



# AB TEMELJNA KONSTRUKCIJA AKUMULATORA TOPLINE U TE-TO ZAGREB

Krešo Ivandić, Davor Paradžik, Ivan Kilić

dr.sc. Krešo IVANDIĆ, dipl.ing.građ., GEOKOD d.o.o., Zagreb

Davor PARADŽIK, dipl.ing.građ., ELEKTROPROJEKT d.d., Zagreb

Ivan KILIĆ, mag.ing.aedif., EKONERG d.o.o., Zagreb

AB temeljna konstrukcija akumulatora topline u TE-TO Zagreb

## FOTOGRAFIJA REZERVOARA IZ PTIČJE PERSPEKTIVE



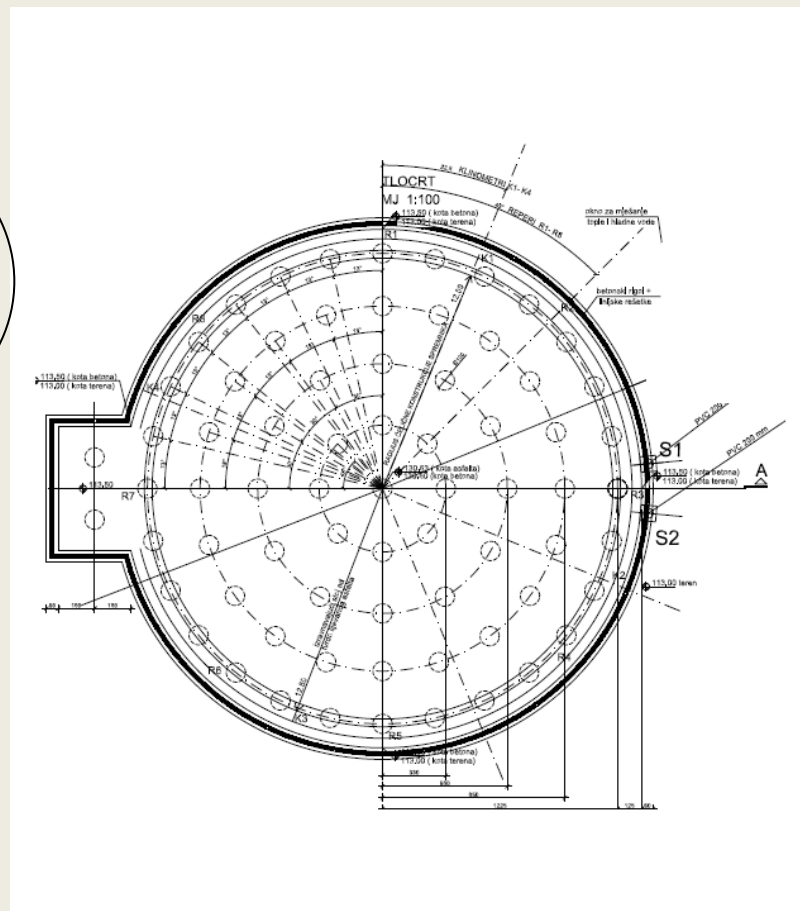
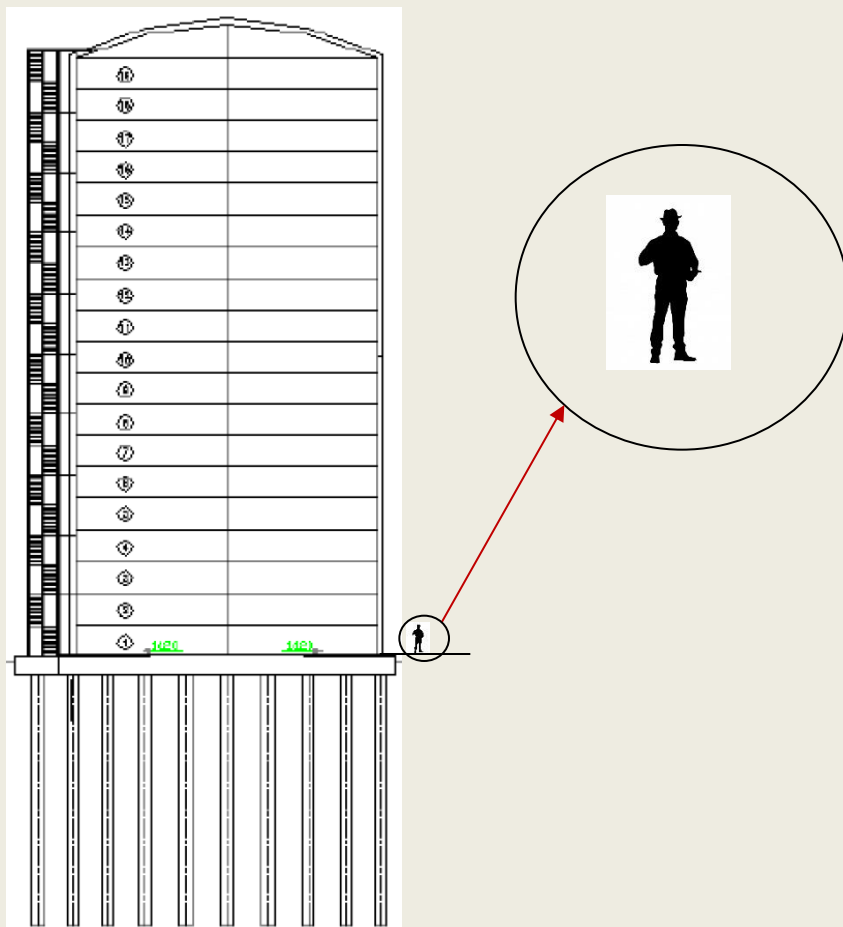
## OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU

