

Proračun deformacija i dimenzioniranje skupine pilota

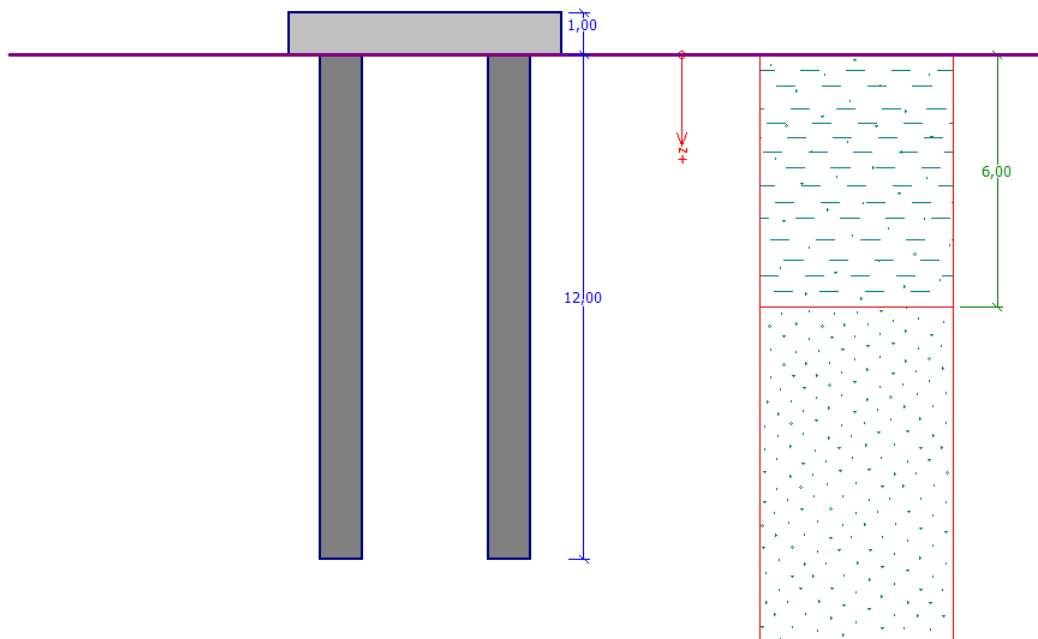
Program: Skupina pilota

Datoteka: Demo_manual_18.gsp

Cilj ovog poglavlja je objasniti korištenje GEO 5 – SKUPINA PILOTA programa za proračun kutne rotacije i pomaka krute naglavne ploče pilota i određivanje unutarnjih sila koje djeluju uzduž individualnih pilota i dimenzioniranje poprečnih presjeka.

Opis problema

Osnovni opis problema dan je u prethodnom poglavlju (12. *Temeljenje na pilotima*). Svi proračuni vertikalne nosivosti skupine pilota će se provesti na temelju prethodnog problema 17. *Proračun vertikalne nosivosti i slijeganja grupe pilota*. Rezultanta ukupnog opterećenja koja se sastoji od N, M_y, H_x djeluje na gornjoj bazi naglavne ploče pilota, ravno u njenom središtu. Dimenzioniranje pilota u skupini će se provesti prema EN 1992-1-1 (EC 2) standardu, koristeći standardne vrijednosti parcijalnih koeficijenata.



Shema problema – skupina pilota

Rješenje

Kako bismo riješili ovaj problem, koristit ćemo GEO 5 – SKUPINA PILOTA program. Za pojednostavljenje problema i ubrzanje postavki osnovnih parametara problema, **temeljit ćemo naše rješenje na primjeru iz prethodnog inženjerskog priručnika br. 17. Proračun vertikalne nosivosti skupine pilota.**

