

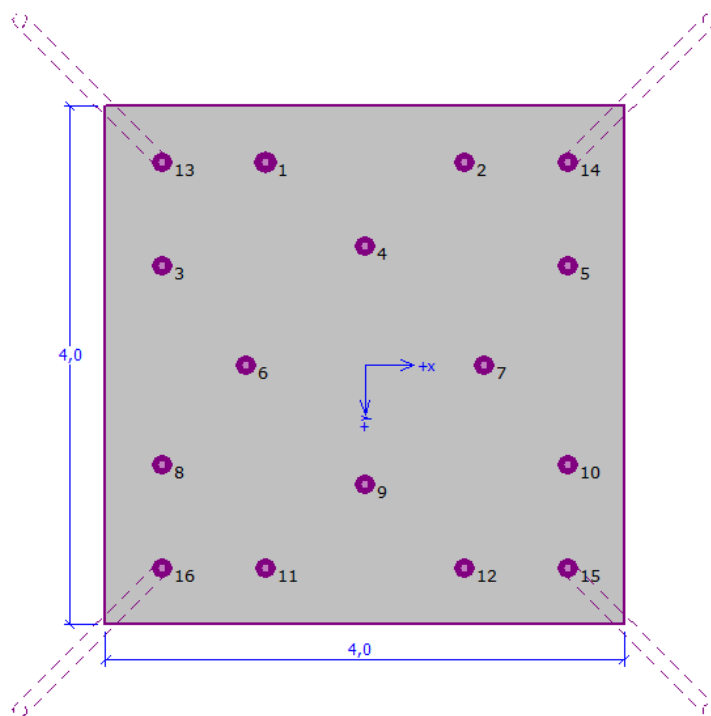
Provjera temelja na mikropilotima

Program: Skupina pilota
Datoteka: Demo_manual_en_36.gsp

Cilj ovog inženjerskog priručnika je objasniti primjenu programa GEO5 – Skupina pilota za provjeru temelja na mikropilotima.

Zadatak:

Proračunajte temelj na mikropilotima ispod krana prema EN 1997 – PP2. Na slici 1 prikazan je shematski prikaz temelja na mikropilotima. Koordinate i nagibi pojedinih mikropilota prikazani su u Tablici 1. Mikropiloti su izrađeni od čelika (S355), a koristi se profil TK 108 x 20. Ukupna duljina mikropilota iznosi 7.0 m i podijeljeni su u tri dijela. Donji dio je korijen promjera 0.3 m i duljine 3.0 m. Sljedeći dio je slobodna duljina mikropilota od 3.0 m, a posljednji dio je spojni dio mikropilota s naglavnom pločom duljine 1.0 m. Geološki profil ovog zadatka prikazan je u Tablici 2. Podzemna voda se ne uzima u obzir. Za proračun vertikalnih opruga duž korijena mikropilota koristit će se "Modul posmične reakcije $k_v = 45.00 \text{ MN/m}^3$ ", koji će biti konstantan duž korijena mikropilota, te krutost "Opruge na bazi $k_p = 5.00 \text{ MN/m}$ ". "Prosječno granično trenje po obodu" za provjeru korijena mikropilota određena je geološkim ispitivanjem i iznosi $q_{sav} = 350.00 \text{ kPa}$.



Slika 1 Shema temelja na pilotima

Br. mikropilota	X	Y	Nagib
	[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

Tablica 1 Koordinate i nagibi mikropilota

Tlo	Profil [m]	γ [kN/m ³]	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	ν [-]	E_{def} [MPa]	k [MN/m ³]	β [°]
Tlo 1 (CL, CI)	0.00 – 1.90	21.00	19.00	30.00	0.40	10.00	150.00	9.50
Tlo 2 (ML, MI)	1.90 – 3.10	20.00	21.00	12.00	0.40	4.00	200.00	10.50
Tlo 3 (G-F)	3.10 – 4.90	19.00	35.50	0.00	0.25	95.00	250.00	12.75
Tlo 4 (GP)	4.90 – 6.50	20.00	38.50	0.00	0.20	210.00	320.00	19.25
Tlo 5 (CH, CV, CE)	> 6.50	20.50	15.00	5.00	0.42	3.00	60.00	7.50

Tablica 2 Svojstva tla – karakteristične efektivne vrijednosti

Uporabno opterećenje korišteno za proračun rotacije i slijeganja naglavne ploče pilota prikazano je u Tablici 3. Proračunsko opterećenje prikazano je u Tablici 4. Opterećenja se uzimaju u obzir u središtu gornje strane naglavne ploče. Proračunsko opterećenje od vlastite težine naglavne ploče dimenzija 4.0 m x 4.0 m x 1.2 m računa se automatski.

Opterećenje	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
Vrijednost	609.00	2111.00	2111.00	47.00	47.00

Tablica 3 Uporabno opterećenje

Opterećenje	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
Vrijednost	822.00	2850.00	2850.00	63.00	63.00

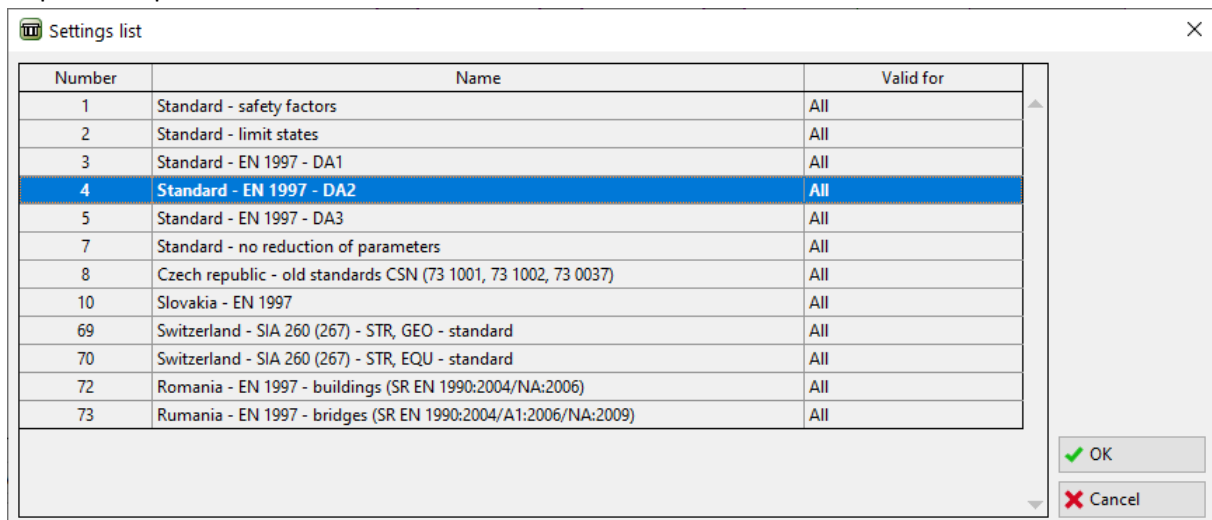
Tablica 4 Proračunsko opterećenje

Rješenje:

Za rješavanje ovog problema koristit ćemo program *GEO5 – Skupina pilota*. Proračunat ćemo utjecaj opterećenja na svaki mikropilot u sklopini, a zatim ćemo procijeniti najopterećeniji mikropilot. U nastavku teksta opisat ćemo rješenje ovog zadatka korak po korak.

