

Slijeganje temelja kružnog silosa

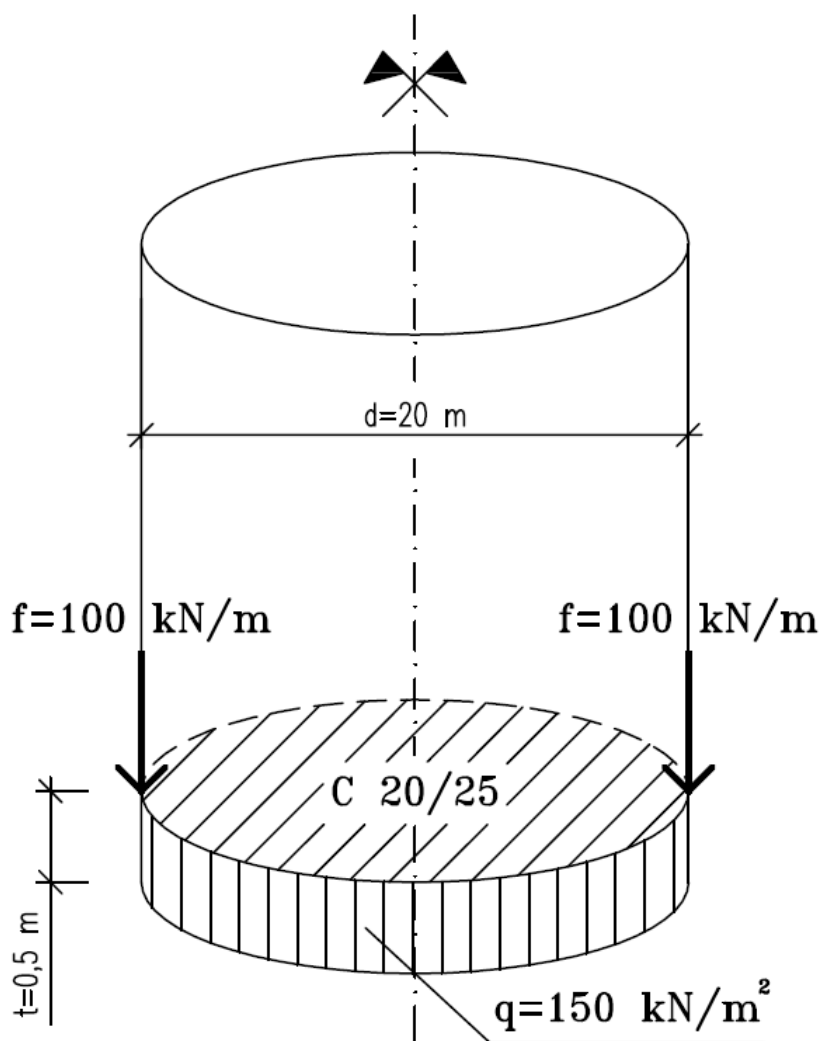
Program: MKE

Datoteka: Demo_manual_22.gmk

Cilj ovog priručnika je opisati rješenje slijeganja temelja kružnog silosa koristeći metodu konačnih elemenata i modul osne simetrije.

Opis zadatka

Odredite slijeganje kružne temeljne ploče silosa (debljine 0,5 m i promjera 20,0 m) izazvano potpunim punjenjem silosa, tj. dodatnim opterećenjem $q = 150 \text{ kPa}$. Nadalje, odredite ukupno slijeganje silosa nakon njegovog naknadnog pražnjenja. Geološki profil, uključujući parametre tla, identičan je profilu opisanom u prethodnom zadatku (poglavlje 21. Proračun slijeganja terena izazvanog opterećenjem od trakastog temelja). Primijenite osnu simetriju u ovom slučaju. Kružna temeljna ploča silosa izrađena je od sazrelog armiranog betona, klase C 20/25.



Prikaz opisa zadatka – temelj kružnog silosa

U ovom će se slučaju vrijednosti ukupne vertikalne deformacije, tj. Slijeganja d_z [mm], izvesti isključivo iz Mohr–Coulombovog modela materijala. Usporedba ostalih modela materijala pri različitim gustoćama mreže provedena je u prethodnom poglavlju 21. Proračun slijeganja terena izazvanog trakastim opterećenjem.

Rješenje

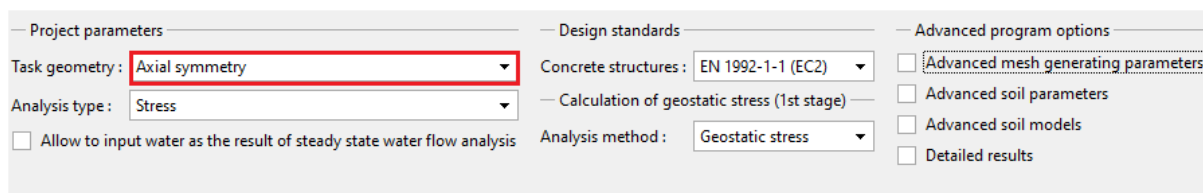
Proračun će se provesti koristeći GEO 5 – MKE program. Slijedi korak-po-korak opis rješenja:

- Topologija: postavljanje i modeliranje problema (slobodne točke),
- Faza izgradnje 1: primarno geostatičko naprezanje,
- Faza izgradnje 2: modeliranje i opterećenje grednih elemenata, proračun slijeganja,
- Faza izgradnje 3: proračun slijeganja (deformacije) rasterećene površine terena, unutarnje sile,
- Procjena rezultata: usporedba, zaključak.

Napomena: Za rješavanje ovog zadatka temelj silosa od armiranog betona prikazat ćemo pomoću grednih elemenata bez upotrebe kontaktnih elemenata, pri čemu pretpostavljamo savršenu povezanost (prijanjanje) između temelja i tla. Pitanje kontaktnih elemenata bit će detaljnije analizirano u poglavlju 24. Numeričko rješenje za konstrukciju zagatne stijene.

Topologija: postavke problema

Odabrat ćemo “Axial symmetry” opciju kao vrstu projekta u kartici “Settings”. Ostale podatke nećemo mijenjati.

