



PROJEKT KONSTRUKCIJE CRKVE SV. IVANA KRSTITELJA U RODOČU

Josip Zeleniika, dipl. ing. građ.
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru

Sažetak: Na osnovi arhitektonskih podloga, dopuštene nosivosti tla, seizmičkih i klimatskih zona u kojima se objekt nalazi bilo je potrebno izraditi projekt konstrukcije crkve sv. Ivana Krstitelja u Rodoču. U programu Tower bild 6.0 dobiveni su rezultati napona u konstrukciji i nosivosti i slijeganja tla. Progibi ploča su bili u dopuštenim granicama kao i naprezanje u stupovima i visokostijenim nosačima. Na osnovi predložene potrebne armature usvojena je armatura prema PBAB i pravilniku za seizmiku.

Ključne riječi: projekt konstrukcije crkve, progibi, nosivost, slijeganje, usvojena armatura

CONSTRUCTION PROJECT OF ST. IVAN KRSTITELJ CHURCH IN RODOČ

Abstract: Based on the architectural foundation, allowable bearing capacity, seismic and climatic zones in which the object is located, it was necessary to make structural design St. John the Baptist in Rodoč. In Tower 6.0 bild results are as stress in the structure and capacity, and ground subsidence. Panel deflections were allowed boundaries and stress in the pillars and beams. Based on the proposed required reinforcement has been adopted by fitting PBAB and Regulations for Seismic.

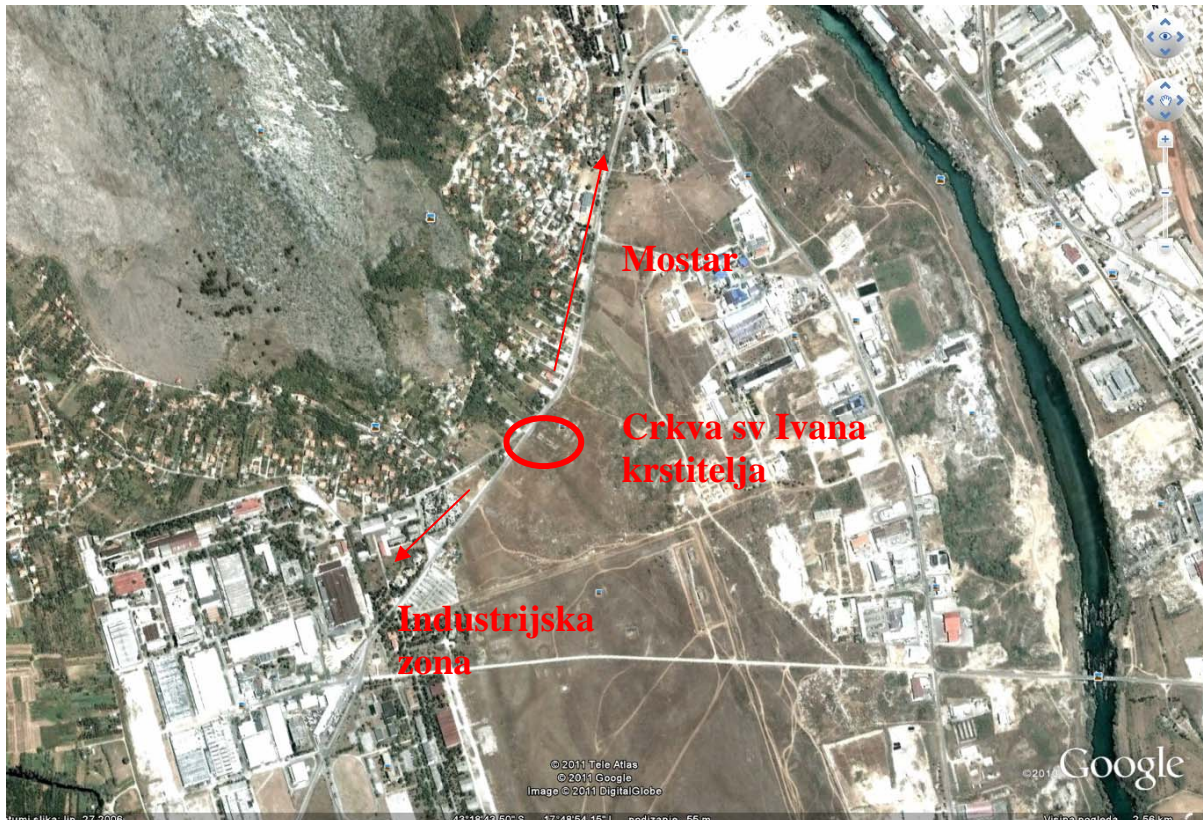
Key words: structural design of the church, deflections, bearing capacity, settlement, adopted reinforcement



1. UVOD

U radu je dano projektno rješenje konstrukcije crkve Svetog Ivana Krstitelja u Rodoču, Mostar, slika 1.

Građevina se nalazi u VIII. MSC zoni, I. klimatskoj zoni, a nosivost tla je 300 kPa. Tlocrtne dimenzije crkve su cca. 26.00 x 48.00 m sa visinom, od temelja do vrha, 19 m. Tlocrtne dimenzije zvonika su 3.70 x 3.70 m sa visinom 38 m.



Slika 1. Satelitski snimak, položaj crkve

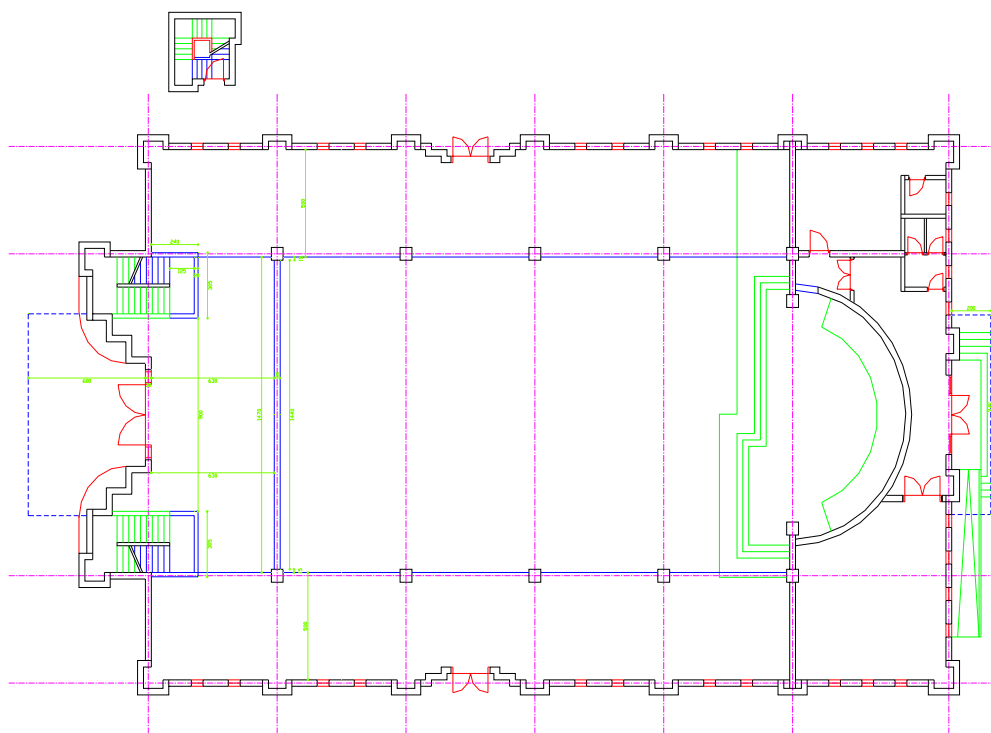
2. KONSTRUKTIVNI SUSTAV OBJEKTA

Temeljna konstrukcija crkve sastoji se iz temelja samaca i temeljnih traka debljine 60 cm, kao i temeljnih greda dimenzija 25 x 35 cm.

