

Proračun vertikalne nosivosti i slijeganje grupe pilota

Program: Skupina pilota

Datoteka: Demo_manual_17.gsp

Cilj ovog inženjerskog priručnika je objasniti kako koristiti program GEO5 – SKUPINA PILOTA

Uvod

Svi proračuni u programu Skupina pilota se mogu podijeliti u dvije grupe:

- Metoda opruga,
- Analitičko rješenje.

Metoda opruga proračunava deformacije cijelog temelja na pilotima i određuje unutarnje sile uzduž svakog individualnog pilota. Opterećenje se definira kao generalna aktivna kombinacija $N, M_x, M_y, M_z, H_x, H_y$. Bitan rezultat metode opruga je rotacija i pomak krute naglavne ploče pilota i dimenzioniranje armaturnog koša individualnih pilota. Metoda opruga je daljnje pojašnjena u sljedećem poglavlju 18. *Proračun defomracija i dimenzioniranje grupe pilota.*

Analitičko rješenje se koristi za proračun vertikalne nosivosti skupine pilota opterećenje samo s vertikalnom normalnom silom. Ova vrsta proračuna daje vertikalnu nosivost temelja na pilotima i prosječno slijeganje pilota.

Analitičko rješenje se dalje dijeli prema vrsti tla:

- Za kohezivna tla,
- Za nekohezivna tla.

Vertikalna nosivost skupine pilota u **kohezivnom tlu** se uzima u obzir u nedreniranim uvjetima. Određuje se kao nosivost zemljanog tijela u obliku prizme opcrtane oko skupine pilota prema FHWA. Samo ukupna kohezija tla (nedrenirana posmična čvrstoća) c_u je definirana u svrhu proračuna.

Slijeganje skupine pilota u kohezivnom tlu (u nedreniranim uvjetima) se temelji na proračunu slijeganja zamjenskog plitkog temelja (takozvano konsolidacijsko slijeganje skupine pilota, često pod nazivom *2:1 metoda*).

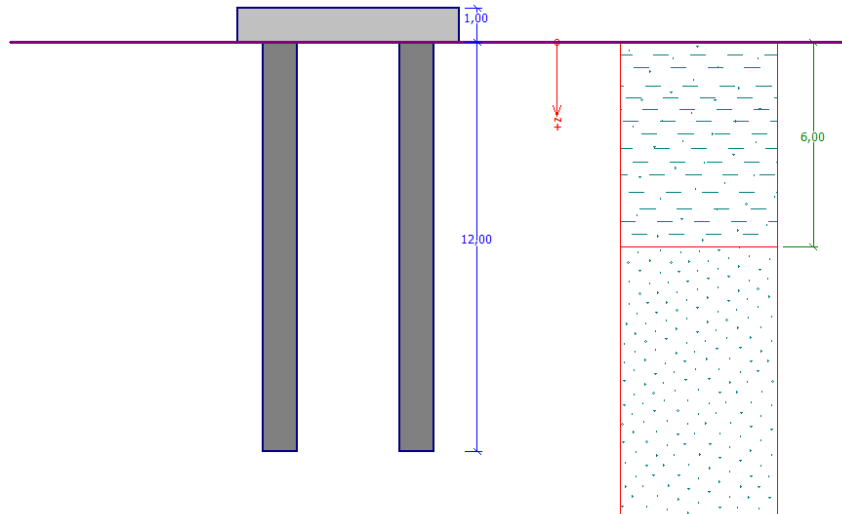
Kako bismo procijenili slijeganje skupine pilota, proračun uključuje utjecaj dubine temelja i debljinu deformacijske zone prema metodologiji proračuna slijeganja plitkih temelja. Prilikom određivanja slijeganja skupine pilota u Češkoj i Slovačkoj, moguće je koristiti proceduru prema *CSN 73 1001 – Ground under spread foundations*.

Procjena skupine pilota u **nekohezivnom tlu** se temelji na procedurama identičnim za proračun jednog pilota u nekohezivnom tlu (kao što je opisano u poglavlju 13. *Proračun vertikalne nosivosti jednog pilota*). Jedini dodatak proceduri je korištenje takozvane učinkovitosti skupine pilota, koja reducira ukupnu vertikalnu nosivost temelja na pilotima.

Krivulja opterećenja skupine pilota u nekohezivnom tlu je konstruirana na isti način kao krivulja za jedan pilot (prikazano u poglavlju 14. *Proračun slijeganja jednog pilota*), prema prof. H. G. Poulos, s iznimkom ukupnog slijeganja skupine pilota. Ukupno slijeganje je povećano zbog takozvanog faktora grupnog slijeganja g_f , koji dopušta utjecaj individualnih pilota u grupi. Veličina ovog parametra ovisi o geometrijskom rasporedu skupine pilota.