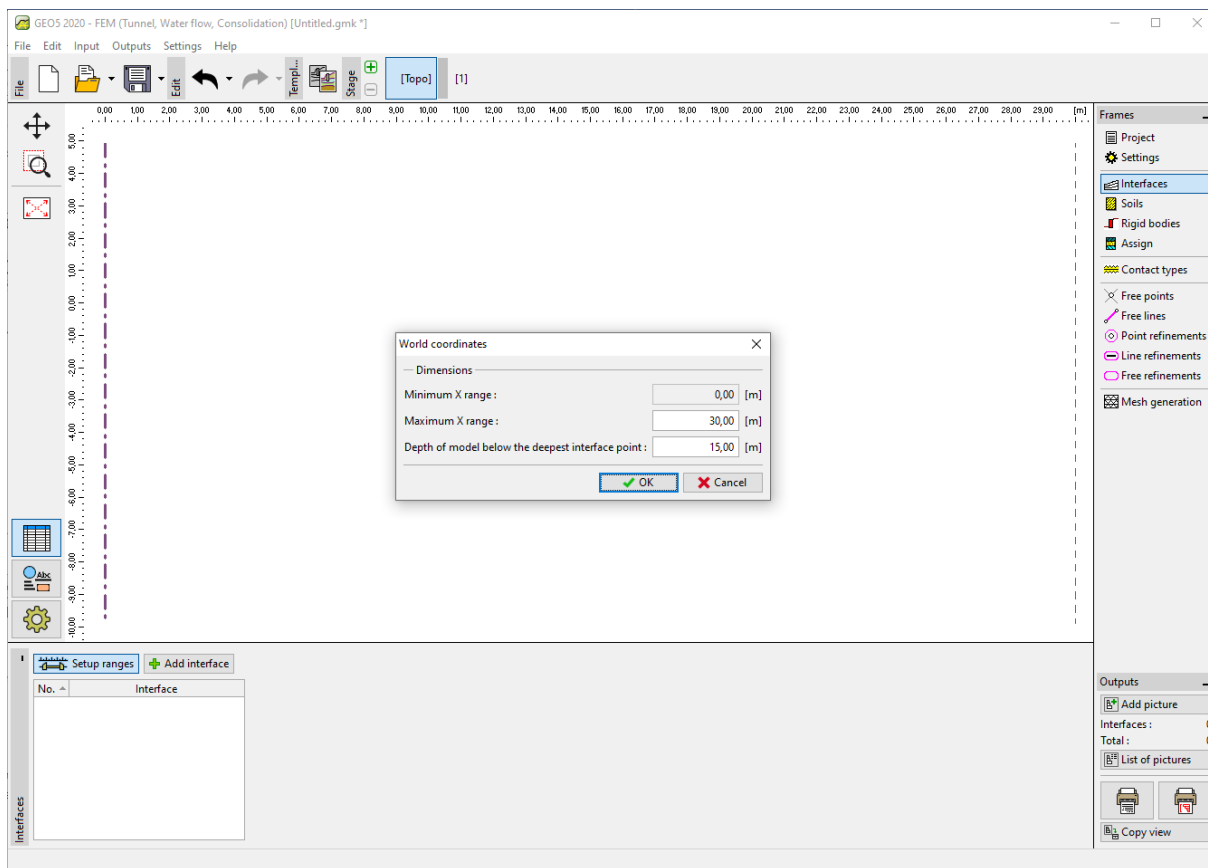


Kartica “Settings”

*Napomena: **Oсна симетрија** prikladna je za rješavanje rotacijski simetričnih problema. Ova pretpostavka mora biti usklađena i s geometrijskim rasporedom konstrukcije i s opterećenjem. Rješenje ovog problema – kružna temeljna ploča silosa – stoga je prikladan primjer.*

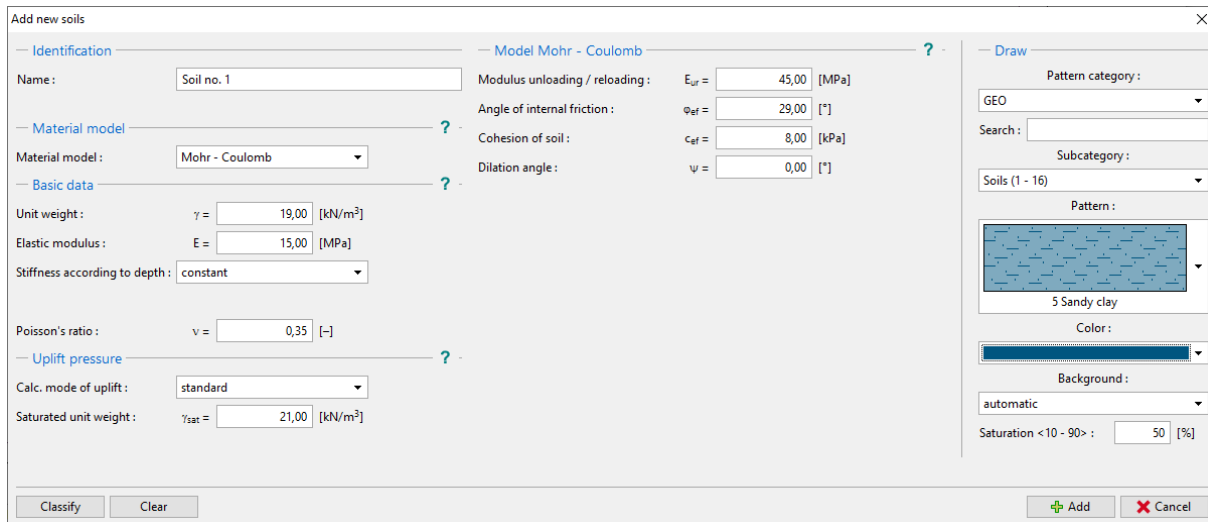
Rješenje se odnosi na 1 rad luka polumjera $x(r)$. Os simetrije uvijek predstavlja $x(r)$ ishodište koordinata. Posmične komponente deformacije u smjeru rotacije mogu se zanemariti. Razvoj kružne normalne komponente naprezanja i deformacije (obodno naprezanje i deformacije) također se uzima u obzir, uz komponente naprezanja i deformacija u ravnini poprečnog presjeka (za više detalja vidi Pomoć – F1).

U kartici “Interface”, najprije ćemo postaviti nove globalne koordinate. Zatim ćemo postaviti koordinate prve točke granice terena na [10, 0]. Sljedeća točka granice (na rubovima) će biti dodana automatski.



