

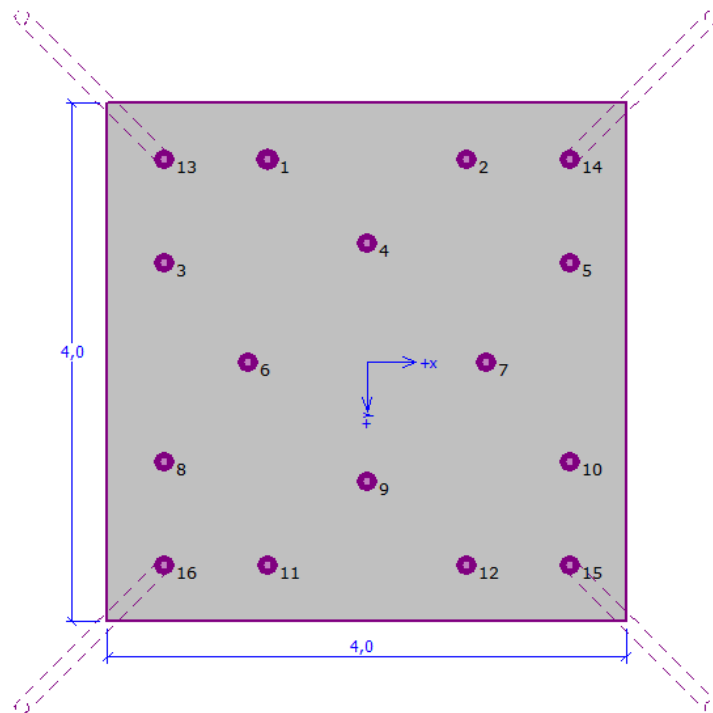
## Mikrocölöp alapozás ellenőrzése

Program: Cölöpcsoport  
Fájl: Demo\_manual\_en\_36.gsp

Ennek a mérnöki kézikönyvnek a célja, egy mikrocölöp alapozás ellenőrzésének bemutatása GEO 5 – Cölöpcsoport program használatával.

### Feladat:

Számítsuk ki a toronydaru alatti mikrocölöp alapozást az *EN 1997 – DA2 alapján*. Az 1. ábrán láthatjuk az alapozás vázlatát. A mikrocölöpök koordinátái és dőlései az 1. táblázatban olvashatók. A mikrocölöpök (S355) acéلبól készültek, profiljuk TK 108 x 20. A mikrocölöpök teljes hossza 7,0 m, amit három részre osztunk. Az alsó, 3,0 m hosszú rész a 0,3 m átmérőjű injektált szakasz. A következő, 3,0 m hosszúságú, szakasz a mikrocölöp szabad hossza, az utolsó 1,0 m a cölöpfejjel való kapcsolat. A feladat talajkörnyezetét a 2. táblázatban olvashatjuk. Talajvizet nem veszünk figyelembe. A mikrocölöp hossza menti rugók számításához a „reakció nyírési modulusa  $k_v = 45.00 \text{ MN/m}^3$ , ami a cölöp hossza mentén állandó, a „talpponti rugó  $k_p = 5.00 \text{ MN/m}$ ” merevségű. A mikrocölöp injektált szakaszához használt „átlagos határsúrlódást” a geológiai felmérésből kapjuk, értéke  $q_{sav} = 280.00 \text{ kPa}$ .



1. ábra: Mikrocölöp alapozás vázlat

| Mikrocölöp sz. | X     | Y     | Dőlés |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | [m]   | [m]   | [°]   |
| 1              | -0.77 | -1.57 | 0.00  |
| 2              | 0.77  | -1.57 | 0.00  |
| 3              | -1.57 | -0.77 | 0.00  |
| 4              | 0.00  | -0.92 | 0.00  |
| 5              | 1.57  | -0.77 | 0.00  |
| 6              | -0.92 | 0.00  | 0.00  |
| 7              | 0.92  | 0.00  | 0.00  |
| 8              | -1.57 | 0.77  | 0.00  |
| 9              | 0.00  | 0.92  | 0.00  |
| 10             | 1.57  | 0.77  | 0.00  |
| 11             | -0.77 | 1.57  | 0.00  |
| 12             | 0.77  | 1.57  | 0.00  |
| 13             | -1.57 | -1.57 | 15.00 |
| 14             | 1.57  | -1.57 | 15.00 |
| 15             | 1.57  | 1.57  | 15.00 |
| 16             | -1.57 | 1.57  | 15.00 |

1. táblázat: Mikrocölöpök koordinátái és dőlései

| Talaj                | Mélység [m] | $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $\varphi_{ef}$ [°] | $c_{ef}$ [kPa] | $\nu$ [-] | $E_{def}$ [MPa] |
|----------------------|-------------|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------|-----------------|
| Talaj 1 (CL, CI)     | 0.00 – 1.90 | 21.00                         | 19.00              | 30.00          | 0.40      | 10.00           |
| Talaj 2 (ML, MI)     | 1.90 – 3.10 | 20.00                         | 21.00              | 12.00          | 0.40      | 4.00            |
| Talaj 3 (G-F)        | 3.10 – 4.90 | 19.00                         | 35.50              | 0.00           | 0.25      | 95.00           |
| Talaj 4 (GP)         | 4.90 – 6.50 | 20.00                         | 38.50              | 0.00           | 0.20      | 210.00          |
| Talaj 5 (CH, CV, CE) | > 6.50      | 20.50                         | 15.00              | 5.00           | 0.42      | 3.00            |

2. táblázat: Talajjellemzők – hatékony karakterisztikus értékek

A cölöpfej elfordulás- és süllyedésszámításához alkalmazott üzemi terhet a 3. táblázatban találhatjuk. A tervezési terheket a 4. táblázat tartalmazza. A terhek a fejtömb felső síkjának középvonalában hatnak. A 4.0 m x 4.0 m x 1.2 m méretű cölöpfej önsúlyából adódó mértékadó terhet automatikusan számítjuk.