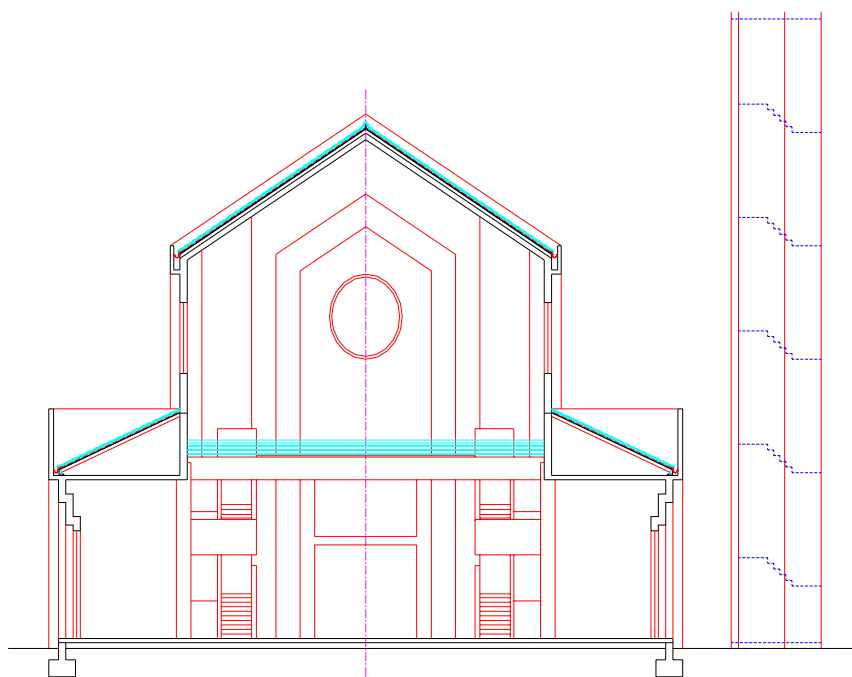
Zidovi su izvedeni kao AB platna debljine 30 cm. AB stupovi su dimenzija 40 x 40 cm kao i lučna greda, dok je greda ispod kora dimenzija 40 x 110 cm.

Krovna konstrukcija izvedena je kao monolitna AB ploča, debljine 20 cm, upeta u sve četiri strane.

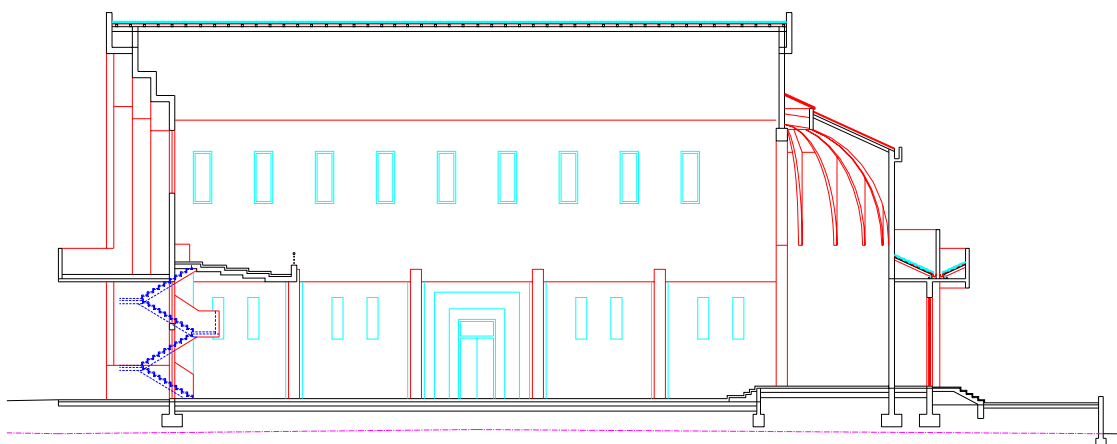
Temeljna konstrukcija zvonika je AB ploča dimenzija 650 x 650 cm, debljine 120 cm. Na slikama 2,3,4,5,6 dane su arhitektonske podloge:



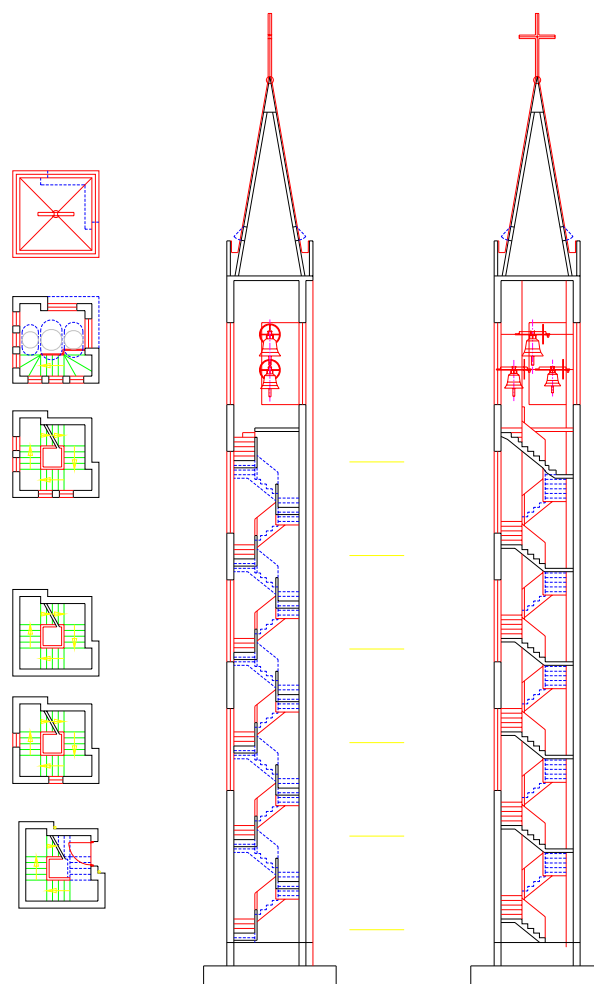
Slika 2. Tlocrt prizemlja crkve



Slika 3. Poprečni presjek A-A



Slika 4. Uzdužni presjek B-B



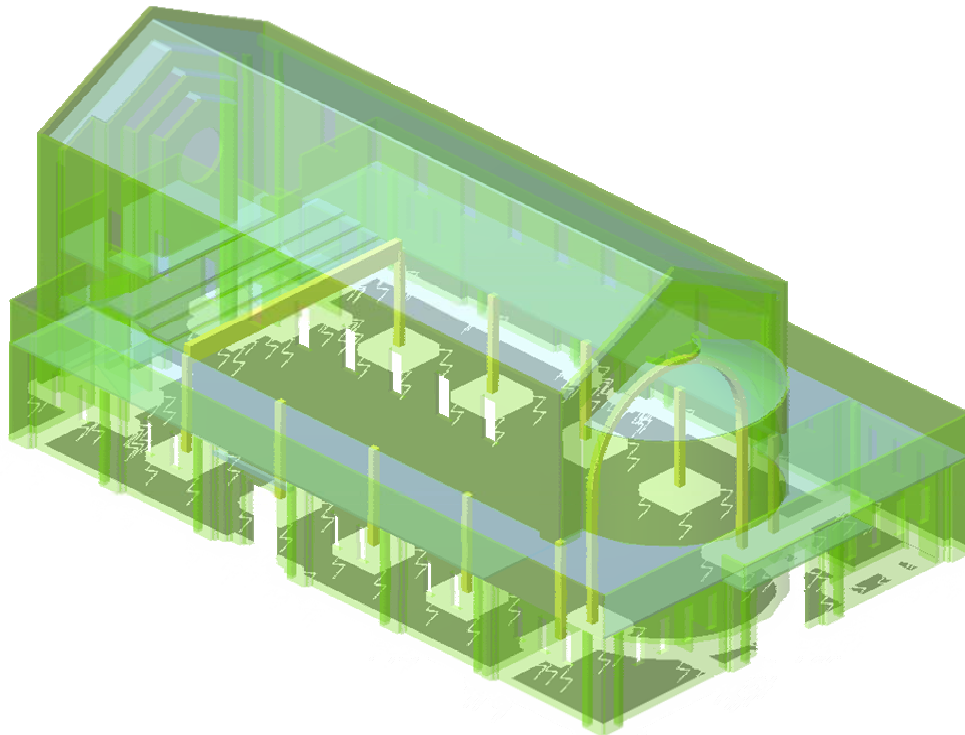
Slika 5. Zvonik, presjeci



Slika 6. Model crkve u arhicad-u, sjeverozapadna strana



Slika 7. Model crkve u arhicad-u, jugoistočna strana



Slika 8. Model crkve izrađen u programu tower bild 6.0

3. REZULTATI PRORAČUNA

3.1. Opterećenja

3.1.1. Stalno opterećenje

Program samostalno uzima u obzir vlastitu težinu konstrukcije. Slojevi poda, opterećenje od slojeva kosog i ravnog neprohodnog krova uneseni su u model kao površinsko opterećenje. Bočno drveno krovšte je uneseno kao linijsko opterećenje. Opterećenje od snijega usvojeno je kao minimalno za ovu klimatsku zonu i nadmorsku visinu.

3.1.2. Pokretno opterećenje

Iz 'Pravilnika za opterećenja u visokogradnji' usvojeno je pokretno opterećenje koje ovisi o namjeni objekta.

3.1.3. Seizmičko opterećenje

Opterećenje od seizmike je zadano u dva okomita pravca. Seizmički utjecaj je dobiven proračunom prema ekvivalentnoj statičkoj metodi.



3.1.4. Opterećenje vjetrom

Iz 'Pravilnika za opterećenja u visokogradnji' u model zvonika uneseno je opterećenje vjetrom ovisno o vjetrovnoj zoni, izloženosti objekta vjetru i visini objekta. Opterećenje je zadano na zidove zvonika s vanjske i unutarnje strane u dva okomita smjera.

3.2. Analiza opterećenja

3.2.1. Stalno opterećenje

Stepenište i kor

- estrih $g = 0.06 \times 22 \text{ kN/m}^3 = 1.32 \text{ kN/m}^2$
- termoizolacija $g = 0.05 \times 0.25 \text{ kN/m}^3 = 0.125 \text{ kN/m}^2$
- kamen $g = 0.03 \times 26 \text{ kN/m}^3 = 0.78 \text{ kN/m}^2$

Ukupno opterećenje: $\Delta g = 2.5 \text{ kN/m}^2$

Ravni neprohodni krov

- nagibni beton $g = 0.10 \times 24 \text{ kN/m}^3 = 2.4 \text{ kN/m}^2$
- termoizolacija $g = 0.05 \times 0.25 \text{ kN/m}^3 = 0.125 \text{ kN/m}^2$
- hidroizolacija $g = 0.02 \times 14 \text{ kN/m}^3 = 0.28 \text{ kN/m}^2$
- šljunak $g = 0.05 \times 18 \text{ kN/m}^3 = 0.9 \text{ kN/m}^2$