- u krugu postrojenja TE-TO Zagreb
- kružni spremnik vruće vode kapaciteta  $\sim 20000 \text{ m}^3$
- u službi CTS grada Zagreba
- povećanje stupnja pouzdanost sustava
- smanjenje emisije  $\text{CO}_2$  za 2978 t godišnje
- izbjegavanje gradnje novog vrelovodnog kotla



# AB temeljna konstrukcija akumulatora topline u TE-TO Zagreb

## POPREČNI PRESJEK I TLOCRT AB KONSTRUKCIJE



## AB temeljna konstrukcija akumulatora topline u TE-TO Zagreb

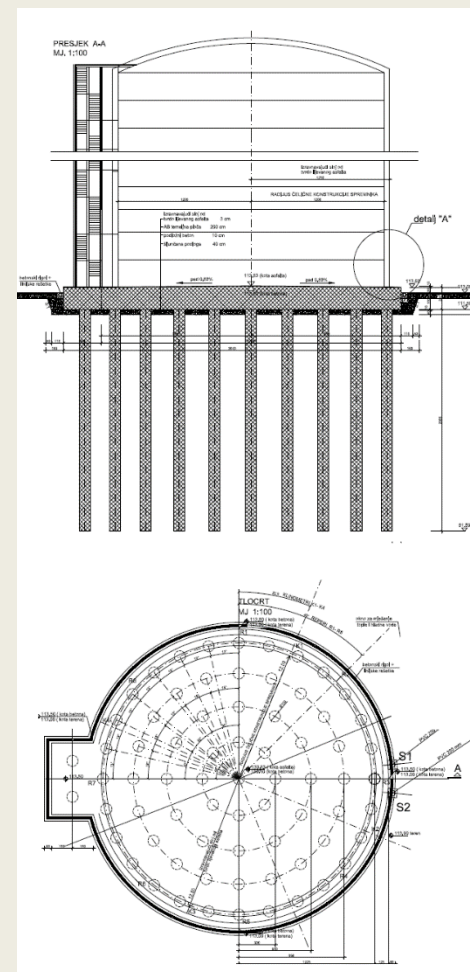
### AB KONSTRUKCIJA

- urbano-industrijska sredina
- kružni spremnik promjera  $d = 24$  m i visine  $h = 49$  m
- visina vodenog stupca 47 m (stalno nepovoljno djelovanje na temeljnu ploču  $g \sim 500$  kN/m<sup>2</sup>)
- značajna vrijednost seizmičkog djelovanja



### KATEGORIJA 3 prema EUROKODU

- spremnik sidren u temeljnu ploču korištenjem 160 sidrenih vijaka
- kružna temeljna ploča promjera  $d = 27$  m, debljine  $h = 2$  m
- 71 pilot promjera  $d = 100$  cm i  $l = 20$  m raspoređeni u 4 koncentrične kružnice