Opis problema

Osnovni opis problema dan je u prethodnom poglavlju (12. *Temeljenje na pilotima*). Provedite sve proračune vertikalne nosivosti skupine pilota prema EN 1997-1 (DA 2) na temelju problema iz poglavlja 13. *Proračun vertikalne nosivosti jednog pilota*. Rezultanta ukupnog opterećenja, koja se sastoji od N, M_y, H_x , djeluje na gornju bazu naglavne ploče pilota, ravno u centru.



Shema problema – skupina pilota

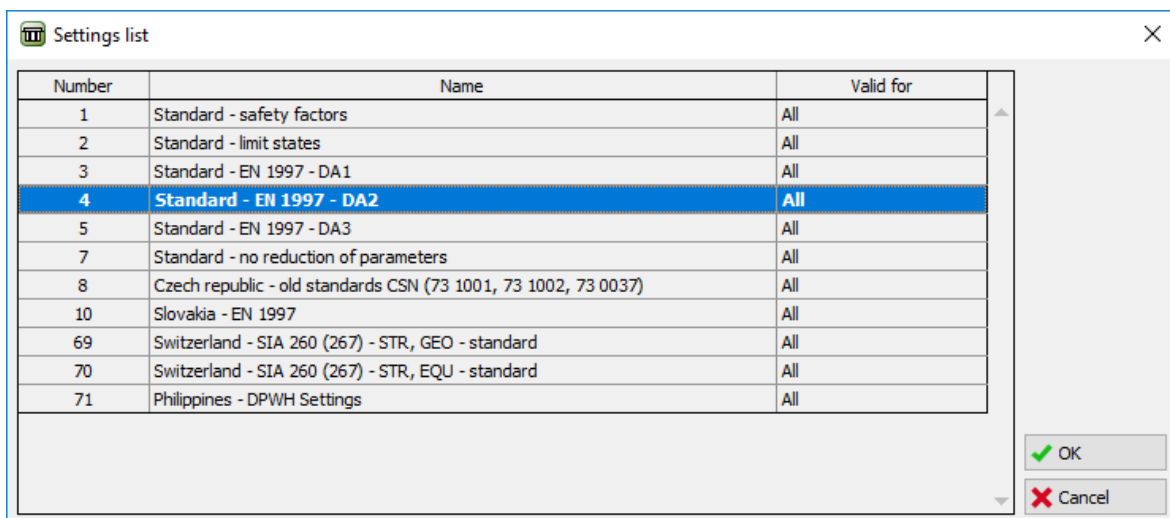
Rješenje

Koristit ćemo program GEO 5 – SKUPINA PILOTA za proračun ovog problema. Kako bismo pojednostavili problem i ubrzali unos parametara (oblik, tlo, dodjelu tla i profil), uvest ćemo podatke i problema 13. *Proračun vertikalne nosivosti jednog pilota*.

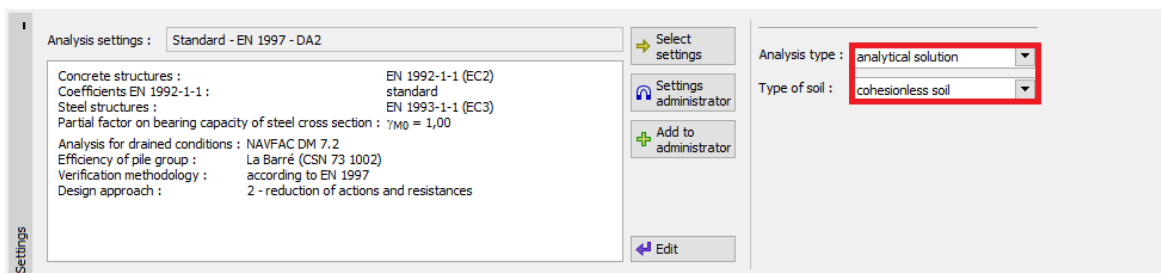
U ovom proračunu procijenit ćemo skupinu pilota koristeći iste metode proračuna koje smo koristili kod proračuna jednog pilota (NAVFAC DM 7.2, EFFECTIVE STRESS i CSN 73 1002). Fokusirat ćemo se na druge ulazne parametre koji utječu na sveukupne rezultate.

Opis procedure

U kartici “Settings”, kliknut ćemo na tipku “Select settings” i odabrati postavke proračuna “Standard – EN 1997 – DA2”. Zadržat ćemo opciju vrste proračuna na “*analytical solution*”. U našem primjeru, uzet ćemo u obzir da je vrsta tla *nekohezivna* jer ćemo procijeniti pilota za drenirane uvijete.