Ukupno opterećenje: $\Delta g = 3.7 \text{ kN/m}^2$

Opterećenje od snijega

$$s = 0.75 \text{ kN/m}^2$$

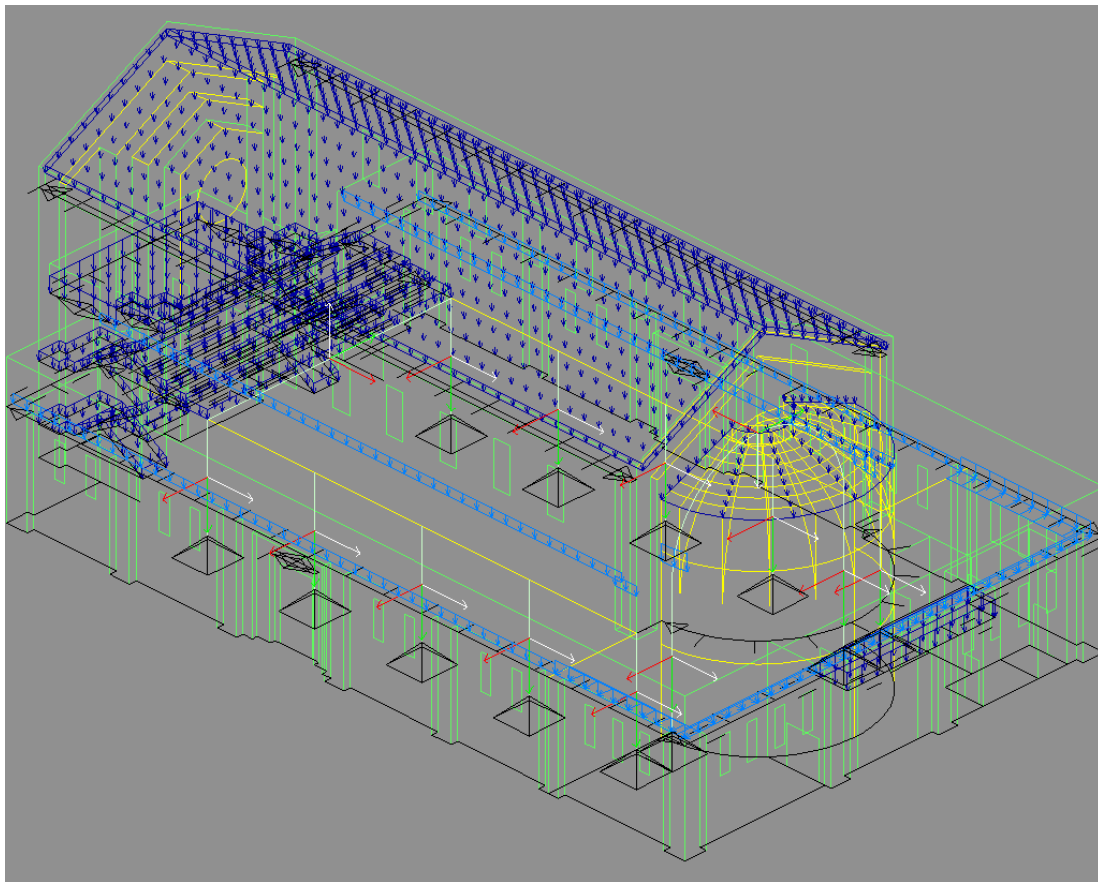
Opterećenje od slojeva krova

$$g = 1.3 \text{ kN/m}^2$$

3.2.2. Korisno opterećenje

Međukatne konstrukcije

Prema namjeni objekta usvojeno je korisno opterećenje od $p = 5.0 \text{ kN/m}^2$ na stepeništu i koru.



Slika 9. Zadana opterećenja u tower bild 6.0

3.3. Analiza opterećenja – zvonik

3.3.1. Stalno opterećenje

Stepenište

- estrih $g = 0.06 \times 22 \text{ kN/m}^3 = 1.32 \text{ kN/m}^2$
- kamen $g = 0.03 \times 26 \text{ kN/m}^3 = 0.78 \text{ kN/m}^2$

Ukupno opterećenje: $\Delta g = 2.1 \text{ kN/m}^2$

Opterećenje vjetrom

$W_0 = 1,5 \text{ kN/m}^2$ - treća vjetrovna zona

$1,5W_0 = 2,25 \text{ kN/m}^2$

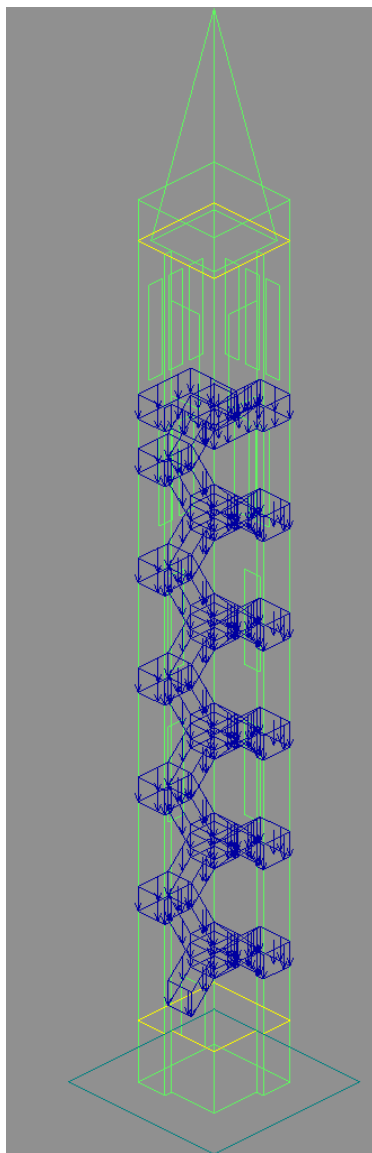
$0,8W_0 = 1,2 \text{ kN/m}^2$ - pritisak

$0,4W_0 = 0,6 \text{ kN/m}^2$ - sisanje

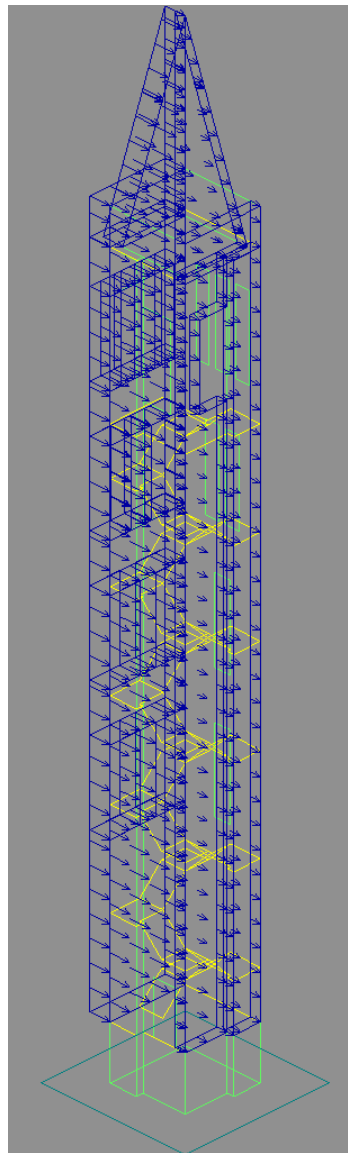
$0,3W_0 = 0,45 \text{ kN/m}^2$ - iznutra

3.3.2. Korisno opterećenje

Prema namjeni objekta usvojeno je korisno opterećenje od $p = 1.5 \text{ kN/m}^2$ na stepeništu.