## PRORAČUN AB KONSTRUKCIJE

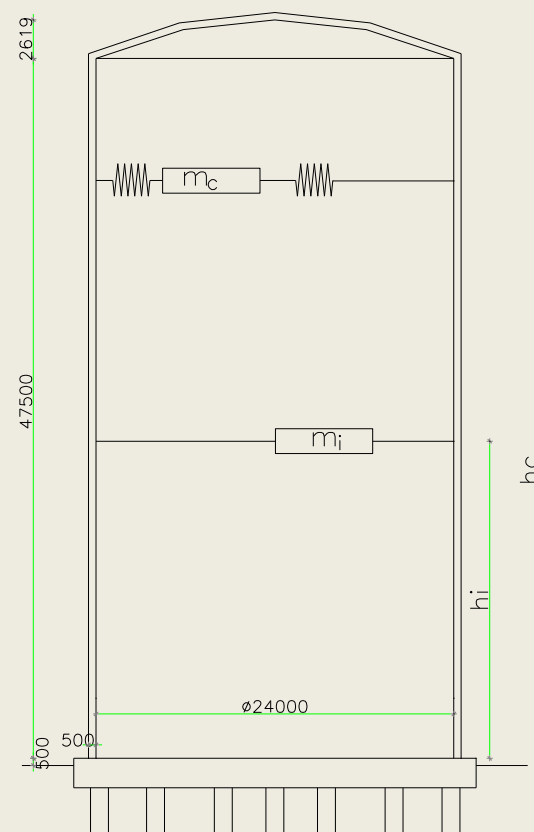
### Značajna seizmička sila s obzirom na potresnu zonu

- 1) seizmičko ubrzanje  $a_h = 0,26 \times g$
- 2) faktor važnosti  $\gamma_I = 1,4$
- 3) krak seizmičke sile na temelj  $\sim 25$  m

Globalni moment prevrtanja  $M = 1499740 \text{ kNm}$

Potrebno 160 sidrenih vijaka (na razmaku cca 50 cm po obodu spremnika)

**Vijci M72 kvalitete 8.8**



## AB temeljna konstrukcija akumulatora topline u TE-TO Zagreb

### Vijci M72 kvalitete 8.8

- ugrađeni u prethodno ubetonirane „anker-kutije”
- sila čupanja 1500 kN po ankeru



# AB temeljna konstrukcija akumulatora topline u TE-TO Zagreb

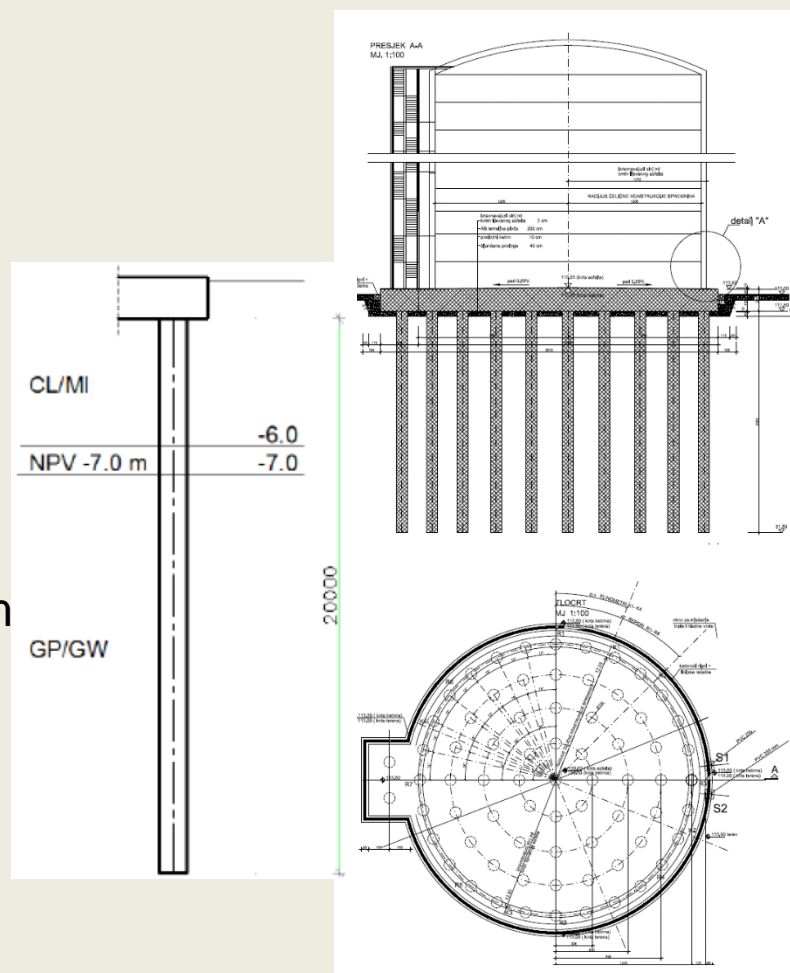
## FOTOGRAFIJA PRETHODNO UBETONIRANIH „ANKER-KUTIJA”