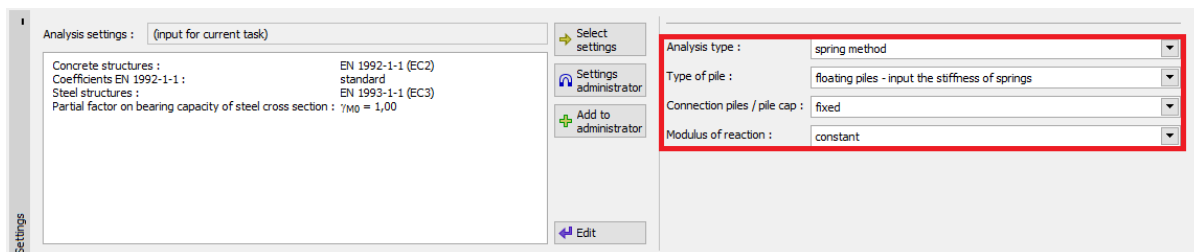
Proračunat ćemo skupinu pilota koristeći takozvanu *metodu opruga*, koja modelira individualne pilota kao grede na elastičnoj podlozi. Svaki pilot je interno podijeljen na deset dijelova, za koje se proračunavaju vrijednosti horizontalnih i vertikalnih opruga. Temeljna ploča (naglavna ploča pilota) se uzima kao apsolutno kruta. Rješenje se izvodi koristeći deformacijsku varijantu Metode Konačnih Elemenata (MKE).

Opis postupka

Najprije ćemo otvoriti datoteku iz priručnika br. 17 u program “Skupina pilota”. Zatim u kartici “Settings” mijenjamo vrstu proračuna na “Spring method”. Uzet ćemo da je spoj pilota i temeljne ploče **krut, tj. upet**. Pretpostavka za rubne uvjete je da će se moment savijanja prenijeti na glave pilota.

Za nosivost pilota u bazi, odabrat ćemo opciju “floating piles – compute the stiffness of springs from the soil parameters”.

Napomena: Program nudi nekoliko opcija rubnih uvjeta za nosivost pilota u vertikalnom smjeru. Za krajnje-nosive pilote, ili pilote na stijenskoj podlozi, vertikalna krutos opruga nije određena – baza pilota je modelirana kao čvor ili klizni ležaj. Za plutajuće pilota nužno je definirati veličine vertikalnih opruga, i na plaštu i na bazi pilota. Program omogućuje definiranje veličine opruga, ali običnose odabire opcija “compute the size of springs”. U ovom slučaju program proračunava opruge koristeći deformacijska svojstva tla za tipsko opterećenje (za više informacija posjetite pomoć programa – F1).



Kartica “Analysis settings” – metoda opruga

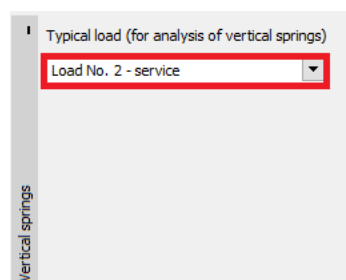
Horizontalni modul reakcije tla karakterizira ponašanje pilota u bočnom smjeru. U ovom proračunu, uzet ćemo da je modul k_h (uključujući parametre koji utječu na njegovu veličinu) identičan kao u slučaju rješenja za jedan pilot (vidi priručnik br. 16. *Proračun horizontalne nosivosti jednog pilota*). U prvom dijelu ovog poglavlja provet ćemo proračun koristeći **konstantni** modul reakcije tla, a zatim, u drugom dijelu, usporedit ćemo razlike između rezultata kad su korištene druge metode (linearna – prema Bowlesu, prema CSN 73 1004 i prema Vesicu).

Kad promijenimo metodu određivanja modula reakcije tla, također je nužno urediti parametre tla u kartici “Soils”. Vrijednosti ovih parametara su iste kao u priručniku br. 16. Također su prikazani u tablici ispod.

Modul reakcije tla k_h [MN/m^3]	Kut disperzije β [–]	Koeficijent k [MN/m^3]	Modul elastičnosti E [MPa]	Modul horizontalne stlačivosti n_h [MN/m^3]
KONSTANTA	10 – CS	---	---	---
	15 – S-F			
LINEARNO (Bowles)	10 – CS	60 – CS	---	---
	15 – S-F	150 – S-F		
CSN 73 1004	Kohezivno tlo – CS, čvrste konzistencije			---
	Nekohezivno tlo – S-F, srednje gustoće			4,5
VESIC	---	---	5,0 – CS	---
			15,5 – S-F	

Tablica parametara tla za određivanje modula reakcije tla K_h

U kartici “Vertical springs”, odabraćemo takozvano tipsko opterećenje, koje se koristi za proračuna krutosti vertikalnih opruga. U našem slučaju odabrat ćemo opciju “Load No. 2 – Service”.