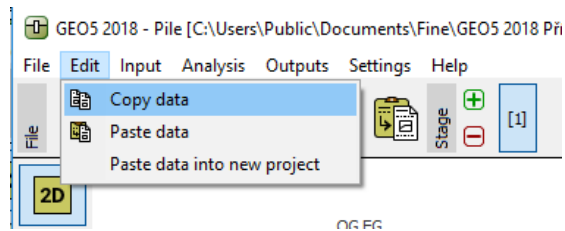


“Setting list“ dijaloški prozor



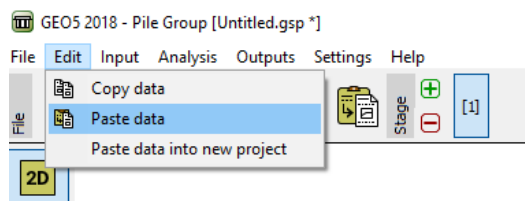
Kartica “Settings”

Uvest ćemo podatke kako bismo izbjegli ponovno upisivanje svega. Kako bismo uvezli podatke u program Skupina pilota, prvo moramo otvoriti datoteku iz priručnika br. 13 - *Proračun vertikalne nosivosti jednog pilota* u program GEO5 – Pilot. U gornjoj traci, kliknut ćemo na tipku “Edit”, a zatim odabrati opciju “Copy data”.



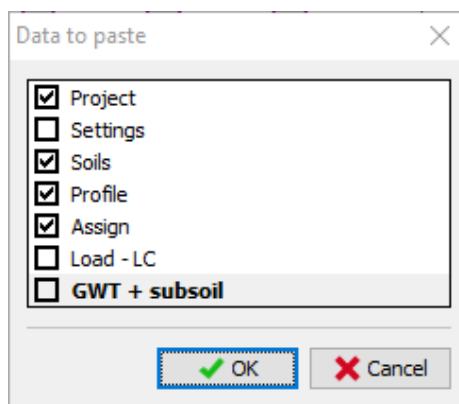
“Pile” Program

Nakon toga u programu GEO 5 – Skupina pilota, ponovno kliknemo na tipku “Edit” u gornjoj alatnoj traci i odaberemo opciju “Paste data”. Kroz ovaj korak, potrebni podaci za proračun će se prenijeti, a značajan dio posla s unosom ulaznih podataka će biti odrađen.