## DUBOKO TEMELJENJE NA PILOTIMA

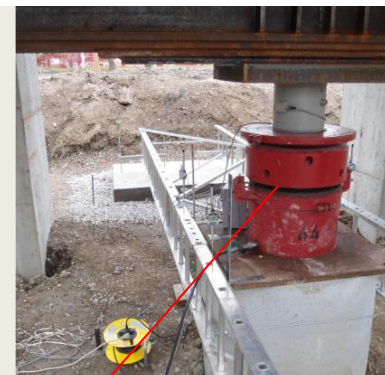
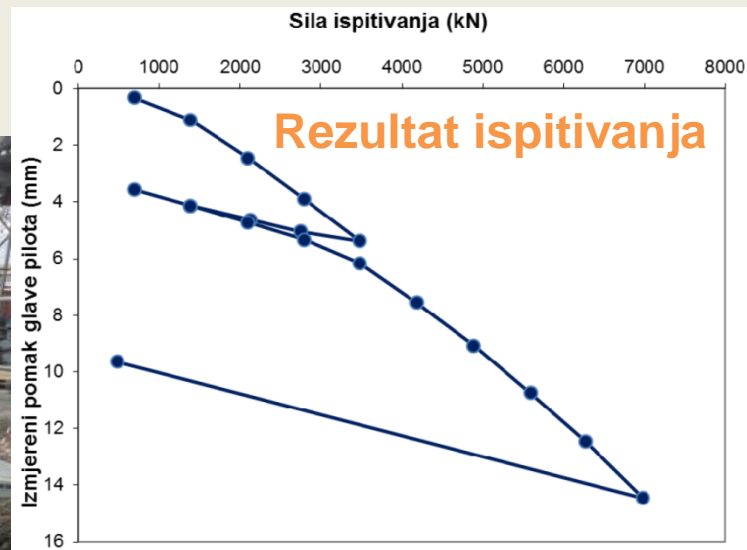
- 71 pilot promjera 100 cm, duljine 20 m
- raspored 4 koncentrične kružnice
- maksimalna djelovanja na pilote
  - tlačna sila  $F_{tl,maks} \sim 8750$  kN
  - vlačna sila  $F_{vl,maks} \sim 2400$  kN
- provedeno ispitivanje pokusnog pilota
  - pokusni pilot  $d = 80$  cm,  $l = 20$  m
  - hidraulička preša kapaciteta  $F_m = 8000$  kN
  - pomak pilota  $< 2$  cm za maks. vrijednost sile ispitivanja  $F_{maks} = 7000$  kN



# AB temeljna konstrukcija akumulatora topline u TE-TO Zagreb

## POKUSNI PILOT

Prednapeta sidra

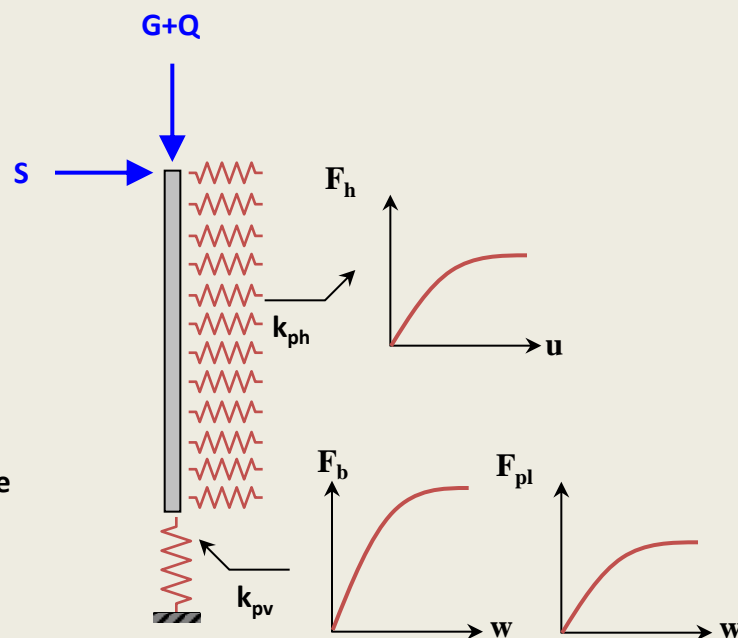
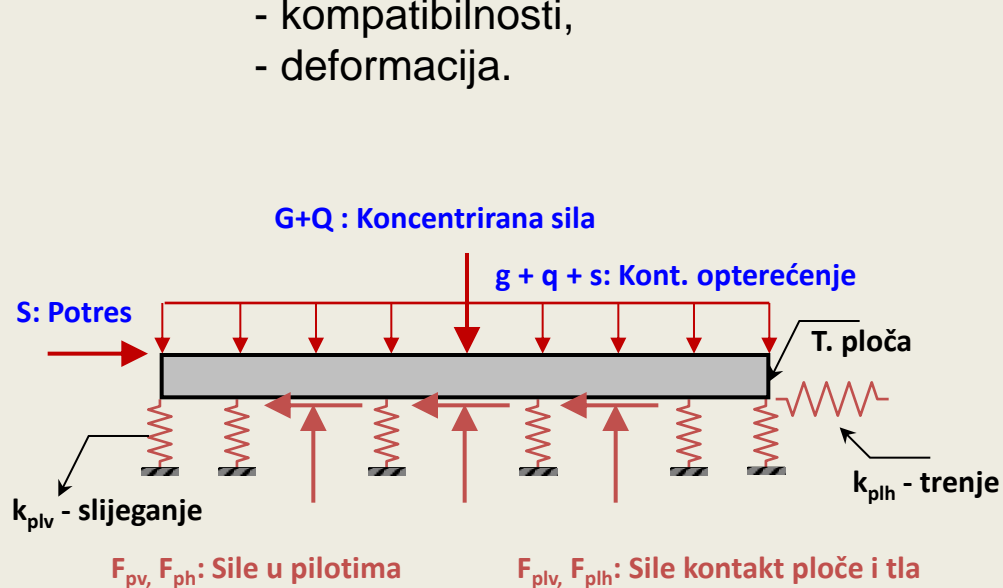


