

INVESTITOR: **Župa sv. Ivan Krstitelj,  
Nova Ves 64A, 10000 Zagreb  
OIB: 25379707265**

GRAĐEVINA: **KAPELA MAJKE BOŽJE  
ŽALOSNE**

LOKACIJA: **Nova Ves 40; Zagreb  
k.č. 625; k.o. Centar**

ZOP: **11/21**

BR. PROJEKTA: **1905-06-GP**

MAPA: **K4 – FAZA G**

RAZINA RAZRADE: **GLAVNI PROJEKT**

STRUKOVNA  
ODREDNICA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

## **PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE KAPELE MAJKE BOŽJE ŽALOSNE**

GLAVNI PROJEKTANT: **Siniša Bjelica, dipl.ing.arh.**

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE: **Antonio Maglov, dipl. ing. građ.  
br.ovlaštenja: G3775**

SURADNICI: **Iva Lemac, dipl.ing.građ.  
Tomislav Vuzem, ing. građ.  
Emina Ahmetović, dipl.ing.građ.  
Kemal Kadić, mag.ing.aedif.  
Dorijan Sabljak, mag.ing.aedif.  
Lea Vlašić, mag.ing.aedif.  
Ana Majstorović, mag.ing.aedif.  
Dragan Kostić, građ.tehn.**

DIREKTOR: **Antonio Maglov, dipl. ing. građ.**

Zagreb, lipanj 2022.

## SADRŽAJ

|  |                |
|--|----------------|
| <b>1. OPĆI PRILOZI</b>   | <b>2-16</b>    |
| - <b>Popis mapa/elaborata</b>  |                |
| - <b>Izvadak iz registracije poduzeća</b>  |                |
| - <b>Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera</b>  |                |
| - <b>Rješenje o izradi projekata na kulturnim dobrima</b>  |                |
| - <b>Posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra predmetne građevine</b>  |                |
| <b>2. PODACI O AKTU NA TEMELJU KOJEG JE IZGRAĐENA GRAĐEVINA ODNOSNO NA TEMELJU KOJEG JE STEKLA STATUS POSTOJEĆE ZGRADE</b> | <b>17-18</b>   |
| <b>3. TEHNIČKI OPIS</b>  | <b>19-42</b>   |
| - <b>Uvod</b>  |                |
| - <b>Postojeća dokumentacija</b>   |                |
| - <b>Postojeća nosiva konstrukcija</b>   |                |
| - <b>Povijesni pregled izgradnje građevine</b>   |                |
| - <b>Zatečeno stanje i oštećenja postojeće građevine</b>   |                |
| - <b>Opis proračuna osnovne građevine</b>  |                |
| - <b>Seizmička razina građevine</b>  |                |
| - <b>Opis mjera seizmičkog ojačanja građevine</b>  |                |
| - <b>Grafički prikaz građevine</b>   |                |
| <b>4. FOTODOKUMENTACIJA OŠTEĆENJA</b>  | <b>43-47</b>   |
| <b>5. ISTRAŽNI RADOVI</b>  | <b>48-76</b>   |
| <b>6. PRIMJENJENI PROPISI</b>  | <b>77-78</b>   |
| <b>7. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE</b>  | <b>79-91</b>   |
| <b>8. STATIČKI PRORAČUN</b>  | <b>92-215</b>  |
| - <b>POSTOJEĆE STANJE</b>  | <b>93-136</b>  |
| - <b>OJAČANO STANJE</b>  | <b>137-145</b> |
| - <b>PROSTORNA ČEL. KONSTR. – OJAČAVANJE ZIDOVA TORNJA</b>   | <b>146-215</b> |
| <b>9. PLAN POZICIJA I GRAFIČKI PRILOZI</b>   | <b>216-229</b> |

|  |  |
|--|--|
| KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, ZAGREB  | PROJEKTANT KONSTRUKCIJE: Antonio Maglov, dip. ing. građ. |
| GRAĐEVINA: KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE, Nova Ves 40, k.č.625; k.o. Centar, Zagreb | TD 1905-06-GP, lipanj 2022.                              |
| INVESTITOR: Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, Zagreb                        | 2  |

# 1. OPĆI PRILOZI

## POPIS MAPA/ELABORATA

### MAPE:

|          |                  |  |         |        |
|----------|------------------|--|---------|--------|
| <b>A</b> | Konstrukta       | Izješće o stanju kulturnog dobra                           | Mapa K1 | Faza A |
| <b>B</b> | SB projektiranje | Arhitektonska snimka građevine                             | Mapa A1 | Faza B |
| <b>C</b> | SB projektiranje | Uvodna mapa  | Mapa A2 | Faza C |
|          | Marina Fernežir  | Elaborat o konzervatorsko-restauratorskim istraživanjima   |         |        |
|          | GRASA PROJEKT    | Geotehnički elaborat                                       |         |        |
|          | Geoexpert-I.G.M. | Izveštaj o istražnim radovima na postojećoj konstrukciji   |         |        |
| <b>D</b> | SB projektiranje | Idejni projekt za uvjete                                   | Mapa A3 | Faza D |
|          | Konstrukta       | Idejni projekt za uvjete                                   | Mapa K2 |        |
| <b>E</b> | Konstrukta       | Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije | Mapa K3 | Faza E |
| <b>F</b> | SB projektiranje | Cjelovita dokumentacija za obnovu pokretnog inventara      | Mapa A4 | Faza F |
| <b>G</b> | SB projektiranje | Glavni projekt   | Mapa A5 | Faza G |
|          | Konstrukta       | Glavni projekt   | Mapa K4 |        |

REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

## IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080505281

OIB:

06674378579

TVRTKA:

4 KONSTRUKTA d.o.o. za graditeljstvo

4 KONSTRUKTA d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

2 Zagreb (Grad Zagreb)  
Desinička 20

PRAVNI OBLIK:

1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 70 - Poslovanje nekretninama
- 1 \* - Građenje, projektiranje i nadzor
- 1 \* - Kupnja i prodaja robe
- 1 \* - Obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 1 \* - Obavljanje investicijskih radova u inozemstvu i povjeravanje investicijskih radova stranoj osobi u RH
- 1 \* - Zastupanje inozemnih tvrtki
- 6 \* - djelatnost energetskog certificiranja i energetskog pregleda zgrade
- 7 \* - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- 7 \* - organiziranje sajmova, priredbi, kongresa, promocija, zabavnih manifestacija, seminara, tečajeva, tribina i revija

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 3 Janko Šimanović, OIB: 66223427341  
Zagreb, Magdićeve stube 1
- 4 - član društva
- 4 Antonio Maglov, OIB: 75189555710  
Zagreb, Ede Murtića 6
- 4 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 4 Antonio Maglov, OIB: 75189555710  
Zagreb, Ede Murtića 6
- 4 - direktor

D004, 2018-02-13 08:50:16

Stranica: 1



REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

## IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

## OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 4 - zastupa pojedinačno i samostalno, postao član uprave-  
direktor Odlukom članova društva od 06.12.2012. godine
- 4 Janko Šimanović, OIB: 66223427341  
Zagreb, Magdićeve stube 1
- 4 - prokurist

## TEMELJNI KAPITAL:

- 5 720.000,00 kuna

## PRAVNI ODNOSI:

## Osnivački akt:

- 1 Društveni ugovor o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 22.listopada 2004.godine.
- 3 Odlukom jedinog člana društva od 19.srpnja 2007.god. izmijenjen je Društveni ugovor od 22.listopada 2004.god. u preambuli - odredbe o osnivačima, čl.8.-odredbe o temeljnim ulozima i poslovnim udjelima a cijeli društveni ugovor stavljen je izvan snage i preimenovan u Izjavu o osnivanju koja se u tekstu od 19.srpnja 2007.god. dostavlja sudu i ulaže u zbirku isprava.
- 4 Izjava o osnivanju društva 19.07.2007. godine izmijenjena je odlukom članova društva od 06.12.2012. godine u potpunosti i preimenovana u Društveni ugovor, koji je u cijelosti dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
- 5 Odlukom članova Društva od 19.03.2013.godine izmijenjen je Društveni ugovor u pogledu odredbe o temeljnom kapitalu i članovima društva - čl. 4. i 5., te je utvrđen potpuni tekst Društvenog ugovora koji je dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
- 6 Odlukom članova društva od 31.01.2014. godine izmijenjen je Društveni ugovor u pogledu odredbe o predmetu poslovanja - čl. 3. i prijelaznim i završnim odredbama - čl. 24.-26. Tekst Društvenog ugovora dostavljen je sudu i uložen u zbirku isprava.
- 7 Odlukom članova društva od 15.12.2015. godine izmijenjen je Društveni ugovor u pogledu odredbe o predmetu poslovanja - čl.3., brisan je čl.21., a čl.22.-25. su postali čl.21.-24. Potpuni tekst Društvenog ugovora od 15.12.2015. godine dostavljen sudu u zbirku isprava.

## Promjene temeljnog kapitala:

- 5 Odlukom članova Društva od 19.03.2013.godine povećan je temeljni kapital sa iznosa od 20.000,00 kuna za iznos od 700.000,00 kuna na iznos od 720.000,00 kuna, pretvaranjem rezervi iz dobiti u temeljni kapital.

## FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

| Predano     | God. | Za razdoblje        | Vrsta izvješća    |
|-------------|------|---------------------|-------------------|
| eu 27.03.17 | 2016 | 01.01.16 - 31.12.16 | GFI-POD izvještaj |

D004, 2018-02-13 08:50:16

Strani: 2



REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

## IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

| RBU Tt             | Datum      | Naziv suda              |
|--------------------|------------|-------------------------|
| 0001 Tt-04/10466-4 | 17.11.2004 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0002 Tt-06/10597-2 | 17.10.2006 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0003 Tt-07/8585-2  | 28.08.2007 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0004 Tt-12/19136-4 | 21.12.2012 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0005 Tt-13/9213-2  | 16.04.2013 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0006 Tt-14/3094-2  | 06.02.2014 | Trgovački sud u Zagrebu |
| 0007 Tt-15/37071-2 | 22.12.2015 | Trgovački sud u Zagrebu |
| eu /               | 04.07.2009 | elektronički upis       |
| eu /               | 14.06.2010 | elektronički upis       |
| eu /               | 23.03.2011 | elektronički upis       |
| eu /               | 28.03.2012 | elektronički upis       |
| eu /               | 26.03.2013 | elektronički upis       |
| eu /               | 24.03.2014 | elektronički upis       |
| eu /               | 23.03.2015 | elektronički upis       |
| eu /               | 04.03.2016 | elektronički upis       |
| eu /               | 27.03.2017 | elektronički upis       |

U Zagrebu, 13. veljače 2018.





REPUBLIKA HRVATSKA  
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA  
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-360-01/06-01/3775  
Urbroj: 314-02-06-1  
Zagreb, 17. srpnja 2006. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacrtu Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 12.07.2006. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis MAGLOV ANTONIA, dipl.ing.građ., ZAGREB, ZINKE KUNC 3 A. predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

### RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se **MAGLOV ANTONIO**, dipl.ing.građ., ZAGREB, pod rednim brojem 3775, s danom upisa 12.07.2006. godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, **MAGLOV ANTONIO**, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.
4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje "**inženjersku iskaznicu**" i "**pečat**", koji su trajno vlasništvo Komore
5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.
6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.



## Obrazloženje

MAGLOV ANTONIO, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 12.07.2006. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva stekao je pravo na obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 49. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04) i članku 4. stavku 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), u svojstvu odgovorne osobe upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i to pravo mu traje dok traje polica osiguranja od profesionalne odgovornosti, odnosno do izricanja stegovne kazne iz članka 30. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 4. stavkom 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva, osim u slučaju mirovanja članstva, dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a koji su trajno vlasništvo Komore temeljem članka 4. stavka 2. i 3. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Sva prethodno navedena prava obvezuju ovlaštenog inženjera građevinarstva na redovno i uredno plaćanje članarine u skladu s člankom 31. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

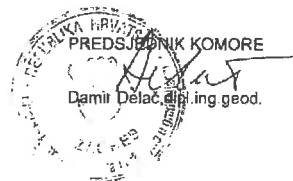
Ovlašteni inženjer građevinarstva može poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 51., 52., 53. i 55. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04) obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu, odnosno u pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je u obavljanju poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja poštivati odredbe Zakona o gradnji i posebnih zakona, te osigurati da obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora bude u skladu s načelima i pravilima struke, koja treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Na temelju svega prethodno navedenog, riješeno je kao u dispozitivu ovoga Rješenja.

### Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku od 30 dana od primitka ovog Rješenja.



Dostaviti

1. ANTONIO MAGLOV, 10000 ZAGREB, ZINKE KUNC 3 A
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

*Handwritten mark*



REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO KULTURE

UPRAVA ZA ZAŠTITU KULTURNE BAŠTINE

Klasa: UP/I-612-88/17-03/0134

Urbroj: 532-04-01-01-01/6-17-6

Zagreb, 10. srpnja 2017.

Ministarstvo kulture rješavajući o zahtjevu Antonija Maglova, dipl. ing. građ. iz Zagreba na temelju članka 100. stavka 1 i 3. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 69/99, 51/03, 157/03 ispravak, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 96/15) i članka 11. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 74/03, 44/10), u postupku izdavanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, na prijedlog Stručnog povjerenstva za utvrđivanje uvjeta za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, donosi

RJEŠENJE

1. Dopušta se Antoniju Maglovu, dipl. ing. građ. iz Zagreba obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara iz čl. 2. st. 1. toč. 3. Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara i to izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.

2. Utvrđuje se da Antonio Maglov, dipl. ing. građ. iz Zagreba ispunjava sve uvjete propisane ciliranim Pravilnikom za obavljanje poslova iz toč. 1. izreke ovoga rješenja.

Ovlašteni inženjer građevinarstva Antonio Maglov, dipl. ing. građ. iz Zagreba dužan je o svakoj promjeni glede ispunjenja propisanih uvjeta za obavljanje poslova iz toč. 1. izreke ovoga rješenja, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture u roku od 8 dana od nastale promjene.

3. Ovo dopuštenje daje se na vrijeme od pet godina.

4. Rješenjem Klasa: UP/I-612-06/12-03/0022, Urbroj: 532-04-01-02/4-12-5 od 16 travnja 2012., Antonio Maglov, dipl. ing. građ. iz Zagreba, upisan je u Upisnik specijaliziranih pravnih i fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara pod rednim brojem 1867

## Obrazloženje

Antonio Maglov, dipl. ing. građ. iz Zagreba podnio je Ministarstvu kulture zahtjev za produženje dopuštenja za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara prema Pravilniku o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.

Navedenom zahtjevu priložene su preslike diplome Građevinskog fakulteta u Zagrebu od 16. prosinca 2002. i rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 17. srpnja 2006., popis kulturnih dobara i poslova na kojima je podnositelj zahtjeva radio, opis tehničke opremljenosti, te izjava o poduzimanju potrebnih mjera iz članka 7. Pravilnika.

U provedenom postupku utvrđivanja uvjeta za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, sukladno članku 10. stavku 1. navedenog Pravilnika, o radovima podnositelja zahtjeva zatražena su stručna mišljenja nadležnih konzervatorskih tijela.

Stručno povjerenstvo je na temelju priložene dokumentacije i pozitivnih mišljenja Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu od 20. travnja 2017. i Konzervatorskog odjela u Sisku od 24. travnja 2017., a sukladno čl. 10. st. 4. Pravilnika, utvrdilo da postoje propisani uvjeti za obavljanje poslova iz čl. 2. st. 1. toč. 3. Pravilnika: izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.

Prema odredbi članka 12. uvodno cit. Pravilnika ovo se dopuštenje daje na vrijeme od pet godina, a podnositelj zahtjeva kojemu je ono izdano može šest mjeseci prije isteka važenja dopuštenja Ministarstvu kulture podnijeti zahtjev za njegovo produženje.

Podnositelj zahtjeva kojem je izdano dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, odnosno odgovorna osoba dužan je o svakoj promjeni glede ispunjenja Pravilnikom propisanih uvjeta, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture u roku od 8 dana od nastale promjene, sukladno članku 13. stavku 1. Pravilnika.

Sukladno članku 100. stavku 3. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara i članku 11. stavku 3. Pravilnika po pravomoćnosti ovoga rješenja, izvršit će se upis podnositelja zahtjeva u Upisnik specijaliziranih pravnih i fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, u kojem će se evidentirati da je dobio dopuštenje za obavljanje poslova iz toč. 1. izreke ovoga rješenja.

Iz gore navedenog riješeno je kao u izreci.

### Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovoga Rješenja može se izjaviti žalba Povjerenstvu za žalbe pri Ministarstvu kulture u roku od 15 dana od dana dostave Rješenja. Žalba se izjavljuje ovrme tijelu neposredno ili šalje poštom preporučeno.

POMOĆNIK MINISTRICE



Davor Trubišević, dipl. ing. arh.

### Dostavlja se:

- 1 Antonio Maglov, d.ing., Ede Murića 6, 10000 Zagreb (s povratnom)
- 2 Konzervatorski odjel Ministarstva kulture, sv.
- 3 Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu
- 4 Upisnik specijaliziranih fizičkih i pravnih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, ovdje
- 5 Pismotrana, ovdje



REPUBLIKA HRVATSKA  
GRAD ZAGREB  
GRADSKI ZAVOD ZA ZAŠTITU  
SPOMENIKA KULTURE I PRIRODE

KLASA: 612-03/22-028/9  
URBROJ: 251-14-05/003-22-08  
Zagreb, 27. lipanj 2022.

ŽUPA SV. IVANA KRSTITELJA  
Nova Ves 64a  
10040 Zagreb

Predmet: KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE  
k.č.br.625, k.o. Centar  
- cjelovita obnova  
- *posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra*

Grad Zagreb, Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode, na temelju članka 6. stavka 1. točke 12. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (Narodne novine 69/99, 151/03 i 157/03-isp., 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 44/17, 90/18, 32/20 i 62/20 i 117/21) i članka 19. Zakona o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (Narodne novine 102/20, 10/21 i 117/21) povodom dopune zahtjeva župe sv. Ivana Krstitelja, Nova Ves 64a, Zagreb, koju zastupa ovlaštenu arhitekt Siniša Bjelica, arhitektonski ured SB-Projektiranje d.o.o., Horvatovac 84a, Zagreb, u predmetu izdavanja posebnih uvjeta za cjelovitu obnovu kapele Majke Božje Žalosne, utvrđuje

#### **posebne uvjete zaštite kulturnog dobra**

Kapela Majke Božje Žalosne, Nova Ves, k.č.br. 625, k.o. Centar Zagreb, je pojedinačno zaštićeno kulturno dobro, upisano u Registar kulturnih dobara RH, Listu zaštićenih kulturnih dobara pod reg.br.: Z-1471, temeljem rješenja Ministarstva kulture, Uprave za zaštitu kulturne baštine, KLASA: UP-I-612-08/04-01-06/0021, URBROJ: 532-10-1/8(JB)-04-2, od 18. 3. 2004. godine i nalazi se na području kulturnog dobra - Povijesna urbana cjelina Grad Zagreb, upisanog u Registar kulturnih dobara RH, Listu zaštićenih kulturnih dobara pod reg.br.: Z-1525, stoga podliježe svim odredbama Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (Narodne novine br. 69/99, 151/03, 157/03-isp., 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15, 44/17, 90/18, 32/20, 62/20 i 117/21).

Jednostavna građevina, manjih dimenzija s pravokutnom apsidom zaobljenih uglova, sagrađena je 1763. godine i iznimno je vrijedan primjer zagrebačke barokne arhitekture s

očuvanim iluzionističkim freskama koje su atribuirane Antonu Jožefu Lerchingeru, štajerskom slikaru druge polovine 18. stoljeća. Riječ je o jednom od najljepših primjera kasnobarokne arhitekture sjeverozapadne Hrvatske s vrijednim iluzionističkim oslikom u unutrašnjosti.

Mjerama zaštite za pojedinačno zaštićena kulturna dobra određena je obveza očuvanja izvornih obilježja u vanjštini i unutrašnjosti građevine, mjerila, oblikovanja, graditeljskih i konstruktivnih elemenata, posebno pročelja, krovišta, stubišta te osnovnog konstruktivnog sustava. Svi zahvati trebaju omogućiti očuvanje, sanaciju i obnovu svih izvornih arhitektonskih, tipoloških i oblikovnih karakteristika građevine te pripadajuće parcele. Nisu dopuštene intervencije koje mogu ugroziti spomenički karakter, bilo da se radi o rekonstrukciji, preoblikovanju ili prenamjeni. Eventualna preinaka za suvremene potrebe, treba se prilagoditi očuvanoj građevnoj strukturi. Nije dopuštena ugradnja i zamjena građevnih elemenata, materijala i opreme koji nisu primjereni povijesnom i spomeničkom karakteru građevine. Za rekonstrukcijske i sanacijske zahvate te adaptacije koje zadiru u konstruktivni sustav povijesnih građevina, posebno onih spomeničke vrijednosti, obvezna je provedba detaljnijih istražnih radova (konzervatorskih, restauratorskih, arheoloških) i statička ekspertiza građevinsko-konstruktivnog stanja i ugruženosti od vlage.

S obzirom na oštećenja kapele u potresu ovo je tijelo utvrdilo mjere zaštite KLASA: UP/I-612-08/21-014/22, URBROJ: 251-18-01/02-21-1, od 17. ožujka 2021., te prethodno odobrenje za izvođenje građevinskih sondi na zidovima s pratećim konzervatorsko-restauratorskim istraživanjima na mjestima sondiranja kapele KLASA: UP/I-612-08/21-015/25, URBROJ: 251-18-05/003-21-03, od 24. kolovoza 2021.

Župa sv. Ivana Krstitelja, Nova Ves 64a, Zagreb, korisnik je sredstava za operacije koje se financiraju iz Fonda solidarnosti Europske unije za izradu projektne dokumentacije i provedbu mjera zaštite kapele Majke Božje Žalosne u Novoj Vesi, sukladno Ugovoru o dodjeli bespovratnih financijskih sredstava Ministarstva kulture i medija, broj 74-0081-21.

U provedbi navedenih mjera zaštite, vlasnik zgrade je putem stručnih i ovlaštenih fizičkih osoba koja posjeduje propisano dopuštenje Ministarstva kulture i medija, nakon provedene statičke ekspertize građevinsko-konstruktivnog stanja zgrade, utvrdio opseg i vrstu potrebnih radova za cjelovitu statičku, građevinsku i arhitektonsko-restauratorsku sanaciju zgrade te dostavio sljedeću dokumentaciju:

- UVODNA MAPA – ISTRAŽIVANJA I ELABORATI, mapa A2, broj projekta: 11/21, od listopada 2021., izrađen po SB-Projektiranje d.o.o., Horvatovac 84a, Zagreb
- GRAĐEVINSKI PROJEKT - IDEJNI PROJEKT OBNOVE GRAĐEVINE, mapa: K2-FAZA D, br.projekta: 1905-06-IP, od listopada 2021., izrađen po KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, Zagreb
- ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE, faza E, mapa K3, br.projekta: 1905-06-EL, od siječnja 2022., izrađen po KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, Zagreb

- ARHITEKTONSKI PROJEKT – IDEJNI PROJEKT OBNOVE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE ZA IZVOĐENJE U FAZAMA, mapa A3, broj projekta: 11/21, od veljača 2022., izraden po SB-Projektiranje d.o.o., Horvatovac 84a, Zagreb

Za planiranu cjelovitu obnovu kapele Majke Božje Žalosne u Novoj Vesi, Zagreb, na temelju dostavljenog ELABORATA OCJENE POSTOJEĆEG STANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE, faza E, mapa K3, br.projekta: 1905-06-EL, od siječnja 2022., izraden po KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, Zagreb te ARHITEKTONSKOG PROJEKTA – IDEJNI PROJEKT OBNOVE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE ZA IZVOĐENJE U FAZAMA, mapa A3, broj projekta: 11/21, od veljača 2022., izraden po SB-Projektiranje d.o.o., Horvatovac 84a, Zagreb, ovaj Zavod izdao je posebne uvjete zaštite kulturnog dobra: KLASA: 612-03/22-028/9, URBROJ: 251-14-05/003-22-05 od Zagreb, 28. veljače 2022.

Budući da se pri razradi i pripremi glavnog projekta utvrdila opravdana potreba izmjene ili su u cjelosti odustalo od nekih rješenja predviđenih idejnim projektom iz veljače 2022. i to: injektiranje svih većih pukotina te ubacivanje čeličnih šipki i eventualno prekrivanje sanirane pukotine izvedbom FRM sustava, ojačanje zidova AB serklažima vertikalno od temelja do vijenca, te horizontalno po vrhu postojećih zidova i lukova na etaži krovšta, ojačanje stropne konstrukcije izvedbom AB tlačne ploče, ojačanje lukova AB podokvirima, ojačanje tornja ugradnjom čelične konstrukcije unutar zidova tornja visinski od nove AB ploče do vijenca tornja, ojačanje nadvoja iznad otvora zidova ugradnjom čeličnih nosača iznad nadvoja s obje strane i ojačanje temelja ispod novih vertikalnih serklaža ankeriranjem s postojećim temeljima, ovom Zavodu dostavljen je novi GRAĐEVINSKI PROJEKT - IDEJNI PROJEKT OBNOVE GRAĐEVINE (ZA NOVE POSEBNE UVJETE), mapa: K2-FAZA D, br.projekta: 1905-06-IP, od lipanj 2022., izraden po KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, Zagreb,

Za planiranu cjelovitu obnovu kapele Majke Božje Žalosne u Novoj Vesi, Zagreb, na temelju ranije dostavljenog ELABORATA OCJENE POSTOJEĆEG STANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE, faza E, mapa K3, br.projekta: 1905-06-EL, od siječnja 2022., izraden po KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, Zagreb, ARHITEKTONSKOG PROJEKTA – IDEJNI PROJEKT OBNOVE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE ZA IZVOĐENJE U FAZAMA, mapa A3, broj projekta: 11/21, od veljača 2022., izraden po SB-Projektiranje d.o.o., Horvatovac 84a, Zagreb te izmijenjenog i dostavljenog novog GRAĐEVINSKOG PROJEKTA - IDEJNI PROJEKT OBNOVE GRAĐEVINE (ZA NOVE POSEBNE UVJETE), mapa: K2-FAZA D, br.projekta: 1905-06-IP, od lipanj 2022., izraden po KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, Zagreb, utvrđuju se sljedeći posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra:

- sukladno izdanim mjerama zaštite ovog Zavoda, predloženim zahvatom cjelovite obnove i rekonstrukcije kapele, potrebno je maksimalno očuvanje, obnova i prezentacija izvornih graditeljskih i oblikovnih karakteristika građevine, te je potrebno predvidjeti metode protupotresnog ojačanja građevine koje su minimalno invazivne za povijesne konstrukcije i korisnički prostor zgrade, korištenjem primjerenih materijala za statička ojačanja povijesnih zgrada,

- seizmičko ojačanje objekta na razinu 3 prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije na način predložen dostavljenim projektom, prihvatljivo je sa stajališta zaštite kulturnih dobara. Projektom se predviđa osam mjera ojačanja - injektiranje s vanjske strane svih većih pukotina tamo gdje je potrebno i izvana na fasadi gdje su fasadni zidovi najviše ispucali, također, injektiranjem obuhvatiti toranj i kupolu. Ojačanje kupole FRCM sustavom – kupola se oblaže sa svoje gornje strane radi zaštite oslika, zatim sidrenje mrežice u obodne zidove, zaklinjavanje kupole čeličnim pločicama, a prije početka radova oblaganja potrebno je detaljno očistiti sljubnice te ih zapuniti bubrečnim materijalom. Povezivanje spojeva međusobno ortogonalnih zidova – čeličnim sidrima. Ojačanje lukova i svodova izvedbom zatega. Ojačanje lukova na kojima leže zidovi tornja - ojačanje se izvodi AB podokvirima a lukovi se na mjestu oštećenja saniraju injektiranjem. Ojačanje tornja čeličnom podkonstrukcijom iznutra te povezivanje zidova tornja izvana pomoću sidara. Nova čelična konstrukcija prihvaća se novom AB pločom koja se izvodi na postojećem svodu te se „ušlicava“ u postojeće zidove; zidovi tornja se povezuju sa čeličnom konstrukcijom u nivoima. Prije navedenih radova konstrukcija zvona se demontira. U krovistu se povezuje nadzidnica sa postojećim zidovima te se provjeravaju spojevi krovne konstrukcije. Konstruktivno poboljšanje temelja – zaštita objekta od tlačne vlage – izvodi se kontroliranim injektiranjem s vanjske strane zbog zaštite unutarnjih oslika.

ri razradi predloženih zahvata potrebno je predvidjeti sljedeće:

- prilikom poboljšanja temelja kontroliranim injektiranjem potrebno je izvesti ispravan drenažni sustav s kontroliranom odvodnjom površinskih i krovnih voda te predvidjeti zaštitu i očuvanje vrijednih zidnih slika u unutrašnjosti kapele (u visini zone injektiranja), sve u kontinuiranoj suradnji s restauratorom – uža specijalnost zidno slikarstvo. Potrebno je, uz konstruktivnu sanaciju, riješiti vlagu u zidovima, koja je, uz potres, glavni uzročnik oštećenja i oslabljenja građe i površinskih slojeva;
- budući da se predmetna lokacija nalazi na arheološkom području Gornji grad-Nova Ves-Kaptol-Vlaška te da se planiraju i radovi kojima se zadire u slojeve pod zemljom (temelji) potrebno je u projektu cjelovite obnove predvidjeti i osigurati arheološki nadzor;
- prije statičkih zahvata koji bi mogli uzrokovati vibracije i oštećenja građe i površine zidova potrebno je, u suradnji s restauratorom - uža specijalnost zidno slikarstvo, provesti sve mjere zaštite i stabilizacije vrijednih iluzionističkih fresaka u unutrašnjosti kapele (predkonsolidacija žbuke s oslikom izradom žbukanih obruba; privremena zaštita oslika hlapljivim vezivom; konsolidacija žbuke oslabljene kohezije i dr.);
- predviđeno je injektiranje svih većih pukotina zidova, tornja i kupole pri čemu je potrebno voditi računa o prodoru smjese za injektiranje, a kako ne bi došlo do dodatnog oštećivanja oslika svoda i zidova u unutrašnjosti injektiranjem pukotina. Isto se odnosi i na zapunjavanje sljubnica bubrečnim materijalom. Prilikom izvođenja radova potrebna je suradnja s restauratorom - uža specijalnost zidno slikarstvo;
- prilikom injektiranja vanjskih zidova kapele potrebno je predvidjeti i troškovnikom obuhvatiti sve radove sanacije žbuke i profilacija pročelja, što uključuje snimanje i

uzimanje kalupa te izradu šablona profilacija prije početka radova. Potrebno je u potpunosti sačuvati oblikovanje, geometriju i sve profilacije pročelja;

- nakon injektiranja zidova kapele potrebno je predvidjeti naknadne istražne radove (ispitivanje zidova na posmik) kojima će se utvrditi stvarne karakteristike pojačanog zida te prema utvrđenom definirati konačan broj i pozicije predviđenih sidara.
- ojačanje kupole fugiranjem, zaklinjavanjem te postavom FRCM sustava s gornje strane je prihvatljivo, sve u kontinuiranoj suradnji s restauratorom – uža specijalnost zidno slikarstvo i uz provođenje mjera preventivnog konzerviranja budući da je potrebno voditi računa o prodoru smjese za injektiranje, a kako ne bi došlo do dodatnog oštećivanja oslika svoda i zidova u unutrašnjosti.
- kako iz priloženog projekta nije jasno definirana pozicija zatege lukova i svodova, potrebno je naknadno i u tlocrtu jasno prikazati poziciju gdje se planira izvesti zatega;
- pri obnovi, gdje god je moguće, koristiti materijale na bazi vapna, kompatibilne s izvornom građom (paropropusne i vodoobojne);
- mehanička oštećenja (pukotine) uzrokovane potresom u unutrašnjosti kapele potrebno je sanirati, a zidne slike nakon sanacije oštećenja od potresa i ugrađnje zatega, restaurirati prema pravilima restauratorske struke;
- stipes i menzu oltara potrebno je prije izvođenja građevinskih radova zaštititi in situ drvenom oplatom, a retabl oltara i skulpturu Bogorodice koja oplakuje mrtvog Krista (Pietà) demontirati i evakuirati, uz uvjet da se privremeno pohrane u siguran i mikroklimatski primjeren prostor.

U procesu cjelovite obnove kapele Majke Božje Žalosne u Novoj Vesi, prije početka radova potrebno je izraditi zakonom propisanu projektno-tehničku dokumentaciju za cjelovitu obnovu kapele.

Projekt za cjelovitu obnovu zgrade potrebno je dostaviti ovom Zavodu na suglasnost kako bi se mogla utvrditi usklađenost projektne dokumentacije s izdanim posebnim uvjetima, te provoditi konzervatorski nadzor pri izvođenju radova.

Projekt obnove za cjelovitu obnovu kapele, kojom se zgrada dovodi u stanje potpune građevinske uporabljivosti, do razine koju zahtijevaju pozitivni propisi i s tim u vezi norme kao i pravila struke, treba biti izrađen sukladno utvrđenim posebnim uvjetima i sadržavati sljedeće:

- arhitektonski projekt s troškovnikom svih građevinsko-obrtničkih i restauratorskih radova za zahvate u interijeru, na pročeljima i krovštima
- građevinski projekt s pripadajućom arhitektonskom mapom i detaljnim obrazloženjem projektiranog načina konstruktivne sanacije i utjecaja istog na cjelovitu strukturu zgrade, s grafičkim prikazom karakterističnih detalja konstrukcije.

Za zahvate za koje je u sklopu cjelovite obnove zaključen Ugovor o dodjeli bespovratnih financijskih sredstava Ministarstva kulture i medija, broj 74-0081-21 omogućuje se fazna izrada projektne dokumentacije i izvedba radova, na način da su u konačnici zadovoljeni svi uvjeti cjelovite obnove zgrade u skladu s ovim uvjetima.

Za zahvate rekonstrukcije koji nisu obuhvaćeni Zakonom o obnovi potrebno je ishoditi odgovarajuće dozvole/potvrde.



Izdavanje posebnih uvjeta ovog Zavoda ne znači da je utvrđeno da su za izradu Projekta obnove za cjelovitu obnovu zgrade, ispunjeni i drugi uvjeti propisani drugim posebnim propisima, već da je predloženi zahvat u skladu s mjerama zaštite kulturnog dobra sukladno Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.

Za radove na preventivno zaštićenom dobru prema odredbama Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, potrebno je prethodno odobrenje ovog Zavoda.

Investitor je dužan o početku radova pisanim putem obavijestiti ovaj Zavod radi provođenja konzervatorskog nadzora.

Projektna dokumentacija treba biti izrađena po projektantu koji posjeduje dopuštenje Ministarstva kulture i medija za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara sukladno Pravilniku o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (Narodne novine 98/18).



Dostaviti:

1. Naslovu
2. Arhitektonski ured SB-Projektiranje d.o.o., Horvatovac 84a, Zagreb  
[sbprojektiranje@sbprojektiranje.com](mailto:sbprojektiranje@sbprojektiranje.com)
3. [amaglov@konstrukta.hr](mailto:amaglov@konstrukta.hr)
4. [ilija.beljan@outline.hr](mailto:ilija.beljan@outline.hr)
5. [ivan.krizic@supremec.hr](mailto:ivan.krizic@supremec.hr)
6. Ministarstvo kulture i medija, Uprava za zaštitu kulturne baštine, Runjaninova 2, Zagreb
7. Evidencija, ovdje
8. Pismohrana, ovdje

## 2. PODACI O AKTU NA TEMELJU KOJEG JE IZGRAĐENA GRAĐEVINA ODNOSNO NA TEMELJU KOJEG JE STEKLA STATUS POSTOJEĆE ZGRADE



REPUBLIKA HRVATSKA

Općinski građanski sud u Zagrebu  
ZEMLJIŠNOKNJIZNI ODJEL ZAGREB  
Stanje na dan: 03.05.2022. 23:29

Katastarska općina: 999901, GRAD ZAGREB

Broj zadnjeg dnevnika: Z-54419/2008  
Aktivne plombe:

NESLUŽBENA KOPIJA

Verificirani ZK uložak

Broj ZK uloška: 2231

### IZVADAK IZ ZEMLJIŠNE KNJIGE

#### A Posjedovnica PRVI ODJELJAK

| Rbr. | Broj zemljišta (kat. čestice) | Oznaka zemljišta                             | Površina |     |    | Primjedba |
|------|-------------------------------|--|----------|-----|----|-----------|
|      |                               |  | jutro    | čhv | m2 |           |
| 1.   | 1410                          | KAPELA SV. MARIJE SEDAM ŽALOSTI U NOVOJ VESI |          | 7,8 | 28 |           |
|      |                               | UKUPNO:                                      |          | 7,8 | 28 |           |

#### DRUGI ODJELJAK

| Rbr. | Sadržaj upisa  | Primjedba  |
|------|--|------------|
|      | Zaprimljeno 24.09.2008. broj Z-54419/08 ozn. br. Z-4856/10   |            |
| 1.1  | Temeljem rješenja Ministarstva kulture, Uprave za zaštitu kulturne baštine od 18. ožujka 2004. godine, (Klase br. UP-I-612-08/04-01-06/21, ur. br. 532-10-1/8(JB)-04-2) i zaključka od 18. siječnja 2010. godine (UP-I-612-08/04-01-06/21, ur. br. 532-04-01-01/4-10-4), zabilježuje se da Kapela sv. Marije sedam žalosti u Novoj Vesi, na zk.č.br. 1410, ima svojstvo kulturnog dobra. | ZABILJEŽBA |

#### B Vlastovnica

| Rbr. | Sadržaj upisa  | Primjedba |
|------|--|-----------|
| 1.   | Vlasnički dio: 1/1<br>KAPELA B.D. MARIJE OD SEDAM ŽALOSTI U NOVOJ VESI U ZAGREBU |           |

#### C Teretovnica

| Rbr. | Sadržaj upisa | Iznos | Primjedba |
|------|---------------|-------|-----------|
|      | Tereta nema!  |       |           |

Potvrđuje se da ovaj izvadak odgovara stanju zemljišne knjige na datum 03.05.2022.



REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA  
GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE

NESLUŽBENA VERZIJA

K.o. CENTAR, 335240  
k.č. br: 625

### IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1: 500

Izvorno mjerilo plana 1:1000



Data ispisa: 04.05.2022

### 3. TEHNIČKI OPIS

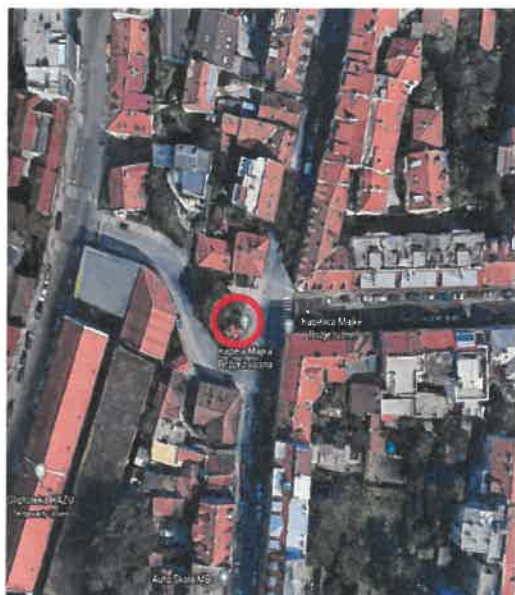
#### Uvod:

Predmetna građevina ovog projekta – kapela – nalazi se na adresi Nova Ves 40, Zagreb. Dana 22.3.2020. se dogodio jak potres magnitude  $M_w=5,5$  prema Richteru sa epicentrom u Markuševcu (udaljenosti cca 6,3 km do Nova Ves 40). Nakon glavnog udara zabilježeno je još nekoliko jačih ( $M_w=5.0, 3.7$ ) i više slabijih ( $M_w<3,7$ ). Dana 29.12.2020. i 30.12.2020. dogodili su se potresi na području Petrinje i njene okolice, nakon kojih je bilo još nekoliko slabijih potresa. Građevina je oštećena u navedenim potresima. Nakon potresa 22.03.2020. godine zgrada je pregledana od strane statičara te joj je dodijeljena crvena naljepnica – N – NEUPORABLJIVO.

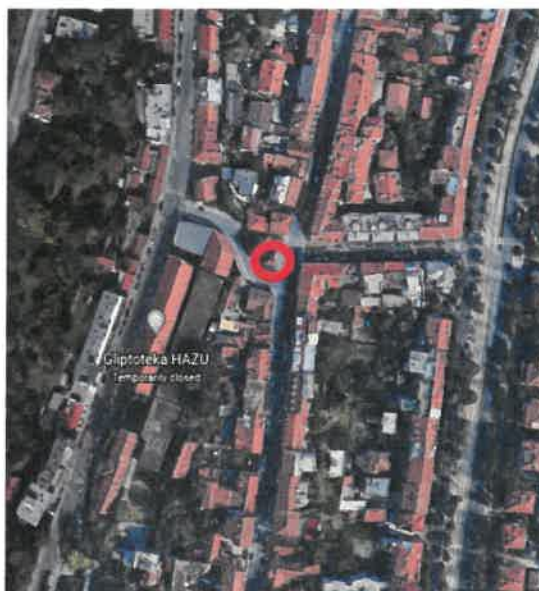
Arhitektonske podloge su dobivene od strane naručitelja ovog projekta. Snimak postojećeg stanja je izradila tvrtka SB-Projektiranje d.o.o. iz Zagreba.

Kapela Majke Božje Žalosne u Novoj Vesi, na k.č.br. 625, k.o. Centar, pojedinačno je zaštićeno kulturno dobro za koje je rješenjem Ministarstva kulture, Klasa: UPI-I-612-08/04-01-06/0021 od 18.03.2004. uspostavljena zaštita kulturnog doba te je upisano u Registar nepokretnih kulturnih dobara RH i Listu zaštićenih kulturnih dobara pod reg. br. Z-1471.

#### Uža lokacija:



#### Šira lokacija:



#### Postojeća dokumentacija:

Za kapelu Majke Božje Žalosne prethodno je urađena sljedeća dokumentacija:

- MIŠLJENJE STATIČARA O STANJU KONSTRUKCIJE KAPELICE U ULICI NOVA VES, ZAGREB, NAKON DETALJNOG VIZUALNOG PREGLEDA SA PREPORUKAMA ZA POSTUPANJE - izrađen od strane: KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, 10000 Zagreb, travanj 2020.
- ELABORAT O KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKIM ISTRAŽIVANJIMA KAPELE MAJKE BOŽJE U NOVOJ VESI U ZAGREBU - izrađen od strane: MARINA FERNEŽIR, mag.art., 10000 Zagreb, kolovoz 2021.

- IZVJEŠĆE O STANJU KULTURNOG DOBRA - izrađen od strane: KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, 10000 Zagreb, broj projekta: 1905-06-IZ, listopad 2021.
- IDEJNI PROJEKT OBNOVE GRAĐEVINE - izrađen od strane: KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, 10000 Zagreb, broj projekta: 1905-06-IP, listopad 2021.
- ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE - izrađen od strane: KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, 10000 Zagreb, broj projekta: 1905-06-EL, siječanj 2022.

## **PREDMET OVOG PROJEKTA JE CJELOVITA OBNOVA KAPELE MAJKE BOŽJE ŽALOSNE.**

### **Postojeća nosiva konstrukcija:**

Građevina je jednobrodna s apsidom zaobljenog završetka. Zvonik se nalazi u dijelu glavnog pročelja, istočnog pročelja. Na ulazni dio oslanja se toranj. Iz ulaznog dijela se pristupa ostalom dijelu kapelice. Ukupni tlocrtni gabarit konstrukcije iznosi 5,80x4,70 m. Centralni dio kapelice je nadsvođen kupolom (raspona cca 2,5-3,0m). Kupole se oslanjaju na masivne zidane zidove s visokim otvorima. Apsida je nadsvođena polukupolom (raspon cca 2,5m).

Građevina je po visini nepravilna.

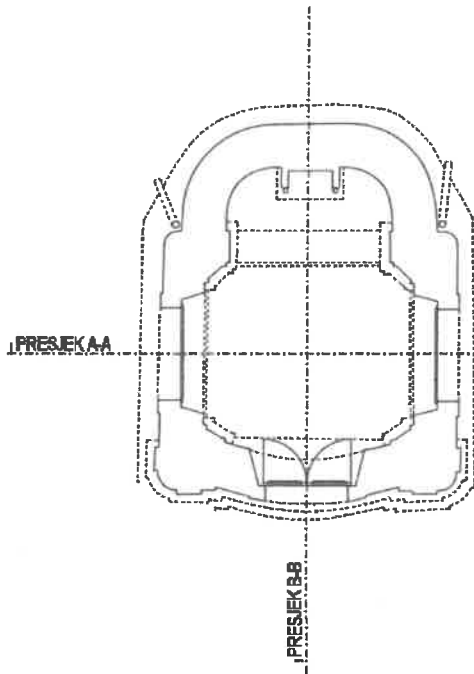
Apsidni dio s pripadajućim krovom je visine 7,35 m, kao i centralni dio. Toranj zvonika je ukupno visok 12,45 m.

Konstrukcija je masivna zidana konstrukcija izgrađena od neomeđenog zidanog zida karakterističnog za razdoblje u kojem je građena. Zid je obložen s unutarnje i vanjske strane žbukom debljine 3 cm. Unutarnja ispuna zidova punjena je s vapneno cementnom ispunom i agregatom frakcije 0-4 mm. Debljine zidova variraju od 70 -100 cm. Kupole su zidane, različitih debljina. Kupole na svojim sudarima tvore lukove koji su u odnosu na debljine kupola znatno zadebljani.

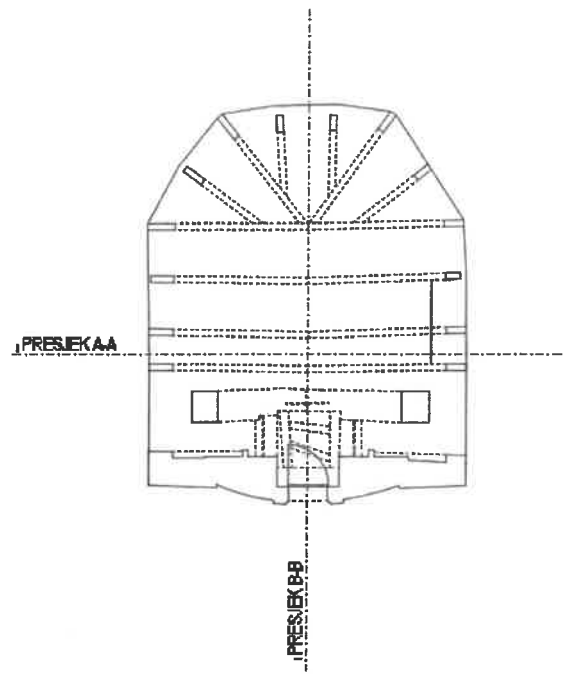
**Krovište** je višestrešno, pokriveno biber sivim crijepom, dok je na dijelu tornja prekriveno bakrenim limom. Konstrukcija krovišta je drvena. Iznad rogova je vidljiva daščana oplata. Kvaliteta drvene građe je u lošem stanju.

### **Temelji**

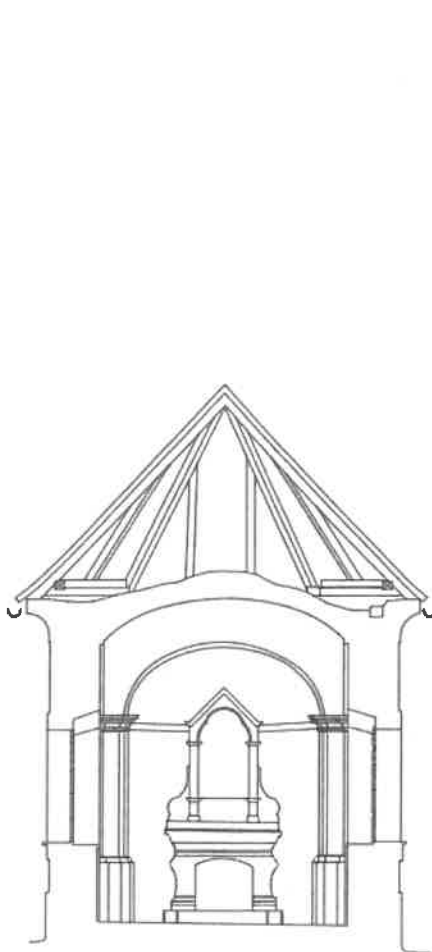
U ovoj fazi projekta nema dostupnih podataka o konstrukciji temelja. U postojećoj arhivskoj dokumentaciji temelji se ne spominju pa je u ovoj fazi podatak o temeljima nepoznat.



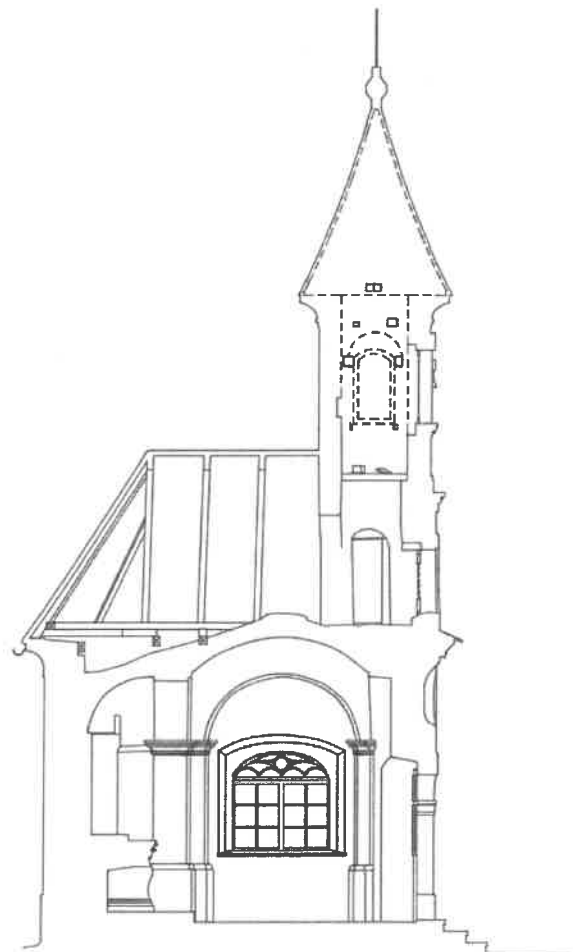
Tlocrt prizemlja



Tlocrt krovišta



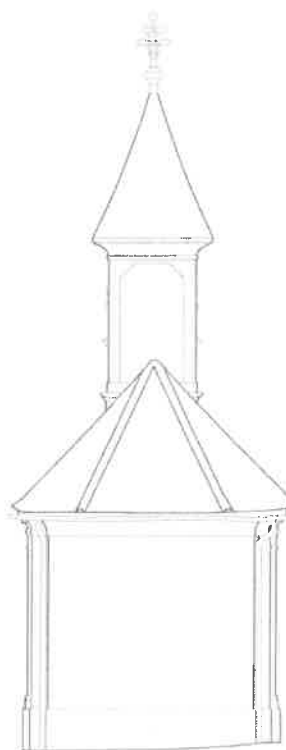
Presjek A-A



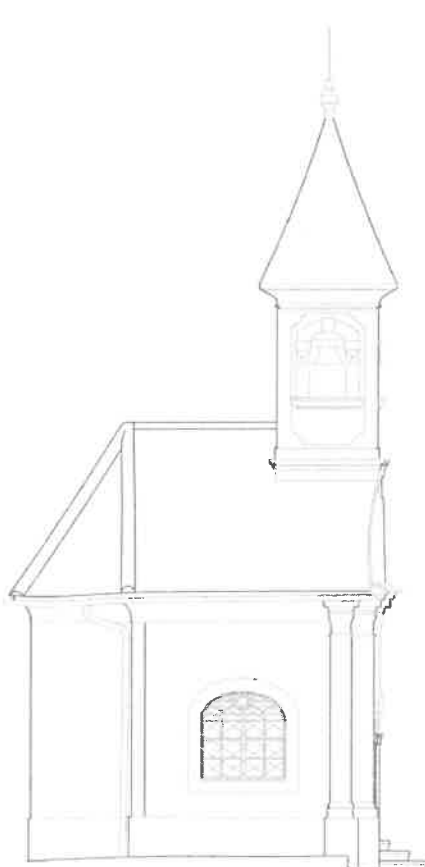
Presjek B-B



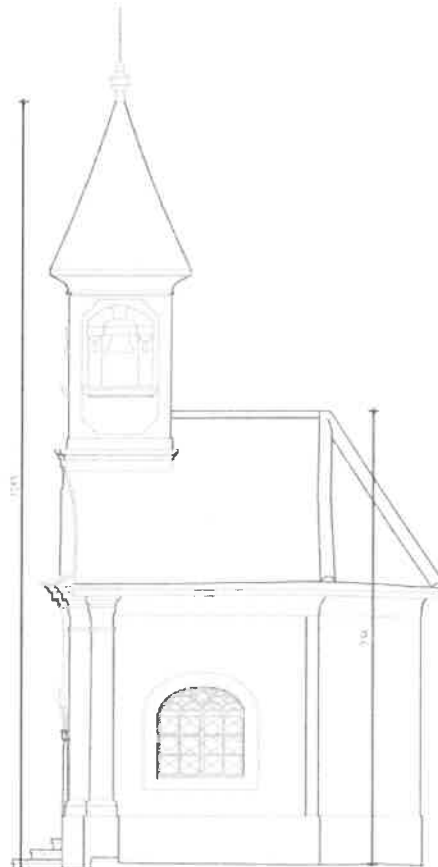
Pogled istok



Pogled zapad



Pogled jug



Pogled sjever

## Povijesni pregled izgradnje građevine:

Kapela Majke Božje Žalosne izgrađena je 1763. godine.

Prema podacima koje je objavila zagrebačka nadbiskupija, kapela je obnovljena 1914. godine. U fototekama Konzervatorskog odjela u Zagrebu i Ministarstva kulture nisu pronađene povijesne fotografije kapele kojima bi se ova obnova mogla jasnije definirati.

Velika obnova provedena je u razdoblju između 1988. i 1989. godine. U tom su razdoblju zabilježene sljedeće aktivnosti: (1) saniranje pročelja: skidanje dotrajale žbuke, čišćenje zida, nanošenje grube i fine žbuke s izravnavanjem s postojećom žbukom; izvedba kompletne fasade kapele od fasadeksa u boji po izboru; (2) obnova žbuke u unutrašnjosti crkve; (3) limarski radovi: postavljanje žljebova i odvodnih cijevi za oborinsku vodu, postavljanje novog pokrova piramidalnog tornjića kapele; (4) zamjena krovne konstrukcije, postavljanje novih letava i biber crijepa; (5) izvedba drenažnog i odvodnog kanala oko kapele. Pretpostavlja se da se ovom sanacijom probao riješiti problem prodora kapilarne vlage i oborinskih voda radi zaštite oslika i žbuke u unutrašnjosti.

Nadbiskupija spominje još jednu obnovu kapele između 1996. i 1998. godine te postavljanje reljefa s likovima Ivana Pavla II i Alojzija Stepinca iznad portala.

Iz svega navedenog zaključuje se da su do danas u barem tri navrata provedene obnove kapelice. Unatoč tome, unutrašnjost kapelice je slabo očuvana zbog nestručnih obnova te djelovanja vlage. Potresom 22.3.2020. te nizom naknadnih manjih potresa, kao i potresom od 29.12.2020., postojeća oštećenja su se pojačala, a pukotine proširile.



Fotografija Ulice Nova Ves i kapelice Majke Božje Žalosne nastala oko 1940.





Fotografija kapelice Majke Božje Žalosne nastala oko 1970.

### **Zatečeno stanje i oštećenja postojeće građevine**

Uvidom u postojeću dokumentaciju vidljivo je da je nakon potresa 22.03.2020. zatraženo "Mišljenje statičara o stanju konstrukcije Kapelice u ulici Nova Ves, Zagreb, nakon detaljnog vizualnog pregleda sa preporukama za postupanje". Mišljenje je izrađeno od KONSTRUKTA d.o.o.; dipl.ing.građ. Antonio Maglov; Desinička 20, travanj 2020. U mišljenju su navedena oštećenja i priložen je način osiguranja zvonika. Zaključuje se da je potreban sveobuhvatni projekt sanacije te da je kapela u takvom stanju neupotrebljiva.

Građevina je u potresu pretrpjela znatna oštećenja, što je tijekom detaljnog pregleda nakon potresa dokumentirano kroz fotodokumentaciju oštećenja. Vidljiva su i zabilježena oštećenja na gotovo svim obodnim zidovima crkve, najviše u prednjem dijelu kapelice. Izraženije pukotine vidljive su na uglovima glavnog pročelja. Zaglavni kamen portala je značajno oštećen te je došlo do njegovog izmicanja u odnosu na luk portala. Nadvoji prozora su također oštećeni. U unutrašnjosti kapele pukotine su prisutne na zidovima, nadvojima, svodu i apsidalnom zidu. Zvonik je također pretrpio znatna oštećenja sa križnim pukotinama ispod otvora sa sve 4 strane. Ovakva oštećenja svakako su rezultat činjenice da je izvorna građevina građena u 18. st. kada se kod gradnje nije uzimalo u obzir djelovanje horizontalnih sila, a još veći problem su kasniji građevinski zahvati na izvornoj građevini. Također, problem konstrukcije je velika masa na ulaznom (istočnom) dijelu kapele gdje se nalazi zvonik.

## Opis proračuna osnovne građevine

Provedena su dva zasebna proračuna:

1. Proračun postojećeg stanja
2. Proračun stanja nakon ojačanja

Za proračun postojećeg stanja rađen je proračun na prostornom modelu u programu Tower, dok su za proračun stanja nakon ojačanja koršteni programi Tower i 3MURI.

1. Proračun postojećeg stanja rađen je zbog utvrđivanja nosivosti zgrade prije oštećenja, prvenstveno radi utvrđivanja maksimalne potresne sile koju zgrada može preuzeti u odnosu na 100% seizmičku nosivost prema trenutno važećim propisima HRN EN 1998, te u vezi s tim radi odabira mogućih načina ojačanja.

Prilikom provjere nosivosti kod postojećeg stanja uzete su u obzir pretpostavljene materijalne karakteristike neomeđenog zida na osnovu vrijednosti preporučenih u literaturi.

Seizmički proračun postojećeg stanja je napravljen je pomoću modalne analize na prostornom modelu konstrukcije u Toweru. Zidovi od opeke (neomeđeno zide) su tablično dimenzionirani na sile izvađene iz 3D modela.

Proračunom postojećeg stanja dobivena su prekoračenja posmične nosivosti zidova i preko 150 % što pokazuje da je nosivost postojeće konstrukcije na potres daleko ispod zadovoljavajuće. Budući su se velika oštećenja dogodila u svim nadzemnim etažama, potrebno je izvesti konstruktivna ojačanja u svim etažama.

2. Proračun novog stanja nakon rekonstrukcije rađen je u 2 dijela:

a) Nelinearni proračun pushover analizom u programu 3MURI proveden je na konstrukciji bez zvonika. Proračun je napravljen na modelu koji uključuje poboljšane karakteristike materijala uvjetovane radovima koji će se izvesti na građevini (injektiranjem). Injektiranjem zida poboljšavaju se ulazne vrijednosti postojećeg zida, a time i ulazni podaci za proračun ojačanog stanja. Opće poboljšanje zida tornja koje se postiže injektiranjem je minimalno 28% prema članku: „Građevinar 8/2014, GRAĐEVINAR 66, DOI: 10.14256/JCE.1031.2014, Mojmir Urenjek, Roko Žarnić, Violeta Bokan-Bosiljkov.

Za seizmički proračun uzet je u obzir faktor važnosti 1,2 za kapelu.

Radi torzijske osjetljivosti zgrada je računata na dodatne ekscentričnosti (0,05L).

b) Seizmički proračun čelične podkonstrukcije koja je projektirana unutar zidova zvonika provedena je pomoću programa Tower. Preko "ručne" seizmičke analize je dobivena ukupna horizontalna seizmička sila na čeličnu konstrukciju koja se raspoređuje po nivoima konstrukcije. Napravljen je 3D model (u Toweru) u kojem je konstrukcija po nivoima opterećena zamjenjujućim horizontalnim opterećenjem te je proveden proračun na kvazistalno opterećenje od potresa.

## Materijali

Svi ab elementi su projektiranog razreda betona C25/30.

Svi elementi se armiraju mrežastom armaturom i rebrastim šipkama kvalitete B500B.

Razredi izloženosti betona detaljnije su opisani u Programu kontrole i osiguranja kvalitete.

### Zaštitni slojevi po elementima:

Ploča– zaštitni sloj u gornjoj i donjoj zoni je 3,0 cm.

Stup/greda– zaštitni sloj je 3,0 cm.

Prilikom izvođenja svi ugrađeni materijali nosivih elemenata moraju odgovarati važećim standardima, a kvaliteta mora biti dokazana atestima.

Kontrolu kvalitete ugrađenog betona vršiti prema važećim propisima, te programu izrađenom od strane izvođača – ispitivanjem betonskih kocki – odnosno u skladu s odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije.

Za sve izmjene ili dopune u odnosu na glavni projekt konstrukcije potrebna je prethodna suglasnost projektanta.

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:

**Antonio Maglov, dipl.ing.građ.**

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3775

## Seizmička razina građevine

U skladu sa Zakonom o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko – zagorske županije i Zagrebačke županije NN 102/2020, Tehničkim propisom o izmjeni i dopunama tehničkog propisa za građevinske konstrukcije NN 75/2020 i normom HRN EN 1998-1 projektiranje potresno otpornih konstrukcija, predmetna zgrada spada u kategoriju **RAZINA 3** obnove potresom oštećenih konstrukcija zgrada u odnosu na mehaničku otpornost i stabilnost.

**Predmetna građevina spada u zgrade razreda važnosti III prema nizu HRN EN 1998 čija je otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem, a za takve zgrade je potrebna obnova na Razinu 3 te se postizanje mehaničke otpornosti i stabilnosti dokazuje na potres povratnog perioda od 225 godina ( $a_g = 0,186g$  za predmetnu lokaciju). Osim toga zgrada je pojedinačno kulturno dobro.**

Razina 3: Rekonstrukcija sa ciljem dovođenja konstrukcije u stanje poboljšane razine nosivosti. Pojačanje potresom oštećene građevinske konstrukcije zgrade uz primjenu metoda kojima se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade u odnosu na potresno djelovanje za poredbenu vjerojatnost premašaja od 20% u 50 godina (povratni period 225 god.) za granično stanje znatnog oštećenja.