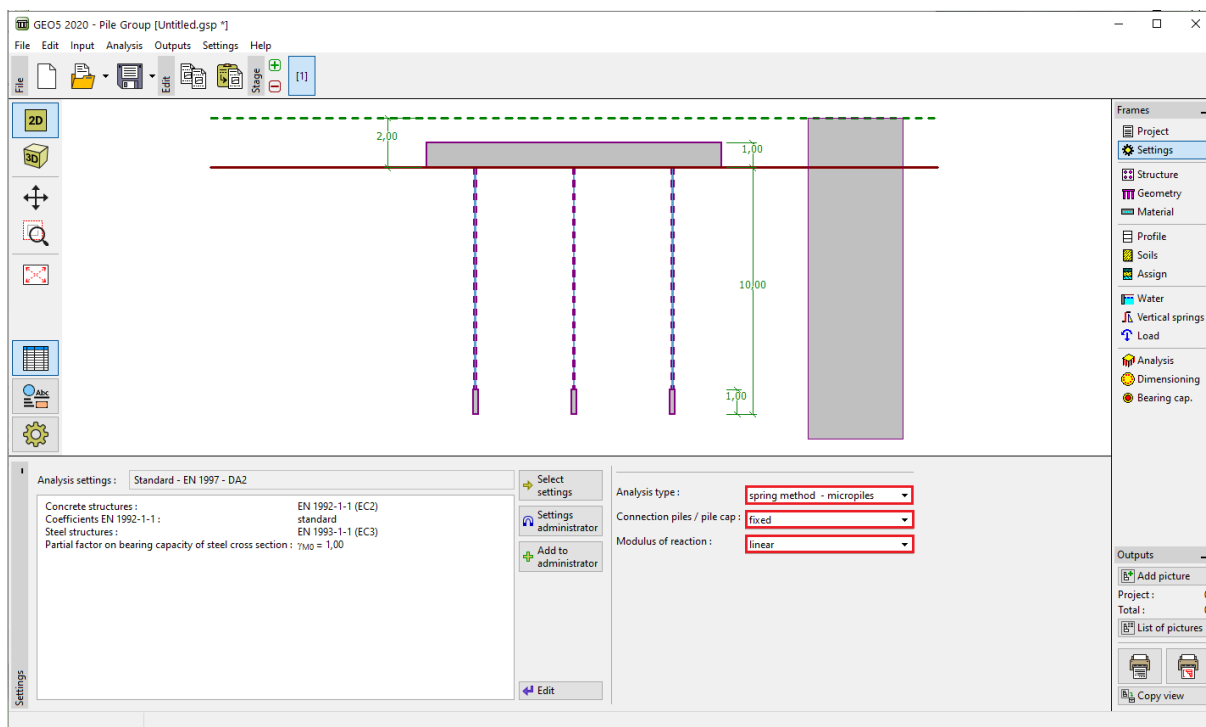
Skupinu mikropilota proračunat ćemo primjenom metode opruga, koja modelira pojedine mikropilote kao grede na elastičnoj podlozi. Svaki mikropilot interno je podijeljen u deset segmenata, za koje se izračunavaju vrijednosti horizontalnih i vertikalnih opruga. Naglavna ploča pilota smatra se apsolutno krutom. Samo rješenje provodi se pomoću deformacijske varijante metode konačnih elemenata.

U kartici “Settings” kliknut ćemo na tipku “Setting list” i odabrati “Standard – EN 1997 – DA2” za postavke proračuna.