Hidraulička preša  $F_{maks} = 8000$  kN

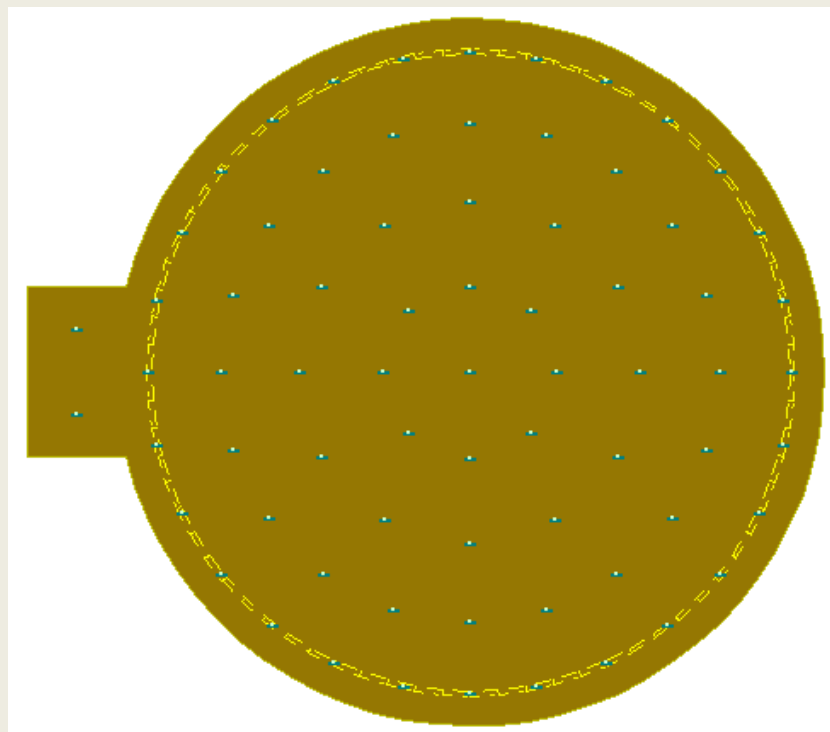
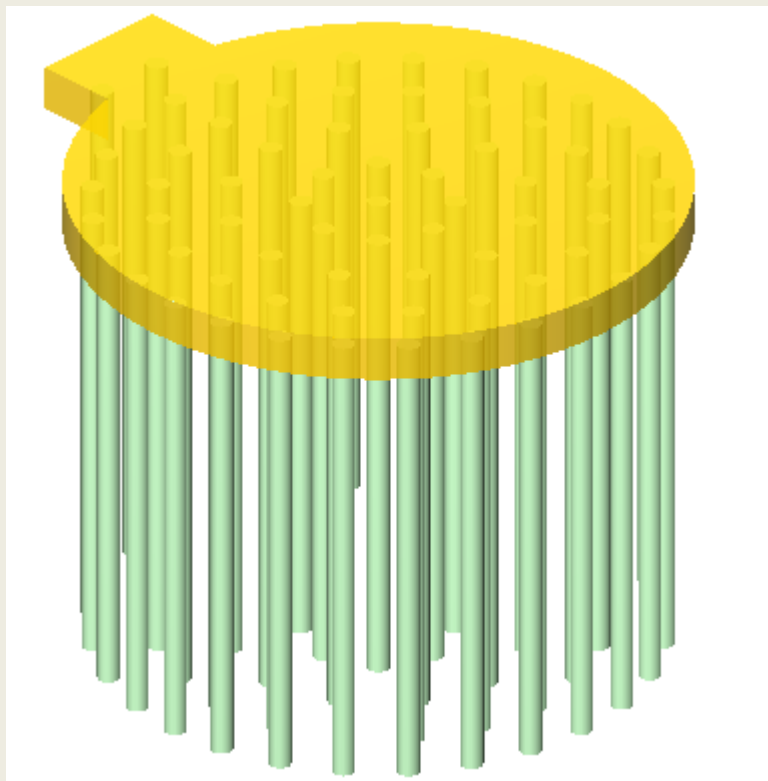
## ODREĐIVANJE VRIJEDNOSTI KOEFICIJENATA REAKCIJE TLA