Izrađuje se građevinski projekt – projekt pojačanja građevinske konstrukcije zgrade pri čemu se proračun potresnog djelovanja provodi za poredbenu vjerojatnost 225 god pp.

U ocjeni potresne otpornosti zgrade koja je sastavni dio građevinskog projekta iskazuje se omjer proračunske potresne otpornosti konstrukcije i potresne otpornosti prema nizu HRN EN 1998 i pripadnim nacionalnim dodacima.

Obnova na razinu 3 potresom oštećene građevinske konstrukcije zgrade uključuje provedbu zahvata razina 1 i 2.

Za sve zasebne dijelove zgrade izrađeni su modeli postojećeg stanja konstrukcije na punu razinu potresa prema trenutno važećim propisima, kao i model novog ojačanog stanja na Razinu 3 prema Smjernicama.

### Parametri za proračun sila potresa za postojeće stanje

- Proračunsko ubrzanje tla – očitano s karte potresnih područja Hrvatske  $a_g = 0,259g$  (za povratni period 475 god.)
- Tlo razreda C (iskustveno za lokaciju zgrade)  $\Rightarrow$  potresni parametri koji opisuju elastični spektar titranja:  
 $S = 1,15 \quad T_B = 0,2 \quad T_C = 0,6 \quad T_D = 2,0$
- Faktor ponašanja – neomeđeno zide  $q = 1,5$
- Zgrada pripada razredu važnosti III  $\gamma_I = 1,2$

### Parametri za proračun sila potresa za novo stanje

- Proračunsko ubrzanje tla – očitano s karte potresnih područja Hrvatske  $a_g = 0,186g$  (za povratni period 225 god.)
- Tlo razreda C (iskustveno za lokaciju zgrade)  $\Rightarrow$  potresni parametri koji opisuju elastični spektar titranja:  
 $S = 1,15 \quad T_B = 0,2 \quad T_C = 0,6 \quad T_D = 2,0$
- Faktor ponašanja  $q = 2,0$
- Zgrada pripada razredu važnosti III  $\gamma_I = 1,2$

## Opis mjera seizmičkog ojačanja građevine:

Glavni cilj mjera sanacije i seizmičkih ojačanja je povezivanje konstrukcije u kompaktnu cjelinu, kako se u eventualnom sljedećem istom ili jačem potresu ne bi dogodila jača oštećenja koja bi ugrozila mehaničku otpornost zgrade, kao i sigurnost korisnika.

Mjere koje se predlažu da bi se postigla razina 3 prema Smjernicama Zakona o obnovi su sljedeće:

Prva mjera ojačanja koju je potrebno poduzeti je injektiranje svih većih pukotina (pukotine > 5mm) tamo gdje je potrebno i izvana na fasadi gdje su fasadni zidovi najviše ispucali. Injektiranjem je također potrebno obuhvatiti toranj i kupole. **Injektiranje zidova vrši se s vanjske strane. Obavezno je kontrolirano injektiranje zbog zaštite unutarnjih oslika.**

Cilj je sanacije pukotina osigurati prvobitnu čvrstoću i cjelovitost zidanog zida. Najčešći je postupak sanacije injektiranje pukotina, a materijal za injektiranje ovisi o tipu zida i širini pukotina.

Injektiranje se može izvesti na jedan od sljedećih načina:

- injektiranje pod tlakom (najčešće),
- gravitacijsko injektiranje (jako oštećeni zidovi),
- vakuumsko injektiranje (manje intervencije, manje pukotine, injekcijska smjesa mora biti izrazito tekuća).

Način sanacije ovisi o širini pukotine:

### 1) pukotine ( $d < 0,5 \text{ mm}$ )

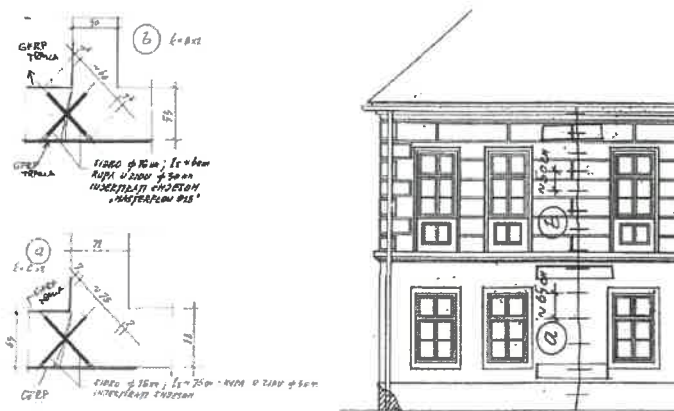
- injektiranje pukotina epoksi mortom (ljepilom) ili preporučenim sustavom poznatih izvođača injekcijske smjese

### 2) pukotine ( $0,5 \text{ mm} < d \leq 5 \text{ mm}$ )

- injektiranje se obavlja smjesom morta u odgovarajućim omjerima vapna, cementa i pijeska
- kod starih građevina poželjno je koristiti anorgansku smjesu sličnu vapnenom mortu zbog kompatibilnosti, a organski mortovi koriste se na mjestima gdje je potrebna izrazito kruta i otporna veza
- postupak injektiranja:
  - 1) uklanja se žbuka sa svake strane pukotine u širini cca 50 cm i čisti se zid od prašine
  - 2) uzduž pukotine izbuše se rupe na razmacima 30 – 50 cm u koje se postavljaju cijevi za injektiranje  $d=12 - 19 \text{ mm}$  koje se učvrste mortom
  - 3) pukotine se zatvaraju mortom po cijeloj duljini s obe strane zida
  - 4) cjevčice se začepi, a zatim se otvaranjem cjevčica u parovima pukotine isperu vodom i ispušu zrakom
  - 5) injektiranje pukotina odozdo prema gore s malim tlakom (0,03 MPa)

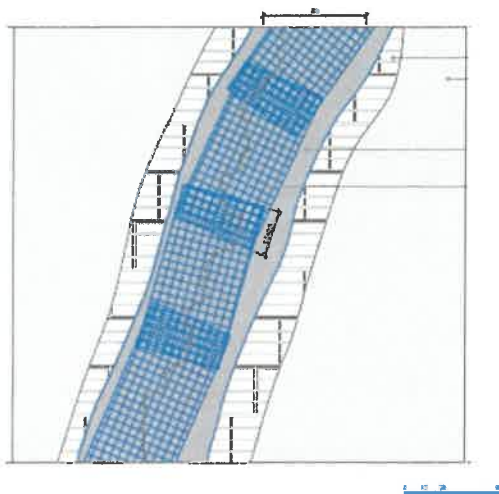
### 3) pukotine ( $5 \text{ mm} < d \leq 10 \text{ mm}$ )

- kod ovih širina pukotina se, uz gore navedeno injektiranje, pojačava ubacivanjem čeličnih šipki
- čelične šipke postavljaju se pod kutom od  $45^\circ$  u odnosu na pravac pukotine



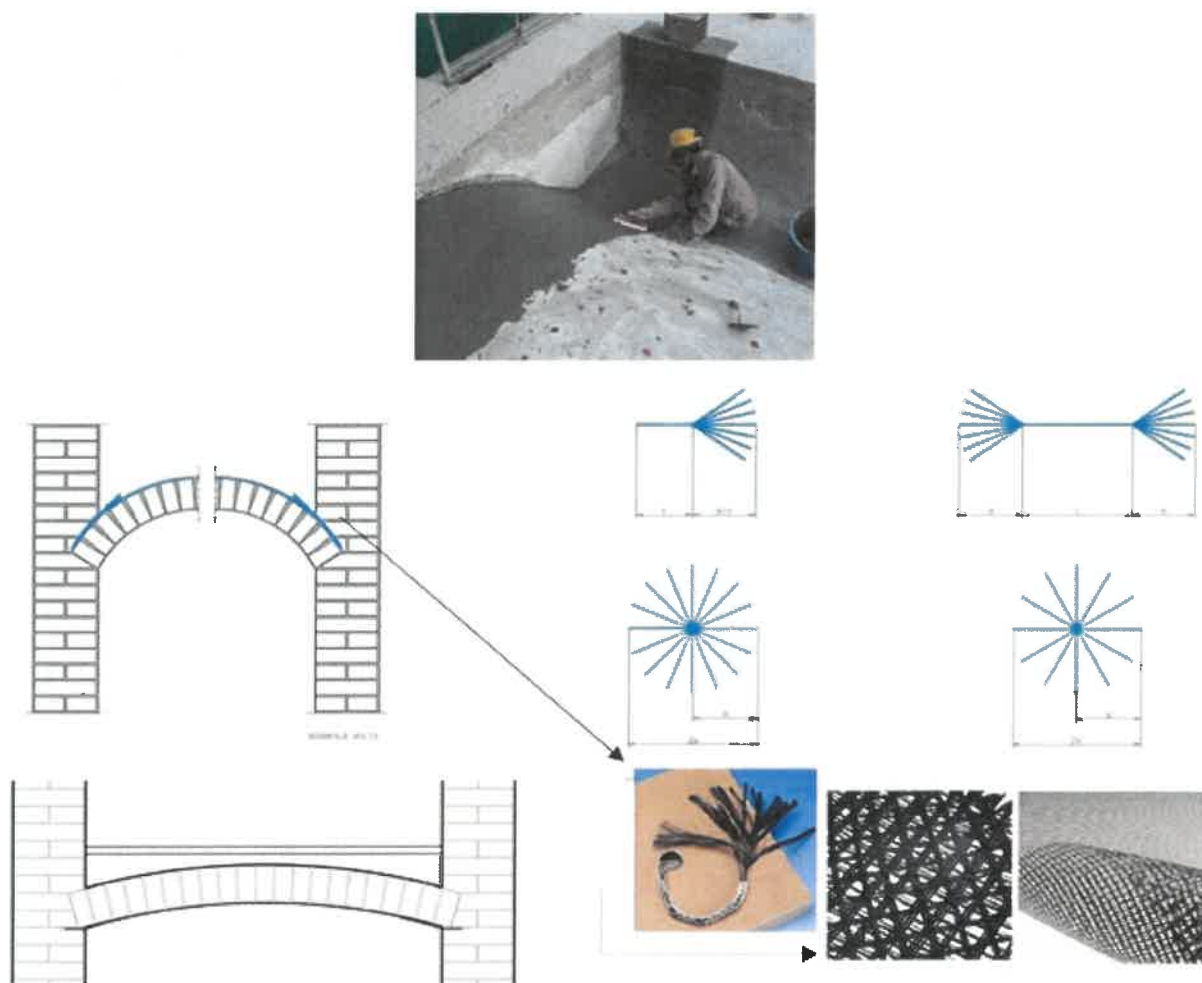
Prikaz postavljanja čeličnih šipki

- nakon ugradnji čeličnih šipki i injektiranja pukotina može se ugraditi FRP mreža u kombinaciji s mortom u širini od 50cm preko pukotine



Prekrivanje sanirane pukotine FRCM mrežom

Druga mjera je ojačanje unutarnjih kupola FRCM sustavom te dodatno ojačanje u peti svoda. Zbog kulturno zaštićenih oslika koji se nalaze s unutarnje strane, kupola se oblaže sa svoje gornje strane te je mrežicu potrebno sidriti u obodne zidove. Prije početka radova oblaganja potrebno je detaljno očistiti sljubnice te se one zapunjavaju bubrežim materijalom. Također se provodi zaklinjavanje kupole čeličnim pločicama prema pravilima struke.

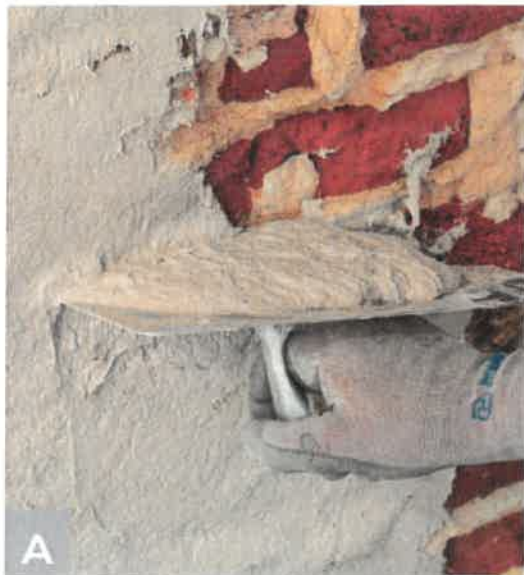


Prikaz FRCM sustava

Posmično/vlačno ojačanje nosivih kupola izvodi se FRCM sustavom (kompaktna armirajuća žbuka). Sustav se sastoji od mrežice od staklenih vlakana (npr. MAPEGRID G 220 ili jednakovrijedan), te od dvokomponentnog cementnog morta visoke duktilnosti (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan).

Prije postavljanja FRCM sustava potrebno je injektirati kupole, ukloniti postojeću žbuku sa cijelog zida te pripremiti podlogu.

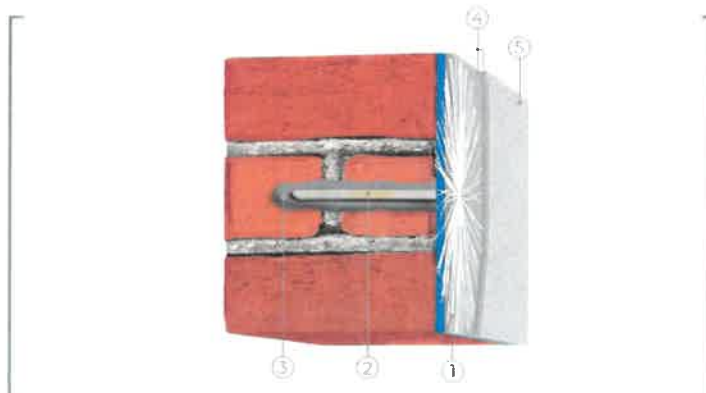
Površina kupole se izravnava slojem morta (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan) u debljini od 5-6 cm. Mrežica od staklenih vlakana (npr. MAPEGRID G 220 ili jednakovrijedan) se postavlja u mort koji je još svjež. Preklap mrežica mora biti minimalno 20 cm. Nakon toga se nanosi drugi sloj morta (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan) debljine 5-6 mm preko mrežice dok je prvi sloj još svjež.



Prekrivanje sanirane pukotine FRCM mrežom

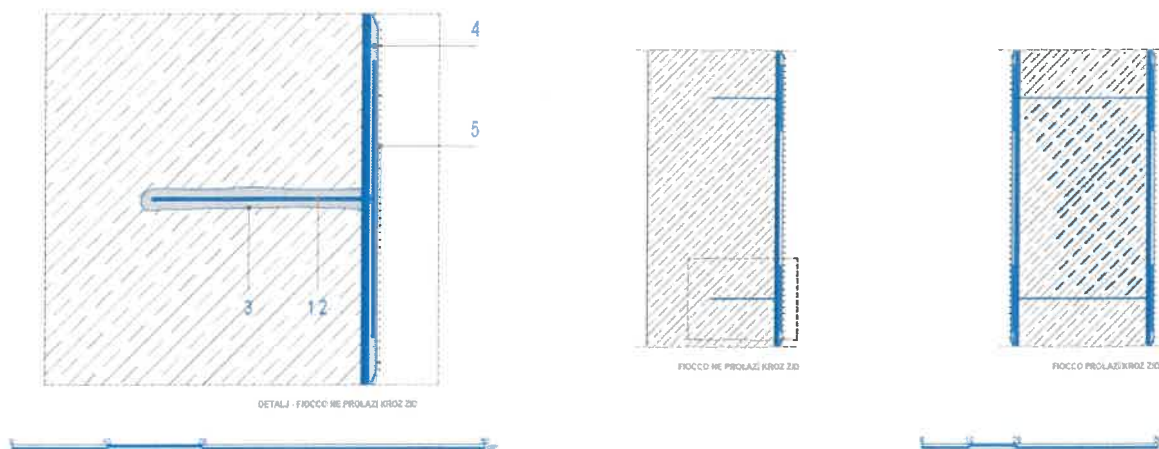


Prekrivanje sanirane pukotine FRCM mrežom



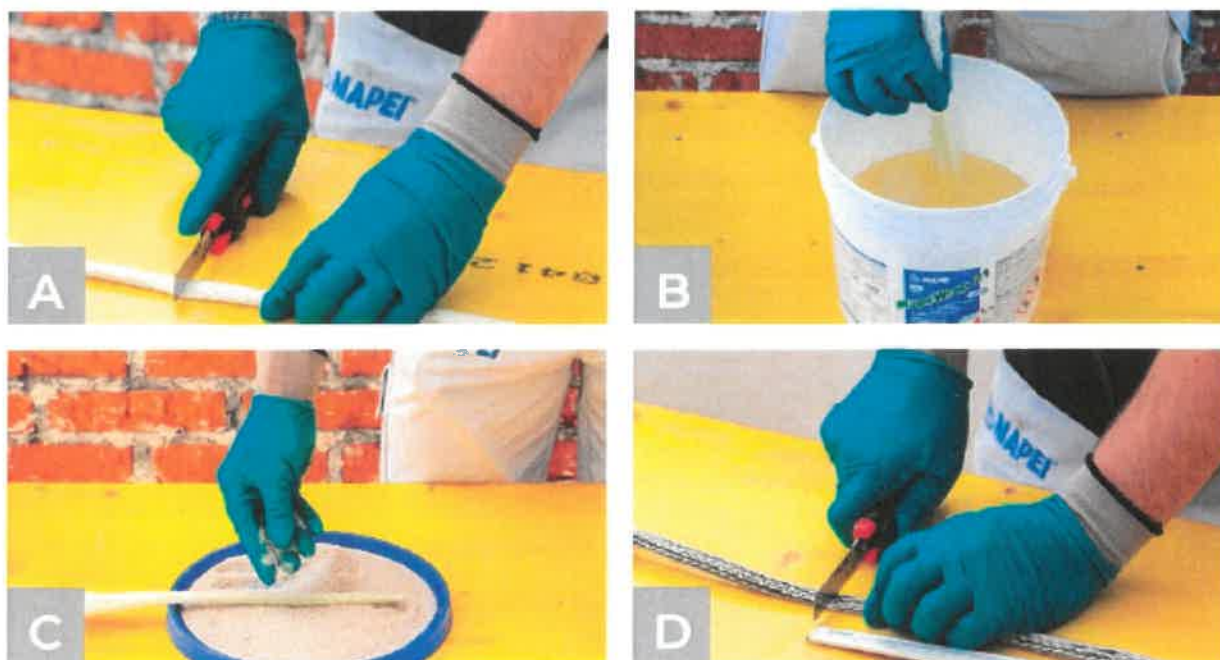
- ←
- 1 | MAPEWRAP FIOCCO
  - 2 | MAPEWRAP 21 + QUARTZ 1.2
  - 3 | MAPEFIX VE SF, EP 385/585 ili EP 470 SEISMIC
  - 4 | MAPEWRAP 11 ili MAPEWRAP 31
  - 5 | QUARTZ 1.2





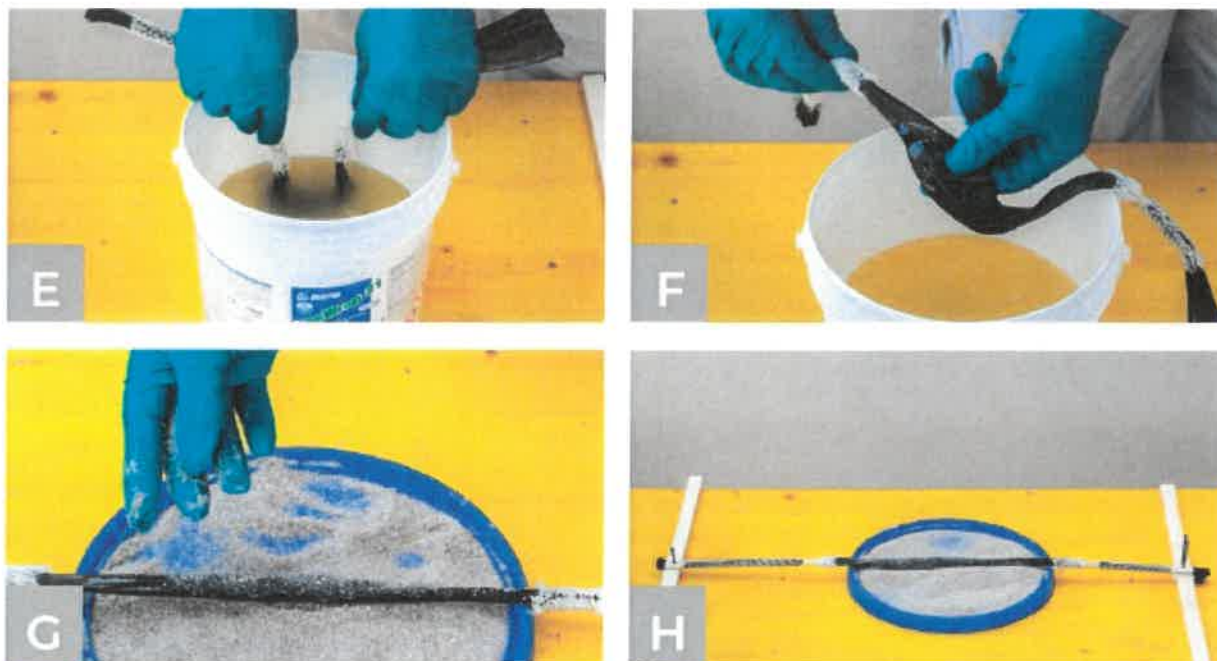
Slika 10. MAPEWRAP FIOCCO

Užad je potrebno izrezat na duljinu koja je jednaka zbroju debljine presjeka kupole i dvostruke duljine krajnjih dijelova koji će se rasplesti na površini obe strane zida (slika a - A i D).



a) MAPEWRAP FIOCCO

Dio užeta koji treba umetnuti u kupolu je potrebno impregnirati tekućom epoksidnom smolom (npr. MAPEWRAP 21 ili jednakovrijedan) (slika b - B, E i F). Dio užeta koji je prekriven smolom se posipa suhim pijeskom (npr. QUARTZ 1,2 ili jednakovrijedan) te se pričekava oko 24 sata kako bi se smola stvrdnula. Nakon toga je uža spremno za postavljanje (slika a - C i b - G i H).



#### b) MAPEWRAP FIOCCO

Uže se postavlja nakon što je mort za sustav koji se spaja očvrstnuo. U rupu se postavlja epoksidno komijsko sredstvo za sidrenje (npr. MAPEFIX EP 470 SEISMIC ili jednakovrijedan) (slika c - I). Kruti dio se postavlja u rupu, a krajevi užeta se raspletu po površini zida. Krajevi užeta učvrste se kitom (npr. MAPEWRAP 12 ili jednakovrijedan) te se posipaju kvarcnim pijeskom. (slike c - I, J, K i L).

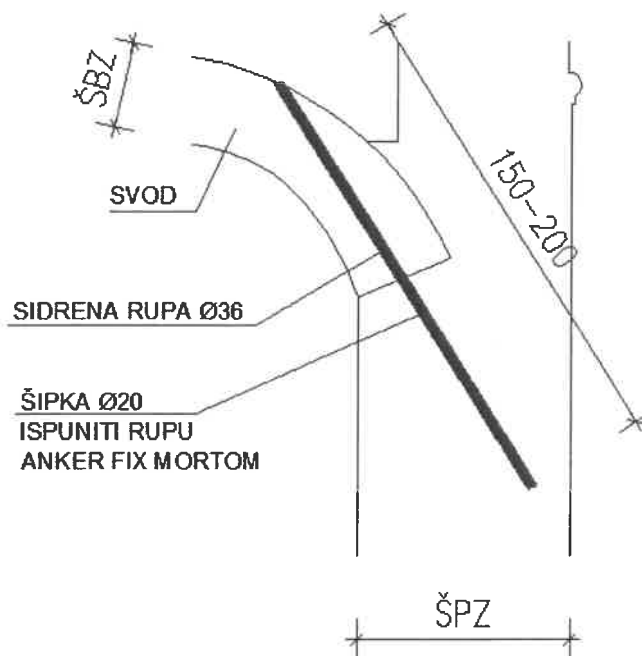


Slika c) MAPEWRAP FIOCCO

Kupole su u svom izvornom stanju ojačane dodatnim ukрутama koje su povezane s vanjskim zidovima. Peta svoda ojačava se ugradnjom čelične šipke  $\varnothing 20$  duljine 150-200 cm u prethodno izbušene rupe promjera  $\varnothing 36$ mm pod kosim kutem u postojeći zid. Prije ugradbe šipke potrebno je sidreni dio rupe ispuhati od prašine i nečistoća te ispuniti anker fix mortom kod ugradbe.

## OJAČANJE PETE SVODA

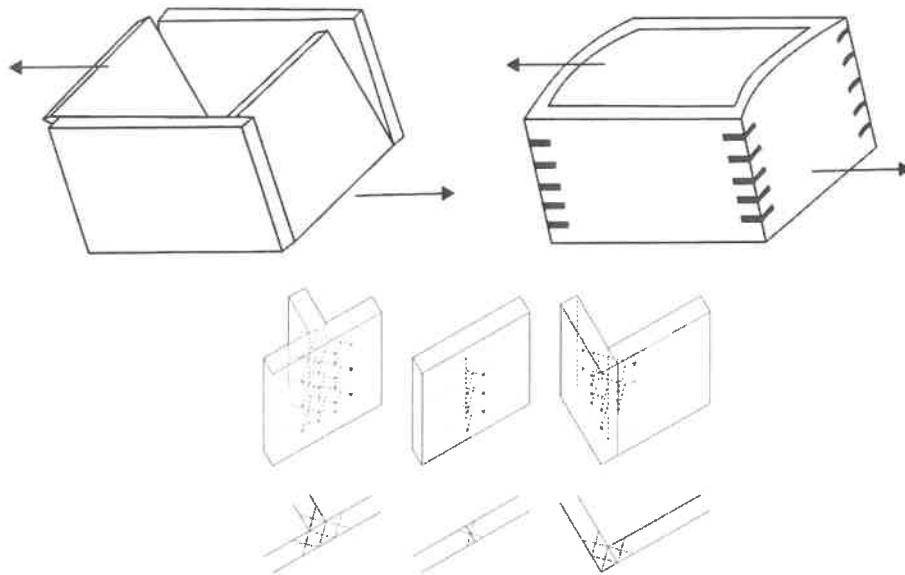
## PRESJEK



Detalj A – ojačanje pete svoda

Treća mjera je povezivanje spojeva međusobno ortogonalnih zidova.

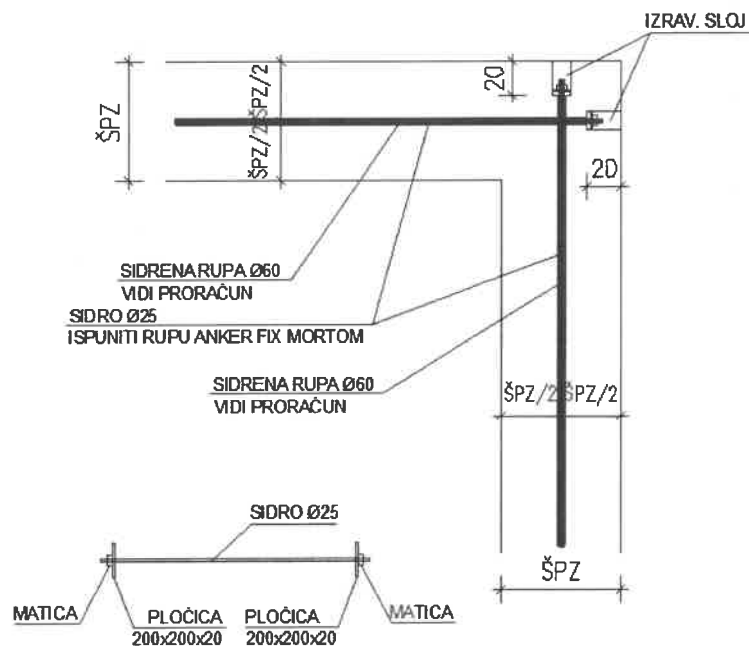
Svi okomiti zidovi i nadvoji će se povezivati ugradnjom čeličnih sidra promjera  $\varnothing 25\text{mm}$ . Sidra se postavljaju horizontalno u prethodno izbušene rupe promjera  $\varnothing 60\text{mm}$ . Prije ugradbe sidra potrebno je sidreni dio rupe ispuhati od prašine i nečistoća, te ispuniti anker fix mortom kod ugradbe. Duljine sidra ovise o duljinama zidova. Sidra se postavljaju na visinskom razmaku od max. 200 cm (vidi plan pozicija). Sidrenje se izvodi upuštanjem sidrenog bloka za cca 20 cm od lica zida. Na podložni izravnavajući sloj sitnozrnog betona postavlja se čelična pločica  $200 \times 200$  debljine 20 mm preko kojeg se vrši sidrenje pritezanjem matice. Ovom mjerom zahvaćaju se i zidovi tornja. Time se postiže kompaktnost i zajednički rad međusobno okomitih zidova kako ne bi došlo do odvajanja spojeva i lokalnog osciliranja i pucanja pojedinih nepovezanih zidova.



Primjeri povezivanja zidova

POVEZIVANJE SPOJA ZIDA

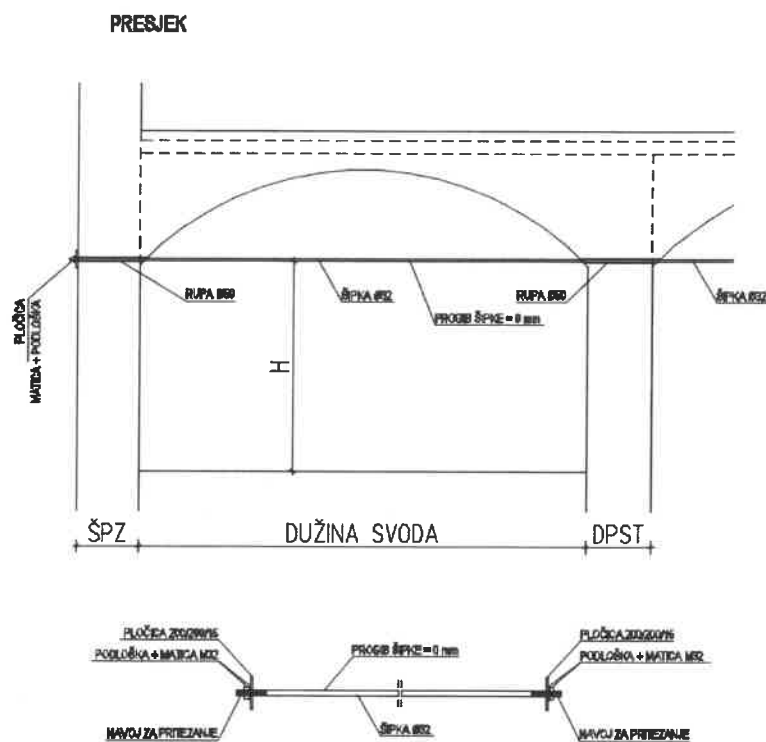
TLOCRT



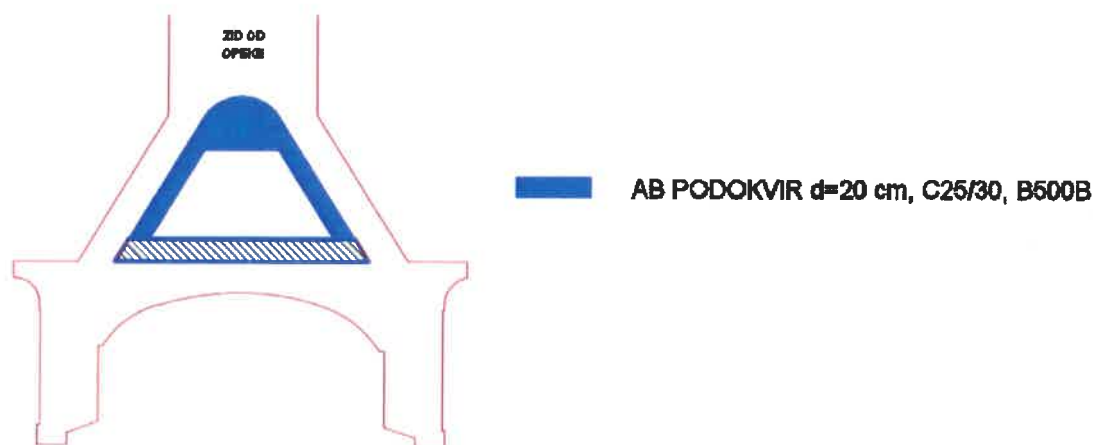
ŠPZ - ŠIRINA POSTOJEĆEG ZIDA

Detalji povezivanja zidova

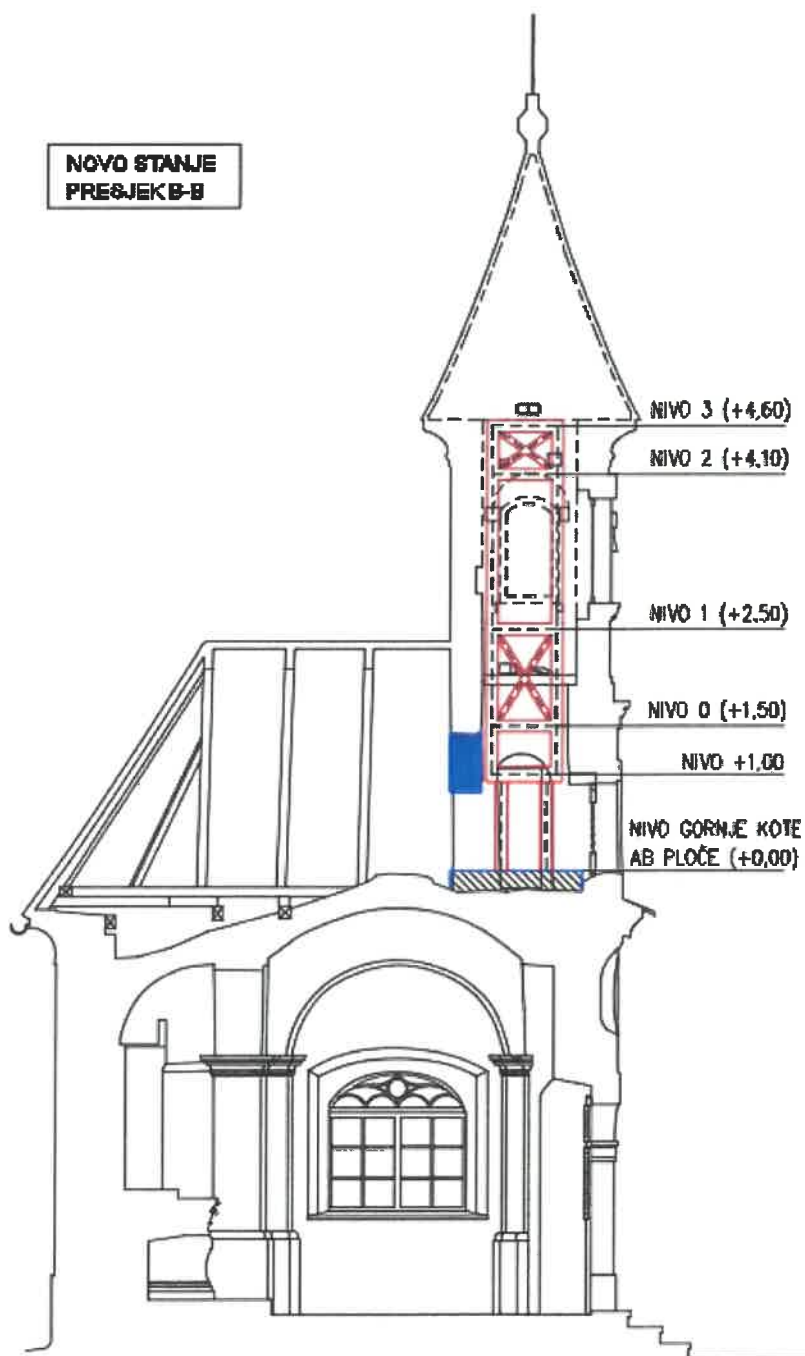
Četvrta mjera je ojačanje lukova i svodova izvedbom zatega. Čelične šipke B500B promjera  $\varnothing 32$  se postavljaju na vrhovima stupova (u peti luka) u prethodno izbušene rupe promjera  $\varnothing 50$ . Zatege se na vanjskim dijelovima sidre metalnim pločevinama 200/200/15 mm. Pločevina se premazuje antikorozivnom zaštitom i nakon montaže dodatno epoxy premazom.



Peta mjera je ojačanje lukova na kojima leže zidovi tornja. Ojačanje se izvodi ab podokvirima debljine 20 cm, širine lukova, beton klase C25/30, armatura B500B prema projektu obnove. Ab podokviri bit će povezani armaturom  $\varnothing 12/15$  cm u postojeće lukove (centrično u odnosu na širinu luka, dubina sidrenja min. 20 cm). Prije postave armature potrebno je rupe ispuniti anker fix mortom. Lukovi će se na mjestu oštećenja sanirati injektiranjem.



Šesta mjera je ojačanje tornja. Toranj se ojačava čeličnom podkonstrukcijom iznutra, a zidovi tornja izvana se povezuju pomoću sidara opisanih u trećoj mjeri. Nova čelična konstrukcija prihvaća se novom AB pločom debljine  $d=20$  cm koja se izvodi na postojećem svodu te se „ušlicava” u postojeće zidove. Zidovi tornja se povezuju sa čeličnom konstrukcijom u nivoima prema planovima pozicija. Prije gore navedenih radova potrebno je demontirati postojeću konstrukciju zvona.

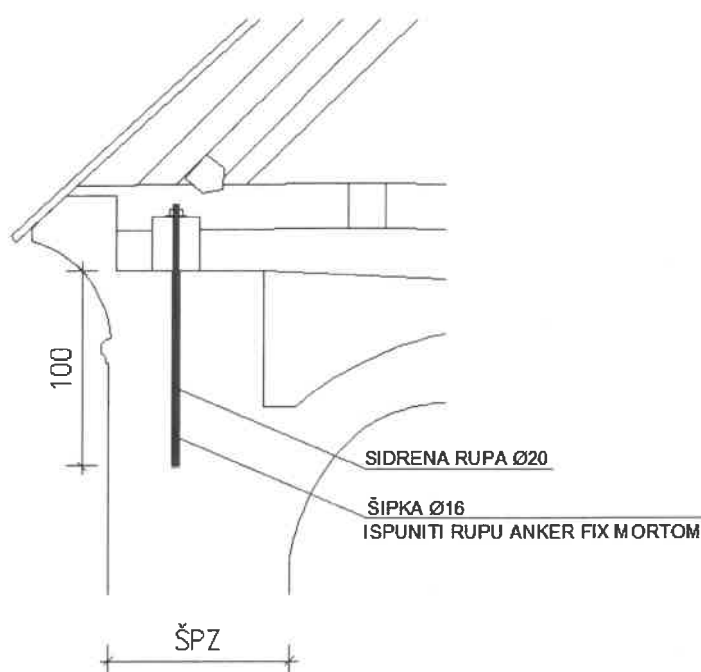


Presjek - toranj

Sedma mjera je sanacija krovišta. Potrebna je provjera spojeva krovne konstrukcije, a po potrebi ugradnja dodatnih klanfi i vijaka. Prema Detalju B nazidnica se dodatna povezuje s postojećim zidom čeličnim šipkama na svakih 150 cm. Čelična navojna šipke  $\varnothing 16$  duljine 130 cm u prethodno izbušene rupe promjera  $\varnothing 20$  mm u postojeći zid. Prije ugradbe šipke potrebno je sidreni dio rupe ispuhati od prašine i nečistoća, te ispuniti anker fix mortom kod ugradbe. Nakon stvrdnjavanja potrebno je zategnuti maticu vijka.

#### SPOJ NAZIDNICE SA ZIDOM

#### PRESJEK



Detalj B – Spoj nazidnice sa zidom

Osma mjera je mjera konstruktivnog poboljšanja temelja. Ovom mjerom postiže se zaštita objekta od tlačne vlage. Izvode se dvoredne bušotine  $\varnothing 16$ - $\varnothing 18$  na razmaku od 10 cm – razmak redova 25 cm (cik-cak), dubina rupa (širina zida manje 5cm). Rupe se izvode pod koso. U donji red bušotina se pod tlakom od 1-1,5 bar kontrolirano puni injekcijski mort (bubreči-neskupljajući mort) za ispunu i ojačanje međuzidnog razmaka (kontrolirano difuzijsko punjenje specijalnim peristaltik infuzijskim uređajem). Unutar dvorednih bušotina izvode se nove bušotine  $\varnothing 12$  u dva reda na razmaku od 10 cm (vertikalno i horizontalno). Dubina rupa je 2/3 debljine zida koja se puni HKP/VKP procesni injekcijski postupak za blokadu kapilariteta – HIDROGEL/ME sustav. **Injektiranje se vrši s vanjske strane. Obavezno je kontrolirano injektiranje zbog zaštite unutarnjih oslika.**

### RADIONIČKA IZVEDBA:

Nastoji se da veći dio radova bude obavljen u radionici tako da se omogući gabaritni prijevoz. Okrupljivanje elemenata obavlja se na gradilištu. Prijedlog okrupnjavanja treba uskladiti s mogućnostima radionice izvođača.

U skladu s HRN EN 1990, Tablica B1, posljedice sloma ili nefunkcioniranja konstrukcije svrstavaju se u razred posljedica CC2:

Opis: Znatne posljedice zbog gubitka života, ekonomskih i socijalnih posljedica, kao i posljedica s obzirom na okoliš.

U skladu s HRN EN 1090-2 i HRN EN 1990, klasa izvedbe je EXC2:

Kategorija uporabe SC2: Konstrukcije i elementi s njihovim spojevima projektirani za seizmička djelovanja, u područjima sa srednjom ili visokom seizmičkom aktivnosti i u klasama duktilnosti DCM i DCH.

Kategorija izrade PC2: Zavarjeni elementi izrađeni od čelika klase S355 i više. Elementi nužni za cjelovitost konstrukcije koji su sastavljeni zavarivanjem na gradilištu.

Za razred CC2 i kategorije SC2 i PC2, klasa izvedbe je EXC2. Ovime su definirani opseg kontrole varova i kvaliteta kao i dimenzijska odstupanja.

**SVE MJERE JE POTREBNO PREUZETI S LICA MJESTA KOD IZRADE RADIONIČKE DOKUMENTACIJE!!!**

### ZAŠTITA OD KOROZIJE:

Predviđena je AK zaštita čelične konstrukcije hladnim premazima prema normi HRN.EN12944, kategorija korozivnosti C1 i C2, dugoročna zaštita T=15 g.

Kompletnu se čeličnu konstrukciju očisti (pjeskarenje, kemijska sredstva, četke). Na očišćenu konstrukciju nanosi se prvi AKZ premaz u sloju minimalne debljine prema normi HRN.EN12944. Nakon završetka zavarivačkih radova na montaži, popravljaju se oštećenja, te nanose još dva sloja AKZ premaza potrebne debljine prema normi HRN.EN12944.

Pri montaži, prihvatna užad mora biti od nemetala (gurtne), koji ne oštećuje slojeve AKZ na konstrukciji. Po završenoj montaži konstrukcije, popraviti oštećene dijelove premaza.

Plohe čelične konstrukcije koje kontaktiraju s betonom, ne premazuju se.

### MATERIJAL:

Materijal za čeličnu podkonstrukciju je S355JR, HRN EN 10025, i S355JRH, HRN EN 10210, a vijci su klase 8.8 i 10.9 prema HRN EN 15048.

(S355 –  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_u=490$  N/mm<sup>2</sup>)

Ležajna konstrukcija se izvodi od betona C25/30 i armira se armaturom B500B.



## RAZREDI IZLOŽENOSTI KONSTRUKCIJE:

Ležajna konstrukcija - razredi izloženosti konstrukcije su XC1:

- najmanji razred tlačne čvrstoće betona C25/30,
- najmanji zaštitni sloj za armaturu 20 mm, 30 mm
- dopuštena odstupanja zaštitnog sloja 5 mm

Prilikom izvođenja svi ugrađeni materijali nosivih elemenata moraju odgovarati važećim standardima, a kvaliteta mora biti dokazana atestima.

Kontrolu kvalitete ugrađenog betona vršiti prema važećim propisima, te programu izrađenom od strane izvođača – ispitivanjem betonskih kocki – odnosno u skladu s odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije.

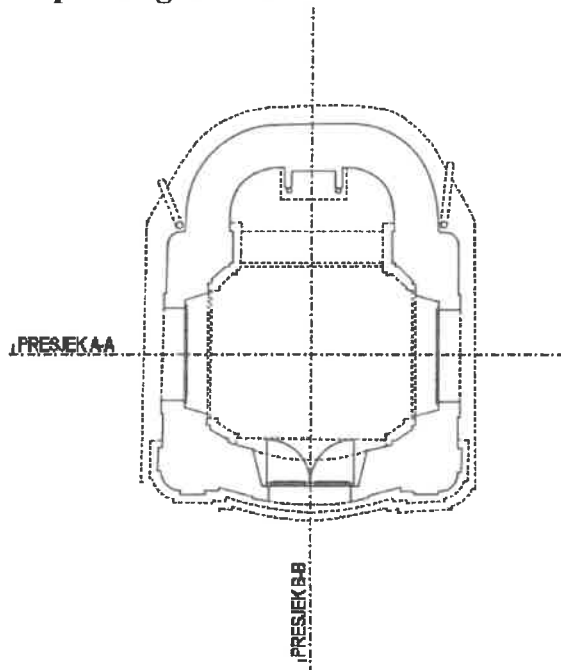
Tokom građenja obavezan kontinuirani nadzor glavnog projektanta i projektanta konstrukcije.

Sve promjene u odnosu na projekat konstrukcije i armaturne nacрте potrebno je dogovoriti s glavnim projektantom i projektantom konstrukcije, upisom u građevinski dnevnik.

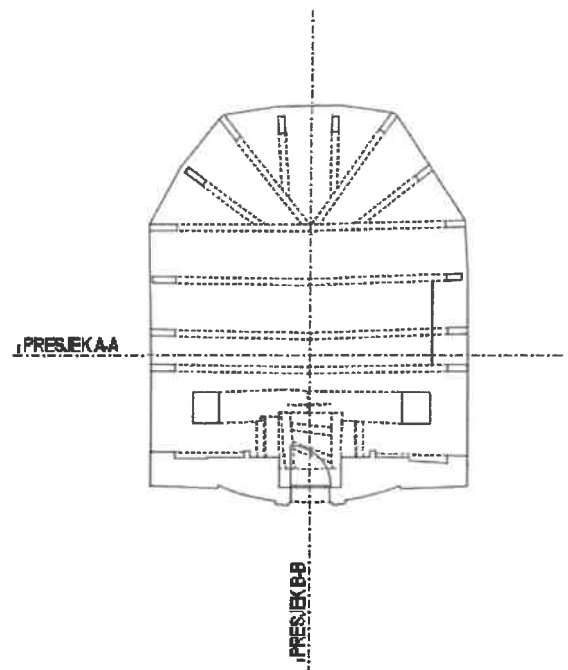
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:

**Antonio Maglov dipl.ing.građ.**

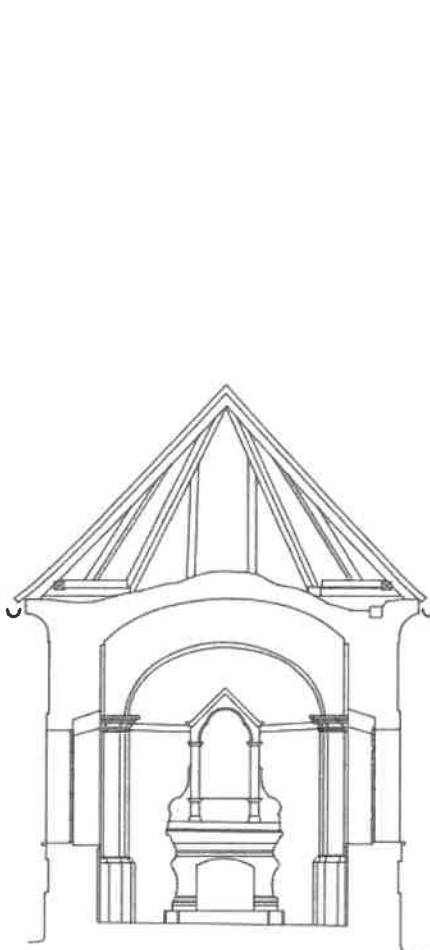


**Grafički prikaz građevine:**

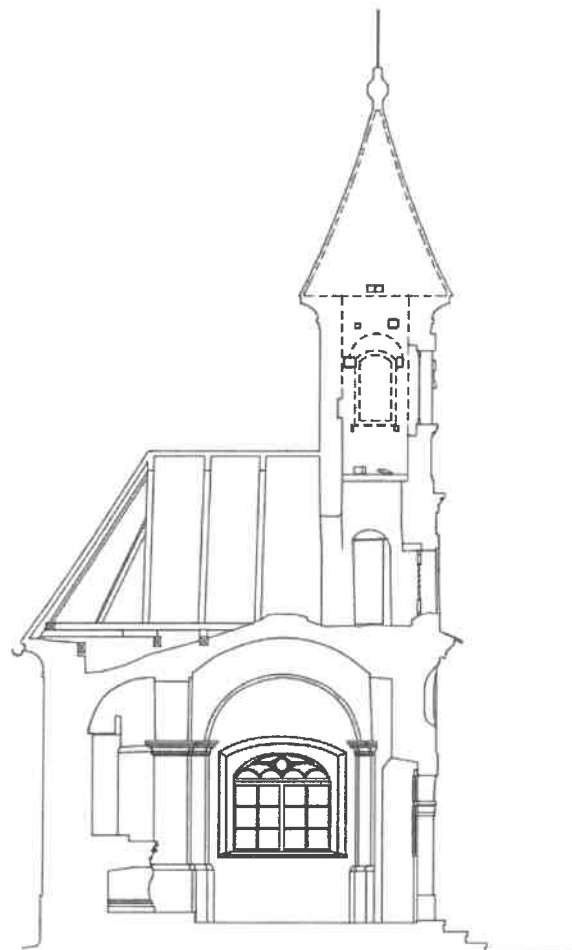
Tlocrt prizemlja



Tlocrt krovišta



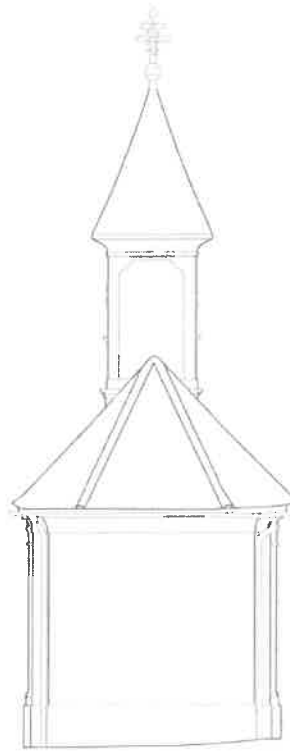
Presjek A-A



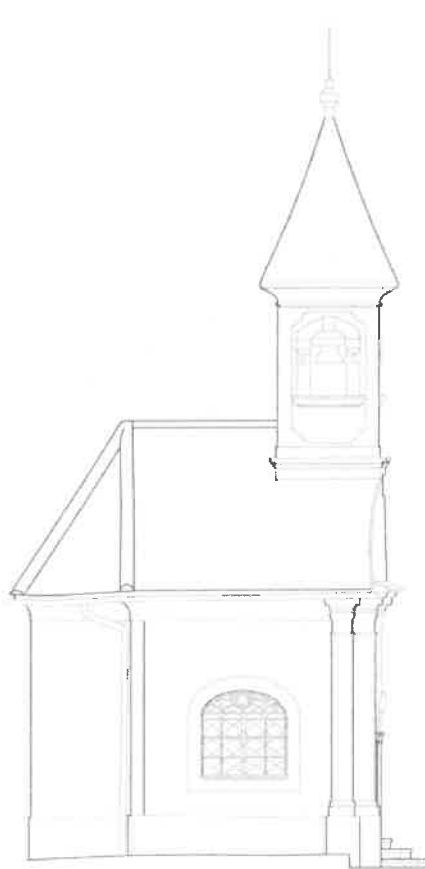
Presjek B-B



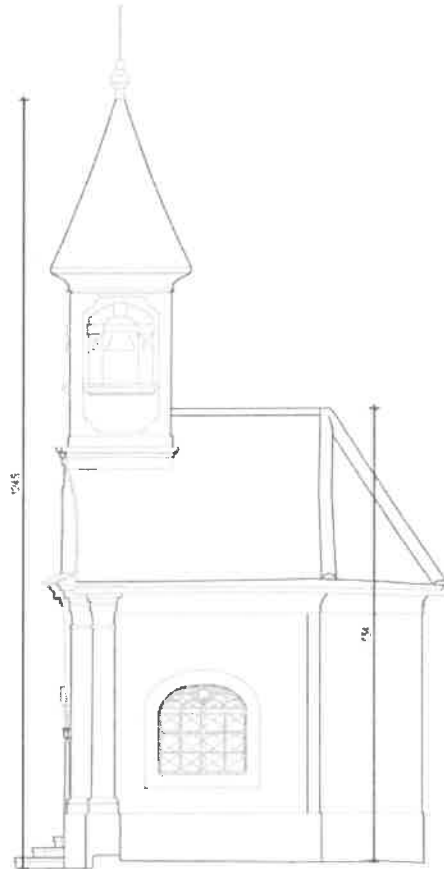
Pogled istok



Pogled zapad



Pogled jug










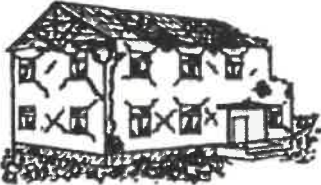

Pogled sjever

## 4. FOTODOKUMENTACIJA OŠTEĆENJA

U nastavku su prikazane klasifikacije i opisi oštećenja.

Pregledom lokacije utvrđene su različite razine oštećenja. Oštećenja su kategorizirana prema Europskoj makroseizmičkoj ljestvici EMS-98, pomoću koje se uobičajeno određuje i stupanj intenziteta potresnog djelovanja. Većina oštećenja na građevini klasificira se kao kategorija 3 – značajno do teško oštećenje i 4 – vrlo teško oštećenje.

| Kategorija | Korištenje              | Opis   | Primjeri   |
|------------|-------------------------|--|--|
| I          | bez ograničenja         | NEZNATNA NEKONSTRUKTIVNA OŠTEĆENJA<br>nema vidljivih oštećenja, manje pukotine na sekundarnim elementima   |    |
| II         | ograničeno korištenje   | NEZNATNA KONSTRUKTIVNA OŠTEĆENJA<br>pukotine na zidu, oštećenja nekonstruktivnih dijelova građevine, lasaste pukotine na nosivim AB elementima, nosivost konstrukcije nije ugrožena                  |   |
| III        | privremeno ne koristiti | UMJERENA KONSTRUKTIVNA OŠTEĆENJA<br>Velike i duboke pukotine na zidovima, pukotine i oštećenja stupova, nosivost djelomično smanjena, privremeno iseljenje, konstruktivna sanacija                   |  |
| IV         | ne koristiti            | ZNAČAJNA KONSTRUKTIVNA OŠTEĆENJA<br>otvaraju se rupe i urušavaju se zidovi, slom oko 40% konstruktivnih komponenti, građevina je u opasnom stanju, zahtjeva iseljenje, detaljna sanacija ili rušenje |  |
| V          | ne koristiti            | SLOM CJELOKUPNE GRAĐEVINE<br>Veliki dio ili cijela građevina se urušila, rušenje i rekonstrukcija  |  |

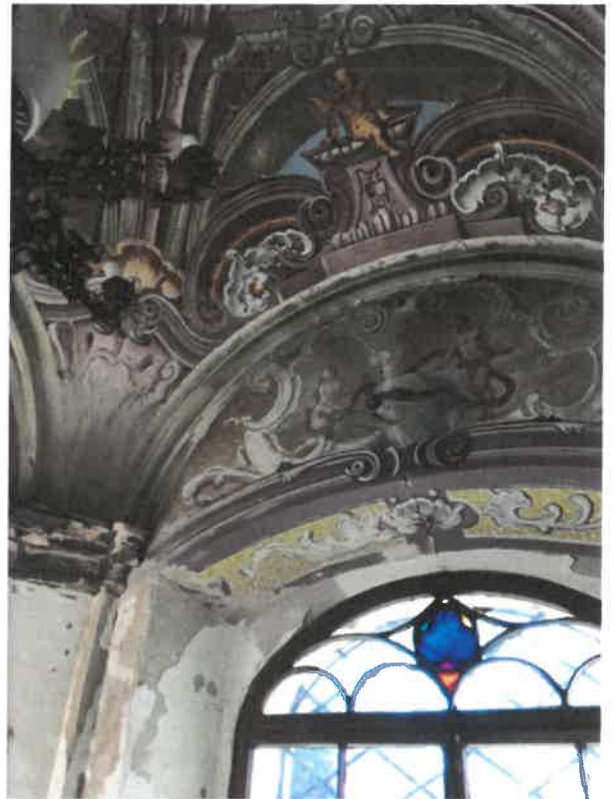
| Kategorija | Skica   | Detaljan opis  |
|------------|---|--|
| I          |    | <p>Neznatno do blago oštećenje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zanemarivo konstruktivno oštećenje</li> <li>- blago nekonstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Vrlo tanke pukotine u ponekim zidovima<br/>Otpadanje malih komada žbuke<br/>Vrlo rijetko otpadanje pojedinačnih odvojenih dijelova zida</p>  |
| II         |    | <p>Umjereno oštećenje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- blago konstruktivno oštećenje</li> <li>- umjereno nekonstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Pukotine u brojnim zidovima<br/>Otpadanje većih komada žbuke<br/>Djelomično otkazivanje dimnjaka</p>  |
| III        |   | <p>Značajno do teško oštećenje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- umjereno konstruktivno oštećenje</li> <li>- teško nekonstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Velike, razvedene pukotine u većini zidova<br/>Otpadanje crijepa<br/>Otkazivanje dimnjaka u razini krova<br/>Otkazivanja pojedinačnih nekonstruktivnih elemenata (pregradni, zabatni zidovi)</p> |
| IV         |  | <p>Vrlo teško oštećenje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- teško konstruktivno oštećenje</li> <li>- vrlo teško nekonstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Značajno otkazivanje zidova<br/>Djelomično otkazivanje konstrukcija krovova i međukatnih konstrukcija</p>   |
| V          |  | <p>Otkazivanje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vrlo teško konstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Potpuno ili gotovo potpuno rušenje</p>  |

Kao rezultat brzih pregleda, građevinama su dodijeljene naljepnice koje su prikazane na slici ispod.

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>UPORABLJIVO</b>  | <b>PRIVREMENO NEUPORABLJIVO</b>  | <b>NEUPORABLJIVO</b>   |
| <input type="radio"/> <b>U1</b> bez OGRANIČENJA<br><input type="radio"/> <b>U2</b> UPORABLJIVO s preporukom<br><b>PROVEDEN BRZI PREGLED</b> | <input type="radio"/> <b>PN1</b> potreban DETALJAN PREGLED<br><input type="radio"/> <b>PN2</b> potrebne mjere HITNE INTERVENCIJE<br><b>PROVEDEN BRZI PREGLED</b> | <input type="radio"/> <b>N1</b> zbog VANJSKIH UTJECAJA<br><input type="radio"/> <b>N2</b> zbog OŠTEĆENJA<br><b>PROVEDEN BRZI PREGLED</b> |



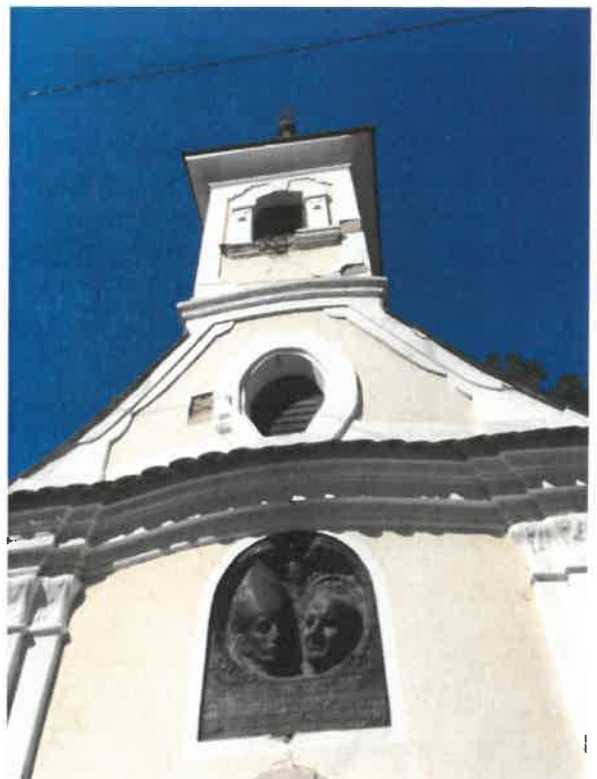
Slika 1.



Slika 2.



Slika 3.



Slika 4.



Slika 5.



Slika 6.



Slika 7.



Slika 8.



Slika 9.



Slika 10.



Slika 11.



Slika 12.



## 5. ISTRAŽNI RADOVI

Pod istražnim radovima podrazumijevaju se istraživanja sve dostupne postojeće i arhivske dokumentacije o zgradi, prikupljanje podloga na osnovu kojih se izrađuje projekt, otvaranje sonde na konstrukciji za utvrđivanje nosivog sustava npr. vrsta stropne konstrukcije s rasterima i dimenzijama debljinama, slojevima, sondažne jame za utvrđivanje stanja i geometrije temelja, ispitivanja kvalitete materijala ugrađenih u konstrukciju npr. kvaliteta zida, klasa tlačne čvrstoće zida, količina i raspored armature.

Dijelovi „Izveštaja o istražnim radovima na postojećoj konstrukciji kapelice Majke Božje Žalosne u Zagrebu”, Geoexpert IGM d.o.o., OI:IR-13.09.21-01-01, Zagreb, rujan 2021.

**Geoexpert IGM**

d.o.o., za ispitivanje građevinskih materijala i konstrukcija, projektiranje i nadzor

OIB: 99917958785

IBAN: HR302300001101552103

Tel/Fax: 01 / 2008 908

Horvaćanska 77, Zagreb

---

|                  |  |
|------------------|--|
| Naručitelj:      | Župa Sv. Ivana Krstitelja<br>Nova Ves 64a, 10 000 Zagreb |
| Izvršitelj:      | Geoexpert-I.G.M. d.o.o.<br>Horvaćanska 77, 10 000 Zagreb |
| Građevina:       | Kapelica Majke Božje žalosne, Zagreb                     |
| Broj izvještaja: | IR-13.09.21-01-01  |

## Izveštaj o istražnim radovima na postojećoj konstrukciji kapelice Majke Božje žalosne u Zagrebu

|              |  |
|--------------|--|
| Izradili:    | Tomislav Hodić, mag. ing. geoteh.                |
| Suradnici:   | Mario Vujica, mag. ing. aedif.<br>Slaven Gučanac |
| Direktorica: | Željana Skazlić, dipl. ing. građ.                |

Zagreb, rujan, 2021.

