

Egyedi cölöp süllyedésszámítása

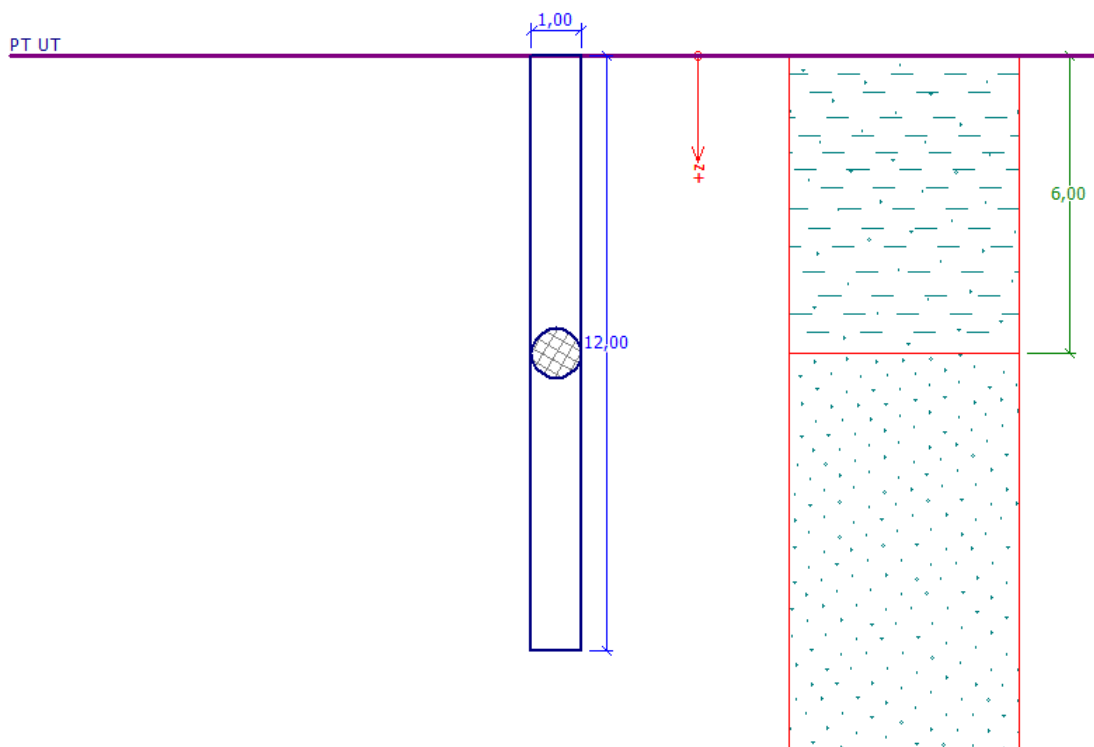
Program: Cölöp

Fájl: Demo_manual_14.gpi

Ennek a mérnöki kézikönyvnek tárgya egy egyedi cölöp GEO5 cölöp programmal való süllyedésszámításának bemutatása egy gyakorlati példán keresztül.

Feladat leírása

A feladat általános leírását a 12. *Cölöpalapozás – Bevezető* fejezetben tárgyaltuk. Minden az egyedi cölöp süllyedésére vonatkozó számítást azonos módon kell elvégezni, mint ahogy a 13. *Egyedi cölöp függőleges teherbírásának számítása* fejezetben korábban bemutattuk.



Feladat leírása ábra – egyedi cölöp

Megoldás

A feladat számítására GEO5 – Cölöp programot fogunk használni. Az alábbi leírásban bemutatjuk a probléma megoldását lépésről lépésre.

Ebben a számításban egyedi cölöp süllyedését vizsgáljuk a következő módszerekkel:

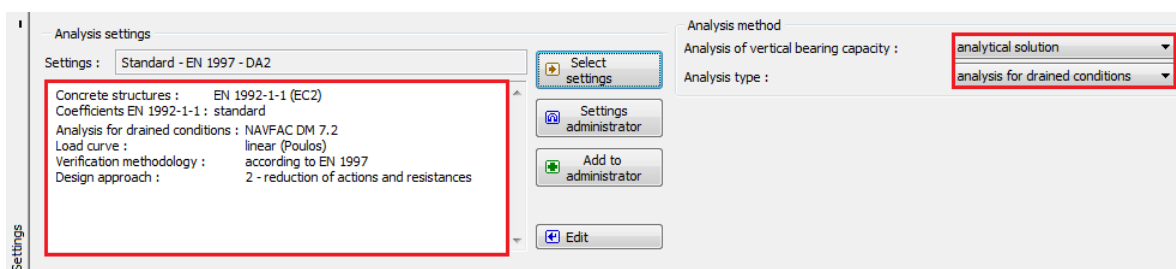
- *lineáris süllyedéselmélet* (Prof. **Poulos** szerint)
- *nemlineáris süllyedéselmélet* (**Masopust** szerint)

A **Lineáris terhelési görbét** (Poulos szerinti megoldás) a cölöp függőleges teherbírásának számításából határozzuk meg. Az alapvető bemenő adatok közé tartoznak a **cölöp köpeny menti teherbírása és talpteherbírásának értékei** – R_s és R_b . Ezek az értékek a cölöpök függőleges teherbírásának számításából származtathatók, és függenek az alkalmazott számítási módszertől (NAVFAC DM 7.2, Effective Stress, CSN 73 1002 vagy Tomlinson).