Krutosti opruga na kontaktu temeljna ploča – tlo ( $k_{plv}$ ,  $k_{plh}$ ), pilot - tlo ( $k_{pv}$ ,  $k_{ph}$ ) u dva smjera na osnovu uvjeta:

- ravnoteže,
- kompatibilnosti,
- deformacija.

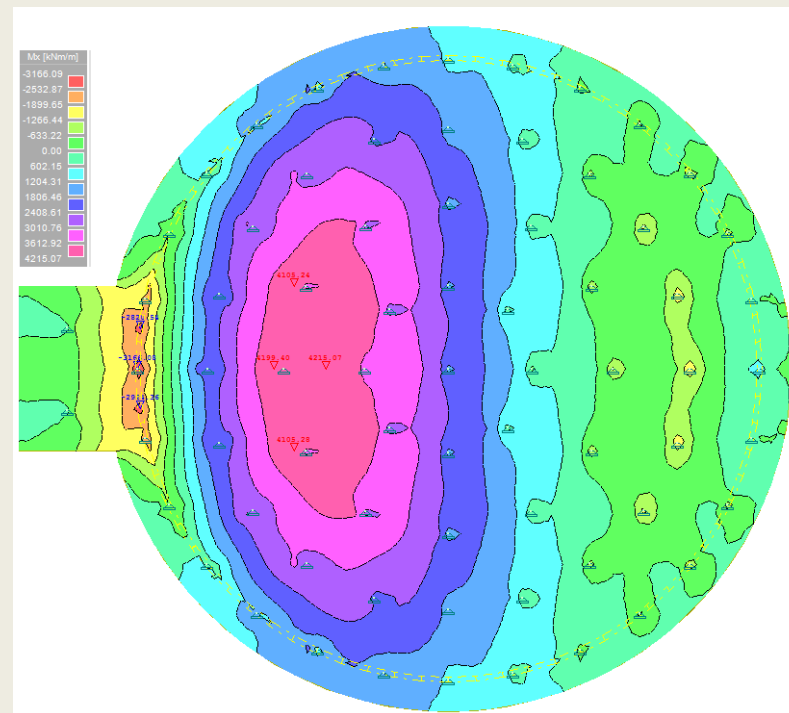
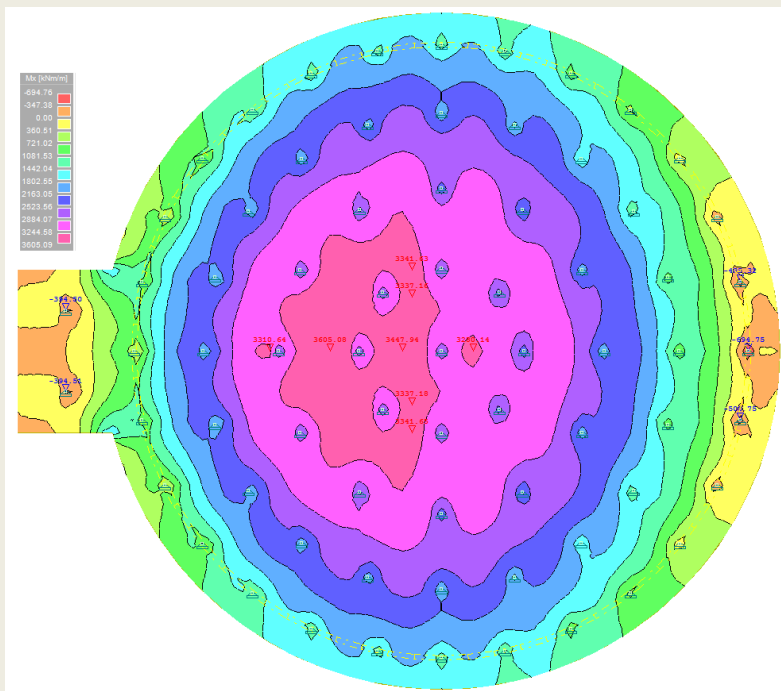