**Geoexpert IGM**

d.o.o., za ispitivanje građevinskih materijala i konstrukcija, projektiranje i nadzor

OIB: 99917968765

IBAN: HR3023600001101552103

Tel/Fax: 01 / 2008 808

Horvaćanska 77, Zagreb

## 2 UVOD

Na temelju ponude PON-21.06.28-06, izvršeni su istražni radovi na postojećoj konstrukciji kapelice Majke Božje Žalosne u Zagrebu u svrhu određivanja karakteristika i stanja konstrukcije.

Djelatnici tvrtke Geoexpert-I.G.M. d.o.o. iz Zagreba proveli su istražne radove u rujnu 2021. godine. Istražni radovi su provedeni na konstruktivnim elementima u prizemlju kapelice na pozicijama određenim obzirom na vizualni pregled te pristupačnost dijelova konstrukcije.

### 2.1 Opći podaci o građevini

Predmetna građevina je kapelica Majke Božje Žalosne u Zagrebu koja se nalazi na adresi Nova Ves 40. Kapelica je izgrađena 1763. godine. U nastavku je prikazana fotografija pročelja. Istražni radovi provedeni su u svrhu utvrđivanja stanja konstrukcije i njenih konstruktivnih dijelova.



Slika 1 Pročelje kapelice Majke Božje Žalosne u Zagrebu

(izvor: <http://cegrada.hr/mala-kapelica-majke-bozje-zalosne-na-novoj-ves-izgradena-davne-1763-godine/>)

### 3 ISTRAŽNI RADOVI

#### 3.1 Program ispitivanja

Na temelju ponude PON-21.06.28-06., na objektu su izvršena sljedeća ispitivanja:



- utvrđivanje poprečnih presjeka konstruktivnih elemenata (2 ispitne pozicije),
- analiza i obrada dobivenih rezultata te izrada završnog izvještaja o provedenim ispitivanjima.

Terenski radovi su izvođeni 13.09.2021. godine. Ispitne pozicije prikazane su na tlocrtu u prilogu ovog izvještaja.

#### 3.2 Pozicije ispitnih mjesta

U tablici 1 dane su oznake pojedinih ispitnih mjesta s pripadajućim konstruktivnim elementom, a u prilogu ovog izvještaja, na tlocrtima konstrukcije označena su sva mjesta ispitivanja.

Tablica 1. Oznake ispitnih mjesta

| Oznaka ispitnog mjesta   | Oznaka u laboratoriju/ izvještaju | Konstruktivni element                | Provedena ispitivanja* | Mjesto uzorkovanja   |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--|
| P 1  | P 1                               | Zidani vanjski element jugo-zapad    | D                      |   |
| P 2  | P 2                               | Zidani vanjski element sjevero-istok | D                      |  |
| <p>*OZNAKE PROVEDENIH ISPITIVANJA:<br/>D – slojevi i debljina konstruktivnih elemenata</p> |                                   |                                      |                        |  |



d.o.o., za ispitivanje građevinskih materijala i konstrukcija, projektiranje i nadzor

OIB: 99917958785

IBAN: HR3023600001101552103

Tel/Fax: 01 / 2008 908

Horvaćanska 77, Zagreb

## 4 ANALIZA I REZULTATI ISTRAŽNIH RADOVA

### 4.1 Utvrđivanje poprečnih presjeka konstruktivnih elemenata

Slojevi poprečnih presjeka konstruktivnih elemenata objekta određivani su na vanjskim zidovima prizemlja. Slojevi su određivani otvaranjem konstrukcije, bušenjem i mjerenjem. Pozicije su bušene bušilicom s dijamantnom krunom proizvođača GÖLZ. Izbušen je uzorak promjera  $\varnothing 50$  mm.

#### Ispitno mjesto P1

Ispitno mjesto P1 nalazi se na vanjskom zidu prizemlja s jugo-zapadne strane. Zid je zidan punom opekom u debljini 79 cm, obložen s unutarnje i vanjske strane žbukom debljine 3 cm. Iz izbušenog uzorka je vidljivo da je unutarnja ispunna zida punjena s vapneno cementnom ispunom i agregatom frakcije 0-4 mm.

#### Ispitno mjesto P2

Ispitno mjesto P2 nalazi se na vanjskom zidu prizemlja s sjeverno-istočne strane. Zid je zidan punom opekom u debljini 102 cm, obložen s unutarnje i vanjske strane žbukom debljine 3 cm. Iz izbušenog uzorka je vidljivo da je unutarnja ispunna zida punjena s vapneno cementnom ispunom i agregatom frakcije 0-4 mm.

**Geoexpert IGM**

d.o.o. za ispitivanje građevinskih materijala i konstrukcija, projektiranje i nadzor

OIB: 99917958785

BAN: HR3023800001101552103

Tel/Fax: 01 / 2008 908

Horvaćanska 77, Zagreb



*Slika 2 Materijal izvađen bušenjem zidanih elemenata*



*Slika 3 Materijal izvađen bušenjem zidanih elemenata*



d.o.o., za ispitivanje građevinskih materijala i konstrukcija, projektiranje i nadzor

OIB: 99917966785

IBAN: HR3023800001101562103

Tel/Fax: 01 / 2008 908

Horvaćanska 77, Zagreb

## 5 ZAKLJUČAK

Na temelju ponude PON-21.06.28-06., na objektu su izvršena sljedeća ispitivanja:

- utvrđivanje poprečnih presjeka konstruktivnih elemenata (2 ispitne pozicije),
- analiza i obrada dobivenih rezultata te izrada završnog izvještaja o provedenim ispitivanjima.

Terenski radovi su izvođeni 13.09.2021. godine. Ispitne pozicije prikazane su na tlocrtu u prilogu ovog izvještaja. Istražni radovi su provedeni na zidovima prizemlja kapelice, na pozicijama određenim obzirom na vizualni pregled te pristupačnost dijelova konstrukcije.

### Utvrđivanje poprečnih presjeka konstruktivnih elemenata

Slojevi poprečnih presjeka konstruktivnih elemenata objekta određivani su na vanjskim zidovima prizemlja kapelice. Slojevi su određivani otvaranjem konstrukcije, bušenjem i mjerenjem.

Zidovi su obloženi žbukom s unutarnje i vanjske strane u debljini od oko 3,0 cm. Zidani su punom opekama te su debljine 72 i 102 cm. Uzorak su bušeni bušilicom s dijamanтном krunom proizvođača GÖLZ. Izbušeni su uzorci promjera Ø50 mm. Vidljivo je da je u uzorku prisutna puna opeka s vapneno cementnom ispunom i agregatom frakcije 0 – 4 mm.

Istražnim radovima pristupilo se u svrhu utvrđivanja stanja konstrukcije i njenih konstruktivnih dijelova zbog namjere ponovnog korištenja.

Potrebno je izraditi izvedbeni projekt sanacije u skladu s važećim propisima i pravilima struke, te je potrebno sanirati konstrukciju kako bi se osigurala nosivost i uporabljivost konstrukcije.

**Geoexpert IGM**

d.o.o., za ispitivanje građevinskih materijala i konstrukcija, projektiranje i nadzor

OIB: 99917959785

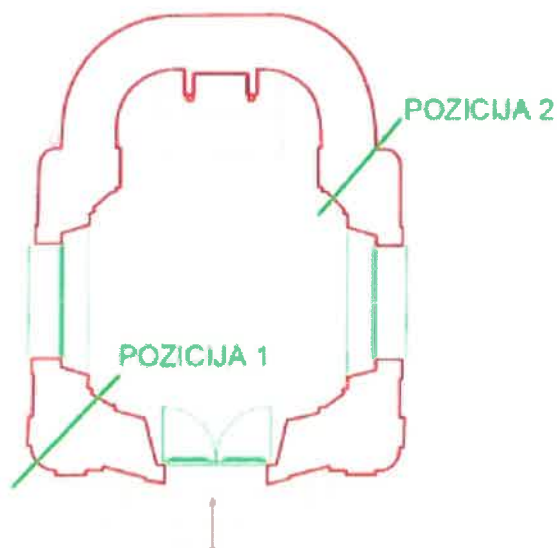
IBAN: HR3023800001101552103

Tel/Fax: 01 / 2006 908

Horvaćanska 77, Zagreb

## 6 PRILOZI

### 6.1 Prikaz ispitnih pozicija





**ELABORAT O KONZERVATORSKO–RESTAURATORSKIM  
ISTRAŽIVANJIMA KAPELE MAJKE BOŽJE ŽALOSNE U NOVOJ VESI U  
ZAGREBU**



**Marina Fernežir, mag.art., licencirani konzervator–restaurator, slikar**

[www.marinafernezir.com](http://www.marinafernezir.com)

mob: 095 914 36 29

[mfernezir7@gmail.com](mailto:mfernezir7@gmail.com)



*Marina Fernežir*  
**LICENCIрани RESTAURATOR  
SAMOSTALNI UMJETNIK  
MARINA FERNEŽIR, mag.art.  
ZAGREB, OHRIDSKA 15**

2.8.2021.

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne



### 3.1. Uvod

Kapela Majke Božje Žalosne nalazi se u današnjoj ulici Nova Ves u Zagrebu (Sl. 1-9). Sagrađena je 1763. u blizini mjesta na kojemu se prethodno nalazio kameni kip Žalosne Gospe. Nova Ves tada je bila teritorij zagrebačkog Kaptola, koji se zbog povoljnog prometnog položaja i prirodnih resursa sve više razvijao.<sup>1</sup> Budući da su kipu Žalosne Gospe u narodu pridavane posebne moći, 60-ih godina 18. stoljeća, zalaganjem stanovnika i tadašnjeg novoveškog župnika Josipa Thausyja, izgrađena je kapela u koju je smješten kip.<sup>2</sup> O intenzivnom razvoju Nove Vesi u 18. stoljeću svjedoče podaci o gradnji brojnih sakralnih objekata. Početkom stoljeća gradi se kapela sv. Dizme, 1724. kapela sv. Tome, 1763. kapela Žalosne Gospe, a 1785. nova crkva sv. Ivana Krstitelja.<sup>3</sup> Poput crkve sv. Ivana, zbog bogato oslikane unutrašnjosti, kapela Majke Božje Žalosne smatra se jednim od najljepših primjera kasnobarokne arhitekture sjeverozapadne Hrvatske.<sup>4</sup> Upravo je to razlog zbog kojeg bi povijest i arhitektura ove građevine trebali biti na adekvatan način obrađeni i sačuvani.

### 3.2. Povijest gradnje, istraživanja i stanje očuvanosti kapele

Sudeći prema podacima koje je objavila zagrebačka nadbiskupija, kapela je obnovljena 1914. godine. Tada se ispred kapele nalazio stari kameni kip Gospe Žalosne koji je nakon obnove premješten u župni ured, a potom u lapidarij ispred obližnje crkve sv. Ivana Krstitelja. Vrlo vjerojatno je riječ o kamenom kipu koji se nalazi u kapelici pri ulazu u crkvu (Sl. 13).<sup>5</sup> Prema tom podatku izgleda da je u jednome trenutku između 1763. i 1914. kameni kip u kapeli zamijenjen novim. Vrlo vjerojatno se radi o drvenom kipu koji je danas smješten unutar edikule na oltaru kapele. U fototekama Konzervatorskog odjela u Zagrebu i Ministarstva kulture nismo pronašli povijesne fotografije kapele kojima bi se ova ili neke druge obnove mogle jasnije definirati.

<sup>1</sup> Jerković, Vručina 2017., 229-268.

<sup>2</sup> Sirovec 1997., 40, *passim*.

<sup>3</sup> Sirovec 1997., 47-50.

<sup>4</sup> Galerija nepokretnih kulturnih dobara Grada Zagreba, Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode, <http://www1.zagreb.hr/galerijakd.nsf/c31dd4a135787898c1256f9600325af4/8a7408859865fe6bc1257f3e004917c5?OpenDocument> (pristupljeno 28.7.2021.).

<sup>5</sup> Zagrebačka nadbiskupija, <https://www.zg-nadbiskupija.hr/dokumenti/aktualnosti/proslavljena-gospa-novoveska> (pristupljeno 28.7.2021.).

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

Povijesne fotografije dobivene su na uvid od župnika Ivana Lastovčića iz župe sv. Ivana Krstitelja u Novoj Vesi. Najstarije su dvije crno bijele fotografije ulice Nove Ves s kapelicom Majke Božje Žalosne, od koje jedna nema točnu dataciju, dok je za drugu navedeno kako je nastala 1940. godine (sl 10.-11).

Značajna je i fotografija u boji kapelice Majke Božje Žalosne iz Nove Vesi s početka 1970. godine autora S. Sachera (sl. 12.). Vidljivo je stanje prije obnove iz 1988. i 1989. godine. Kapelica je bila obojena svijetlim oker naličjem dok su profilacije i otvori prozora bili obojani bijelim naličjem. Sokl je bio oličen sivim naličjem. Portal je vjerojatno izveden u kamenoj građi, što je moguće utvrditi dodatnim istražnim radovima na pročelju. Na glavnom pročelju bila je izvedena niša sa zidnim oslikom koji su vjerojatno nepovratno izgubljeni postavom reljefa s likovima Ivana Pavla II i Alojzija Štepinca iznad portala 1999. godine. Vidljivo je izraženo djelovanje kapilarne vlage koje seže do visine gornjeg dijela prozora na južnoj strani te portala na istočnoj strani kapele.

U arhivi Župnoga ureda sv. Ivana Krstitelja samo je nekoliko dokumenata iz 1988. i 1989. godine koji svjedoče o još jednoj većoj obnovi kapele. U tom su razdoblju zabilježene sljedeće aktivnosti: (1) saniranje pročelja: skidanje dotrajale žbuke, čišćenje zida, nanošenje grube i fine žbuke s izravnavanjem s postojećom žbukom; izvedba kompletne fasade kapele od fasadeksa u boji po izboru; (2) obnova žbuke u unutrašnjosti crkve; (3) limarski radovi: postavljanje žljebova i odvodnih cijevi za oborinsku vodu, postavljanje novog pokrova piramidalnog tornjića kapele; (4) zamjena krovne konstrukcije, postavljanje novih letava i biber crijepa; (5) izvedba drenažnog i odvodnog kanala oko kapele.<sup>6</sup> U jednom od izvještaja iz toga razdoblja donosi se i opis krova kapele. Sastoji se od dvije jednake strehe sa sjeverne i južne strane te zapadne strehe, čija je konstrukcija izvedena u obliku triju trokuta.<sup>7</sup>

Pretpostavlja se da je ova obnova bila povodom izrade do sada jedinog objavljenog znanstvenog rada o kapeli, autorice Mirjane Repanić-Braun iz 1990., u kojem su analizirani i

<sup>6</sup> U dokumentaciji se nalazi i dopis Restauratorskog zavoda Hrvatske u kojemu Josip Velenić, dipl. ing. arh. iznosi stav da iskop drenažnog odvoda neće zaustaviti prodor vlage u crkvu te preporuča horizontalnu kemijsku izolaciju zidova putem elektroosmotske penetracije te pomoću infuzije izolirajuće tekućine u bušotinu. U tom slučaju, smatra, nije nužno izvoditi drenažu oko objekta. Po svemu sudeći drenaža oko objekta je ipak učinjena. Dopis od dana 17.11.1987. čuva se u dokumentaciji župnog ureda sv. Ivana Krstitelja u Zagrebu.

<sup>7</sup> Dokumentacija župnog ureda crkve sv. Ivana Krstitelja, Zagreb.

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

atribuirani oslici unutar kapele kao djelo poznatog štajerskog slikara Antona Jožefa Lerchingera.<sup>8</sup> Na fotografijama iz toga članka vide se prilično dobro očuvani oslici svoda, lukova iznad vrata i prozora te gornjeg dijela svoda apside. Na fotografiji apside, ispod razine kapitela trijumfalnoga luka, primjećuje se mnogo slabije stanje očuvanosti oslikanih motiva retabla i oltarne menze koji su bili dijelom veće iluzionistički prikazane kompozicije glavnoga oltara (Sl. 11). Pretpostavlja se da je slabije stanje očuvanosti bio razlog zbog kojeg je donja trećina zidova kapele u tom ili idućem razdoblju prebojana u bijelo. Naime uz ove, i ostali oslici nastali u vrijeme izgradnje crkve očuvani su samo u gornjoj trećini zidova kapele (iznad vijenca koji spaja kapitele trijumfalnoga luka, odnosno iznad lučnih otvora dvaju prozora i vrata), dok su u donjem dijelu prebojani ili kompletno oštećeni pri radovima obnove, što je potrebno utvrditi istražnim radovima u interijeru (Sl. 14-17).

Slično kao i na primjeru obližnje crkve sv. Ivana Krstitelja, pretpostavlja se da jednu od najvećih opasnosti oslicima i žbuci u unutrašnjosti predstavljao prodor kapilarne vlage<sup>9</sup> i oborinskih voda. Sanacijom provedenom 1989. taj se problem pokušao riješiti obnovom krovova i žljebova kapele te izgradnjom drenažnog kanala oko crkve.

Nadbiskupija spominje još jednu obnovu kapele između 1996. i 1998. godine te postavljanje reljefa s likovima Ivana Pavla II i Alojzija Stepinca iznad portala.<sup>10</sup> Kako je opisano ranije u tekstu, na glavnom pročelju bila je izvedena niša sa zidnim oslikom koji su vjerojatno nepovratno izgubljeni postavom reljefa.

Danas se još uvijek u gornjem dijelu zidova kapele vide oslici s iluzionističkim arhitektonskim elementima i figuralni motivima, djelo slikara A. J. Lerchingera. Donje dijelove zidova djelomično prekriva bijeli nalič. Na više se mjesta na zidovima uočavaju oštećenja nastala pod utjecajem kapilarne vlage i soli, ali i druge vrste oštećenja kao što su pukotine i odvajanja slikanog sloja, cementne zakrpe, preslici te prašina i prljavština (Sl. 15-19). U potresu 22.3.2020. te nizu naknadnih manjih potresa, kao i potresom od 29.12.2020. došlo je do oštećenja kapele. Navedena oštećenja detaljnije su opisana u poglavlju 4. *Opis postojećeg stanja, uzroci oštećenja.*

<sup>8</sup> *Ibid.*

<sup>9</sup> Fermežir 2017.

<sup>10</sup> <https://www.zg-nadbiskupija.hr/dokumenti/aktualnosti/proslavljena-gospa-novoveska> (pristupljeno 28.7.2021.)

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

Osim navedenih izvora kapela se spominje u preglednim monografijama o povijesti župe sv. Ivana Krstitelja i sporadično u nekoliko znanstvenih i stručnih publikacija.<sup>11</sup> Nedostatna pozornost ovoj građevini ogleda se u današnjem jako lošem stanju očuvanosti njezinog interijera.

### 3.3. Opis kapele

Kapela Majke Božje Žalosne jednobrodna je građevina s apsidom zaobljenog završetka. Zvonik je inkorporiran u glavno, istočno pročelje, koje je također blago zaobljeno (konveksno). Zbog prilagodbe položaja novoveškog glavnoj cesti, kapela je orijentirana u smjeru zapad-istok, s ulazom s istočne strane.

Unutrašnjošću kapele dominiraju iluzionistički oslici slikara A. J. Lerchinger (Sl. 15-19). Pretpostavlja se da su izvorno bili oslikani svi zidovi i svod kapele. Danas su, nažalost očuvani većinski samo u gornjoj trećini zidova i na svodu. Stanje očuvanosti zidnog oslika na zidovima potrebno je utvrditi istražnim radovima u interijeru.

Na središtu svoda nalazi se medaljon s prikazom dva anđela (Sl. 18). Iz uglova svoda, prema medaljonu pružaju se dijagonalno volutni pilastri koji dijele svod na četiri zone. U svakoj od tih zona prikazan je bogato ukrašen postament s figurom anđela, flankiran s po dvjema volutama i florealnim motivima. Na sličan su način ukrašene dvije nasuprotne zone svoda nad bočnim zidovima kapele.

Na zapadnom zidu apside nalazi se oltar s kipom Gospe Žalosne (Sl. 15 i 20). Izvorno je taj zid bio oslikan iluzionističkim prikazom arhitekture oltara koji je, prema dr.sc. Repanić-Braun, imitirao barokno prostorno razvijene oltare, „kojima masivno gređe, pokrenuto brojnim obratima, nose stupovi pomaknuti od pozadinskog zida.“ Danas je vidljiv samo gornji dio oslika, no u članku iz 1990. M. Repanić-Braun objavila je fotografiju na kojoj su u apsidi još bili vidljivi dijelovi oslika menze oltara na kojoj su klečala dva anđela koja su pridržavala retabl (Sl. 14). Prikaz na retablu nije poznat jer ga većinski zaklanja neogotička edikula s kipom Gospe, smještena na kamenoj menzi (Sl. 20). Radi se o prikazu tzv. Bogorodice sućutne (njem. *Vesperbild*, tal. *Pietà*), ikonografskom motivu u zapadnoj kršćanskoj umjetnosti sa sjedećim likom Majke Božje koja u krilu drži mrtvo Isusovo tijelo nakon

<sup>11</sup> Brale 1899.; Sirovac 1997; Repanić-Braun 2018., 12-15.

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne



skidanja s križa.<sup>12</sup> Kao i na primjeru obližnje crkve sv. Ivana Krstitelja, bogato ukrašena unutrašnjost crkve u opreci je s njezinom relativno jednostavnom vanjštinom (Sl. 1-9). Istočno, glavno pročelje flankiraju po dva plitka pilastra s korintskim kapitelima, smještena na visokoj, blago profiliranoj bazi. Pilastru nose jednostavni vodoravni vijenac iznad kojega je zabat ukrašen velikim okulusom. Između pilastara, u središtu donjeg dijela istočnog pročelja je portal flankiran dvama plitkim pilastrima koji nose luk s ključnim kamenom. Do portala vode tri niske ulazne stube. Iznad portala je reljef - spomen ploča s portretima „dvaju velikih štovatelja Blažene Djevice Marije“, Ivanom Pavlom II i bl. Alojzijem Stepincem (sl. 21).<sup>13</sup> Na zabat se nastavlja jednostavni tornjić zvonika pravokutnog tlocrta s po četiri otvora sa svake strane i piramidalnim krovom. Na sredini sjevernog i južnog pročelja nalazi se po jedan lučni prozor. Krov kapele ima drvenu konstrukciju, pokrivenu biber sivim crijepom, a krov tornjića je prekriven bakrenim limom. Kapela je obojana u svijetlo žutu boju s pilastrima i prozorskim okvirima u bijeloj boji, dok su portal te sokli obojani u svijetlo smeđu boju.

#### 3.4. Zaključak

Kapela Majke Božje Žalosne u Novoj Vesi zbog svoje bogato oslikane unutrašnjosti smatra se jednim od najljepših primjera kasnobarokne arhitekture sjeverozapadne Hrvatske. Upravo je ta bogato ukrašena unutrašnjost danas, unatoč najmanje trima obnovama, provedenima 1914., 1988.-1989. i 1996.-1998., najslabije sačuvani dio crkve.

<sup>12</sup> Prikazi Bogorodice sućutne počeli su se javljati krajem 13. stoljeća u Njemačkoj od kuda su se proširili po čitavoj srednjoj Europi, francuskim i alpskim krajevima (Slovenija, Istra, Venecija, Furlanija, gornja Italija) sve do 16. stoljeća. U literaturi je prisutno više tipoloških podjela ovih prikaza koji se većinom temelje na položaju Kristovog tijela u odnosu na Marijino te na položaju njihovih glava u odnosu na promatrača. Općenito o prikazima tugujuće Marije koja u krilu drži mrtvo Isusovo tijelo: Tulić, Pintarić 2018., 61-62, s literaturom.

<sup>13</sup> <https://www.zg-nadbiskupija.hr/dokumenti/aktualnosti/proslavljena-gospa-novoveska> (pristupljeno 28.7.2021.)

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

#### 4. Opis postojećeg stanja, uzroci oštećenja

U potresu 22.3.2020. te nizu naknadnih manjih potresa, kao i potresom od 29.12.2020. došlo je do oštećenja crkve. Službenici Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode pri postupku donošenja rješenja o mjerama zaštite, proveli su očevid 8. svibnja 2020. godine na kulturnom dobru. Izvršenim vizualnim pregledom utvrđeno je sljedeće:

Na dijelu krova koji je prekriven biber crijepom te na limenom pokrovu zvonika vizualnim pregledom nisu uočena oštećenja te je navedeno kako je potreban detaljan pregled krovšta. Vidljive su brojne nepravilne pukotine na pročeljima kapele, od kojih su najizraženije one na pilastrima zaobljenih uglova glavnog pročelja. Na istočnom, odnosno glavnom pročelju izražena je kontinuirana pukotina koja prolazi punom debljinom zida, a zaglavni kamen portala se spustio te je izmaknut u odnosu na luk portala. Vidljiva su i oštećenja na nadvojima prozora i zidovima zvonika.

Brojne nepravilne pukotine uočene su u unutrašnjosti kapele, na zidovima, nadvojima prozora, plitkom svodu i apsidalnom zidu. Stanje zidnih slika je izrazito loše. Slikani sloj u zonama svoda se odvaja od podloge, vidljiva su brojna oštećenja na žbukanim profilacijama. Višegodišnjim djelovanjima vlage, nestručnim obnovama te recentnim potresima ugrožen je, a možda i nepovratno izgubljen dio oslika koji se nalazio uz oltar i na zidovima koji ga okružuju. Brojnim naknadnim potresima od potresa 22.3. i jakim potresom u prosincu 2020. godine postojeća oštećenja su se pojačala, a pukotine proširile.<sup>14</sup> Najveća oštećenja zidnog oslika su ispod vijenca koji spaja kapitele trijumfalnoga luka, odnosno iznad lučnih otvora dvaju prozora i vrata. Kako je opisano ranije u tekstu, na fotografijama iz znanstvenog rada o kapele, autorice Mirjane Repanić-Braun iz 1990. godine, vide se prilično dobro očuvani oslici svoda, lukova iznad vrata i prozora te gornjeg dijela svoda apside. Na fotografiji apside, ispod razine kapitela trijumfalnoga luka, primjećuje se mnogo slabije stanje očuvanosti oslikanih motiva retabla i oltarne menze koji su bili dijelom veće iluzionistički prikazane kompozicije glavnoga oltara (Sl. 14). Pretpostavlja se da je slabije stanje očuvanosti bio razlog zbog kojeg je donja trećina zidova kapele u tom ili idućem razdoblju bila prebojana u bijelo. Naime uz ove, i ostali oslici nastali u vrijeme izgradnje crkve očuvani su samo u

<sup>14</sup> Rješenje Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode – mjere zaštite za kapelu Božje Žalosne u Novoj Vesi, na k.č.br. 625, k.o. Centar, KLASA: UP/I-612-08/21-014/22, UBRJ: 251-18-01/02-21-1

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne



gornjoj trećini zidova kapele, dok su u donjem dijelu prebojani ili kompletno oštećeni pri radovima obnove, što je potrebno utvrditi istražnim radovima u interijeru. Na dijelovima koji nisu oštećeni vidljiva je vapnena žbuka, moguće izvorna no bez slikanog sloja.

Slično kao i na primjeru obližnje crkve sv. Ivana Krstitelja, pretpostavlja se da jednu od najvećih opasnosti oslicima i žbuci u unutrašnjosti predstavlja prodor kapilarne vlage,<sup>15</sup> kao i prodor oborinskih voda. Sanacijom provedenom 1989. godine taj se problem pokušao riješiti obnovom krovova i žljebova kapele te izgradnjom drenažnog kanala oko crkve. Postavom neadekvatne cementne žbuke na pročeljima kapele, utvrđenom u sklopu istražnih radova (vidi poglavlje 7. *Rezultati konzervatorsko-restauratorskih istraživanja*), povećan je vertikalni protok kapilarne vlage od nivoa terena pa ta vlaga pojačano razara recentnu žbuku na pročelju i staru vapnenu pješčanu žbuku u unutrašnjosti crkve, uz štetno djelovanje soli iz zidova, koji dodatno razaraju stare oslike. Cementne zakrpe uočene su i u interijeru na zidovima kapele. Cementna žbuka ima negativan utjecaj na zidne slike budući da topive ili djelomično topive soli sadržane u cementu ili nastale tijekom njegove hidratacije (kao što su kalcijev hidroksid, natrijev hidroksid, natrijev silikat, natrijev sulfat i kalcijev sulfat) mogu biti glavni uzrok njihova oštećenja pri procesima (re) kristalizacije.<sup>16</sup> Djelovanje vlage te velike varijacije u vlažnosti zraka u kapeli tijekom stoljeća jedan su od glavnih uzroka oštećenja i gubitka zidnih slika u donjim dijelovima. Takve fluktuacije u visini relativne vlage unutar kapele djeluju na soli koje su sadržane u zidnim strukturama, a koje se ciklično tope i (re)kristaliziraju, a upravo djelovanje njihovog kristalizacijskog tlaka djeluje razarajuće na ionako oslabljenu žbuku. Ukoliko je došlo do prodora kišnice kroz krovšte, prije zamjene krovne konstrukcije te postava žljebova i odvodnih cijevi za oborinsku vodu u obnovi iz 1987.-88., došlo je do oštećenja na zidnim slikama; erozije vapnene žbuke te moguće migracije topljivih soli. Kišnica sadrži otopljeni atmosferski ugljični dioksid, tvoreći slabu otopinu ugljične kiseline, koja reagira s kalcijevim karbonatima u vapnenoj žbuci stvarajući kalcijeve bikarbonate, koji su vrlo topljivi, pri čemu se promijenjeni vezivni materijal ispire, a agregat ostaje izložen.<sup>17</sup> Žbuka koja sadrži reduciranu količinu veziva s agregatom čini zidni oslik slabijim, osjetljivijim i poroznijim,<sup>18</sup> posebice u nestabilnim mikroklimatskim uvjetima

<sup>15</sup> Femežir 2017.

<sup>16</sup> Henry, Alison; Stewart, John, (ur.), *English Heritage*, 2011., 126

<sup>17</sup> Henry, Alison; Stewart, John, (ur.), *English Heritage*, 2011. 141

<sup>18</sup> Isto, 124



Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

gdje se bilježe velike fluktuacije relativne vlage, uključujući razdoblja kad je relativna vlaga visoka, kao i u sušnim razdobljima s visokim temperaturama koje također utječu na slabljenje veziva u vapnenim žbukama.

Potres od 22.3, niz naknadnih potresa, uključujući jaki potres iz prosinca 2020. godine, znatno su oštetili kapelu te je ugrožena i strukturna stabilnost zidnog oslika. Došlo je do pojačanja postojećih oštećenja i pukotina te je vrlo vjerojatno došlo do nastanka i/ili povećanja šupljina,<sup>19</sup> to jest delaminacije *intonaca* od *arriccia* te *arriccia* od nosača, što će se moći utvrditi u sklopu konzervatorsko-restauratorskih radova perkusijskim testom.

Istaknute su i neadekvatne obnove kojima su vrlo vjerojatno nepovratno oštećene zidne slike na zidovima kapele. Na pojasnicama svoda, zidovima, apsidi, osliku putta na istočnom dijelu svoda te kapitelima s profilacijama, uočeni su i neadekvatni sintetski premazi, koji su vjerojatno izvedeni u obnovi iz 1998. godine (sl. 22 i sl. 24). Usporedbom fotografije iz 1990. godine te 2019. godine vidljiv je izvoran oslik te neadekvatni premazi na zidnim slikama (sl. 22-24).

Sačuvani zidni oslici u kapeli prekriveni su slojem prljavštine i nečistoća. Vidljiva su i oštećenja estetske naravi, ogrebotine i izlizanost slikanog sloja. Dijelovi oslika se ljuskaju i praškasto osipaju. Izvorni slikani sloj na svodu kapele je dijelom oštećen, većim dijelom nedostaje na pandativima i zapadnoj pojasnici s oslikanim ornamentalnim motivom.

<sup>19</sup> Prazan prostor unutar čvrstog materijala nastao gubitkom komponenata. Preuzeto iz: WEYER ANGELA [et al.], 2016., 183

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

## 6. Sondiranje



Sl. 25. Detalj sonde 2, tijekom istražnih konzervatorsko-restauratorskih radova

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

| SONDA 1   |                  |          |   |
|-----------|------------------|----------|---|
| Pozicija: | istočno pročelje | Položaj: | istočno pročelje, s lijeve strane portala |



Sonda je izvedena na istočnom pročelju, s lijeve strane portala. Sonda je izvedena na poziciji gdje će se provesti daljnji istražni radovi na konstrukciji građevine. Istražnim radovima utvrđen je svijetli oker nalič A1, siva cementna žbuka koja sadrži agregat 0-2 granulacije, 2-3 mm debljine, B1; slijedi oker nalič A2 te svjetliji oker nalič A3 položen na oker-sivkastu cementnu žbuku koja sadrži agregat 0-2 granulacije, do 0.5 cm debljine, slijedi siva cementna žbuka, sadrži agregat 0-4 granulacije, do 3 cm debljine, B3. Utvrđena je građa od opeke C1 izvedena pomoću sive vapnene žbuke, 0-4 granulacije B4.

Portal je ličen smeđim naličem A1, ispod kojeg je svijetli sivi nalič A2, slijedi sivi nalič A3 položen na bijeli nalič A4, zadnja je sivkasta cementna žbuka B1 koja formira profilaciju portala (stratigrafski slojevi na portalu su označeni plavom bojom)

Profilacija pročelja oličena je bijelim naličem A1 ispod kojeg je bijeli oker nalič A2, slijedi bijeli nalič A3 položen na sivu cementnu žbuku, koja sadrži agregat granulacije 0-2, B1 (stratigrafski slojevi na profilaciji pročelja su označeni zelenom bojom)

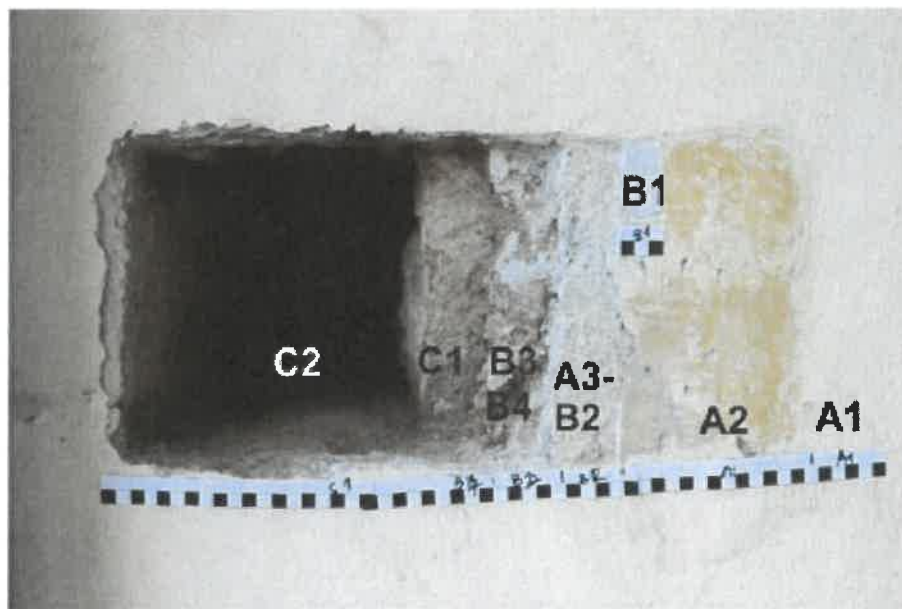
| TEHN . SLOJ | STRATIGRAFSKI SLOJ  |     | STRATIGRAFSKI SLOJ           | STRATIGRAFSKI SLOJ |   |
|-------------|---|-----|------------------------------|--------------------|---|
| I           | A1 – svijetli oker nalič                                      | I   | A1 – svijetlo                | I                  | A1 – bijeli nalič                         |
| I           | B1 – siva cementna žbuka, 0-2 granulacije, 2-3 mm debljine    | II? | smeđi nalič                  | II                 | A2 – bijeli oker nalič                    |
| II          | A2 – oker nalič   | II? | A2 – svijetli sivi nalič     | III                | A3 – bijeli nalič                         |
| III         | A3 – bijelo-okер nalič  | III | A3 – sivi nalič              | III                | B1 – siva cementna žbuka, 0-2 granulacije |
| III         | B2 – siva cementna žbuka, 0-2 granulacije, do 0.5 cm debljine | III | A4 – bijeli nalič, glet ?    |                    |   |
| III         | B3 – siva cementna žbuka, 0-4 granulacije, do 3 cm debljine   |     | B1 – sivkasta cementna žbuka |                    |   |
| IV          | B4 – siva vapnena žbuka, 0-4 granulacije, vezivna             |     |                              |                    |   |
| IV          | C1 – opeka  |     |                              |                    |   |

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
 Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

|           |                   |          | SONDA 2                                 |
|-----------|-------------------|----------|---|
| Pozicija: | sjeverno pročelje | Položaj: | sjeverno pročelje, dvije pozicije A i B |



A



B

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

Sonda je izvedena na sjevernom pročelju. Sonda je izvedena na poziciji gdje će se provesti daljnji istražni radovi na konstrukciji građevine, na dvije pozicije označene A i B. Istražnim radovima u sondi 2-A utvrđen je svijetli oker nalič A1, oker nalič A2, siva cementna žbuka koja sadrži agregat 0-4 granulacije, oko 1 cm debljine te oker vapnena žbuka, koja sadrži agregat 0-4 granulacije, do 2 cm debljine. Utvrđena je građa od opeke C2 te kamena građa, litotamnijski vapnenac tzv. „bizek“ C1, širine cca 30 cm, nakon čega je utvrđen dodatan sloj opeke, C2.

U sondi 2-B utvrđen je svijetli oker nalič A1, oker nalič A2, siva cementna žbuka koja sadrži agregat 0-2 granulacije, 2-3 mm debljine, bijeli-okker nalič A3 te siva cementna žbuka koja sadrži agregat 0-4 granulacije, oko 1 cm debljine B2, slijedi tanak sloj fine oker vapnene žbuke B3, na oker vapnenoj žbuci koja sadrži agregat 0-4 granulacije, do 2 cm debljine, B4. Utvrđena je građa od opeke C1 te kamena građa, litotamnijski vapnenac tzv. „bizek“, širine sloja cca 27cm, nakon čega je utvrđen sloj opeke, C2.

| TEHN . SLOJ | STRATIGRAFSKI SLOJ<br>Sonda 2-A                                      |     | STRATIGRAFSKI SLOJ<br>Sonda 2-B                                      |
|-------------|--|-----|--|
| I           | A1 – svijetli oker nalič   | I   | A1 – svijetli oker nalič   |
| II          | A2 – oker nalič  | II  | A2 – oker nalič  |
|             |  | II  | B1 – siva cementna žbuka, agregat 0-2 granulacije, 2-3 mm debljine   |
| II          | B1 – siva cementna žbuka, agregat 0-4 granulacije, oko 1 cm debljine | II  | A3 – bijeli- oker nalič  |
|             |  | II  | B2 – siva cementna žbuka, agregat 0-4 granulacije, oko 1 cm debljine |
| III         | B2 – oker vapnena žbuka, agregat 0-4 granulacije, do 2 cm debljine   | III | B3 – tanak sloj fine oker vapnene žbuke                              |
| III         | C1 – kamena građa, litotamnijski vapnenac                            | III | B4 – oker vapnena žbuka, 0-4 granulacije, do 2 cm debljine           |
| III         | C2 – opeka   | III | C1 – kamena građa, litotamnijski vapnenac                            |
|             |  | III | C2 – opeka   |

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

|           |                  |          | SONDA 3                         |
|-----------|------------------|----------|---------------------------------|
| Pozicija: | istočno pročelje | Položaj: | Istočno pročelje, okvir okulusa |



Sonda je izvedena na istočnom pročelju s okvirom okulusa. Sonda je izvedena na poziciji gdje će se provesti daljnji istražni radovi na konstrukciji građevine. Na plohi zida utvrđen je svijetli oker nalič A1, oker nalič A2, bijeli nalič A3, sivi impregnacijski premaz A4, siva cementna žbuka koja sadrži agregat 0-4 granulacije, oko 1 cm debljine B1, te oker vapnena žbuka, koja sadrži agregat 0-4 granulacije, do 1 cm debljine B2. Utvrđena je građa od opeke C1 vezana sivom vapnenom žbukom, agregata 0-4 granulacije, B3.

Na profilaciji okulusa utvrđen je bijeli nalič A1 na sivoj cementnoj žbuci 0-2 granulacije, 2-3 mm debljine B1, bijeli nalič A2, sivi impregnacijski premaz A3, te oker vapnena žbuka koja sadrži agregat 0-2 granulacije oker vapnena žbuka sadrži agregat koji je uglavnom 0-4 granulacije, vidljivi su i obluci od 6 do 7 mm, B3.

| TEHN . SLOJ | STRATIGRAFSKI SLOJ<br>Ploha zida  | STRATIGRAFSKI SLOJ<br>okulus  |
|-------------|---|---|
| I           | A1 – svijetli oker nalič  | I A1 – bijeli nalič   |
| II          | A2 – oker nalič   | I B1 – siva cementnoj žbuka 0-2 granulacije, 2-3 mm debljine  |
| II          | A3 – bijeli nalič, glet ?   | II A2 – bijeli nalič  |
| II          | A4 – sivi impregnacijski premaz   | II A3 – sivi impregnacijski premaz  |
| II          | B1 – siva cementna žbuka koja sadrži agregat 0-4 granulacije, oko 1 cm debljine | III B2 – oker vapnena žbuka sadrži agregat 0-4 granulacije  |
| III         | B2 – oker vapnena žbuka, koja sadrži agregat 0-4 granulacije, do 1 cm debljine  | III B3, oker vapnena žbuka sadrži agregat koji je uglavnom 0-4 granulacije, vidljivi su i obluci od 6 do 7 mm |
| III         | B3 – siva vapnena žbuka, 0-4 granulacije, vezivna                               |   |
| III         | C1 – građa od opeke   |   |

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

## 7. Rezultati konzervatorsko-restauratorskih istraživanja

Cilj provedenih istraživanja bio je utvrditi stratigrafske slojeve žbuka i naliča te eventualne tragove zidnog oslika. Sonde su izvedene na pozicijama gdje će se provesti daljnji istražni radovi na konstrukciji građevine.

U sklopu sondažnih konzervatorsko-restauratorskih istraživanja izvedeno je 13 sondi.

Svaka sonda je numerirana i obilježena na način da su slojevi naliča označeni slovom A, slojevi žbuke slovom B, a slojevi građe slovom C. Slojevi su numerirani počevši od najmlađeg prema najstarijem. Za svaku sondu napravljena je tablica s kronološkim i tehnološkim prikazom redoslijeda slojeva.

Za pojašnjenje rezultata istraživanja uz opise sondi vidi i nacрте u prilogu s ucrtanim položajem sondi.

Utvrđene su dvije faze obnove pročelja kapele. Prema rezultatima sondiranja, u prvoj je obnovi izvorna vapnena žbuka dijelom uklonjena s građe. U sondi 1 nisu nađeni tragovi izvorne vapnene žbuke. U prvoj obnovi postavljena je siva cementna žbuka, 0-2 granulacije, do 5mm debljine (sonde 1/B2/, 2-B/B1/), u sondi 2-B utvrđen je bijeli nalič (A3), slijedi siva cementna žbuka, 0-4 granulacije, oko 1 cm debljine (sonde 1/B3/, 2-B,/ B1/ te 3/B1/). Na nju je nanesen podložni bijeli nalič (sonda 1/A3/, sonda 3/A3/), riječ je vjerojatno o gletu. U sondi 3 nađen je i sivi impregnacijski premaz/A4/. Završno bojenje pročelja izvedeno je oker naličem (sonde 1/A2/, 2-A/A2/, 2-B/A2/, 3/A2).

Zadnja obnova odgovara zatečenom stanju crkve, gdje su ravne plohe zidova obojane svijetlim oker naličem, profilacije bijelim naličem, a portal te sokl su obojani svijetlo smeđim naličem (sonde 1/A1/, 2-A/A1/, 2-B/A1, 3/A1/). Na okulusu je utvrđena i zakrpa izvedena sivom cementnom žbukom, agregata 0-2 granulacije, 2-3 mm debljine dok su manje intervencije cementnom žbukom vjerojatno izvedene duž kapele.

Najstarija oker gruba vapnena žbuka je utvrđena u sondama 2-A/B3/ te 2-B/B4/, do 2 cm debljine te sondi 3, oko 1 cm debljine. Utvrđen je i tanak sloj fine vapnene žbuke u sondi 2-B, /B3/. Riječ je o izvornoj žbuci iz vremena gradnje kapele, 1763. godine. Izvorni ton bojenja nije utvrđen.

Kapela je građena od opeke te kamene građe. Na istočnom pročelju utvrđena je građa od opeke dok je na sjevernom pročelju utvrđena kamena građa, litotamnijski vapnenac, do 30 cm širine, iza kojeg je utvrđena građa od opeke.

Prema opisanoj povijesnoj dokumentaciji provedene su tri veće obnove 1914., 1988.-1989. i 1996.-1998. Iako se u zadnjoj obnovi iz 1996-1998. godine navodi samo postavljanje reljefa s likovima Ivana Pavla II i Alojzija Stepinca iznad portala, moguće je da je tada

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

izvedeno i bojenje cijele kapele. Moguće je da je bojenje kapele izvedeno 1999. godine, kada je izvedeno i bojenje pročelja crkve sv. Ivana Krstitelja pri čemu su tonovi pročelja kapele slični tonovima pročelja crkve. Kako je opisano ranije u tekstu, na glavnom pročelju bila je izvedena niša sa zidnim oslikom koji su vjerojatno nepovratno izgubljeni postavom reljefa. Riječ je o zadnjoj obnovi koje odgovara zatečenom stanju crkve, gdje su ravne plohe zidova obojane svijetlim oker naličjem, profilacije bijelim naličjem, a portal te sokl su obojani svijetlo smeđim naličjem (opisano ranije u tekstu).

Prva obnova, pri kojoj je postavljen intenzivniji oker nalič te fina i gruba cementna žbuka na zidovima kapele, može se datirati u 1988.-89. godinu. Tonom vjerojatno odgovara tonu kojim je ličena i crkva sv. Ivana Krstitelja u sklopu obnove iz istog razdoblja, 1988.-1989. godine.

Obnova iz 1914. godini, utvrđena u sklopu istraživanja povijesne dokumentacije, nije utvrđena istražnim radovima.

Istražnim radovima nije utvrđen izvoran ton bojenja pročelja, pri čemu povijesna fotografija iz 1970. godine daje važne podatke o tonovima bojenja kapele. Vidljivo je stanje prije obnove iz 1988. i 1989. godine. Kapelica je bila obojena svijetlim oker naličjem dok su profilacije i otvori prozora bili obojani bijelim naličjem. Sokl je bio očičen sivim naličjem. Portal je vjerojatno izveden u kamenoj građi, što je moguće utvrditi dodatnim istražnim radovima.



Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
 Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

Izvedena je objedinjena stratigrafska tablica naliča, žbuka i građe s kronološkim i tehnološkim prikazom slojeva pročelja: ravnih ploha zida

| KRON. SLOJ | SIMBOL | TEH. SLOJ | DATUM                        | OPIS  |
|------------|--------|-----------|------------------------------|---|
| 1          |        | I         | 1996.-<br>1998. ili<br>1999. | A1 – svijetli oker nalič  |
| 2          |        | I         | 1996.-<br>1998. ili<br>1999. | B1 – siva cementna žbuka,<br>0-2 granulacije, 2-3 mm debljine           |
| 3          |        | II        | 1988.-<br>1989.              | A2 – oker nalič   |
| 4.         |        | II        | 1988.-<br>1989.              | A3 – bijeli nalič ili bijeli oker nalič,<br>vjerojatno je riječ o gletu |
| 5          |        | II        | 1988.-<br>1989.              | A4 – sivi impregnacijski premaz   |
| 6          |        | III       | 1988.-<br>1989.              | B2 – siva cementna žbuka,<br>0-2 granulacije, do 0.5 cm<br>debljine     |
| 7.         |        | III       | 1988.-<br>1989.              | B3 – siva cementna žbuka,<br>0-4 granulacije, do 3 cm debljine          |
| 8.         |        | IV        | 1763.                        | B4 - tanak sloj fine oker vapnene<br>žbuke                              |
| 9.         |        | IV        | 1763.                        | B5 - oker vapnena žbuka, 0-4<br>granulacije, do 2 cm debljine           |

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

|     |  |    |       |  |
|-----|--|----|-------|--|
| 10. |  | IV | 1763. | B6 – siva vapnena žbuka,<br>0-4 granulacije, vezivna |
| 11. |  | IV | 1763. | C1 – kamena građa, litotamnijski<br>vapnenac         |
| 12. |  | IV | 1763. | C2 – opeka   |

#### 8. Prijedlog ličenja zidova i profilacija

Istražnim radovima nije utvrđen izvoran ton bojenja pročelja, pri čemu povijesna fotografija iz 1970. godine daje važne podatke o tonovima bojenja kapele te može poslužiti kao uzor pri odabiru tonova za bojenje. Kapelica je bila obojena svijetlim oker naličjem dok su profilacije i otvori prozora bili obojani bijelim naličjem. Sokl je bio oličen sivim naličjem.

Portal je vjerojatno izveden u kamenoj građi, što je moguće utvrditi dodatnim istražnim radovima. Ukoliko je portal kameni potrebno ga je prezentirati u izvornoj građi, uklanjanjem neadekvatnih preslika.

Moguće je i dodatno sondiranje za utvrđivanje tona bojenja sokla.

*Konačnu odluku o odabiru tona bojenja donosi nadležni Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode Grada Zagreba*

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

- 9. Plan i program izvođenja konzervatorsko–restauratorskih radova na zidnim slikama unutar Kapele Majke Božje Žalosne u Novoj Vesi**
- Sondiranja, izrada osam stratigrafskih sondi, žbuka, naliča i oslika u interijeru. Sondiranje se izvodi u svrhu utvrđivanja stratigrafije te očuvanosti oslika. Na dijelovima zidova kapele koji nisu obojeni bijelim vapnenim naličem vidljiva je izvorna žbuka, no bez izvornog slikanog sloja. Istražnim radovima, sondiranjem, će se zaključiti je li oslik na zidovima kapele sačuvan.
  - Sondiranja, izrada dvije stratigrafske sonde, žbuka, naliča i oslika na pročelju: soklu te portalu (utvrđivanje je li portal izveden od kamene građe).
  - Uzimanje uzoraka za analizu veziva, pigmenata i žbuka zidnog oslika.
  - Uzimanje uzoraka za mjerenje vlage u zidovima, kao i za kvantitativne analize. Predviđeno je uzimanje uzoraka za mjerenje i analize na dva mjesta u apsidi (gdje više nema sačuvanog zidnog oslika), na pet mjesta na južnom zidu u vertikalnom stupcu radi dobivanja uvida o vertikalnoj distribuciji vlage i soli u zidu te još tri uzorka ispod prozora na južnom i na sjevernom zidu. Ukupno je predviđena izvedba deset kvantitativnih kemijskih analiza soli i deset mjerenja vlage u uzorcima iz interijera kapele.
  - Metodu odsoljavanja u sklopu konzervatorsko-restauratorskih radova predlaže se odrediti nakon laboratorijskih analiza soli i vlage te konzultiranja s prirodoslovnim laboratorijem/ovlaštenim stručnjakom za laboratorijske analize, kao i u skladu s predviđenom sanacijom vlage koja će biti dana u sklopu projektne dokumentacije. Mogućnosti izvođenja konzervatorsko-restauratorskog tretmana odsoljavanja uklanjanjem soli iz zida pulpom s destiliranom vodom ili mehaničkim četkanjem kristala soli sa površine, kemijskim putem, žrtvenom žbukom ukoliko nema sačuvanih zidnih oslika i povijesnih žbuka kao i eventualnim drugim metodama.
  - Hitni preventivni konzervatorsko-restauratorski radovi obuhvaćaju uklanjanje prašine i prljavštine s površina gdje se provodi konsolidacija. Konsolidacija slikanog sloja provodi se adekvatnim konsolidantom, a injektiranje odvojenih žbukanih

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne



slojeva injekcijskom smjesom. Zahvati injektiranja sugeriraju se provesti injekcijskom smjesom PLM (C.T.S).<sup>22</sup> Uključeno je zatvaranje manjih oštećenja i pukotina vapnenom žbukom adekvatnog sastava. Po potrebi uključiti podupiranje najosjetljivijih dijelova zidnog oslika. Duž svoda vidljive su jače pukotine te je upitna strukturalna stabilnost dijelova oslika, zbog čega je neophodno injektiranje kako bi se spriječilo moguće odvajanje zidnog oslika od nosioca. Dijelove oslika koji se luskaju i praškaju nužno je hitno tretirati pomoću konsolidanta kako se ne bi odvojili od žbukane podloge. Čišćenje zidnog oslika sugerira se, gdje god je moguće, provesti prije ostalih postupaka preventivne konzervacije-restauracije kako ne bi došlo do trajnog učvršćivanja prljavštine. Čišćenje zidnog oslika se provodi nakon prethodno provedenih proba čišćenja.

- Prije provođenja preventivnih konzervatorsko-restauratorskih radova potrebno je osigurati siguran pristup za rad u unutrašnjosti kapele, u skladu s Aktom o mjerama zaštite Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode od 17. ožujka 2021. gdje je navedeno da, ukoliko stručna ekspertiza ukaže na moguću opasnost pada dijelova građe sa zvonika, svoda, zidova, ukrasnih elemenata i drugih elemenata građevine, kako bi se spriječila eventualna ugroza života i zdravlja ljudi te daljnja oštećenja, potrebno je utvrditi opseg i vrstu potrebnih radova uklanjanja i razgradnje oštećenih dijelova, podupiranja i zaštite.
- Probe uklanjanja preslika sa zidnih slika te, ukoliko bude moguće kompletno uklanjanje istog.
- Uklanjanje neadekvatnog bijelog premaza duž zidova kapele.
- Uklanjanje neadekvatne cemente žbuke i recentnih zakrpa.

<sup>22</sup> PLM (Kremer Pigmente GmbH.) – skupina proizvoda PLM, komercijalno su dostupne injekcione smjese na bazi gašenog vapna s manjim udjelom hidrauličnih i inertnih dodataka. Koriste se za ponovnu uspostavu adhezije među slojevima koji sačinjavaju zidne slike i mozaike. Postoje različiti PLM proizvodi koji se razlikuju prema specifičnoj težini te prema tome imaju različita područja primjene; npr. lakši proizvodi namijenjeni su konsolidaciji svodova dok su teži namijenjeni konsolidaciji mozaika. Od lakših prema težini proizvodi u ovoj skupini su: PLM - AL, PLM - A, PLM - I, PLM - M, PLM - S te PLM - SM. Svi PLM proizvodi koriste se dispergirani u vodi te im se može dodavati punilo. Količina vode za svaki pojedini proizvod preporučena je od strane proizvođača. <https://www.ctseurope.com/en/risultato-ricerca-globale.php?term=pim+a+&submit=>, (27. 09. 2019.)

Lokalitet: Nova Ves, Zagreb  
Objekt: kapela Majke Božje Žalosne

- Završno čišćenje slikanog sloja.
- Završna konsolidacija slikanog sloja.
- Zatvaranje većih i manjih oštećenja vapnenom ili sanacijskom žbukom adekvatnog sastava.
- Predlaže se nadoknadu slikanoga sloja izvesti na svim dijelovima zidnih slika unutar kapele gdje je to moguće. Također se predlaže izvesti rekonstrukciju svih nedostajućih elementa koje je moguće logički nastaviti temeljem sačuvanih elemenata na drugim dijelovima zida.
- Detaljna fotodokumentacija provest će se prije, tijekom i nakon radova.
- Po završetku radova izraditi će se elaborat o konzervatorsko-restauratorskim radovima
- U sklopu radova uključiti i stavku montaže i demontaže skele, koja odgovara uvjetima zaštite na radu te struje i vode potrebne za radove.
- zaštitu crkve s inventarom prije početka radova

Sve radove je potrebno verificirati od strane nadležnog *Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode* Grada Zagreba.

## 6. PRIMJENJENI PROPISI

1. Zakon o gradnji (NN 153/13, NN 20/17)  
Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o gradnji (NN 39/19, NN 125/19) i prateći p.p.
2. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, NN 65/17)  
Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o prostornom uređenju (NN 114/18, NN 39/19, NN 98/19)
3. Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije (NN 102/20, NN 10/21, NN 117/21)
4. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)  
Tehnički propis o izmjeni i dopunama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 75/20)
5. Prvi program mjera obnove zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko – zagorske županije i Zagrebačke županije (NN 119/20, NN 17/21, NN 99/21)
6. Pravilnik o sadržaju i tehničkim elementima projektne dokumentacije obnove, projekta za uklanjanje zgrade i projekta za građenje zamjenske obiteljske kuće oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko – zagorske županije i Zagrebačke županije (NN 127/20)
7. Zakon o građevinskoj inspekciji (NN 153/13)
8. Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, NN118/18, NN 110/19)
9. Zakon o normizaciji (NN 80/13)
10. Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14)
11. Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 88/17)
12. Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
13. Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN 04/15, NN 24/15, NN 93/15, NN 133/15, NN 36/16, NN 58/16, NN 104/16, NN 28/17, NN 88/17)
14. Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19)  
Pravilnik o izmjenama pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 65/20)
15. Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti (NN 80/13, NN 14/14, ENERGN 32/19)
16. Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, NN 30/14)  
Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o građevnim proizvodima (NN 130/17, NN 39/19, NN 118/20)
17. Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
18. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, NN 118/14, NN 94/18, NN 96/18)  
Uredba o izmjeni Zakona zaštite na radu (NN 154/14)
19. Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN 103/08, NN 147/09, NN 87/10, NN 129/11)
20. Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11)
21. HRN EN 1990:2011 Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010)
22. HRN EN 1990:2011/NA:2011 Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija – Nacionalni dodatak
23. HRN EN 1991-1-1:2012 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastita težina i uporabna opterećenja za zgrade (EN 1991-1-1:2002+AC:2009)
24. HRN EN 1991-1-1/NA:2012 Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-1: Opća djelovanja – Obujamske težine, vlastita težina i uporabna opterećenja zgrada – Nacionalni dodatak
25. HRN EN 1991-1-2:2008 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (EN 1991-1-2:2002)
26. HRN EN 1991-1-3:2012 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenje snijegom (EN 1991-1-3:2003+AC:2009)
27. HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenje snijegom – Nacionalni dodatak

28. HRN EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja -- Djelovanja vjetra (EN 1991-1-4:2005)
29. HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja -- Djelovanja vjetra -- Nacionalni dodatak
30. HRN EN 1991-1-5:2012 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-5: Opća djelovanja -- Toplinska djelovanja (EN 1991-1-5:2003+AC:2009)
31. HRN EN 1991-1-5:2012//NA:2012 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-5: Opća djelovanja -- Toplinska djelovanja -- Nacionalni dodatak
32. HRN EN 1992-1-1:2013 Eurokod 2 -- Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004+AC:2010)
33. HRN EN 1992-1-1:2013/NA Eurokod 2 -- Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade -- Nacionalni dodatak
34. HRN EN 1992-1-2:2013 Eurokod 2 -- Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1992-1-2:2004+AC:2008)
35. HRN EN 1993-1-1:2008 Eurokod 3 -- Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1993-1-1:2005+AC:2006)
36. HRN EN 1993-1-2:2008 Eurokod 3 -- Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1993-1-2:2005+AC:2005)
37. HRN EN 1993-1-8:2008 Eurokod 3 -- Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-8: Projektiranje priključaka (EN 1993-1-8:2005+AC:2005)
38. HRN EN 1997-1:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje -- 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004+AC:2009)
39. HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje -- 1. dio: Opća pravila -- Nacionalni dodatak
40. HRN EN 1997-2:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje -- 2. dio: Istraživanje i ispitivanje temeljnoga tla (EN 1997-2:2007+AC:2010)
41. HRN EN 1998-1:2011 Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004+AC:2009)
42. HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade -- Nacionalni dodatak
43. HRN EN 1998-3:2011 Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 3. dio: Ocjenjivanje i obnova zgrada (EN 1998-3:2005+AC:2010)
44. HRN EN 1998-3:2011/NA:2011 3. dio: Ocjenjivanje i obnova zgrada -- Nacionalni dodatak
45. HRN EN 1998-5:2011 Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja (EN 1998-5:2004)
46. HRN EN 1998-5:2011/NA:2011 Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja -- Nacionalni dodatak
47. HRN EN 1996-1-1 Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 1-1. dio: Opća pravila za zgrade -- Pravila za armirano i nearmirano ziđe (EN 1996-1-1:2012)+Nacionalni dodatak
48. HRN EN 1996-2 Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 2. dio: Konstruiranje, odabir materijala i izvedba ziđa (EN 1996-2:2012)+Nacionalni dodatak
49. HRN EN 1996-3 Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 3. dio: Pojednostavljene proračunske metode za nearmirane zidane konstrukcije (EN 1996-3:2012)+Nacionalni dodatak
50. HRN EN 1995-1-1 Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija -- dio 1.1: Općenito- Opća pravila I pravila za zgrade (EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008)+Nacionalni dodatak
51. HRN EN 1995-1-2 Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija -- dio 1.2: Općenito- Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1995-1-2:2004+AC:2006)+Nacionalni dodatak

PROJEKTANT:

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:

Antonio Maglov dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
Antonio Maglov dipl.ing.građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3775

## 7. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

### A. OPĆE NAPOMENE

Sve radove trebaju obavljati za to stručno osposobljene osobe, uz stalni stručni nadzor. Za početak svake faze radova potrebna je prethodna suglasnost nadzornog inženjera. Za svako odstupanje od projekta, te u slučaju nepredviđenih okolnosti, potrebno je konzultirati Projektanta. Izvoditelj je dužan u potpunosti poštivati sve mjere osiguranja i kontrole kvalitete. Sva upotrijebljena gradiva i svi izvedeni radovi trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Za vrijeme izvođenja radova potrebna je stalna nazočnost nadzornog inženjera, kontinuirani geodetski nadzor, te povremeni projektantski nadzor.

### B. BETONSKI RADOVI

#### 1. Općenito

Program kontrole i osiguranja kvalitete osnovni je uvjet za postizanje zahtijevanih svojstava betona i konstruktivnih elemenata u fazi građenja i eksploatacije. Upravljanje kvalitetom definirano je Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (TPGK) (NN. 17/17, 75/20).

