

Proračun stabilnosti kosine

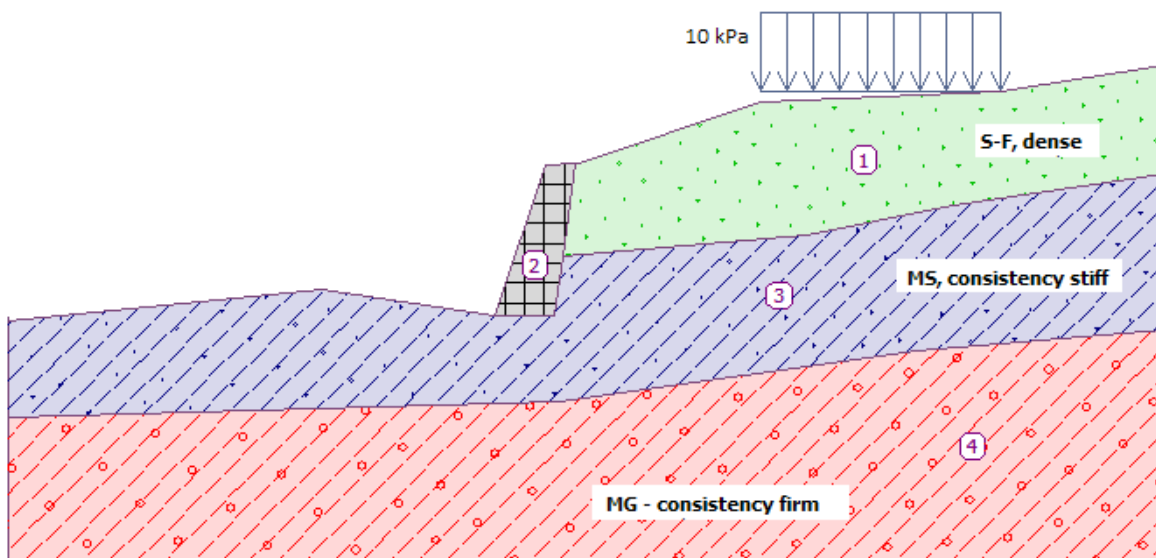
Program: Stabilnost kosina

Datoteka: Demo_manual_08.gst

Ovaj inženjerski priručnik prikazuje kako provjeriti stabilnost kosine za kritičnu kružnu i poligonalnu kliznu plohu (koristeći optimizaciju) i opsiju razlike između različitih metoda proračuna stabilnosti kosina.

Zadatak

Provedite proračun stabilnosti kosine za našu definiranu kosinu s gravitacijskim zidom. Radi se o stalnoj proračunskoj situaciji. Zahtijevani faktor sigurnosti je $SF = 1,50$. Nema vode unutar kosine.



Shema zadatka

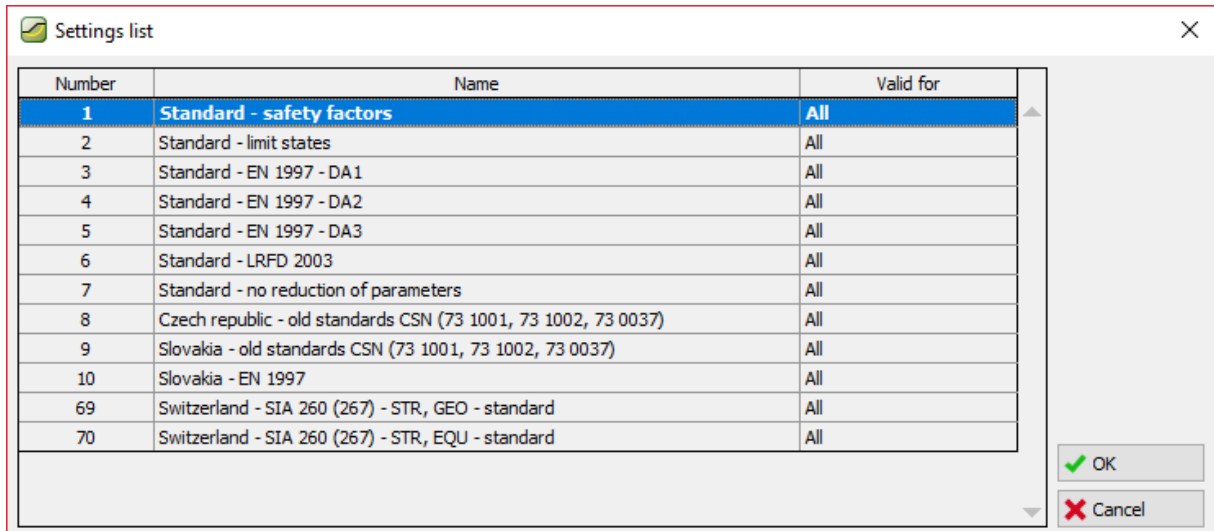
Rješenje

Kako bismo riješili ovaj problem, koristit ćemo GEO5 program "Slope stability". U sljedećem tekstu objasniti ćemo svaki korak u rješavanju ovog problema:

- Proračun Br. 1: optimizacija kružne klizne plohe (Bishop)
- Proračun Br. 2: provjera stabilnosti kosine za sve metode
- Proračun Br. 3: optimizacija poligonalne klizne plohe (Spencer)
- Rezultati proračuna (zaključak)