## PRORAČUN AB KONSTRUKCIJE – METODA KONAČNIH ELEMENATA



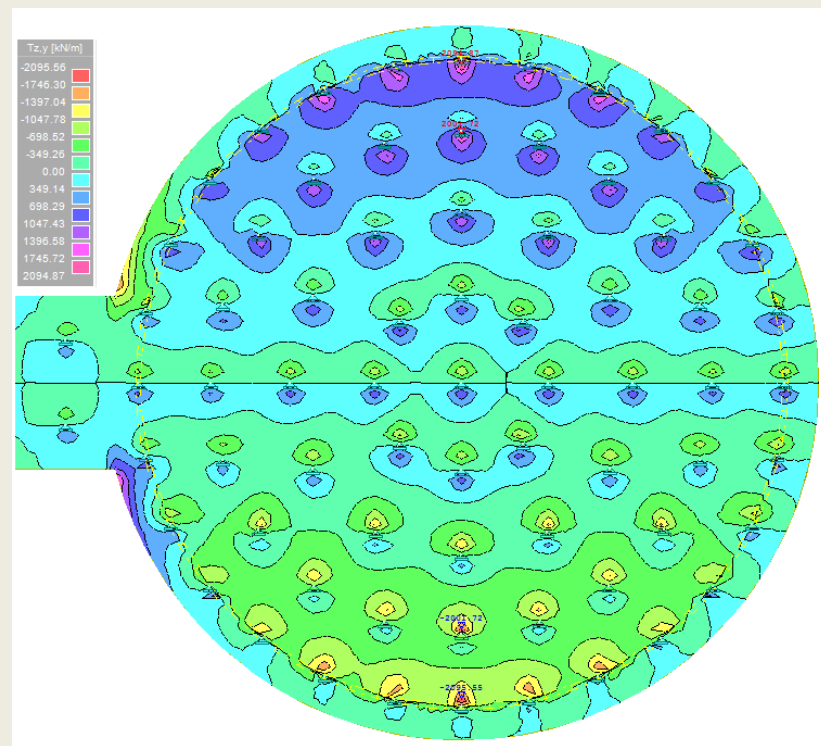
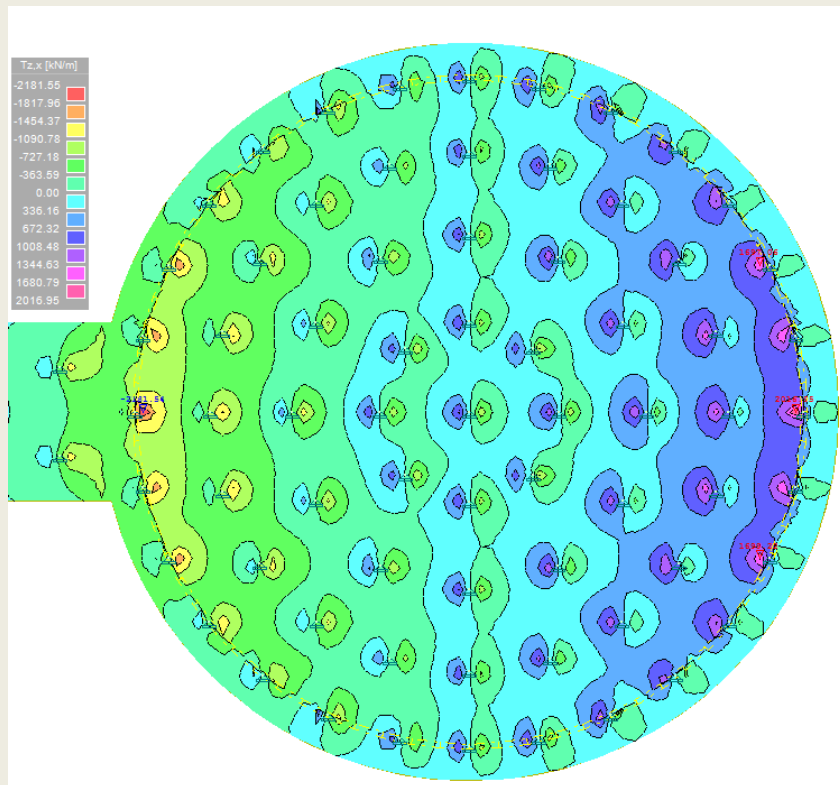
3D prikaz proračunskog modela