| Teher | $N$<br>[kN] | $M_x$<br>[kNm] | $M_y$<br>[kNm] | $H_x$<br>[kN] | $H_y$<br>[kN] |
|-------|-------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Érték | 609.00      | 2111.00        | 2111.00        | 47.00         | 47.00         |

3. táblázat: Üzemi teher

| Teher | $N$<br>[kN] | $M_x$<br>[kNm] | $M_y$<br>[kNm] | $H_x$<br>[kN] | $H_y$<br>[kN] |
|-------|-------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Érték | 822.00      | 2850.00        | 2850.00        | 63.00         | 63.00         |

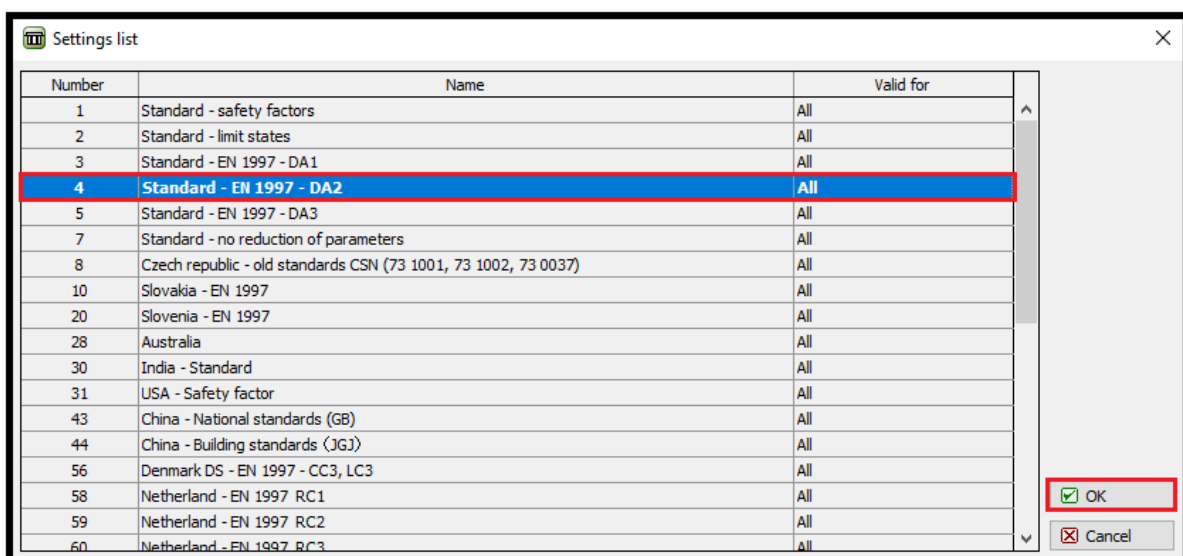
4. táblázat: Tervezési teher

### Megoldás:

A feladat megoldásához a GEO5 – Cölöpcsoport programot használjuk. Megvizsgáljuk a teher hatását a csoport összes mikrocölöpre, és ellenőrizzük a legnagyobb igénybevételnek kitett cölöpöt. A következő leírásban bemutatjuk a feladat megoldását lépésről lépésre.

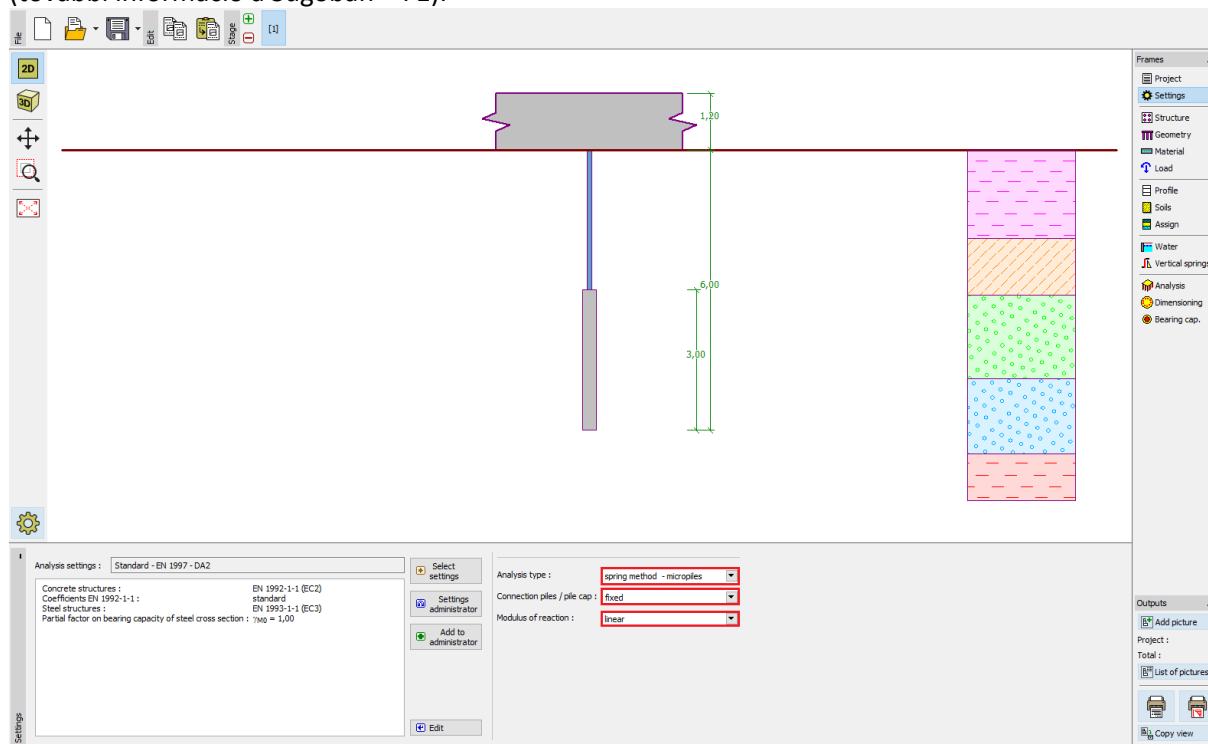
A mikrocölöp csoportot Rugós módszerrel számítjuk, amely minden egyes cölöpöt rugalmasan ágyazott gerendaként modellez. Minden cölöpöt tíz részre osztunk, és minden szakaszra vízszintes és függőleges rugókat definiálunk. A fejtömböt (alaplemezt) végtelenül merevnek feltételezzük. A megoldást alakváltozási állapotban Végeselem módszerrel keressük.