Slika 10. Zadana stalna opterećenja na zvonik u tower bild 6.0



Slika 11. Zadana opterećenja od vjetra na zvonik u tower bild 6.0



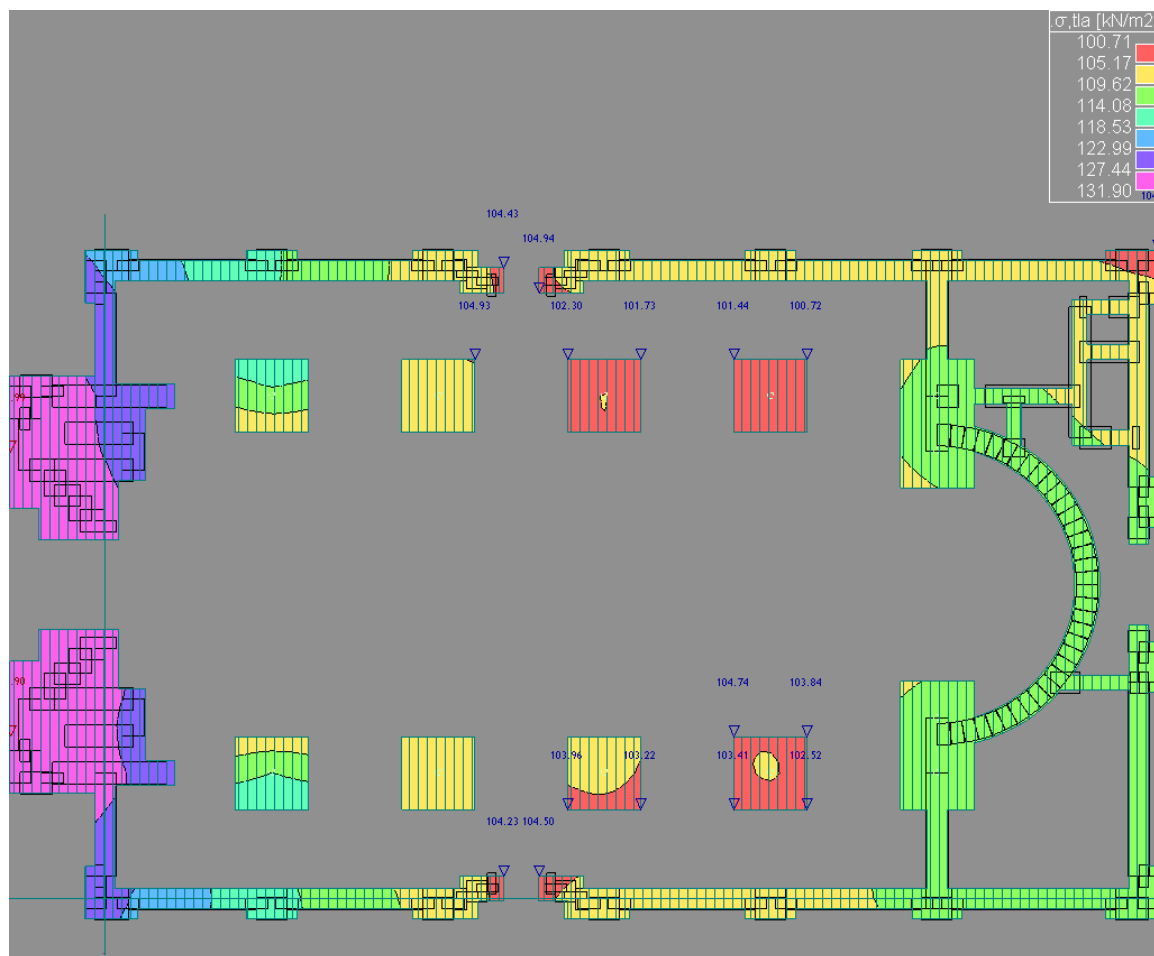
3.4. Način proračuna i software

Model objekta s ranije navedenim konstruktivnim elementima razmatran je kao prostorna konstrukcija u programskom paketu Tower 3D builder 6.0

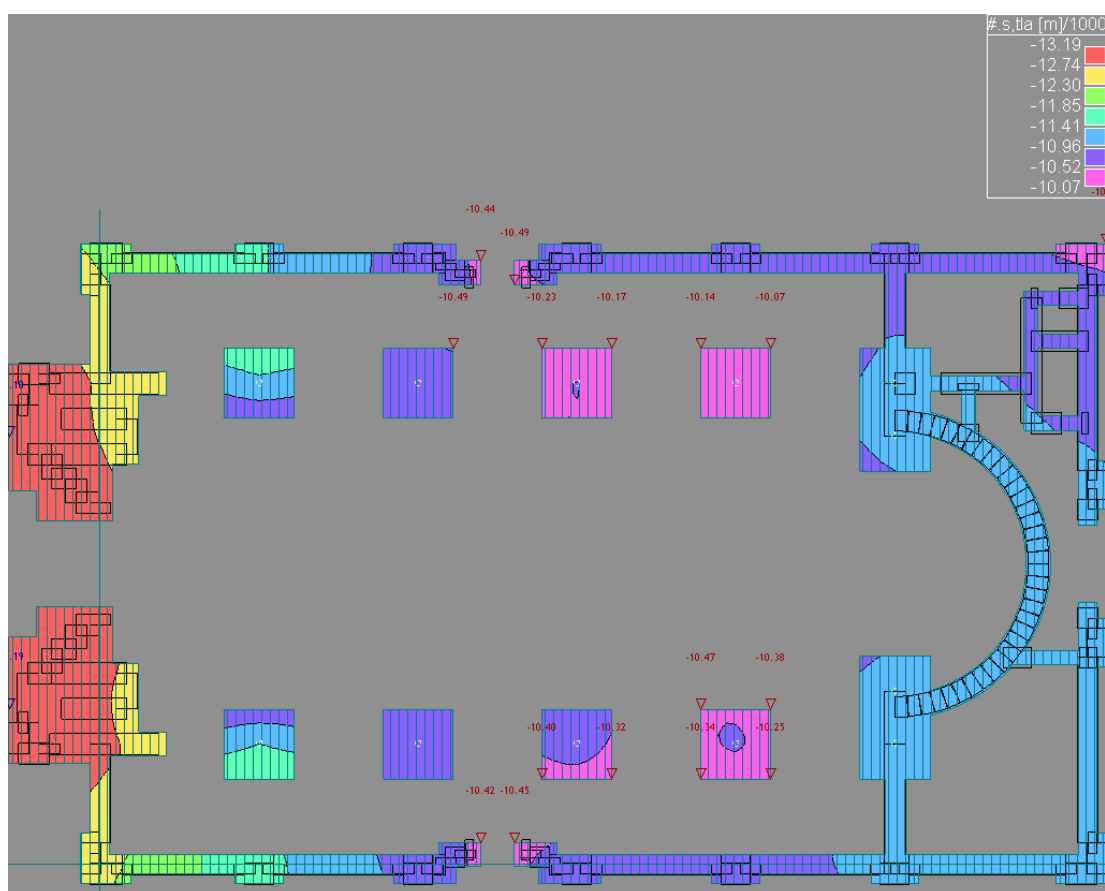
Formirana mreža konačnih elemenata se sastoji od pravokutnih elemenata stranica veličine 0.4 m, što daje zadovoljavajuću točnost. Modalnom analizom dobili su se podatci za seizmički proračun.

Prema pravilniku za seizmiku bilo je potrebno unijeti seizmičke sile u dva okomita pravca. Daljnjim proračunom dobili su se statički i dinamički utjecaji na konstrukciju.

