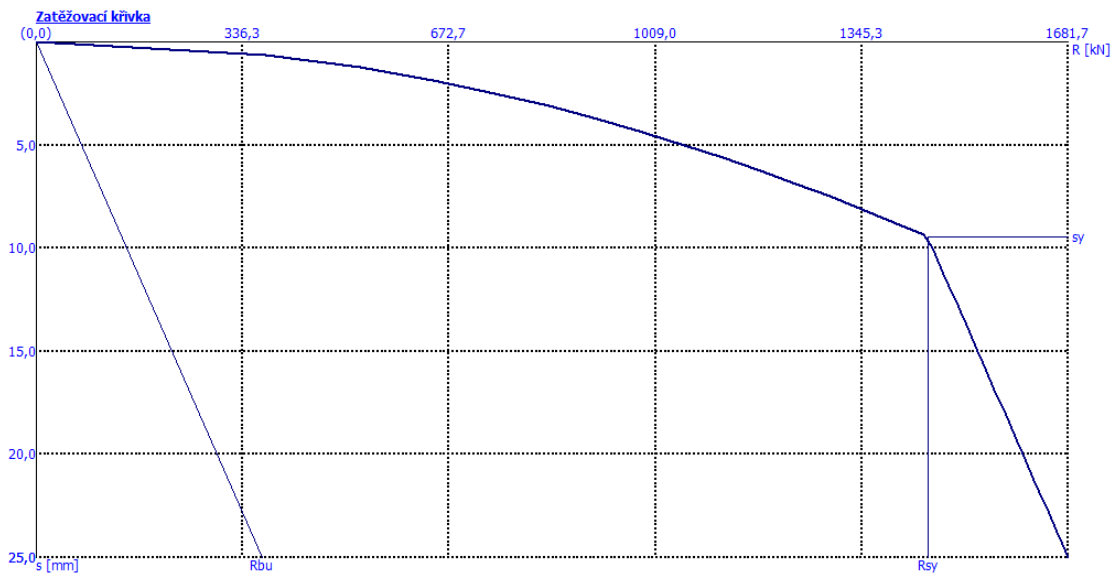
Rám "Sedání" – výsledky podle nelineární teorie sedání (Masopust)

Poznámka: Měrné plášťové tření závisí na regresních součinitelích „a, b“. Napětí na patě piloty (při plné mobilizaci tření na plášti) závisí na regresních součinitelích „e, f“. Hodnoty těchto regresních koeficientů byly odvozeny z rovnic regresních křivek určených na základě statistické analýzy výsledků cca 350 statických zatěžovacích zkoušek pilot v České a Slovenské republice (více informací v nápovědě k programu – F1). Pro nesoudržné zeminy tyto hodnoty závisí na indexu relativní ulehlosti I_d , pro soudržné zeminy pak na indexu konzistence I_c (více informací v nápovědě – F1).

Sednutí piloty pro zadané užité zatížení vychází $s = 4,6 \text{ mm}$.



Podrobné výsledky - Masopust



Rám „Sedání“ – Nelineární zatěžovací křivka (podle Masopusta)

Pozn. Tato metoda se používá i pro výpočet únosnosti piloty, kdy program dopočte únosnost piloty pro limitní sedání (obvykle 25 mm).

Celková únosnost pro s_{lim} : $R_c = 1681,67 \text{ kN} > V_d = 1015,0 \text{ kN}$ **VYHOVUJE**

Závěr

Pro zadané užité zatížení program spočetl podle různých metod sednutí piloty v rozmezí 4,6 – 11,3 mm. Toto sednutí je menší než maximální přípustné sedání – pilota z hlediska 2. mezního stavu vyhovuje.