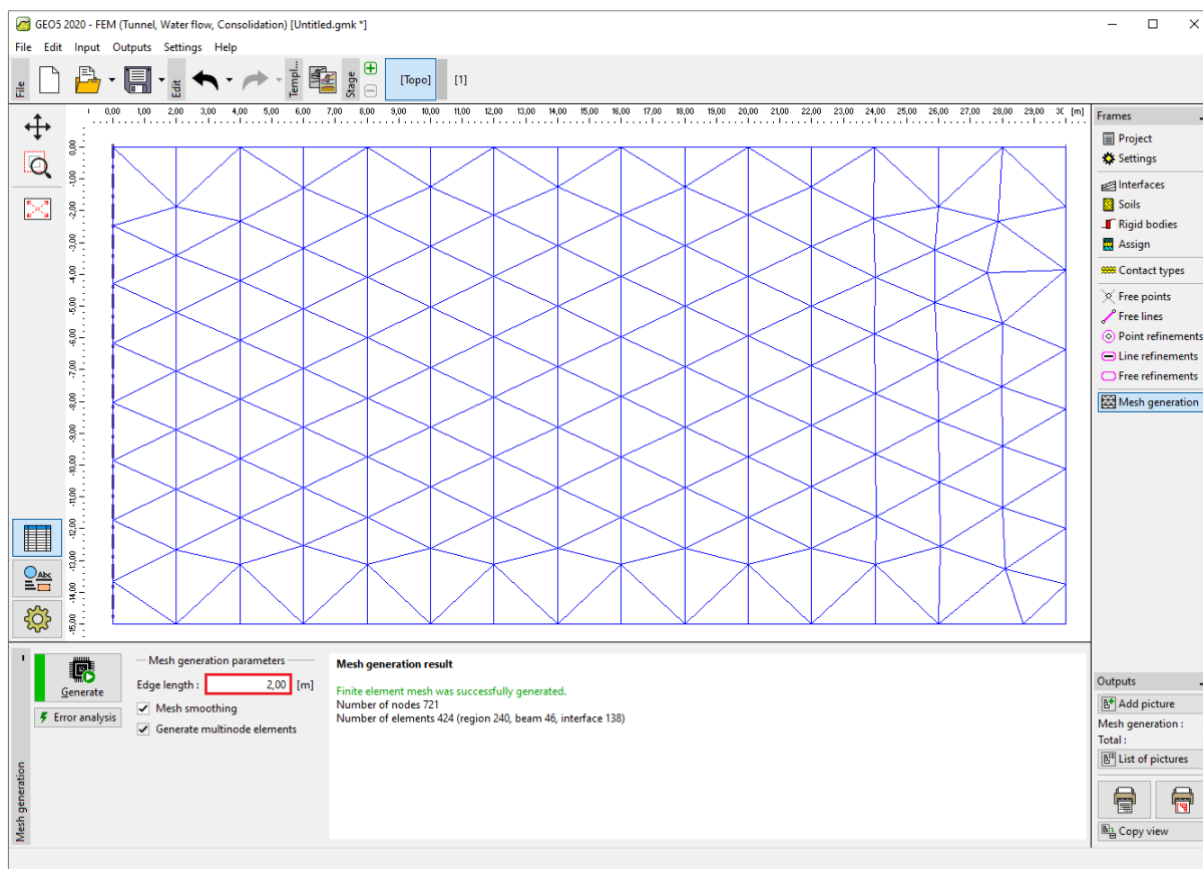
Kartica “Interface” + “World coordinates” dijaloški prozor

Zatim ćemo definirati parametre tla i dodijeliti ih regiji Br. 1. U ovom slučaju nećemo uzimati u obzir ni kruta tijela ni vrste kontakata.



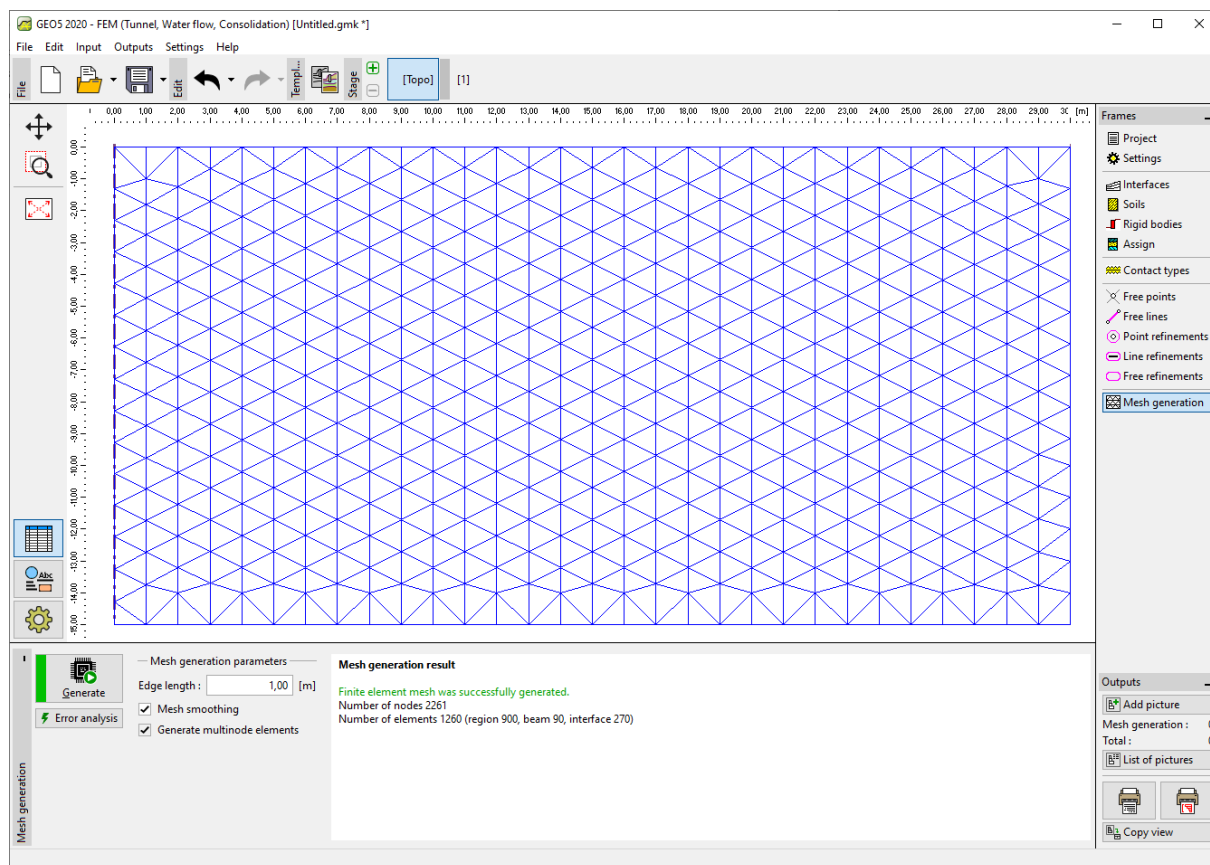
“Add new soils” dijaloški prozor

Prilikom generiranja mreže najprije ćemo postaviti duljinu elemenata rubova na 2.0 m.