**A “Beállítások” menüben** kattintsunk a “Beállítások listája” gombra, és válasszuk ki a “Szabvány– EN 1997 – DA2” számítási beállítást.



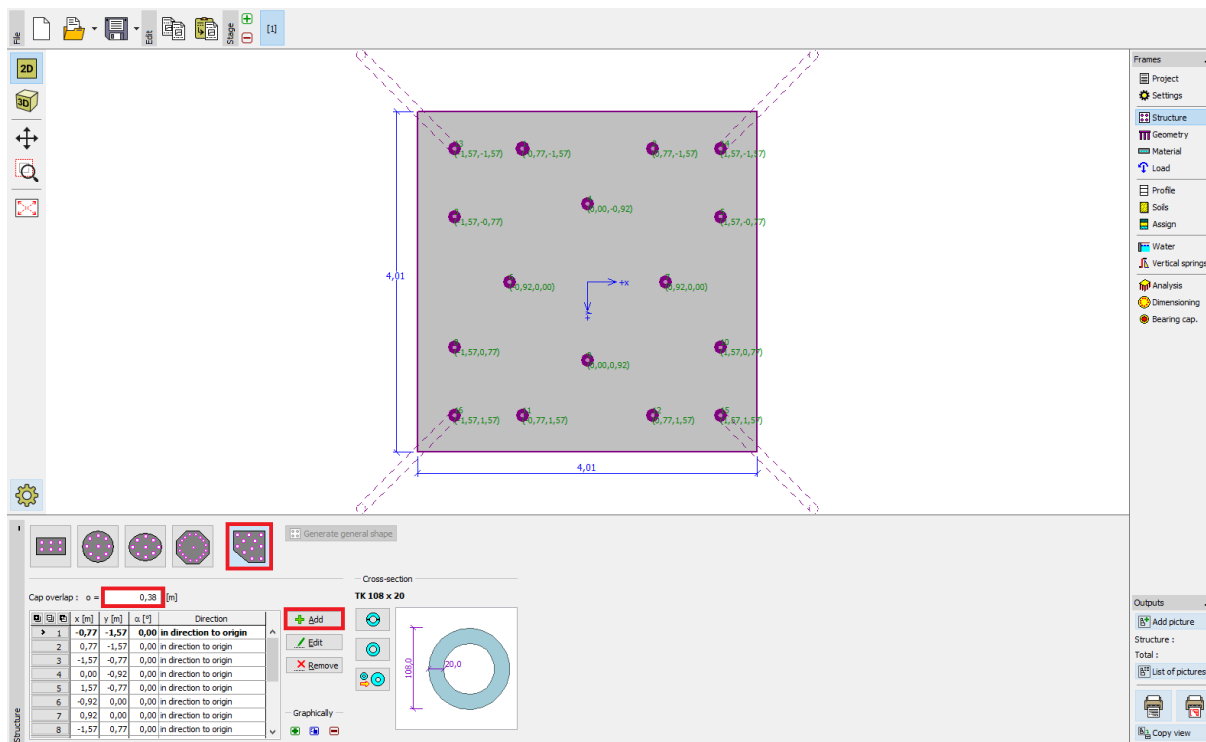
„Beállítások listája” párbeszédablak

A következő lépésben változtassuk a számítás típusát a „Rugós módszer – mikrocölöp” lehetőségre. A mikrocölöp és fejtömb kapcsolatát „befogottnak” tekintjük. Az utolsó lépésben állítsuk be az „ágyazási tényezőt”, ami leírja a mikrocölöpök vízszintes irányban való viselkedését. Ebben az esetben „lineáris” ágyazási tényezőt feltételezünk (Bowles szerinti módszerrel számítva) (további információ a Súgóban – F1).



„Beállítások” menü

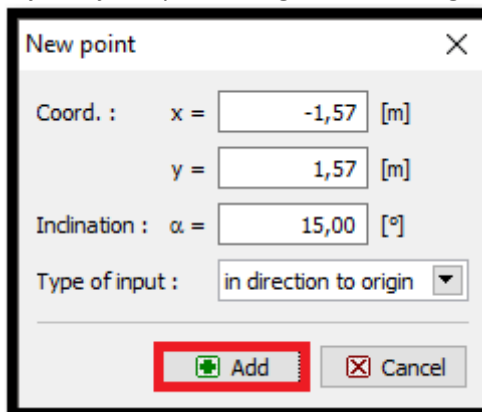
A „Szerkezet” menüben a cölöpfej felülnézetére kiválasztjuk az „általános alak” lehetőséget. A fejtömb átfedésre  $o = 0.38\text{ m}$  értéket állítunk be. Most a „hozzáad” gombbal megadhatjuk az összes mikrocölöpöt az 1. táblázatnak megfelelően.