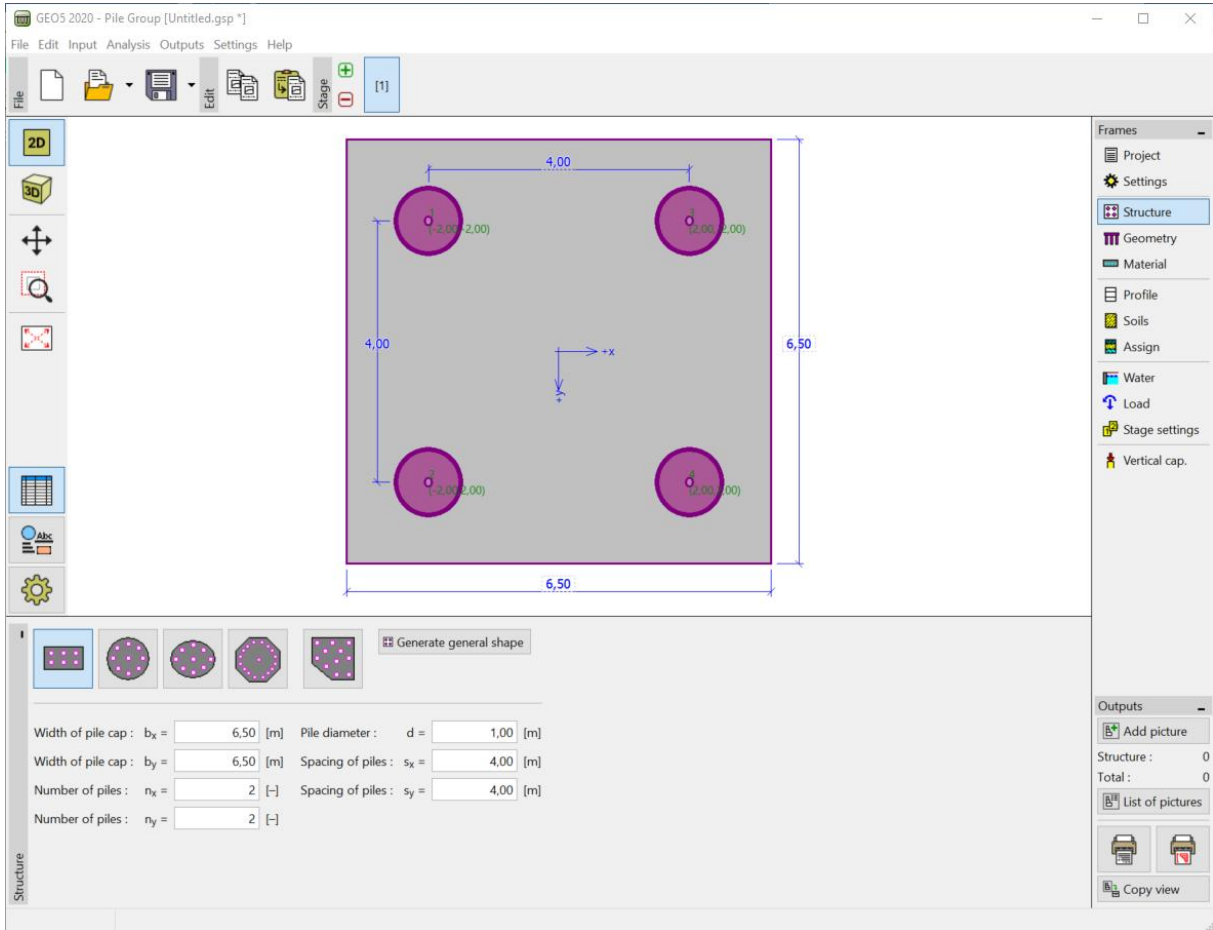
“Pile Group” Program

U dijaloškom prozoru koji se pojavi na ekranu, odabrat ćemo preuzimanje svih podataka osim “Settings”, “Load - LC,” i “GWT + subsoil”.



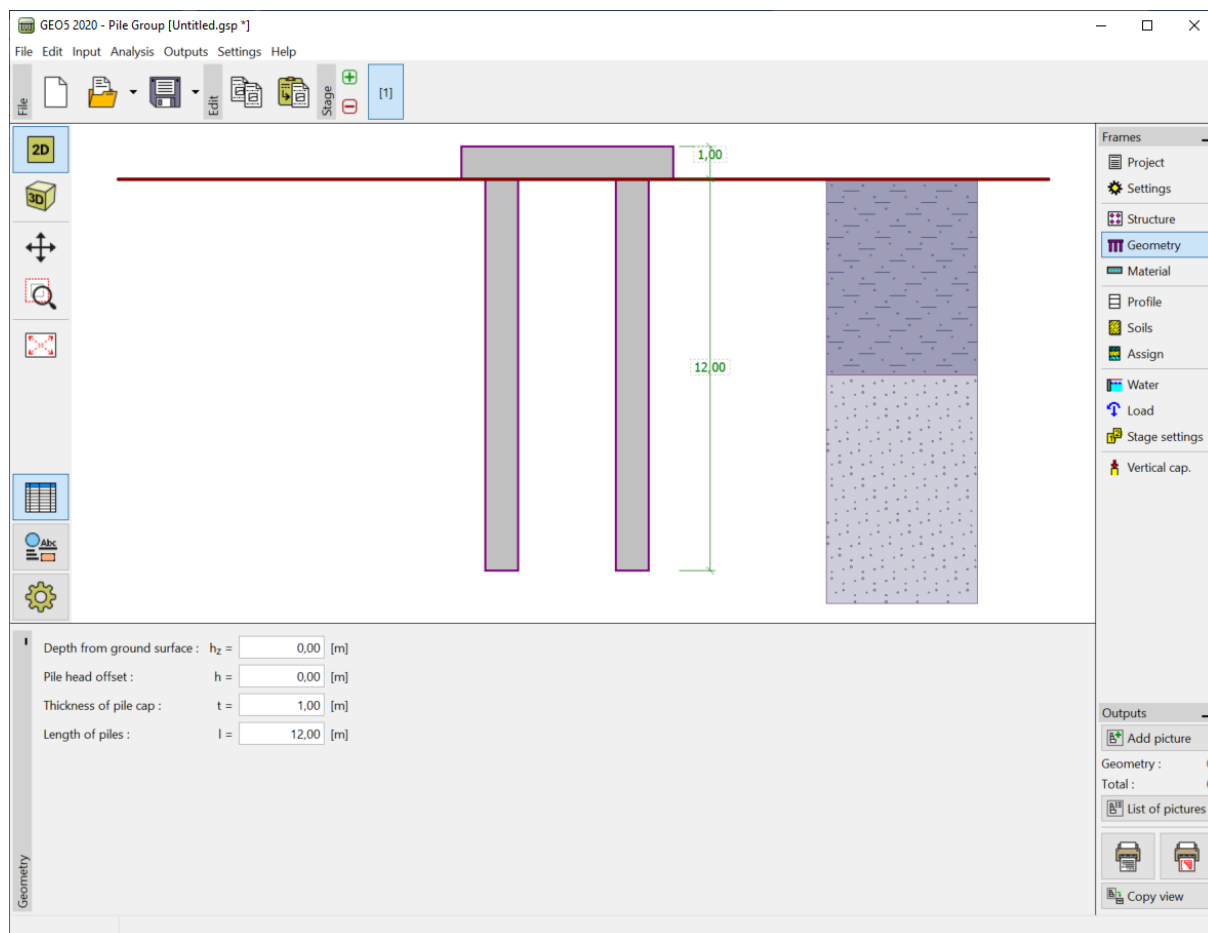
“Data to paste” dijaloški prozor

Sad prelazimo u karticu "Structure". Ovdje određujemo tlocrtne dimenzije temeljne ploče (naglavne ploče pilota), broj pilota u skupini, njihov promjer i osni razmak (između pilota u x , y smjeru). Postavit ćemo širinu naglavne ploče pilota na 6.50 m i unijeti 2 pilota i za x i za y smjer.