Kartica "Mesh generation" – Triangulacijska mreža s elementima s duljinom rubova od 2.0 m

Prilikom ispitivanja generirane mreže, možemo zaključiti da je za dani problem mreža pregruba. Zbog toga ćemo promijeniti duljine rubova mrežnih elemenata na 1.0 m.

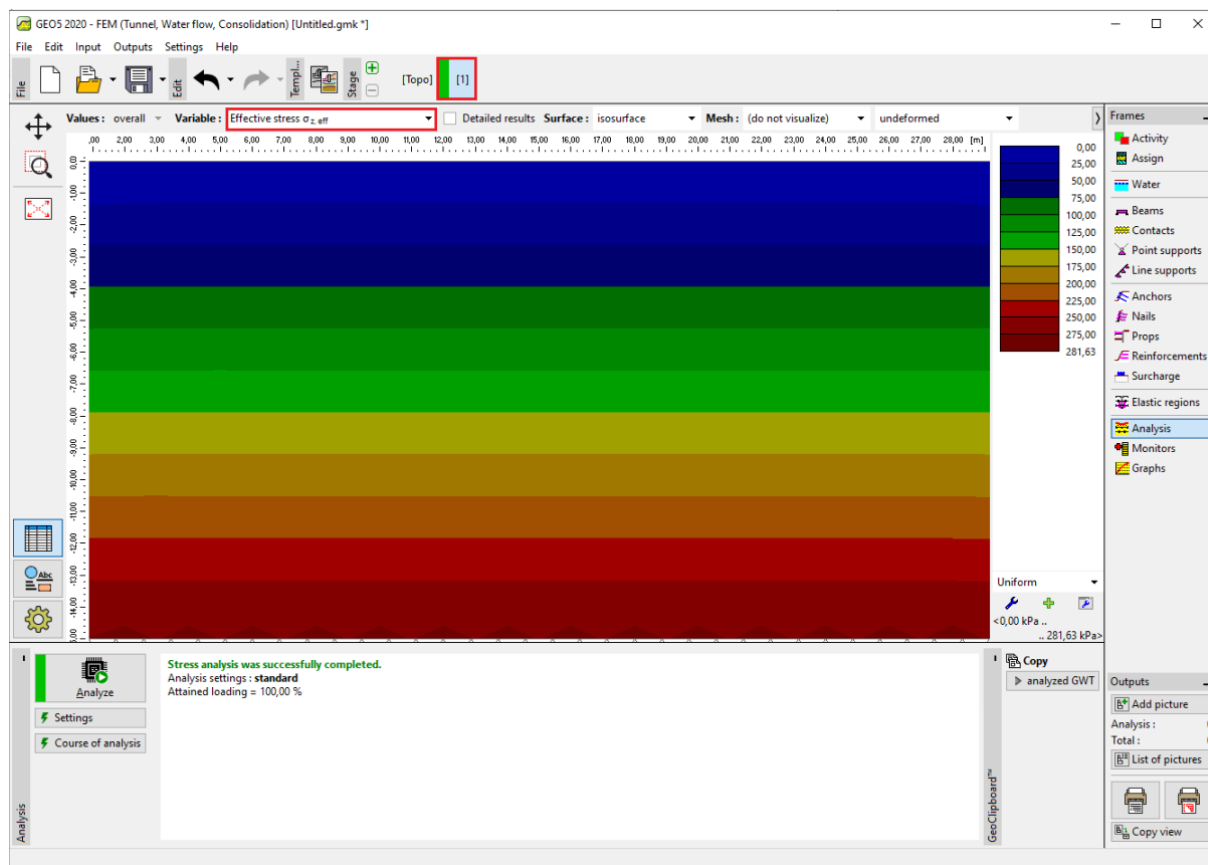


Kartica “Mesh generation” – Triangulacijska mreža s duljinama rubova elemenata od 1.0 m

Napomena: Bilo bi razumno ugladiti mrežu koristeći ugađenje linijama za područje ispod kružne temeljne ploče silosa koje se rješava (za više detalja pogledajte Pomoć – F1). Ovu ćemo funkciju detaljnije opisati u sljedećem poglavlju 23. Proračun obloge kolektora.