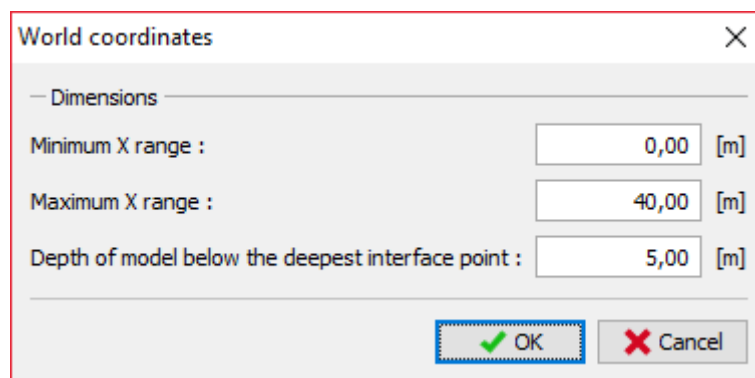
Unos geometrije i ostalih parametara

U kartici “Settings” kliknite na “Select settings” i odaberite opciju Br. 1 – “Standard – safety factors”.



“Settings list” dijaloški prozor

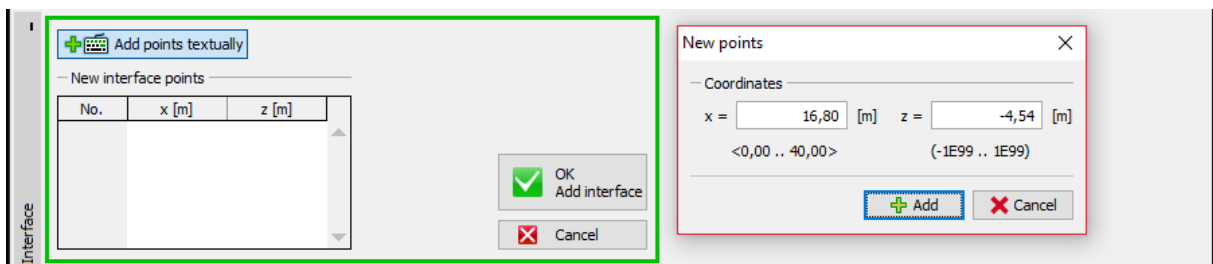
Zatim u kartici “Interface” kliknite na “Setup ranges” i unesite raspon koordinata zadatka kako je prikazano na slici ispod. “Depth of deepest interface point” služi jedino za vizualizaciju primjera – nema utjecaja na proračun.



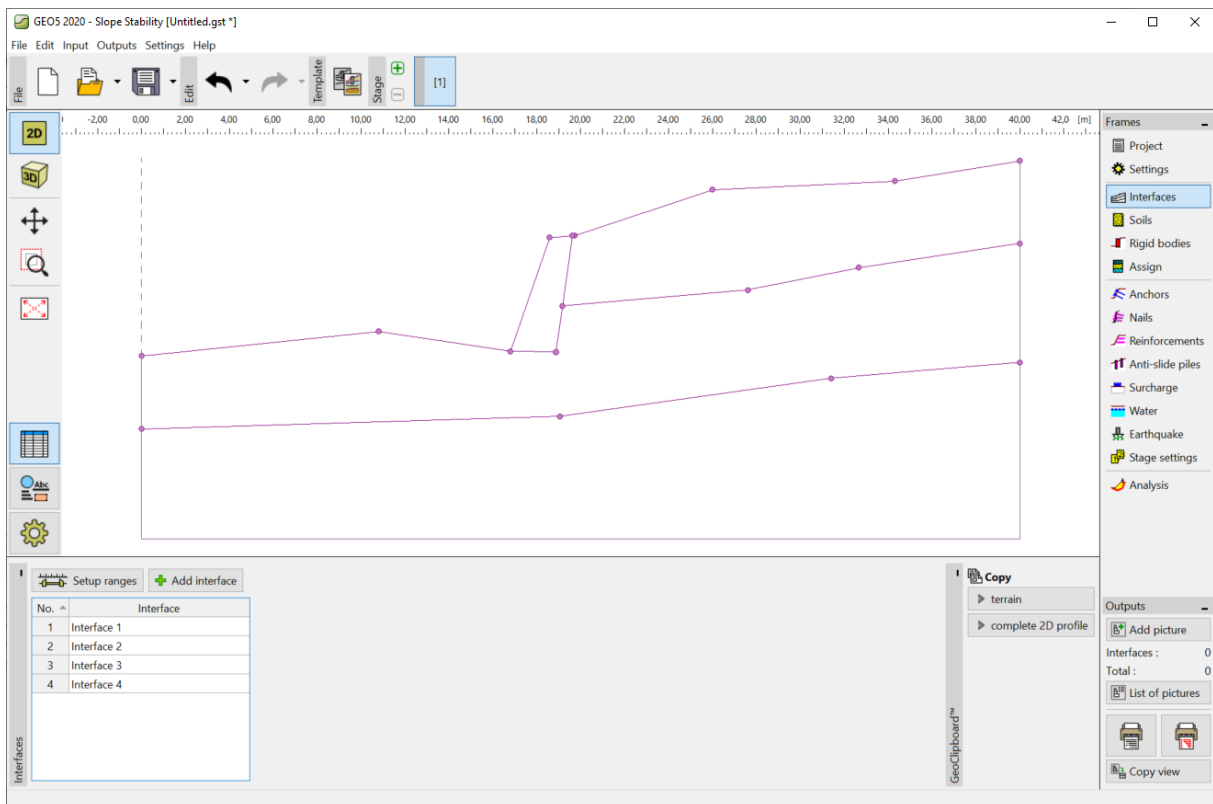
Zatim kliknite na “Add interface” kako biste modelirali granice slojeva, ili još preciznije teren, koristeći koordinate ispod. Za svaku granicu, dodajte sve točke tekstualno i zatim kliknite na “OK Add interface”.