Potvrđivanje sukladnosti betona provodi se prema kriterijima norme HRN EN 206-1 i Pravilniku o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN. br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11). Unutarnja kontrola proizvodnje betona provodi se prema normi HRN EN 206-1 i mora obuhvatiti sve mjere nužne za održavanje i osiguranje svojstava betona sukladno zahtjevima norme HRN EN 206-1. Sustav potvrđivanja sukladnosti betona je 2+, s time da pravna osoba ovlaštena po posebnom propisu za poslove ocjenjivanja sukladnosti betona (u daljnjem tekstu: ovlašteno tijelo) u cjelini postupi prema HRN EN 206-1 i dodatno, za ispitivanje tlačne čvrstoće najmanje 4 puta godišnje nenajavljeno uzima uzorke betona, po 3 uzorka za svaki sastav betona.

Ovlašteno tijelo treba certificirati, nadzirati i ocjenjivati sukladnost tvorničke kontrole proizvodnje betona u svim slučajevima proizvodnje projektiranog betona (beton čija su zahtijevana svojstva uvjetovana proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona uvjetovanih svojstava i dodatnih osobina) i betona zadanog sastava (beton čiji su sastav i sastavni materijali koji će se koristiti uvjetovani proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona uvjetovanog sastava).

Proizvođačevu tvorničku kontrolu proizvodnje za sve projektirane betone mora certificirati ovlašteno tijelo, a nakon dobivanja certifikata tvorničke kontrole proizvodnje, vrednovati i pregledavati ovlašteno tijelo. Ovlašteno tijelo treba najprije provesti početni nadzor pogona za proizvodnju betona sa svrhom utvrđivanja jesu li ispunjeni preduvjeti koji se odnose na osoblje i opremu, koji omogućuju urednu proizvodnju i odgovarajuću tvorničku kontrolu proizvodnje.

Potvrđivanje sukladnosti betona provodi se dva puta godišnje na temelju rezultata nadzora unutarnje kontrole proizvodnje i ocjene (vrednovanja) rezultata ispitivanja proizvođača i rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće betona na slučajno uzetim uzorcima.

#### 2. Beton i njegova sastavna gradiva

Građevinskim projektom nije predviđena proizvodnja predgotovljenih konstrukcijskih betonskih elemenata na gradilištu, niti normiranih kao ni nenormiranih. Međutim, ako se izvedbenim projektom takva mogućnost predvidi, treba imati na umu da se njihova upotreba mora provjeriti i riješiti projektom usklađenosti njihova ponašanja i ponašanja cijele konstrukcije.

Elementi proizvedeni na gradilištu smatraju se predgotovljenim elementima ako su proizvedeni sukladno odgovarajućoj normi. Oni se i kontroliraju i njihova sukladnost sa specifikacijama norme potvrđuje kao i kod proizvodnje u odgovarajućem proizvodnom pogonu.

Na gradilištu proizvedeni elementi, koji nisu sukladni ni s kojom normom, ne smatraju se predgotovljenim elementima. Proizvode se, kontroliraju i sukladnost im se potvrđuje na ovdje specificirani način kao i kod svih drugih elemenata betonske konstrukcije.



Beton će se na gradilište dopremati iz stacionarnih pogona ili iz betonara instaliranih na gradilištu. Za svaku vrstu betona svaka isporuka gradilištu mora imati izjavu o sukladnosti proizvođača i važeću potvrdu sukladnosti s odgovarajućom normom, ako je određenim propisom uvjetovana, odnosno tehničko dopuštenje, ako norma za njega ne postoji. Još prije prve isporuke za svaki novi proizvod, koji će se ugrađivati u građevinu, nadzornom inženjeru treba za njega dostaviti sve potrebne podatke i potvrde o kvaliteti i ishoditi njegovu suglasnost za ugradnju.

Nadzornom inženjeru treba mjesec dana prije početka ugradnje za svaki sastav betona dostaviti od proizvođača sve podatke o sastavu, sastavnim materijalima i početnim ispitivanjima svih uvjetovanih svojstava, uključivo izjavu o sukladnosti i potvrdu ovlaštenog tijela, sve prema specifikacijama TPGK i norme HRN EN 206-1.

Ukoliko se bilo koji sastav betona, izuzev beton normiranog zadanog sastava, bude proizvodio na gradilištu, pogon za njegovu proizvodnju će se tretirati kao sastavni dio gradilišta, a u organizaciji, kontroli i potvrđivanju sukladnosti kvalitete proizvodnje morati će u potpunosti zadovoljiti specifikacije TPGK i norme HRN EN 206-1.

U izvedbenom projektu treba precizno naznačiti potrebne debljine zaštitnih slojeva betona, uvjetovane normom HRN EN 206, a prilagođene vrstama i razredima agresivnog djelovanja okoliša na pojedine elemente.

Za izradu podložnog i izravnavajućeg sloja koristi se beton razreda tlačne čvrstoće C12/15, max. Zrna agregata  $D_{max}=32$  mm, razreda izloženosti X0.

**Cement.** Za betone specificiranih razreda tlačne čvrstoće ispod C20/25 mogu se koristiti cementi C I ili C II/A ili B ili S ili V ili M razreda tlačne čvrstoće 32,5, a za sve ostale betone, izuzev beton prednapetih nosača C50/60, cementi C I ili C II/A ili B razreda tlačne čvrstoće 42,5 ili 52,5. Cementi C II/A ili B kao mineralne dodatke smiju sadržavati samo šljaku visokih peći (S) ili lebdeći pepeo (V) ili njihovu kombinaciju. Za beton prednapetih nosača razreda tlačne čvrstoće C50/60 može se koristiti samo cement CEM I 52,5. Sve prema HRN EN 197-1.

**Agregat.** Mora zadovoljavati sva svojstva i njihove najviše razrede kvalitete specificirane TPGK i normom HRN EN 12620. Najveće nominalno zrno ne smije biti veće od jedne četvrtine najmanje dimenzije poprečnog presjeka elementa, od jedne trećine debljine ploče niti od 0,8 horizontalnih razmaka šipki armature. Optimalni granulometrijski sastav agregata u betonu mora biti unutar područja 2 i 3 HRN U.M1.057. Za smanjenje skupljanja i povećanje trajnosti betona bolji je granulometrijski sastava agregata u donjem dijelu tog područja (što bliže krivulji 2). U tom smislu frakcija agregata 4-8 mm ne bi smjela biti iznad 10 % (preporučljivo je oko 5 %).

**Voda za pripremu betona.** Mora biti pouzdano pitka voda iz gradskog vodovoda. Voda reciklirana iz proizvodnje betona može se koristiti sukladno normi HRN EN 1008.

**Kemijski dodaci betonu.** Mogu se koristiti sukladno TPGK i HRN EN 934-2 za beton. Efikasnost osnovnog djelovanja svake pošiljke svakog tipa dodatka mora biti prije upotrebe provjerena i potvrđena.

**Beton.** Nearmirani podložni betoni do uključivo razreda tlačne čvrstoće C16/20 mogu se proizvoditi kao normirani betoni zadanog sastava, pri čemu je onda za potvrđivanje sukladnosti kvalitete proizvodnje dovoljan samo dokaz točnosti dodavanja propisane količine cementa. Dovoljan dokaz je izjava proizvođača uz potvrdu sukladnosti predstavnika ovlaštene institucije ili nadzornog inženjera ako je prisustvovao kontroli.

Za potvrđivanje sukladnosti tlačne čvrstoće betona svih ostalih sastava i razreda nužno je zadovoljenje specifikacija i po broju uzoraka i po kriterijima sukladnosti specificiranih normom HRN EN 206-1, što mora biti potvrđeno certifikatom ovlaštenog tijela na početku proizvodnje i kasnije potvrđivano nakon svakih 6 mjeseci. Pri tome potvrda sukladnosti tlačne čvrstoće betona ne smije biti izvedena sa standardnom devijacijom manjom od  $3.0 \text{ N/mm}^2$ . Tlačna se čvrstoća osim u proizvodnji mora prema HRN EN 12390-3 ispitivati i potvrđivati i na gradilištu na uzorcima koji se uzimaju najmanje jednom dnevno na svakih  $100 \text{ m}^3$  svakog sastava betona. Rezultati ispitivanja moraju zadovoljavati kriterije ispitivanja identičnosti tlačne čvrstoće betona specificirane Dodatkom B HRN EN 206-1. U protivnom, na dijelu konstrukcije na kojemu ti kriteriji nisu zadovoljeni, treba prema normama HRN EN 12504-1 do 4 ispitati beton u konstrukciji i kvalitetu ocijeniti prema prEN 13791.

Pored toga potrebno je na gradilištu u skladu s normom HRN EN 12390-8 utvrditi vodonepropusnosti betona tako da se na svakih 250 m<sup>3</sup> svakog sastava betona ispita po jedan uzorak. Dopušteni prodor vode je 30 mm. Svi betoni razreda tlačne čvrstoće iznad C16/20, osim betona prednapetih nosača (razreda tlačne čvrstoće C50/60) moraju biti aerirani s 3 do 5 % mikropora uvučenog zraka kod maksimalnog zrna agregata 32 mm i 5 do 7 % kod maksimalnog zrna agregata 16 mm.

**Materijali za popravak grešaka izvedbe.** Popravke grešaka, koje se dogode u izvedbi (segregacije, pukotine, razna oštećenja i sl.) i zaštitu betona od agresivnog djelovanja okoliša, treba izvoditi postupcima i materijalima specificiranim serijom normi HRN EN 1504-1 do 10 i normama na koje one upućuju.

**Predgotovljeni betonski elementi.** Osnovni predgotovljeni betonski elementi nisu predviđeni za ugradnju u ovaj objekt. No ukoliko se izvođač odluči za ugradnju predgotovljenih betonskih elemenata, a koji bi se dopremali iz vanjskih proizvodnih pogona, tada oni nisu normirani.

Beton proizveden prema odredbama TPGK, ugrađuje se u predgotovljeni element prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670-1 i odredbama TPGK.

Predgotovljeni betonski elementi izrađeni prema odredbama TPGK ugrađuju se u betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670-1 i odredbama TPGK.

I svi ostali predgotovljeni betonski elementi koji se budu koristili u građevini moraju imati adekvatnu izjavu ili potvrdu o sukladnosti sa specifikacijama odgovarajuće norme ili odgovarajuće tehničko dopuštenje.

## OSNOVNI ZAHTJEVI PO DIJELOVIMA KONSTRUKCIJE

Temeljna ploča i vanjski zidovi podzemnih etaža nisu izloženi kontaktu s podzemnom vodom, budući je predviđena izvedba hidroizolacije podzemnih etaža.

- beton treba proizvesti, transportirati, ispitivati, ugraditi i njegovati prema normi EN 206-1.
- razredi tlačnih čvrstoća su iskazani u Tehničkom opisu.

|  |                     | Razred izloženosti  | min. razred čvrstoće | max. v/c omjer | min. količina cementa (kg/m <sup>3</sup> ) |
|--|---------------------|---|----------------------|----------------|--|
| <i>Nosivi elementi nadzemne konstrukcije</i> | Svi ostali elementi | <b>XC1</b> – beton unutar građevine, suha ili stalno vlažna | <b>C25/30</b>        | <b>0,55</b>    | <b>280</b>                                 |

- maksimalna normirana veličina zrna agregata D<sub>max</sub> iznosi 31,5 mm osim pojedinih jače armiranih dijelova konstrukcije za koje će se maksimalno zrno odrediti u izvedbenom projektu.
- maksimalni sadržaj klorida Cl 0,20, osim za prednapetu konstrukciju gdje je maksimalni sadržaj klorida Cl 0,10
- razred konzistencije S2 osim pojedinih jače armiranih dijelova za koje će se konzistencija odrediti u izvedbenom projektu.

Primijeniti sastav betona kako bi se hidratacijska toplina svela na minimalnu moguću razinu. Također tehnologiju izvedbe prilagoditi kako se u betonu ne bi razvila veća temperatura od 50°C. Potrebno je izraditi projekt betona kojim se potvrđuje ispravnost betonske smjese i načina izvedbe.

### **3. Izvođenje betonskih radova**

#### **3.1. Općenito**

Izvođač radova treba izvesti betonske i armirano-betonske radove u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670-1 - Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito i TPGK.

|  |  |
|--|--|
| KONSTRUKTA d.o.o., Desinička 20, ZAGREB  | PROJEKTANT KONSTRUKCIJE: Antonio Maglov, dip. ing. građ. |
| GRAĐEVINA: KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE, Nova Ves 40, k.č.625; k.o. Centar, Zagreb | TD 1905-06-GP, lipanj 2022.                              |
| INVESTITOR: Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, Zagreb                        | 82   |

Pogon za proizvodnju betona mora ispunjavati zahtjeve norme HRN EN 206-1 - Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost. Za svaku vrstu betona proizvođač odnosno izvođač je dužan dostaviti odgovarajuću ispravu o sukladnosti.

### 3.2. Izrada betonske konstrukcije

Beton proizveden prema odredbama TPGK, ugrađuje se prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670-1 i odredbama TPGK.

Beton dopremljen na gradilište mora biti proizveden i specificiran prema HRN EN 206-1. Nadzorni inženjer ili njegov pomoćnik-specijalist za kontrolu proizvodnje i ugradnje betona mora izvršiti vizualnu kontrolu svake isporuke betona i njegove popratne dokumentacije (otpremnice i izjave o sukladnosti). Ukoliko posumnja u konzistenciju mora je provjeriti ispitivanjem (ili narediti ispitivanje) istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji. Korekcija konzistencije dodavanjem vode nije dopuštena. Dopuštena je samo dodavanjem superplastifikatora u količini i na način koji utvrdi proizvođač betona i na gradilištu potvrdi njegov ovlaštenu predstavnik.

Za kontrolu specificiranih razreda tlačne čvrstoće betona na građevini treba svaki dan na svakih 100 m<sup>3</sup> ugrađenog betona uzorkovati po jedan kontrolni uzorak betona. Uzorkovanju mora prisustvovati i zapisnik supotpisati nadzorni inženjer ili njegov pomoćnik specijalist za kontrolu proizvodnje i ugradnje betona. Ispitivanje ovih uzoraka može vršiti akreditirani laboratorij a obradu i ocjenu rezultata ispitivanja prema kriterijima ispitivanja identičnosti tlačne čvrstoće betona, danih u Dodatku B HRN EN 206-1, institucija ovlaštena za nadzor i potvrđivanje sukladnosti kvalitete proizvodnje betona.

Ugrađeni beton treba na odgovarajući način, precizno specificiran u izvedbenom projektu, zaštititi:

- od neumjerenog skupljanja
- od štetnih vibracija, udara ili bilo kakvih oštećivanja.

Način vlažne zaštite betona treba precizno specificirati izvedbenim projektom. Trajanje takvog njegovanja treba biti sukladno tablici E.1 dodatka E HRN EN 13670-1.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok čvrstoća betona ne dosegne 10 N/mm<sup>2</sup>. Temperatura ugrađenog betona ne smije prijeći 65 °C.

Treba posvetiti osobitu pažnju oplati svih vanjskih, vidljivih površina betona. I materijal i oplatna ulja moraju ostaviti zatvorenu površinu jednolika izgleda, bez mrlja, segregacija i velikih zračnih pora. Posebnu pažnju treba posvetiti dobrom brtvljenju oplatnih elemenata na spojevima.

Bočna oplata zidova ne smije se skidati dok beton ne dostigne 30 % uvjetovanog razreda tlačne čvrstoće (najmanje 24 sata normalnog njegovanja), a oplata ploče i donja oplata poprečnih nosača dok beton ne dostigne 75 % uvjetovanog razreda tlačne čvrstoće (najmanje 7 dana normalnog njegovanja).

Posebним projektним dijelom izvedbenog projekta, ukoliko se pojavi mogućnost ugradnje predgotovljenih betonskih elemenata, moraju se dati rješenja načina dopreme, preuzimanja, skladištenja, postavljanja i monolitizacije predgotovljenih betonskih elemenata, koji bi se dopremali iz centralnih pogona.

Predgotovljeni betonski elementi, izrađeni prema odredbama TPGK, ugrađuju se u betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670-1 i odredbama TPGK. Specifikacije za rukovanje, skladištenje, zaštitu, postavljanje i prilagodbu predgotovljenih elemenata monolitno izvedenom dijelu konstrukcije daju se u izvedbenom projektu, a izvedbu treba provesti skladno sa specifikacijama. Daju se upute za skladištenje i shema dizanja s naznačenim točkama i silama ovješanja i opisom načina dizanja. Tijekom postavljanja treba kontrolirati ispravnost položaja, dimenzijsku točnost oslonaca, stanje spojnica i cjelokupni sklop konstrukcije.

Dovršenje konstrukcije mora biti unutar dopuštenih geometrijski tolerancija danih točkom 9 i dodatkom F HRN EN 13670-1.

#### 4. Čelik za armiranje i čelik za prednapinjanje

Za armiranje elemenata konstrukcije mogu se koristiti čelici prema TPGK i normama HRN EN 10080-1 do 6 za čelik za armiranje, HRN EN 10138-1 do 4 za čelik za prednapinjanje. Označavati se trebaju prema HRN EN 1027-1 i 2 i HRN CR 10260.

Armatura izrađena od čelika za armiranje i čelika za prednapinjanje prema odredbama TPGK, ugrađuje se u armiranobetonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, tehničkoj uputi za ugradnju i uporabu armature, normi HRN EN 13670-1 i odredbama TPGK.

Armiranje treba izvesti prema normi HRN EN 1992-1-1, čiji uvjeti moraju biti precizno naznačeni u nacrtima armature u izvedbenom projektu.

Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih. Armatura će se na gradilište dovesti u savijenom stanju, a bit će rezana i savijena u armiračkom pogonu. Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome treba poštivati slijedeće:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama.

Šipke čelične armature, zavarene mreže i predgotovljeni armaturni koševi ne smiju se oštetiti tijekom prijevoza, skladištenja, rukovanja i postavljanja u projektiranu poziciju. Prije postavljanja armature, mora se ista očistiti od prljavštine, masnoće i ljušaka od korozije. Ispod armature koja se postavlja na tlo potrebno je izvesti sloj za izravnjanje.

Posebnu pažnju treba posvetiti kontroli prednapinjanja prednapetih elemenata u svim fazama izvedbe, od nabave i skladištenja potrebnih materijala, preko postavljanja cijevi i kabela za prednapinjanje, do samog unošenja sile u prednapete elemente. U izvedbenom projektu treba dati precizan program izvedbe i kontrole unošenja sile u kabele, odnosno prednapete betonske elemente.

### C. NADZOR

Odgovorni inženjer tehničkog nadzora i odgovorni rukovoditelj izvedbe moraju biti imenovani sukladno Zakonu o gradnji. Kontrolu izvedbe betonske konstrukcije treba u cjelini izvesti prema specifikacijama norme HRN EN 13670-1 i za nju osigurati razred nadzora 3. Nadzor treba u cjelini djelovati prema specifikacijama točke 11 i Dodatka G norme HRN EN 13670-1, što se jednako odnosi na kontrolu dijelova konstrukcije koji se izvode na gradilištu i na kontrolu predgotovljenih nenormiranih elemenata koji se proizvode u centralnim pogonima.

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija. Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.

#### 1. Nadzor materijala i proizvoda

Koji će se nadzor svojstava materijala i proizvoda primijeniti u radovima prikazano sljedećom tablicom:

| PREDMET                         | VRSTA NADZORA                              |
|---------------------------------|--|
| Ostali materijali <sup>21</sup> | Prema projektnim specifikacijama i normama |
| Nadzorni izvještaj              | Treba                                      |

2) Npr. element ugrađenog čelika, opeka i si.  
 3) Proizvode s potvrdom sukladnosti treće osobe treba vizualno pregledati i provjeriti otpremnicu.  
 U slučaju sumnje treba poduzeti daljnje provjere sukladnosti sa specifikacijama.  
 Ostale proizvode treba provjeriti i ispitati prema projektnim specifikacijama.

## 2. Područje nadzora izvedbe

Područje nadzora koji treba provesti prikazano je u tablici:

| PREDMET                               | VRSTA NADZORA  |
|---------------------------------------|--|
| Ugrađeni elementi                     | Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima |
| Predgotovljeni elementi               | Prema izvedbenim specifikacijama                           |
| Gradilišni prijevoz i ugradnja betona | Prema ovim tehničkim uvjetima                              |
| Geometrija                            | Prema projektnim specifikacijama                           |
| Nadzorna dokumentacija                | Kako se traži ovim uvjetima                                |

## D. MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namjeravanu uporabu.

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

- utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu,
- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima,
- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije.

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.

Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute i uvjetovane razrede) betona rješava se naknadnim ispitivanjem uzoraka betona izvađenih iz dijela konstrukcije u koji je ugrađen nesukladni beton.

Ispitivanja treba provesti prema HRN EN 12504 - 1 do 4, a ocjenu rezultata prema HRN EN 13791. Treba utvrditi razred tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja, te približni razred koji je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Prvi podatak služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela, a drugi za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona. Ukoliko su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak.

Popravne radnje u slučaju nesukladnosti moraju biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima.

Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

### **E. ODRŽAVANJE**

Radnje u okviru održavanja konstrukcije treba provoditi prema odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije i normama na koje upućuje navedeni propis, te odgovarajućom primjenom odredbi važećih ostalih propisa.

U okviru redovitog održavanja građevinske konstrukcije provode se redoviti pregledi, koji se obzirom na vremenske intervale provođenja pregleda i obim radnji provode kao: osnovni pregledi, glavni pregledi i dopunski pregledi. Osnovne preglede stanja betonske konstrukcije treba obavljati nakon svake godine i pri tome registrirati i u centralnu banku podataka unositi sve vidljive promjene (napukline, pukotine, segregacije, ljuštenja, uočljive deformacije i sl.).

Pregled uključuje najmanje:

- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina, te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
- utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature,
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata, ako se vizualnom kontrolom sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Ako se pri tome uoče greške od utjecaja na stabilnost i sigurnost građevine, treba za osnovna djelovanja izvršiti kontrolu progiba glavnih nosivih elemenata betonske/čelične konstrukcije.

Dokumentaciju pregleda te dokumentaciju o održavanju konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Pregled konstrukcije zgrade moraju obavljati za to ovlaštene osobe i ako se uoče da su bitna svojstva građevine narušena potrebno je konstrukciju sanirati.

## Program kontrole i osiguranja kvalitete čelične konstrukcije – opći podaci i definicije

Program kontrole i osiguranja kvaliteta u skladu je s važećom tehničkom regulativom i čini osnovu za izradu i provedbu plana kontrole sudionika u izvođenju - izvođač i nadzor. Provedbom kontrole u obliku dokaza kvaliteta i izvješćima o izvršenim pregledima potvrđuje se osiguranje kvaliteta.

### Primjena općih tehničkih uvjeta

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu: Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevine.

Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonom o prostornom uređenju (NN. br 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19) i Zakon o gradnji (NN. br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i Tehničkim propisom za građevne konstrukcije (NN. br. 17/17, 75/20).

Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

### Investitor je dužan:

- i. Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti.
- ii. Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu.
- iii. Osigurati stručni nadzor nad građenjem.
- iv. Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole.
- v. Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu.

### Izvođač je dužan:

- i. Graditi u skladu sa građevnom dozvolom, i drugim dokumentima koji su njoj prethodili - posebnim suglasnostima za gradnju.
- ii. Graditi prema projektima na osnovi kojih je izdana građevna dozvola.
- iii. Radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva.
- iv. Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima sukladno propisima i normama.
- v. Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme.

### Dokumentacija

- i. Da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja, Izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i pridržavati se nje kako slijedi:
- ii. Građevinsku dozvolu i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti)
- iii. Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu
- iv. Rješenja o imenovanju odgovornih osoba
- v. Elaborat o organizaciji gradilišta sa mjerama zaštite na radu i zaštite od požara
- vi. Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja
- vii. Dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme (atesti, uvjerenja certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
- viii. Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i Izvještaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije.
- ix. Ateste kvalitete ugrađenih zidnih elemenata i morta korištenog za zidanje
- x. Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

### Osnovni program rada kontrole

Osnovne aktivnosti kontrole za predmetni tip građevine su sljedeće:

- Neprekidna kontrola projektnih rješenja i stanja u izvedbi. Sve izmjene moraju se evidentirati i usuglasiti s projektantom.
- Neprekidna kontrola postupaka izvedbe, a prema tehničkoj i tehnološkoj dokumentaciji.
- Neprekidna kontrola kvalitete ugrađenih materijala i postupaka.
- Za sve ugrađene materijale priložiti ateste.
- Kontrola mjera i kontrola odstupanja.
- Međufazno i fazno preuzimanje elemenata prije ugradnje što se evidentira zapisnikom o preuzimanju.
- Čuvanje svih dokumenata izvedbe.
- Pripreme za tehnički pregled i zapisnici o završnoj kontroli.

### Kontrolna ispitivanja

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te sačiniti izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovom programu ili citiranim pravilnicima, normama i standardima.

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati sljedeće dijelove:

- i. Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzorka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci odnosno vrši ispitivanje.
- ii. Prikaz svih rezultata, laboratorijskih, terenskih ispitivanja za koja se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete.
- iii. Ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojega vrijedi izvješće.

Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik)

Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine.

Za materijale koji podliježu obveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima.

Sva izvješća, atesti i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru.

### Osiguranje kvalitete

Provedbom programa kontrole, sastavljanjem kompletne dokumentacije o izvršenim pregledima, nalazima, atestima, potvrdama i ispravama, uključujući završni izvještaj o pregledu, dokazuje se osiguranje kvaliteta izvedenog objekta.

#### Norme

Nabavku opreme i materijala izvoditelj mora usuglasiti sa ovim specifikacijama i važećim normama:

HRN

HRN EN

Ukoliko neki radovi nisu obuhvaćeni ovim normama, mjerodavni će bit:

a) Međunarodne Organizacije za Standardizaciju (ISO)

b) Njemačke Industrijske Organizacije (DIN)

Tehnički uvjeti za nosive čelične konstrukcije

#### Osnovne odredbe

Izrada i montaža čelične konstrukcije povjerava se izvođaču koji ima provjereno iskustvo i reference na izradi sličnih konstrukcija.

Izvođač radova treba prije izrade konstrukcije pregledati radioničku dokumentaciju, te sve nejasnoće, ili eventualne neispravnosti razjasniti s nadzornim inženjerom ili projektantom, te izraditi plan zavarivanja i



montaže. Ove planove staviti na uvid nadzornom inženjeru odnosno projektantu prije pristupanja izradi konstrukcije.

Izvođač radova garantira za kvalitetu izrađene i montirane konstrukcije. Ugovorom se utvrđuju uvjeti garancije, ali u skladu s važećim propisima i uzancama. Početak garantnog roka utvrđuje se zapisnikom kod tehničkog prijema.

Izvođač može tehničku dokumentaciju koju je dobio upotrebljavati isključivo za izradu konstrukcije obuhvaćene u ovom elaboratu.

*Način obračunavanja izvršenih radova pri montaži čelične konstrukcije utvrđuje se ugovorom između investitora i izvoditelja.*

Jediničnom cijenom po težini konstrukcije uključeni su:

- svi troškovi dobave i dopreme, te izrada i montaža konstrukcije,
- sav potreban pomoćni materijal, alat, mehanizacija i uskladištenje,
- priprema površine, te kvaliteta i debljina sloja AKZ (prema potrebnim uvjetima antikorozivne zaštite) u radioni kao i finalna obrada konstrukcije prema odluci projektanta,
- svi horizontalni i vertikalni transporti do mjesta gradnje, kao i dizalice,
- sva potrebna radna skela,
- sva šteta i troškovi popravka kao posljedica nepažljive izvedbe,
- troškovi zaštite pri radu,
- troškovi atesta
- sva davanja i režije.

#### Izrada čelične konstrukcije

Čelična konstrukcija treba biti izvedena prema projektu. Važeće norme i propisi su: HRN EN 1090-1:2009 Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija -- 1. dio: Zahtjevi za ocjenjivanje sukladnosti konstrukcijskih komponenata (EN 1090-1:2009),

HRN EN 1090-2:2008 Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija -- 2. dio: Tehnički zahtjevi za čelične konstrukcije (EN 1090-2:2008),

Tehnički propisi za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije, SL 6/65,

Tehnički propisi za pregled i ispitivanja nosivih čeličnih konstrukcija, SL 6/65.

U tehničkoj dokumentaciji predviđena je vrsta i kvaliteta materijala. Materijal druge vrste i kvalitete načelno se ne smije upotrijebiti.

Izvođač može predložiti nadzorniku gradnje upotrebu čelika druge kvalitete ili dimenzije, nego što je propisano projektom, ako propisanog čelika nema na tržištu. Nakon pismene suglasnosti projektanta konstrukcije, nadzornik gradnje upisuje promjene u radionički dnevnik.

Čelici na skladištu moraju biti složeni, obilježeni bojom, označeni oznakom proizvođača, stanjem isporuke i brojem šarže. Čelici bez te oznake ne mogu se upotrijebiti za izradu čeličnih konstrukcija.

Nadzornik građenja utvrđuje u radionički dnevnik vrstu proizvoda, dimenzije i broj šarže.

Limovi debljine iznad 20mm moraju biti ispitani ultrazvukom na dvoslojnost, a rezultati ispitivanja moraju biti dokumentirani za svaki lim.

Obrada u toplom stanju dopušta se samo ako je materijal crveno usijan.

Čelični profili, lamele ili limovi kod kojih se prilikom savijanja pojave pukotine ili ih već imaju ne smiju se koristiti.

Za izradu konstrukcije zavarivanjem u radionici, izvođač je obavezan predložiti na odobrenje nadzorniku gradnje:

- tehnologiju i postupak zavarivanja,
- sve uređaje, strojeve, alate i opremu s dokazima da odgovaraju važećim normama,
- ime i prezime te dokaz o stručnoj spremi i položenom stručnom ispitu i ovlaštenju odgovorne osobe za pravilnu primjenu i izvršenje varilačkih radova (rukovoditelj radova na zavarivanju).

Radnici koji vrše zavarivanje moraju biti atestirani te posjedovati ateste i to kako slijedi:

- zavarivača kod zavarivanja šavova kvaliteta S, atest koji nije stariji od 6 mjeseci,
- za zavarivače kod zavarivanja šavova kvaliteta I i II, atest koji nije stariji od 12 mjeseci.

Radovima na zavarivanju izvođač može pristupiti tek kada nadzornik gradnje odobri plan zavarivanja, kojeg je dužan izraditi izvođač radova.

U planu zavarivanja treba dati oblik žlijeba, broj slojeva varova, vrstu elektroda, odnosno žica za zavarivanje, s dimenzijama, način zavarivanja, redosljed i položaj zavarivanja, te vrstu i način toplotne obrade.

Kod automatskog zavarivanja treba dati i jačinu i napon struje za zavarivanje, kao i brzinu zavarivanja, vrstu zaštitnog praška i slično.

Izvođač radova je dužan upisati dnevnik zavarivanja za svaki dio zavarene konstrukcije, vrstu i dimenziju elektrode ili žice za zavarivanje, naziv proizvođača, te broj šarže, ime i znak varioca, te toplotnu obradu ukoliko se ona vrši.

Zavarivanje se može vršiti samo u zatvorenim prostorijama, a ukoliko to nije moguće treba poduzeti odgovarajuće mjere za zaštitu od vjetra i oborina i predložiti nadzorniku gradnje u pismenom obliku, mjere koje će se poduzeti kod temperature od 273,15 K do 278,15 K (0 °C do +5 °C). U tom slučaju treba u dnevniku zavarivanja voditi i temperaturu zraka i atmosferske prilike, te primijenjene zaštitne mjere (temperaturu predgrijavanja, termičku obradu i slično).

Izvođač radova dužan je izvršiti kontrolu šavova poslije zavarivanja vizuelno, izmjerama i radiografskom kontrolom, koja je predviđena prema kvaliteti vara. Kontrola zavarenih spojeva povjerava se stručnoj ovlaštenoj pravnoj osobi za ispitivanje materijala.

Nadzornik gradnje uspoređuje rezultate kontrole s radioničkim nacrtima, ustanovljuje odstupanja u mjerama, obliku i kvaliteti. Upisom u dnevnik zavarivanja konstatira prijem varova, odnosno određuje dodatne kontrole ili doradu i obradu varova.

Nakon izrade čelične konstrukcije u radionici, treba izvršiti pregled i prijem konstrukcije, o čemu treba sastaviti zapisnik. U zapisniku trebaju biti dijelovi dimenzija i oblika prema projektu, a odstupanja mjera i oblika čelične konstrukcije prema projektu moraju biti u granicama dopuštenih vrijednosti prema propisima.

Prijemu konstrukcije u radionici trebaju prisustvovati, osim predstavnika tvrtke koja je izradila konstrukciju, i nadzornik gradnje i predstavnik tvrtke koja će izvršiti montažu konstrukcije.

Izvođač radova, prilikom predaje konstrukcije, treba predati i svu dokumentaciju koja je propisana za takvu vrstu konstrukcije, a što se evidentira u zapisniku.

### Montaža čelične konstrukcije

O izvršenoj kontroli sastavlja se zapisnik koji potpisuju odgovorni predstavnici izvođača temelja, izvođača montaže čelične konstrukcije i nadzornik gradnje. Zapisnikom se konstatira da li geodetske izmjere zadovoljavaju podatke u projektu. Rezultati mjerenja sastavni su dio zapisnika.

Prije početka radova na montaži, izvođač radova treba nadzorniku gradnje staviti na uvid slijedeću dokumentaciju:

- plan organizacije i uređenja gradilišta,
- popis opreme za izvođača radova na montaži,
- projekt za montažu čelične konstrukcije, koji mora sadržavati dokaz stabilnosti elemenata u pojedinim fazama montaže, s tim da garantira nosivost pri opterećenju, kao i nepromjenjivost oblika montiranog dijela konstrukcije u svim fazama montaže,
- plan kontrole u svim fazama montaže (geodetska kontrola),
- kod konstrukcija koje se montiraju zavarivanjem:
  - ime i stručnu spremu s položenim stručnim ispitom osobe odgovorne za montažu zavarivanjem,
  - tehnologiju, plan zavarivanja s planom kontrole varova (isto kako je navedeno za radove pri izradi čelične konstrukcije),
- projekt skele,

- vremenski plan izvođenja radova na montaži.

Prije početka radova na montaži izvođač radova treba izvršiti pregled dopremljene čelične konstrukcije na gradilištu, te ustanoviti da li je došlo do oštećenja prilikom transporta, te dijelove koji su neznatno oštećeni popraviti, a kod većih oštećenja dijelove ojačati ili zamijeniti. O predloženom popravku ili ojačanju nadzornik gradnje se treba pismeno suglasiti. Nakon sanacije obavlja se ponovni pregled i ustanovljuju se dijelovi ili sklopovi koji su propisno sanirani, kao i oni koje treba doraditi.

Izvođač treba dijelove i sklopove čelične konstrukcije na gradilištu propisno uskladištiti, sortirati i obilježiti, te zaštititi od eventualnih oštećenja.

Nadzornik gradnje upisom u građevinski dnevnik odobrava početak montaže čelične konstrukcije tek nakon prijema naprijed navedene dokumentacije i zadovoljavanja ostalih uvjeta (propisano uskladištena konstrukcija, sanirana oštećenja i propisno pripremljen teren za montažu).

Za radove na zavarivanju izvođač radova treba nadzorniku gradnje staviti na uvid ateste zavarivača i spojnih sredstava (vijaka, elektroda, žica za zavarivanje, zaštitnih praškova i sl.), te kakvu zaštitu će predvidjeti za zaštitu od atmosferskih utjecaja (vjetra, oborina i slično) i mjera koje će poduzeti kad temperatura bude od 273,15 K do 278,15 K (0 °C do +5 °C).

Postupak za odobrenje zavarivanja i kontrolu, isti je kao što je opisano kod zavarivanja pri izradi čeličnih konstrukcija u radionici.

Izvođač radova treba u građevinski dnevnik evidentirati dijelove ili sklopove koji su toga dana montirani (sa naznakom isporučitelja, vrste i dimenzije, te broj šarže i datum proizvodnje), atmosferske prilike, te ostale okolnosti, kao i koji su radnici (prema stručnoj spremi) vršili radove na montaži.

Izvođač radova na zavarivanju treba na gradilištu imati uređaj za sušenje elektroda, te voditi evidenciju o sušenju u kontrolnim knjigama, tako da se samo osušene elektrode, čije je sušenje evidentirano, mogu upotrijebiti kod zavarivanja.

Za vijke koji se montiraju prednaprežanjem (prednapregnuti vijci) treba voditi posebnu evidenciju o prednaprežanju, koja treba sadržavati dimenzije i kakvoću vijaka, te silu i moment prednaprežanja.

Za dijelove čelične konstrukcije i sidra koji se ugrađuju u beton, treba nakon montaže izvršiti geodetsku kontrolu položaja i vertikalnosti.

Zapisnički se moraju konstatirati rezultati izmjere, mjera i oblika prema propisima, te konstatirati prijem ugrađenih dijelova.

Zapisnik potpisuju izvođači radova i nadzornik gradnje.

Za sve dijelove čeličnih konstrukcija koji neće biti dostupni pregledu kod montirane čelične konstrukcije cijelog objekta, treba izvršiti povremeni prijem.

Postupak za povremeni prijem isti je kao i za prijem dijelova konstrukcije koji se ugrađuju u beton.

Nakon dovršene montaže izvođač radova dužan je izvršiti izmjeru i geodetsku kontrolu montirane čelične konstrukcije, kao i kontrolu spojeva, te pozvati nadzornika gradnje da izvrši kontrolu i uručiti mu rezultate izmjera i kontrola.

Nadzornik gradnje treba ustanoviti postoje li kod montaže odstupanja od projekta i kakva, da li za odstupanje postoji suglasnost projektanta, da li su odstupanja montirane čelične konstrukcije u odnosu na položaj koji je predviđen u projektu u granicama dopuštenih odstupanja montiranih čeličnih konstrukcija, da li su svi spojevi izvedeni prema projektu, te da li je došlo do oštećenja čelične konstrukcije i kakvih. O pregledu treba sastaviti zapisnik sa svim podacima vizualne, mjerne i geodetske kontrole.

Ukoliko bi se ustanovila odstupanja za koja ne postoji odobrenje projektanta, odnosno odstupanja montirane čelične konstrukcije veća od dopuštenih, kao i oštećenja, treba izvršiti sanaciju čelične konstrukcije.

Izvođač radova treba izraditi elaborat sanacije, koji treba odobriti projektant.

Nakon sanacije, treba izvršiti ponovni pregled, izmjere i geodetsku kontrolu, o čemu treba sastaviti zapisnik koji potpisuju izvođač radova i nadzornik gradnje.

Nakon dotjerivanja ili sanacije čelične konstrukcije, treba izvršiti prijem montiranih konstrukcija o čemu se sastavlja zapisnik koji treba potpisati izvođač radova i nadzornik gradnje investitora.

Zapisniku treba priložiti propisanu dokumentaciju (radioničke nacрте, projekt montaže, ateste o osnovnim i spojnim materijalima kod izrade i montaže) s atestima zavarivača i dokumentima o kontroli spojeva, o odstupanjima od projekta i njihovoj usuglašenosti, o povremenom prijemu s podacima o geodetskim i drugim izmjerama.

### ***Mjere zaštite od požara***

Predviđene mjere zaštite od požara, prikazi, proračuni te tekstualna objašnjenja iz kojih je vidljiv odabrani sistem zaštite od požara, njegova funkcionalnost i efikasnost obrađene su u zasebnom elaboratu.

Prilikom projektiranja nosive konstrukcije objekta poštivane su propisane i u pravilima tehničke prakse usvojene mjere zaštite od požara.

Mjere protupožarne zaštite prilikom korištenja građevine uređuje nadležna investitorova služba, odnosno tehnolog, poštivajući Zakon o zaštiti od požara i važeće standarde.

Investitor je putem službe za održavanje odgovoran za osiguranje i provedbu svih potrebnih mjera za zaštitu od požara. Služba za održavanje treba imati plan zaštite od požara, kojim se propisuju mjere za sprječavanje pojave požara, te protupožarna sredstva, njihova vrsta, mjesto i količina.

Sve materijale podložne izazivanju i širenju požara držati nedostupnim izvoru topline.

Sva oprema pod naponom kao i instalacije moraju odgovarati važećim propisima kako ne bi bili uzrokom požara.

Sva zapaljiva sredstva (plin, zapaljive tekućine, goriva, maziva, boje i lakovi) skladištiti zatvoreno i osigurano od požara, sukladno važećim propisima.

Provedbu zaštitnih mjera provjerava stručnjak, imenovan od strane rukovoditelja investitorove službe za održavanje.

Nadzor vrši nadležna inspekcija.

### ***Mjere zaštite na radu***

Mjere zaštite na radu tijekom izvedbe konstrukcije prikazane su u zasebnom elaboratu.

Izvođač je odgovoran za osiguranje svih potrebnih mjera zaštite na radu.

Mjere predviđaju odgovarajuću organizaciju rada, te opremu i radnje obvezatne po Zakonu o zaštiti na radu, prikladne vrsti radova.

Izvođač je dužan provesti sveobuhvatno osiguranje pogona, uređaja i strojeva.

Kod zaštite radnika, izvođač je dužan provesti sve mjere osiguranja za rad s teškim teretima, rad na visini, rad na skeli, rad ispod visećeg tereta, rad s dizalicama, rad s opremom pod električnim naponom, rad s eksplozivnim plinovima, rad s antikorozivnim sredstvima - bojama i lakovima, otrovnim i zapaljivim tekućinama.

Gradilište mora biti zaštićeno od nepozvanih.

Provedbu zaštitnih mjera provjerava rukovoditelj radova.

Nadzor vrše nadzorni inženjer te nadležna inspekcija.

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:

**Antonio Maglov dipl.ing.građ.**

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3775

## 8. STATIČKI PRORAČUN

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:

**Antonio Maglov dipl.ing.građ.**

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva

63775

**Ulazni podaci - Konstrukcija**

**MODEL POSTOJEĆEG STANJA**



Izometrija



Izometrija

Tabela materijala

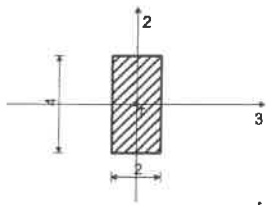
| No | Naziv materijala | E[kN/m <sup>2</sup> ] | μ    | γ[kN/m <sup>3</sup> ] | αt[1/°C] | Em[kN/m <sup>2</sup> ] | μm   |
|----|------------------|-----------------------|------|-----------------------|----------|------------------------|------|
| 1  | Opeka/Blokovi    | 1.000e+6              | 0.30 | 18.00                 | 1.000e-5 | 1.000e+6               | 0.30 |
| 2  | Čelik            | 2.100e+8              | 0.30 | 78.50                 | 1.000e-5 | 2.100e+8               | 0.30 |

Setovi ploča

| No  | d[m]  | e[m]  | Materijal | Tip proračuna | Ortotropija | E2[kN/m <sup>2</sup> ] | G[kN/m <sup>2</sup> ] | α     |
|-----|---|-------|-----------|---------------|-------------|------------------------|-----------------------|-------|
| <1> | 0.600   | 0.300 | 1         | Opeka/Blokovi | Anizotropna | 5.000e+5               | 4.000e+5              | 90.00 |
|     | ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, γ x 1; |       |           |               |             |                        |                       |       |
| <2> | 0.450   | 0.225 | 1         | Opeka/Blokovi | Anizotropna | 5.000e+5               | 4.000e+5              | 90.00 |
|     | ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, γ x 1; |       |           |               |             |                        |                       |       |
| <3> | 0.250   | 0.125 | 1         | Opeka/Blokovi | Izotropna   |                        |                       |       |
| <4> | 0.300   | 0.150 | 1         | Opeka/Blokovi | Anizotropna | 5.000e+5               | 4.000e+5              | 90.00 |
|     | ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, γ x 1; |       |           |               |             |                        |                       |       |
| <5> | 0.600   | 0.300 | 1         | Opeka/Blokovi | Anizotropna | 5.000e+5               | 4.000e+5              | 90.00 |
|     | ST: Em x 0.2, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.2, E x 1, γ x 1; |       |           |               |             |                        |                       |       |

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=2/4, Fiktivna ekscentričnost

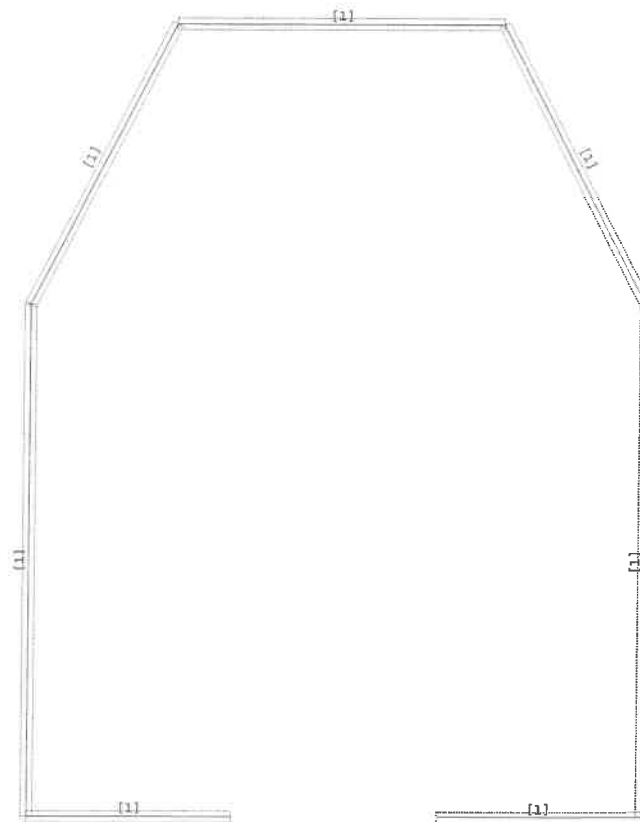


| Mat.      | A1       | A2       | A3       | I1       | I2       | I3       |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2 - Čelik | 8.000e-4 | 6.667e-4 | 6.667e-4 | 7.324e-8 | 2.667e-8 | 1.067e-7 |

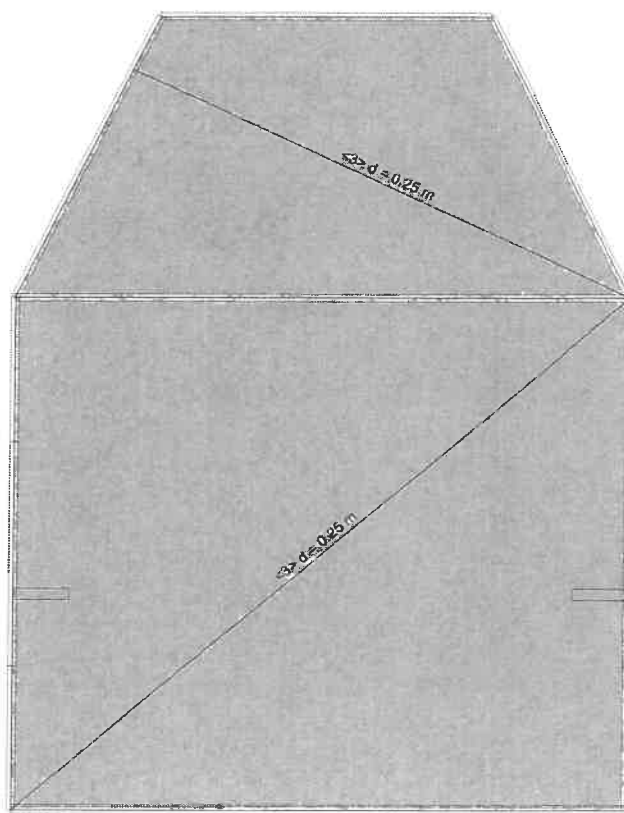
[cm]

Setovi linijskih ležajeva

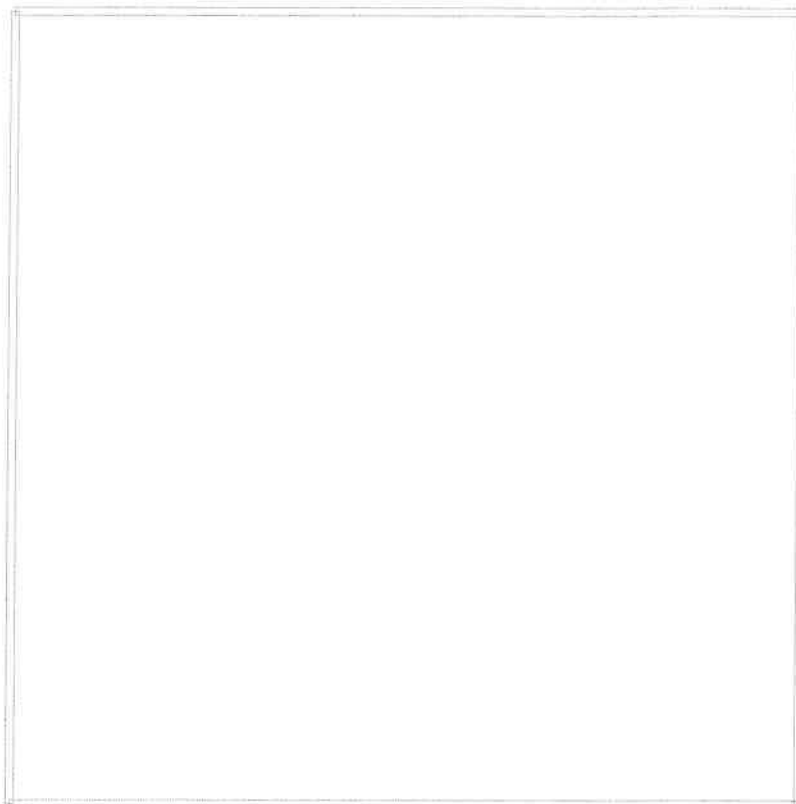
| Set | K.R1      | K.R2      | K.R3      | K.M1 | Tlo [m] |
|-----|-----------|-----------|-----------|------|---------|
| 1   | 1.000e+10 | 1.000e+10 | 1.000e+10 |      |         |



Nivo: TEMELJI [0.00 m]

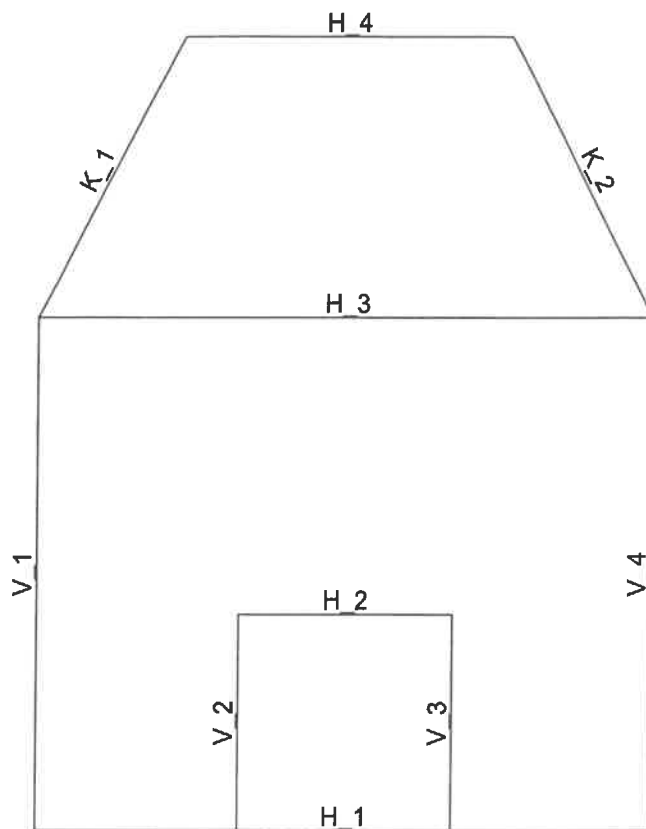


Nivo: STROP PRIZEMLJA [4.50 m]

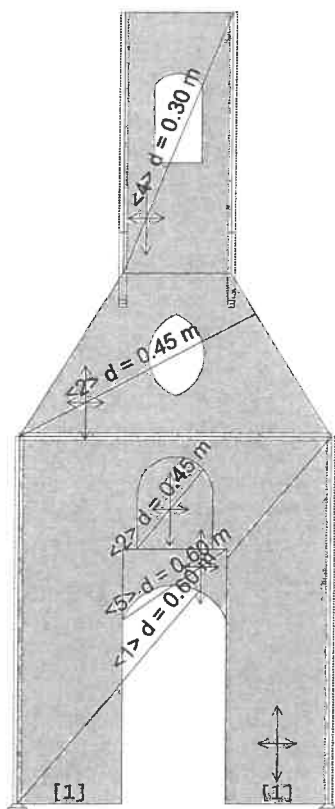


Nivo: VRH ZIDOVA TORNJJA [9.70 m]

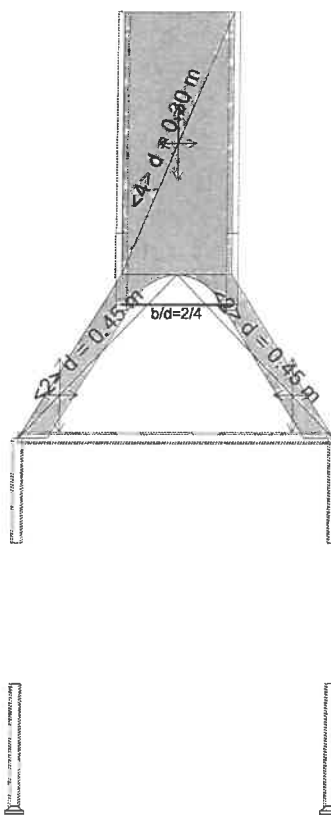




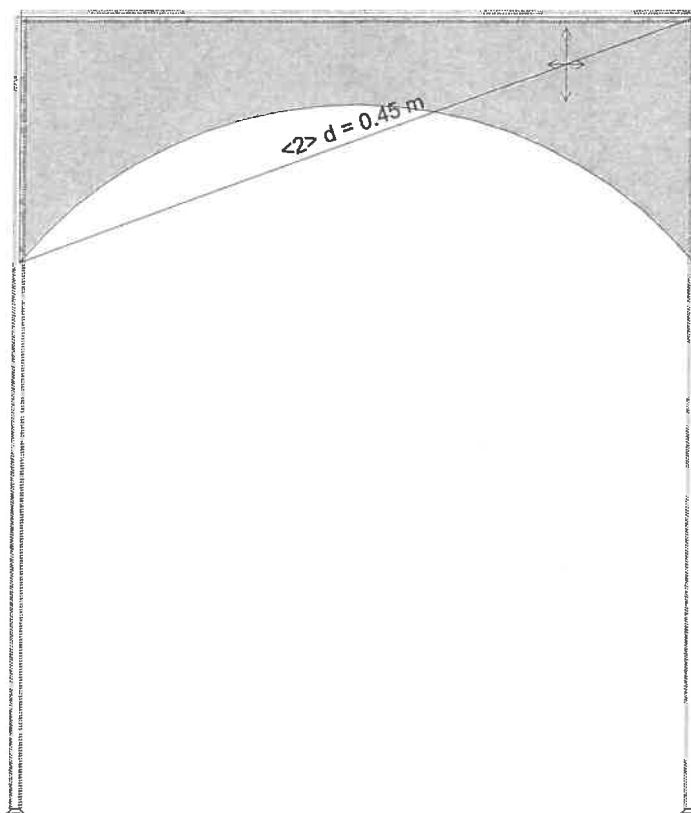
Dispozicija okvira



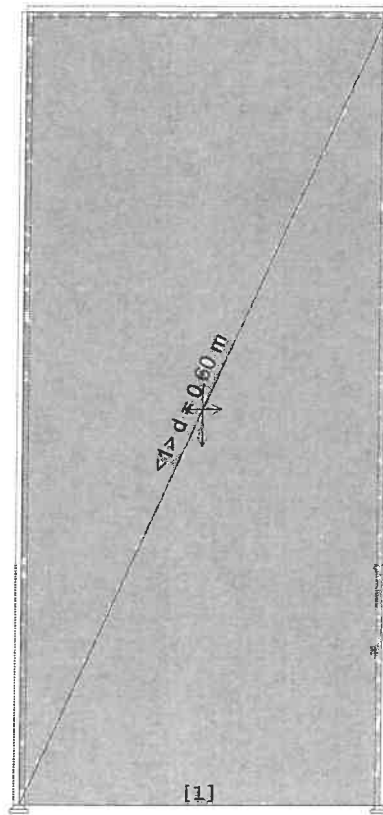
Okvir: H 1



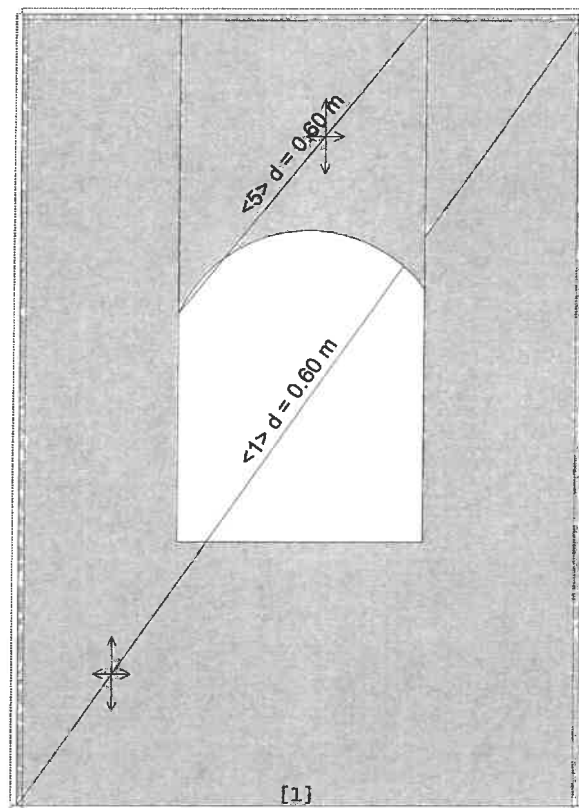
Okvir: H 2



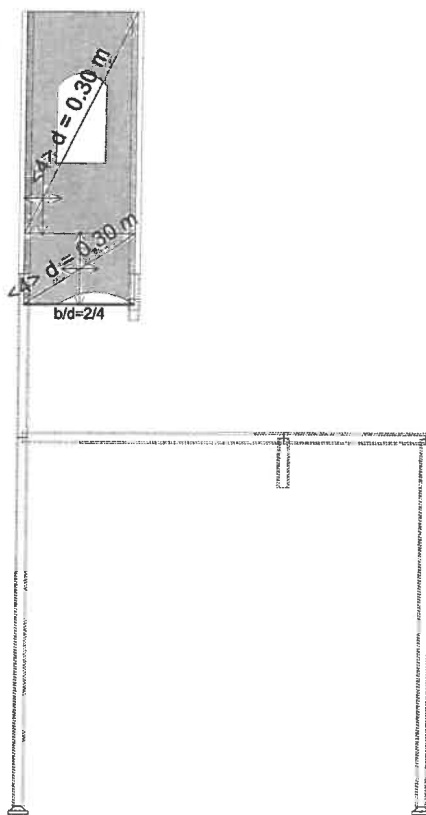
Okvir: H 3



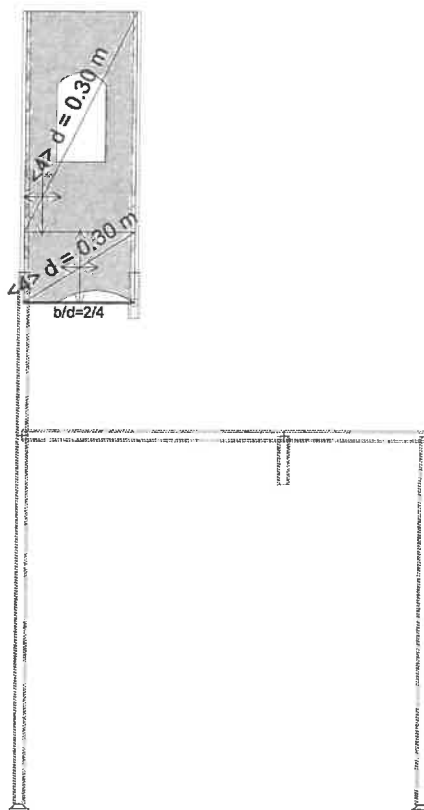
Okvir: H 4



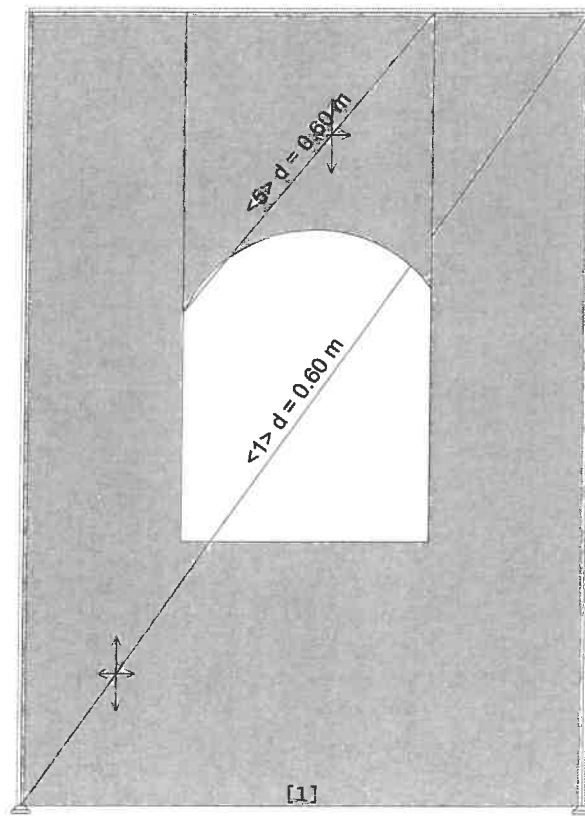
Okvir: V 1



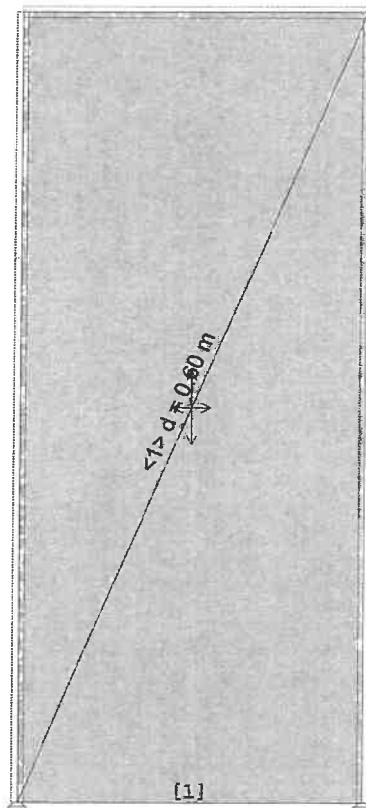
Okvir: V 2



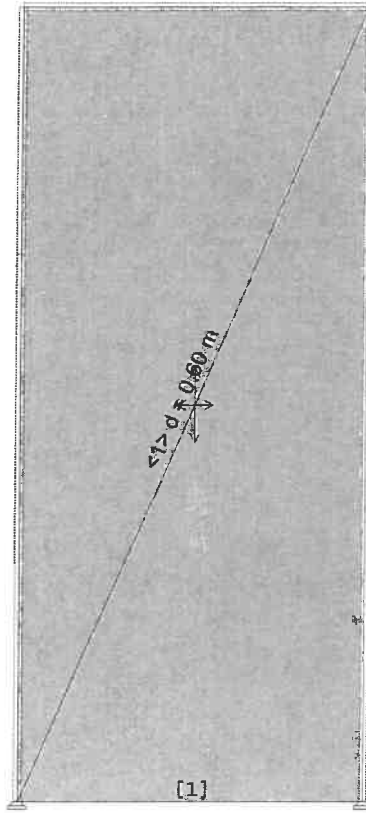
Okvir: V 3



Okvir: V\_4



Okvir: K\_1



Okvir: K\_2

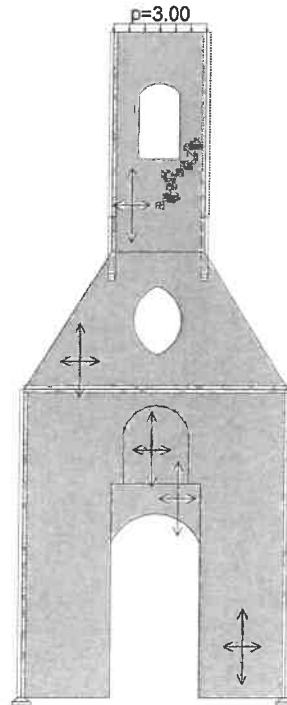
## Ulazni podaci - Opterećenje

## Lista slučajeva opterećenja

| LC | Naziv                        |
|----|------------------------------|
| 1  | STALNO (g)                   |
| 2  | KORISNO                      |
| 3  | Sx                           |
| 4  | Sy                           |
| 5  | Komb.: 1.35xI+1.5xII         |
| 6  | Komb.: I+1.5xII              |
| 7  | Komb.: I+0.3xII-1xIII+0.3xIV |
| 8  | Komb.: I+0.3xII-1xIII-0.3xIV |
| 9  | Komb.: I+0.3xII+0.3xIII-1xIV |
| 10 | Komb.: I+0.3xII-0.3xIII-1xIV |
| 11 | Komb.: I+0.3xII+0.3xIII+IV   |
| 12 | Komb.: I+0.3xII-0.3xIII+IV   |