Kartica “Vertical springs” – tipsko opterećenje

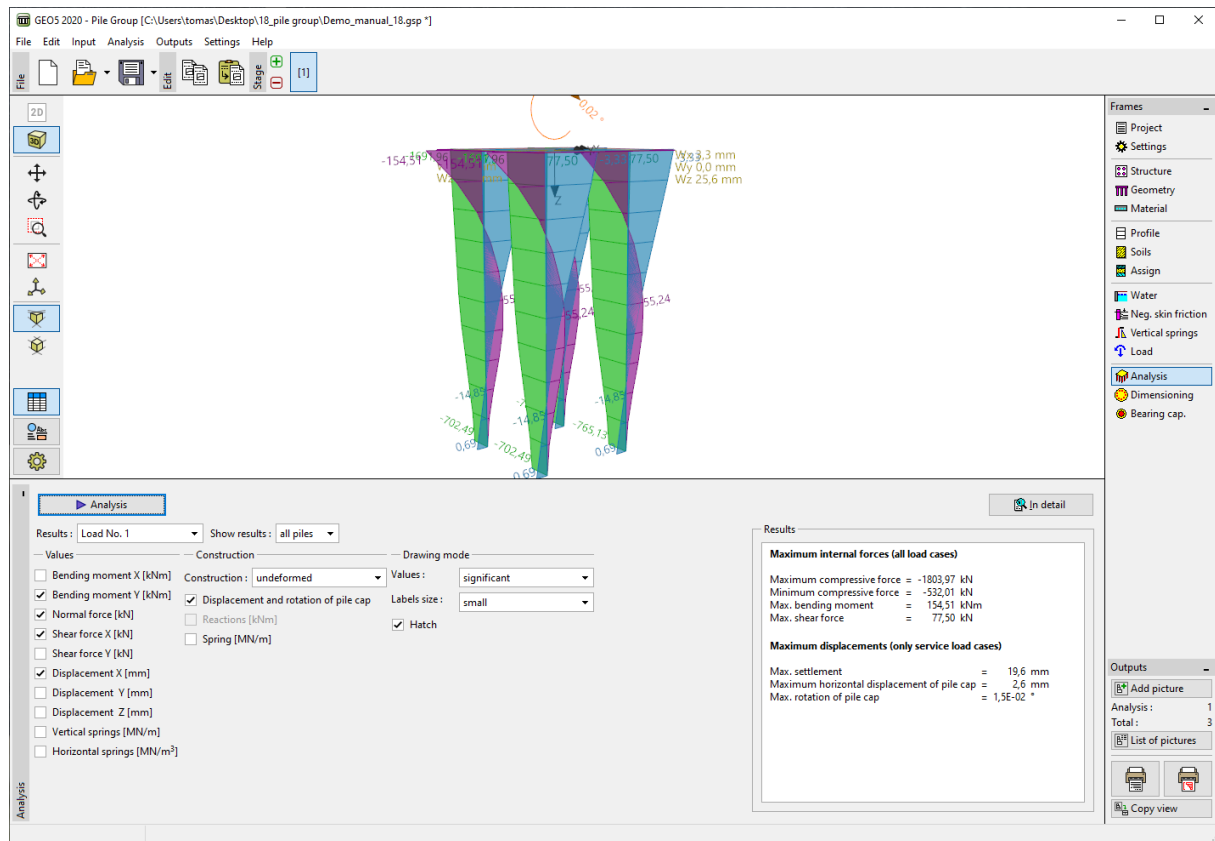
Napomena: U slučaju opcije tipskog opterećenja, bitno je aplicirati uporabno (karakteristično) opterećenje koje najbolje karakterizira ponašanje konstrukcije (za više detalja posjetite pomoć programa – F1). Postupak proračuna vertikalnih opruga je sljedeći:

- a) Proračunato opterećenje je distribuirano po individualnim pilotima.*
- b) Veličina vertikalnih opruga na plaštu pilota i bazi pilota se određuje za individualne pilote, ovisno od opterećenju i parametrima tla.*

Utjecaj opterećenja na proračunatu krutost je značajna – na primjer, krutost opruge na bazi je uvijek nula za pilot u vlaku. Zbog toga može biti korisno u nekim slučajevima provesti proračun nekoliko puta za različita tipska opterećenja.