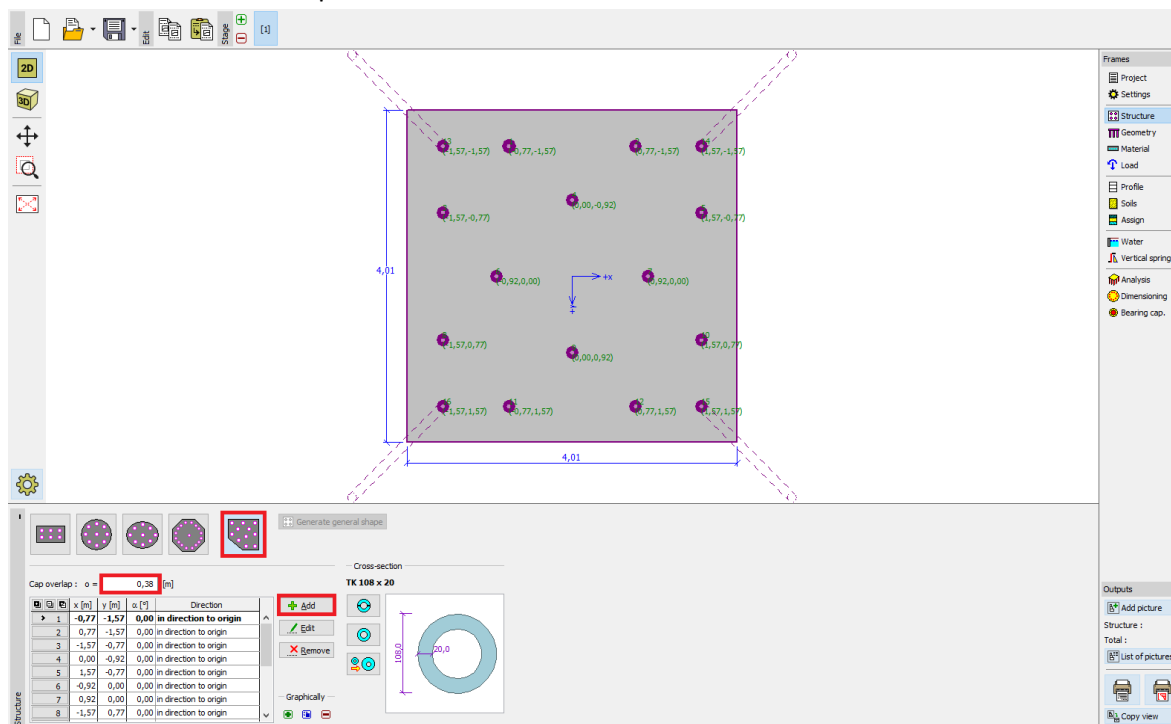
“Settings list” dijaloški prozor

Sljedeći korak je promjena tipa proračuna na “Spring method – micropiles”. Pritom ćemo vezu mikropilota s naglavnom pločom smatrati “fiksnom”. Posljednji korak u ovom dijelu je postavljanje “Modula reakcije podloge”, koji opisuje ponašanje mikropilota u horizontalnom smjeru. U ovom slučaju koristimo “Linearni” modul reakcije podloge, koji će se izračunati prema Bowlesovoj metodi. Za više informacija posjetite Pomoć (tipka F1).



Kartica "Settings"

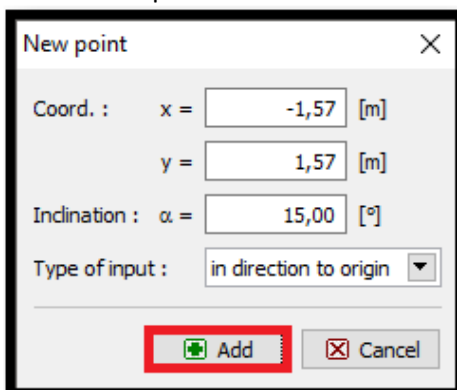
U kartici "Structure" odabrat ćemo opciju "general shape" za prikaz odozgo na naglavnu ploču. Postavit ćemo "cap overlap" s vrijednosti „ $o = 0,38 \text{ m}$ “. Sad možemo dodati svaki mikropilot prema Tablici 1 klikom na tipku "Add".



Kartica "Structure"

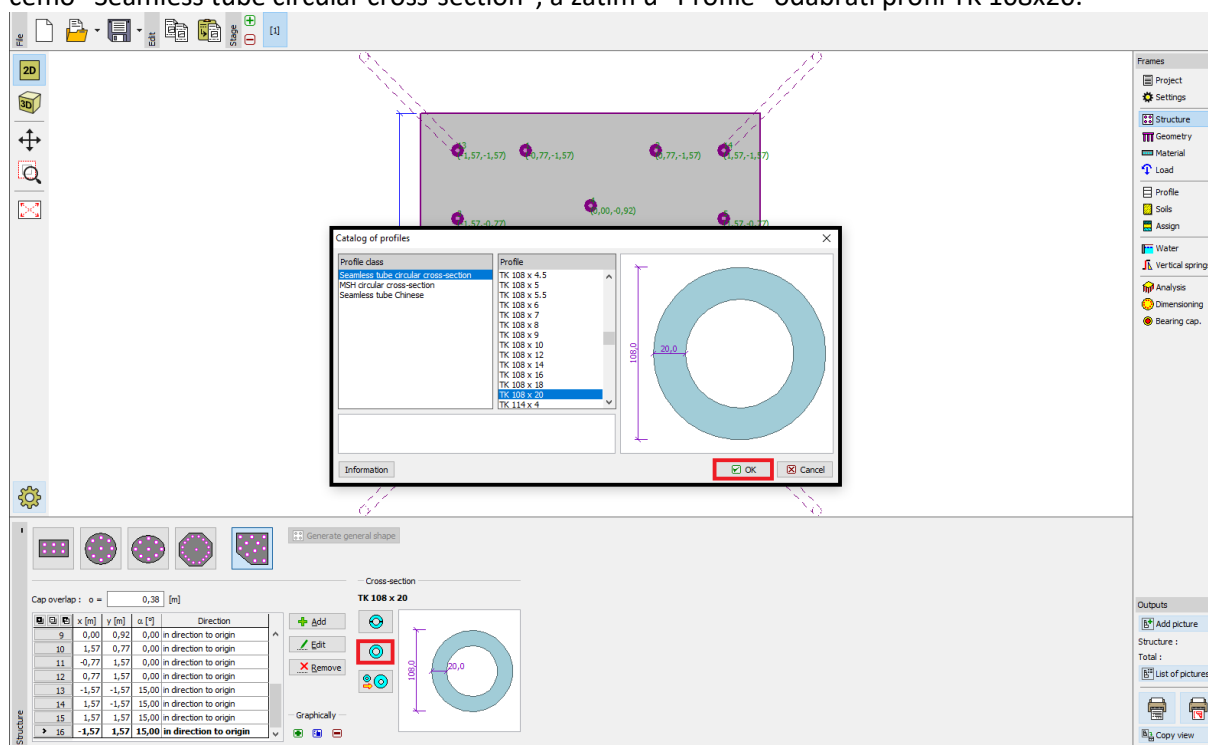
Napomena: "cap overlap" "o" je vrijednost od vanjskog ruba mikropilota do ruba naglavne ploče.

Nakon klika na tipku "add", otvara se dijaloški prozor "New point". U ovom prozoru ćemo unijeti koordinate x i y i nagib mikropilota. Koordinate i nagib svakog mikropilota su prikazani u Tablici 1. Novi mikropilot će biti dodan klikom na tipku "add".