A **Nemlineáris terhelési görbe** (Masopust szerinti megoldás) az úgynevezett **regressziós együtthatók** előírásán alapszik. A megoldás épp ezért független a teherbírás számításától, így használhatjuk egyedi cölöp adott süllyedéshez (általában 25 mm) tartozó függőleges teherbírásának meghatározására is.

Folyamat leírása: Lineáris süllyedési elmélet (POULOS)

Változtatlanul hagyjuk az eddigi számítási beállításokat – “Szabvány – EN 1997 – DA2” beállítással, mint az előző feladatban, a teherbírás számítást a NAVFAC DM 7.2 szerint végezzük. A lineáris terhelési görbét (Poulos) már korábban beállítottuk a számítási beállításokban.



Számítási beállítások” menü

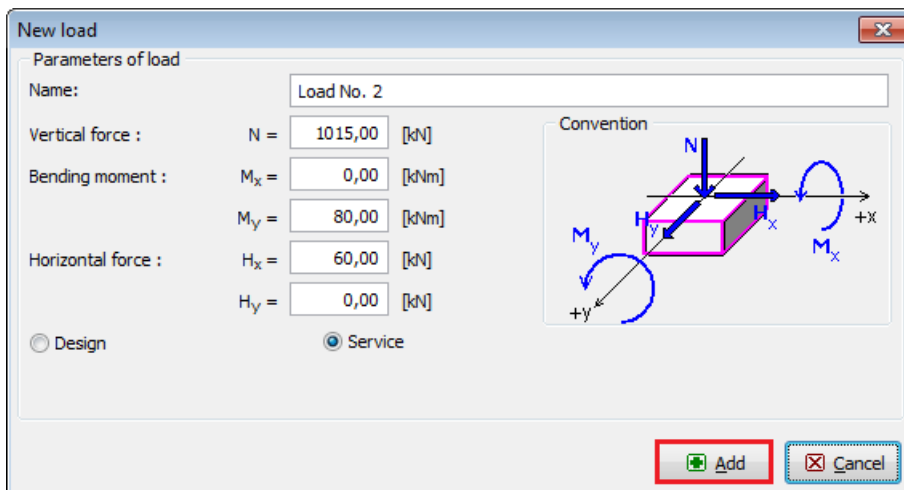
Megjegyzés: A határterhelési görbe számítása rugalmas elméletre alapul. A talajt a rugalmassági modulussal E_{def} és a Poisson tényezővel ν írjuk le.

A következő lépésben megadjuk a süllyedésszámításhoz szükséges rugalmassági talajjellemzőket, mint az összenyomódási modulust E_{oed} , vagy rugalmassági modulust E_{def} és a Poisson tényezőt ν .

| Talaj (Talaj osztályozás) | Térfogatsúly γ [kN/m ³] | Belső súrlódási szög φ_{ef} / φ_u [°] | Talaj kohéziója c_{ef} / c_u [kPa] | Poisson tényező ν [-] | Összenyomódási modulus $E_{oed} = [MPa]$ |
|--|---|--|--|---------------------------------|--|
| CS – Homokos agyag, merev konzisztencia | 18.5 | -/0,0 | -/50,0 | 0.35 | 8.0 |
| S-F – Homok kis mennyiségű finom résszel, közepes tömörség | 17.5 | 29.5 | 0.0 | 0.30 | 21.0 |

Talajjellemzők táblázata – Egyedi cölöp süllyedésszámítása

Süllyedésszámítás céljából definiálnunk kell üzemi (kvázi állandó) terhet.



„Új teher” párbeszédablak

A többi menüt változatlanul hagyjuk. Folytatjuk a süllyedés számítását a „Süllyedés” menüben.

Megadjuk az egyes talajtípusokra azok alakváltozási húrmódulusát E_s [MPa] az „Szerk. E_s ” gombbal.

Az első réteg kohéziós talajra (CS osztály, $I_c = 0.5$) beállítjuk az alakváltozás húrmódulusára ajánlott $E_s \cong 17.0$ MPa értéket. A második, kohéziómentes réteg (S-F osztály, $I_d = 0.5$) alakváltozási húrmódulusára a táblázat szerinti $E_s \cong 24.0$ MPa-t feltételezünk.