	Interface 1		Interface 2		Interface 3		Interface 4	
	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]
1	0,00	-4,75	16,80	-4,54	19,17	-2,48	0,00	-8,07
2	10,81	-3,64	18,87	-4,57	27,61	-1,75	19,06	-7,50
3	16,80	-4,54	19,17	-2,48	32,66	-0,74	31,40	-5,77
4	18,59	0,63	19,62	0,71	40,00	0,36	40,00	-5,05
5	19,62	0,71						
6	19,71	0,71						
7	26,00	2,80						
8	34,30	3,20						
9	40,00	4,12						

Dodavanje točaka granica slojeva



Kartica "Interface" – tekstualno dodavanje točaka



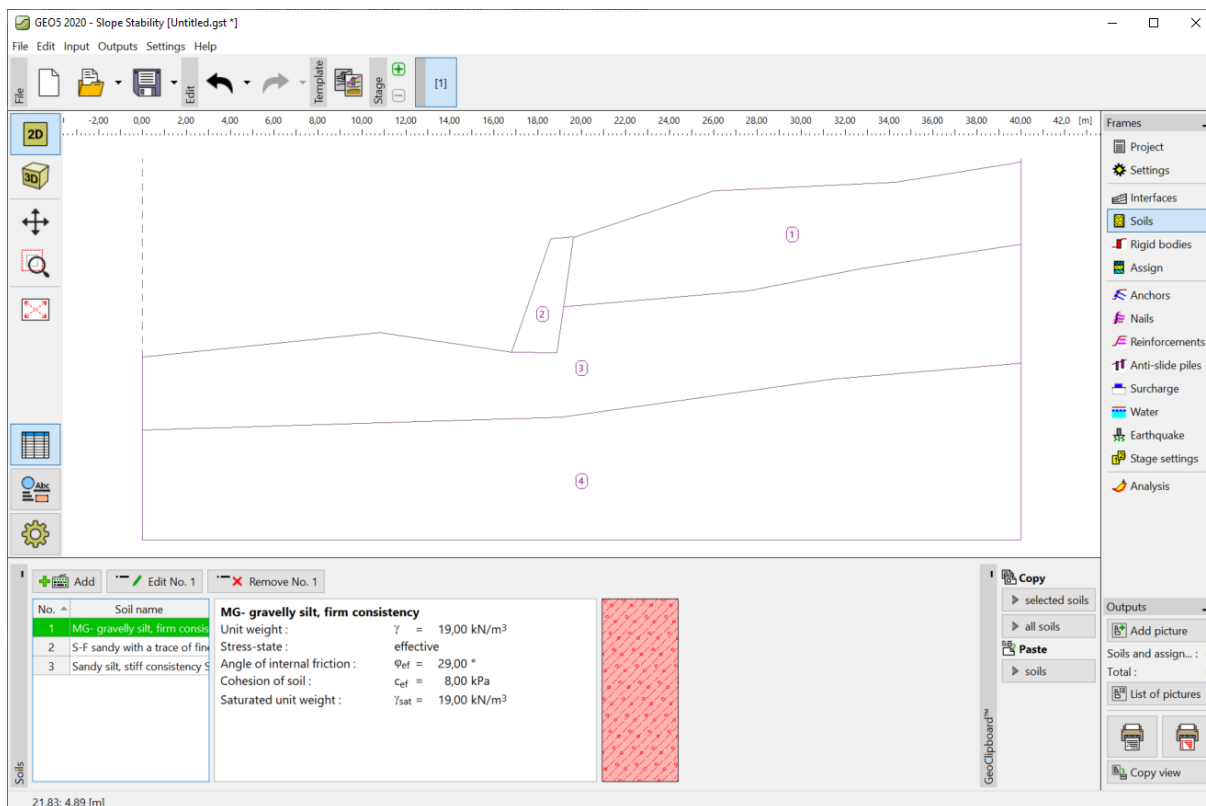
Kartica "Interface" – dodavanje 4 granica slojeva tla

Zatim dodajte 3 tla sa sljedećim parametrima u kartici “Soils” koristeći tipku “Add”. Stanje naprezanja uzet ćemo kao efektivno za sva tla, te folijacija neće biti uzeta u obzir.