„Szerkezet” menü

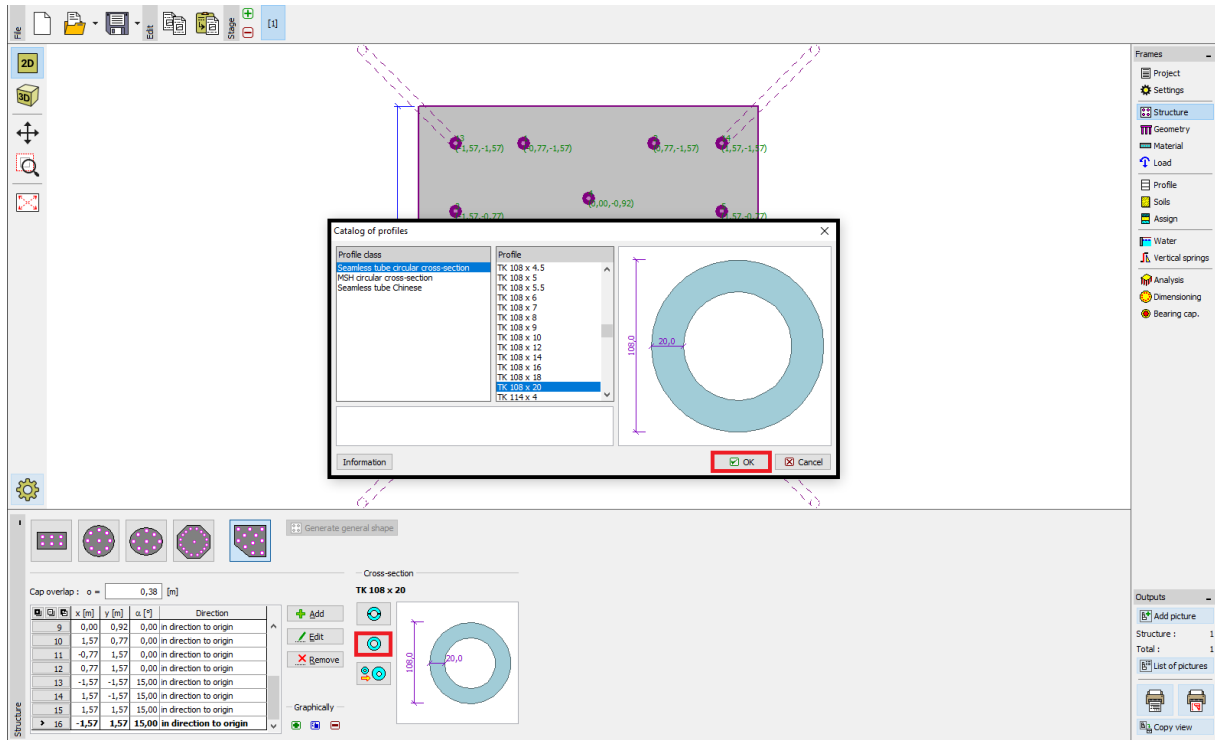
Megjegyzés: A cölöpfej átfedése "o" a cölöpfej és a mikrocölöp legkülső éle közti távolság.

Ezután a „Hozzáad” gombra kattintunk, és megjelenik az „Új pont” párbeszédablak. Ebben az ablakban megadjuk a cölöpök x és y koordinátáit, valamint azok dőlését. A koordinátákat és dőléseket az 1. táblázatban találjuk. Új cölöpöt mindig a „hozzáad” gombbal adunk meg.



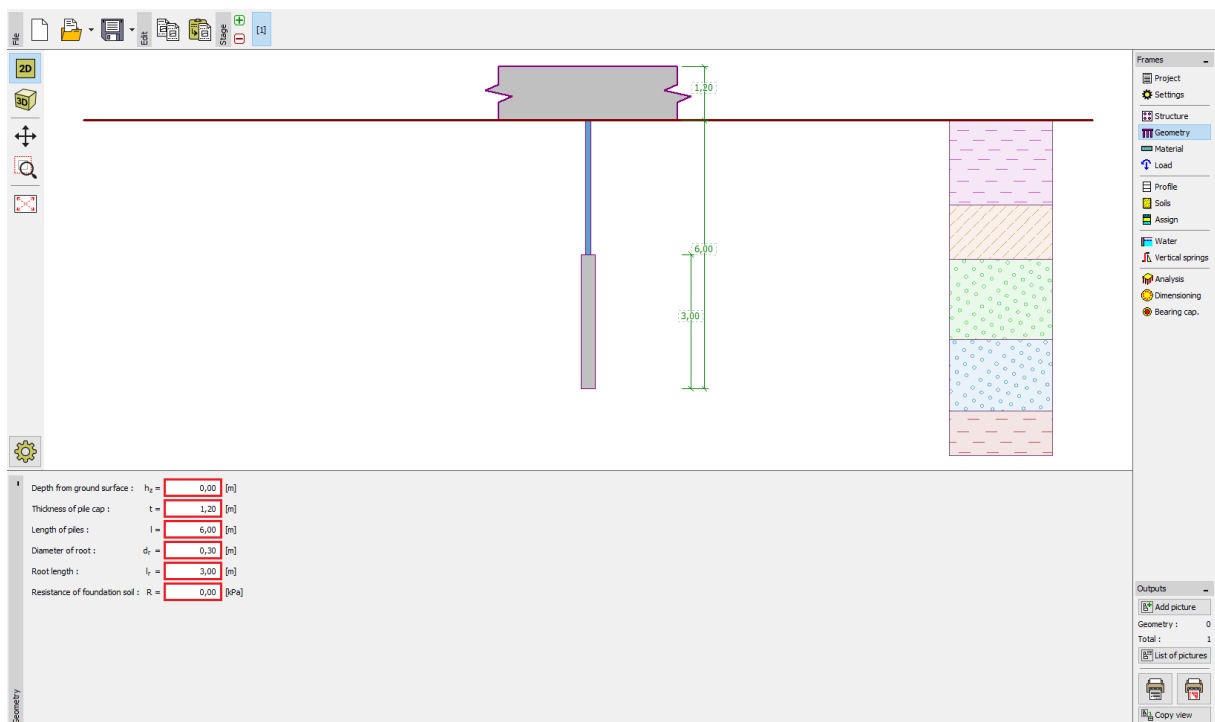
„Új pont” párbeszédablak (16. sz. mikrocölöp)

A mikrocölöp szelvényét a „Profilok katalógusából” választjuk ki. A „Profilosztály” fülön kiválasztjuk a „Folytonos cső kör keresztmetszet” lehetőséget, és a „Profilok” fülön a TK 108x20 szelvényt.



„Profilok katalógusa” párbeszédablak

A „Geometria” menüben megadjuk, hogy a „terepszinttől való mélység= 0.00 m”, a „fejtömb vastagsága  $t = 1.20\text{ m}$ ”, a „mikrocölöpök hossza  $l = 6.00\text{ m}$ ”, az „injektált szakasz átmérője  $d_r = 0.30\text{ m}$ ”, az „injektált szakasz hossza  $l_r = 3.00\text{ m}$ ”, és végül megadhatjuk az „altalaj teherbírását”, de ebben az esetben ezt nem vesszük figyelembe. Így az „altalaj teherbírása  $R = 0.00\text{ kPa}$ ”.