Input for load settlement curve

Layer parameters
 Input of parameters into layer No. 1
 Assigned soil : Sandy clay (CS), consistency firm
 Beg. of layer from graded terrain : 0,00m
 Layer bottom from graded terrain : 6,00m, layer thickness : 6,00m

Help - layer parameters
 Secant modulus of deformation E_s [MPa]:

Rocks:
 Class R3 122,00
 Class R4 83,14
 Class R5 60,48
 Class R6 36,98

Non-cohesive soils:
 (Id = relative compaction)
 Id = 0.5 24,20
 Id = 0.7 35,56
 Id = 1.0 73,96

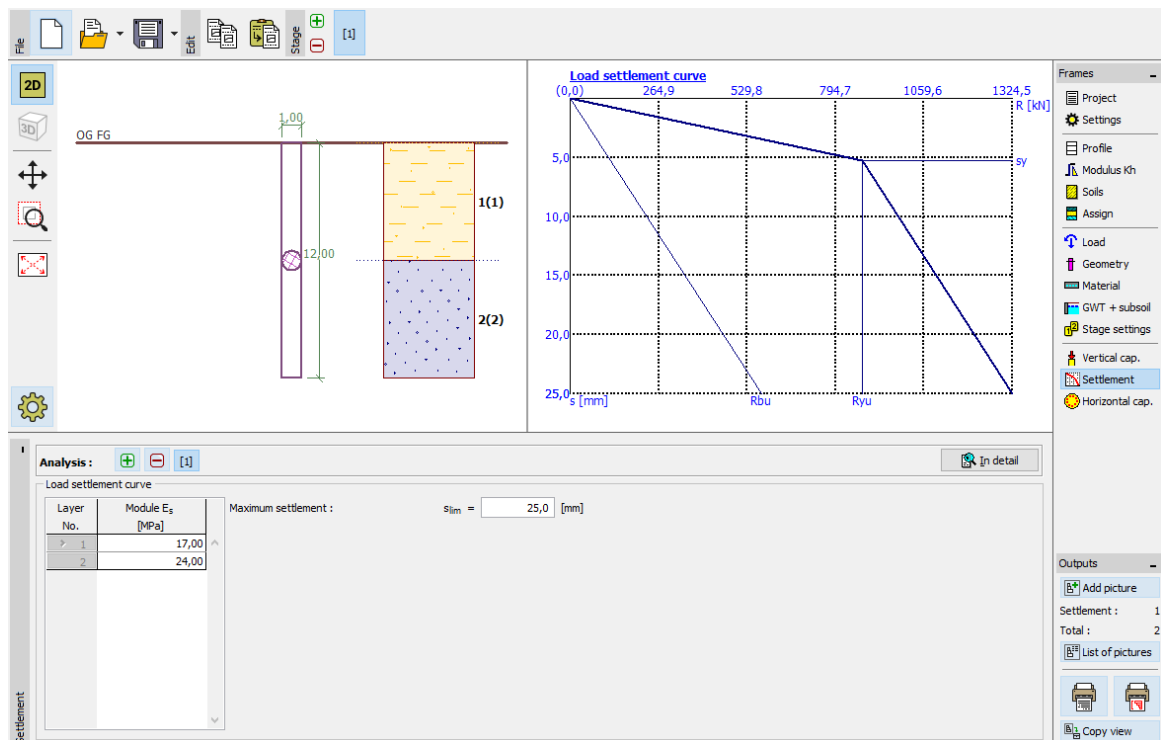
Cohesive soils:
 (Ic = consistency index)
 Ic = 0.5 16,98
 Ic > 1 36,98

$E_s = 17,00$ [MPa]

OK OK + Cancel OK + OK +

“Terhelés-süllyedés görbe megadása – alakváltozás húrmódulusa E_s ” párbeszédablak

Megjegyzés: Az alakváltozási húrmódulus E_s függ a cölöp átmérőjétől, és az egyes talajrétegek vastagságától. A modulus értékét helyszíni vizsgálatokra alapozva kell meghatározni. Az érték kohéziómentes talajoknál függ a relatív tömörségtől I_d , míg kohéziós talajoknál a konzisztencia indextől I_c .



“Süllyedés” menü – Lineáris terhelési görbe (megoldás Poulos szerint)

Továbbá beállítjuk a határsüllyedést, ami a maximális süllyedési érték, ahol a terhelési görbét számítjuk. A „Részletesen” gombra kattintva megtudhatjuk a maximális üzemi teherhez tartozó süllyedést.