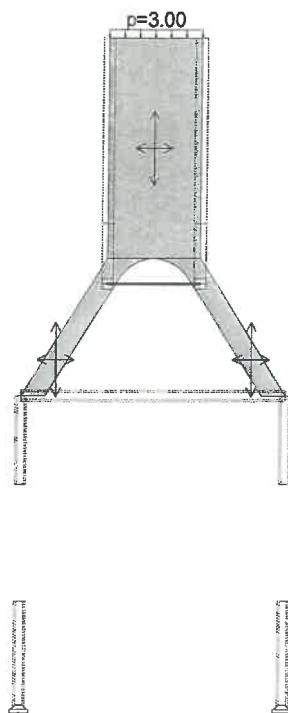
| LC | Naziv                      |
|----|----------------------------|
| 13 | Komb.: I+0.3xII+III+0.3xIV |
| 14 | Komb.: I+0.3xII+III-0.3xIV |
| 15 | Komb.: I-1xIII+0.3xIV      |
| 16 | Komb.: I-1xIII-0.3xIV      |
| 17 | Komb.: I+0.3xIII-1xIV      |
| 18 | Komb.: I-0.3xIII-1xIV      |
| 19 | Komb.: I+0.3xIII+IV        |
| 20 | Komb.: I-0.3xIII+IV        |
| 21 | Komb.: I+III+0.3xIV        |
| 22 | Komb.: I+III-0.3xIV        |
| 23 | Komb.: 1.35xI              |
| 24 | Komb.: I                   |

## Opt. 1: STALNO (g)



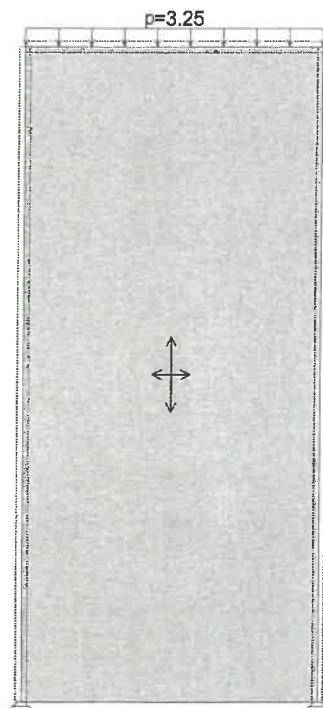
Okvir: H\_1

Opt. 1: STALNO (g)



Okvir: H 2

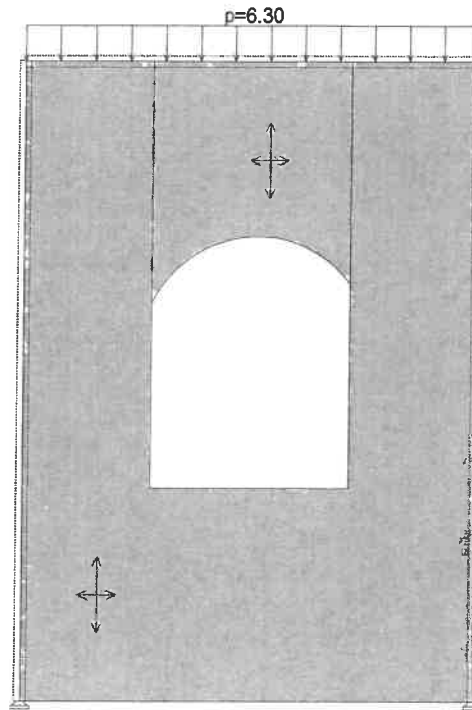
Opt. 1: STALNO (g)



Okvir: H 4

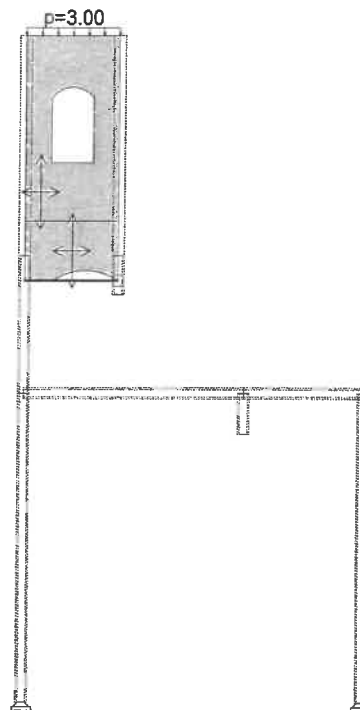


Opt. 1: STALNO (g)



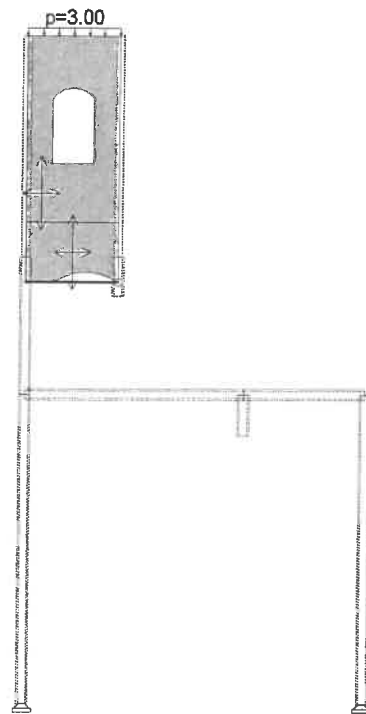
Okvir: V 1

Opt. 1: STALNO (g)



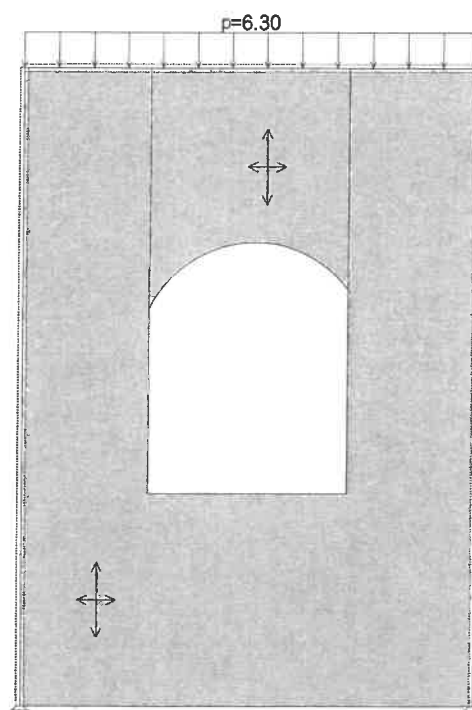
Okvir: V 2

Opt. 1: STALNO (g)



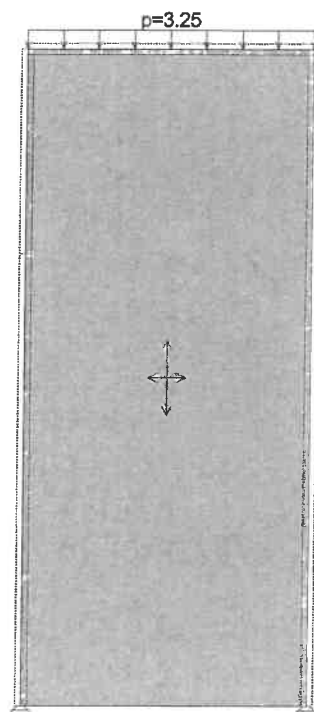
Okvir: V 3

Opt. 1: STALNO (g)



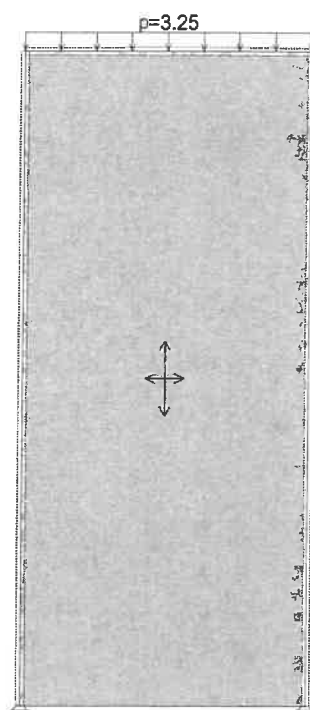
Okvir: V 4

Opt. 1: STALNO (g)



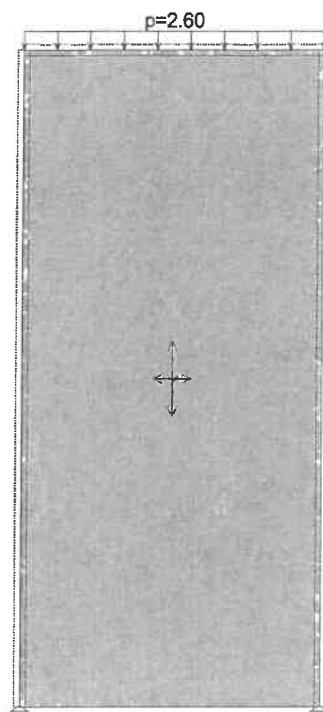
Okvir: K 1

Opt. 1: STALNO (g)



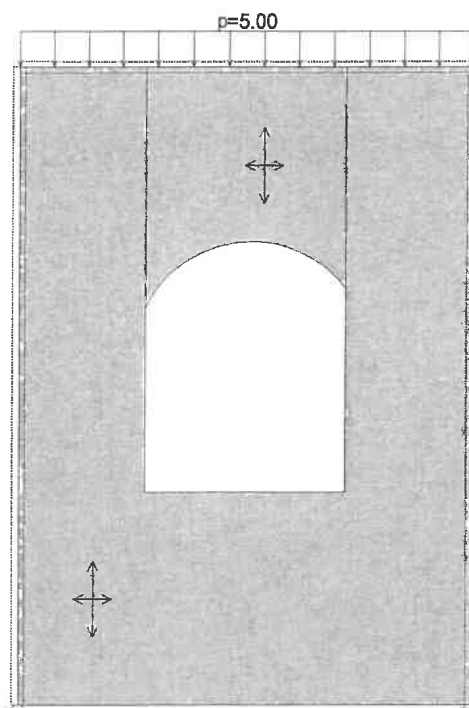
Okvir: K 2

Opt. 2: KORISNO



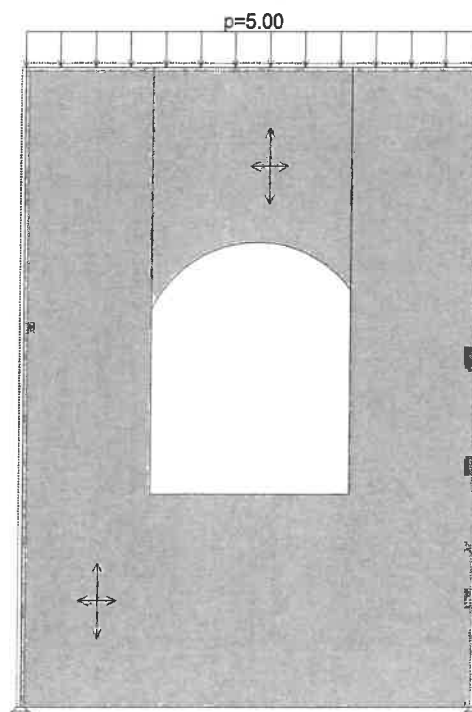
Okvir: H 4

Opt. 2: KORISNO



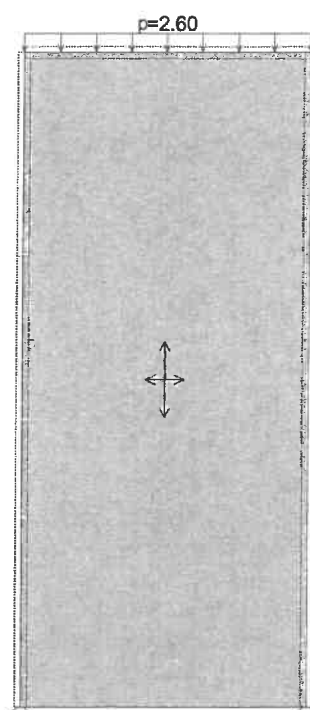
Okvir: V 1

## Opt. 2: KORISNO



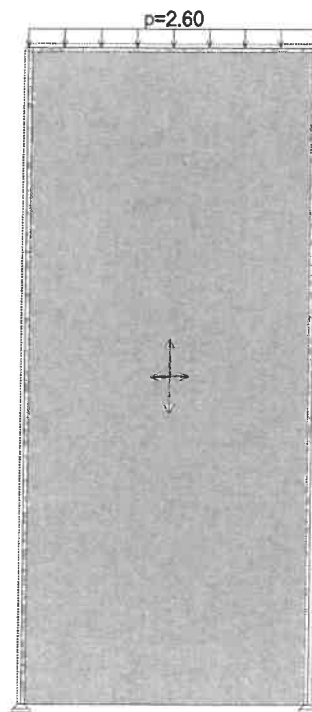
Okvir: V 4

## Opt. 2: KORISNO



Okvir: K 1

## Opt. 2: KORISNO



Okvir: K\_2

**Modalna analiza****Napredne opcije seizmičkog proračuna:**

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča  
 Ploče - redukcija krutosti na savijanje: 0.500  
 Grede - redukcija krutosti na savijanje: 0.500  
 Spriječeno osciliranje u Z pravcu

| Faktori opterećenja za proračun masa |            |             |
|--------------------------------------|------------|-------------|
| No                                   | Naziv      | Koeficijent |
| 1                                    | STALNO (g) | 1.00        |
| 2                                    | KORISNO    | 0.30        |

| Raspored masa po visini objekta |       |        |        |          |                  |
|---------------------------------|-------|--------|--------|----------|------------------|
| Nivo                            | Z [m] | X [m]  | Y [m]  | Masa [T] | T/m <sup>2</sup> |
| VRH ZIDOVA TORNJJA              | 9.70  | -44.57 | -28.05 | 8.43     |                  |
| STROP PRIZEMLJA                 | 4.50  | -44.57 | -26.58 | 63.06    | 3.61             |
| TEMELJI                         | 0.00  | -44.58 | -26.26 | 33.69    |                  |
| Ukupno:                         | 3.48  | -44.57 | -26.60 | 105.18   |                  |

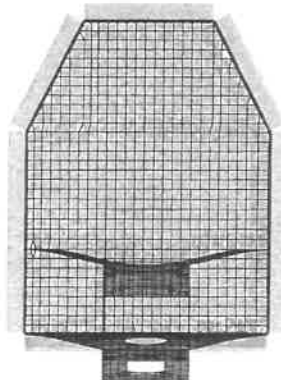
| Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda) |       |        |        |
|---|-------|--------|--------|
| Nivo  | Z [m] | X [m]  | Y [m]  |
| VRH ZIDOVA TORNJJA  | 9.70  | -44.57 | -28.08 |
| STROP PRIZEMLJA   | 4.50  | -44.57 | -27.48 |
| TEMELJI   | 0.00  | -44.57 | -25.45 |

| Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda) |       |         |         |
|---|-------|---------|---------|
| Nivo  | Z [m] | eox [m] | eoy [m] |
| VRH ZIDOVA TORNJJA                                  | 9.70  | 0.00    | 0.03    |
| STROP PRIZEMLJA                                     | 4.50  | 0.00    | 0.90    |
| TEMELJI   | 0.00  | 0.00    | 0.81    |

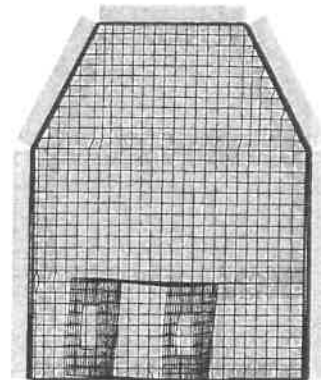
| Periodi osciliranja konstrukcije |        |        |  |
|----------------------------------|--------|--------|--|
| No                               | T [s]  | f [Hz] |  |
| 1                                | 0.4021 | 2.4869 |  |
| 2                                | 0.3158 | 3.1670 |  |
| 3                                | 0.1591 | 6.2861 |  |
| 4                                | 0.1350 | 7.4059 |  |

| No | T [s]  | f [Hz]  |
|----|--------|---------|
| 5  | 0.1047 | 9.5542  |
| 6  | 0.0991 | 10.0927 |
| 7  | 0.0757 | 13.2058 |
| 8  | 0.0696 | 14.3623 |

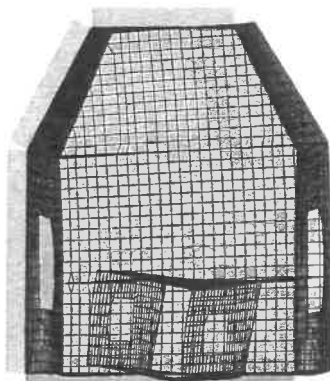
| No | T [s]  | f [Hz]  |
|----|--------|---------|
| 9  | 0.0534 | 18.7164 |
| 10 | 0.0433 | 23.1112 |
| 11 | 0.0411 | 24.3135 |
| 12 | 0.0404 | 24.7607 |



Izometrija (Top)  
 Forma osciliranja: 1/12 [T=0.4021sec / f=2.49Hz]



Izometrija (Top)  
 Forma osciliranja: 2/12 [T=0.3158sec / f=3.17Hz]



Izometrija (Top)  
 Forma osciliranja: 3/12 [T=0.1591sec / f=6.29Hz]

**Proračunsko ubrzanje tla:**

$T_p = 95$  godina:  $a_g = 0,129g$

$T_p = 225$  godina:  $a_g = 0,186g$

**$T_p = 475$  godina:  $a_g = 0,259g$**



### Seizmicki proračun

Seizmicki proračun: EC8 (HRN EN 1998-1:2011)

Razred tla: C  
 Razred važnosti: III ( $\gamma=1.2$ )  
 Odnos  $a_g/R/g$ : 0.26  
 Koefficient prigušenja: 0.05

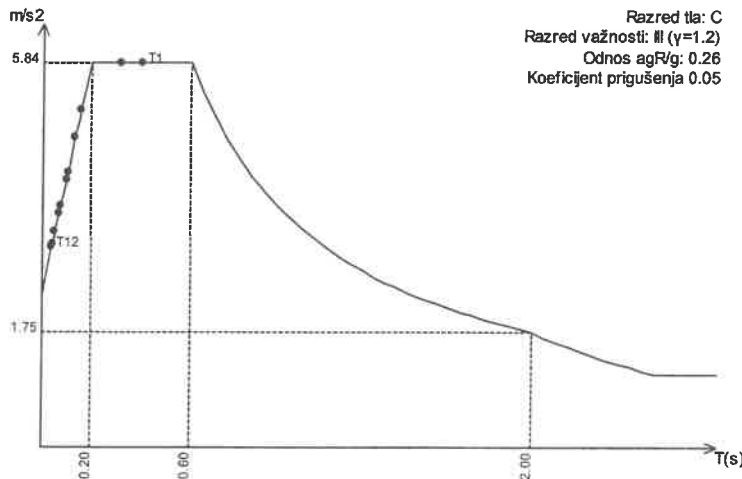
Faktori pravca potresa:

| Slučaj opterećenja | Kut. d[°] | $k_{\alpha}$ | $k_{\alpha+90}$ | $k_z$ | Faktor P. |
|--------------------|-----------|--------------|-----------------|-------|-----------|
| Sx                 | 0         | 1.000        | 0.000           | 0.000 | 1.500     |
| Sy                 | 90        | 1.000        | 0.000           | 0.000 | 1.500     |

Tip spektra

| Slučaj opterećenja | S     | T <sub>b</sub> | T <sub>c</sub> | T <sub>d</sub> | avg/ag |
|--------------------|-------|----------------|----------------|----------------|--------|
| Sx                 | 1.150 | 0.200          | 0.600          | 2.000          | 1.000  |
| Sy                 | 1.150 | 0.200          | 0.600          | 2.000          | 1.000  |

Projektni spektar



S=1.15, T<sub>b</sub>=0.20, T<sub>c</sub>=0.60, T<sub>d</sub>=2.00

Raspored seizmickih sila po visini objekta - Sx

| Nivo               | Z [m] | Ton 1   |         |         | Ton 2   |         |         | Ton 3   |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                    |       | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] |
| VRH ZIDOVA TORNJJA | 9.70  | -0.00   | 0.02    | -0.00   | 73.68   | -0.00   | 0.01    | -22.22  | -0.04   | 0.03    |
|                    | 7.00  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| STROP PRIZEMLJA    | 4.50  | 0.00    | 0.00    | -0.00   | 46.45   | 0.04    | -0.01   | 257.06  | 0.78    | 0.07    |
| TEMELJI            | 0.00  | 0.00    | 0.00    | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | -0.00   |
| $\Sigma=$          |       | 0.00    | 0.03    | -0.00   | 120.13  | 0.04    | -0.00   | 234.83  | 0.74    | -0.10   |

| Nivo               | Z [m] | Ton 4   |         |         | Ton 5   |         |         | Ton 6   |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                    |       | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] |
| VRH ZIDOVA TORNJJA | 9.70  | -0.00   | 0.02    | -0.03   | -0.06   | -0.00   | -0.00   | -0.03   | 0.00    | 0.00    |
|                    | 7.00  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| STROP PRIZEMLJA    | 4.50  | 0.00    | -0.71   | -0.04   | 0.07    | 0.00    | -0.00   | 0.09    | -0.00   | -0.00   |
| TEMELJI            | 0.00  | 0.00    | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | -0.00   | -0.00   |
| $\Sigma=$          |       | 0.00    | -0.69   | -0.07   | 0.01    | 0.00    | -0.00   | 0.06    | -0.00   | 0.00    |

| Nivo               | Z [m] | Ton 7   |         |         | Ton 8   |         |         | Ton 9   |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                    |       | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] |
| VRH ZIDOVA TORNJJA | 9.70  | -0.13   | -0.00   | -0.00   | -0.00   | 0.00    | -0.00   | -0.00   | -0.00   | 0.00    |
|                    | 7.00  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| STROP PRIZEMLJA    | 4.50  | 9.18    | -0.02   | -0.01   | 0.00    | -0.00   | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| TEMELJI            | 0.00  | 0.00    | -0.00   | 0.00    | 0.00    | -0.00   | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| $\Sigma=$          |       | 9.05    | -0.02   | -0.01   | 0.00    | -0.00   | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    |

| Nivo               | Z [m] | Ton 10  |         |         | Ton 11  |         |         | Ton 12  |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                    |       | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] |
| VRH ZIDOVA TORNJJA | 9.70  | 0.03    | -0.00   | -0.00   | -0.04   | 0.00    | 0.00    | -0.00   | -0.00   | -0.00   |
|                    | 7.00  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| STROP PRIZEMLJA    | 4.50  | 0.74    | -0.00   | 0.00    | 1.78    | 0.01    | 0.02    | 0.00    | -0.01   | -0.02   |
| TEMELJI            | 0.00  | 0.00    | -0.00   | -0.00   | 0.00    | 0.00    | -0.00   | 0.00    | -0.00   | 0.00    |
| $\Sigma=$          |       | 0.78    | -0.00   | 0.00    | 1.73    | 0.01    | 0.02    | 0.00    | -0.01   | -0.02   |

Raspored seizmickih sila po visini objekta - Sy

| Nivo               | Z [m] | Ton 1   |         |         | Ton 2   |         |         | Ton 3   |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                    |       | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] |
| VRH ZIDOVA TORNJJA | 9.70  | -0.00   | 57.36   | -3.18   | 0.02    | -0.00   | 0.00    | -0.07   | -0.00   | 0.00    |
|                    | 7.00  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| STROP PRIZEMLJA    | 4.50  | 0.03    | 10.94   | -1.61   | 0.02    | 0.00    | -0.00   | 0.81    | 0.00    | 0.00    |
| TEMELJI            | 0.00  | 0.00    | 0.00    | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | -0.00   |
| $\Sigma=$          |       | 0.03    | 68.30   | -4.79   | 0.04    | 0.00    | -0.00   | 0.74    | 0.00    | 0.00    |

| Nivo               | Z [m] | Ton 4   |         |         | Ton 5   |         |         | Ton 6   |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                    |       | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] |
| VRH ZIDOVA TORNJJA | 9.70  | 0.05    | -7.04   | 9.96    | -0.00   | -0.00   | -0.00   | 0.00    | -0.00   | -0.00   |
|                    | 7.00  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| STROP PRIZEMLJA    | 4.50  | -0.74   | 274.13  | 15.40   | 0.00    | 0.00    | -0.00   | -0.00   | 0.00    | 0.00    |

|         |      |       |        |       |      |      |       |       |      |       |
|---------|------|-------|--------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
| TEMELJI | 0.00 | -0.00 | 0.00   | -0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00  | -0.00 | 0.00 | 0.00  |
|         | Σ=   | -0.00 | 267.09 | 25.37 | 0.00 | 0.00 | -0.00 | -0.00 | 0.00 | -0.00 |

| Nivo               | Z [m] | Ton 7   |         |         | Ton 8   |         |         | Ton 9   |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                    |       | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] |
| VRH ZIDOVA TORNJJA | 9.70  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | -0.00   | 0.00    | -0.00   | -0.00   | 0.00    |
|                    | 7.00  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| STROP PRIZEMLJA    | 4.50  | -0.02   | 0.00    | 0.00    | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| TEMELJI            | 0.00  | -0.00   | 0.00    | -0.00   | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
|                    | Σ=    | -0.02   | 0.00    | 0.00    | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |

| Nivo               | Z [m] | Ton 10  |         |         | Ton 11  |         |         | Ton 12  |         |         |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                    |       | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] | Px [kN] | Py [kN] | Pz [kN] |
| VRH ZIDOVA TORNJJA | 9.70  | -0.00   | 0.00    | 0.00    | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.02    | 0.03    |
|                    | 7.00  | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| STROP PRIZEMLJA    | 4.50  | -0.00   | 0.00    | -0.00   | 0.01    | 0.00    | 0.00    | -0.01   | 0.05    | 0.11    |
| TEMELJI            | 0.00  | -0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | -0.00   | 0.00    | -0.00   |
|                    | Σ=    | -0.00   | 0.00    | -0.00   | 0.01    | 0.00    | 0.00    | -0.01   | 0.06    | 0.14    |

## Faktori participacije - Relativno učešće

| Ton \ Naziv | 1. Sx | 2. Sy |
|-------------|-------|-------|
| 1           | 0.000 | 0.204 |
| 2           | 0.328 | 0.000 |
| 3           | 0.641 | 0.000 |
| 4           | 0.000 | 0.796 |
| 5           | 0.000 | 0.000 |
| 6           | 0.000 | 0.000 |
| 7           | 0.025 | 0.000 |
| 8           | 0.000 | 0.000 |
| 9           | 0.000 | 0.000 |
| 10          | 0.002 | 0.000 |
| 11          | 0.005 | 0.000 |
| 12          | 0.000 | 0.000 |

## Faktori participacije - Sudjelujuće mase

| Ton | U [α=0°] | U [α=90°] |
|-----|----------|-----------|
| 1   | 0.00     | 11.31     |
| 2   | 20.05    | 0.00      |
| 3   | 44.65    | 0.00      |
| 4   | 0.00     | 56.49     |
| 5   | 0.00     | 0.00      |
| 6   | 0.01     | 0.00      |
| 7   | 2.41     | 0.00      |

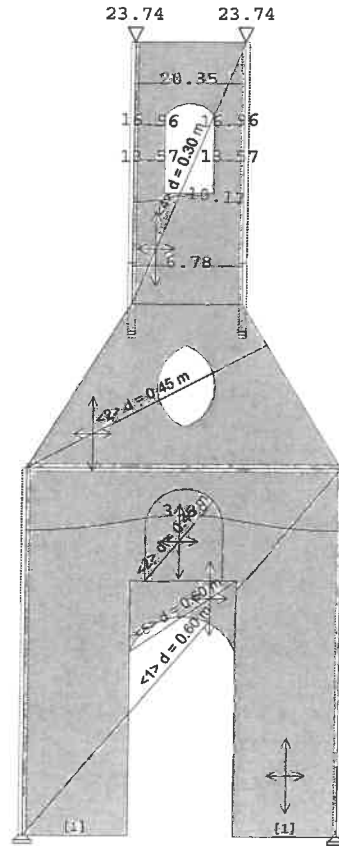
| Ton    | U [α=0°] | U [α=90°] |
|--------|----------|-----------|
| 8      | 0.00     | 0.00      |
| 9      | 0.00     | 0.00      |
| 10     | 0.25     | 0.00      |
| 11     | 0.58     | 0.00      |
| 12     | 0.00     | 0.02      |
| ΣU (%) | 67.95    | 67.82     |

## Poprečne sile u tlocrtu

| Slučaj opterećenja | Kut. α [°] | VIB [kN] |
|--------------------|------------|----------|
| Sx                 | 0          | 272.86   |
| Sy                 | 90         | 288.51   |

Statički proračun

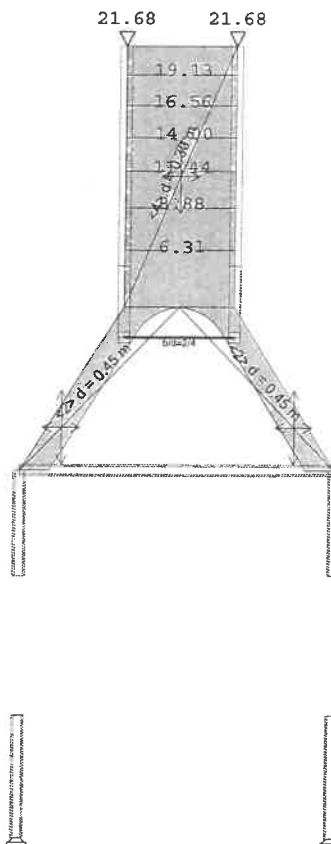
Opt. 3: Sx



Okvir: H\_1

Utjecaji u ploči: max  $X_p = 23.74$  / min  $X_p = 0.00$  m / 1000

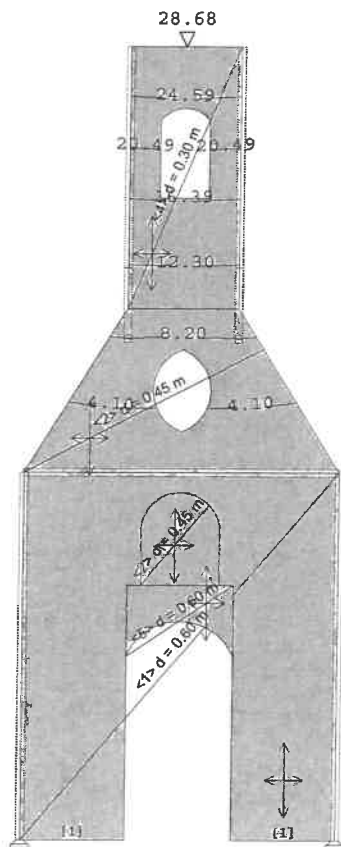
Opt. 3: Sx



Okvir: H\_2

Utjecaji u ploči: max  $X_p = 21.68$  / min  $X_p = 3.75$  m / 1000

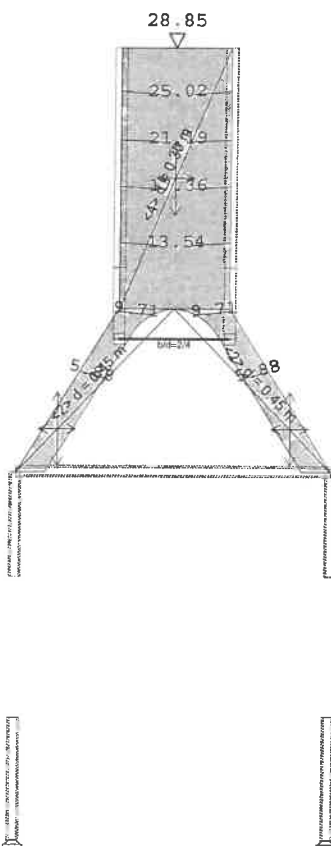
Opt. 4: Sy



Okvir: H\_1

Utjecaji u ploči: max  $Y_p = 28.68$  / min  $Y_p = 0.00$  m / 1000

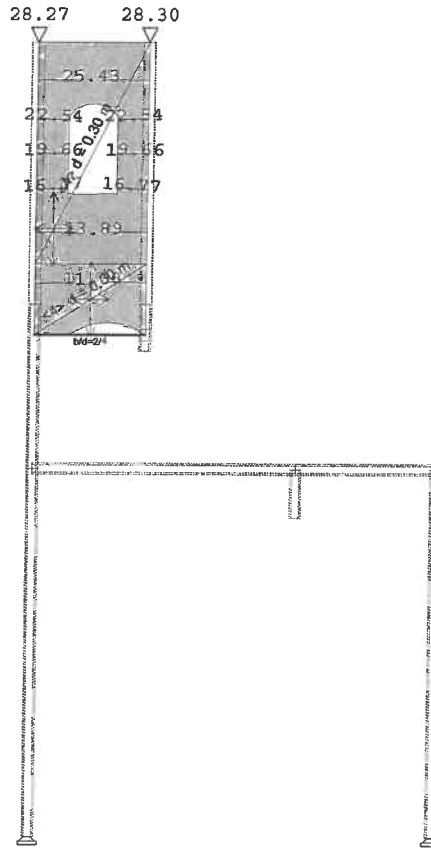
Opt. 4: Sy



Okvir: H\_2

Utjecaji u ploči: max  $Y_p = 28.85$  / min  $Y_p = 2.06$  m / 1000

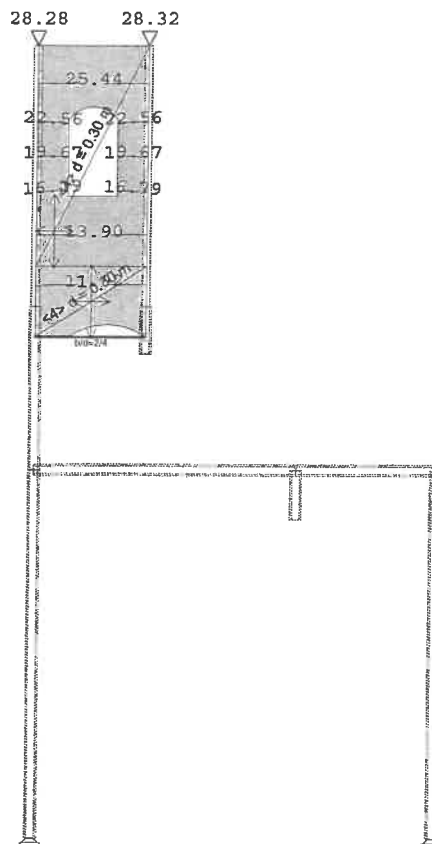
Opt. 4: Sy



Okvir: V\_2

Utjecaji u ploči: max  $Y_p = 28.30$  / min  $Y_p = 8.13$  m / 1000

Opt. 4: Sy



Okvir: V\_3

Utjecaji u ploči: max  $Y_p = 28.32$  / min  $Y_p = 8.13$  m / 1000

# PRORAČUN ZIDANIH ZIDOVA POSTOJEĆEG STANJA

## Karakteristike zida konstrukcije

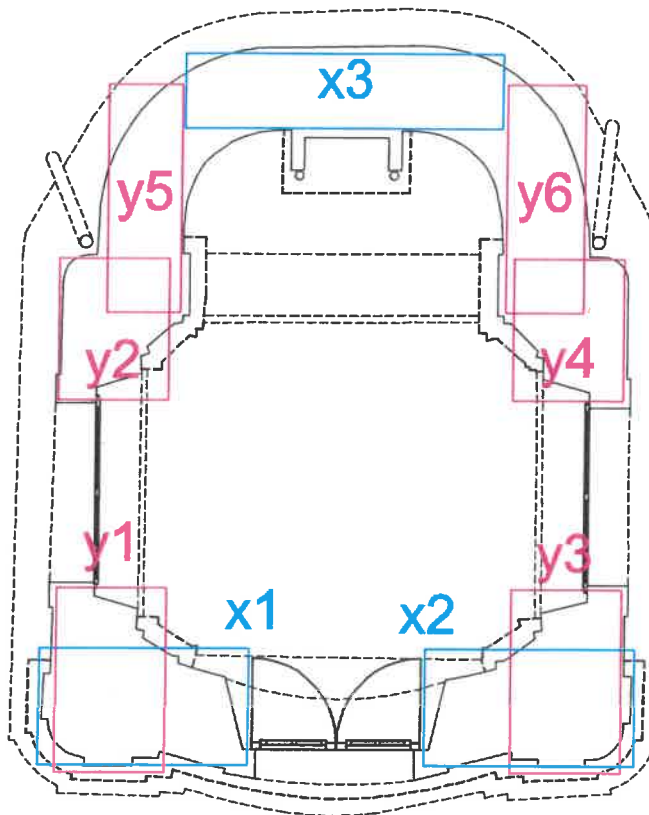
Kako o karakterističnim vrijednostima svojstava zida nema nikakvih dostupnih podataka, a ispitivanja svojstava zida nisu provedena na dovoljnom broju uzoraka, uzete su karakteristične vrijednosti iz tablice 3.10. iz knjige Zidane konstrukcije 1, Zorislav Sorić, drugo izdanje 2004.

Vrijednosti uzete u proračun za punu opeku stari zid:

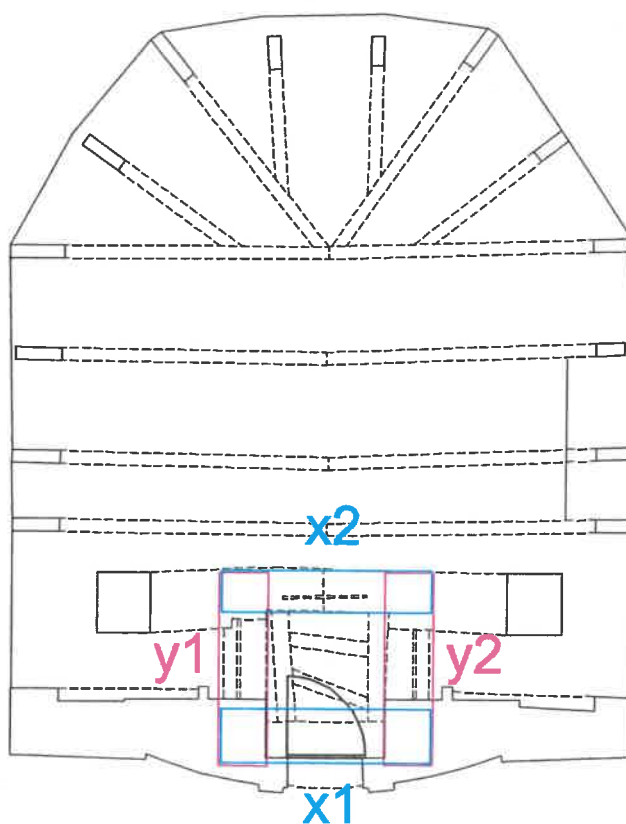
- Tlačna čvrstoća zidnog elementa:  $f=10 \text{ N/mm}^2$
- Srednja tlačna čvrstoća morta :  $f_m=1,0 \text{ N/mm}^2$
- Karakteristična tlačna čvrstoća zida:  $f_k=2,00 \text{ N/mm}^2$
- Modul elastičnosti zida:  $E=1000 \text{ N/mm}^2$
- Karakteristična vlačna čvrstoća zida:  $f_t=0,09 \text{ N/mm}^2$
- Modul posmika:  $G=133,33 \text{ N/mm}^2$

Zbog činjenice da u okviru ovog projekta nisu rađena ispitivanja početne posmične čvrstoće zida ( $f_{vk0}$ ), kako bi se zadovoljili zahtjevi iz propisa u proračunu postojećeg stanja je uzeto  $f_{vk0} = 0,1 \text{ N/mm}^2$

### ZIDOVI PRIZEMLJA



### ZIDOVI TORNJA



**ULAŽNI PODACI****prizemlje i toranj**

$h = 450$  cm  
 $h = 0$  cm  
 $h = 0$  cm

geometrijski zahtjevi za zidove:

$h/d < 15$   
 $d_{min} > 30,0$  cm  
 $g_{zida} = 20$  kN/m<sup>3</sup>  
 $h/L < 3$   
 $L_{min} > 150,0$  cm

**Y-poprečni smjer, prizemlje**

| PR    | ZID | d  | L   | h   | $A_i = d * L$ | $\rho^n$ | $h_f$ | $\Phi$ |
|-------|-----|----|-----|-----|---------------|----------|-------|--------|
| rubni | y01 | 60 | 90  | 350 | 5400,0        | 1        | 350   | 0,813  |
| rubni | y02 | 60 | 90  | 350 | 5400,0        | 1        | 350   | 0,813  |
| rubni | y03 | 60 | 90  | 350 | 5400,0        | 1        | 350   | 0,813  |
| rubni | y04 | 60 | 90  | 350 | 5400,0        | 1        | 350   | 0,813  |
| rubni | y05 | 60 | 195 | 350 | 11700,0       | 1        | 350   | 0,813  |
| rubni | y06 | 60 | 195 | 350 | 11700,0       | 1        | 350   | 0,813  |

| TORANJ | ZID | d  | L   | h   | $A_i = d * L$ | $\rho^n$ | $h_f$ | $\Phi$ |
|--------|-----|----|-----|-----|---------------|----------|-------|--------|
| rubni  | y01 | 30 | 135 | 320 | 4050,0        | 1        | 320   | 0,725  |
| rubni  | y02 | 30 | 135 | 320 | 4050,0        | 1        | 320   | 0,725  |

**X-uzdužni smjer, prizemlje**

|       | ZID | d  | L   | h   | $A_i = d * L$ | $\rho^n$ | $h_f$ | $\Phi$ |
|-------|-----|----|-----|-----|---------------|----------|-------|--------|
| rubni | x01 | 60 | 130 | 450 | 7800,0        | 1        | 450   | 0,788  |
| rubni | x02 | 60 | 130 | 450 | 7800,0        | 1        | 450   | 0,788  |
| rubni | x03 | 60 | 205 | 315 | 12300,0       | 1        | 315   | 0,820  |

| TORANJ | ZID | d  | L   | h   | $A_i = d * L$ | $\rho^n$ | $h_f$ | $\Phi$ |
|--------|-----|----|-----|-----|---------------|----------|-------|--------|
| rubni  | x01 | 30 | 135 | 320 | 4050,0        | 1        | 320   | 0,725  |
| rubni  | x02 | 30 | 135 | 320 | 4050,0        | 1        | 320   | 0,725  |



**KONTROLA NOSIVOSTI NA VERTIKALNO OPTEREĆENJE***prizemlje i toranj*

Proračunska vertikalna nosivost:

$$N_{Rd} = \Phi \times f_k \times A / \gamma_M$$

**Y-poprečni smjer, prizemlje**

## UVJET NOSIVOSTI

| ZID | $N_g$ | $N_p$ | $N_{Sd}$ | $N_{Rd}$ | $N_{Rd} > N_{Sd}$ | $N_{Sd}/N_{Rd}$ |
|-----|-------|-------|----------|----------|-------------------|-----------------|
| y01 | 75,0  | 4,0   | 107,3    | 700,1    | ZADOVOLJAVA       | 15%             |
| y02 | 70,0  | 6,0   | 103,5    | 700,1    | ZADOVOLJAVA       | 15%             |
| y03 | 75,0  | 4,0   | 107,3    | 700,1    | ZADOVOLJAVA       | 15%             |
| y04 | 70,0  | 6,0   | 103,5    | 700,1    | ZADOVOLJAVA       | 15%             |
| y05 | 130,0 | 8,0   | 187,5    | 1516,8   | ZADOVOLJAVA       | 12%             |
| y06 | 130,0 | 8,0   | 187,5    | 1516,8   | ZADOVOLJAVA       | 12%             |

| ZID | $N_g$ | $N_p$ | $N_{Sd}$ | $N_{Rd}$ | $N_{Rd} > N_{Sd}$ | $N_{Sd}/N_{Rd}$ |
|-----|-------|-------|----------|----------|-------------------|-----------------|
| y01 | 15,0  | 0,0   | 20,3     | 468,4    | ZADOVOLJAVA       | 4%              |
| y02 | 15,0  | 0,0   | 20,3     | 468,4    | ZADOVOLJAVA       | 4%              |

**X-uzdužni smjer, prizemlje**

## UVJET NOSIVOSTI

| ZID | $N_g$ | $N_p$ | $N_{Sd}$ | $N_{Rd}$ | $N_{Rd} > N_{Sd}$ | $N_{Sd}/N_{Rd}$ |
|-----|-------|-------|----------|----------|-------------------|-----------------|
| x01 | 128,0 | 6,0   | 181,8    | 980,8    | ZADOVOLJAVA       | 19%             |
| x02 | 130,0 | 6,0   | 184,5    | 980,8    | ZADOVOLJAVA       | 19%             |
| x03 | 112,0 | 7,0   | 161,7    | 1608,6   | ZADOVOLJAVA       | 10%             |

| ZID | $N_g$ | $N_p$ | $N_{Sd}$ | $N_{Rd}$ | $N_{Rd} > N_{Sd}$ | $N_{Sd}/N_{Rd}$ |
|-----|-------|-------|----------|----------|-------------------|-----------------|
| x01 | 30,0  | 0,0   | 40,5     | 468,4    | ZADOVOLJAVA       | 9%              |
| x02 | 30,0  | 0,0   | 40,5     | 468,4    | ZADOVOLJAVA       | 9%              |

**KONTROLA NOSIVOSTI NA POPREČNE SILE****prizemlje i toranj**

Proračunska nosivost na poprečnu silu za neomeđeno ziđe:

$$V_{RD} = f_{vk} \times d \times L_c / \gamma_M$$

$$L_c = 3 * (L/2 - M_{sd} / N_{sd}) \leq L$$

za izvanredna djelovanja -

$$\gamma_M = 1,5$$

**Y-poprečni smjer, prizemlje**

## UVJET NOSIVOSTI

| ZID | $M_{Sd}$ | $V_{SD}$ | $L_C$ | $L_C < L$ | $V_{RD}$ | VRD>VSD     | $V_{Sd}/V_{Rd}$ |
|-----|----------|----------|-------|-----------|----------|-------------|-----------------|
| y01 | 11,0     | 37,0     | 91    | 90        | 55,78    | ZADOVOLJAVA | 66%             |
| y02 | 13,0     | 41,0     | 79    | 79        | 50,38    | ZADOVOLJAVA | 81%             |
| y03 | 11,0     | 36,0     | 91    | 90        | 55,78    | ZADOVOLJAVA | 65%             |
| y04 | 13,0     | 40,0     | 220   | 90        | 43,64    | ZADOVOLJAVA | 92%             |
| y05 | 40,0     | 58,0     | 200   | 195       | 111,77   | ZADOVOLJAVA | 52%             |
| y06 | 40,0     | 58,0     | 177   | 177       | 105,47   | ZADOVOLJAVA | 55%             |

| ZID | $M_{Sd}$ | $V_{SD}$ | $L_C$ | $L_C < L$ | $V_{RD}$ | VRD>VSD        | $V_{Sd}/V_{Rd}$ |
|-----|----------|----------|-------|-----------|----------|----------------|-----------------|
| y01 | 26,0     | 50,0     | 65    | 65        | 17,00    | NE ZADOVOLJAVA | 294%            |
| y02 | 26,0     | 47,0     | 65    | 65        | 17,00    | NE ZADOVOLJAVA | 276%            |

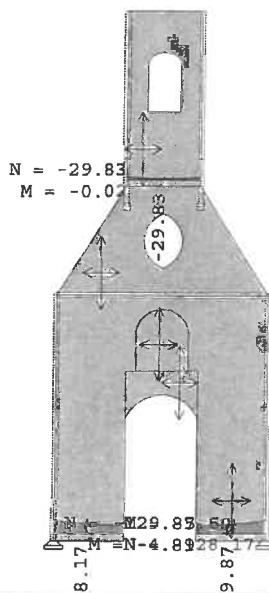
**X-uzdužni smjer, prizemlje**

## UVJET NOSIVOSTI

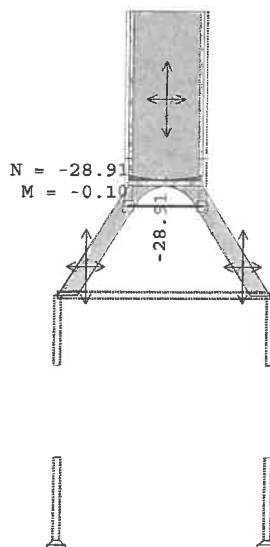
| ZID | $M_{Sd}$ | $V_{SD}$ | $L_C$ | $L_C < L$ | $V_{RD}$ | VRD>VSD        | $V_{Sd}/V_{Rd}$ |
|-----|----------|----------|-------|-----------|----------|----------------|-----------------|
| x01 | 61,0     | 83,0     | 52    | 52        | 54,95    | NE ZADOVOLJAVA | 151%            |
| x02 | 63,0     | 82,0     | 50    | 50        | 54,51    | NE ZADOVOLJAVA | 150%            |
| x03 | 51,0     | 88,0     | 171   | 171       | 98,22    | ZADOVOLJAVA    | 90%             |

| ZID | $M_{Sd}$ | $V_{SD}$ | $L_C$ | $L_C < L$ | $V_{RD}$ | VRD>VSD        | $V_{Sd}/V_{Rd}$ |
|-----|----------|----------|-------|-----------|----------|----------------|-----------------|
| x01 | 70,0     | 47,0     | 110   | 110       | 30,00    | NE ZADOVOLJAVA | 157%            |
| x02 | 18,0     | 8,0      | 23    | 23        | 12,50    | ZADOVOLJAVA    | 64%             |

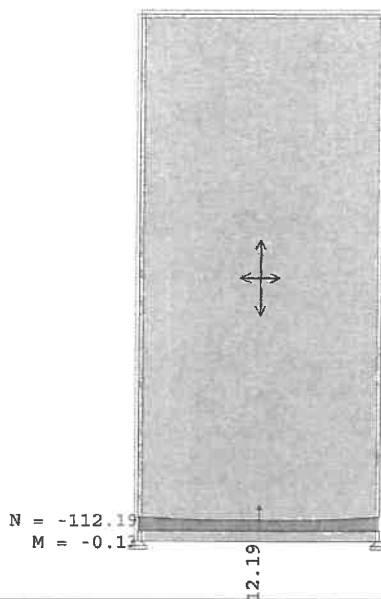
Opt. 1: STALNO (g)



Okvir: H\_1  
Vektorski presjeci: Nn  
Opt. 1: STALNO (g)

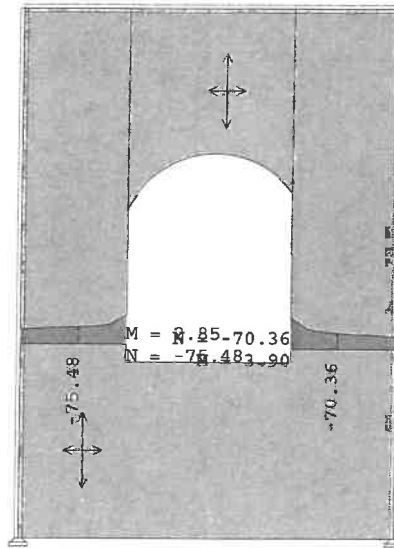


Okvir: H\_2  
Vektorski presjeci: Nn  
Opt. 1: STALNO (g)

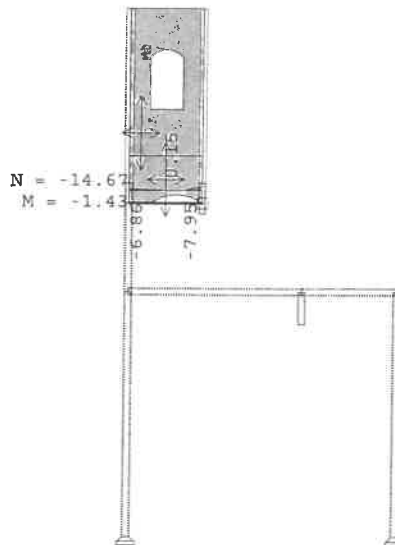


Okvir: H\_4  
Vektorski presjeci: Nn

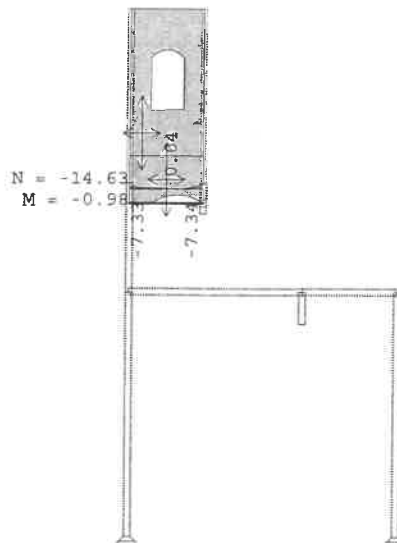
Opt. 1: STALNO (g)



Okvir: V\_1  
Vektorski presjeci: Nn  
Opt. 1: STALNO (g)

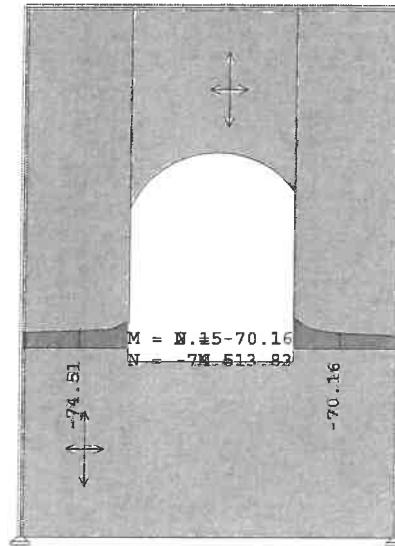


Okvir: V\_2  
Vektorski presjeci: Nn  
Opt. 1: STALNO (g)

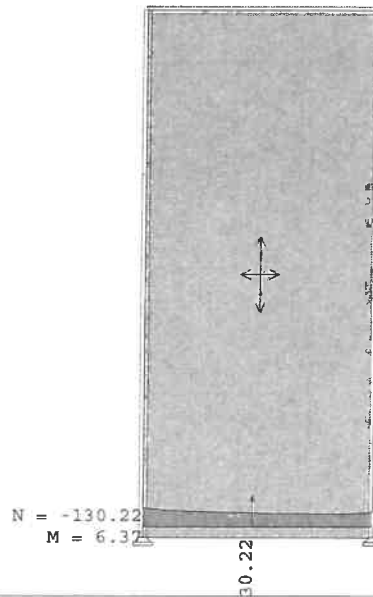


Okvir: V\_3  
Vektorski presjeci: Nn

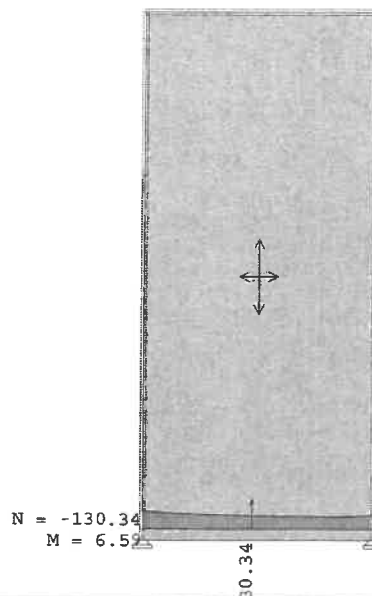
Opt. 1: STALNO (g)



Okvir: V\_4  
 Vektorski presjeci: Nn  
 Opt. 1: STALNO (g)

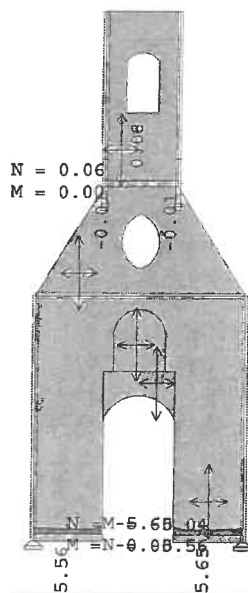


Okvir: K\_1  
 Vektorski presjeci: Nn  
 Opt. 1: STALNO (g)