„Geometria” menü

Megjegyzés: Az altalaj teherbírása nagyon fontos jellemző, és nagyon nagy befolyása van a számítás eredményére. Nagysága függ az altalaj típusától, a szerkezet céljától (új építésű, vagy megerősítés) és a teher történetétől. Az  $N_R = A \cdot R$  erőt az összes teheresetben kivonjuk a megadott teherből.

Az „Anyag” menüben a szerkezet anyagjellemzőit adjuk meg. A fejtömbre megadjuk a térfogatsúlyt ( $\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$ ) és a betonminőséget C20/25 (a méretezéshez), a mikrocölöpök acélminőségére EN 10210 – 1: S355 értéket állítunk be. Az acél és beton anyagminőségek kiválaszthatók a „Katalógus” gombra kattintva.

Unit weight of str. :  $\gamma = 23.00 \text{ [kN/m}^3\text{]}$

| Concrete                        |           | Structural steel            |           |
|---------------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| Catalog                         | User def. | Catalog                     | User def. |
| C 20/25                         |           | EN 10210-1: S 355           |           |
| $f_{ck} = 20.00 \text{ MPa}$    |           | $f_y = 355.00 \text{ MPa}$  |           |
| $f_{ctm} = 2.20 \text{ MPa}$    |           | $f_u = 510.00 \text{ MPa}$  |           |
| $E_{cm} = 30000.00 \text{ MPa}$ |           | $E = 210000.00 \text{ MPa}$ |           |
| $G = 12500.00 \text{ MPa}$      |           | $G = 81000.00 \text{ MPa}$  |           |

„Anyag” menü

A „Teher” menüben megadjuk a terheket. Az üzemi terheket a 3. táblázatban, a tervezési (mértékadó) terheket a 4. táblázatban találjuk.

The screenshot displays the GEO5 software interface. At the top, there is a menu bar with options like 'File', 'Edit', and 'View'. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main workspace shows a cross-section of a pile foundation. The pile is represented by a vertical blue line, and its cap is a grey rectangle above it. The pile length is indicated as 6.00m, and the cap height is 1.00m. To the right of the pile, there is a soil profile with five distinct layers, each represented by a different color and pattern: pink, orange, green, blue, and red. The software interface also includes a 'Frames' panel on the right with options like 'Project', 'Settings', 'Structure', 'Geometry', 'Material', 'Load', 'Profile', 'Soils', 'Assign', 'Water', 'Vertical springs', 'Analysis', 'Dimensioning', and 'Bearing cap.'. At the bottom, there is a table titled 'Applied forces' with columns for 'No.', 'Load', 'change', 'Load name', 'N [kN]', 'M<sub>x</sub> [kNm]', 'M<sub>y</sub> [kNm]', 'H<sub>x</sub> [kN]', 'H<sub>y</sub> [kN]', 'M<sub>z</sub> [kNm]', and 'Design'. The table contains two rows of data, one for 'Load\_design' and one for 'Load\_service'.

| No. | Load | change | Load name    | N [kN] | M <sub>x</sub> [kNm] | M <sub>y</sub> [kNm] | H <sub>x</sub> [kN] | H <sub>y</sub> [kN] | M <sub>z</sub> [kNm] | Design |
|-----|------|--------|--------------|--------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------|
| 1   | Yes  |        | Load_design  | 822,00 | 2850,00              | 2850,00              | 63,00               | 63,00               | 0,00                 | ✓      |
| 2   | Yes  |        | Load_service | 609,00 | 2111,00              | 2111,00              | 47,00               | 47,00               | 0,00                 |        |

„Teher” menü

A geológiai szelvényt a „Profil”, „Talajok” és „Hozzárendel” menükben adjuk meg. A „Profil” menüben beállítjuk a szelvény talajrétegeinek mélységi tartományait. A „Talajok” menüben megadjuk az alkalmazott talajok jellemzőit, végül a „Hozzárendel” menüben az egyes talajokat hozzárendeljük a szelvényhez. A geológiai profil egyes talajainak paramétereit a 2. táblázatban találjuk.

Az „Új talaj hozzáadása” párbeszédablakban meg kell adnunk adatokat az „ágyazási tényező meghatározásához”. A „k tényező” értékészletére és a „szóródási szög  $\beta$ ” meghatározásához alkalmazható formulát megtaláljuk a Súlyban (F1 gomb), a „Lineáris ágyazási tényező” szócikkben.



**Edit soil parameters**

— Identification  
Name :   
Gravel with trace of fines (G-F), dense

— Basic data  
Unit weight :  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>] 19,0  
Angle of internal friction :  $\varphi_{ef} =$   [°] 33 - 38  
Cohesion of soil :  $c_{ef} =$   [kPa] 0

— Settlement - oedometric modulus  
Poisson's ratio :  $\nu =$   [-] 0,25  
Settlement analysis :