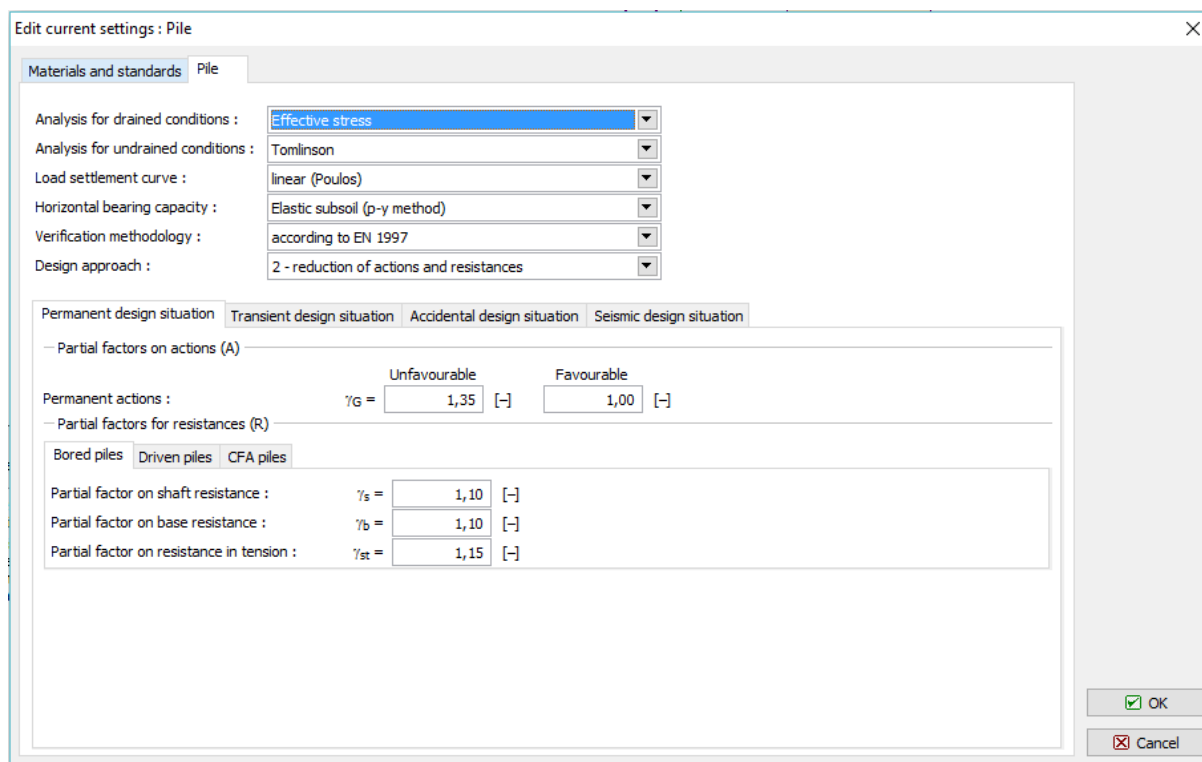
| Verification | |
|---|---------------------|
| Analysis of load settlement curve - results | |
| Load at the onset of mobilization of skin friction R_{yu} | = 875,73 kN |
| The settlement for the force R_{yu} | s_y = 5,2 mm |
| Total resistance | R_c = 1324,52 kN |
| Maximum settlement | s_{lim} = 25,0 mm |
| The settlement for maximum service load $V = 1015,00$ kN is 11,4mm. | |

Eredmények süllyedésre

A **NAVFAC DM 7.2** szerint számított egyedi cölöp függőleges teherbíráshoz tartozó süllyedés eredménye $s = 11.4 \text{ mm}$.

Egyedi cölöp süllyedésszámítása: lineáris süllyedési elmélet (POULOS), egyéb módszerek

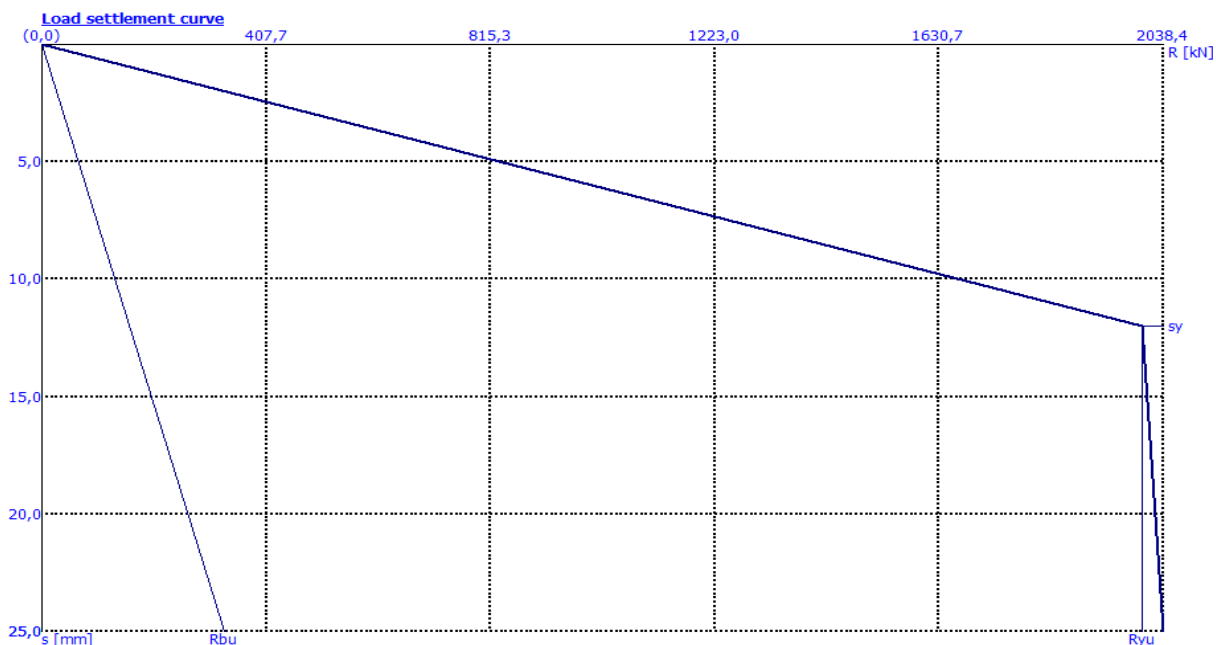
Most visszatérünk a bemenő adatok beállításaihoz. A „Beállítások” menüben a „Szerkesztés” gombra kattintunk. A „Cölöp” fülön a drénezett körülmények közötti számításra először állítsuk be a „Hatékony feszültségek” lehetőséget, majd a „CSN 73 1002”-t a következő számításhoz. Az egyéb bemenő paramétereket hagyjuk változatlanul.