Tablica parametara tla

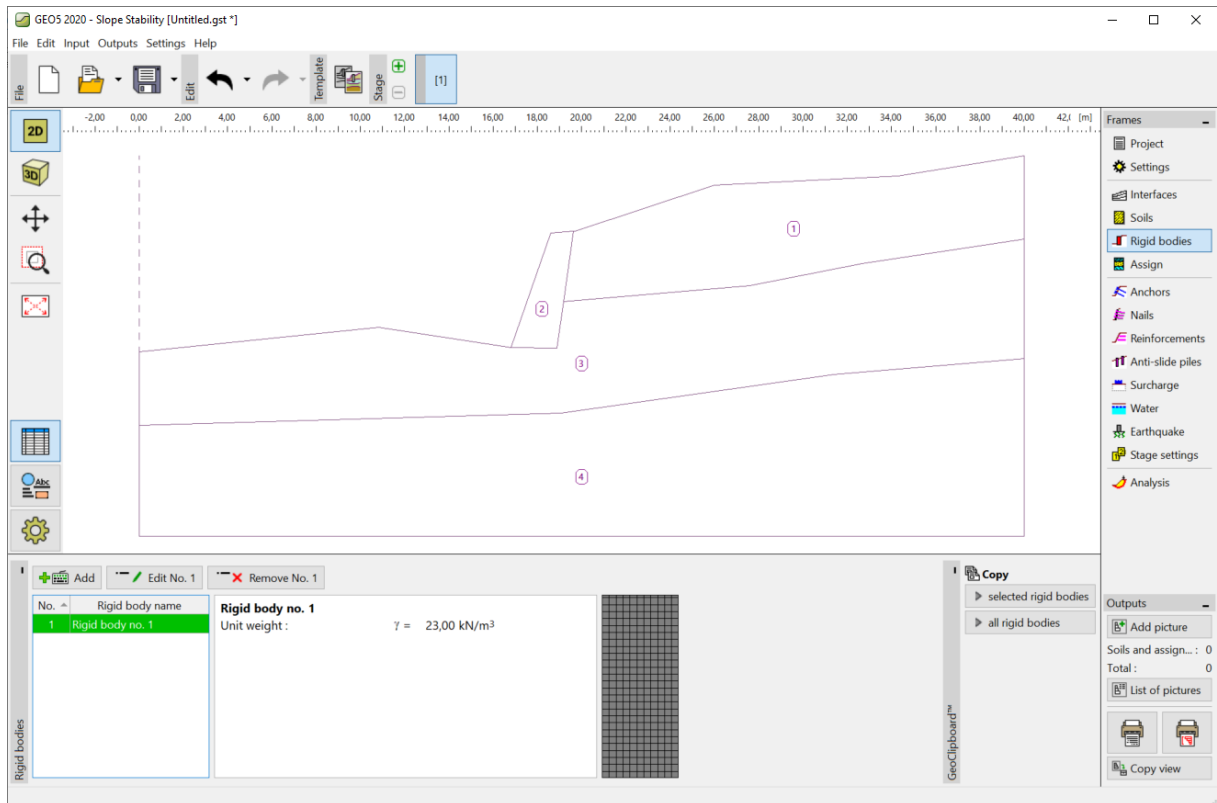
Tlo (Klasifikacija tla)	Jedinična težina γ [kN/m^3]	Kut unutarnjeg trenja φ_{ef} [$^\circ$]	Kohezija tla c_{ef} [kPa]
MG – Šljunkoviti mulj, čvrsta konzistencije	19,0	29,0	8,0
S-F – Pijesak s tragovima fino granuliranog tla, gusto tlo	17,5	31,5	0,0
MS – Pjeskoviti mulj, krute konzistencije, $S_r > 0,8$	18,0	26,5	16,0

Napomena: U ovom proračunu provjeravamo dugoročnu stabilnost kosine. Zbog toga rješavamo ovaj zadatak s efektivnim parametrima čvrstoće kosine tla (φ_{ef}, c_{ef}). Folijacija tla – lošiji ili drugačiji parametri tla u jednom smjeru – nije uzeta u obzir u ovom zadatku.