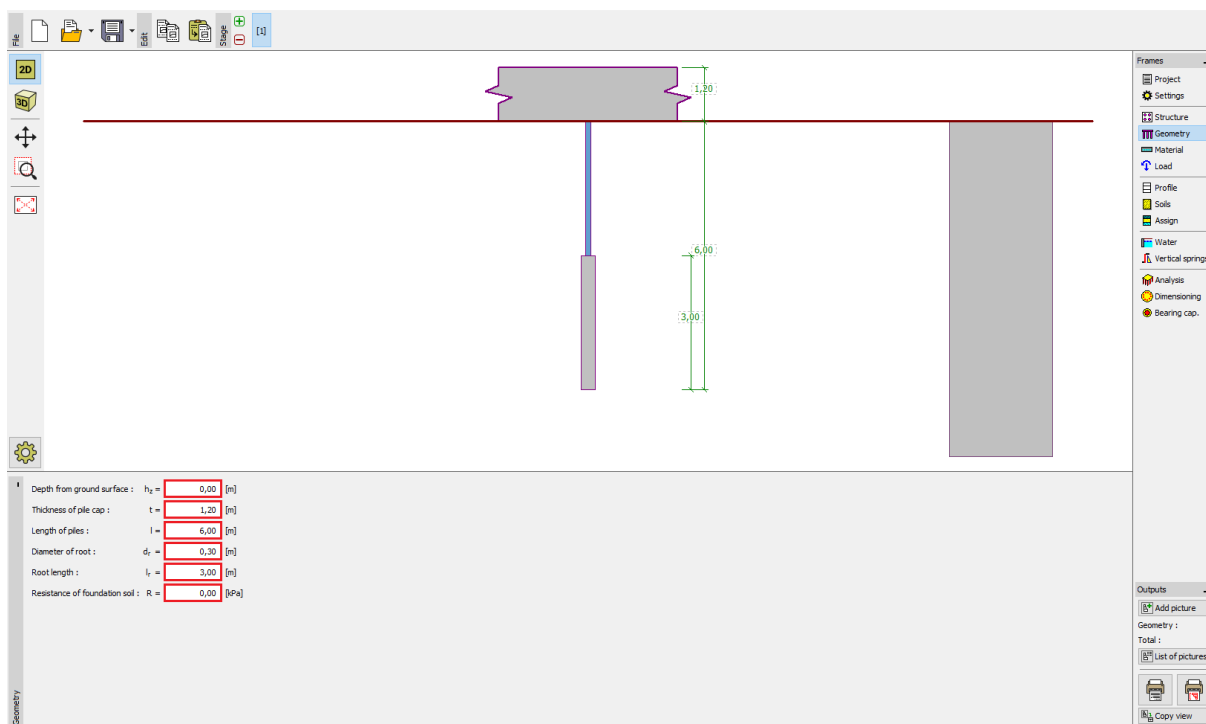
"New point" dijaloški prozor (mikropilot br. 16)

Profil mikropilota će biti definiran u "Catalogue of profiles". U odjeljku "Profile class" odabrat ćemo "Seamless tube circular cross-section", a zatim u "Profile" odabrati profil TK 108x20.



"Catalogue of profiles" dijaloški prozor

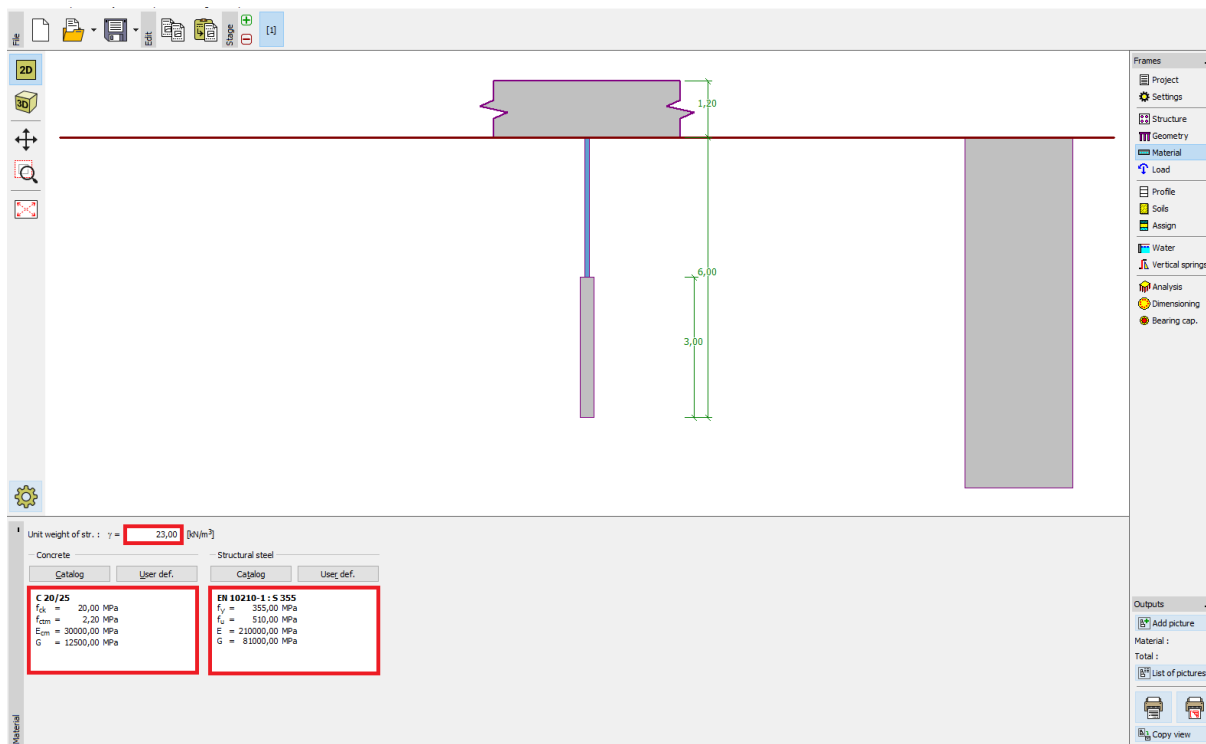
U kartici **“Geometry”** definirat ćemo **“Depth from ground surface = 0.00 m”**, **„Thickness of pile cap $t = 1.20\text{ m}$ “**, **„Length of micropiles $l = 6.00\text{ m}$ “**, **„Diameter of root $d_r = 0.30\text{ m}$ “**, **„Root length $l_r = 3.00\text{ m}$ “** i na kraju je moguće još definirati **“Resistance of the foundation soil”**, ali se u ovom slučaju neće uzimati u obzir. Zbog toga ostavljamo **“Resistance of foundation soil $R = 0.00\text{ kPa}$ “**.