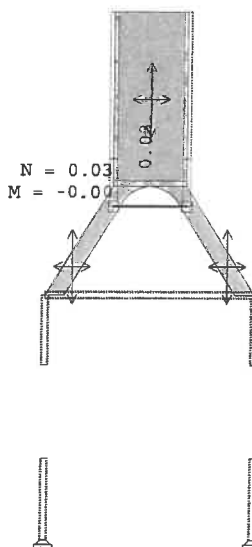


Okvir: K\_2  
 Vektorski presjeci: Nn

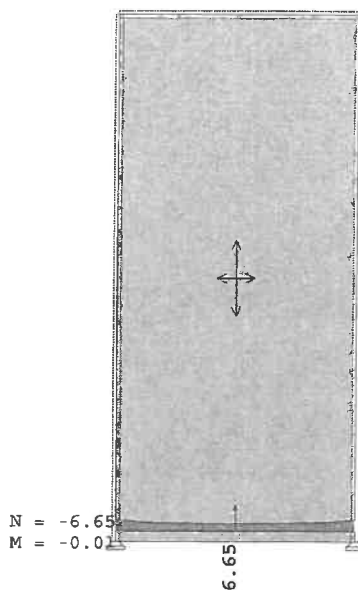
Opt. 2: KORISNO



Okvir: H\_1  
Vektorski presjeci: Nn  
Opt. 2: KORISNO

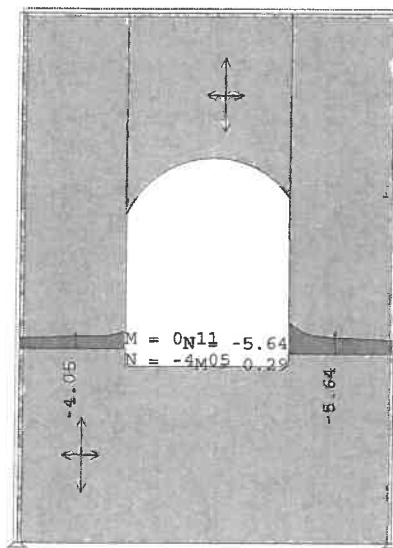


Okvir: H\_2  
Vektorski presjeci: Nn  
Opt. 2: KORISNO

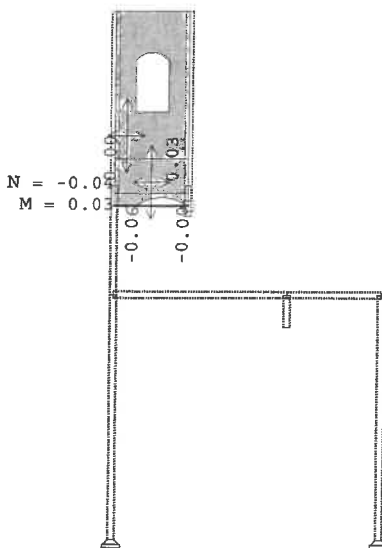


Okvir: H\_4  
Vektorski presjeci: Nn

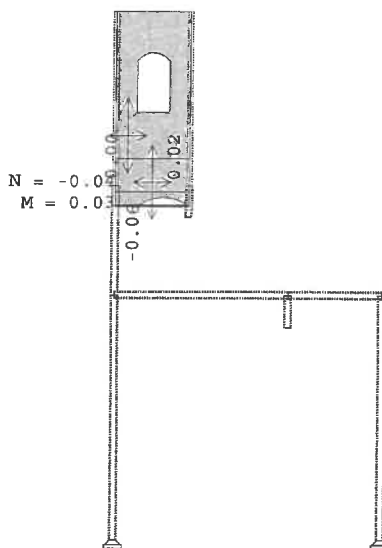
Opt. 2: KORISNO



Okvir: V\_1  
 Vektorski presjeci: Nn  
 Opt. 2: KORISNO

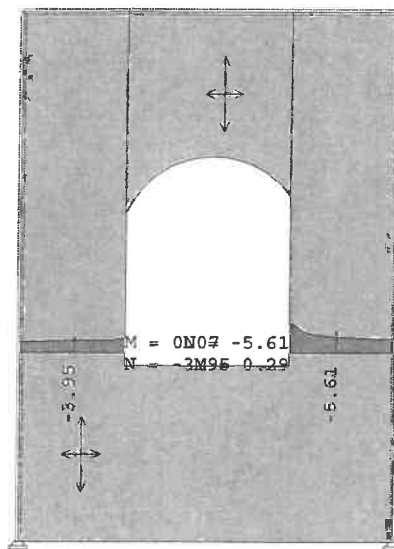


Okvir: V\_2  
 Vektorski presjeci: Nn  
 Opt. 2: KORISNO



Okvir: V\_3  
 Vektorski presjeci: Nn

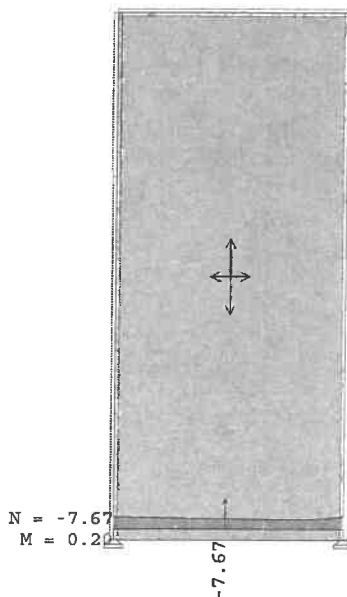
Opt. 2: KORISNO



Okvir: V\_4

Vektorski presjeci: Nn

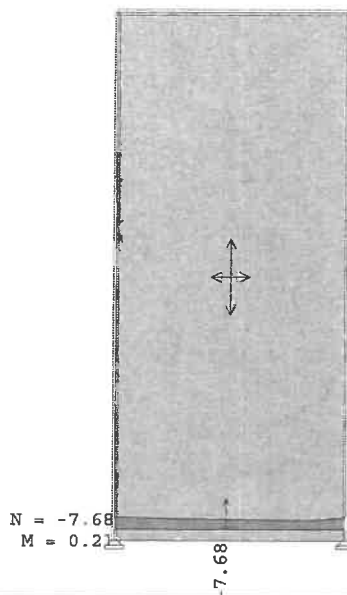
Opt. 2: KORISNO



Okvir: K\_1

Vektorski presjeci: Nn

Opt. 2: KORISNO

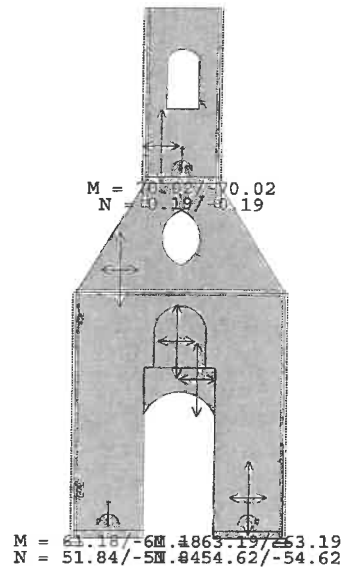


Okvir: K\_2

Vektorski presjeci: Nn



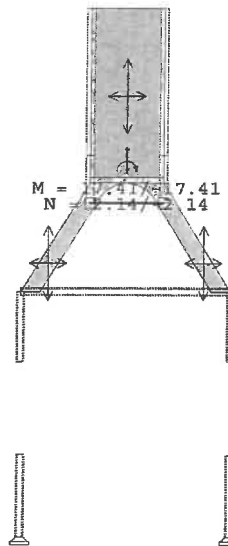
Opt. 3: Sx



Okvir: H\_1

Vektorski presjeci: Nn

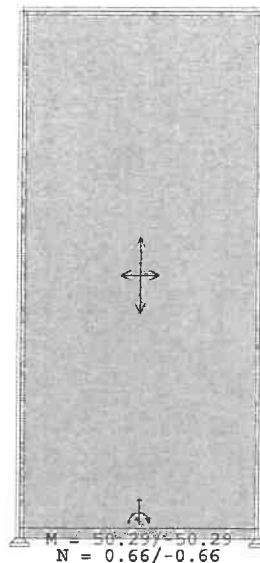
Opt. 3: Sx



Okvir: H\_2

Vektorski presjeci: Nn

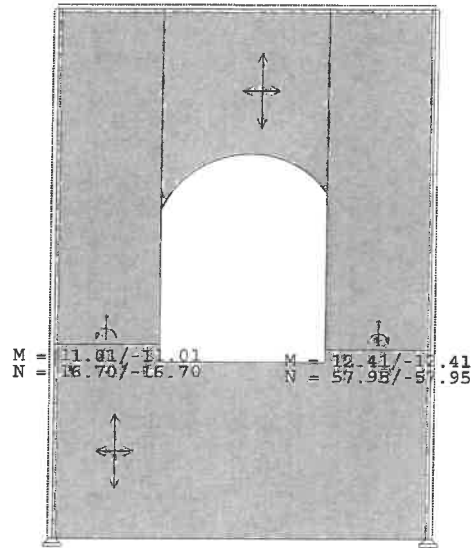
Opt. 3: Sx



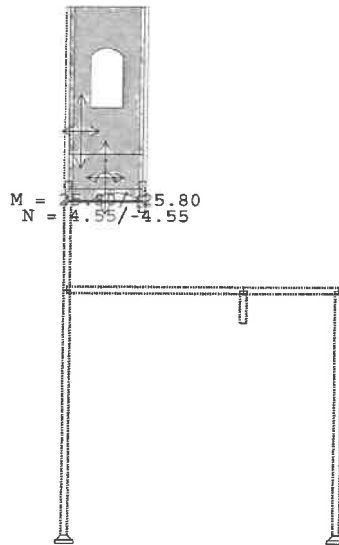
Okvir: H\_4

Vektorski presjeci: Nn

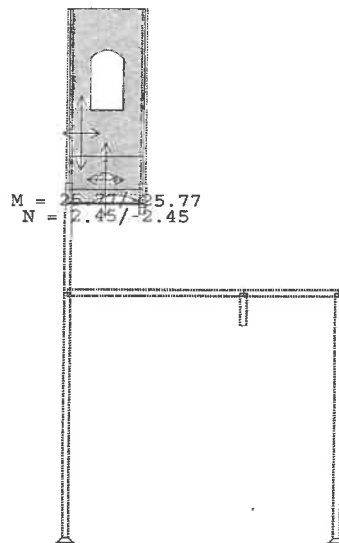
Opt. 4: Sy



Okvir: V\_1  
 Vektorski presjeci: Nn  
 Opt. 4: Sy

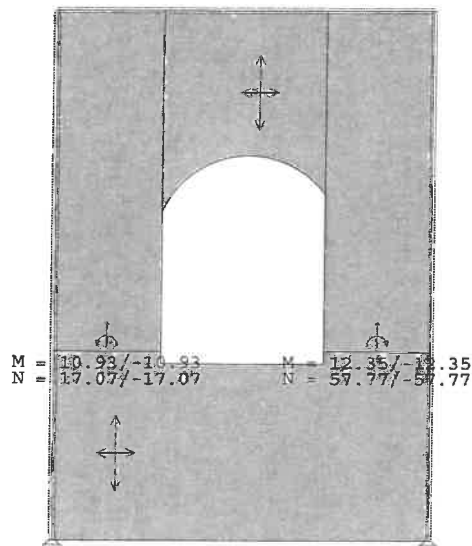


Okvir: V\_2  
 Vektorski presjeci: Nn  
 Opt. 4: Sy



Okvir: V\_3  
 Vektorski presjeci: Nn

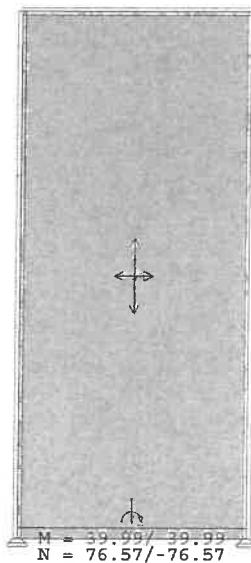
Opt. 4: Sy



Okvir: V\_4

Vektorski presjeci: Nn

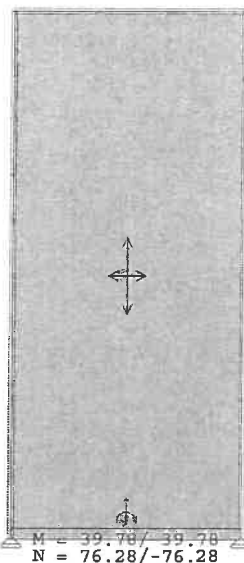
Opt. 4: Sy



Okvir: K\_1

Vektorski presjeci: Nn

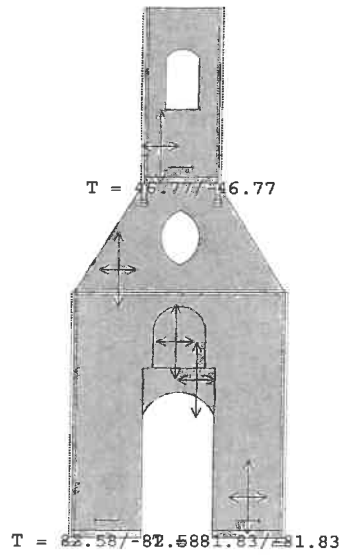
Opt. 4: Sy



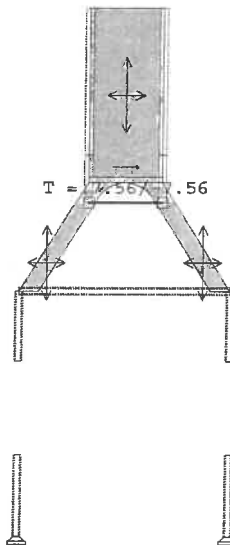
Okvir: K\_2

Vektorski presjeci: Nn

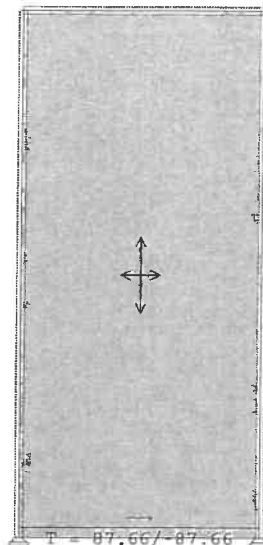
Opt. 3: Sx



Okvir: H\_1  
Vektorski presjeci: Nns  
Opt. 3: Sx

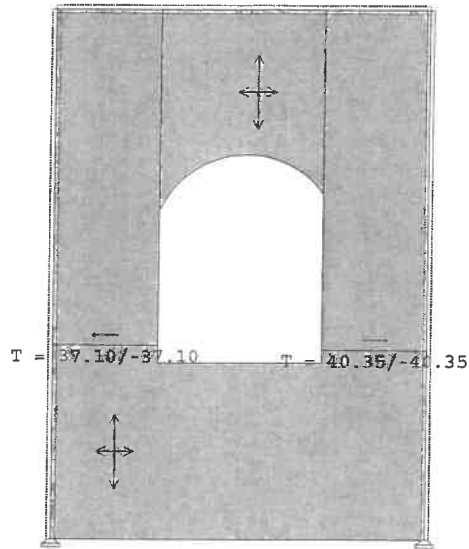


Okvir: H\_2  
Vektorski presjeci: Nns  
Opt. 3: Sx



Okvir: H\_4  
Vektorski presjeci: Nns

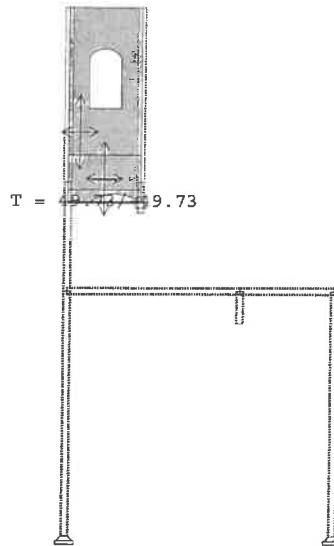
Opt. 4: Sy



Okvir: V\_1

Vektorski presjeci: Nns

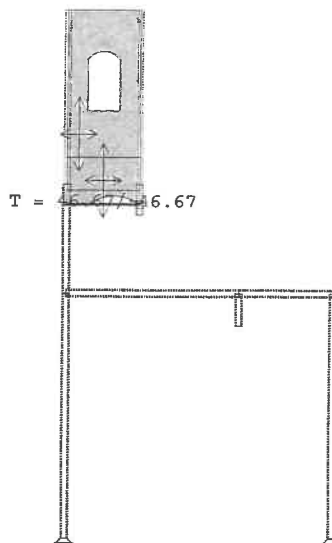
Opt. 4: Sy



Okvir: V\_2

Vektorski presjeci: Nns

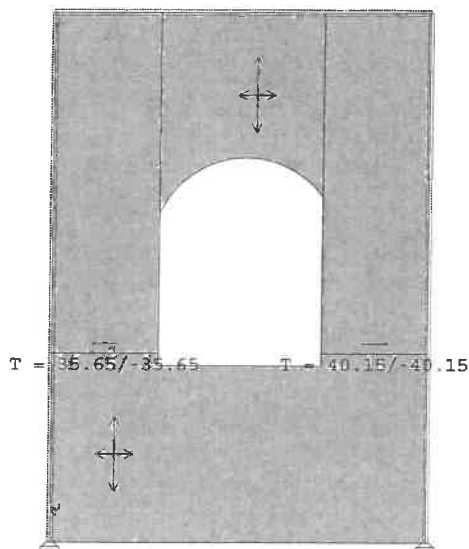
Opt. 4: Sy



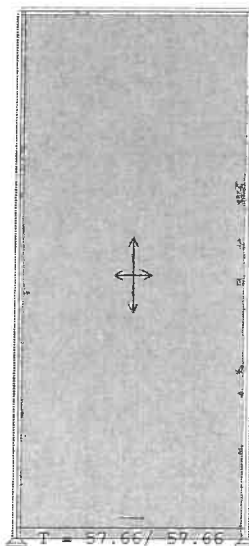
Okvir: V\_3

Vektorski presjeci: Nns

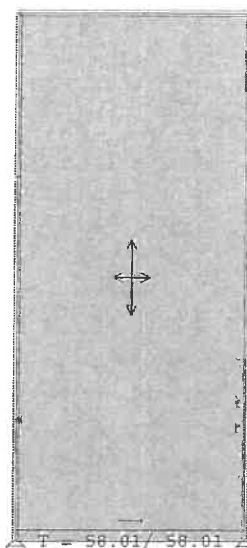
Opt. 4: Sy



Okvir: V\_4  
 Vektorski presjeci: Nns  
 Opt. 4: Sy



Okvir: K\_1  
 Vektorski presjeci: Nns  
 Opt. 4: Sy



Okvir: K\_2  
 Vektorski presjeci: Nns

## PRIKAZ NAPONA I SLIJEGANJA ISPOD TEMELJA POSTOJEĆEG STANJA 3D MODEL NA ELASTIČNOJ PODLOZI



Izometrija

### Tabela materijala

| No | Naziv materijala | E[kN/m <sup>2</sup> ] | μ    | γ[kN/m <sup>3</sup> ] | αt[1/C]  | Em[kN/m <sup>2</sup> ] | μm   |
|----|------------------|-----------------------|------|-----------------------|----------|------------------------|------|
| 1  | Opeka/Blokovi    | 1.000e+6              | 0.30 | 18.00                 | 1.000e-5 | 1.000e+6               | 0.30 |
| 2  | Čelik            | 2.100e+8              | 0.30 | 78.50                 | 1.000e-5 | 2.100e+8               | 0.30 |

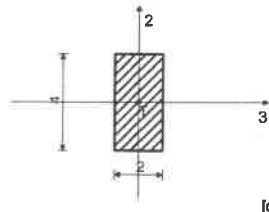
### Setovi ploča

| No  | d[m]  | e[m]  | Materijal | Tip proračuna | Ortotropija | E2[kN/m <sup>2</sup> ] | G[kN/m <sup>2</sup> ] | α     |
|-----|---|-------|-----------|---------------|-------------|------------------------|-----------------------|-------|
| <1> | 0.600   | 0.300 | 1         | Opeka/Blokovi | Anizotropna | 5.000e+5               | 4.000e+5              | 90.00 |
|     | ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, γ x 1; |       |           |               |             |                        |                       |       |
| <2> | 0.450   | 0.225 | 1         | Opeka/Blokovi | Anizotropna | 5.000e+5               | 4.000e+5              | 90.00 |
|     | ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, γ x 1; |       |           |               |             |                        |                       |       |
| <3> | 0.250   | 0.125 | 1         | Opeka/Blokovi | Izotropna   |                        |                       |       |
| <4> | 0.300   | 0.150 | 1         | Opeka/Blokovi | Anizotropna | 5.000e+5               | 4.000e+5              | 90.00 |
|     | ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, γ x 1; |       |           |               |             |                        |                       |       |
| <5> | 0.600   | 0.300 | 1         | Opeka/Blokovi | Anizotropna | 5.000e+5               | 4.000e+5              | 90.00 |
|     | ST: Em x 0.2, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.2, E x 1, γ x 1; |       |           |               |             |                        |                       |       |

### Setovi greda

Set: 1. Presjek: b/d=2/4, Fiktivna ekscentričnost

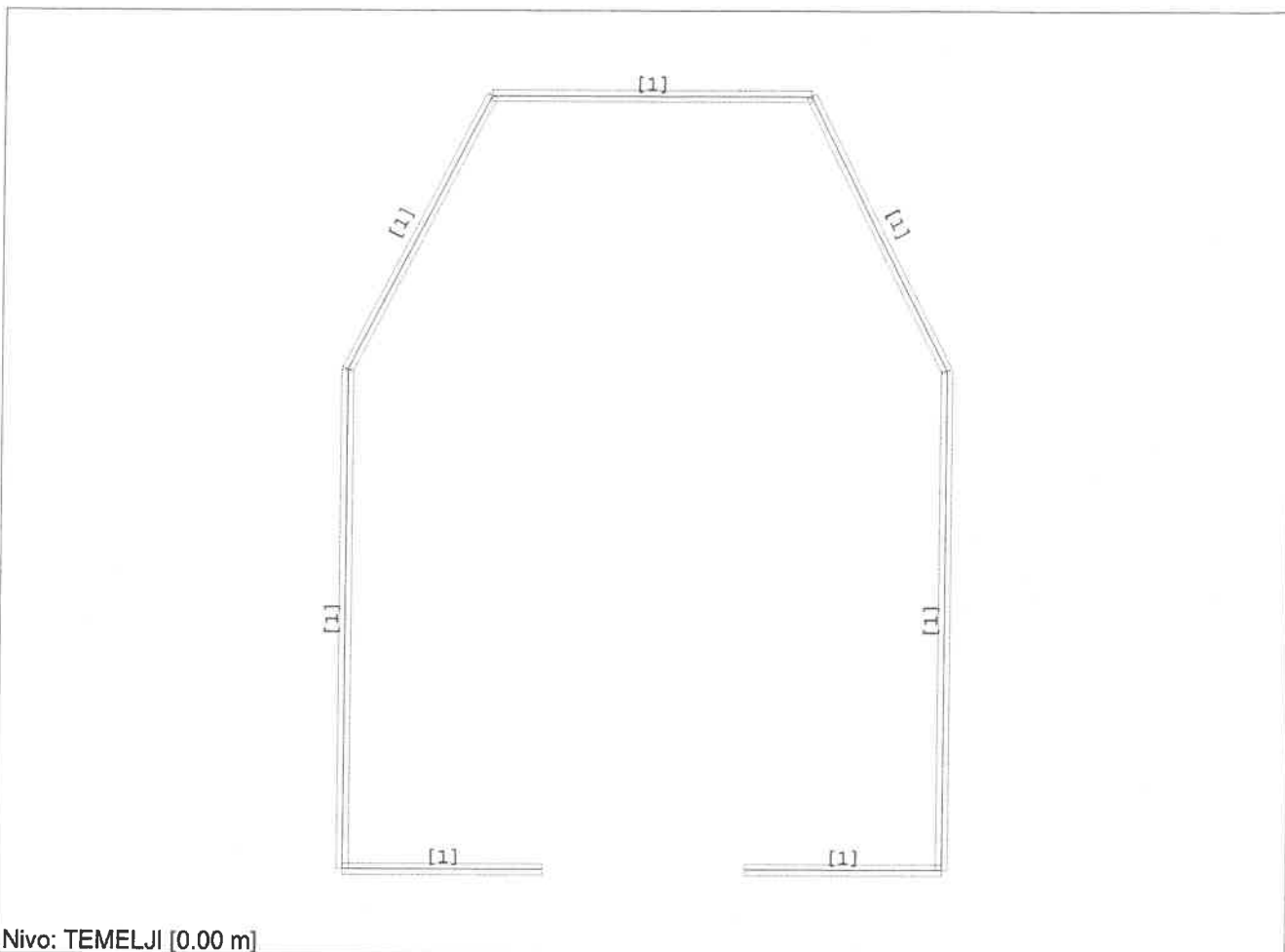
| Mat       | A1       | A2       | A3       | I1       | I2       | I3       |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2 - Čelik | 8.000e-4 | 6.667e-4 | 6.667e-4 | 7.324e-8 | 2.667e-8 | 1.067e-7 |



[cm]

### Setovi linijskih ležajeva

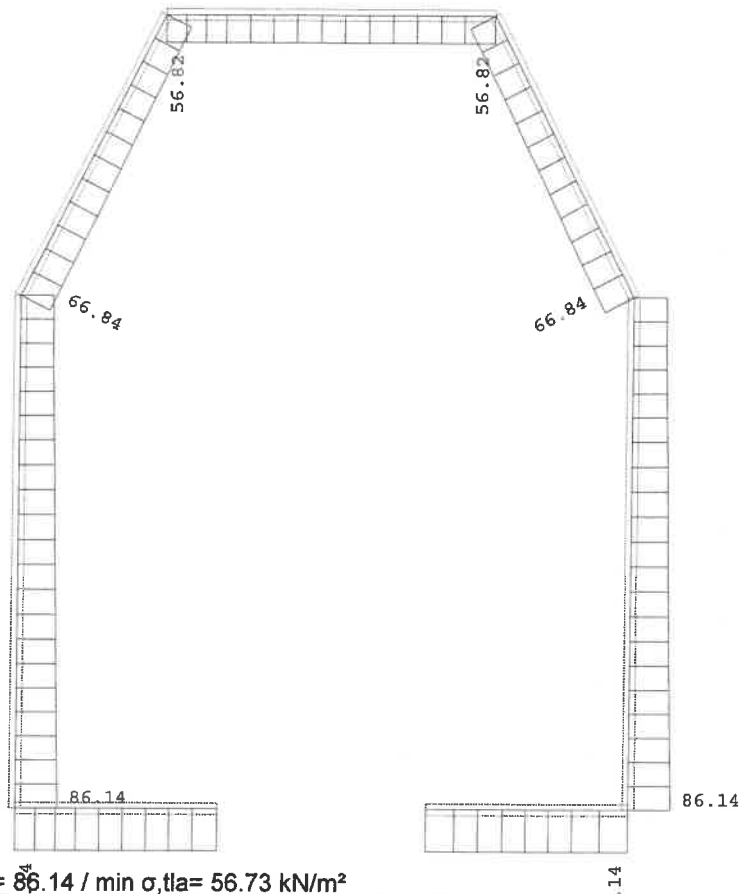
| Set | K,R1      | K,R2     | K,R3      | K,M1 | τio [m] |
|-----|-----------|----------|-----------|------|---------|
| 1   | 1.000e+10 | 5.000e+3 | 1.000e+10 |      |         |





Statički proračun

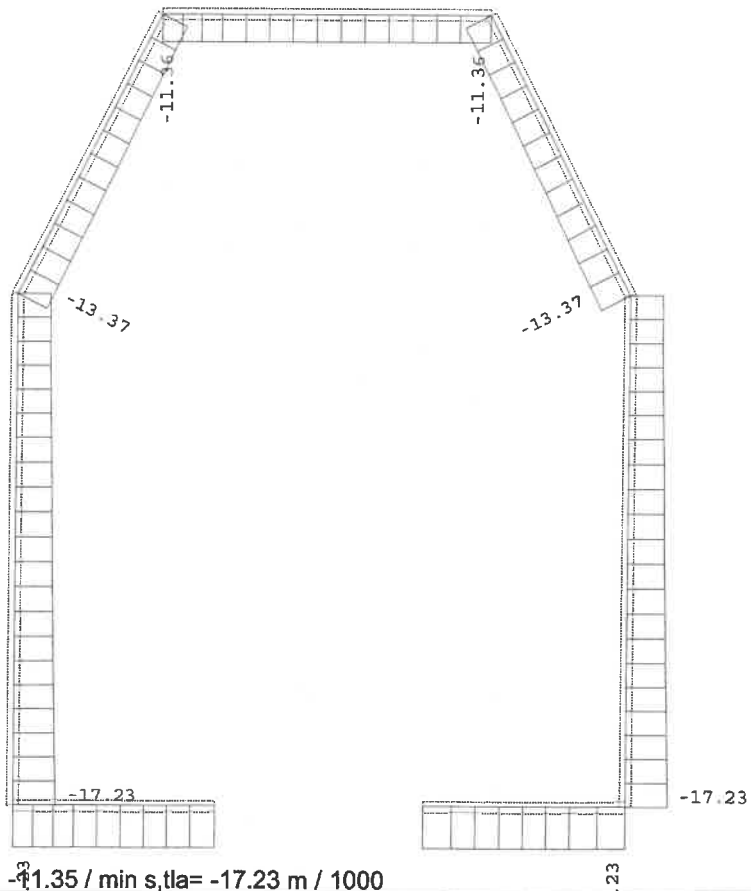
Opt. 7: I+II



Nivo: TEMELJI [0.00 m]

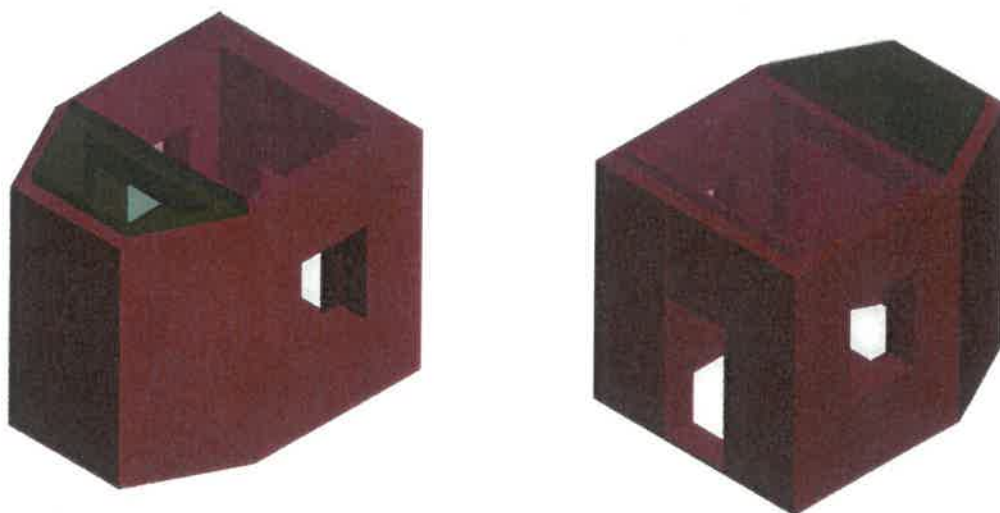
Utjecaji u lin. ležaju: max  $\sigma_{tla}$  = 86.14 / min  $\sigma_{tla}$  = 56.73 kN/m<sup>2</sup>

Opt. 7: I+II

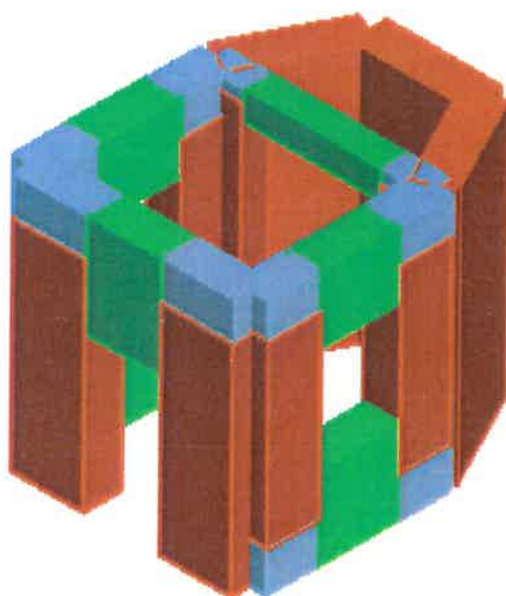


Nivo: TEMELJI [0.00 m]

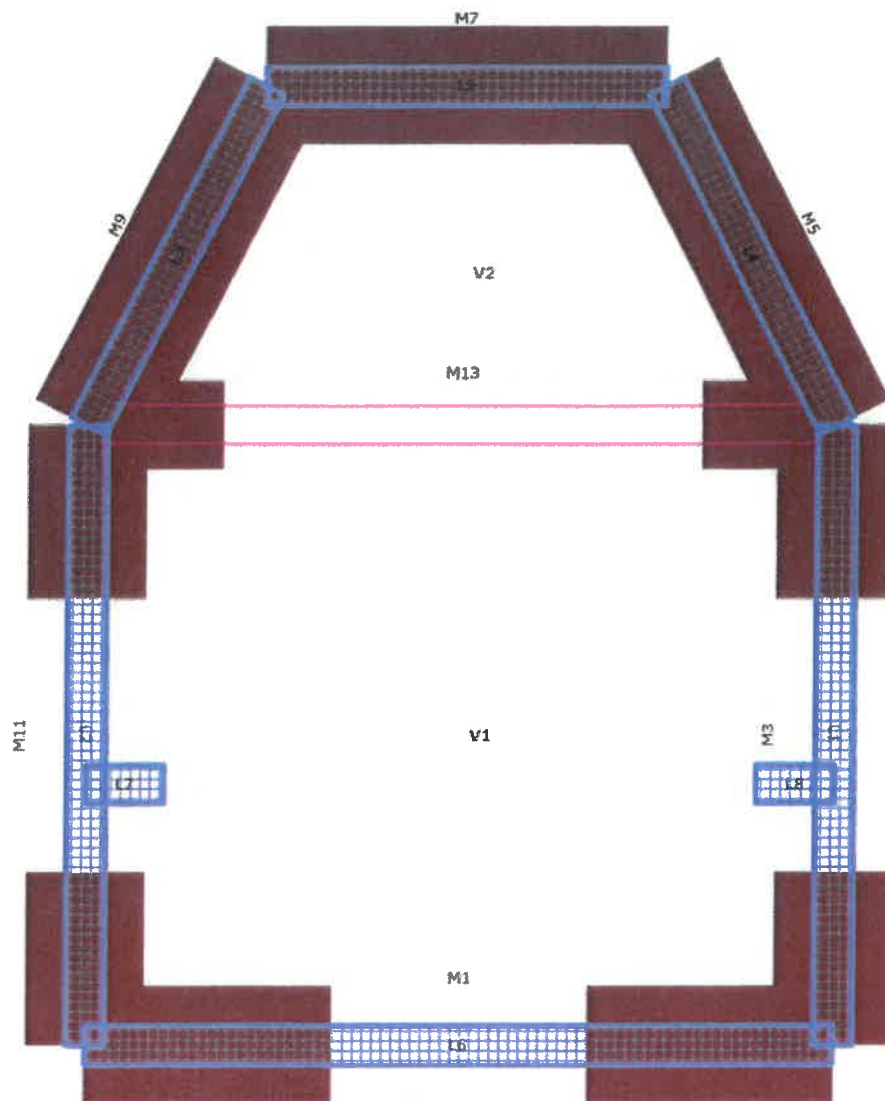
Utjecaji u lin. ležaju: max  $s_{tla}$  = -11.35 / min  $s_{tla}$  = -17.23 m / 1000

**MODEL OJAČANOG STANJA (KONSTRUKCIJA BEZ ZVONIKA) - 3MURI**

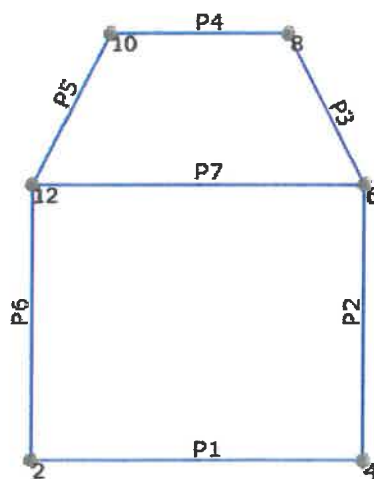
Prikaz 3D modela



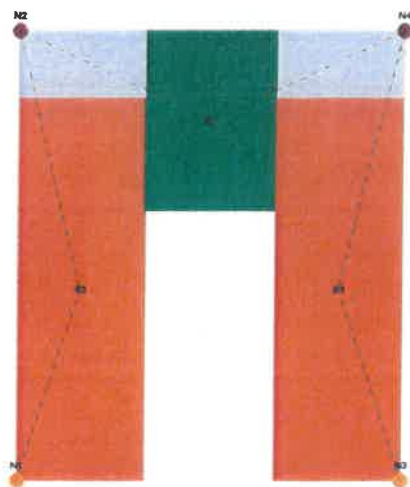
3D prikaz konačnih elemenata zidova



Prikaz modela u stropnoj ravni



Dispozicija zidova



Zid P1



Zid P2



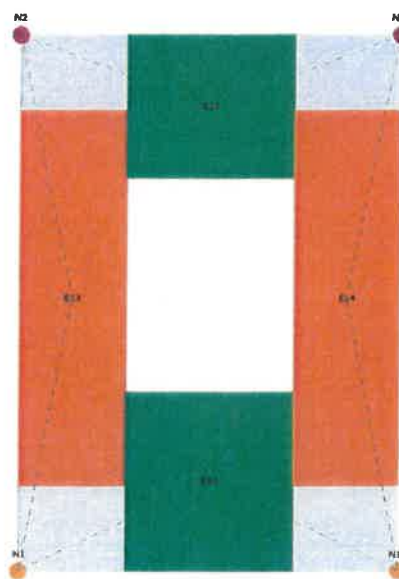
Zid P3



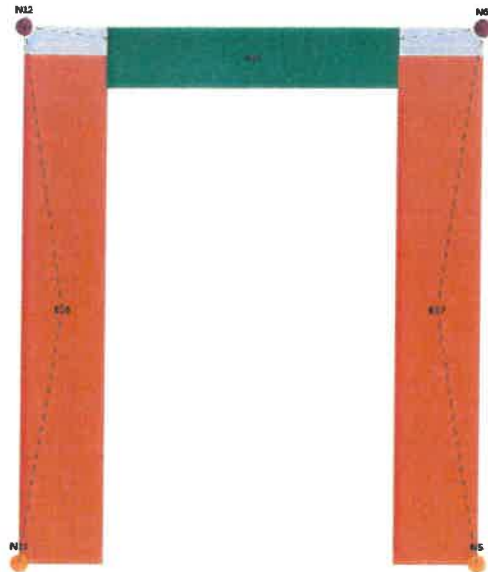
Zid P4



Zid P5



Zid P6



Zid P7

### Zidovi

| No. | Wall | Material | Reinforcement | Elevation [m] | Height [m] | Thickness [mm] |
|-----|------|----------|---------------|---------------|------------|----------------|
| 1   | 1    | opeka    | -             | 4,500         | 4,500      | 600            |
| 3   | 2    | opeka    | -             | 4,500         | 4,500      | 600            |
| 5   | 3    | opeka    | -             | 4,500         | 4,500      | 600            |
| 7   | 4    | opeka    | -             | 4,500         | 4,500      | 600            |
| 9   | 5    | opeka    | -             | 4,500         | 4,500      | 600            |
| 11  | 6    | opeka    | -             | 4,500         | 4,500      | 600            |
| 13  | 7    | opeka    | -             | 4,500         | 4,500      | 450            |

### Materijali

| Name  | E [kN/m <sup>2</sup> ] | G [kN/m <sup>2</sup> ] | Specific weight [kg/m <sup>3</sup> ] | f <sub>m</sub> [kN/m <sup>2</sup> ] | Shear resistance [kN/m <sup>2</sup> ] |
|-------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| opeka | 3.650.000,00           | 1.460.000,00           | 1.937                                | 3.041,67                            | 83,33                                 |

Ojačanje postojećih zidova predviđa se injektiranjem. Injektiranjem zida poboljšavaju se ulazni vrijednosti postojećeg zida, a time i ulazni podaci za proračun ojačanog stanja. Opće poboljšanje zida tornja koje se postiže injektiranjem je minimalno 28% prema članku: „Građevinar 8/2014, GRAĐEVINAR 66, DOI: 10.14256/JCE.1031.2014, Mojmir Urenjek, Roko Žarnić, Violeta Bokan-Bosiljkov.

Vrijednosti uzete u proračun za zid od opeke koji je injektiran:

- Modul elastičnosti zida:  $E=3650 \text{ N/mm}^2$
- Modul posmika:  $G=1460 \text{ N/mm}^2$

## Svodovi (1)

| No. | Elevation [m] | Thickness [mm] | G [kN/m <sup>2</sup> ] | Ex [kN/m <sup>2</sup> ] | Ey [kN/m <sup>2</sup> ] |
|-----|---------------|----------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1   | 4,500         | 250            | 349.384,16             | 873.460,39              | 873.460,39              |
| 2   | 4,500         | 250            | 395.925,84             | 989.814,58              | 989.814,58              |

## Svodovi (2)

| No. | Typology     | Total key thickness [mm] | Rise [mm] | Filling density [kg/m <sup>3</sup> ] | Material |
|-----|--------------|--------------------------|-----------|--------------------------------------|----------|
| 1   | cap vault    | 0,250                    | 0,600     | 1.937                                | opeka    |
| 2   | Barrel vault | 0,250                    | 0,250     | 1.937                                | opeka    |

## Opterećenja

| No. Load | Level | Type          | Gk1 [kN/m <sup>2</sup> ] | Gk2 [kN/m <sup>2</sup> ] | Qk [kN/m <sup>2</sup> ] | φ    | ψ0   | ψ2   | Note |
|----------|-------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------|------|------|------|
| 1        | 1     | Linear [kN/m] | 6,30                     | 0,00                     | 5,00                    | 1,00 | 0,70 | 0,30 | -    |
| 2        | 1     | Linear [kN/m] | 6,30                     | 0,00                     | 5,00                    | 1,00 | 0,70 | 0,30 | -    |
| 3        | 1     | Linear [kN/m] | 3,25                     | 0,00                     | 2,60                    | 1,00 | 0,70 | 0,30 | -    |
| 4        | 1     | Linear [kN/m] | 3,25                     | 0,00                     | 2,60                    | 1,00 | 0,70 | 0,30 | -    |
| 5        | 1     | Linear [kN/m] | 3,25                     | 0,00                     | 2,60                    | 1,00 | 0,70 | 0,30 | -    |
| 6        | 1     | Linear [kN/m] | 25,00                    | 0,00                     | 0,00                    | 1,00 | 0,70 | 0,30 | -    |
| 7        | 1     | Linear [kN/m] | 95,00                    | 0,00                     | 0,00                    | 1,00 | 0,70 | 0,30 | -    |
| 8        | 1     | Linear [kN/m] | 95,00                    | 0,00                     | 0,00                    | 1,00 | 0,70 | 0,30 | -    |

| No. Vault | Gk1 [kN/m <sup>2</sup> ] | Gk2 [kN/m <sup>2</sup> ] | Qk [kN/m <sup>2</sup> ] | Leading variable action 1 | φ    | ψ0   | ψ2   |
|-----------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|------|------|------|
| 1         | 7,19                     | 0,00                     | 1,00                    | No                        | 1,00 | 0,70 | 0,30 |
| 2         | 5,77                     | 0,00                     | 1,00                    | No                        | 1,00 | 0,70 | 0,30 |

## Seizmički parametri

Seismic load

Spectrum Shape

Parametric

|                              | NC                       | SD                                  | DL                       |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Verification                 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| $a_{GR}$ [m/s <sup>2</sup> ] | 0,00                     | 1,83                                | 0,00                     |
| Soil type                    | C                        | C                                   | C                        |
| S                            | 1,15                     | 1,15                                | 1,15                     |
| $T_B$ [s]                    | 0,20                     | 0,20                                | 0,20                     |
| $T_C$ [s]                    | 0,60                     | 0,60                                | 0,60                     |
| $T_D$ [s]                    | 2,00                     | 2,00                                | 2,00                     |

Importance Factor

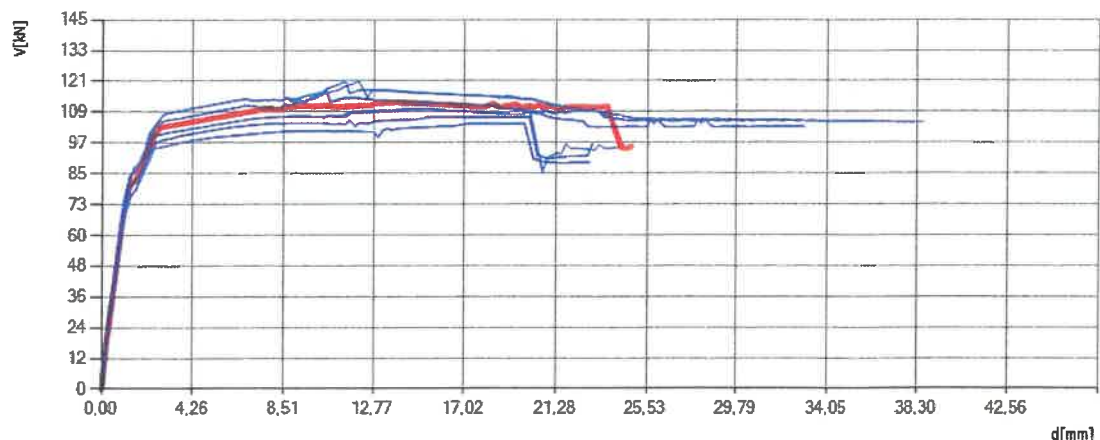
1,20

## Rezultati analize

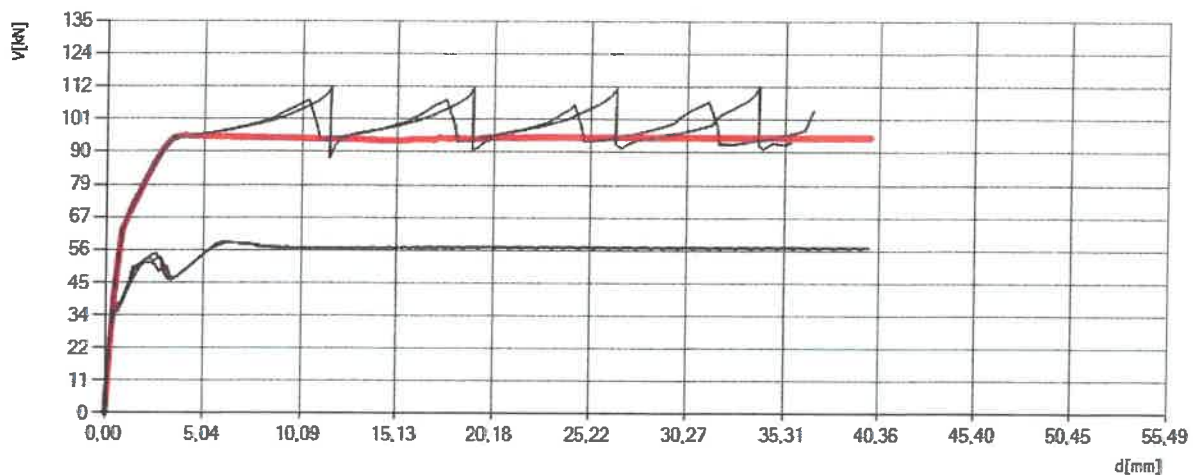
| No. | Insert in report                    | Seism dir. | Seismic load  | Eccentricity [mm] | dt SD [mm] | dm SD [mm] | a SD  |
|-----|-------------------------------------|------------|---------------|-------------------|------------|------------|-------|
| 1   | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Uniform       | 0,00              | 18,76      | 18,33      | 0,960 |
| 2   | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Static forces | 0,00              | 18,76      | 18,62      | 0,993 |
| 3   | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Uniform       | 0,00              | 18,94      | 28,97      | 1,473 |
| 4   | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Static forces | 0,00              | 18,94      | 28,84      | 1,466 |
| 5   | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Uniform       | 0,00              | 20,98      | 29,92      | 1,385 |
| 6   | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Static forces | 0,00              | 20,98      | 29,92      | 1,385 |
| 7   | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Uniform       | 0,00              | 26,88      | 29,76      | 1,102 |
| 8   | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Static forces | 0,00              | 26,88      | 29,76      | 1,102 |
| 9   | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Uniform       | 247,50            | 19,24      | 25,08      | 1,270 |
| 10  | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Uniform       | -247,50           | 19,57      | 17,22      | 0,892 |
| 11  | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Static forces | 247,50            | 19,22      | 24,93      | 1,264 |
| 12  | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Static forces | -247,50           | 19,57      | 17,22      | 0,892 |
| 13  | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Uniform       | 247,50            | 18,62      | 24,72      | 1,292 |
| 14  | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Uniform       | -247,50           | 19,62      | 17,13      | 0,886 |
| 15  | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Static forces | 247,50            | 18,62      | 24,72      | 1,292 |
| 16  | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Static forces | -247,50           | 19,62      | 17,13      | 0,886 |
| 17  | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Uniform       | 192,50            | 25,15      | 27,59      | 1,068 |
| 18  | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Uniform       | -192,50           | 25,95      | 26,72      | 1,027 |
| 19  | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Static forces | 192,50            | 25,15      | 27,59      | 1,068 |
| 20  | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Static forces | -192,50           | 25,95      | 26,72      | 1,027 |
| 21  | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Uniform       | 192,50            | 27,30      | 29,87      | 1,090 |
| 22  | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Uniform       | -192,50           | 26,39      | 29,65      | 1,117 |
| 23  | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Static forces | 192,50            | 27,30      | 29,87      | 1,090 |
| 24  | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Static forces | -192,50           | 26,39      | 29,65      | 1,117 |

### Prikaz rezultata postupnog guranja

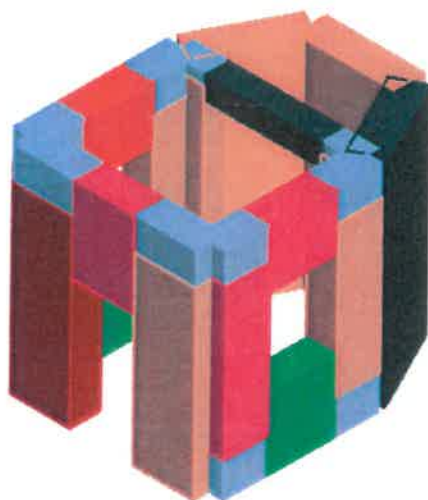
Vidljivo je da konstrukcija u ojačanom stanju zadovoljava granično stanje značajnog oštećenja (približno istovjetno s GSN u projektiranju novih konstrukcija) za sve slučajeve potresa u Y smjeru (za povratni period od 225 godina), tj. zadovoljena je Razina 3 obnove konstrukcije. Za određene slučajeve opterećenja od potresa u X smjeru konstrukcija ne zadovoljava, međutim min. nosivost je 89%. To je prihvatljivo pošto će se u zidove ugraditi zatezna sidra (čelične šipke s maticom) koja će povezati zidove i preuzeti prekoračene sile u zidovima (cca. 10% za najnepovoljniji slučaj). Slučajevi označeni žutom bojom su najnepovoljniji.



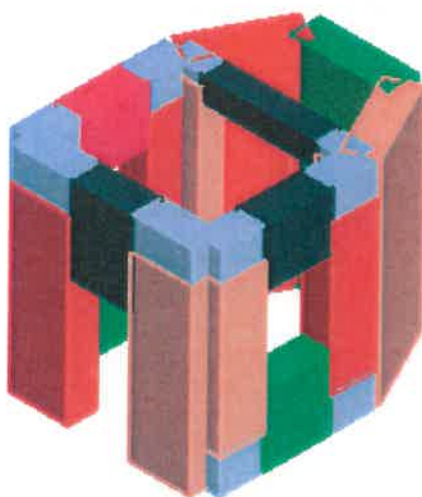
Prikaz krivulja kapaciteta nosivosti za smjer X



Prikaz krivulja kapaciteta nosivosti za smjer Y
















Prikaz oštećenja pri trenutku otkazivanja konstrukcije za kritičnu kombinaciju smjera X



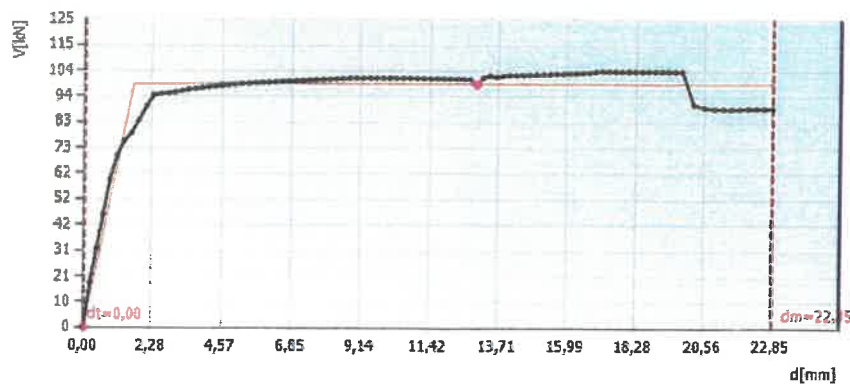
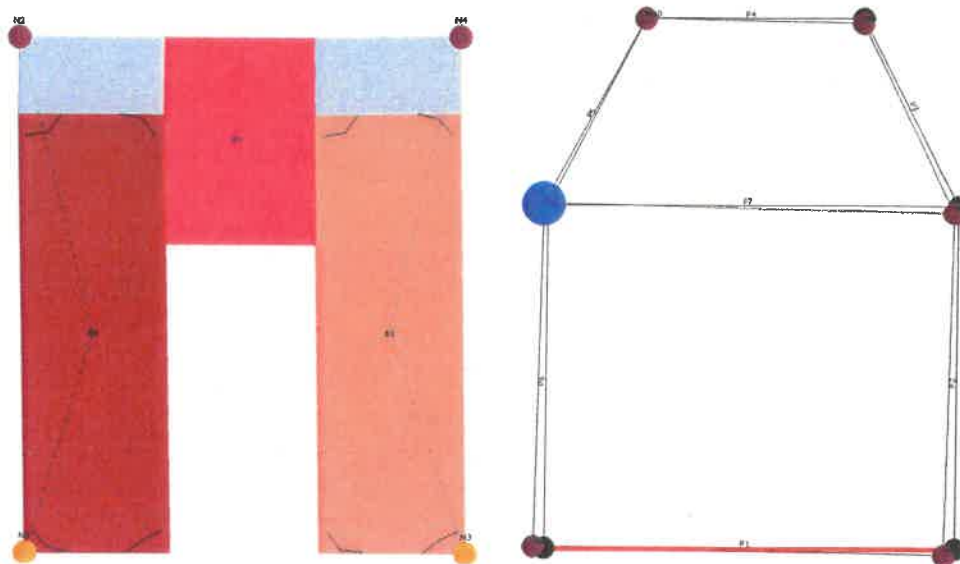
Prikaz oštećenja pri trenutku otkazivanja konstrukcije za kritičnu kombinaciju smjera Y



### Legenda oštećenja zidanih zidova

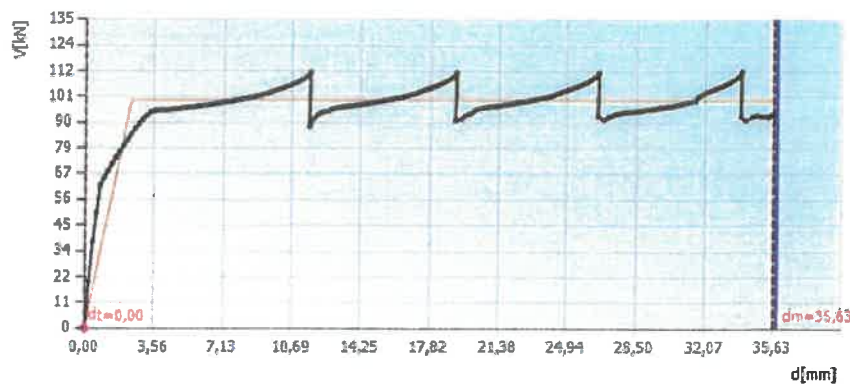
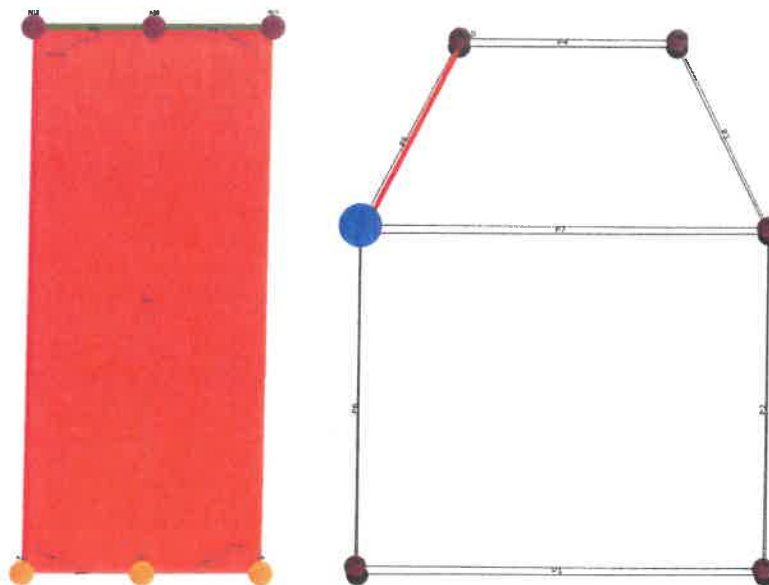
|   |                              |
|---|------------------------------|
|  | Undamaged                    |
|  | Plasticity incipient         |
|  | Shear damage                 |
|  | Incipient shear failure      |
|  | Shear failure                |
|  | Bending damage               |
|  | Incipient bending failure    |
|  | Bending failure              |
|  | Serious crisis               |
|  | Compression failure          |
|  | Tension failure              |
|  | Failure during elastic phase |
|  | Ineffective element          |

Prikaz trenutka otkazivanja za najnepovoljniju kombinaciju X smjera – kombinacija 14 step 100 pri pomaku stropne konstrukcije od 2,28 cm:



Prikaz krivulje kapaciteta nosivosti kombinacije 14 za smjer X

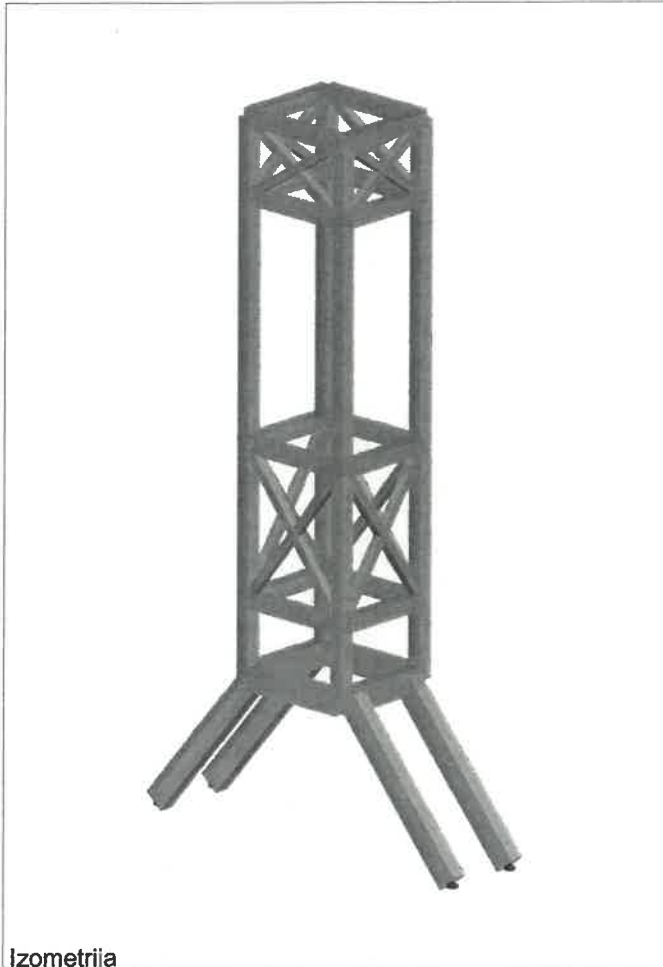
Prikaz trenutka otkazivanja za najnepovoljniju kombinaciju Y smjera – kombinacija 18 step 200 pri pomaku stropne konstrukcije od 3,56 cm:



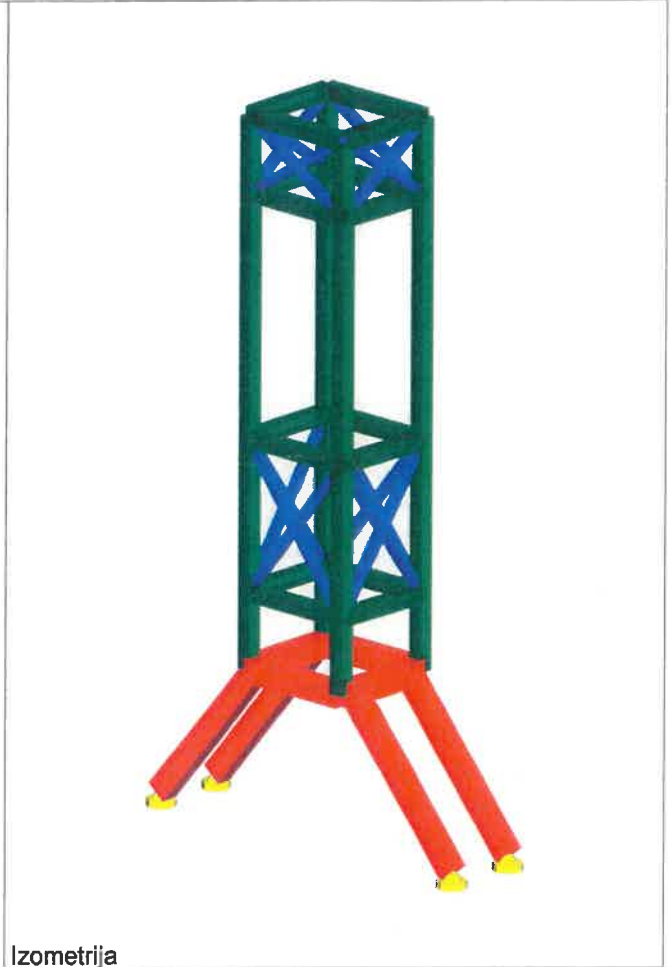
Prikaz krivulje kapaciteta nosivosti kombinacije 18 za smjer Y

**Ulazni podaci - Konstrukcija**

**PROSTORNA ČELIČNA KONSTRUKCIJA - OJAČANJE ZIDOVA TORNJA**



Izometrija



Izometrija

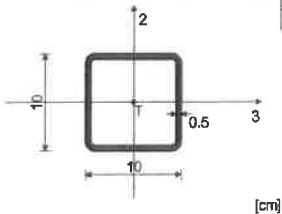
| Shema nivoa |       |       |  |
|-------------|-------|-------|--|
| Naziv       | z (m) | h (m) |  |
|             | 4.60  | 0.50  |  |
|             | 4.10  | 1.60  |  |
|             | 2.50  | 1.00  |  |

| Naziv | z (m) | h (m) |
|-------|-------|-------|
|       | 1.50  | 0.50  |
|       | 1.00  | 1.00  |
|       | 0.00  |       |

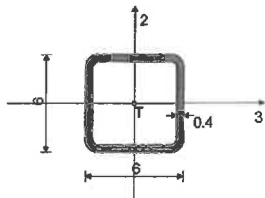
| Tabela materijala |                  |                          |       |                               |                |                            |       |
|-------------------|------------------|--------------------------|-------|-------------------------------|----------------|----------------------------|-------|
| No                | Naziv materijala | $E$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\nu$ | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\alpha$ (1/C) | $E_m$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\mu$ |
| 1                 | Čelik            | 2.100e+8                 | 0.30  | 78.50                         | 1.000e-5       | 2.100e+8                   | 0.30  |

**Setovi greda**

| Set: 1 Presjek: KG I 100x100x5, Fiksna ekscenirućnost |          |          |          |          |          |          |  |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
| Mat   | A1       | A2       | A3       | I1       | I2       | I3       |  |
| 1 - Čelik   | 1.836e-3 | 1.000e-3 | 1.000e-3 | 4.390e-6 | 2.618e-6 | 2.618e-6 |  |



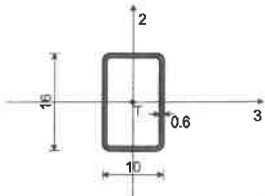
Set:2 Presjek KC [] 60x60x4, Fiktivna ekscentričnost



| Mat.      | A1       | A2       | A3       | I1       | I2       | I3       |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 - Čelik | 8.550e-4 | 4.800e-4 | 4.800e-4 | 7.219e-7 | 4.092e-7 | 4.092e-7 |

[cm]

Set:3 Presjek PC [] 160x100x6, Fiktivna ekscentričnost



| Mat.      | A1       | A2       | A3       | I1       | I2       | I3       |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 - Čelik | 2.883e-3 | 1.920e-3 | 1.200e-3 | 1.037e-5 | 4.554e-6 | 9.510e-6 |

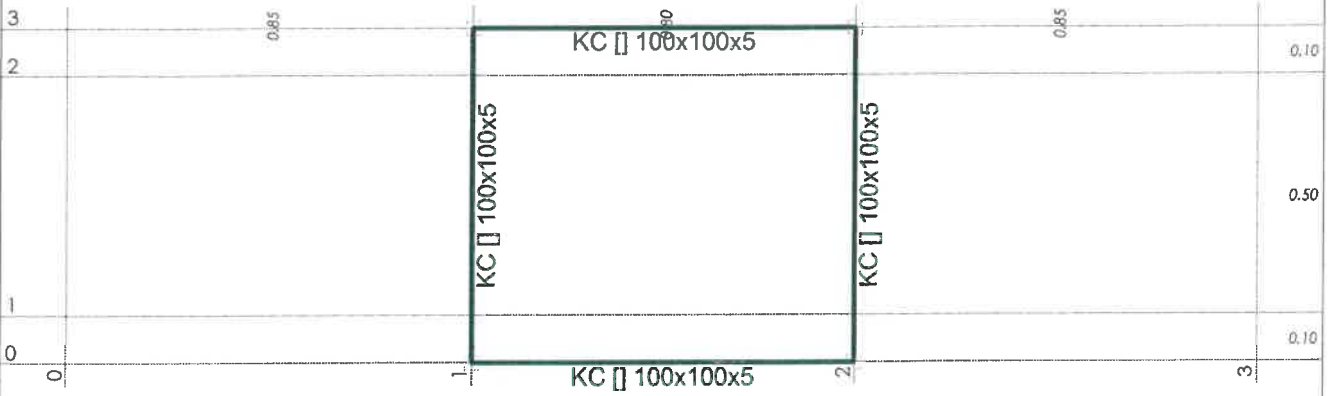
[cm]