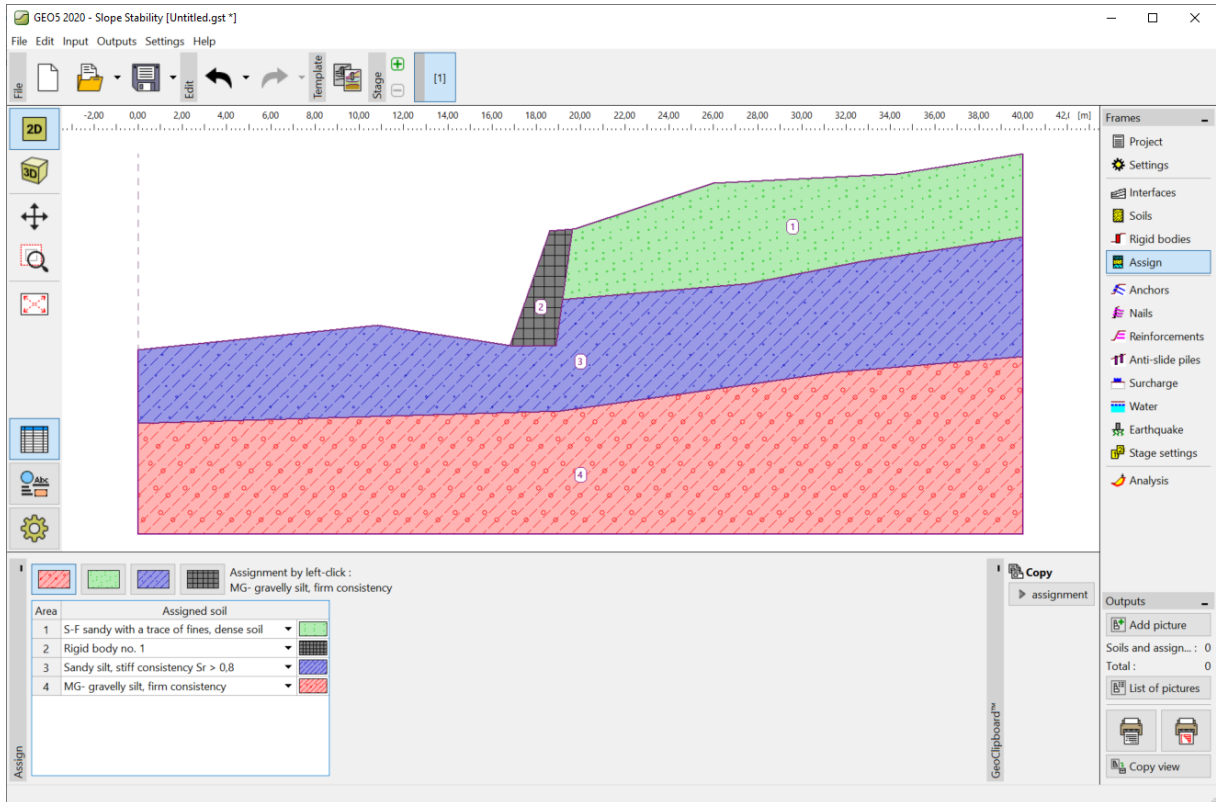
Kartica "Soils" – dodana 3 nova tla

Zatim idemo na karticu "Rigid body". Ovdje ćemo modelirati gravitacijski zid kao kruto tijelo s jediničnom težinom od $\gamma = 23,0 \text{ kN/m}^3$. Klizna ploha ne prolazi kroz ovaj objekt jer se nalazi u vrlo čvrstom području (više informacija možete pronaći u help-u – pritiskom na tipku F1).



Kartica "Rigid bodies" – novo kruto tijelo

Now we will assign the soils and the rigid body to the profile in the “Assign” frame.



Kartica “Assignment”

U sljedećem koraku definirat ćemo trakasto opterećenje u kartici “Surcharge” koje će biti stalnog djelovanja s lokacijom na površini terena.

Dijaloški prozor “New surcharges.”

Napomena: Dodatno opterećenje je uneseno na 1 m širine kosine. Jedina iznimka je koncentrirano opterećenje gdje program proračunava utjecaj opterećenja na promatrani profil. Više informacija možete pronaći u help-u (F1).

Preskočite kartice “Embankment”, “Earth cut”, “Anchors”, “Nails”, “Anti-slide piles”, “Reinforcements” i “Water”. Kartica “Earthquake” nema utjecaja na ovaj proračun, jer kosina nije locirana na seizmički aktivnom području.

U kartici “Stage settings”, odaberite proračunsku situaciju. U ovom slučaju, razmatrat ćemo “permanent” proračunsku situaciju.

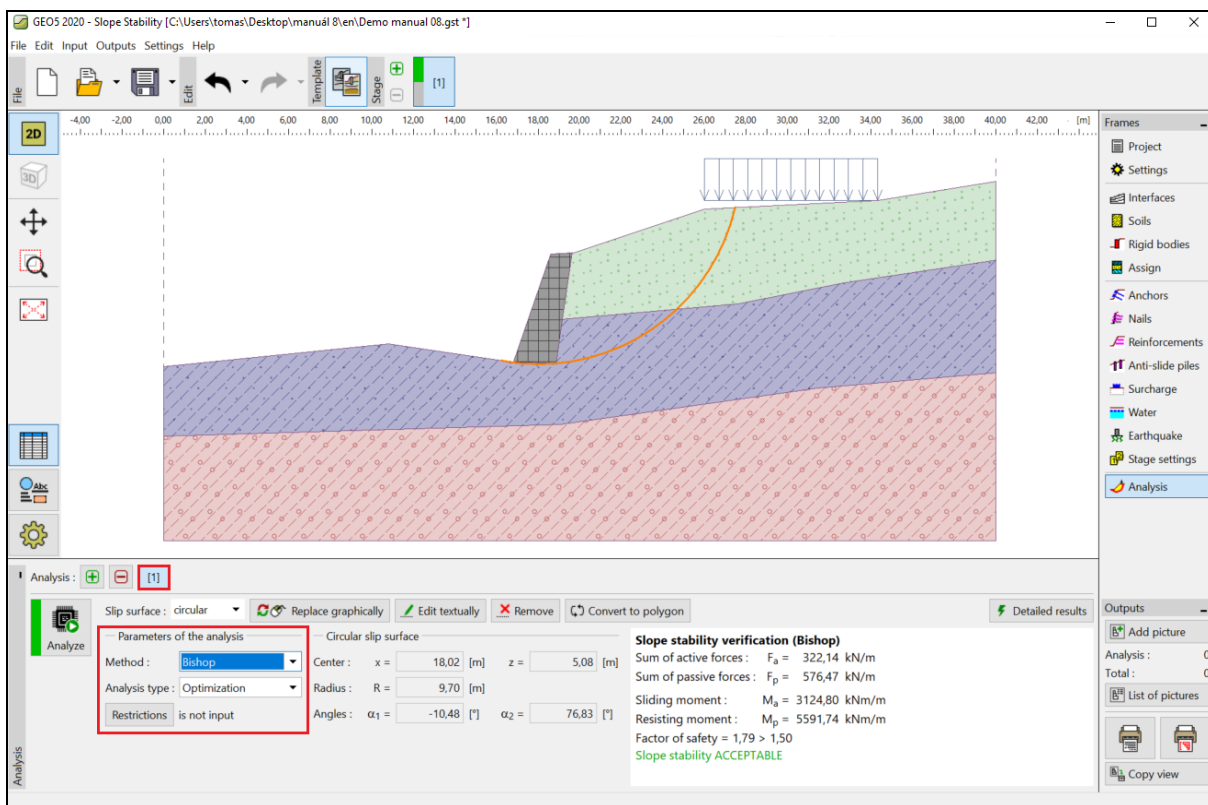
Kartica “Stage settings”