Faza izgradnje 1: primarno geostatičko naprezanje

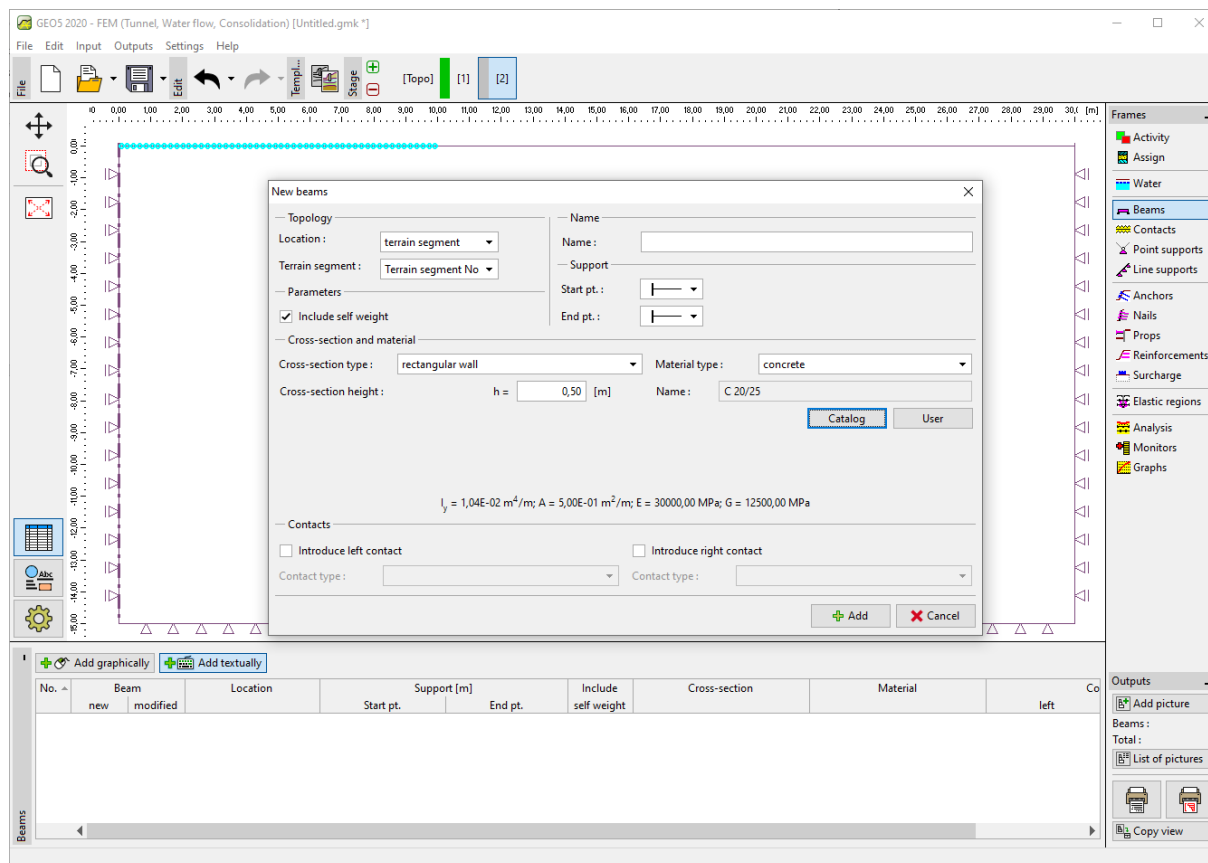
Nakon generiranja mreže konačnih elemenata, prebacit ćemo se na fazu izgradnje 1 i provesti proračun primarnog geostatičkog naprezanja. Postavke proračuna ćemo ostaviti na "Standard" (za više detalja pogledajte Pomoć – F1).



Kartica "Analysis" – Faza izgradnje 1

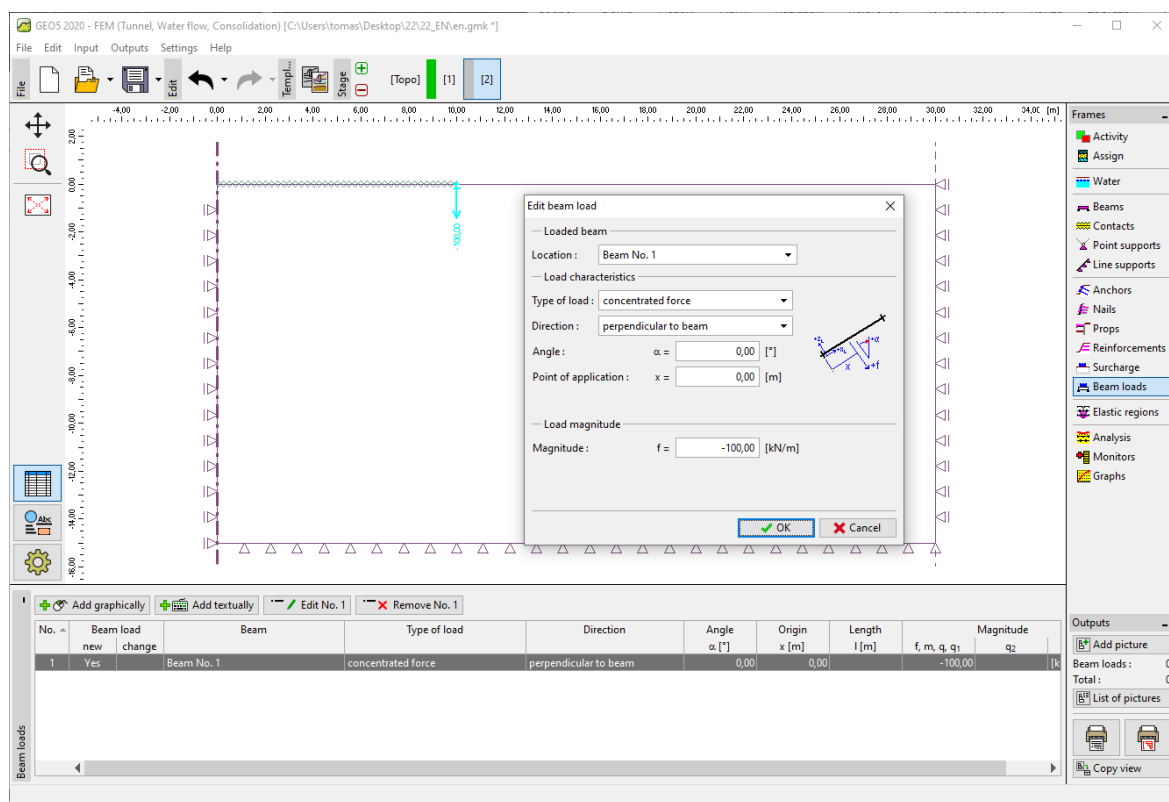
Faza izgradnje 2: modeliranje i opterećenje grednih elemenata

U sljedećem koraku ćemo dodati fazu izgradnje 2. Zatim u kartici “Beams”, definirat ćemo sljedeće parametre: položaj grede, materijal i klasu betona, visinu poprečnog presjeka (0.5m) i ležajeve grede (za više detalja pogledajte Pomoć – F1).