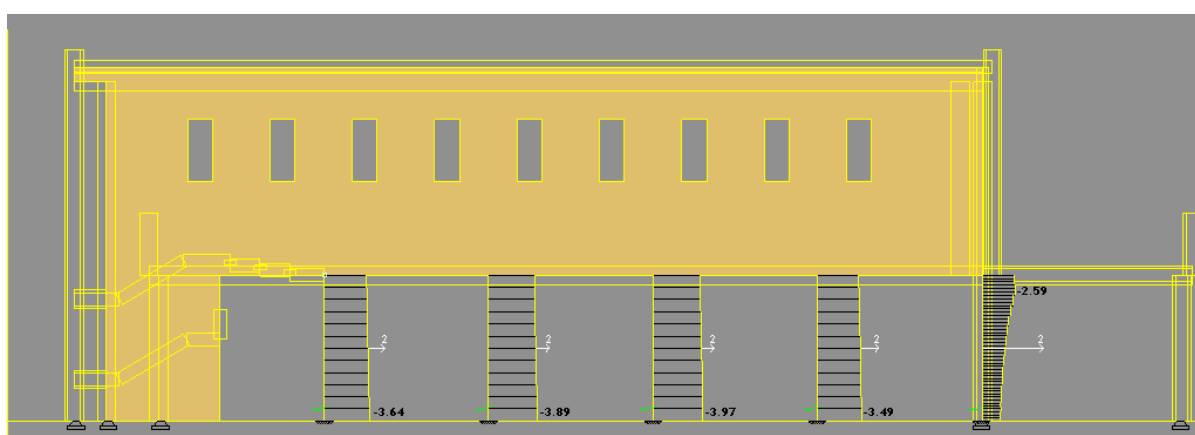
Ovaj programski paket omogućava da sve konstruktivne elemente lako dimenzioniramo na kompletnu shemu opterećenja. Uvidom u izvještaje, pokazalo se da je seizmika mjerodavna za dimenzioniranje stupova, a vertikalno opterećenje za dimenzioniranje temelja.

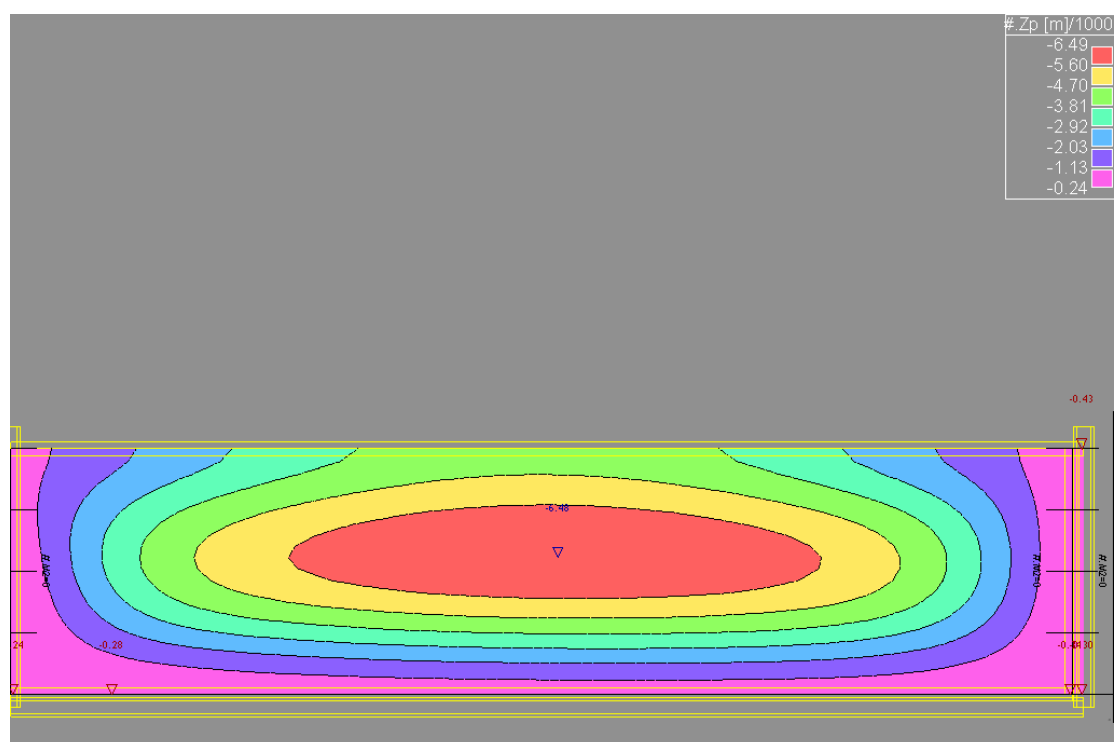


Slika 12. Prikaz napona u tlu - crkva



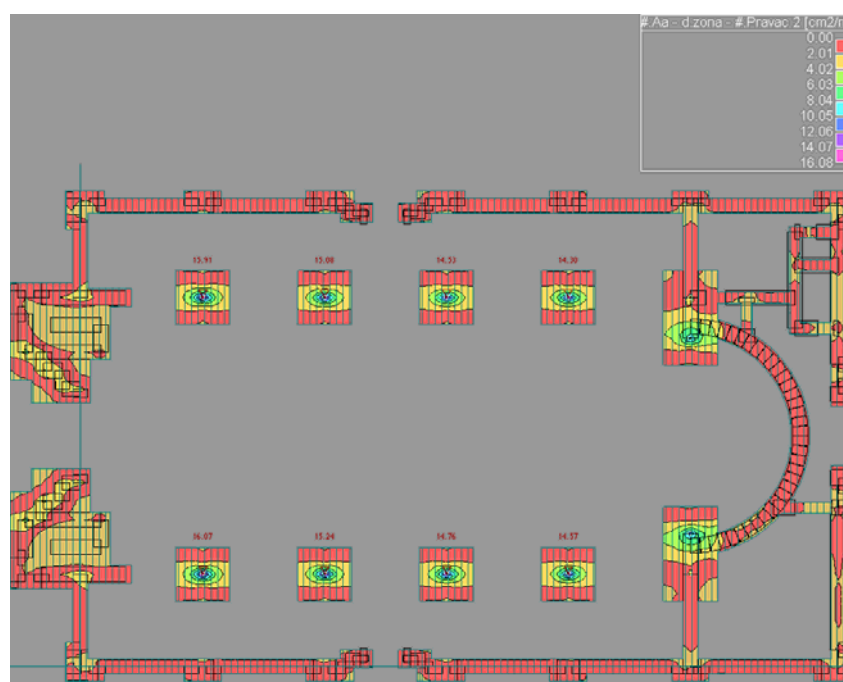
Slika 13. Slijezanje tla - crkva

Slika 14. Naprezanje u stupovima manja od dopuštenih, $\sigma \leq 0,35 \times 0,7 MB$