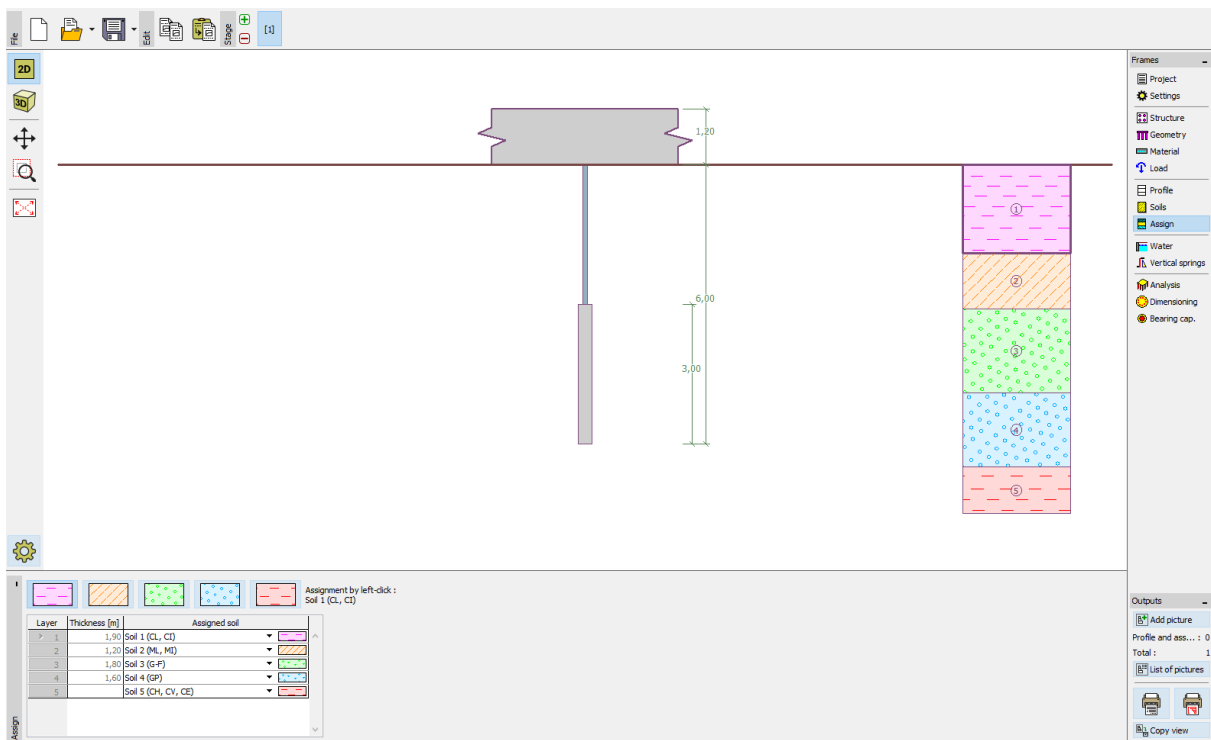
— Uplift pressure  
Calc. mode of uplift :   
Deformation modulus :  $E_{def} =$   [MPa] 90 - 100  
Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

— Determining modulus of subsoil reaction  
Coefficient :  $k =$   [MN/m<sup>3</sup>]  
Angle of dispersion :  $\beta =$   [°]

Draw  
Color :   
Pattern category : GEO  
Pattern : Gravel

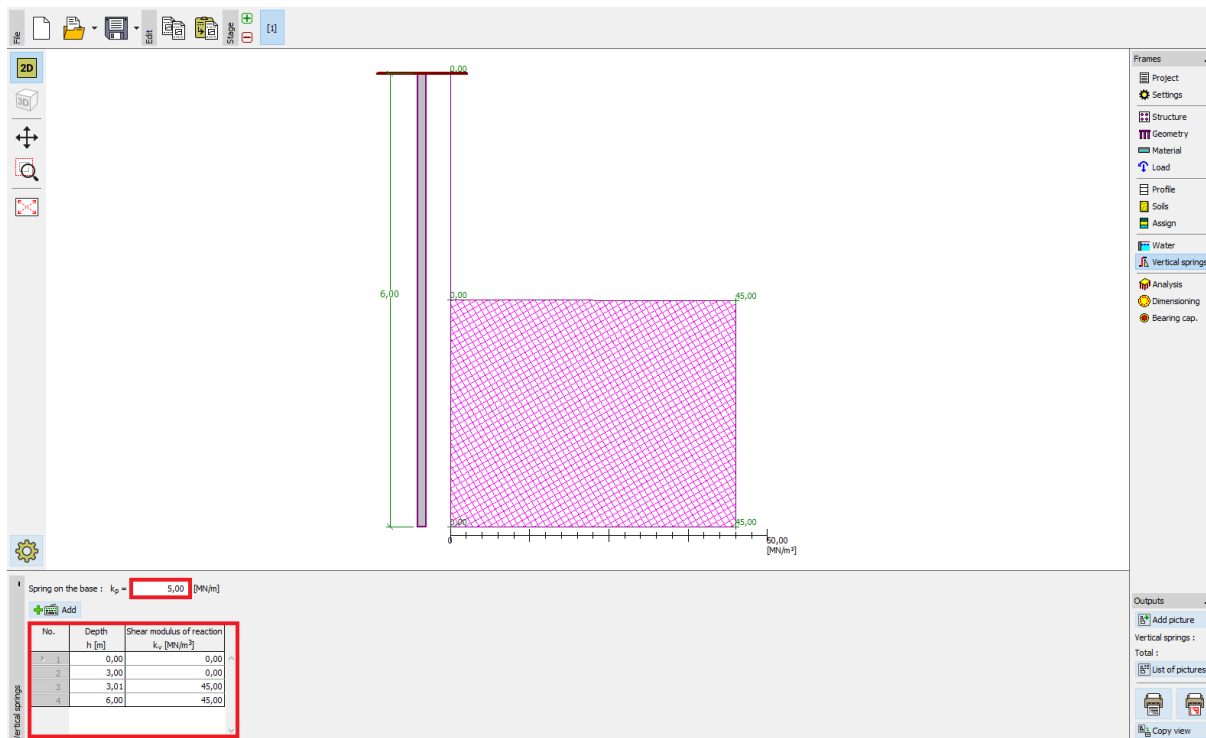
Classification  
Classify  
Clear  
OK +   
OK +   
OK  
Cancel