„Jelenlegi beállítások szerkesztése” párbeszédablak

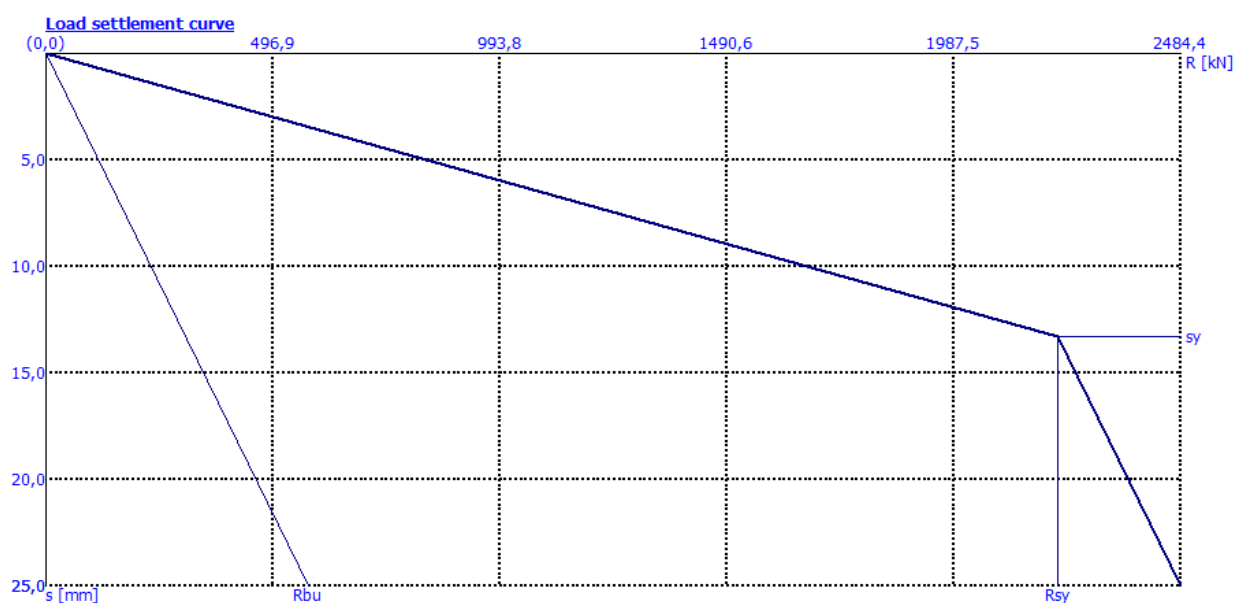
Ezután visszatérünk a „Süllyedés” menübe, ahol láthatjuk az eredményeket. A határsüllyedés nagysága s_{lim} , a cölöptípus és az alakváltozás húrmodulusa E_s maradjon az előző esettel megegyező.

A **Hatékony feszültségek** módszerével végzett függőleges teherbírás számításához tartozó süllyedés értéke $s = 6.1 \text{ mm}$.



„Süllyedés” menü – Lineáris terhelési görbe (Poulos szerint) Hatékony feszültségek módszerére

A **CSN 73 1002** módszer szerinti vizsgált egyedi cölöp függőleges teherbírás számításából adódó süllyedés értéke $s = 6.1 \text{ mm}$.