Proračun 1 – kružna klizna ploha

Otvorite karticu “Analysis”, gdje možete unijeti početnu kliznu plohu koristeći koordinate centra (x, y) i njen radijus ili koristeći miša – klikom na granicu za unos triju točaka kroz koje prolazi klizna ploha.

Napomena: U kohezivnim tlima, rotacijske klizne plohe se češće pojavljuju. Modeliraju se koristeći kružne klizne plohe. Ova ploha se koristi za pronalazak kritičnih područja promatrane kosine. Za nekohezivna tla mora se provesti i proračun koristeći poligonalnu kliznu plohu kako bi se provjerila stabilnost kosine. (pogledajte help – F1).

Nakon unosa inicijalne klizne plohe, odaberite “Bishop” metodu proračuna i zatim postavite vrstu proračuna na “Optimization”. Nakon toga pokrenite provjeru klikom na “Analyze”.



Kartica “Analysis” – Bishop – optimizacija kružne klizne plohe

Napomena: Optimizacija se sastoji od pronalaska kružne klizne plohe s najmanjom stabilnosti – kritična ploha kosine koja je vrlo pouzdana. Na taj način dobit ćemo isti rezultat za kritičnu kliznu plohu čak i sa drugačijim inicijalnim kliznim plohami.

Razina stabilnosti definirana za kritičnu kliznu plohu koristeći “Bishop” metodu procjene je zadovoljavajuća ($SF = 1,79 > SF = 1,5$).

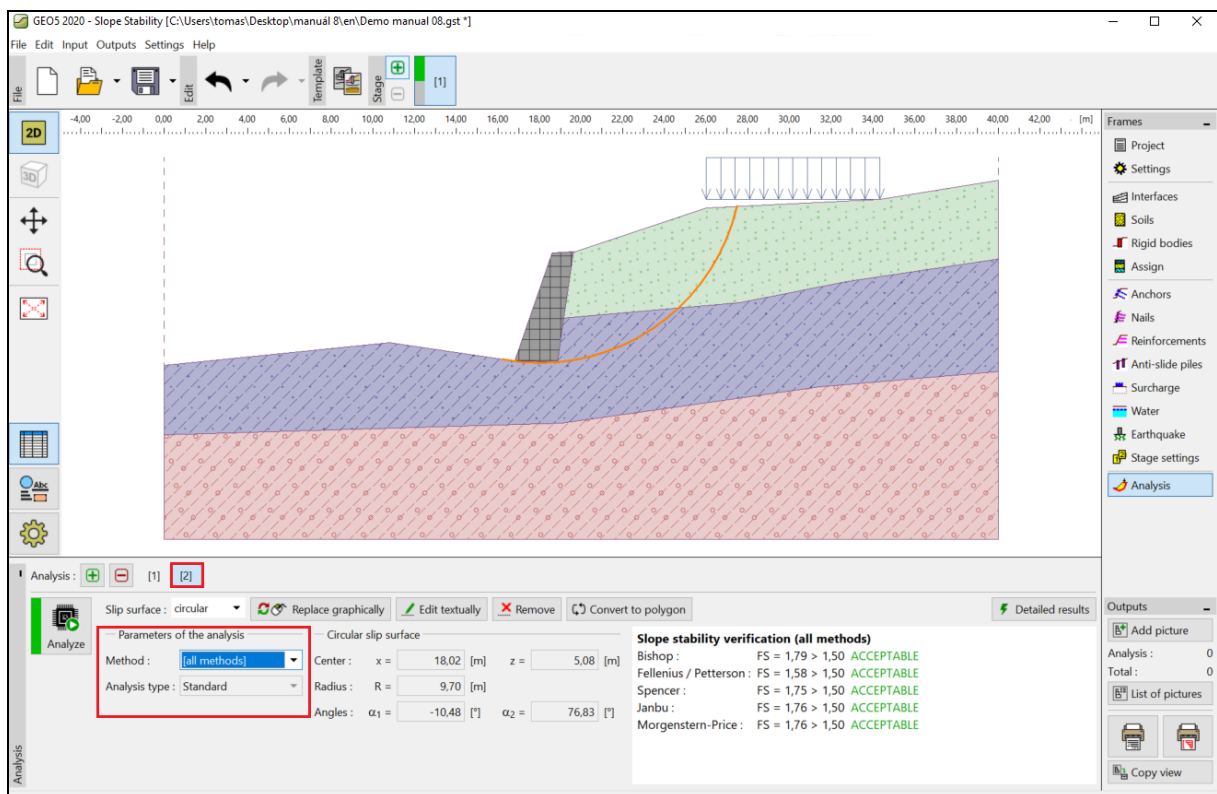
Proračun 2 – usporedba različitih metoda proračuna

Sad dodajte još jedan proračun na alatnoj traci u donjem lijevom kutu kartice “Analysis”.