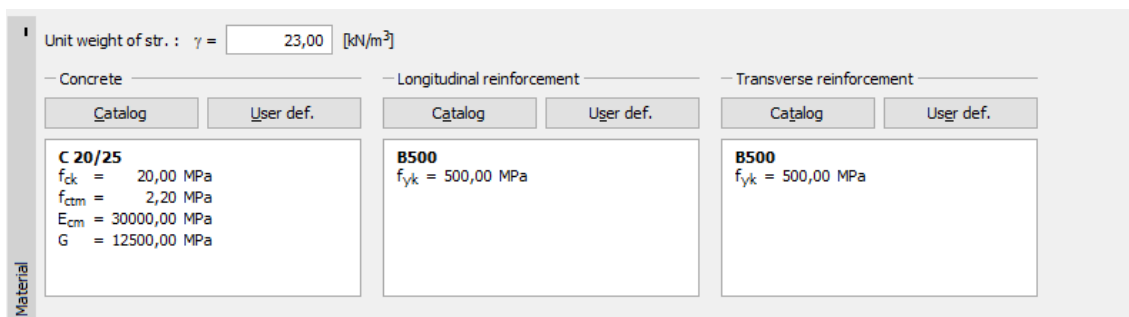
Kartica "Structure"

Zatim u kartici "Geometry" definiramo dubinu od razine tla, odmak glave pilota, debljinu naglavne ploče pilota i duljine svih pilota u skupini. Svi individualni piloti u skupini imaju jednake promjere i duljine.



Kartica "Geometry"

U kartici "Material" odredit ćemo jediničnu težinu konstrukcije $\gamma = 23.0 \text{ kN/m}^3$.



Kartica "Material"

Nakon toga definirat ćemo opterećenje. Vertikalna nosivost skupine pilota se računa koristeći proračunska opterećenja; uporabno opterećenje se koristi za proračun slijeganja. Kliknite na tipku “Add” i dodajte novo proračunsko opterećenje i jedno novo uporabno opterećenje prema slikama ispod.

New load
✕

Name :

Vertical force : N = [kN]

Bending moment : M_x = [kNm]

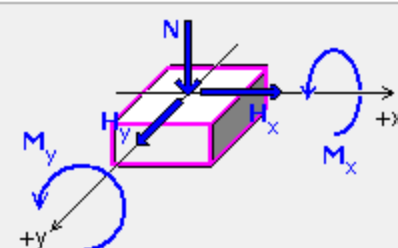
M_y = [kNm]

Horizontal force : H_x = [kN]

H_y = [kN]

Torsional moment : M_z = [kNm]

design service



“New load” dijaloški prozor – Proračunsko opterećenje

New load
✕

Name :

Vertical force : N = [kN]

Bending moment : M_x = [kNm]

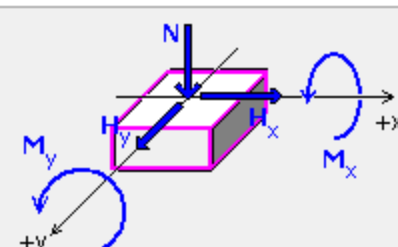
M_y = [kNm]

Horizontal force : H_x = [kN]

H_y = [kN]

Torsional moment : M_z = [kNm]