„Süllyedés” menü – Lineáris terhelési görbe (Poulos szerint) CSN 73 1002 módszerre

Egyedi cölöp süllyedésszámításának eredményei lineáris elmélet (**Poulos**) szerint, az egyes függőleges teherbírás számítási módszer szerint szétválasztva, a következő táblázatban olvashatók:

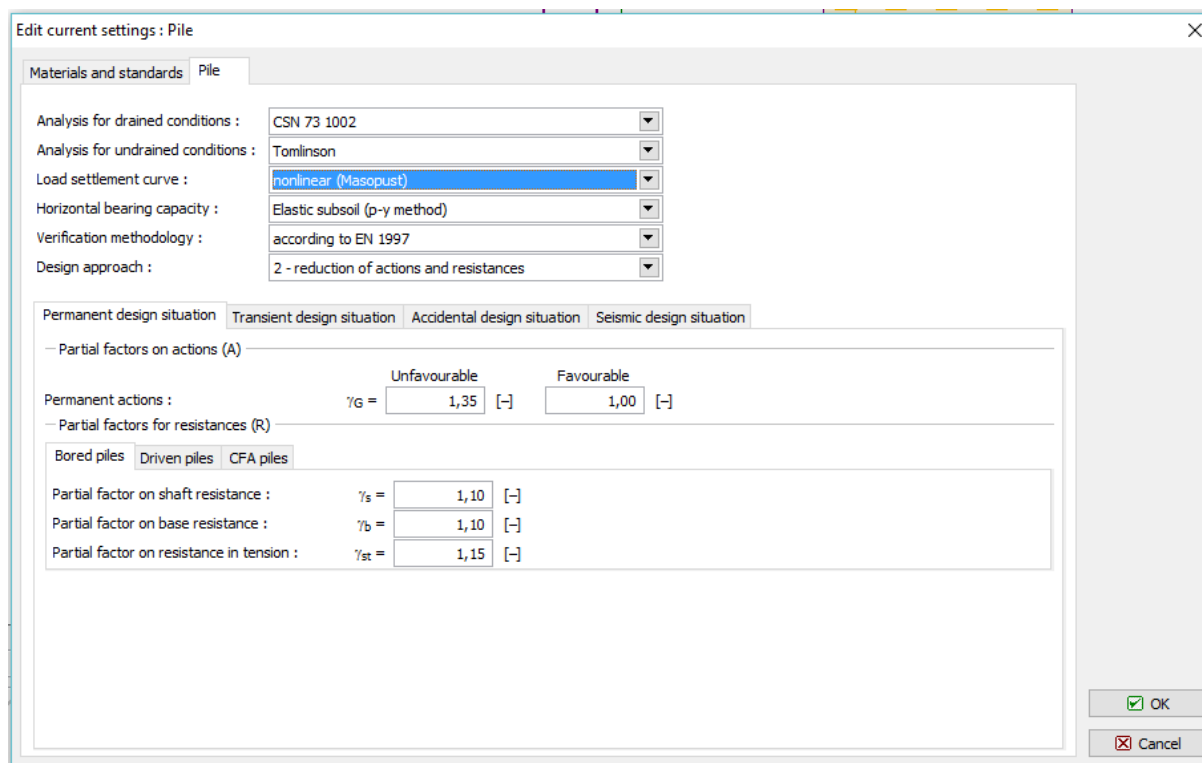
| Lineáris terhelési görbe Számítási módszer | Teher a köpenysúrlódás mobilizációjának kezdetén R_{yu} [kN] | Teljes ellenállás R_c [kN] $s_{lim} = 25,0$ mm határsüllyedéshez | Egyedi cölöp süllyedése s [mm] |
|---|---|---|-------------------------------------|
| NAVFAC DM 7.2 | 875.73 | 1324.52 | 11.4 |
| EFFECTIVE STRESS | 2038.36 | 2000.47 | 6.1 |
| CSN 73 1002 | 2215.89 | 2484.40 | 6.1 |

Eredmények összegzése – Egyedi cölöp süllyedése Poulos szerint

Egyedi cölöp süllyedésszámítása: Nemlineáris elmélet (MASOPUST)

Ez a megoldás független a korábban vizsgált függőleges cölöp-teherbírásszámítástól. A módszer statikus próbaterhelések eredményeire fektetett görbék egyenleteire alapul. Ezt a módszert leginkább a Cseh Köztársaságban és Szlovákiában használják. A helyi geológiai viszonyok közt a módszer megbízható és óvatos eredményt ad.