“Analysis” alatna traka

Zatim promijenite vrstu proračuna u “Standard” i odaberite “All methods” za metodu proračuna. Nakon toga kliknite na “Analyze”.



Kartica “Analysis” – All methods – standardni tip proračuna

Napomena: Koristeći ovaj postupak, klizna ploha proračunata za sve metode odgovara kritičnoj kliznoj plohu iz prethodnog proračuna gdje smo koristili Bishop metodu. Kako bismo dobili bolje rezultate korisnik treba odabrati metodu i zatim provesti optimizaciju kliznih ploha.

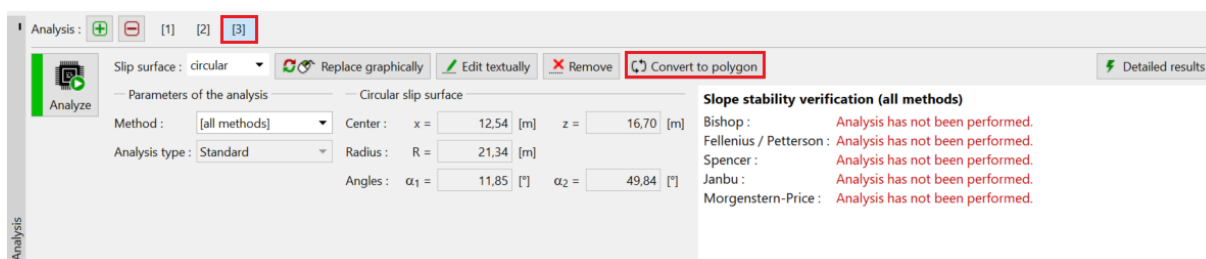
Napomena: Odabir metode proračuna ovisi o iskustvu korisnika. Najpopularnije metode su takozvane “methods of slices” od kojih se najčešće koristi Bishop metoda. Ona pruža konzervativne rezultate.

Za ojačane ili usidrene kosine, ostale rigorozne metode (Janbu, Spencer i Morgenstern-Price) su više zastupljene. Ove rigoroznije metoda zadovoljavaju sve zahtjeve ravnoteže, te bolje opisuju stvarno ponašanje kosine.

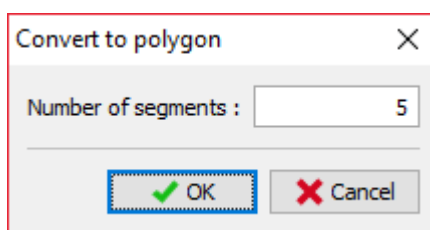
Nije potrebno (niti ispravno) proračunavati kosinu sa svim metodama proračuna. Na primjer, Švedska metoda Fellenius – Petterson pruža vrlo konzervativne rezultate, pa bi rezultat mogao biti da su faktori sigurnosti nerealno niski. Kako bilo, zbog toga što je ta metoda vrlo poznata i unekim zemljama je zahtjevana za proračun stabilnosti kosine, dio je GEO5 softvera.

Proračun 3 – poligonalna klizna ploha

U zadnjem koraku, dodat ćemo još jedan proračun i konvertirati originalni kružnu kliznu plohu u poligonalnu kliznu plohu koristeći tipku “Convert to polygon”. Unosimo relevantan broj segmenata – u ovom slučaju 5.