Proračun: Metoda opruga

U kartici “Analysis”, provest ćemo procjenu skupine pilota za inicijalne postavke (**konstantni** modul reakcije tla) i prikazati rezultate uključujući krivulje unutarnjih sila.



Kartica “Analysis” – Metoda opruga (constantni modul reakcije tla)

Napomena: Krutost pilota u skupini je automatski modificirana prema njihovim lokacijama. Piloti na rubu i unutar skupine imaju reduciranu veličinu horizontalne i posmične krutosti opruga u usporedbi s jednim pilotom. Opruge na bazi pilota nisu reducirane (za više detalja posjetite pomoć programa – F1).

Rezultati proračuna za inicijalne postavke (za maksimalnu deformaciju) su sljedeće:

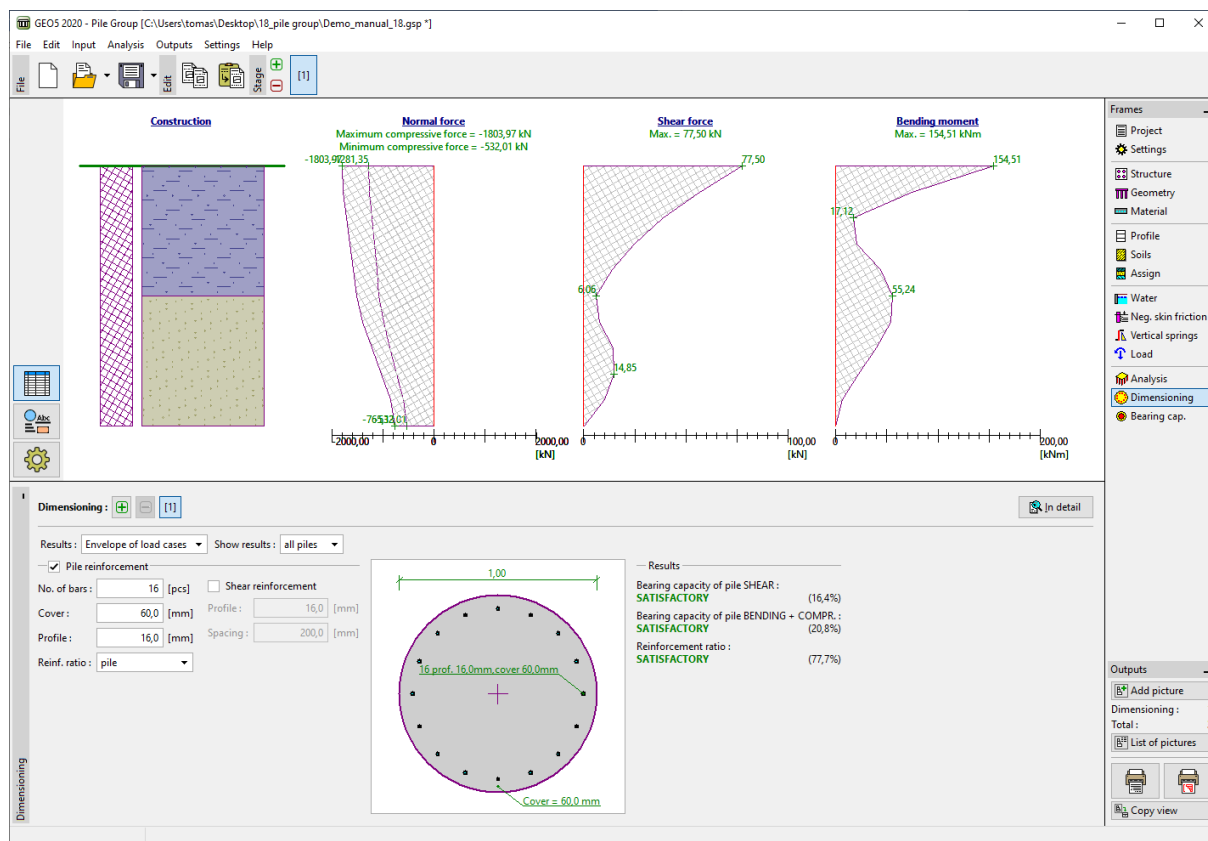
- Maksimalno slijeganje: 19.6 mm ;
- Maks. horizontalni pomak nagl. ploče pilota: 2.6 mm ;
- Maksimalna rotacija naglavne ploče pilota: $1.5 \cdot 10^{-2} \text{ °}$.