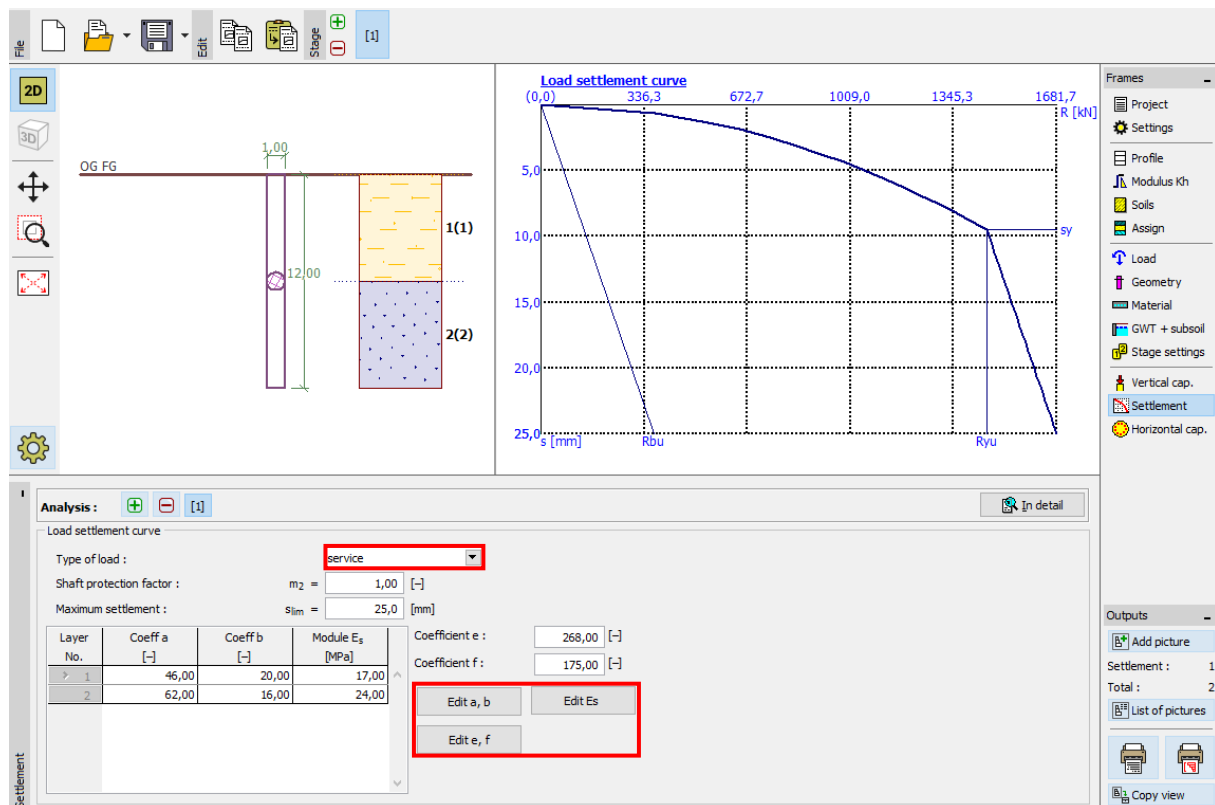
A „Beállítások” menüben a „Szerkesztés” gombra kattintunk. A terhelési görbére a „Cölöpök” fülön a „nemlineáris (Masopust)” lehetőséget választjuk ki.



„Jelenlegi beállítások szerkesztése” párbeszédablak

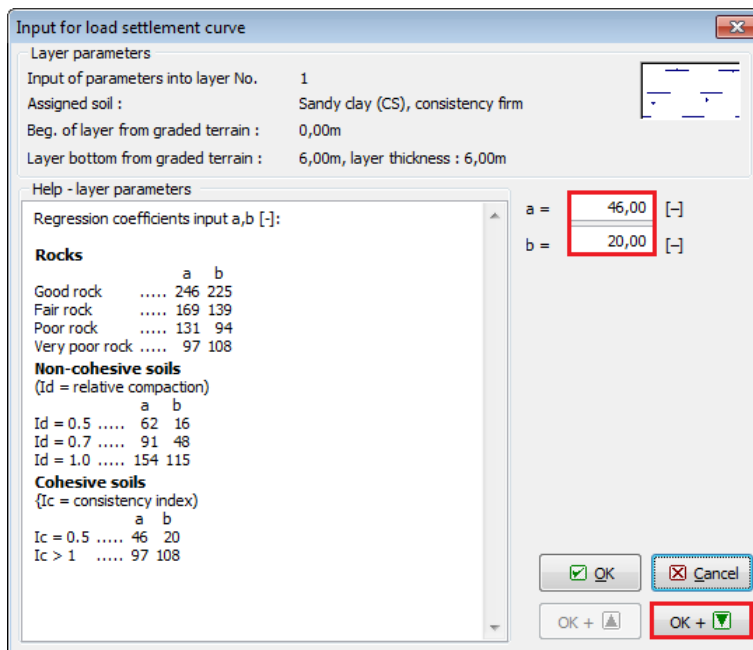
A többi adat változatlan marad. Ezután a „Süllyedés” menüben folytatjuk a feladatot.