design service

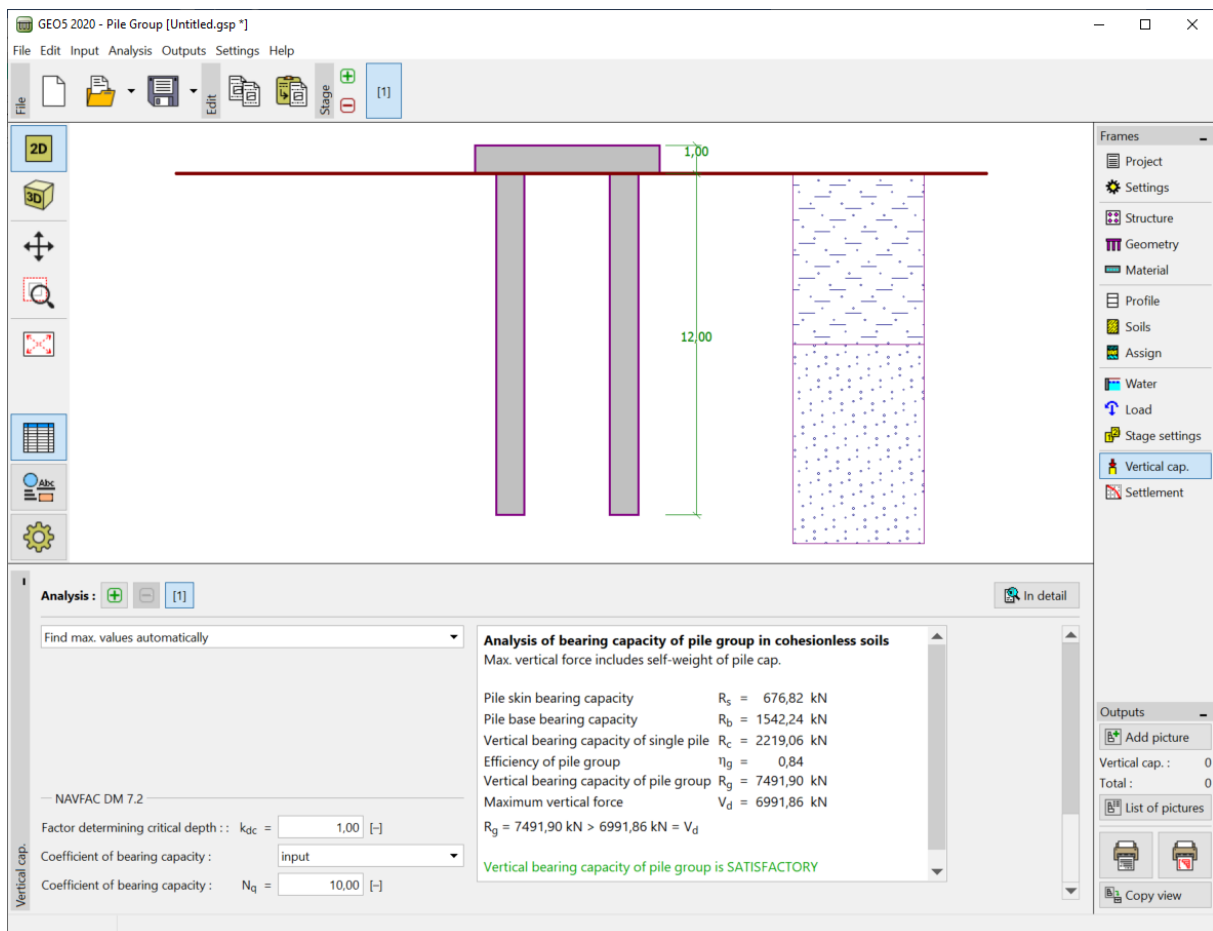


“New load” dijaloški prozor – Uporabno opterećenje

Provest ćemo procjenu skupine pilota u kartici “Vertical capacity”. Kako bismo zadovoljili uvjet pouzdanosti, vrijednost R_g mora biti veća od veličine djelovanja proračunskog opterećenja V_d (za više detalja posjetite pomoć programa – F1). Koristeći **NAVFAC DM 7.2** metodu proračuna i učinkovitost skupine pilota *La Barré* (CSN 73 1002) prema početnim postavkama proračuna, rezultati vertikalne nosivosti skupine pilota su sljedeći:

– **La Barré** (CSN 73 1002): $\eta_g = 0.84$.

$R_g = 7491.90 \text{ kN} > V_d = 6991.86 \text{ kN}$ **ZADOVOLJAVA**



Kartica “Vertical cap.”

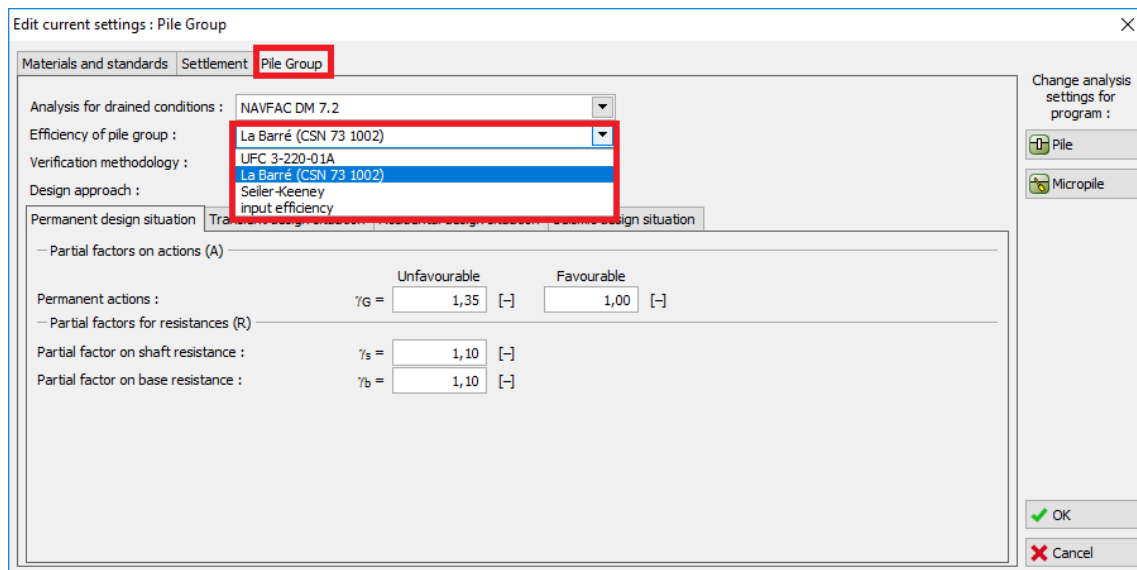
Napomena: Proračunata vertikalna nosivost skupine pilota u nekohezivnom tlu mora biti reducirana jer individualni piloti statički utječu jedni na druge. Procjena u programu sadrži nekoliko metoda određivanja učinkovitosti skupine pilota η_g . Ova vrijednost (bez mjerne jedinice) (obično u rangu od 0.5 do 1.0) reducira ukupnu vrijednost vertikalne nosivosti skupine pilota R_g s obzirom na:

- Broj pilota u skupini n_x, n_y ;
- Osni razmaci pilota u skupini s_x, s_y ;

- Promjer pilota u skupini d .

Učinkovitost skupine η_g ovisi jedino o postavljenoj geometriji skupine pilota, ne o metodi proračuna.

Možemo provjeriti kako se vertikalna nosivost mijenja kad koristimo druge metode određivanja učinkovitosti skupine pilota η_g . Najprije idemo u karticu "Settings". Ondje kliknemo na tipku "Edit" u donjem srednjem dijelu sučelja i odaberemo preostale mogućnosti „UFC 3-220-01A“, i „Seiler-Keeney“ korak po korak u kartici "Pile group".



“Edit current settings“ dijaloški prozor

Koristeći ostale metode proračuna, proračun u programu odgovara problemu u priručniku br. 13. Proračun vertikalne nosivosti jednog pilota. U slučaju korištenja metode efektivnih napreznja, postaviti ćemo koeficijent nosivosti N_p na 30.

Rezultati proračuna vertikalne nosivosti skupine pilota u nekohezivnom tlu (tj. u dreniranim uvjetima) prema korištenoj metodi i učinkovitosti skupine pilota η_g su dani u sljedećoj tablici:

- **La Barré (CSN 73 1002):** $\eta_g = 0.84$,
- **UFC 3-220-01A:** $\eta_g = 0.80$,
- **Seiler-Keeney:** $\eta_g = 0.99$.

EN 1997-1, DA2 (nekohezivno tlo) Metoda proračuna	Učinkovitost skupine pilota η_g [-]	Nosivost jednog pilota R_c [kN]	Nosivost skupine pilota R_g [kN]
NAVFAC DM 7.2	0.84	2219.06	7491.90
	0.80		7100.98
	0.99		8829.18
EFFECTIVE STRESS	0.84	6172.80	20 840.41
	0.80		19 572.96
	0.99		24 560.34
CSN 73 1002	0.84	5776.18	19 501.36
	0.80		18 483.79
	0.99		22 982.28

Suma rezultata – Vertikalna nosivost skupine pilota u dreniranim uvjetima

Zaključak (vertikalna nosivost skupine pilota)

Proračunata vertikalna nosivost skupine pilota R_g u nekohezivnom tlu mora biti reducirana (koristeći takozvanu učinkovitost skupine pilota η_g) jer individualni piloti statički utječu jedni na druge. Zapravo, individualni piloti u skupini utječu jedni na druge više kad je osni razmak pilota smanjen.