Kartica **“Geometry”**

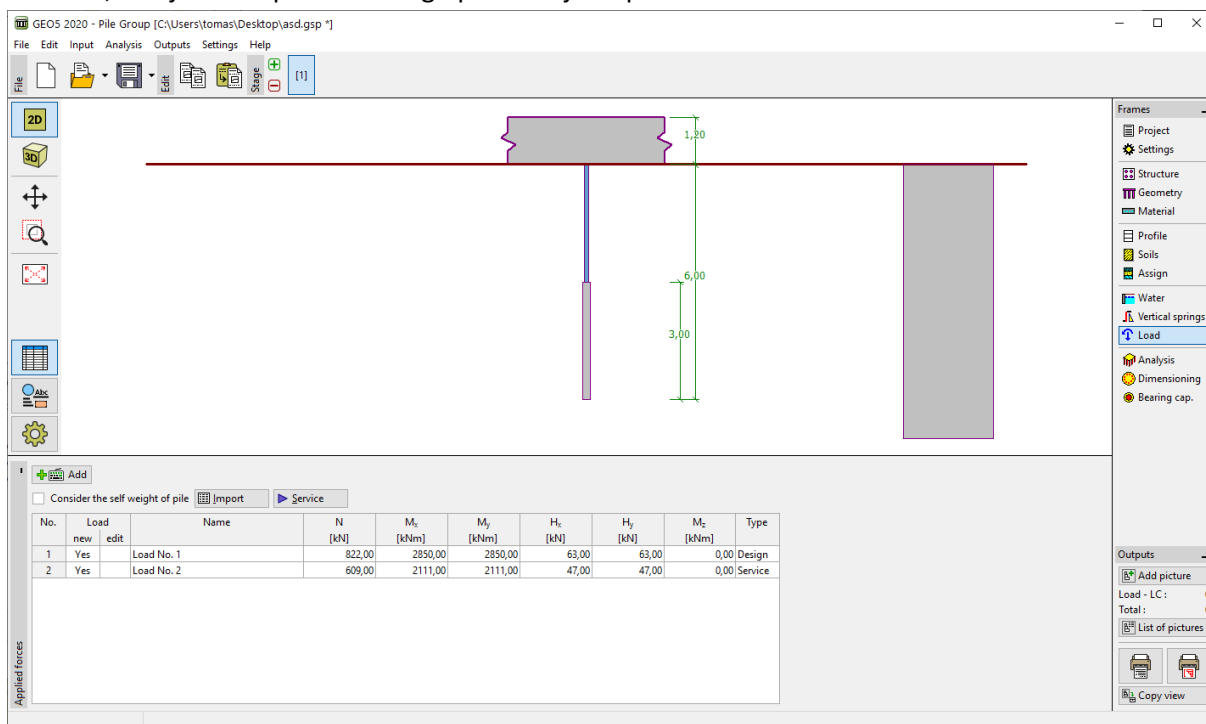
Napomena: Otpornost temeljnog tla je vrlo važna i ima veliki utjecaj na rezultate proračuna. Veličina otpornosti temeljnog tla ovisi o vrsti tla, procesu izgradnje konstrukcije (nova konstrukcija, rekonstrukcija) i povijesti opterećenja. Sila $N_R = A \cdot R$ oduzima se od unesenog opterećenja u svim slučajevima.

U kartici **“Material”** definiraju se svojstva konstrukcije. Za naglavnu ploču definirana jedinična težina ($\gamma = 23.00\text{ kN/m}^3$) i klasa betona C20/25 (za dimenzioniranje) su postavljene, a za mikropilote klasa čelika EN 10210 – 1: S355. Klase materijala za beton i čelik su dostupne klikom na tipku **“Catalog”**.



Kartica "Material"

U kartici "Load" dodaju se opterećenja. Vrijednosti uporabnog opterećenja su prikazane u Tablici 3, a vrijednosti proračunskog opterećenja su prikazane u Tablici 4.



Kartica "Load"

Geološki profil definira se u karticama „Profile”, „Soils” i „Assign”. U kartici „Profile” postavlja se raspon slojeva geološkog profila. U kartici „Soils” definiraju se vrste tla, dok se u posljednjem koraku,

u kartici „Assign”, tla dodjeljuju različitim slojevima geološkog profila. Geološki profil s pripadajućim svojstvima svakog tla prikazan je u Tablici 2.

U dijaloškom prozoru „Add new soils” potrebno je unijeti vrijednosti za „Determining modulus of subsoil reaction”. Reprezentativni raspon vrijednosti za „Coefficient k” i formula za određivanje „angle of dispersion β ” prikazani su u Pomoći (tipka F1), u temi „Linear Modulus of Subsoil Reaction”.

Edit soil parameters
✕

Identification

Name :

Gravel with trace of fines (G-F), dense

Basic data ?

Unit weight : $\gamma =$ [kN/m³] 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 :

Deformation modulus : $E_{def} =$ [MPa] 90 - 100

Uplift pressure ?

Calc. mode of uplift :

Saturated unit weight : $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

Determining modulus of subsoil reaction

Coefficient : $k =$ [MN/m³]

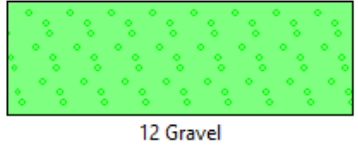
Angle of dispersion : $\beta =$ [°]

Draw

Pattern category :

Search :

Subcategory :

Pattern :


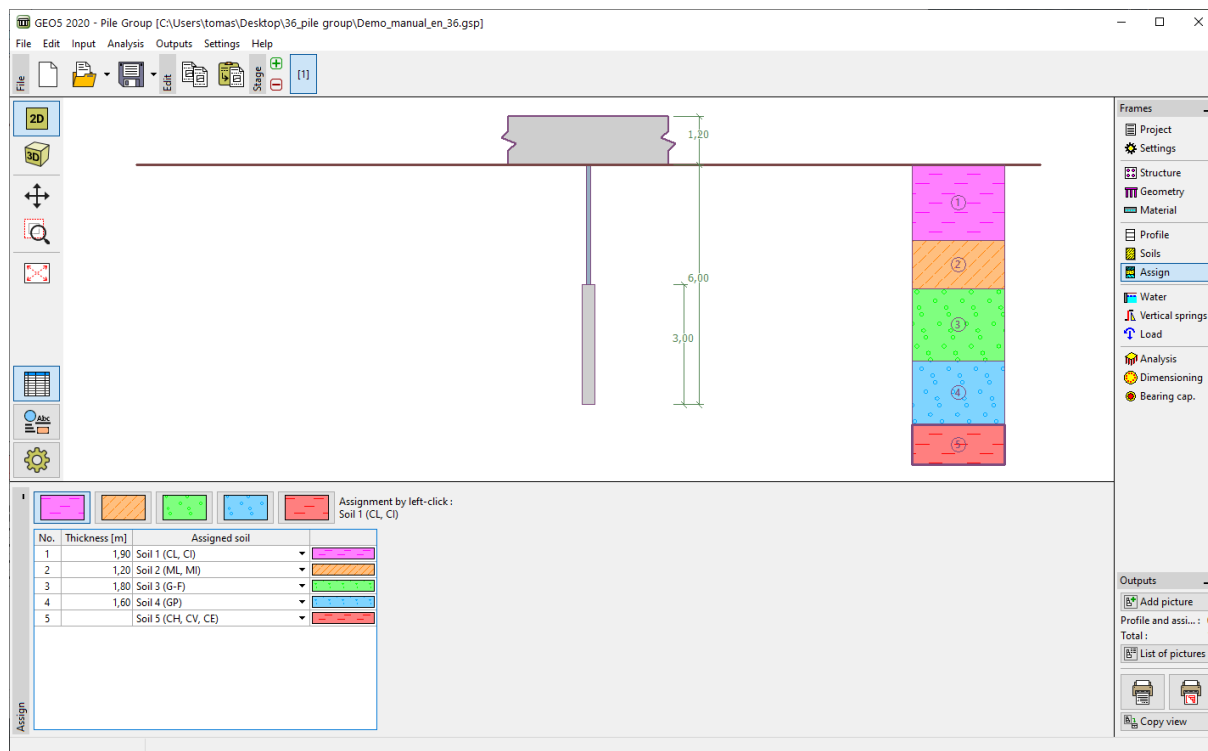
Color :