A nemlineáris terhelési görbékhez az üzemi terhet vesszük figyelembe, mivel használhatósági határállapotban kell vizsgálnunk a szerkezetet. Hagyjuk a köpenyvédő szorzótényezőjét $m_2 = 1.0$ értéken, ezáltal nem csökkentjük a cölöp függőleges teherbírását a kivitelezési technológia miatt. Hagyjuk a megengedhető (maximális) süllyedést s_{lim} , és az alakváltozási húrmodulust E_s az előző számítással megegyező értékeken.



„Süllyedés” menü – megoldás nemlineáris süllyedéselmélet szerint (Masopust)

Továbbá beállítjuk a regressziós együtthatókat az „a, b szerkesztése” és „e,f szerkesztése” gombokkal. A regressziós együtthatók beállításához segítséget nyújtanak a párbeszédablakban a különböző kőzetekhez, talajokhoz ajánlott értékek.



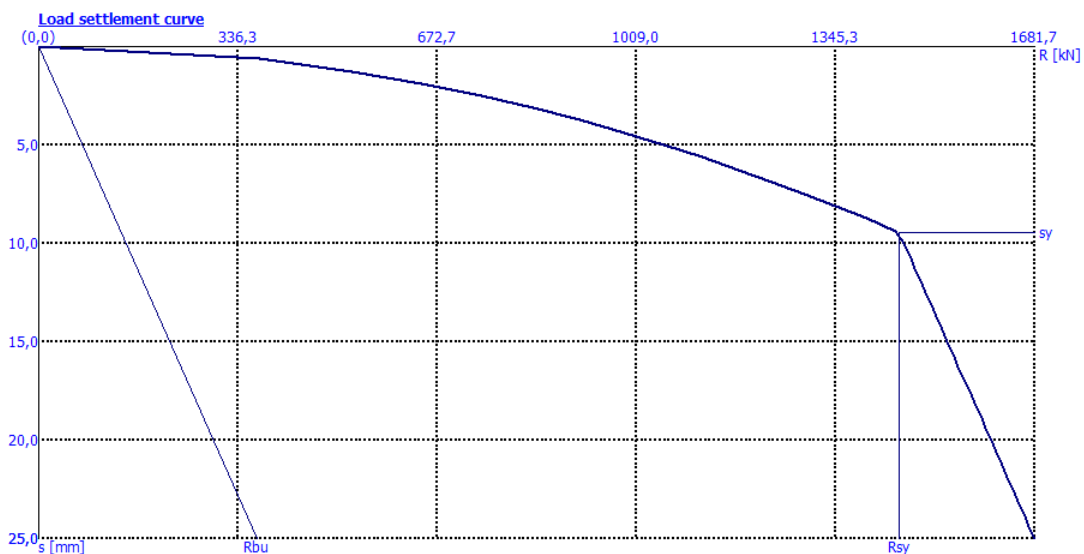
“Terhelési görbe megadása – regressziós együtthatók a , b (e, f)” párbeszédablak

Megjegyzés: Az “ a , b ” regressziós tényezőktől a fajlagos köpenysúrlódás függ. A cölöptalp alatti feszültség (a köpenysúrlódás teljes mobilizációjakor) az „e,f” regressziós tényezőktől függ. A regressziós tényezőket körülbelül 350 Szlovákia és a Cseh Köztársaság területén végzett próbaterhelés eredményére fektetett görbék egyenleteiből kapjuk (további részletek a Súgóban – F1). Kohéziómentes talajokra ezek az értékek függnak a relatív tömörségtől I_d , míg kohéziós talajoknál a konzisztencia indextől I_c (további információ a Súgóban – F1).

A cölöp süllyedése a megadott üzemi teherre $s = 4.6 \text{ mm}$.

| | |
|--|-------------------------------|
| Verification | |
| Analysis of load settlement curve - results | |
| Load at the onset of mobilization of skin friction | $R_{yu} = 1452,93 \text{ kN}$ |
| The settlement for the force R_{yu} | $s_y = 9,5 \text{ mm}$ |
| Bearing capacity corresponding to settlement 25,0 mm : | |
| Base bearing capacity | $R_{bu} = 368,06 \text{ kN}$ |
| Total resistance | $R_c = 1681,67 \text{ kN}$ |
| Loading $Q = 1015,00 \text{ kN}$ yields pile settlement 4,6 mm | |

Eredmények süllyedésre – nemlineáris görbék



“Süllyedés” menü – Nemlineáris süllyedési görbe (Masopust szeint)

Megjegyzés: A módszert használjuk teherbírás meghatározására is, mely esetben a cölöp teherbírása megegyezik a határsüllyedéshez (általában 25 mm) tartozó teherbírással.

s_{lim} süllyedéshez tartozó teherbírás: $R_c = 1681.67 \text{ kN} > V_d = 1015.0 \text{ kN}$

MEGFELEL

Következtetés

A program a megadott üzemi teherre 4.6 és 11.4 mm közötti tartományban számított cölöpsüllyedéseket (számítási módszertől függően). Ez a süllyedés kisebb a megengedett maximális értéknél – a cölöp megfelel a 2. határállapot követelményeinek.