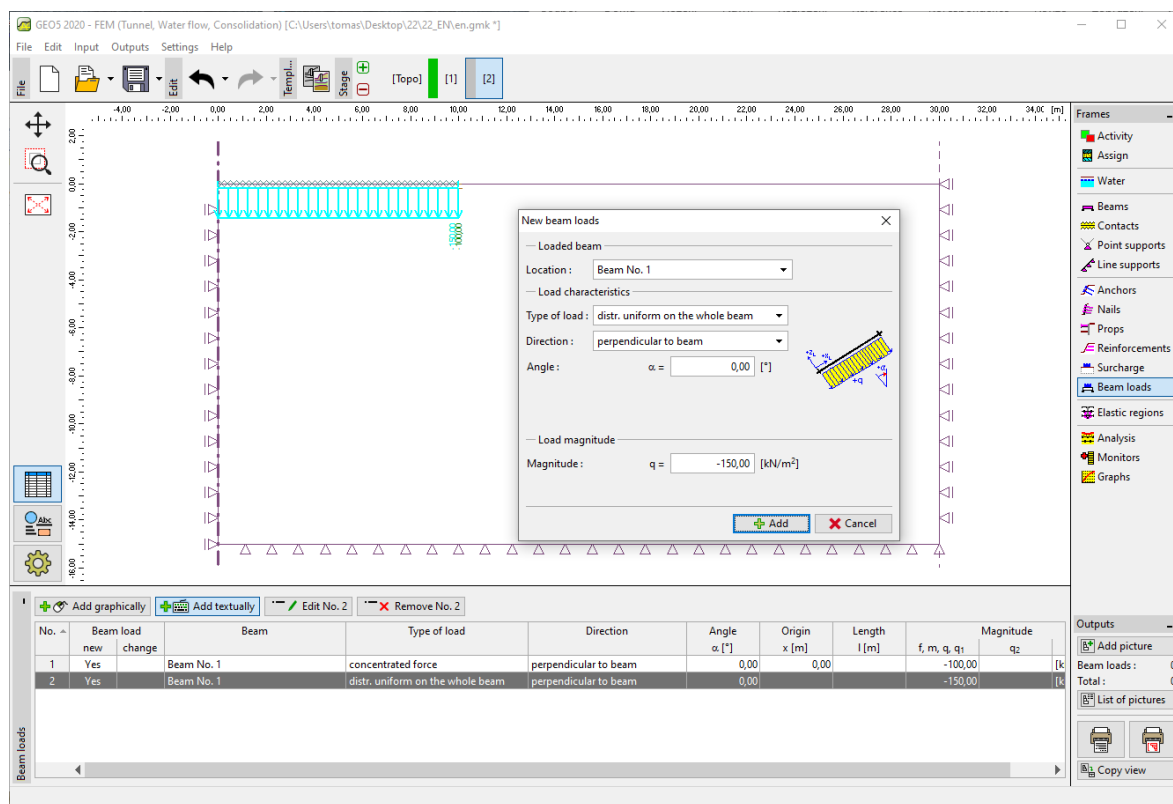
“New beams” dijaloški prozor – Faza izgradnje 2

Nakon toga prelazimo na karticu “Beam loads”, gdje ćemo postaviti veličinu opterećenja $f = 100 \text{ kN/m}$; uzet ćemo ga u obzir kao težinu zidova kružnog silosa koja djeluje na temelj.



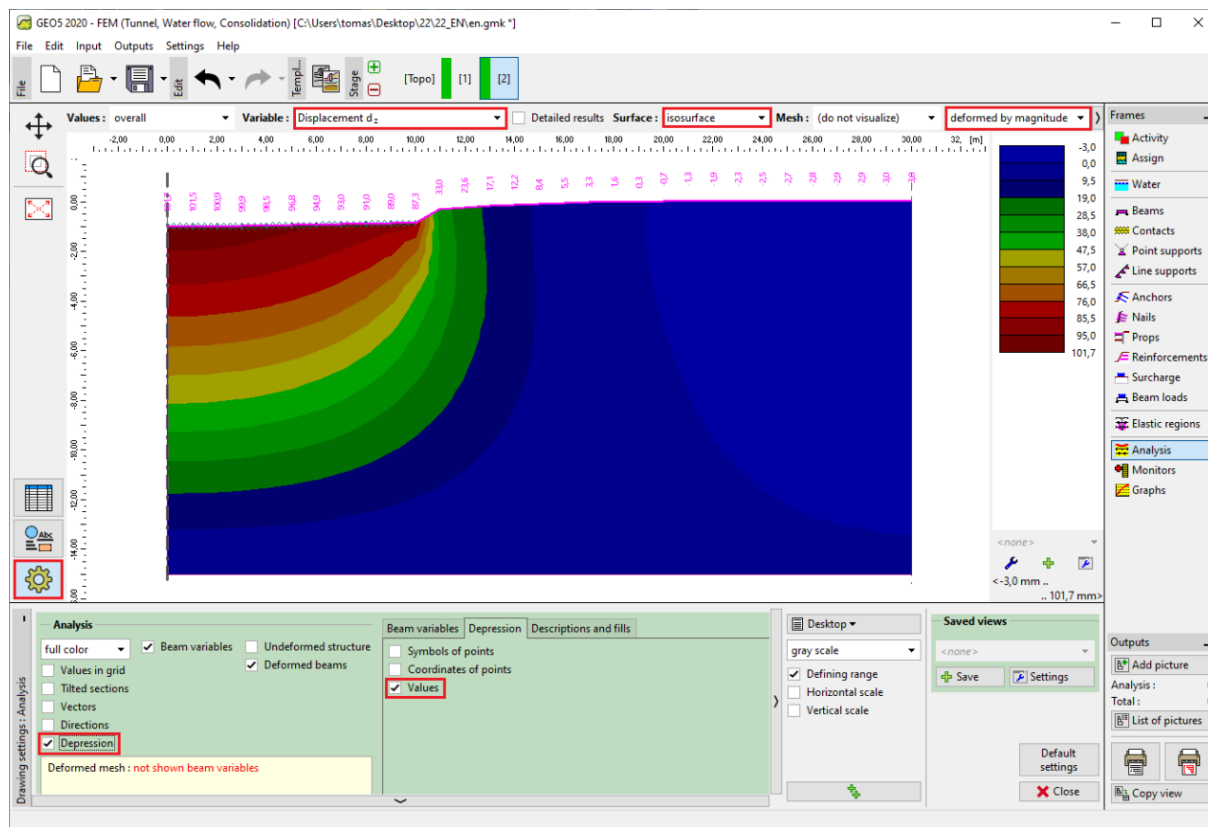
“New beam loads” dijaloški prozor – opterećenja uzrokovana zidovima, djeluju na kružni temelj

Nakon toga ćemo postaviti vrijednost jednolikog opterećenja $q = -150 \text{ kN/m}^2$, koje predstavlja sadržaj kružnog silosa, djelujući na donji ili gornji rub temelja.