Setovi točkastih ležajeva

| Set | K,R1      | K,R2      | K,R3      | K,M1      | K,M2      | K,M3      |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1   | 1.000e+10 | 1.000e+10 | 1.000e+10 | 1.000e+10 | 1.000e+10 | 1.000e+10 |

Nivo: [4.60 m]

| Greda |                  |
|-------|------------------|
| 1.    | KC [ ] 100x100x5 |

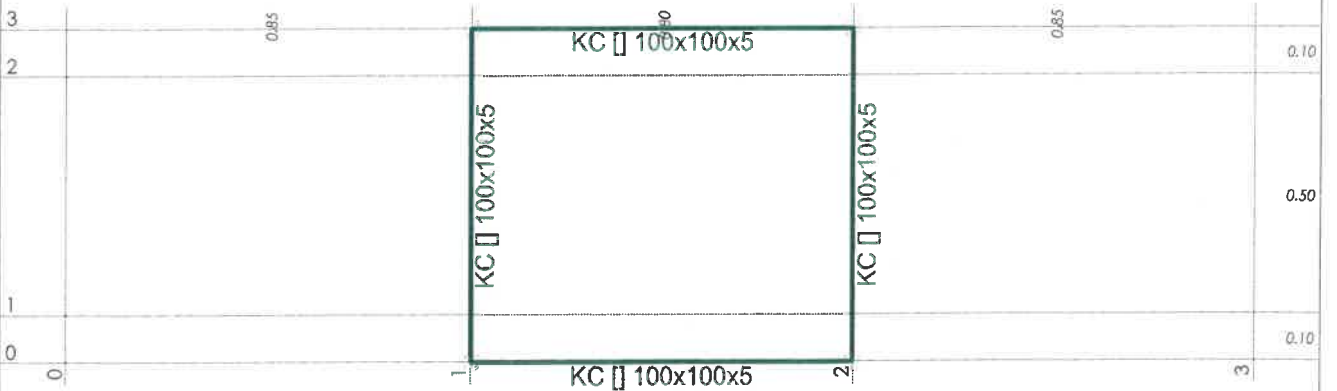


Setovi numeričkih podataka

Greda (1)

Nivo: [4.10 m]

| Greda |                  |
|-------|------------------|
| 1.    | KC [ ] 100x100x5 |

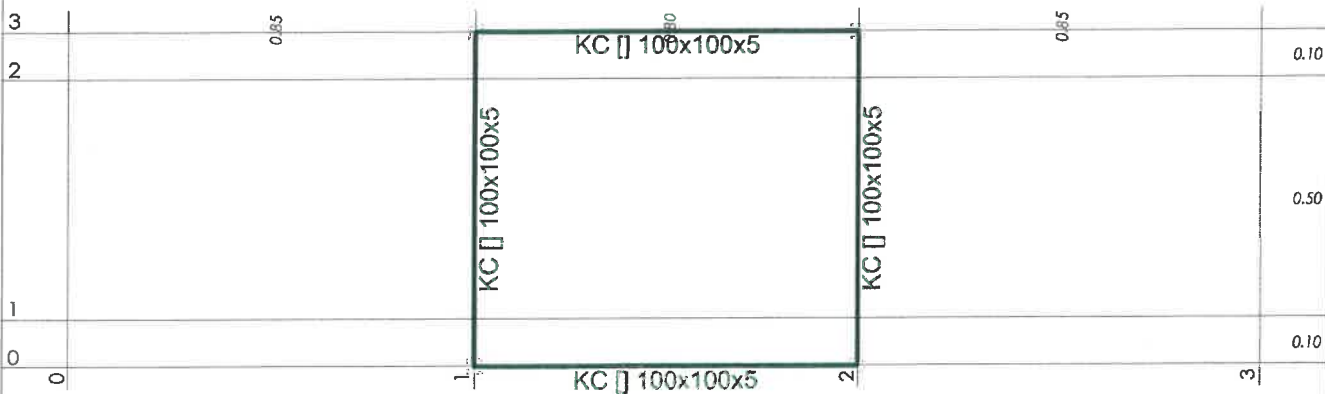


Setovi numeričkih podataka

Greda (1)

Nivo: [2.50 m]

| Greda |                  |
|-------|------------------|
| 1.    | KC [ ] 100x100x5 |

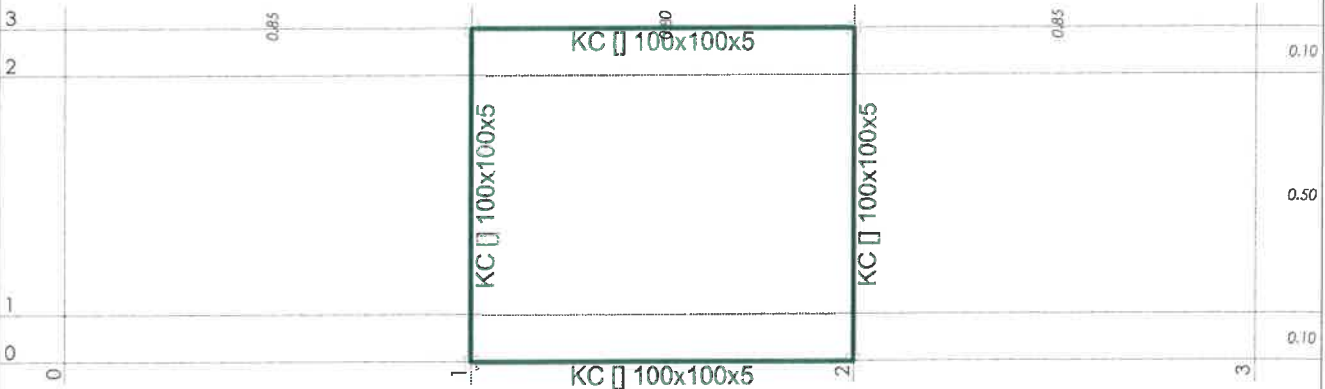


Setovi numeričkih podataka

Greda (1)

Nivo: [1.50 m]

| Greda |                  |
|-------|------------------|
| 1.    | KC [ ] 100x100x5 |

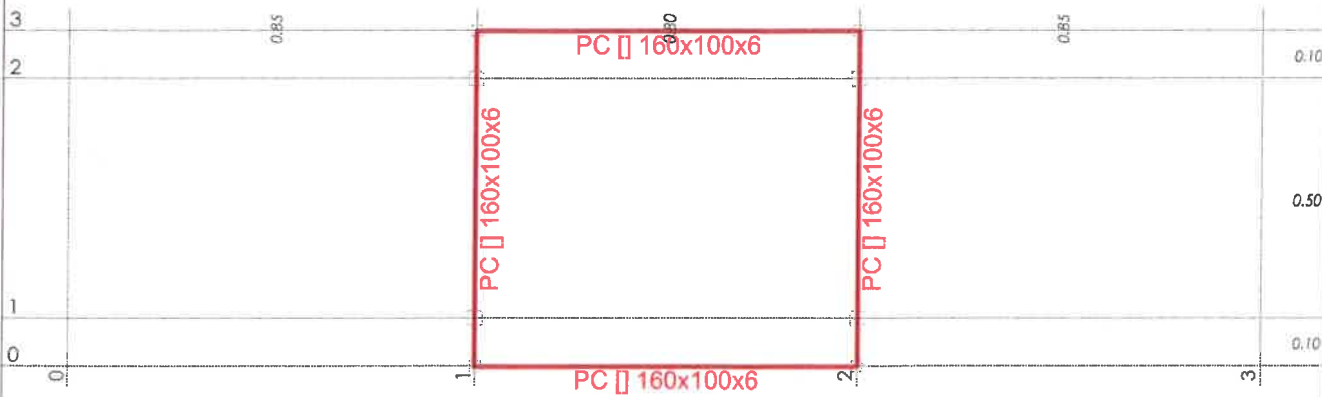


Setovi numeričkih podataka

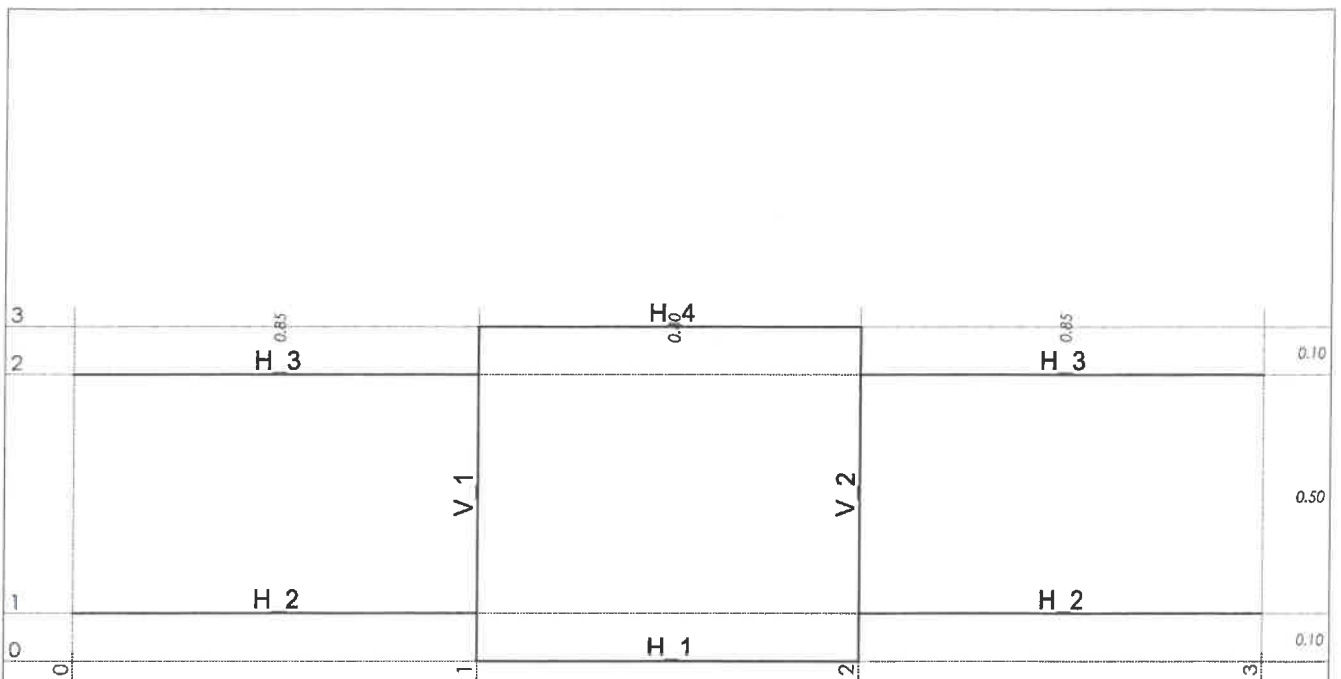
Greda (1)

Nivo: [1.00 m]

Greda  
3. PC [ ] 160x100x6

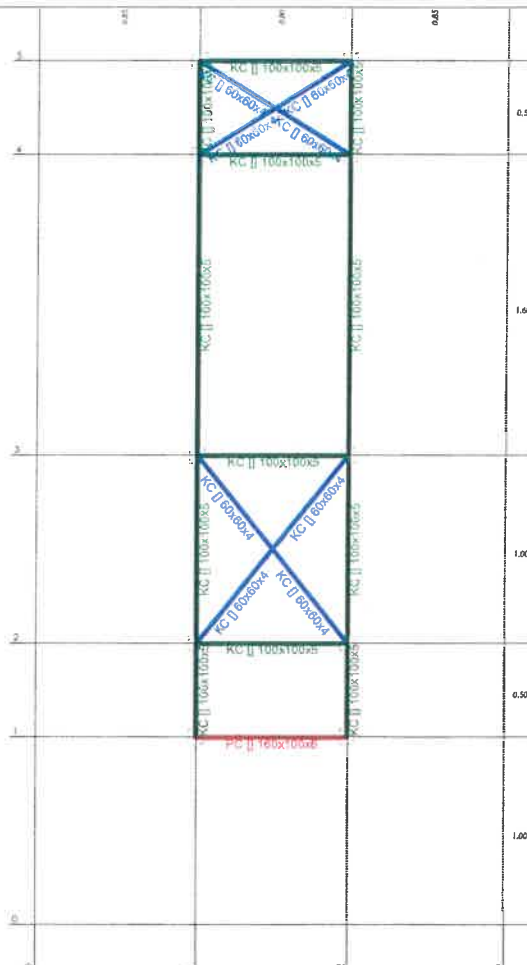


Setovi numeričkih podataka  
Greda (3)



Dispozicija okvira

Okvir: H\_1



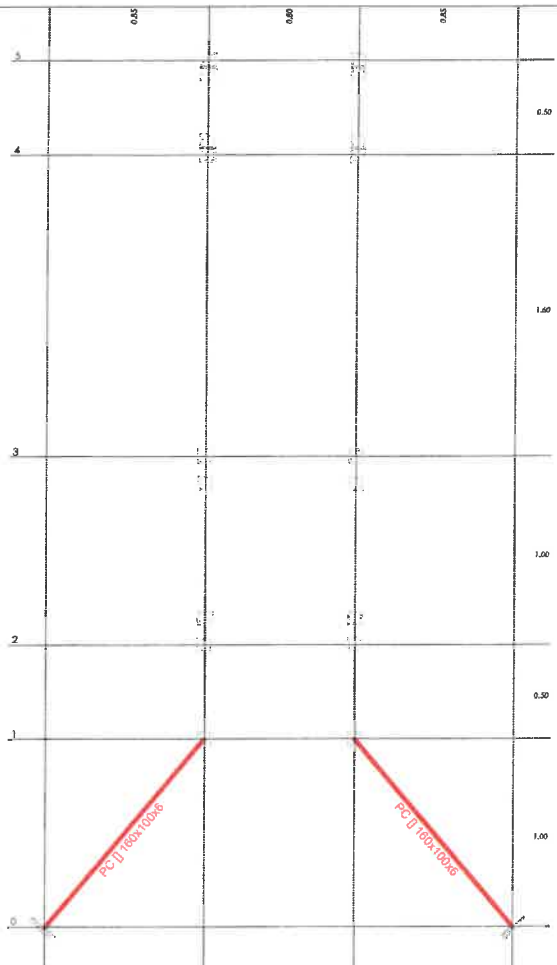
| Greda |    |           |
|-------|----|-----------|
| 1.    | KC | 100x100x5 |
| 2.    | KC | 60x60x4   |
| 3.    | PC | 160x100x6 |

Setovi numeričkih podataka  
Greda (1-3)



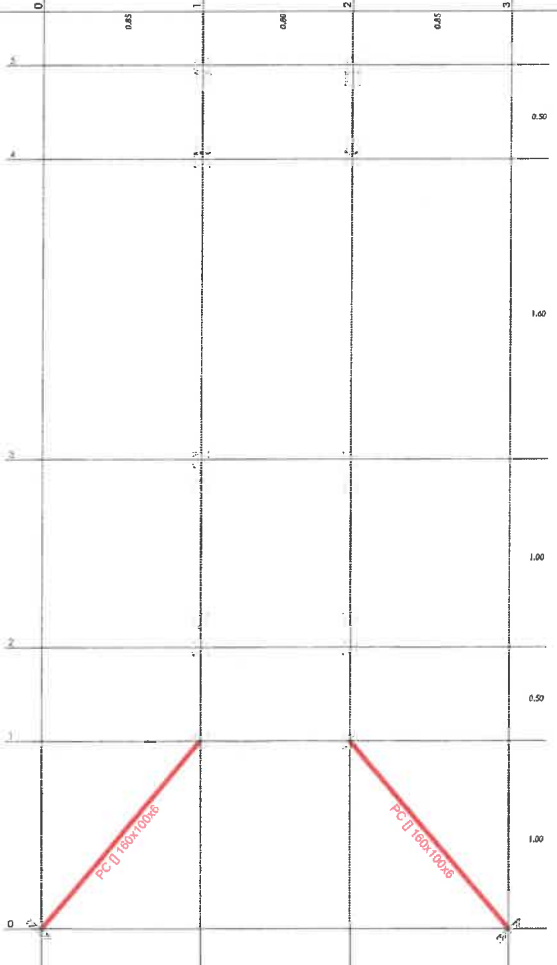
Okvir: H\_2

Greda  
3. PC [ ] 160x100x6



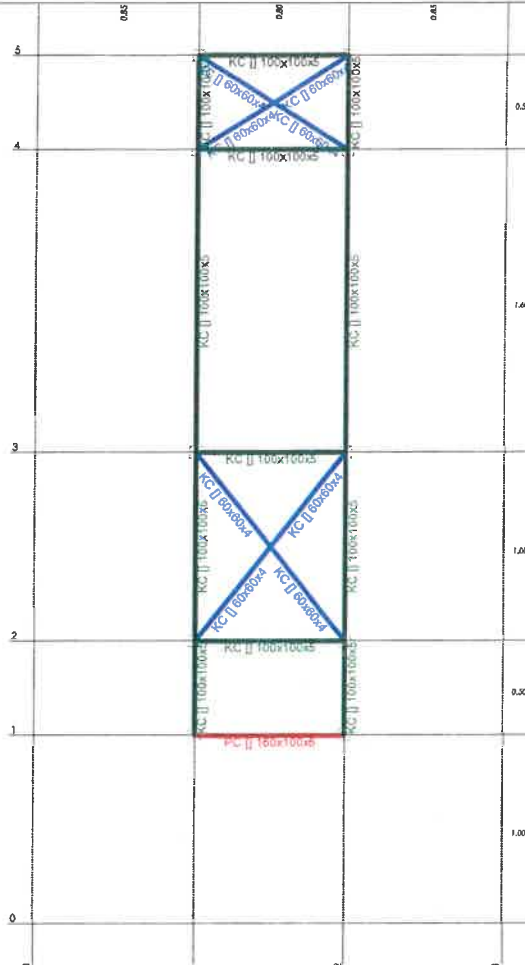
Setovi numeričkih podataka  
Greda (3)  
Okvir: H\_3

Greda  
3. PC [ ] 160x100x6



Setovi numeričkih podataka  
Greda (3)

Okvir: H\_4

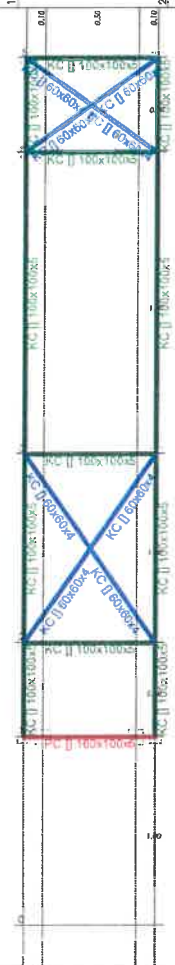


| Greda |    |           |
|-------|----|-----------|
| 1.    | KC | 100x100x5 |
| 2.    | KC | 60x60x4   |
| 3.    | PC | 160x100x6 |

Setovi numeričkih podataka

Greda (1-3)

Okvir: V\_1



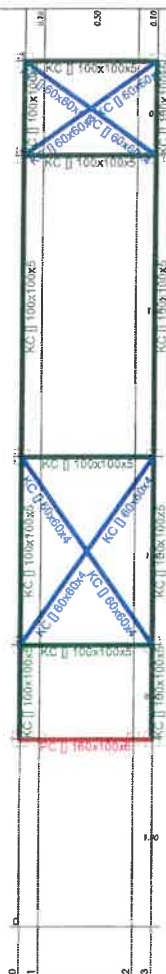
| Greda |    |           |
|-------|----|-----------|
| 1.    | KC | 100x100x5 |
| 2.    | KC | 60x60x4   |
| 3.    | PC | 160x100x6 |

Setovi numeričkih podataka

Greda (1-3)

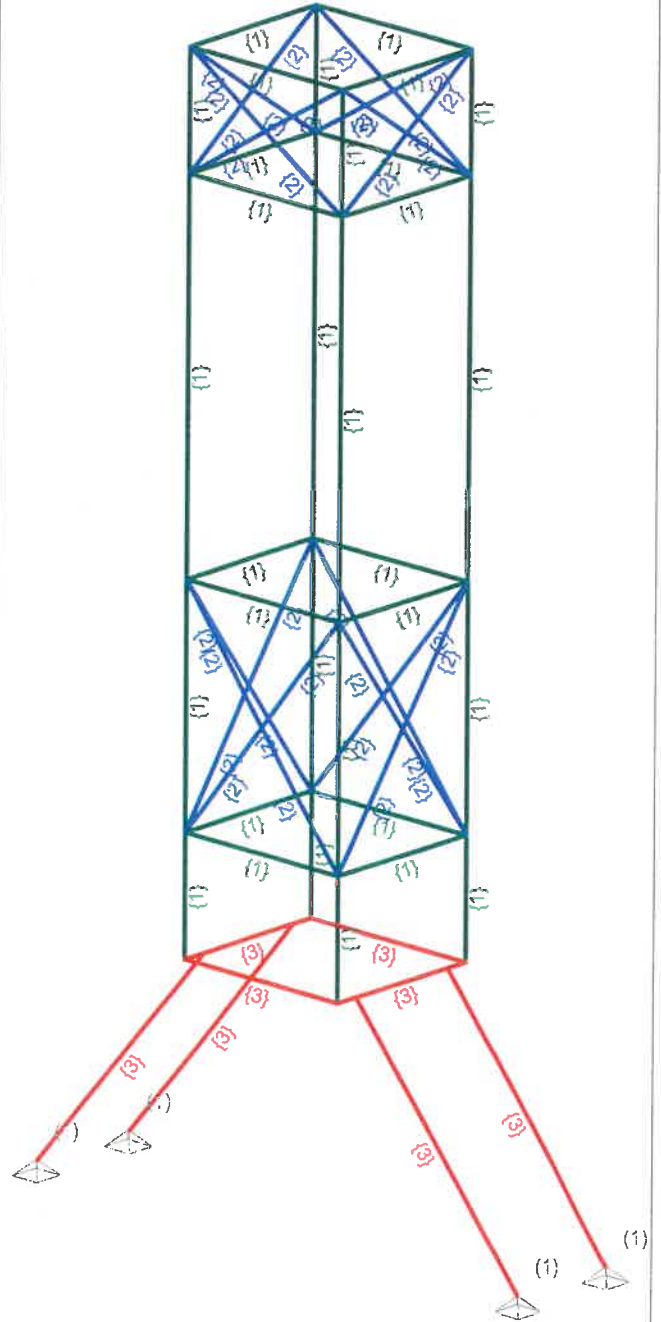
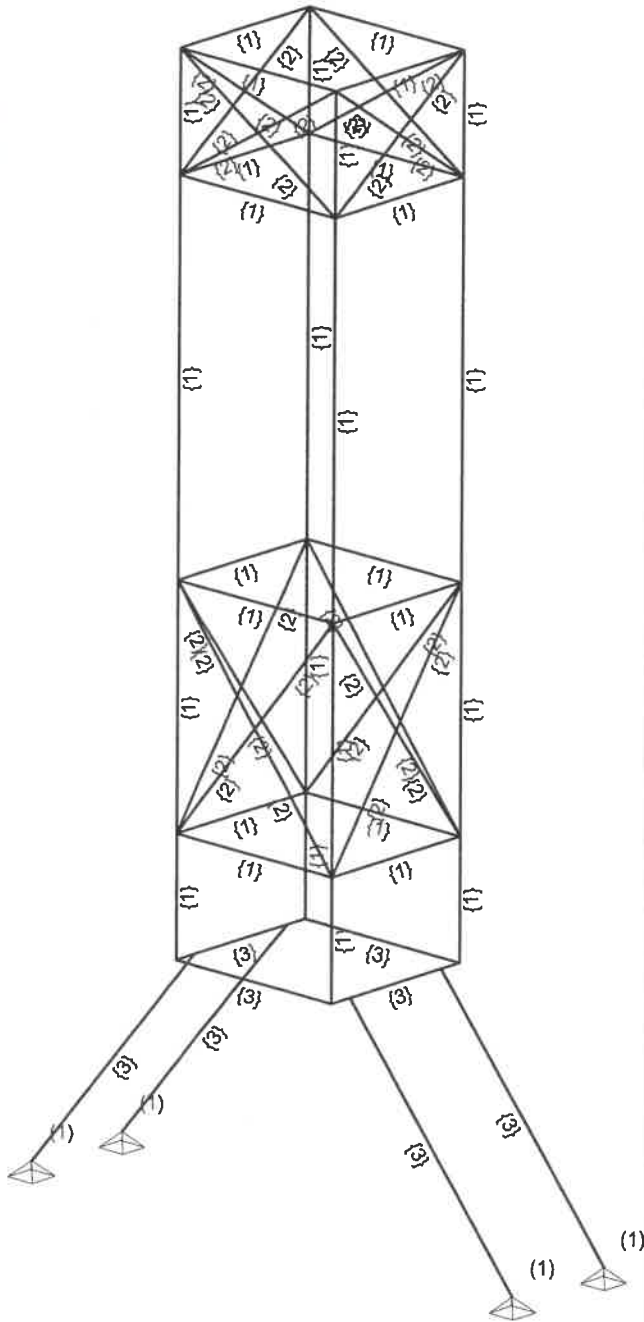
Okvir: V\_2

| Greda |    |               |
|-------|----|---------------|
| 1.    | KC | [ ] 100x100x5 |
| 2.    | KC | [ ] 60x60x4   |
| 3.    | PC | [ ] 160x100x6 |



Setovi numeričkih podataka  
Greda (1-3)

| Greda |     |           |
|-------|-----|-----------|
| 1. KC | [ ] | 100x100x5 |
| 2. KC | [ ] | 60x60x4   |
| 3. PC | [ ] | 160x100x6 |



Izometrija

Setovi numeričkih podataka  
Greda (1-3)

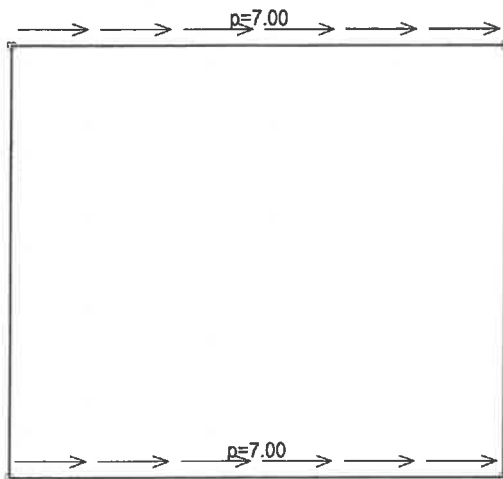
**Ulazni podaci - Opterećenje**

Lista slučajeva opterećenja

| LC | Naziv          |
|----|----------------|
| 1  | STALNO (g)     |
| 2  | POTRES X +     |
| 3  | POTRES X -     |
| 4  | POTRES Y +     |
| 5  | POTRES Y -     |
| 6  | Komb.: I-IxII  |
| 7  | Komb.: I-IxIII |
| 8  | Komb.: I-IxIV  |

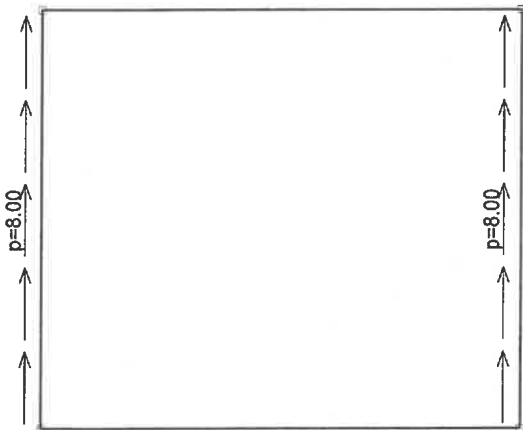
| LC | Naziv         |
|----|---------------|
| 9  | Komb.: I-IxV  |
| 10 | Komb.: I+V    |
| 11 | Komb.: I+IV   |
| 12 | Komb.: I+III  |
| 13 | Komb.: I+II   |
| 14 | Komb.: 1.35xI |
| 15 | Komb.: I      |

Opt. 2: POTRES X +



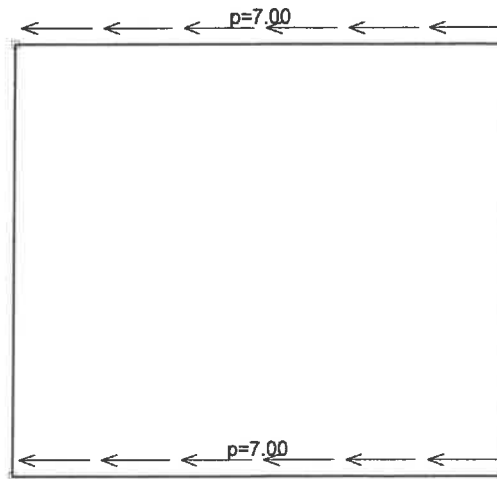
Nivo: [4.60 m]

Opt. 4: POTRES Y +



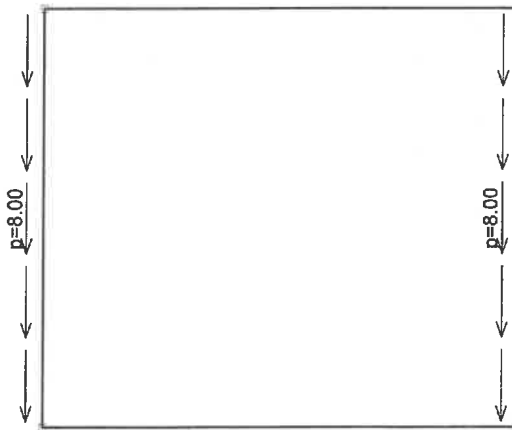
Nivo: [4.60 m]

Opt. 3: POTRES X -



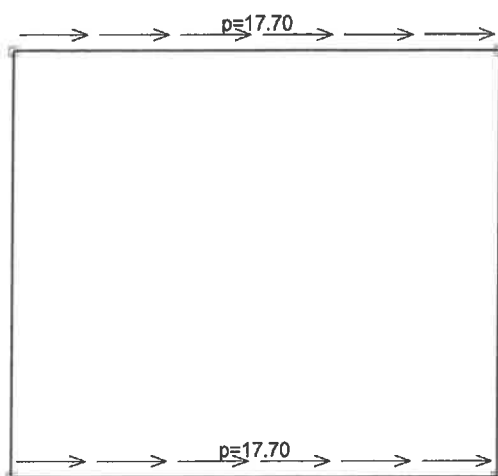
Nivo: [4.60 m]

Opt. 5: POTRES Y -



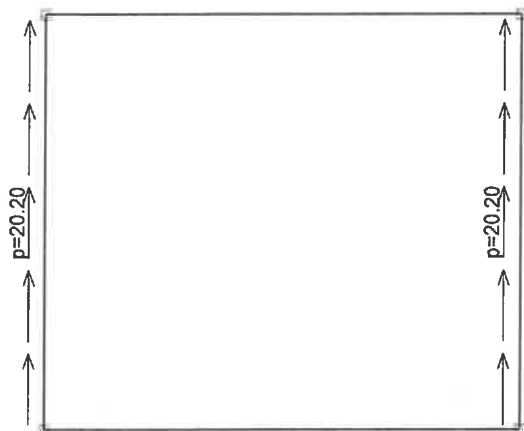
Nivo: [4.60 m]

Opt. 2: POTRES X +



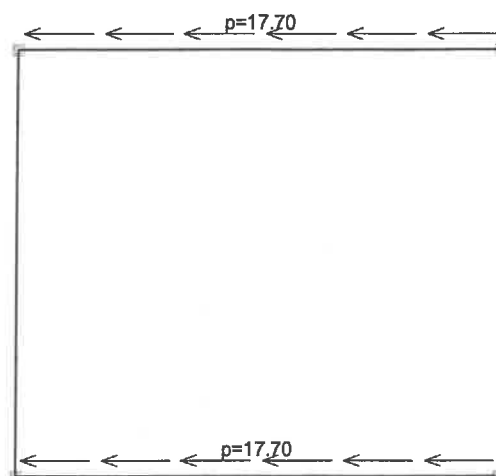
Nivo: [4.10 m]

Opt. 4: POTRES Y +



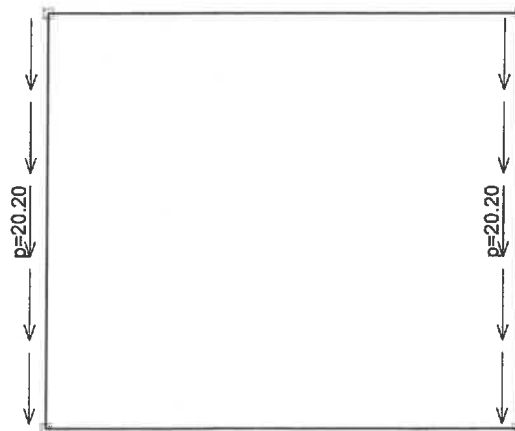
Nivo: [4.10 m]

Opt. 3: POTRES X -



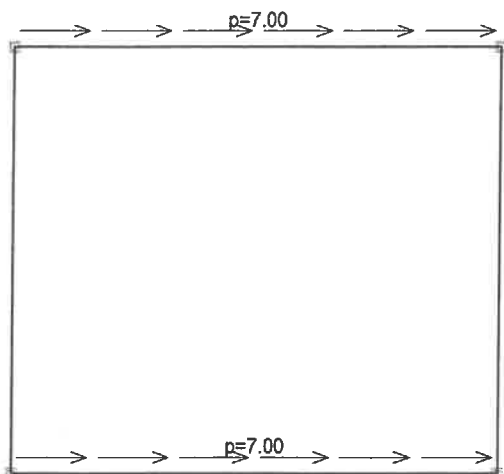
Nivo: [4.10 m]

Opt. 5: POTRES Y -



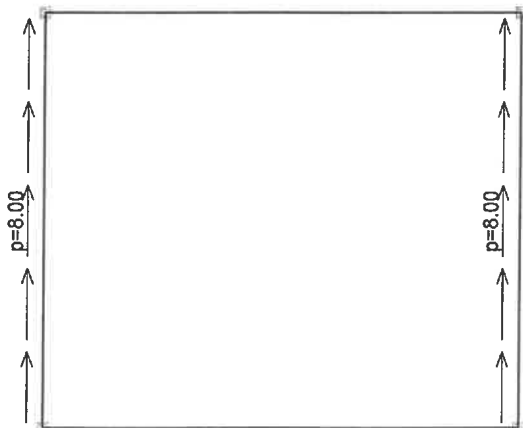
Nivo: [4.10 m]

Opt. 2: POTRES X +



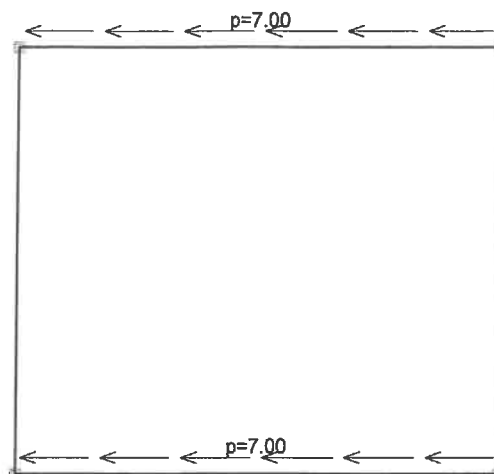
Nivo: [2.50 m]

Opt. 4: POTRES Y +



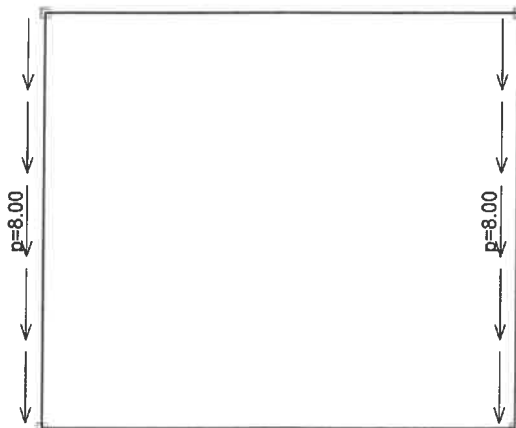
Nivo: [2.50 m]

Opt. 3: POTRES X -



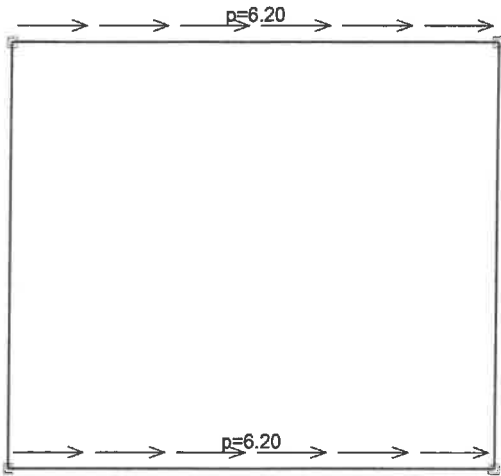
Nivo: [2.50 m]

Opt. 5: POTRES Y -



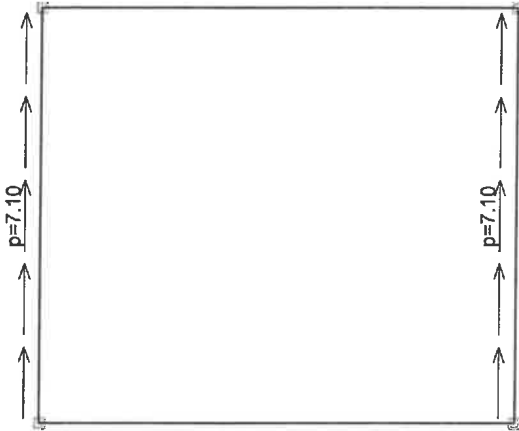
Nivo: [2.50 m]

Opt. 2: POTRES X +



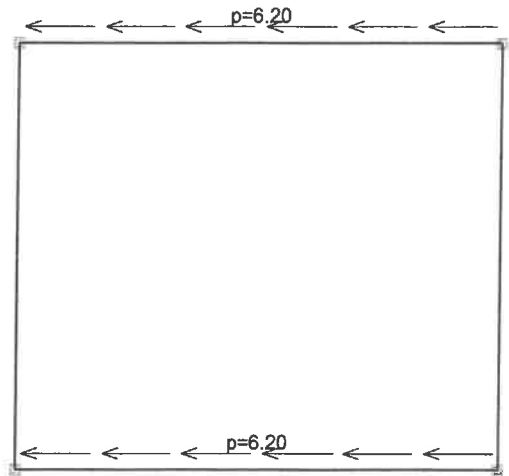
Nivo: [1.50 m]

Opt. 4: POTRES Y +



Nivo: [1.50 m]

Opt. 3: POTRES X -



Nivo: [1.50 m]

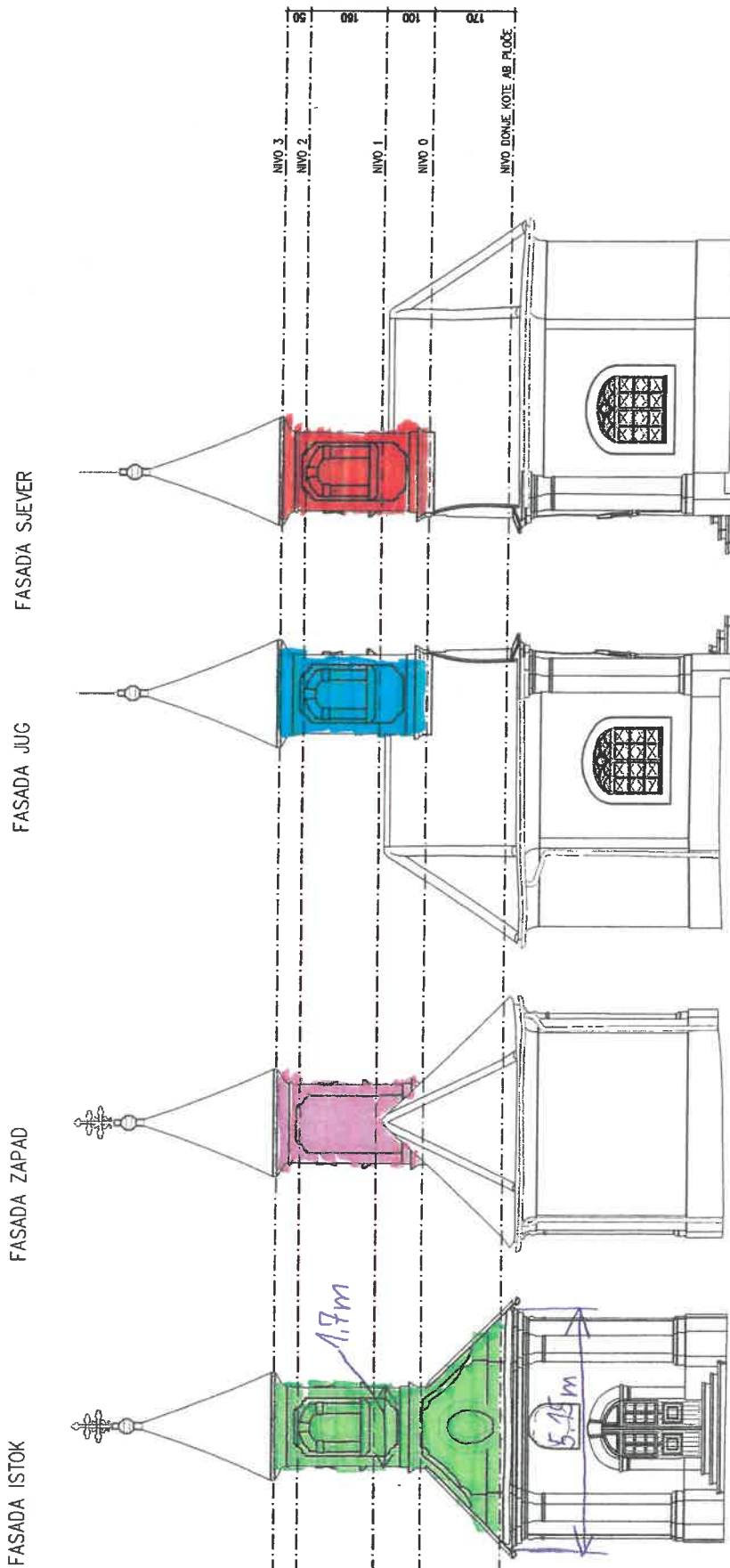
Opt. 5: POTRES Y -



Nivo: [1.50 m]

→ U NASTAVKU SU DOKAZI DOBIVENIH HORIZONTALNIH POTRESNIH  
SILA!





- ZID 1
- ZID 2
- ZID 3
- ZID 4

$\gamma_{ZID} \approx 19 \text{ kN/m}^3$   
 MASA ZIDA  $\Rightarrow W = \rho_z \cdot \gamma_{ZID} \cdot h \cdot l$

MASE ZIDOVANIVO 0

-ZID 1

$$d = 55 \text{ cm}$$

$$h = 1.7 \text{ m}$$

$$e = 5.15 \text{ m}$$

$$W = (1.7 \times 1.7 + \frac{(5.15 - 1.7)}{2} \times 1.7) \times 2 \times 0.55 \times 19 = 60.85 \text{ kN}$$

NIVO 1

-ZIDOVI 1, 2, 3, 4

$$d = 35 \text{ cm}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$e = 1.9 \text{ m}$$

$$W = 0.35 \times 1 \times 1.9 \times 19 = 12.71 \text{ kN}$$

NIVO 2

-ZIDOVI 1, 2, 3, 4

$$d = 35 \text{ cm}$$

$$h = 1.6 \text{ m}$$

$$e = 1.7 \text{ m}$$

$$W = 0.35 \times 1.6 \times 1.7 \times 19 = 18.09 \text{ kN}$$

NIVO 3

-ZIDOVI 1, 2, 3, 4

$$d = 40 \text{ cm}$$

$$h = 0.5 \text{ m}$$

$$e = 1.9 \text{ m}$$

$$W = 0.4 \times 0.5 \times 1.9 \times 19 = 7.22 \text{ kN}$$

$$\underline{\underline{\text{UKUPNA MASA ZIDA U PODNOŽJU} = 61 + 11.3 \times 4 + 18.1 \times 4 + 6.5 \times 4 = 204.6 \text{ kN}}}$$

**Podaci za proračun sila potresa kvazistatičkim proračunom:****Proračunsko ubrzanje tla:**

$$T_p = 95 \text{ godina: } a_g = 0,129g$$

$$T_p = 225 \text{ godina: } a_g = 0,186g$$

$$T_p = 475 \text{ godina: } a_g = 0,259g$$

$$a_{gr} = \alpha \cdot g = 0,186 \cdot g \rightarrow \alpha = 0,186$$

Prema EN1988-1, građevina pripada u **III kategoriju važnosti** konstrukcija i time joj je faktor važnosti:

$$\gamma_1 = 1,2$$

Iz čega slijedi:

$$a_g = \gamma_1 \cdot a_{gr} = 1,2 \cdot 0,186 \cdot g = 0,22g \rightarrow \alpha = 0,22$$

**Razred temeljnog tla: C**

$$\rightarrow S = 1,15 \quad T_B = 0,2s \quad T_C = 0,6s \quad T_D = 2,0s$$

U skladu s normom EN 1998-1 faktor ponašanja za neomeđeno zide je:  $q = 1,5$ .

**Proračun sila od potresa će bit proveden za x i y smjer.**

**Period prvog oblika oscilacija:**

$$T_1 = 0,40s \rightarrow \text{dobiveno iz modalne analize}$$

**Ukupna sila potresa za 1. oblik titranja**

$$T_B < T < T_C \rightarrow S_{dT} = a_g \cdot S \cdot (2,5/q) = 1,0 \cdot 0,22 \cdot 1,15 \cdot (2,5/1,5) = 0,42g$$

**Ukupna sila od potresa u podnožju**

$$\Sigma F_{BD} = S_{dT} \cdot \lambda \cdot (W/g) = 0,42 \text{ g} \cdot 0,85 \cdot (205/g) = 74 \text{ kN}$$

**Raspodjela sile od potresa po visini**

$$F_{j,xd} = \Sigma F_{bd} \cdot \frac{W_j \cdot H_j}{\Sigma W_i H_i}$$

|        | h    | abs h | masa | h*m    | sila |
|--------|------|-------|------|--------|------|
| nivo 3 | 0,50 | 4,8   | 26   | 124,8  | 14,0 |
| nivo 2 | 1,60 | 4,3   | 72,4 | 311,32 | 34,8 |
| nivo 1 | 1,00 | 2,7   | 45,2 | 122,04 | 13,6 |
| nivo 0 | 1,70 | 1,70  | 61   | 103,7  | 11,6 |

**Iznos poprečnih sila na pojedinim etažama:**

$$V_{4x} = 14 \text{ kN} - \text{nivo 3}$$

$$V_{3x} = 35 \text{ kN} - \text{nivo 2}$$

$$V_{2x} = 14 \text{ kN} - \text{nivo 1}$$

$$V_{1x} = 12 \text{ kN} - \text{nivo 0}$$

**Kvazistatičko površinsko opterećenje po etažama:**

- Nivo 3                      14 kN/0,56 m<sup>2</sup> = 25,0 kN/m<sup>2</sup>
- Nivo 2                      35 kN/0,56 m<sup>2</sup> = 62,5 kN/m<sup>2</sup>
- Nivo 1                      14 kN/0,56 m<sup>2</sup> = 25,0 kN/m<sup>2</sup>
- Nivo 0                      12 kN/0,56 m<sup>2</sup> = 21,4 kN/m<sup>2</sup>

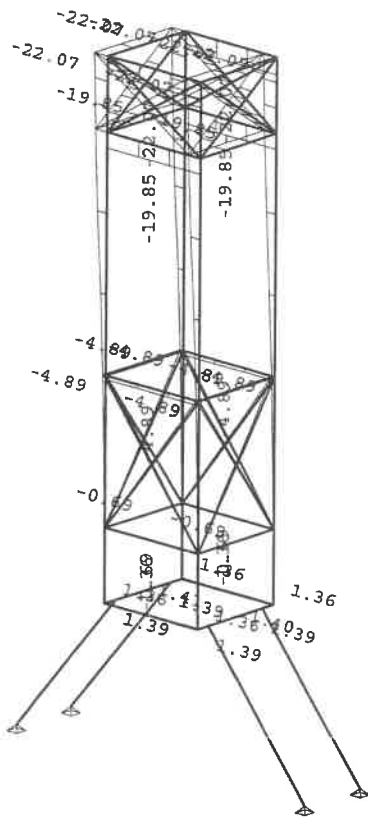
Zidovi tornja će se prije ojačanja čelikom injektirati i povezati sidrima. Opće poboljšanje zida tornja koje se postiže injektiranjem je minimalno 28% prema članku: „Građevinar 8/2014, GRAĐEVINAR 66, DOI: 10.14256/JCE.1031.2014, Mojmir Urenjek, Roko Žarnić, Violeta Bokan-Bosiljkov. Površinsko opterećenje koje dolazi na čelične nosače umanjuje se za 20% (cca 10% injektiranje + 10% čelična sidra).

**Kvazistatičko površinsko opterećenje po etažama – MJERODAVNO (umanjeno za 20%):**

- Nivo 3                      25,0 kN/m<sup>2</sup> x 0,8 = 20,0 kN/m<sup>2</sup>
- Nivo 2                      62,5 kN/m<sup>2</sup> x 0,8 = 50,0 kN/m<sup>2</sup>
- Nivo 1                      25,0 kN/m<sup>2</sup> x 0,8 = 20,0 kN/m<sup>2</sup>
- Nivo 0                      21,4 kN/m<sup>2</sup> x 0,8 = 17,1 kN/m<sup>2</sup>

Statički proračun

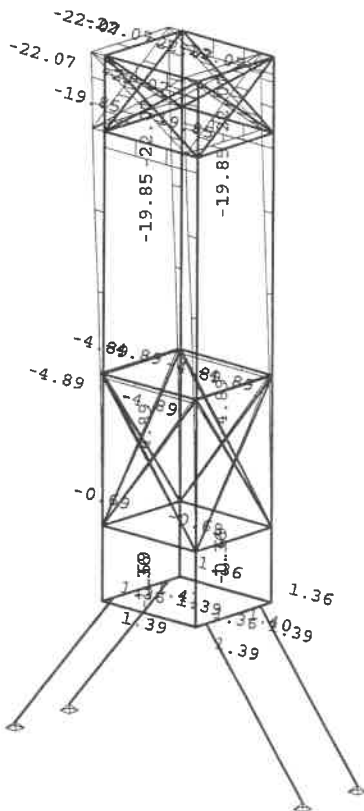
Opt. 6: I-1xII



Izometrija

Utjecaji u gredi: max  $X_p = 1.41$  / min  $X_p = -22.08$  m / 1000

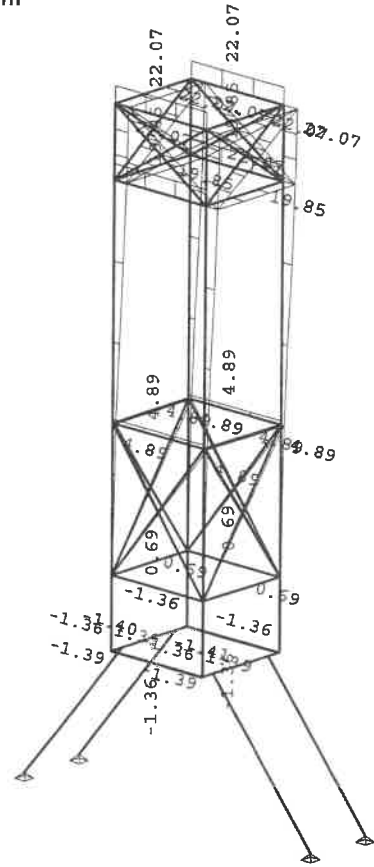
Opt. 12: I+III



Izometrija

Utjecaji u gredi: max  $X_p = 1.41$  / min  $X_p = -22.08$  m / 1000

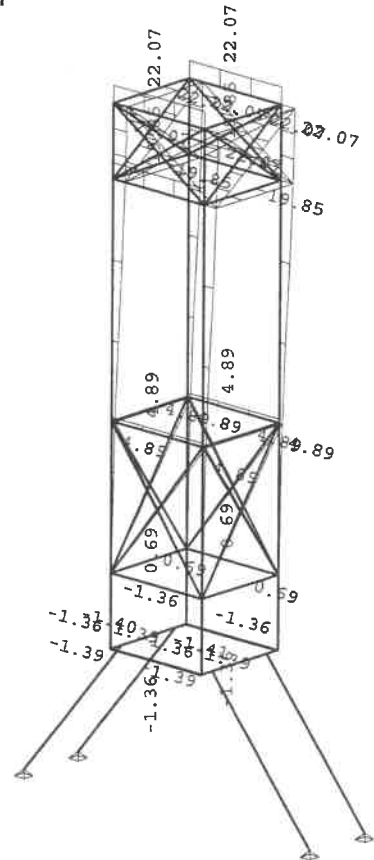
Opt. 7: I-1xIII



Izometrija

Utjecaji u gredi: max  $X_p = 22.08$  / min  $X_p = -1.41$  m / 1000

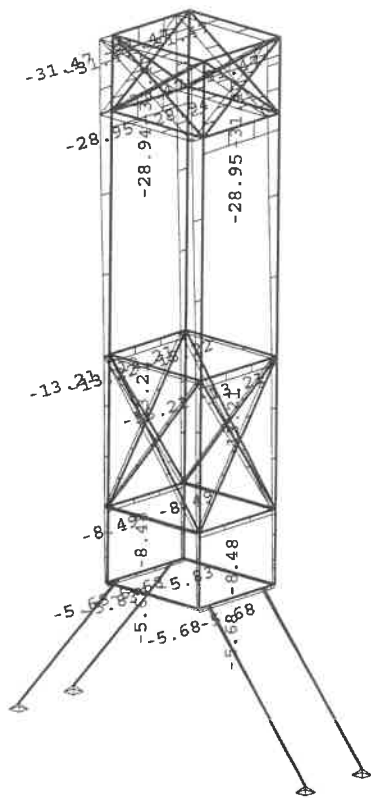
Opt. 13: I+II



Izometrija

Utjecaji u gredi: max  $X_p = 22.08$  / min  $X_p = -1.41$  m / 1000

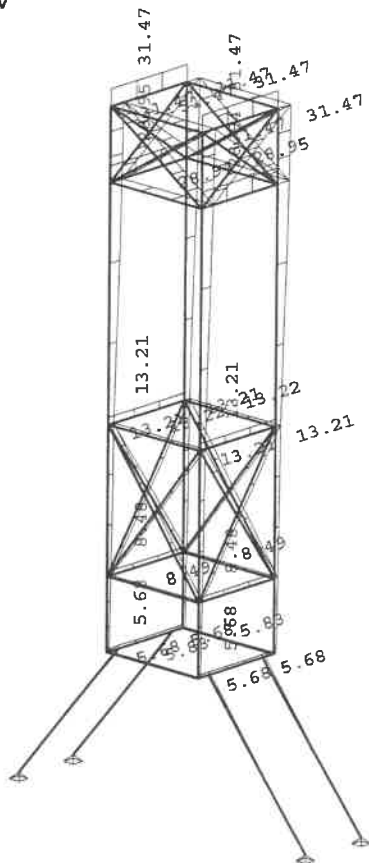
Opt. 8: I-1xIV



Izometrija

Utjecaji u gredi: max  $Y_p = -0.00$  / min  $Y_p = -31.48$  m / 1000

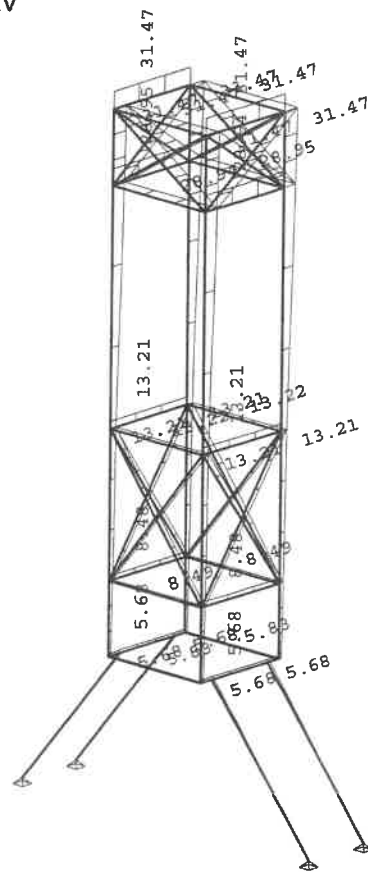
Opt. 11: I+IV



Izometrija

Utjecaji u gredi: max  $Y_p = 31.48$  / min  $Y_p = 0.00$  m / 1000

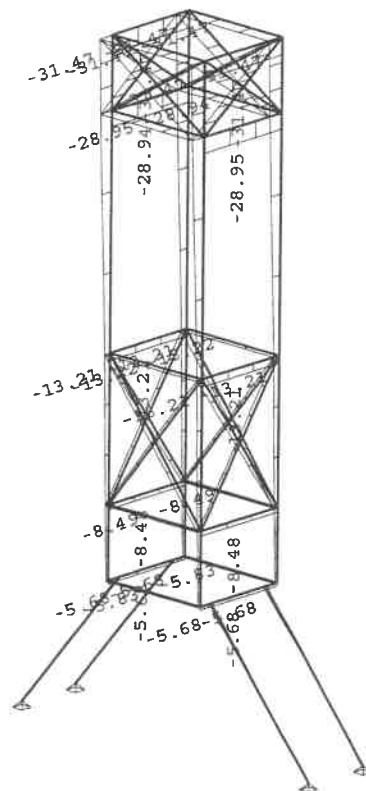
Opt. 9: I-1xV



Izometrija

Utjecaji u gredi: max  $Y_p = 31.48$  / min  $Y_p = 0.00$  m / 1000

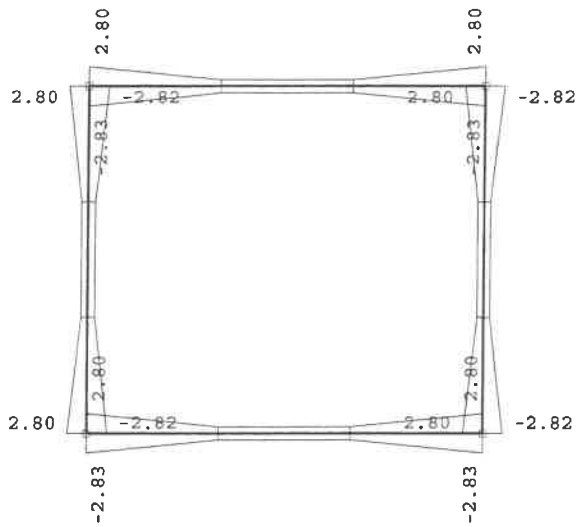
Opt. 10: I+V



Izometrija

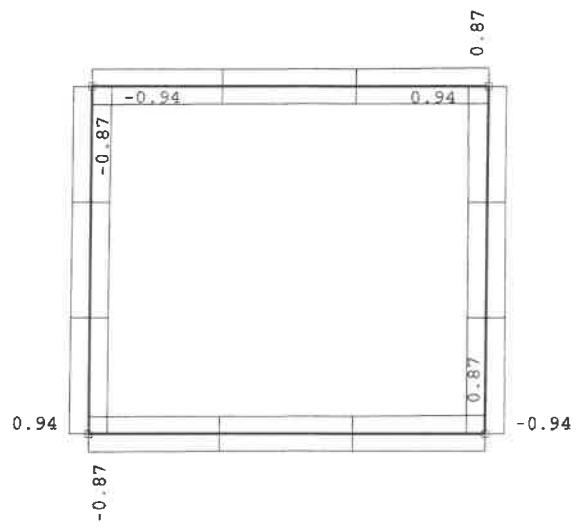
Utjecaji u gredi: max  $Y_p = -0.00$  / min  $Y_p = -31.48$  m / 1000

Opt. 16: [ANV] 1-15

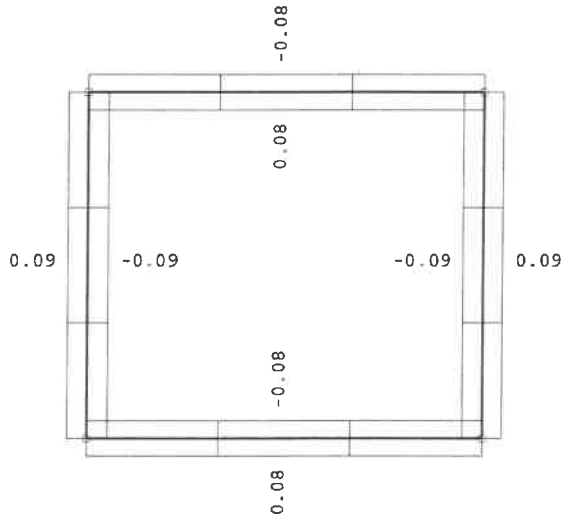


Nivo: [4.60 m]  
 Utjecaji u gredi: max N1= 2.80 / min N1= -2.83 kN  
 Opt. 16: [ANV] 1-15

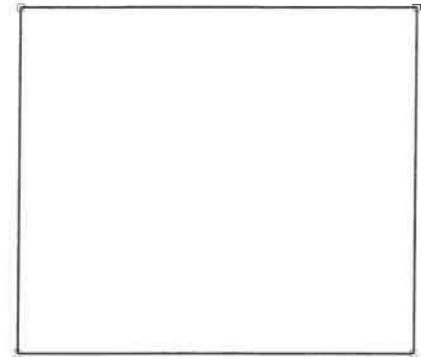
Opt. 16: [ANV] 1-15



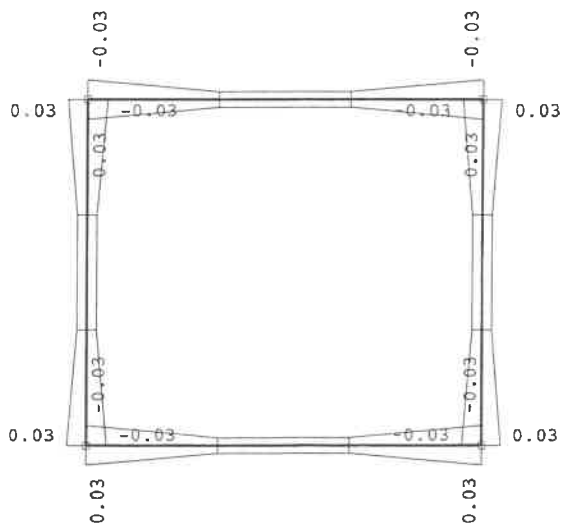
Nivo: [4.60 m]  
 Utjecaji u gredi: max T2= 0.94 / min T2= -0.94 kN  
 Opt. 16: [ANV] 1-15