Background :

Saturation < 10 - 90 > : [%]

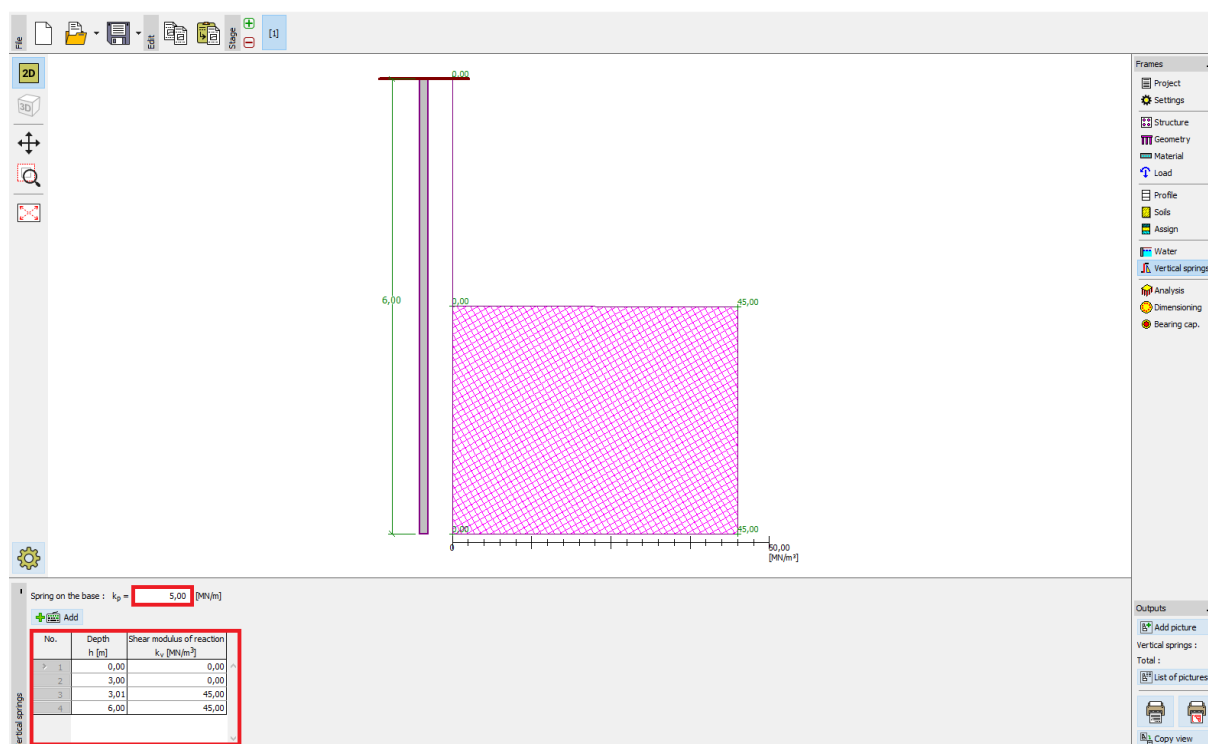
Classify
Clear
OK + ↑
OK + ↓
✓ OK
✕ Cancel

“Add new soils” dijaloški prozor



Kartica "Assign"

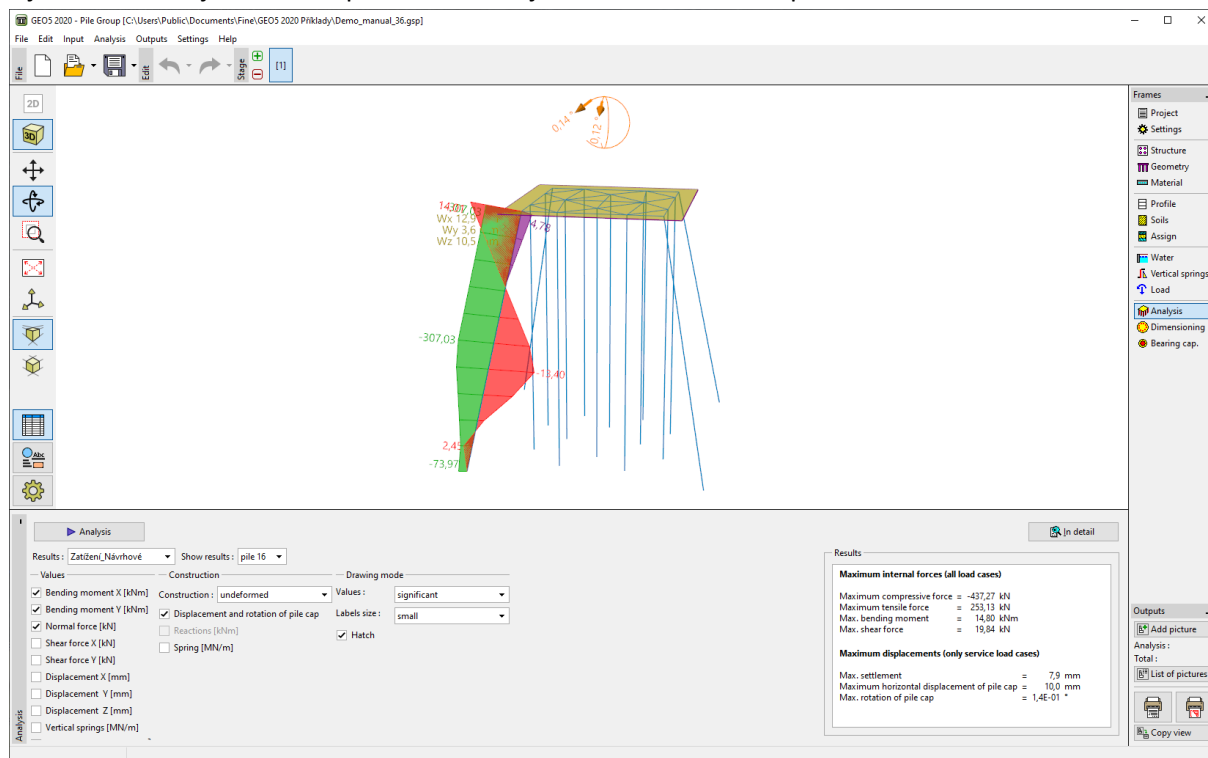
U kartici "Vertical springs" definiramo ponašanje mikropilota u vertikalnom smjeru. Opterećenje od mikropilota se prenosi u tlo kroz bazu i obog korijena.