“New beam loads” dijaloški prozor – opterećenje na kružni temelj od sadržaja silosa

U ovoj fazi ponovno ćemo provesti proračun i proučiti rezultate slijeganja d_z [mm]. Iz slike možemo vidjeti da je maksimalni vertikalni pomak 101.7 mm. Da bismo bolje razumjeli ponašanje konstrukcije, vizualizirat ćemo deformiranu mrežu (tipka u gornjem dijelu ekrana).

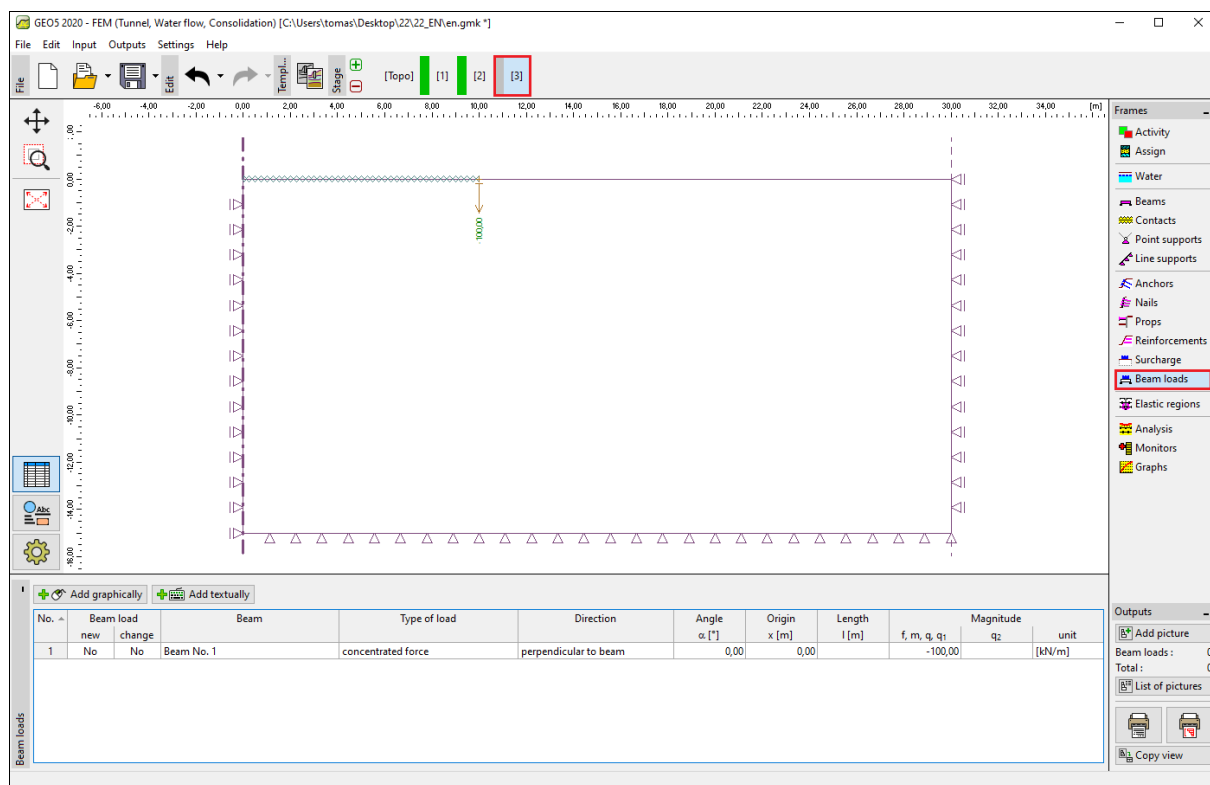


Kartica “Analysis” – Faza izgradnje 2 (vertikalna deformacija d_z i depresija)

Kliknut ćemo na tipku “Settings” i označiti opcije “Depression” i “Values” u “Depression” dijelu (za više informacija pogledajte Pomoć – F1).

Faza izgradnje 3: slijeganje rasterećene površine terena, unutarnje sile

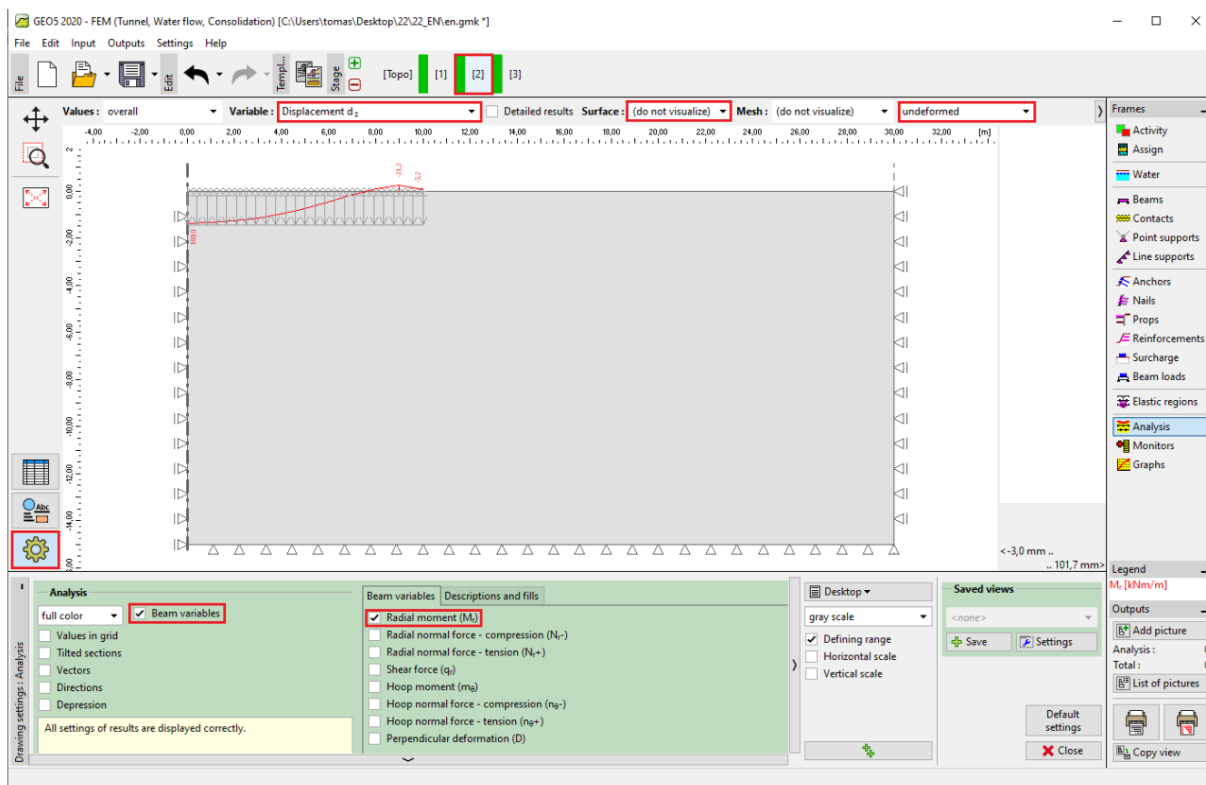
U sljedećem koraku dodat ćemo fazu izgradnje 3. U ovoj fazi izgradnje ćemo ukloniti jednoliko kontinuirano opterećenje. Nakon toga ćemo uzeti u obzir samo opterećenje grede zbog utjecaja zidova kružnog silosa, koje je identično opterećenju određenom u prehodnoj fazi izgradnje, tj. $f = 100 \text{ kN/m}$.