Dimenzioniranje

Sad prelazimo u karticu “Dimensioning” gdje slično kao u poglavlju 16. *Proračun horizontalne nosivosti jednog pilota*, predlažemo i procjenjujemo glavnu armaturu konstrukcije pilota. Uzet ćemo

identični omjer armature za sve pilote u skupini – **16 kom Ø 16 mm** i minimalni zaštitni sloj betona od **60 mm**, prema klasi izloženosti XC1.

Omjer armature za općenito opterećenju skupinu pilota je, u ovom slučaju, uzet u obzir prema CSN EN 1536:1999 (identično kao u *poglavlju 16*). U programu, ova opcija je postavljena kao “pile” (za više detalja posjetite pomoć programa – F1).



Kartica “Dimensioning” – rezultati svih pilota u skupini iz anvelope slučajeva opterećenja

Rezultati prikazuju iskoristivost poprečnog presjeka svih pilota u skupini za savijanje i uvjet minimalnog omjera armature za sveukupnu anvelopu slučajeva opterećenja:

- Nosivost AB pilota (posmik): 16.4% **ZADOVOLJAVA**
- Nosivost AB pilota (savijanje): 20.8% **ZADOVOLJAVA**
- Omjer armature: 77.7% **ZADOVOLJAVA**

Rezultati proračuna

Postupak za ostale proračune u programu odgovara postupku korištenom u prethodnim problemima. Uvijek mijenjamo metodu proračuna modula reakcije tla u kartici “Settings”, uređujemo parametre tla po potrebi, a zatim provodimo procjenu skupine pilota u karticama “Analysis” i “Dimensioning”. Rezultati su zapisani u sljedećim tablicama.

Modul reakcije tla k_h [MN/m^3]	Tlačna sila (maksimum, minimum) [kN]	Maksimalni moment savijanja [kNm]	Maksimalna posmična sila [kN]
KONSTANTA	-1803,97	154,51	77.50
	-532,01		
LINEARNO (Bowles)	-1822,08	190,74	77.50
	-526,06		
prema CSN 73 1004	-1815,70	177,97	77.50
	-528,18		
prema VESIC	-1827,92	202,41	77.50
	-524,15		

Suma rezultata (unutarnje sile) – Provjera skupine pilota (metoda opruga)

Modul reakcije tla k_h [MN/m^3]	Maksimalno slijeganje [mm]	Maks. horizontalni pomak [mm]	Maks. rotacija naglavne ploče pilota [$^\circ$]	Nosivost AB pilota [%]
CONSTANTA	19,6	2,6	$1,5 \cdot 10^{-2}$	20,8
LINEARNO (Bowles)	19,9	3,5	$2 \cdot 10^{-2}$	22,1
prema CSN 73 1004	19,8	3,3	$1,8 \cdot 10^{-2}$	21,6
prema VESIC	20,1	4,7	$2,2 \cdot 10^{-2}$	22,6

Suma rezultata – pomaci i dimenzioniranje skupine pilota

Zaključak

Vrijednosti maksimalnog slijeganja skupine pilota, pomaka slijeganja i rotacije temeljne ploče su unutar dopuštenih granica.

Prema rezultatima proračuna proizlazi da se vrijednosti unutarnjih sila uzduž individualnih pilota i maksimalnih deformacija glava pilota u skupini nešto razlikuju, ali utjecaj odabrane metode za proračun module reakcije tla k_h nije previše značajan.

Predloženi armaturni koš pilota zadovoljava. Gavni uvjet za omjer armature pilota je također zadovoljen.