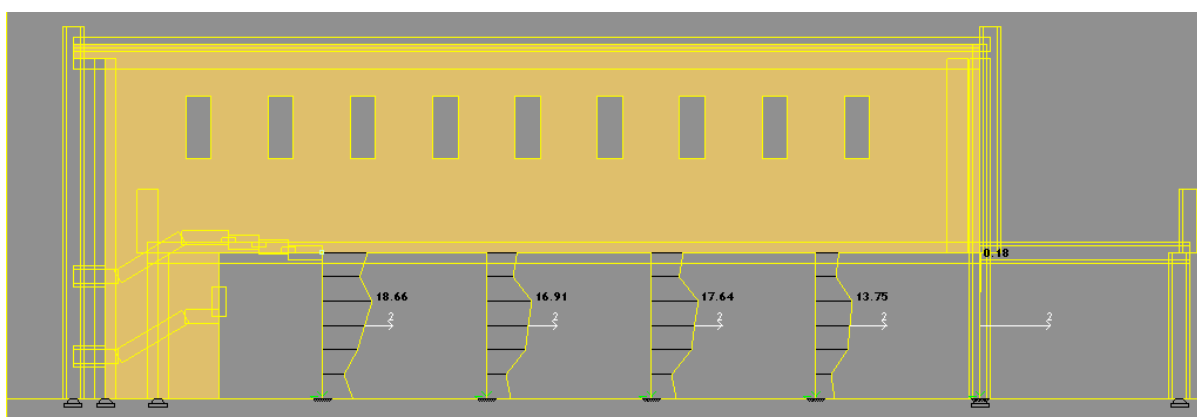


Slika 15. Progib ploče

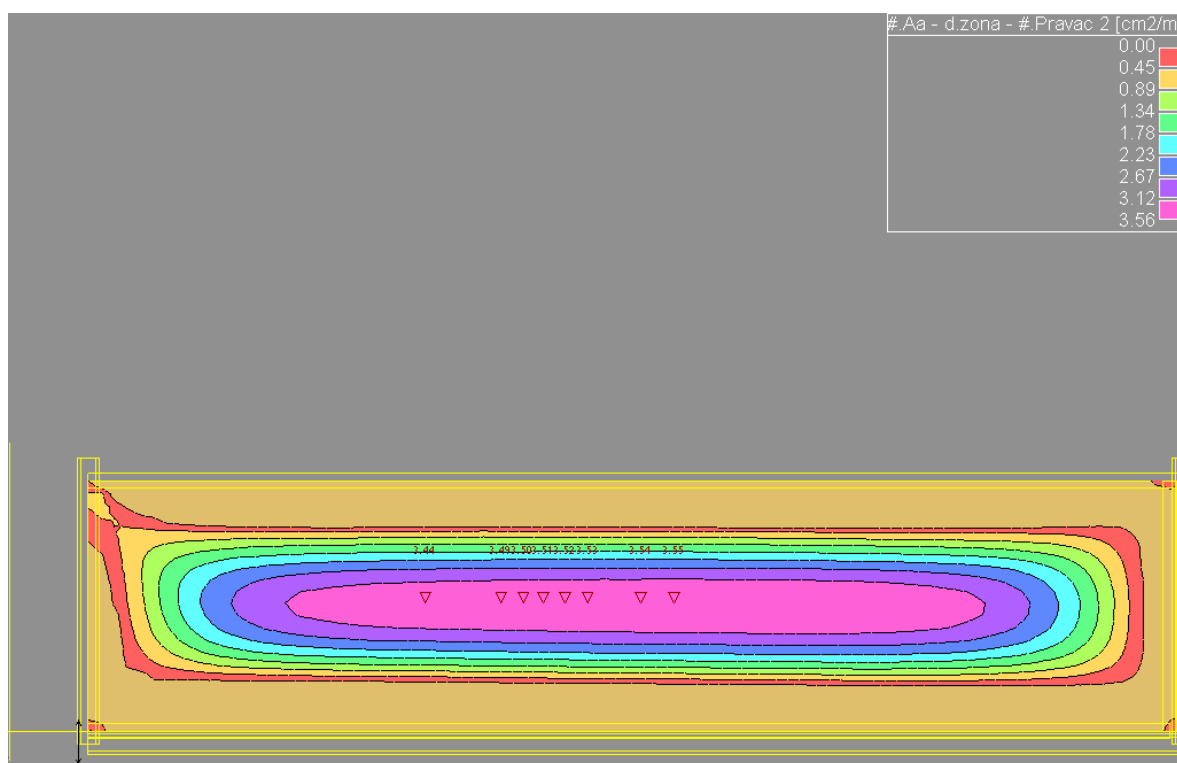
4. DIMENZIONIRANJE



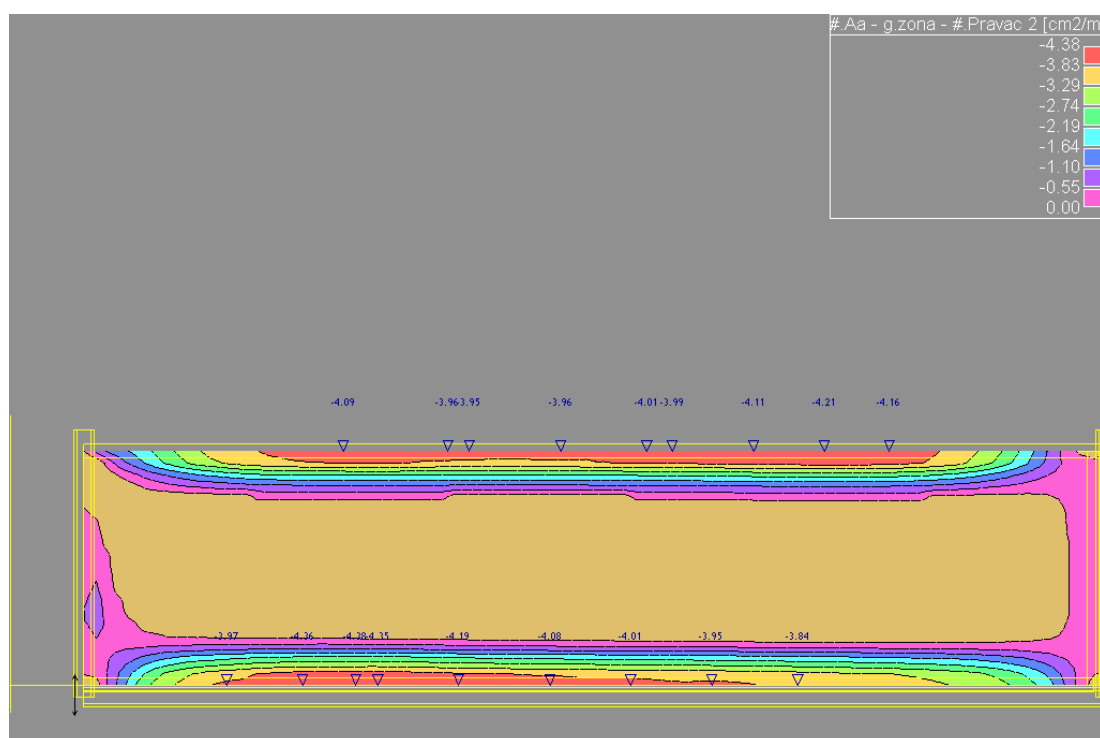
Slika 16. Potrebna armatura - temelji



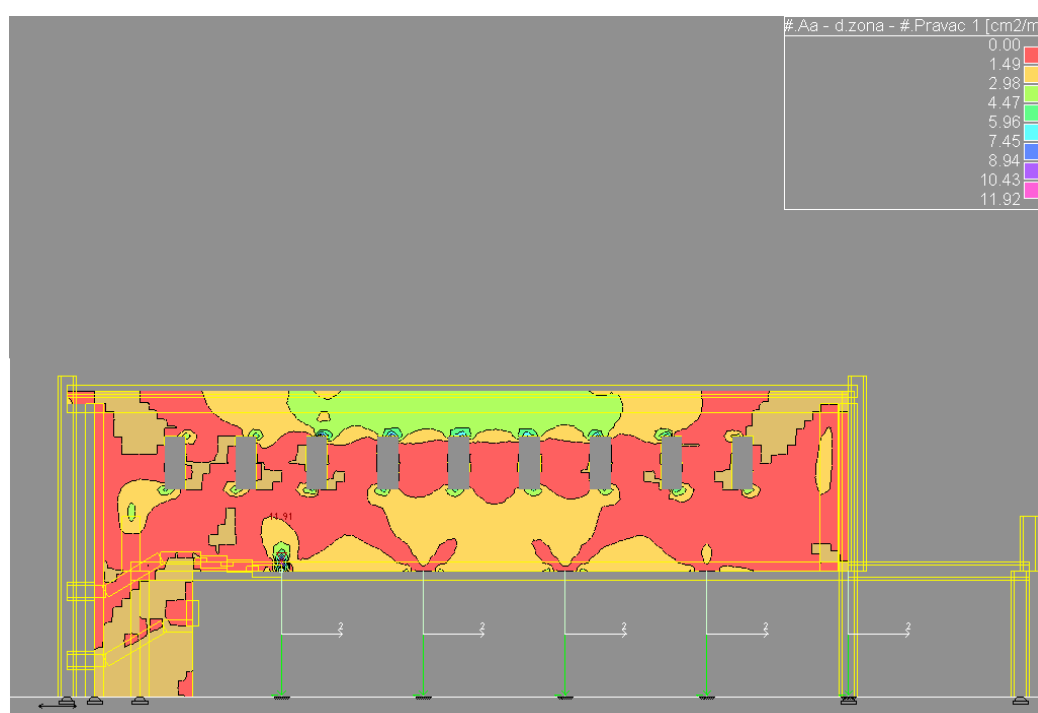
Slika 17. Potrebna armatura -stupovi



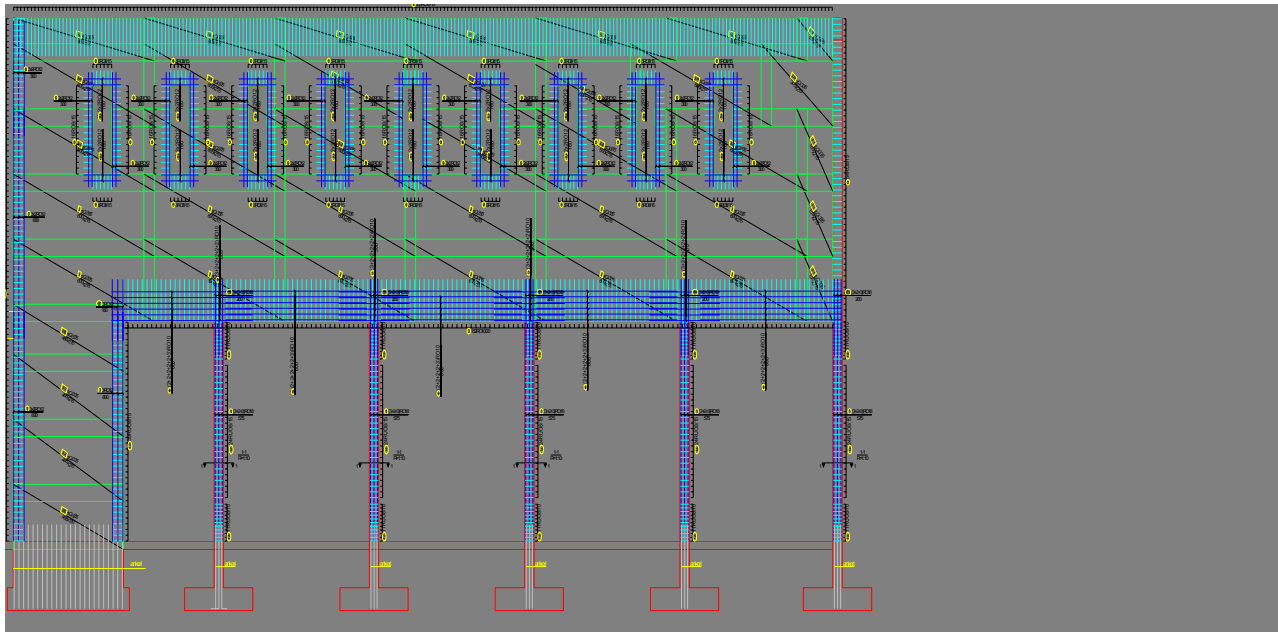
Slika 18. Potrebna armatura –ploča, donja zona



Slika 19. Potrebna armatura – ploča, gornja zona



Slika 20. Potrebna armatura visokostijjenog nosača



Slika 21. Nacrtna armature visokostijenog nosača

5. UGRAĐENI MATERIJALI

Beton MB30 ugrađen je u sve konstruktivne elemente. Ugrađena armatura je:

- RA 400/500 ugrađena je u površinske i linijske elemente
- MA 500/560 ugrađena u sve površinske elemente

Od pravilnika i propisa korišteni su PBAB '87, Korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada, i Pravilnik za izgradnju objekata u seizmičkim područjima. Program kontrole i osiguranje kvalitete proveden je na:

BETON (projekt betona)

- kontrola proizvodnje betona
- ispitivanje proizvodne sposobnosti tvornice betona
- ispitivanje komponenata betona
- ispitivanje svježeg betona
- ispitivanje očvrslag betona
- dokaz kakvoće betona
- način transporta i ugradnje betona
- plan betoniranja, organizacija i oprema

ARMATURA

- kontrola mrežaste armature
- kontrola rebraste armature



LITERATURA

1. Hasanović, V., Zlatar, M.: *Betonske konstrukcije I i II*, Sarajevo, 1997
2. *Pravilnik za beton i armirani beton 1987.*
3. Musić, E. H.: *Aseizmičke konstrukcije u visokogradnji*, Sarajevo 1987.
4. *Priručnik za stručne ispite – Knjiga III*
5. *Pravilnik o tehničkom normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima*

Korišteni programi

- [1] AutoCAD 2009
- [2] Tower 3D Builder 6.0
- [3] ArhiCAD 12