## MOMENTI SAVIJANJA U PLOČI



- Momenti savijanja uslijed težine vode te seizmičke kombinacije opterećenja

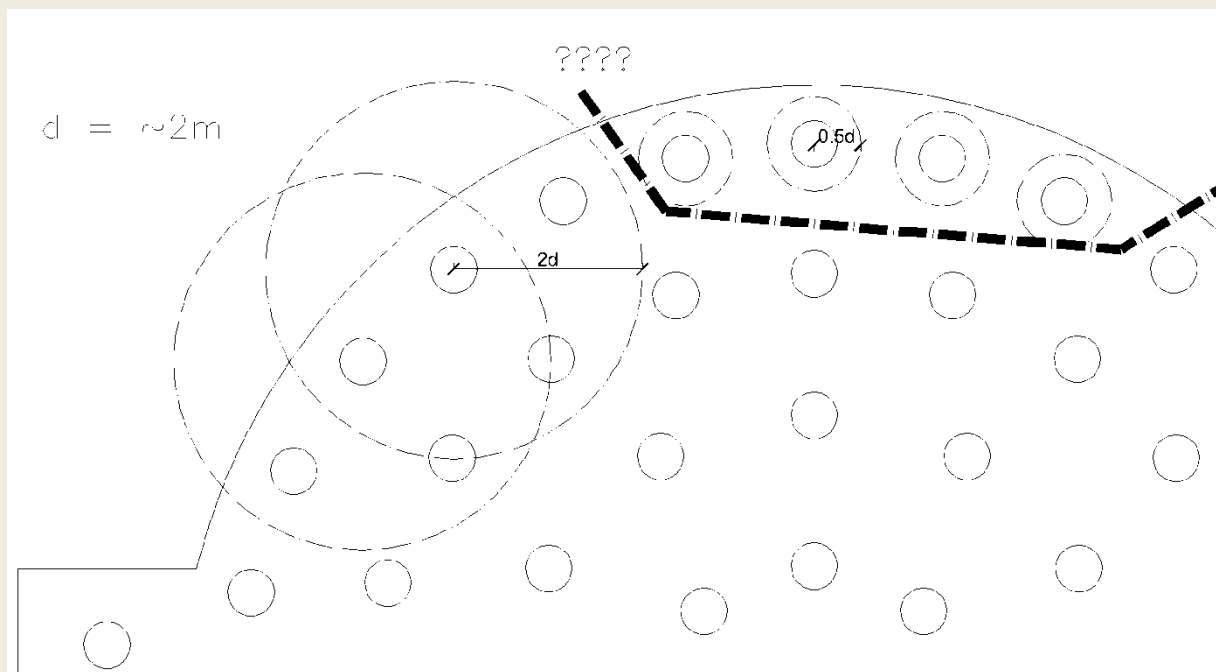
## POSMIČNE SILE U PLOČI



- Posmične sile u ploči uslijed seizmičke kombinacije opterećenja

## ODABIR KONTROLNOG OPSEGA ZA PRORAČUN POSMIKA?

- Kontrolni opseg za proračun proboja?
- Međudjelovanje momenta savijanja u vrhu pilota i sile proboja
- Mjerodavne linije za provjeru posmičnih napreznja?



AB temeljna konstrukcija akumulatora topline u TE-TO Zagreb

## TEMELJNA PLOČA DEBLJINE $d = 2\text{ m}$





## REŠETKASTI DISTANCERI



## BETONIRANJE TEMELJNE PLOČE



## ZAKLJUČAK

Opisan je postupak projektiranja i izvedbe AB temeljne konstrukcije akumulatora topline TE-TO Zagreb 49 m i promjera 27 m.

Uslijed značajnog opterećenja težinom vode te izvedbe građevine u seizmičkoj zoni s visokim vrijednostima horizontalnih vršnih ubrzanja ( $a_g = 0,26 g$ ), čelični spremnik je morao biti usidren u AB temeljnu ploču korištenjem ubetoniranih čeličnih sidara promjera 75 mm na razmaku 50 cm po opsegu njegova plašta. AB temeljna konstrukcija sastoji se od kružne temeljne ploča promjera 27 m i debljine 2 m oslonjene na 71 AB bušeni pilot promjera 100 cm i duljine 20 m. Opisana građevina je jedinstvena inženjerska konstrukcija u Hrvatskoj s obzirom na vrijednosti nepovoljnih djelovanja i njezinu značajnost, odnosno rizik dosezanja sloma u urbanoj sredini i mogućih neželjenih ishoda



## AB temeljna konstrukcija akumulatora topline u TE-TO Zagreb

- Investitor : HEP - Proizvodnja d.o.o., Pogon TE-TO Zagreb
- Projekt : AKUMULATOR TOPLINE 750 MWh, 150 MW
- Knjiga : GRAĐEVINSKI PROJEKT TEMELJA AKUMULATORA TOPLINE
- Projektant AB temeljne konstrukcije – glavni projekt : Davor Paradžik, dipl.ing.građ.
- Projektant AB temeljne konstrukcije – izvedbeni projekt : Ivan Kilić, mag.ing.aedif.
- Projektant geotehničkog projekta : dr.sc. Krešo Ivandić, dipl.ing.građ.
- Revident : dr.sc. Franjo Verić, dipl.ing.građ.
- Izvođač : ING-GRAD d.d.o.