Kartica "Vertical springs"

U kartici "Analysis", provodimo proračun. Rezultati (unutarnje sile, pomaci, itd.) su prikazani za jedan ili za sve mikropilote. Na desnoj strani prozora, prikazani su rezultati za maksimalne unutarnje

sile (od svih slučajeva opterećenja) i rezultati maksimalnih pomaka (samo za uporabno opterećenje) cijele konstrukcije. Na slici ispod možete vidjeti rezultate za mikropilot br. 16.

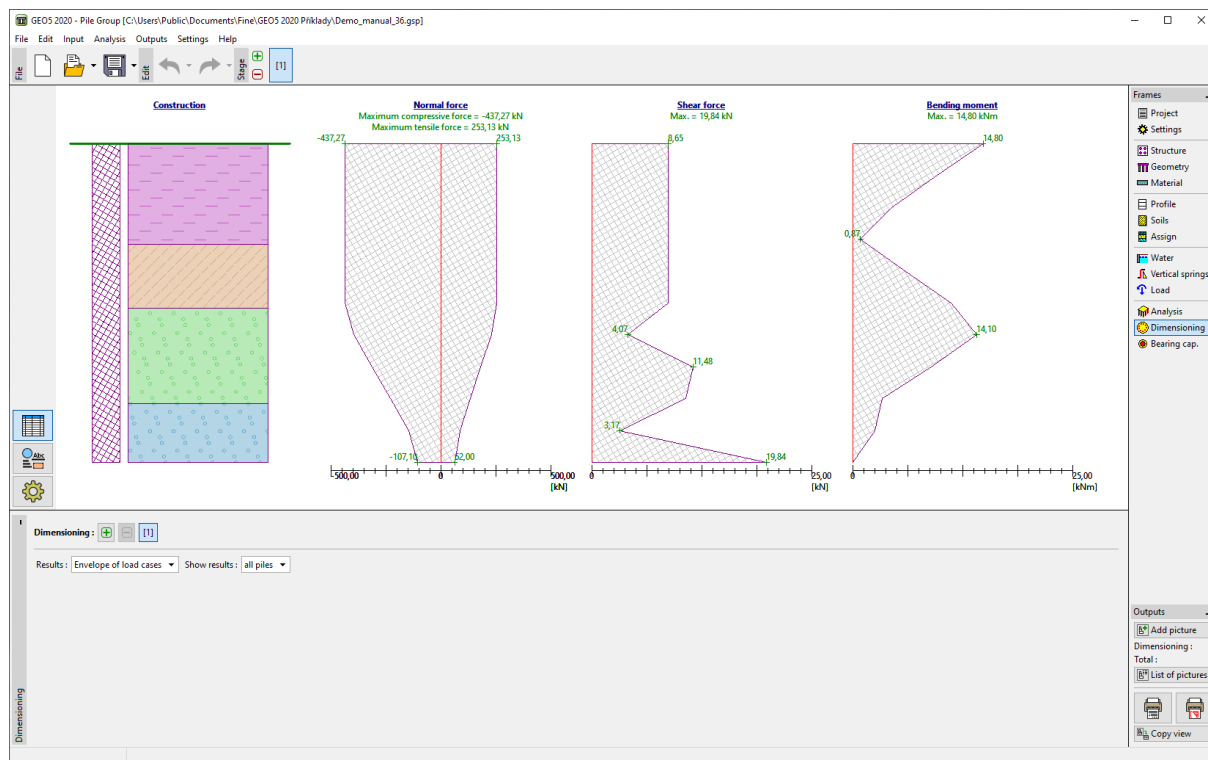


Kartica "Analysis"

Rezultati proračuna za inicijalne postavke (za maksimalne deformacije) su sljedeći:

- Maksimalno slijeganje 7.9 mm
- Maksimalni horizontalni pomak naglavne ploče 10 mm
- Maksimalna rotacija naglavne ploče $1.4E - 01^\circ$

U kartici "Dimensioning" prikazuju se unutarnje sile od odabranog slučaja opterećenja ili anvelope opterećenja. Rezultati se mogu prikazati za bilo koji pilot. Ukupne unutarnje sile su jednake rezultanti sila proračunatih iz X i Y komponenti. Sljedeća slika prikazuje unutarnje sile anvelope slučajeva opterećenja za sve mikropilote.



Kartica "Dimensioning"

Za proračun presjeka mikropilota i njihovog korijena potrebno je otvoriti program GEO5 – Mikropilot klikom na karticu "Bearing capacity". Svi rezultati i podaci automatski se uvoze u ovaj program.

Provjera čeličnog presjeka mikropilota provodi se u kartici "Section verification". Rezultati za najopterećeniji mikropilot automatski se proračunavaju. U ovom slučaju korozija se ne uzima u obzir, budući da temeljenje mikropilotima nije trajna konstrukcija. Rubni uvjeti postavljeni su kao: zglobov – kruta veza.