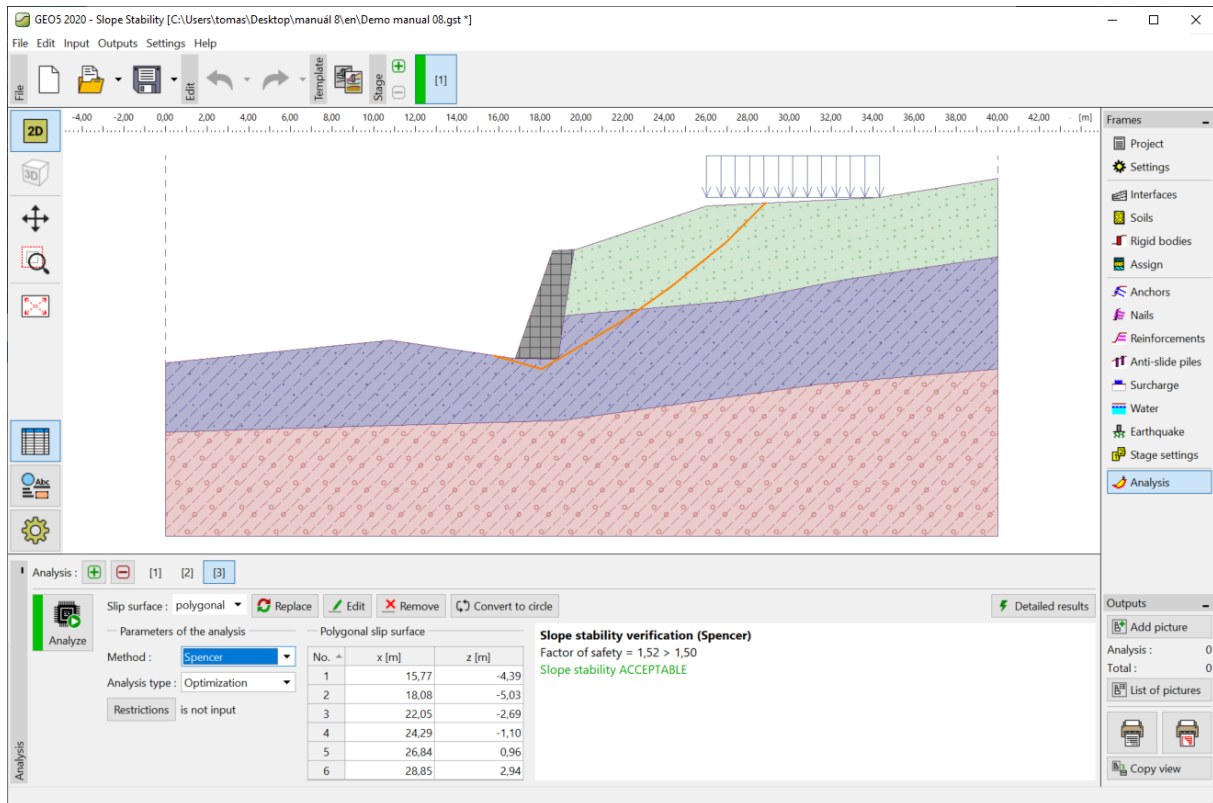


Kartica „Analysis“ – konverzija u poligonalnu kliznu plohu



“Convert to polygon.” dijaloški prozor

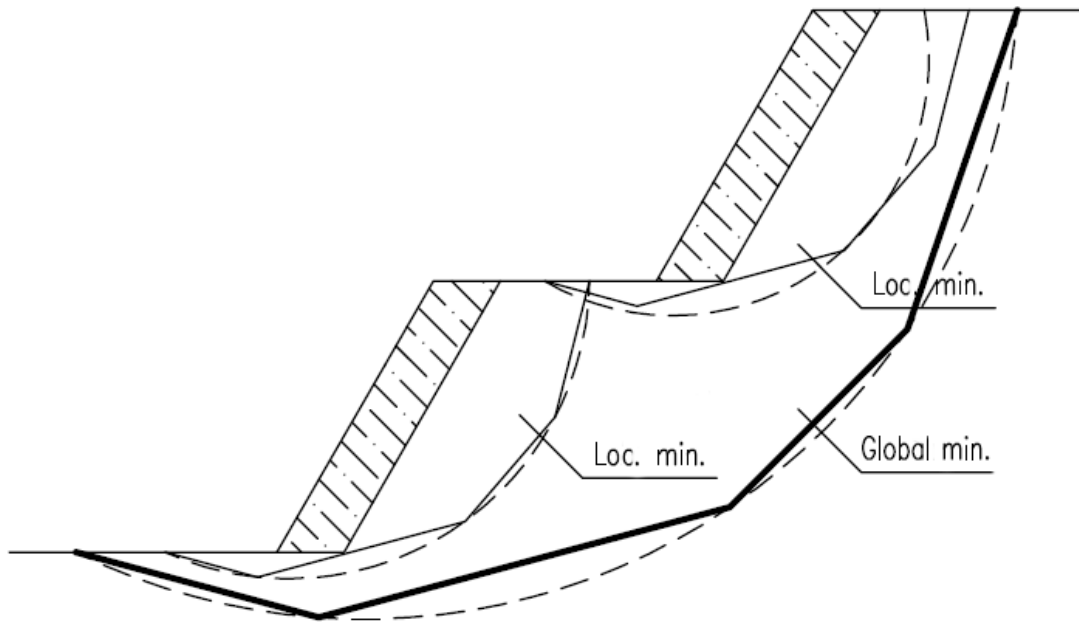
Kao metodu proračuna, odaberite “Spencer”, a kao tip proračuna odaberite “optimization”, zatim pokrenite proračun.



Kartica "Analysis" – Spencer – optimizacija poligonalne klizne plohe

Vrijednost razine stabilnosti kosine za poligonalnu kliznu plohu zadovoljava ($SF = 1,52 > SF = 1,5$).

Napomena: Optimizacija poligonalne klizne plohe je postepen postupak koji ovisi o lokaciji inicijalne klizne plohe. To znači da je bolje napraviti nekoliko proračuna s različitim inicijalnim kliznim plohama te s različitim brojem dijelova. Optimizacija poligonalnih kliznih ploha je također pod utjecajem lokalnih minimuma faktora sigurnosti. To znači da se mora pronaći kritična ploha. Poneka je učinkovitije da korisnik unese početnu poligonalnu kliznu plohu približnog oblika i postavi ju kao optimiziranu kliznu plohu.



Lokalni minimumi – poligonalna i kružna klizna ploha

Napomena: Često dobivamo primjedbe od korisnika da klizna ploha nestane nakon optimizacije. Za nekohezivna tla, gdje je $c_{ef} = 0$ kPa kritična klizna ploha je jednaka najiskošenijoj liniji površine kosine. U ovom slučaju, korisnik treba promijeniti parametre tla ili unijeti ograničenja, unutar kojih klizna površina ne može proći.

Zaključak

Stabilnost kosine nakon optimizacije:

- Bishop (kružna - optimizacija): SF=1,79 > SF=1,5 **SATISFACTORY**
- Spencer (poligonalna – optimizacija): SF=1,52 > SF=1,5 **SATISFACTORY**

Proračunata kosina s gravitacijskim zidom zadovoljava uvjete stabilnosti.