„Új talaj hozzáadása” párbeszédablak



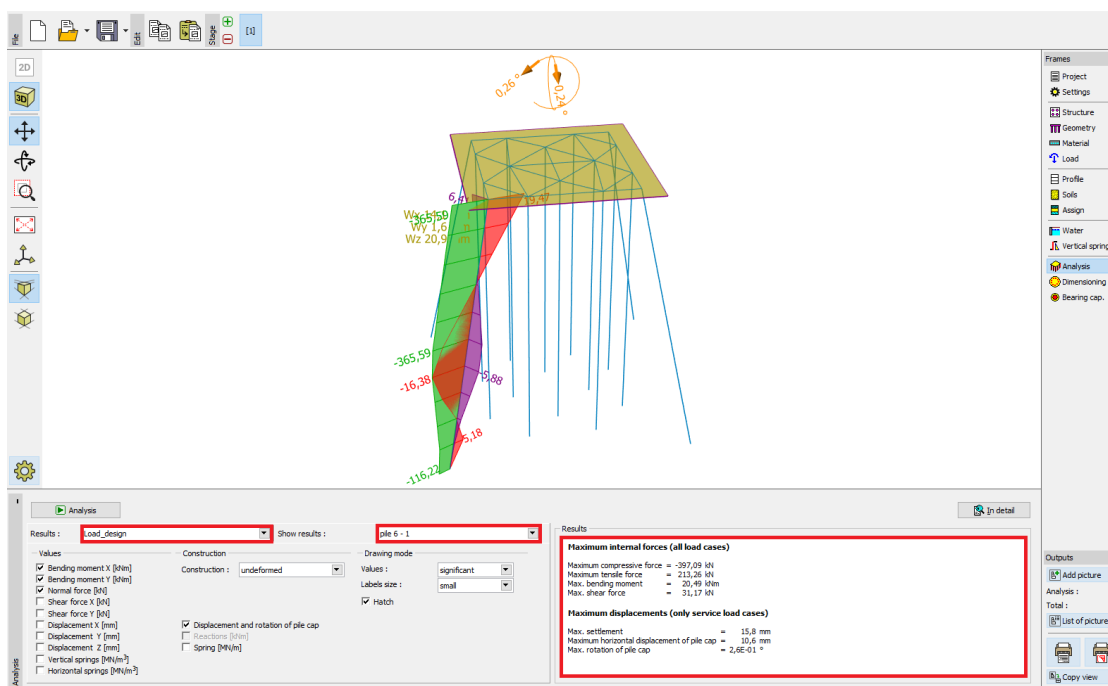
„Hozzárendel” menü

A „**Függőleges rugók**” menüben a mikrocölöp függőleges viselkedését modellezzük. A mikrocölöp terhei az injektált szakasz talpán és köpenye mentén adódnak át a talajra.



„Függőleges rugók” menü

A „Számítás” menüben hajtjuk végre a feladat számítását. Az eredményeket (igénybevételek, elmozdulások) a csoport egy mikrocölöpére vonatkozóan láthatjuk. Az ablak jobb oldalán a maximális igénybevételeket (összes teheresetből) és a maximális elmozdulásokat (csak üzemi teheresetektől) láthatjuk a teljes szerkezetre vonatkozóan. Az alábbi ábrán a 16. sz. mikrocölöp eredményeit láthatjuk.

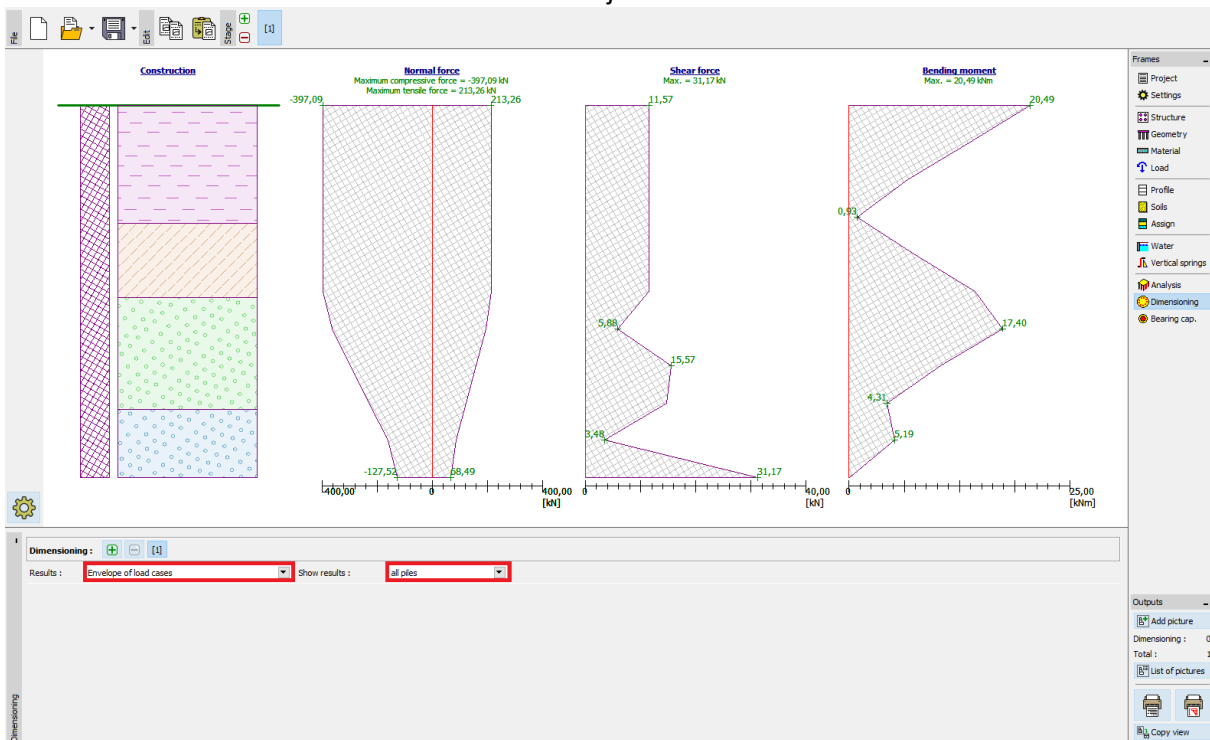


„Számítás” menü

A számítás eredményei a megadott beállításokkal (maximális elmozdulásra) a következők:

- Maximális süllyedés 15.8 mm
- Cölöpfej maximális vízszintes elmozdulása 10.6 mm
- Cölöpfej maximális elfordulása  $2.6E - 01^\circ$

A „**Méretezés**” menüben láthatjuk az igénybevételeket a kiválasztott teheresetekből, vagy az összes tehereset burkolóábráit. Az eredmény akármelyik cölöpre megtekinthetjük. A eredő terhekből számított összes igénybevétel X és Y irányú komponense egyenlő. Az összes cölöp tehereseteire vonatkozó burkolóábrákat a következő ábra mutatja.