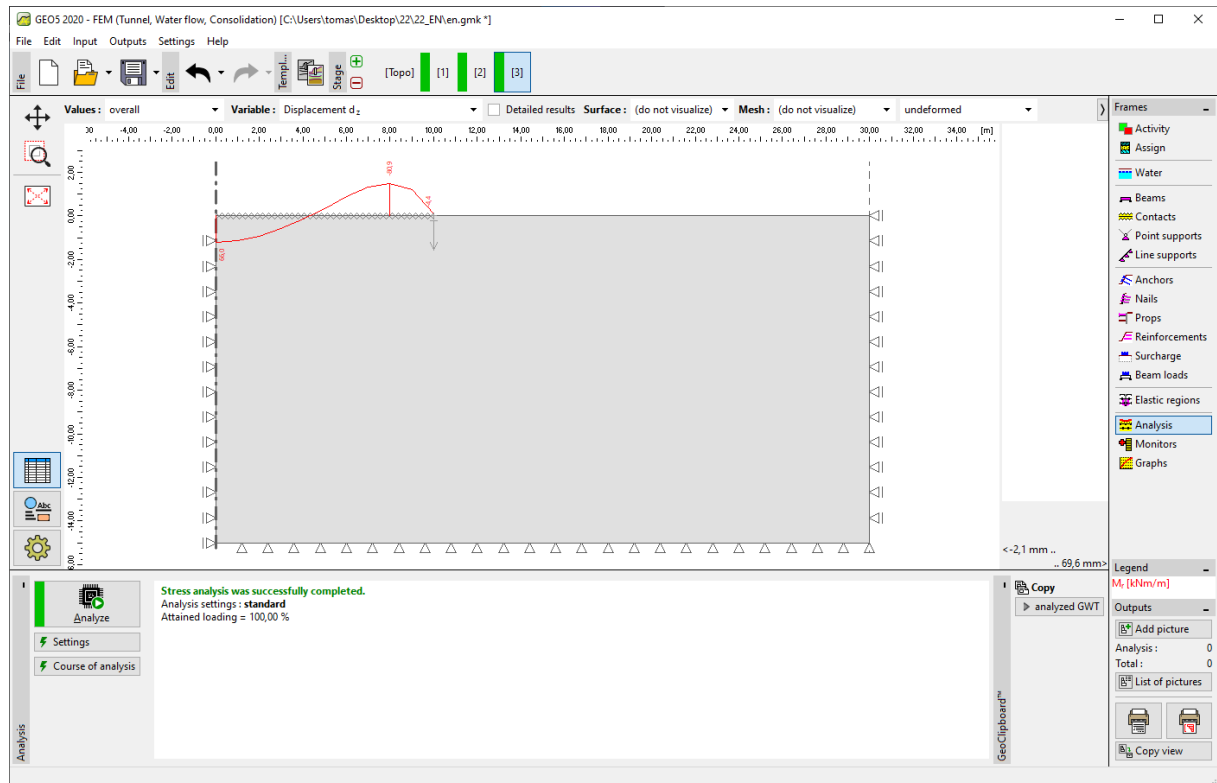
Kartica "Beam loads" – Faza izgradnje 3



Sad ćemo proučiti dijagrame radijalnih momenata M_r [kNm/m] za faze izgradnje 2 ili 3 (koristeći tipku “Settings” u “Distributions” dijelu) i zapisati veličine lokalnih ekstrema u tablicu. Glavna armatura konstrukcije temelja kružnog silosa se može dimenzionirati i procijeniti za ove vrijednosti u proizvoljnom programu za statički proračun (npr. FIN EC – CONCRETE 2D).



Kartica “Analysis” – Faza izgradnje 2 (varijacija radijalnih momenata M_r)



Kartica "Analysis" –Faza izgradnje 3 (varijacija radijalnih momenata M_r)

Procjena rezultata

Sljedeća tablica prikazuje rezultate ukupnog slijeganja d_z [mm] i radijalnih momenata M_r [kNm/m] za faze izgradnje 2 i 3, u kojima smo modelirali opterećenje i rasterećenje temelja kružnog silosa. Izvršili smo proračun prema Mohr-Coulombovom modelu materijala s triangulacijskom mrežom elemenata duljine ruba od 1.0 m.

Model	Faza 2	Faza 3	Faza 2	Faza 3
Materijala	d_z [mm]	d_z [mm]	M_r [kNm/m]	M_r [kNm/m]
Mohr-Coulomb (1.0 m)	101.7	69.6	+ 169.0	+ 66
			– 31.2	-80.9

Rezultati ukupnog slijeganja d_z i radijalnih momenata M_r za individualne faze izgradnje

Zaključak

Iz rezultata za ispitivane veličine mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Kada je silos pun (kao rezultat djelovanja jednolikog kontinuiranog opterećenja), duž grede prevladava pozitivan moment savijanja, pri čemu su izužena donja vlakna.
- Nakon pražnjenja silosa (kao rezultat naknadnog rasterećenja), kružna temeljna ploča opterećena je samo zidovima silosa. Duž grede prevladava negativan moment savijanja, pri čemu su istegnuta gornja vlakna.