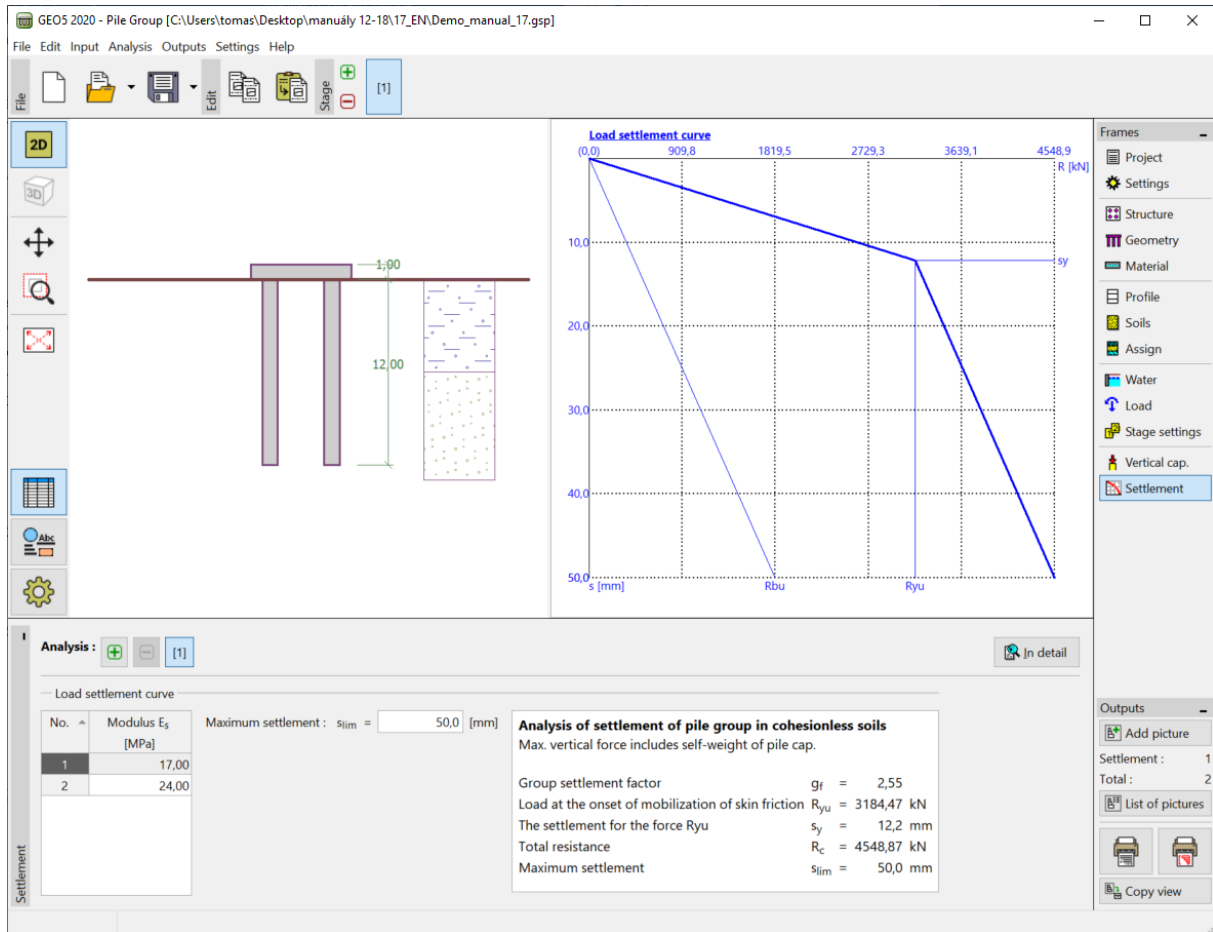
Uvijek je potrebno pažljivo odabrati radi li se proračun za drenirane ili nedrenirane uvjete za analitičko rješenje vertikalne nosivosti skupine pilota. Dvije vrste proračuna su značajno drugačije.

Proračun slijeganja skupine pilota

Proračun slijeganja skupine pilota je potpuno identičan proračunu za jedan pilot; jedina razlika da se proračunato slijeganje dodatno množi s faktorom slijeganja skupine g_f .

Napomena: Veličina faktora slijeganja skupine g_f ovisi o geometrijskom rasporedu skupine pilota, tj. o promjeru pilota u skupini i širini naglavne ploče pilota.

Proračunavamo slijeganje skupine pilota prema Poulosovoj teoriji. Koristit ćemo vrijednosti module E_s iz priručnika br. 14 *Proračun slijeganja jednog pilota* (17 MPa za 1st sloj, 24 MPa za 2nd sloj). Maksimalno slijeganje je uzeto 50 mm.



Kartica "Settlement" – NAVFAC DM 7.2 metoda

Rezultati proračuna su dani u sljedećoj tablici:

Metoda proračuna vertikalne nosivosti skupine pilota	Opterećenje pri mobilizaciji trenja po plaštu R_{yu} [kN]	Slijeganje skupine pilota s [mm] koristeći silu $V = 4000$ kN
NAVFAC DM 7.2	3184.47	34.8
EFFECTIVE STRESS	7274.43	15.3
CSN 73 1002	8057.77	15.3

Suma rezultata – Slijeganje skupine pilota prema Poulosu

Zaključak (slijeganje skupine pilota):

Prema rezultatima proračuna vidimo da je vertikalna nosivost skupine pilota drugačija čim je uzeto u obzir ukupno slijeganje. Proračun slijeganja skupine pilota u nekohezivnom tlu (drenirani uvjeti) se temelji na teoriji linearnog slijeganja za koje su potrebne vrijednosti trenja po plaštu R_s i otpornosti baze pilota R_b za unos.

S druge strane, slijeganje skupine pilota u kohezivnom tlu (nedrenirani uvjeti) se temelji na proračunu za zamjenski plitki temelj. Ova metoda proračuna se često naziva *konsolidacijsko slijeganje skupine pilota* ili često kraticom *2:1 metoda*. Za ovu procjenu slijeganja skupine pilota, utjecaj dubine od razine tla i dubine deformacijske zone prema metodologiji procjene slijeganja plitkih temelja su uzete u proračun.

Dvije metode proračuna se znatno razlikuju i daju kompletno drugačije rezultate. GEO5 developeri preporučuju proračun vertikalne nosivosti i slijeganja skupine pilota prema vašem lokalnom načinu.