„Méretezés” menü

A mikrocölöp keresztmetszetének és injektált szakaszának ellenőrzéséhez meg kell nyitnunk a GEO5 – Mikrocölöp programot a „Teherbírás” menüre kattintva. Minden eddigi eredményt és adatot automatikusan importálunk a programba.

A mikrocölöp acél keresztmetszetének ellenőrzését a „Keresztmetszet ellenőrzése” menüben végezhetjük el. A program automatikusan számítja legnagyobb igénybevételnek kitett mikrocölöp eredményeit. A korróziót nem vesszük figyelembe, mivel esetünkben a mikrocölöp alapozás ideiglenes szerkezet.

Belső stabilitás ellenőrzése:

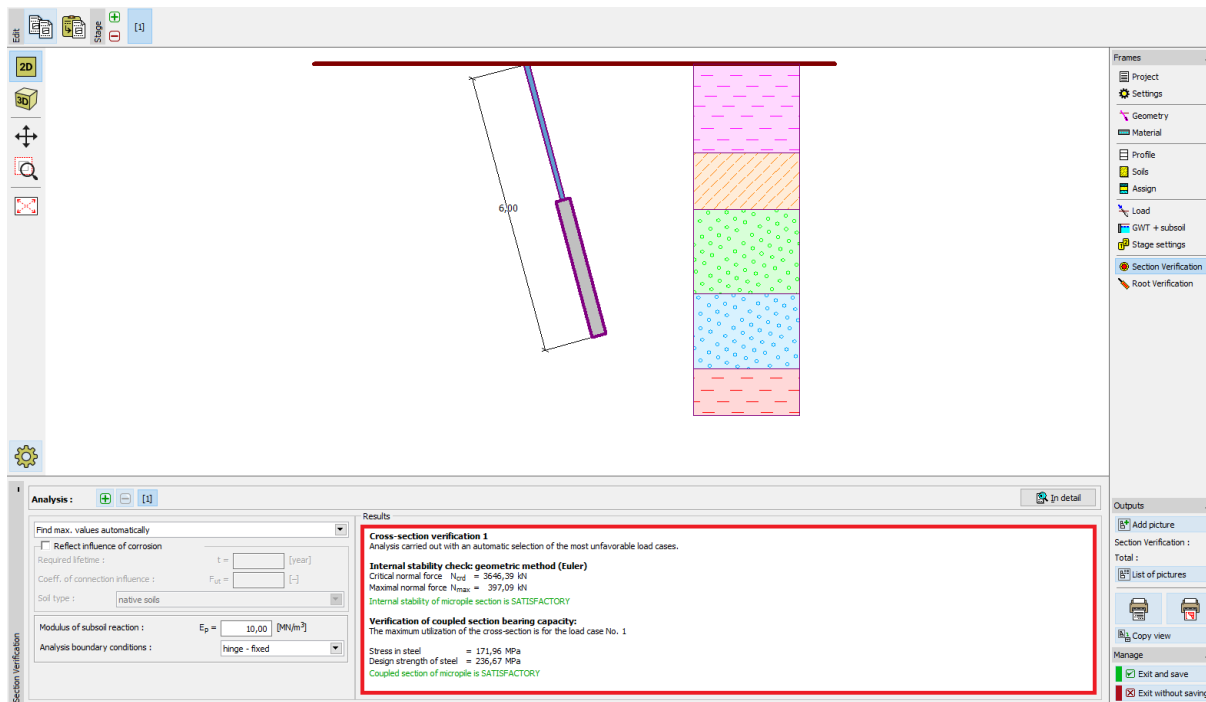
$$N_{crd} = 3646.39 \text{ kN} \geq N_{max} = 397.09 \text{ kN}$$

**A mikrocölöp keresztmetszet belső stabilitása MEGFELEL**

## Vegyes keresztmetszet teherbírása:

$$f_{y,d} = 236.67 \text{ MPa} \geq \sigma_s = 171.96 \text{ MPa}$$

**A vegyes keresztmetszet teherbírása MEGFELEL**



„Keresztmetszet ellenőrzése” menü

Az injektált szakasz teherbírását az „Injektált szakasz ellenőrzése” menüben ellenőrizhetjük. Az ellenőrzést Lizzi elmélete szerint végezzük.

*Megjegyzés: Az injektált szakasz ellenőrzésének számítási módszerét a „Beállítások” menüben a „Mikrocölöp” fülön változtathatjuk.*

### Nyomott mikrocölöp ellenőrzése:

$$R_s = 633.35 \text{ kN} \geq N_{\max} = 397.09 \text{ kN} \quad - \text{ Szár ellenállása}$$

$R_d = 422.23 \text{ kN} \geq N_{\max} = 397.09 \text{ kN}$  - Mikrocölöp injektált szakaszának teherbírása

**A nyomott mikrocölöp teherbírása MEGFELEL**

### Húzott mikrocölöp ellenőrzése:

$$R_s = 633.35 \text{ kN} \geq N_{\max} = 213.26 \text{ kN} \quad - \text{ Szár ellenállása}$$

$R_d = 422.23 \text{ kN} \geq N_{\max} = 213.26 \text{ kN}$  - Mikrocölöp injektált szakaszának teherbírása

### A húzott mikrocölöp teherbírása MEGFELEL

„Injektált szakasz teherbírása” menü

Az utolsó lépés az eredmények mentése a „Kilépés és mentés” gombbal, ahogy az előző ábrán mutatjuk.

#### Következtetés:

A fejtőmb maximális süllyedése, vízszintes elmozdulása és elfordulása a megengedhető értékeken belül vannak.

A TK 108/20 kialakítású EN10210-1: S355 acélminőségű mikrocölöp és annak injektált szakasza megfelel a EN 1997 – DA2 szerinti követelményeknek.