Provjera unutarnje stabilnosti:

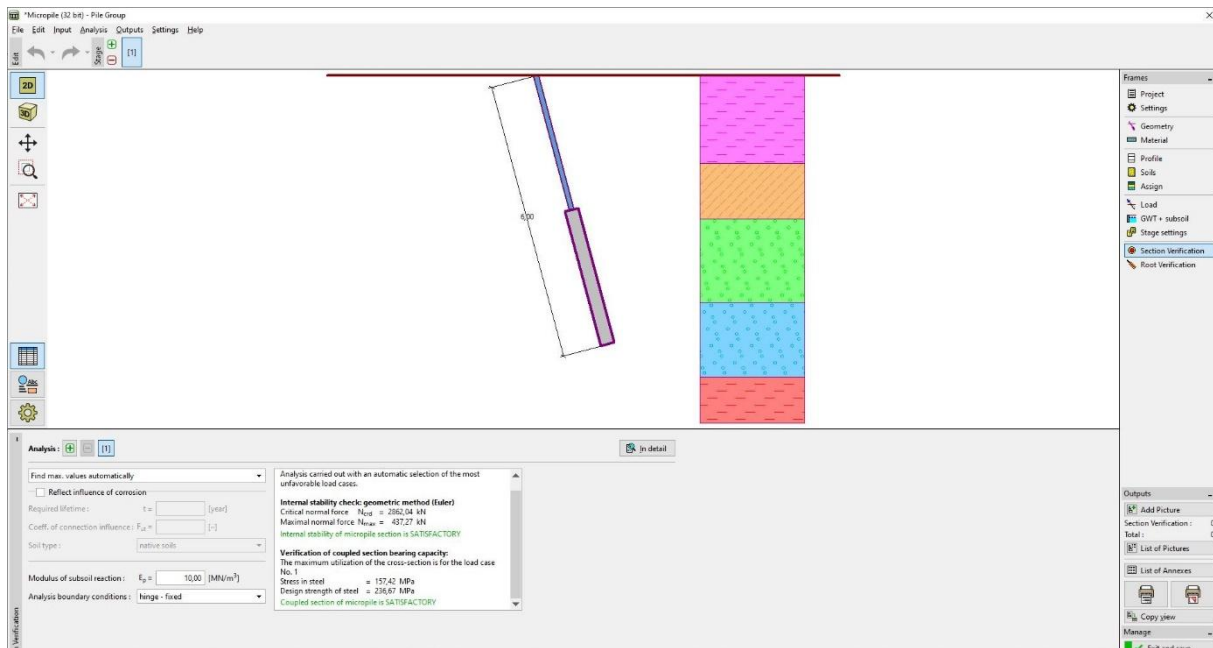
$$N_{crd} = 2862.04 \text{ kN} \geq N_{max} = 437.27 \text{ kN}$$

Unutarnja stabilnost presjeka mikropilota ZADOVOLJAVA

Provjera nosivosti spregnutog presjeka:

$$f_{y,d} = 236.67 \text{ MPa} \geq \sigma_s = 157.42 \text{ MPa}$$

Spregnuti presjek mikropilota ZADOVOLJAVA



Kartica "Section verification"

Provjera nosivosti korjena mikropilota se odrađuje u kartici "Root Verification". Provjera je odrađena prema Lizzi teoriji i prosječnom trenju po obodu postavljenom kao $q_{sav} = 350 \text{ kPa}$.

Napomena: Metoda proračuna za provjeru nosivosti korjena se može promijeniti u kartici "Settings" uređivanjem svojstava za "Micropile".

Provjera tlačnih mikropilota:

$$R_s = 791.68 \text{ kN} \quad - \text{ Otpornost pilota}$$

$$R_d = 527.79 \text{ kN} \geq N_{max} = 437.27 \text{ kN} \quad - \text{ Nosivost korjena mikropilota}$$

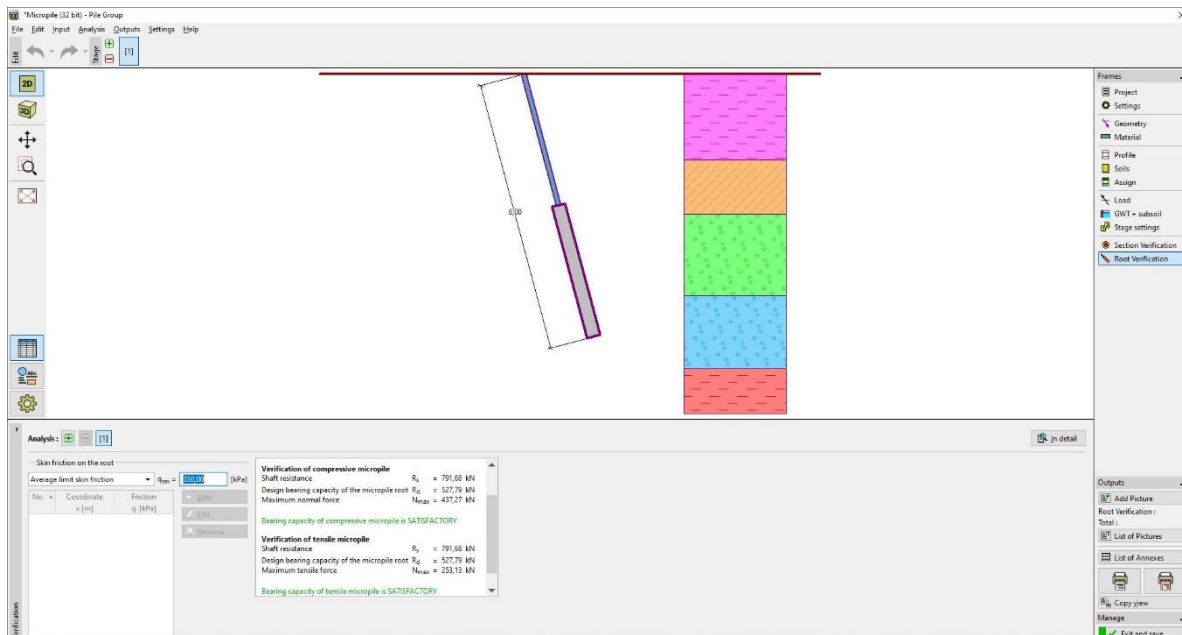
Nosivost tlačnog mikropilota ZADOVOLJAVA

Provjera vlačnog mikropilota:

$$R_s = 791.68 \text{ kN} \quad - \text{ Otpornost pilota}$$

$$R_d = 527.79 \text{ kN} \geq N_{max} = 253.13 \text{ kN} \quad - \text{ Nosivost korjena mikropilota}$$

Nosivost vlačnog mikropilota ZADOVOLJAVA



Kartica "Root Verification"

Posljednji korak je spremanje rezultata klikom na tipku "Exit and save" kako je prikazano na prethodnoj slici.

Zaključak:

Vrijednosti za maksimalno slijeganje, maksimalne horizontalne pomake i rotaciju naglavne ploče pilota su u dopuštenim granicama.

Proračun mikropilota TK 108/20 izrađenih od čelika *EN 10210-1: S355* i njihovih korjena zadovoljava prema *EN 1997 – PP2*.