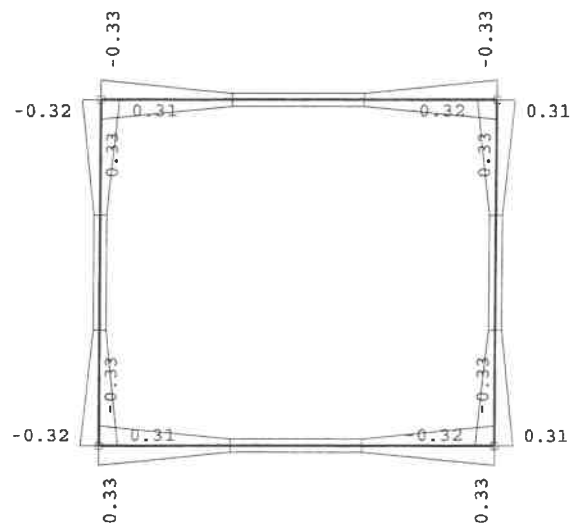
Nivo: [4.60 m]  
 Utjecaji u gredi: max T3= 0.09 / min T3= -0.09 kN  
 Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [4.60 m]  
 Utjecaji u gredi: max M1= 0.00 / min M1= -0.00 kNm  
 Opt. 16: [ANV] 1-15

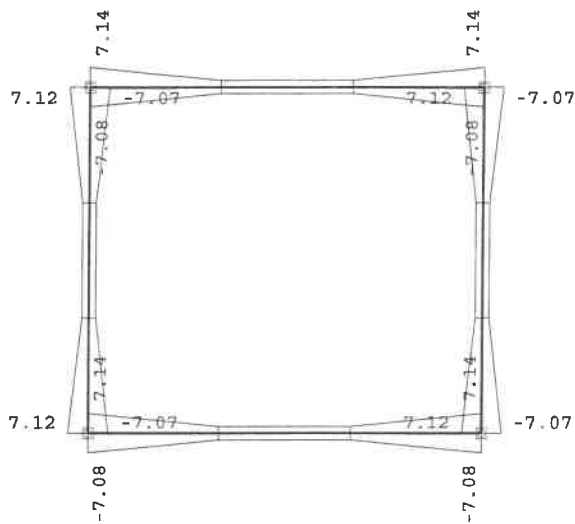


Nivo: [4.60 m]  
 Utjecaji u gredi: max M2= 0.03 / min M2= -0.03 kNm



Nivo: [4.60 m]  
 Utjecaji u gredi: max M3= 0.33 / min M3= -0.33 kNm

Opt. 16: [ANV] 1-15

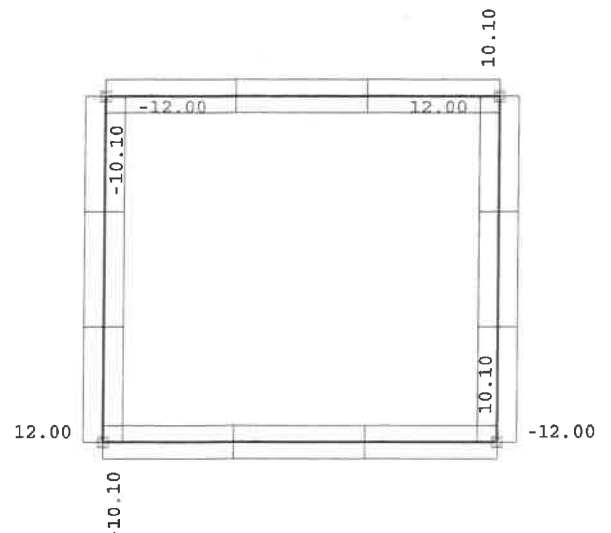


Nivo: [4.10 m]

Utjecaji u gredi: max N1= 7.14 / min N1= -7.08 kN

Opt. 16: [ANV] 1-15

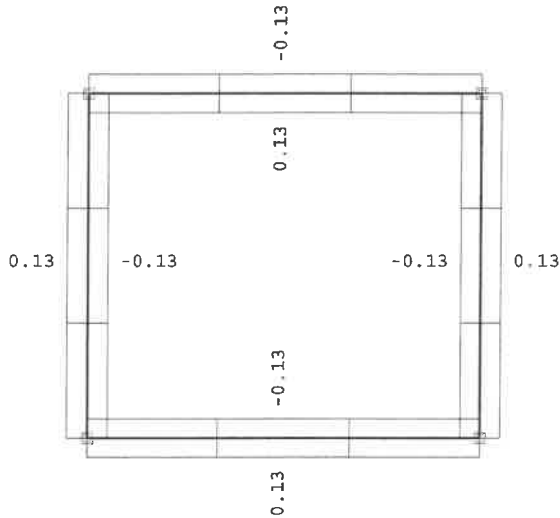
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [4.10 m]

Utjecaji u gredi: max T2= 12.00 / min T2= -12.00 kN

Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [4.10 m]

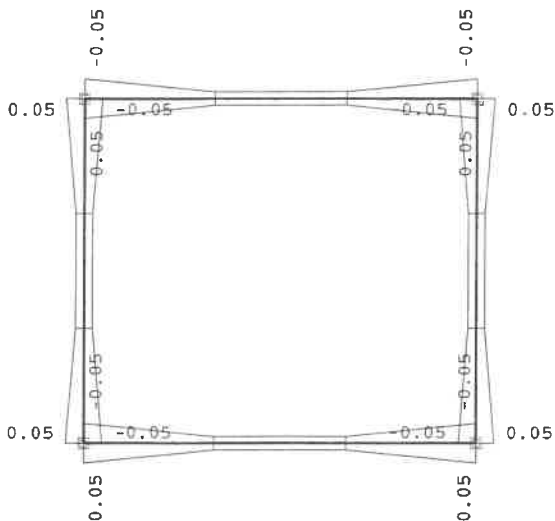
Utjecaji u gredi: max T3= 0.13 / min T3= -0.13 kN

Opt. 16: [ANV] 1-15

Nivo: [4.10 m]

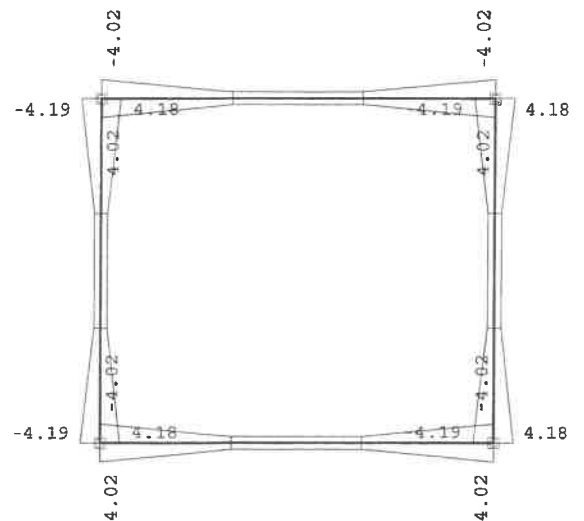
Utjecaji u gredi: max M1= 0.00 / min M1= -0.00 kNm

Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [4.10 m]

Utjecaji u gredi: max M2= 0.05 / min M2= -0.05 kNm

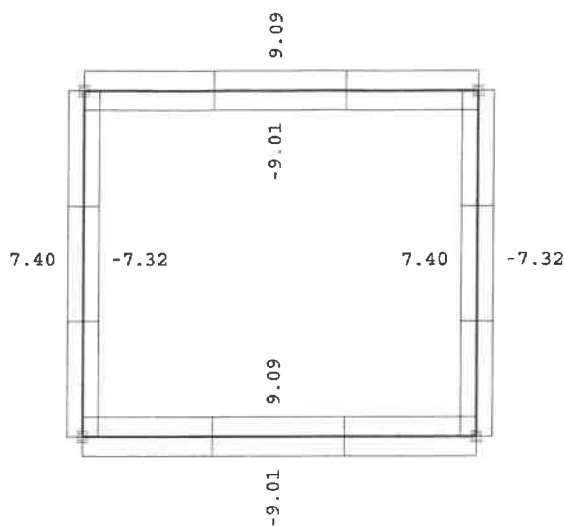


Nivo: [4.10 m]

Utjecaji u gredi: max M3= 4.18 / min M3= -4.19 kNm



Opt. 16: [ANV] 1-15

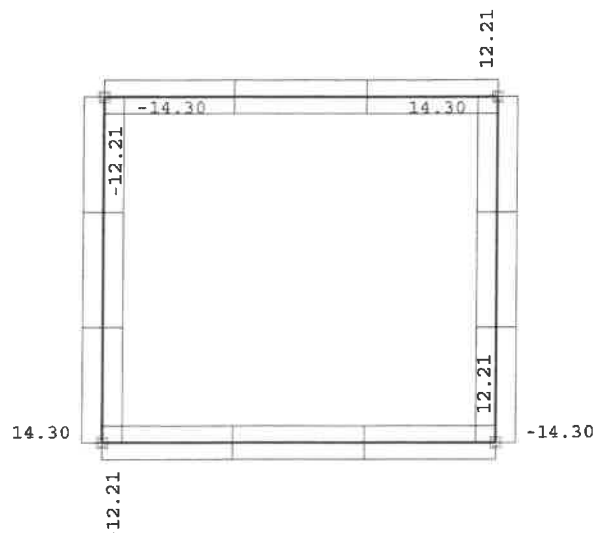


Nivo: [2.50 m]

Utjecaji u gredi: max N1= 9.09 / min N1= -9.01 kN

Opt. 16: [ANV] 1-15

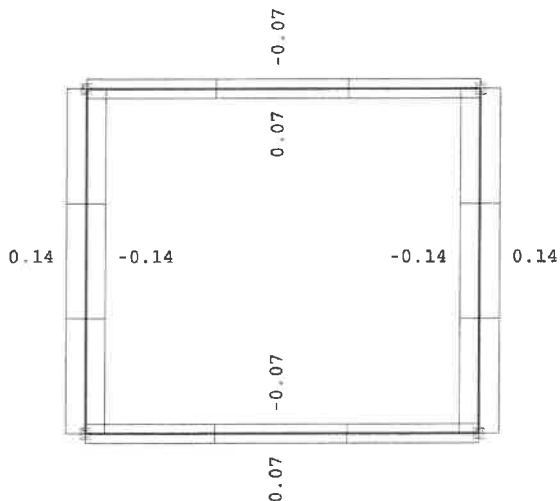
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [2.50 m]

Utjecaji u gredi: max T2= 14.30 / min T2= -14.30 kN

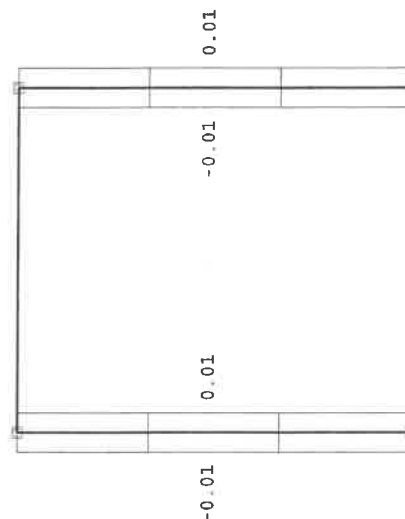
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [2.50 m]

Utjecaji u gredi: max T3= 0.14 / min T3= -0.14 kN

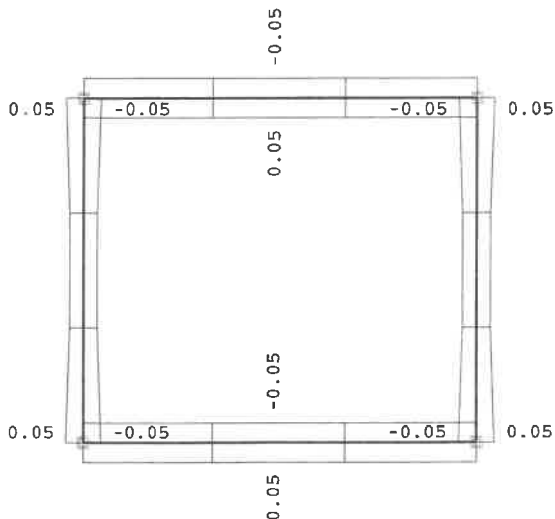
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [2.50 m]

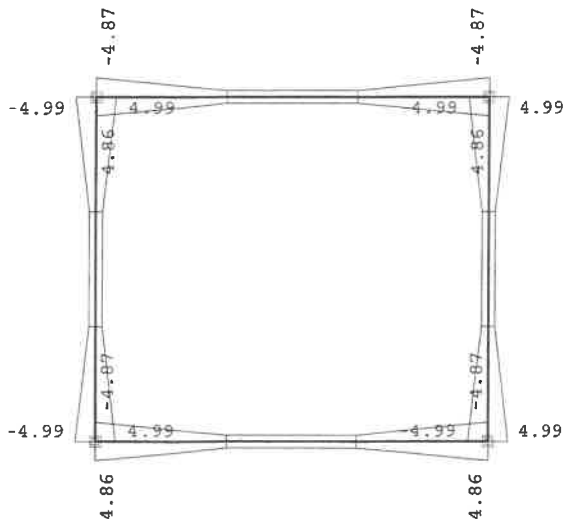
Utjecaji u gredi: max M1= 0.01 / min M1= -0.01 kNm

Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [2.50 m]

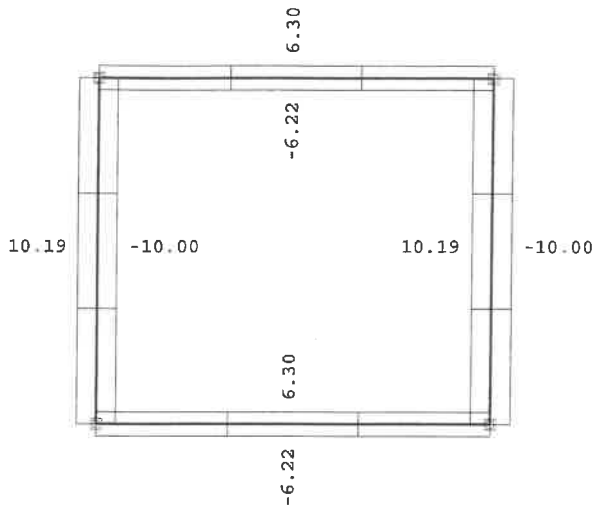
Utjecaji u gredi: max M2= 0.05 / min M2= -0.05 kNm



Nivo: [2.50 m]

Utjecaji u gredi: max M3= 4.99 / min M3= -4.99 kNm

Opt. 16: [ANV] 1-15

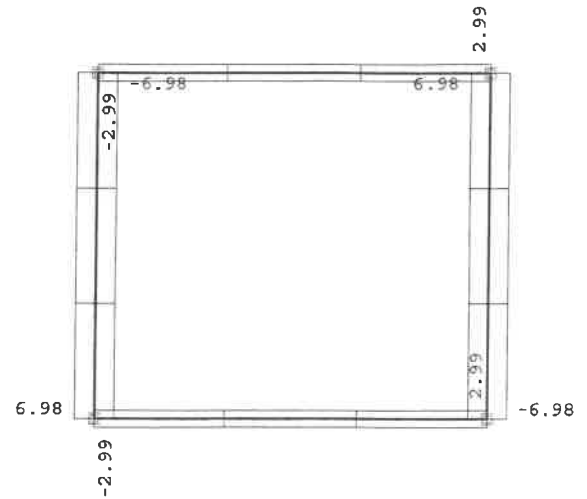


Nivo: [1.50 m]

Utjecaji u gredi: max N1= 10.19 / min N1= -10.00 kN

Opt. 16: [ANV] 1-15

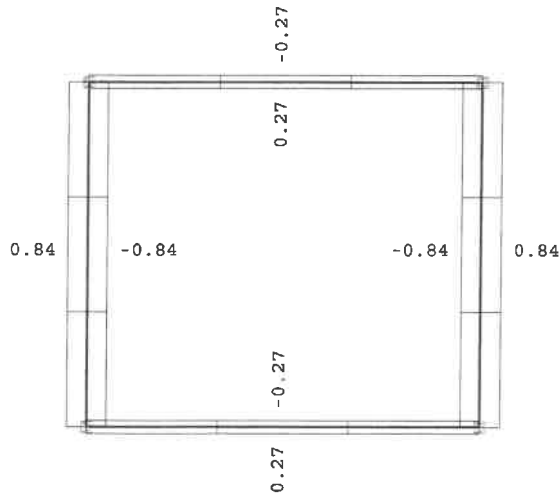
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [1.50 m]

Utjecaji u gredi: max T2= 6.98 / min T2= -6.98 kN

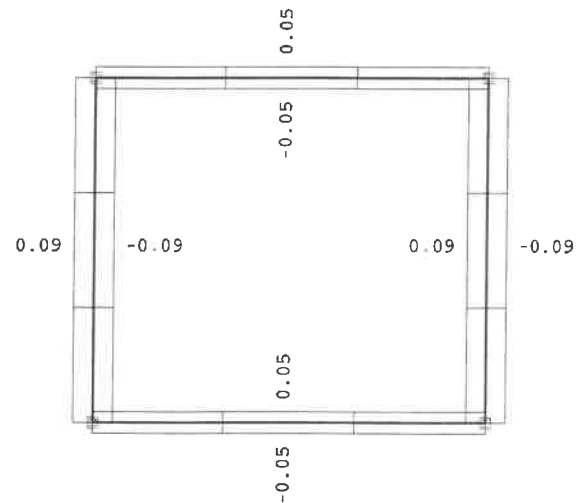
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [1.50 m]

Utjecaji u gredi: max T3= 0.84 / min T3= -0.84 kN

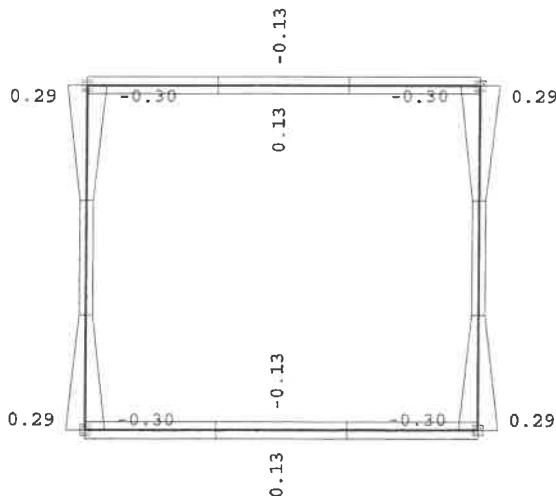
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [1.50 m]

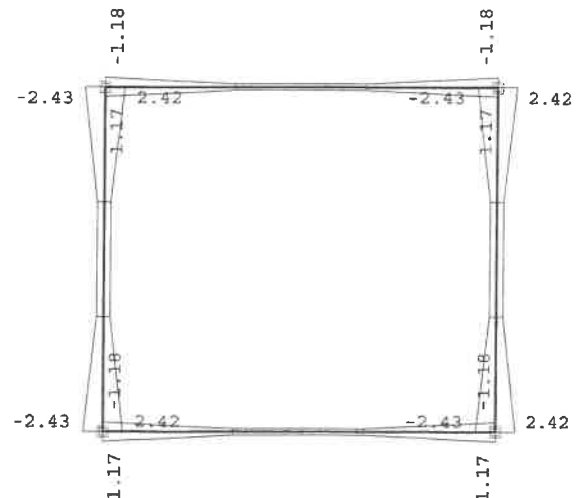
Utjecaji u gredi: max M1= 0.09 / min M1= -0.09 kNm

Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [1.50 m]

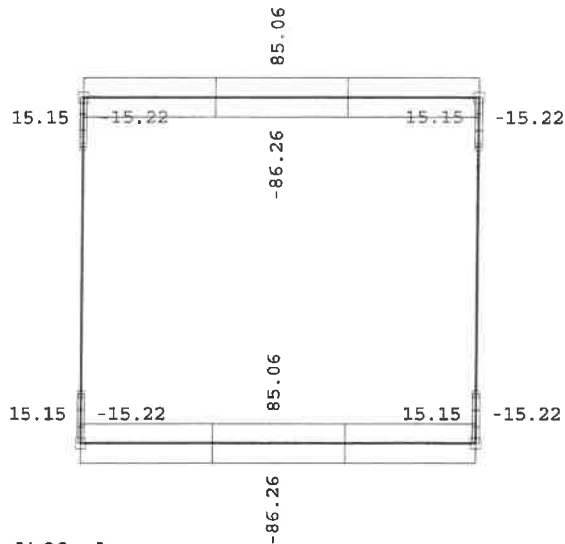
Utjecaji u gredi: max M2= 0.29 / min M2= -0.30 kNm



Nivo: [1.50 m]

Utjecaji u gredi: max M3= 2.42 / min M3= -2.43 kNm

Opt. 16: [ANV] 1-15

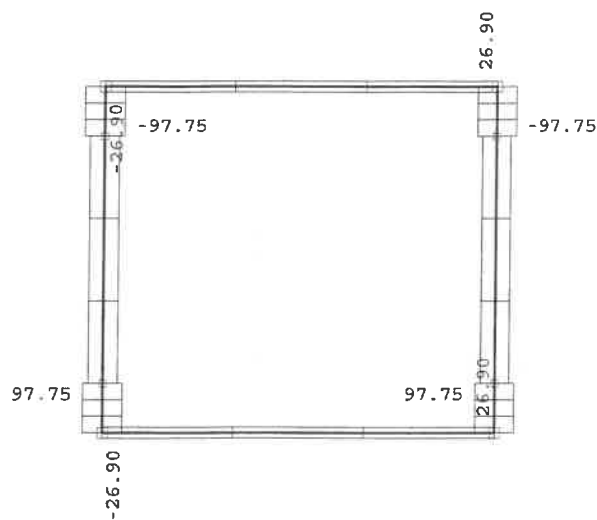


Nivo: [1.00 m]

Utjecaji u gredi: max N1= 85.06 / min N1= -86.26 kN

Opt. 16: [ANV] 1-15

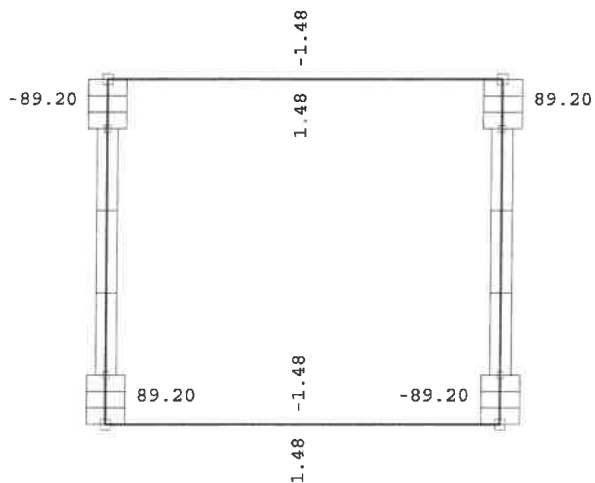
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [1.00 m]

Utjecaji u gredi: max T2= 97.75 / min T2= -97.75 kN

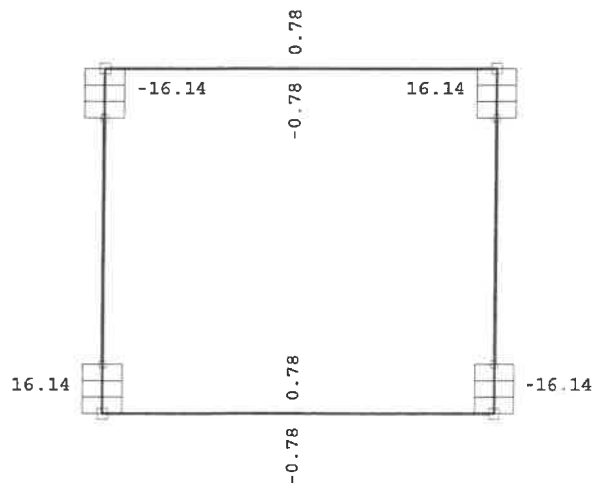
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [1.00 m]

Utjecaji u gredi: max T3= 89.20 / min T3= -89.20 kN

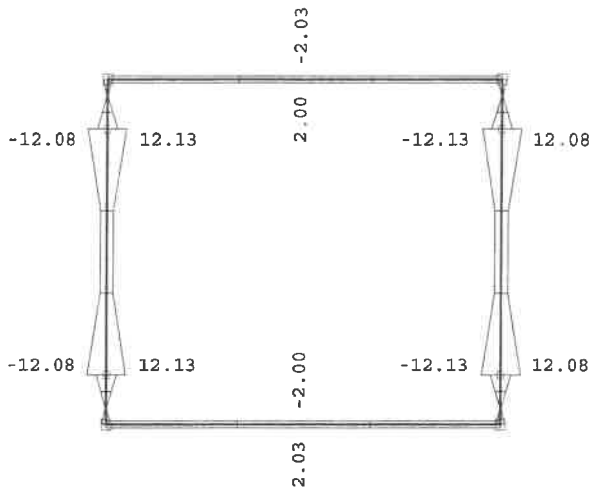
Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [1.00 m]

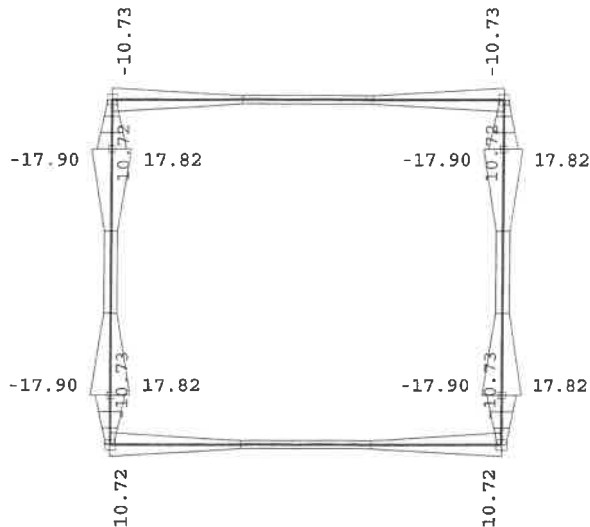
Utjecaji u gredi: max M1= 16.14 / min M1= -16.14 kNm

Opt. 16: [ANV] 1-15



Nivo: [1.00 m]

Utjecaji u gredi: max M2= 12.13 / min M2= -12.13 kNm

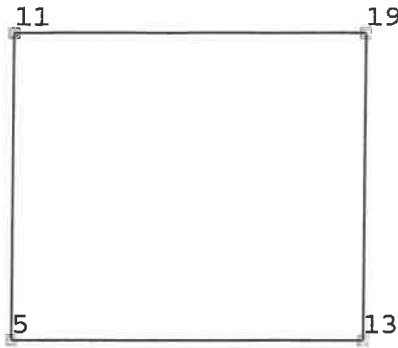
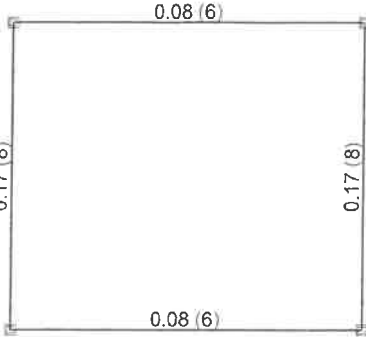
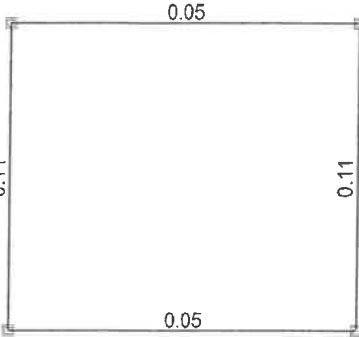
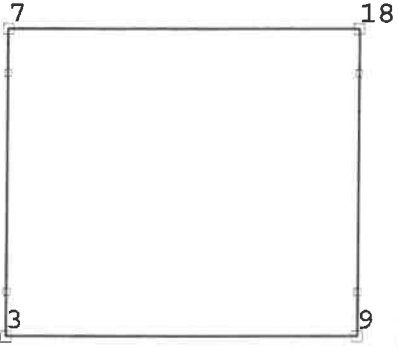
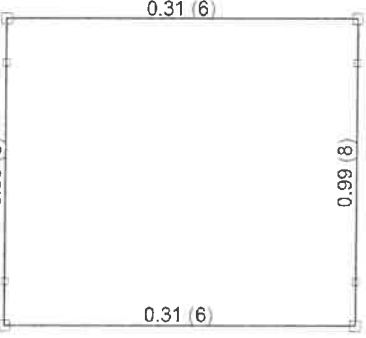
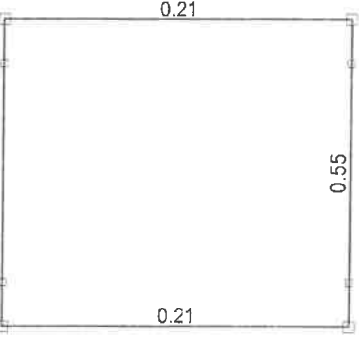


Nivo: [1.00 m]

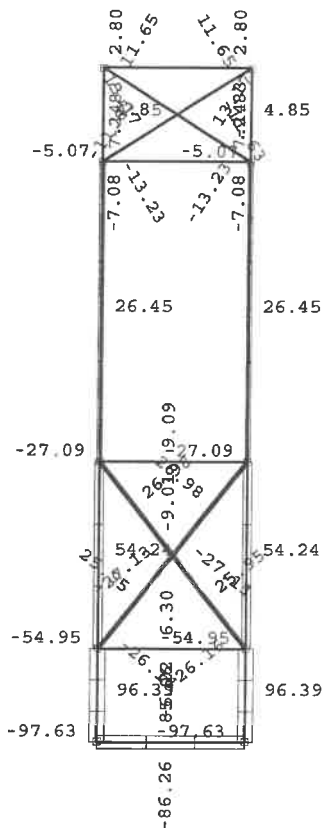
Utjecaji u gredi: max M3= 17.82 / min M3= -17.90 kNm

**Dimenzioniranje (čelik)**

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   |  |
| <p>Nivo: [4.60 m]<br/>Dispozicija greda</p> | <p>Nivo: [4.60 m]<br/>Kontrola napona</p> | <p>Nivo: [4.60 m]<br/>Kontrola stabilnosti</p> |
|   |   |  |
| <p>Nivo: [4.10 m]<br/>Dispozicija greda</p> | <p>Nivo: [4.10 m]<br/>Kontrola napona</p> | <p>Nivo: [4.10 m]<br/>Kontrola stabilnosti</p> |
|   |   |  |
| <p>Nivo: [2.50 m]<br/>Dispozicija greda</p> | <p>Nivo: [2.50 m]<br/>Kontrola napona</p> | <p>Nivo: [2.50 m]<br/>Kontrola stabilnosti</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|   |   |   |
| <p>Nivo: [1.50 m]<br/>Dispozicija greda</p>  | <p>Nivo: [1.50 m]<br/>Kontrola napona</p>   | <p>Nivo: [1.50 m]<br/>Kontrola stabilnosti</p>                                       |
|  |  |  |
| <p>Nivo: [1.00 m]<br/>Dispozicija greda</p>  | <p>Nivo: [1.00 m]<br/>Kontrola napona</p>   | <p>Nivo: [1.00 m]<br/>Kontrola stabilnosti</p>                                       |

Opt. 16: [ANV] 1-15

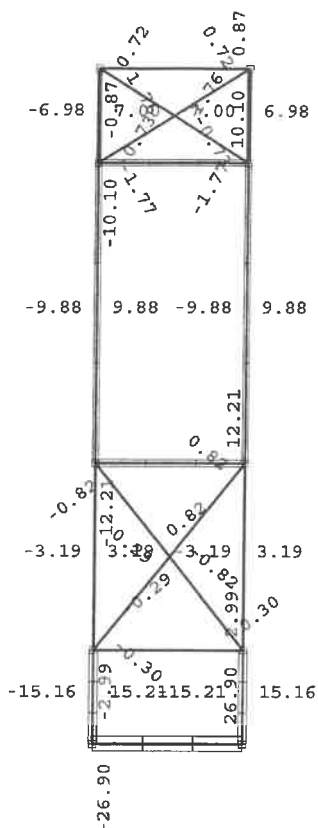


Okvir: H\_1

Utjecaji u gredi: max N1= 96.39 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15

Opt. 16: [ANV] 1-15

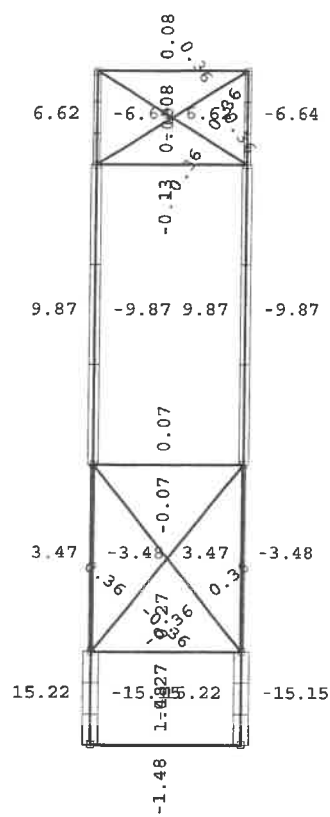


Okvir: H\_1

Utjecaji u gredi: max T2= 26.90 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15

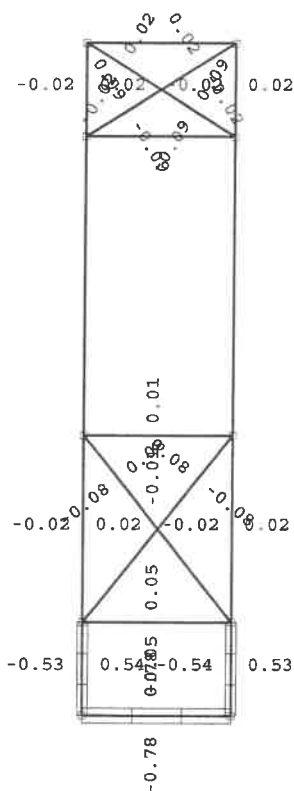
Opt. 16: [ANV] 1-15



Okvir: H\_1

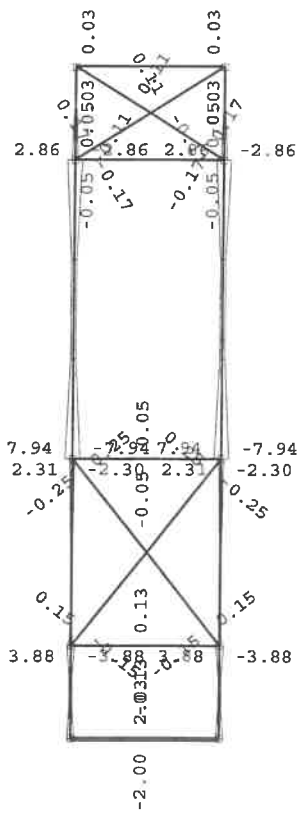
Utjecaji u gredi: max T3= 15.22 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15



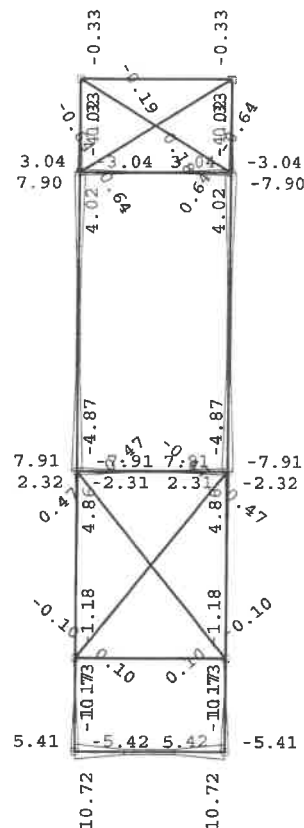
Okvir: H\_1

Utjecaji u gredi: max M1= 0.78 / mi...



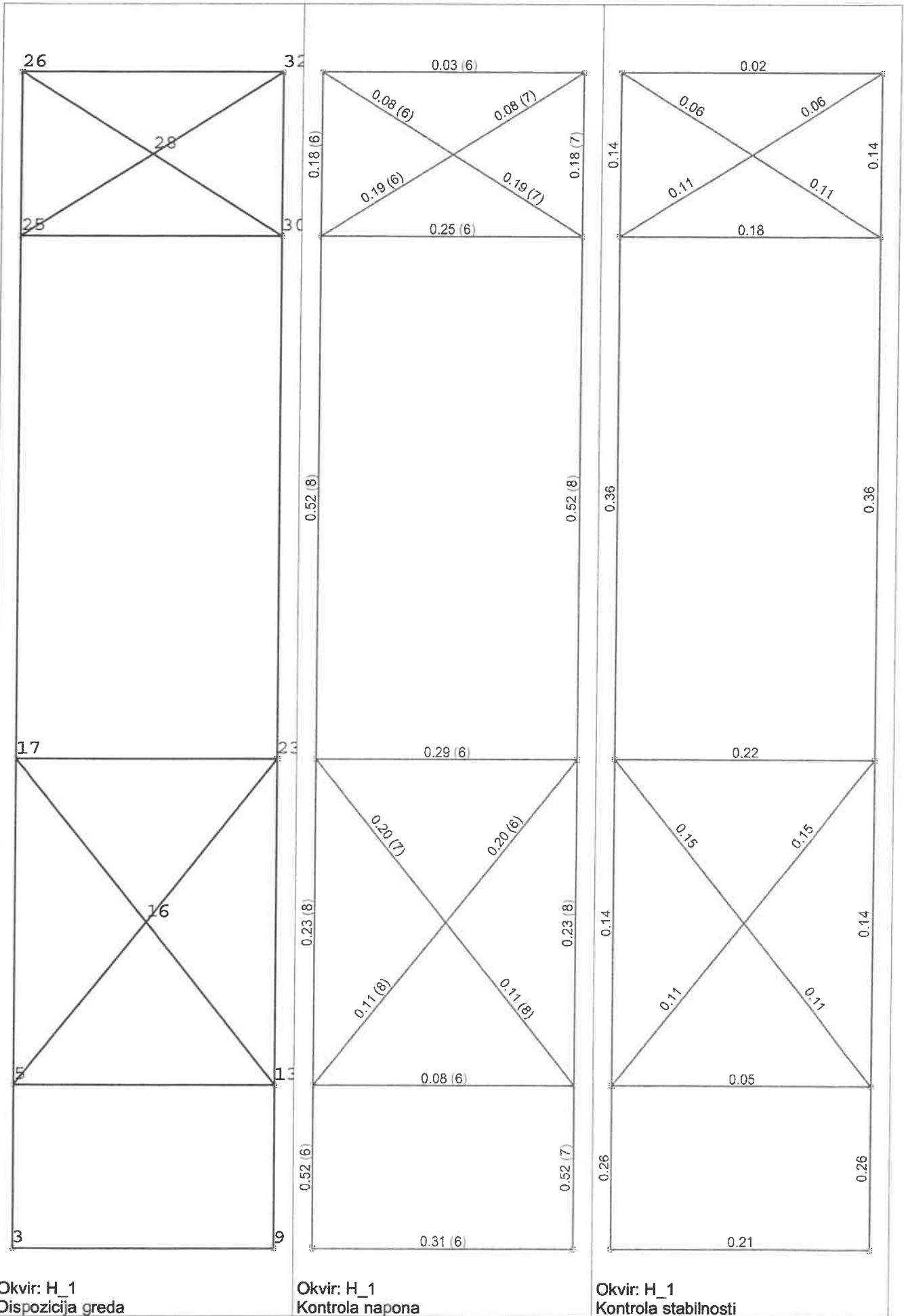
Okvir: H\_1

Utjecaji u gredi: max M2= 7.94 / mi...



Okvir: H\_1

Utjecaji u gredi: max M3= 10.72 / m...

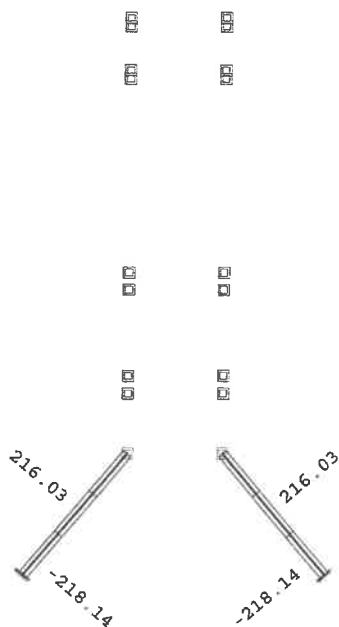


Okvir: H\_1  
Dispozicija greda

Okvir: H\_1  
Kontrola napona

Okvir: H\_1  
Kontrola stabilnosti

Opt. 16: [ANV] 1-15

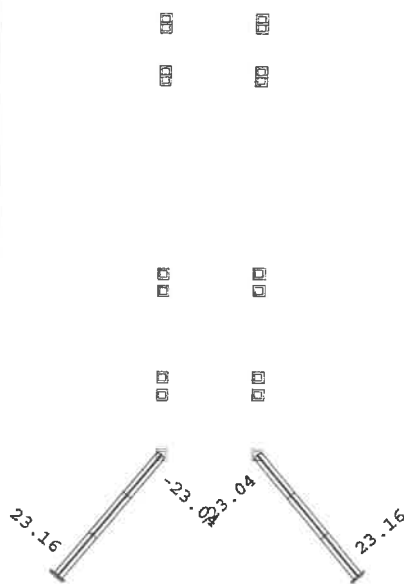


Okvir: H\_2

Utjecaji u gredi: max N1= 216.03 / m...

Opt. 16: [ANV] 1-15

Opt. 16: [ANV] 1-15

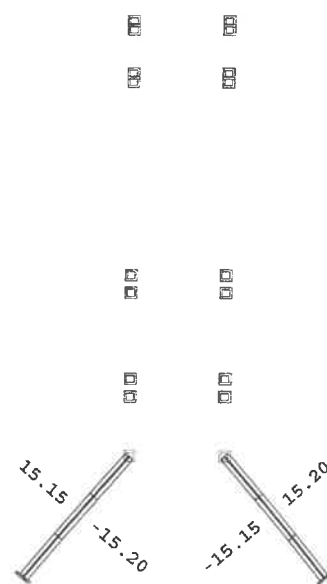


Okvir: H\_2

Utjecaji u gredi: max T2= 23.16 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15

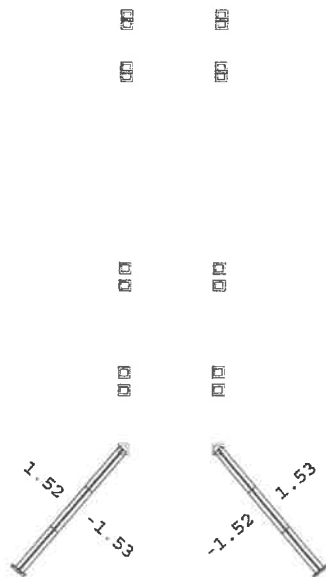
Opt. 16: [ANV] 1-15



Okvir: H\_2

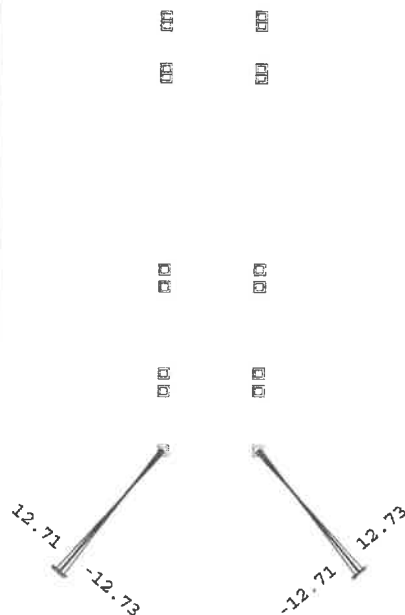
Utjecaji u gredi: max T3= 15.20 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15



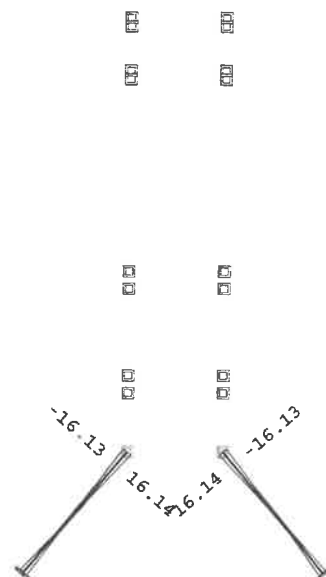
Okvir: H\_2

Utjecaji u gredi: max M1= 1.53 / mi...



Okvir: H\_2

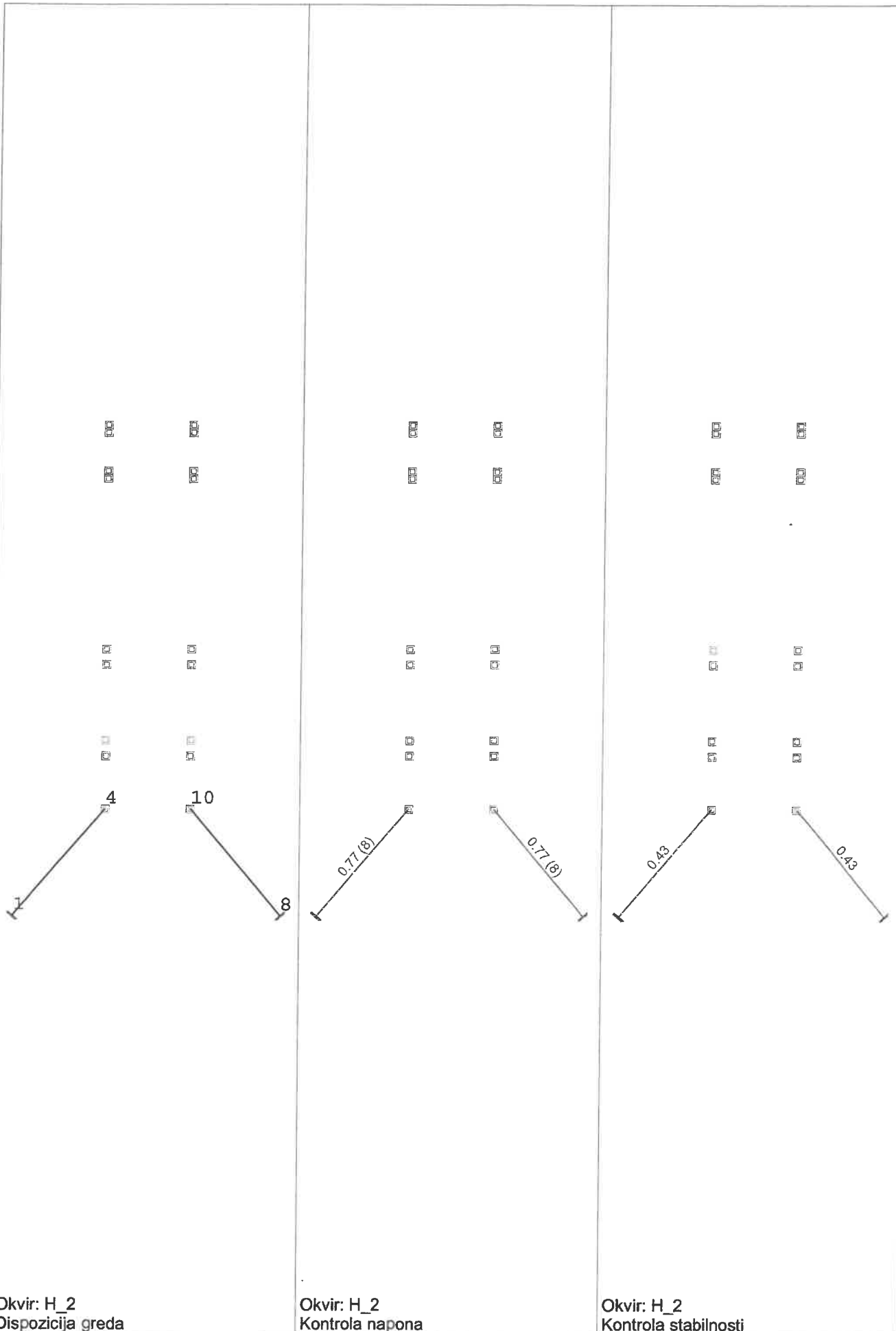
Utjecaji u gredi: max M2= 12.73 / m...



Okvir: H\_2

Utjecaji u gredi: max M3= 16.14 / m...



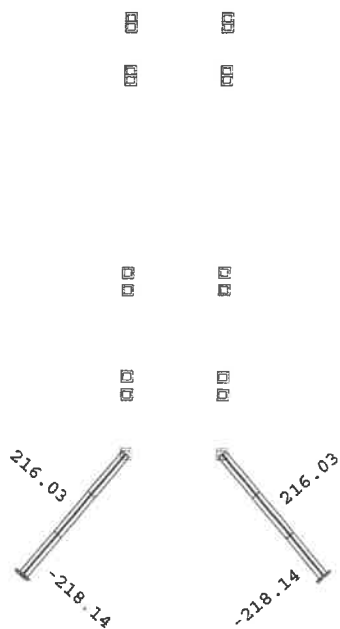


Okvir: H\_2  
Dispozicija greda

Okvir: H\_2  
Kontrola napona

Okvir: H\_2  
Kontrola stabilnosti

Opt. 16: [ANV] 1-15

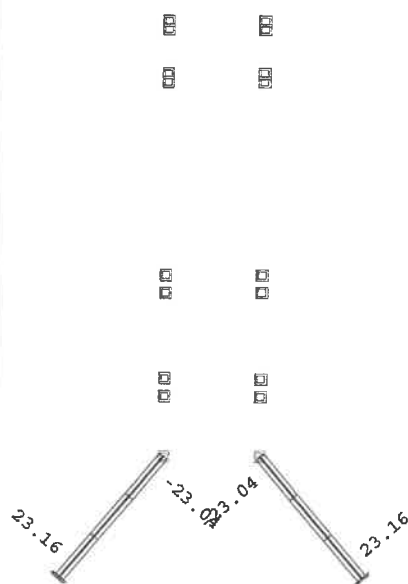


Okvir: H\_3

Utjecaji u gredi: max N1= 216.03 / m...

Opt. 16: [ANV] 1-15

Opt. 16: [ANV] 1-15



Okvir: H\_3

Utjecaji u gredi: max T2= 23.16 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15

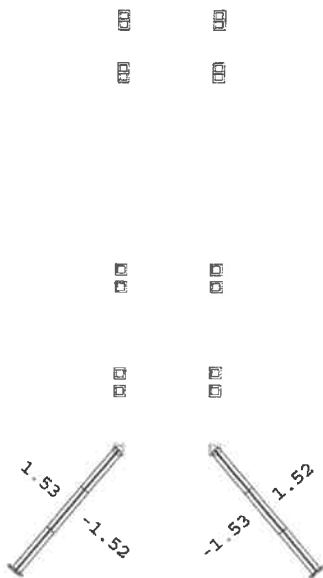
Opt. 16: [ANV] 1-15



Okvir: H\_3

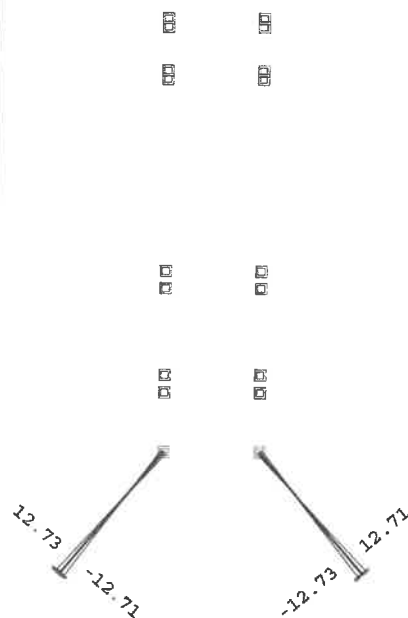
Utjecaji u gredi: max T3= 15.20 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15



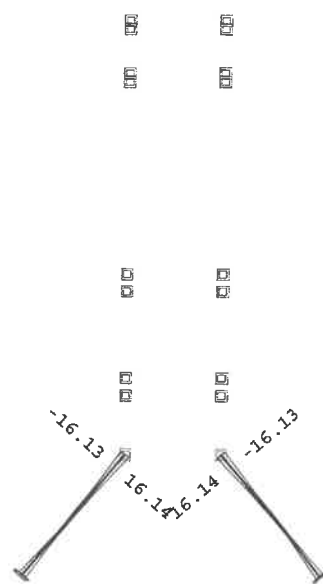
Okvir: H\_3

Utjecaji u gredi: max M1= 1.53 / mi...



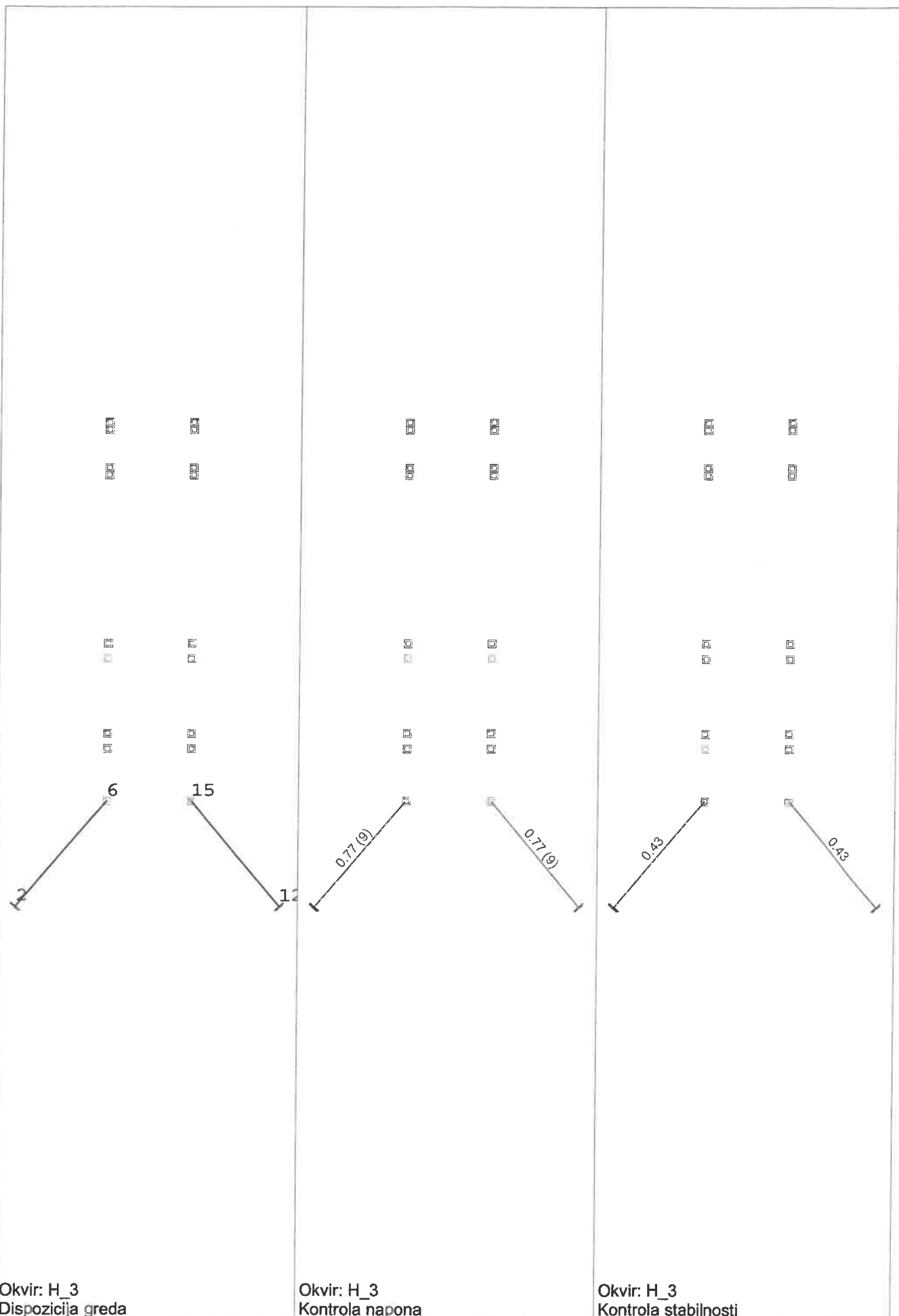
Okvir: H\_3

Utjecaji u gredi: max M2= 12.73 / m...



Okvir: H\_3

Utjecaji u gredi: max M3= 16.14 / m...

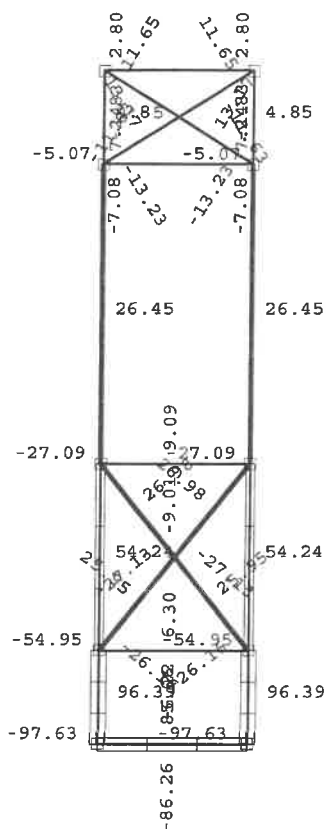


Okvir: H\_3  
Dispozicija greda

Okvir: H\_3  
Kontrola napona

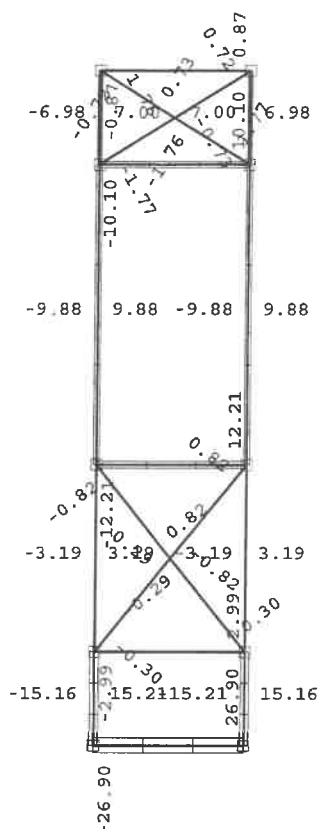
Okvir: H\_3  
Kontrola stabilnosti

Opt. 16: [ANV] 1-15



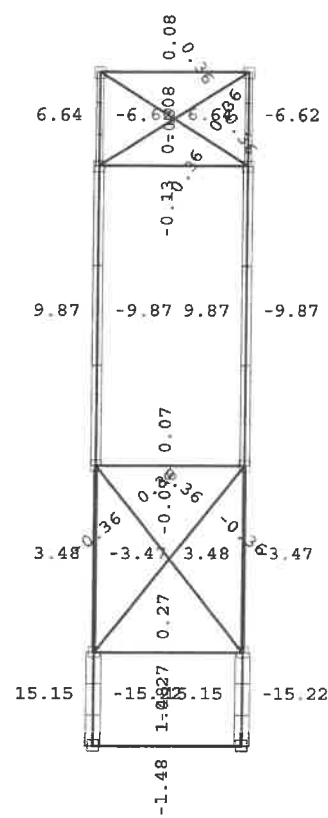
Okvir: H\_4  
Utjecaji u gredi: max N1= 96.39 / mi...  
Opt. 16: [ANV] 1-15

Opt. 16: [ANV] 1-15

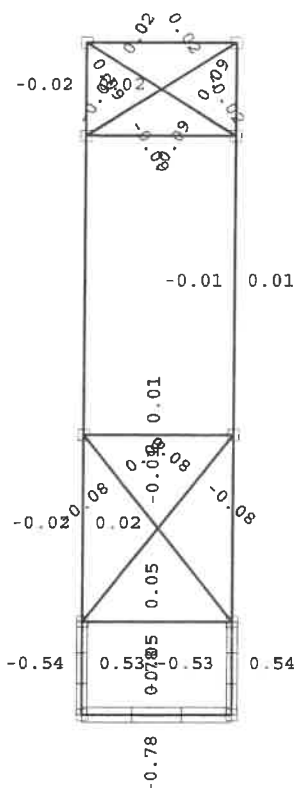


Okvir: H\_4  
Utjecaji u gredi: max T2= 26.90 / mi...  
Opt. 16: [ANV] 1-15

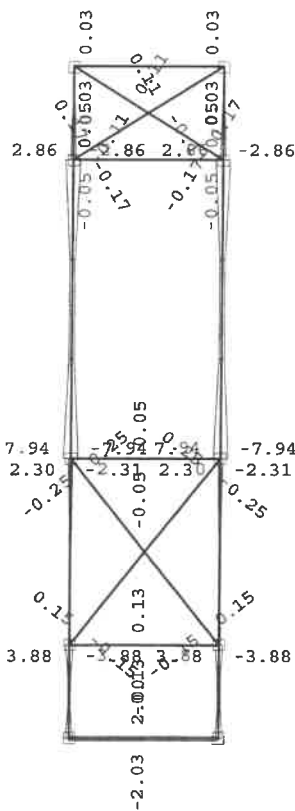
Opt. 16: [ANV] 1-15



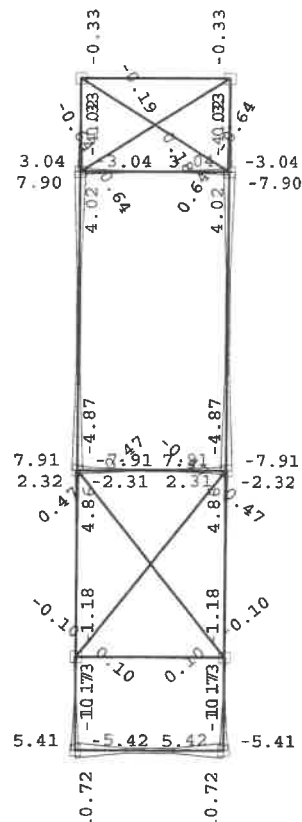
Okvir: H\_4  
Utjecaji u gredi: max T3= 15.15 / mi...  
Opt. 16: [ANV] 1-15



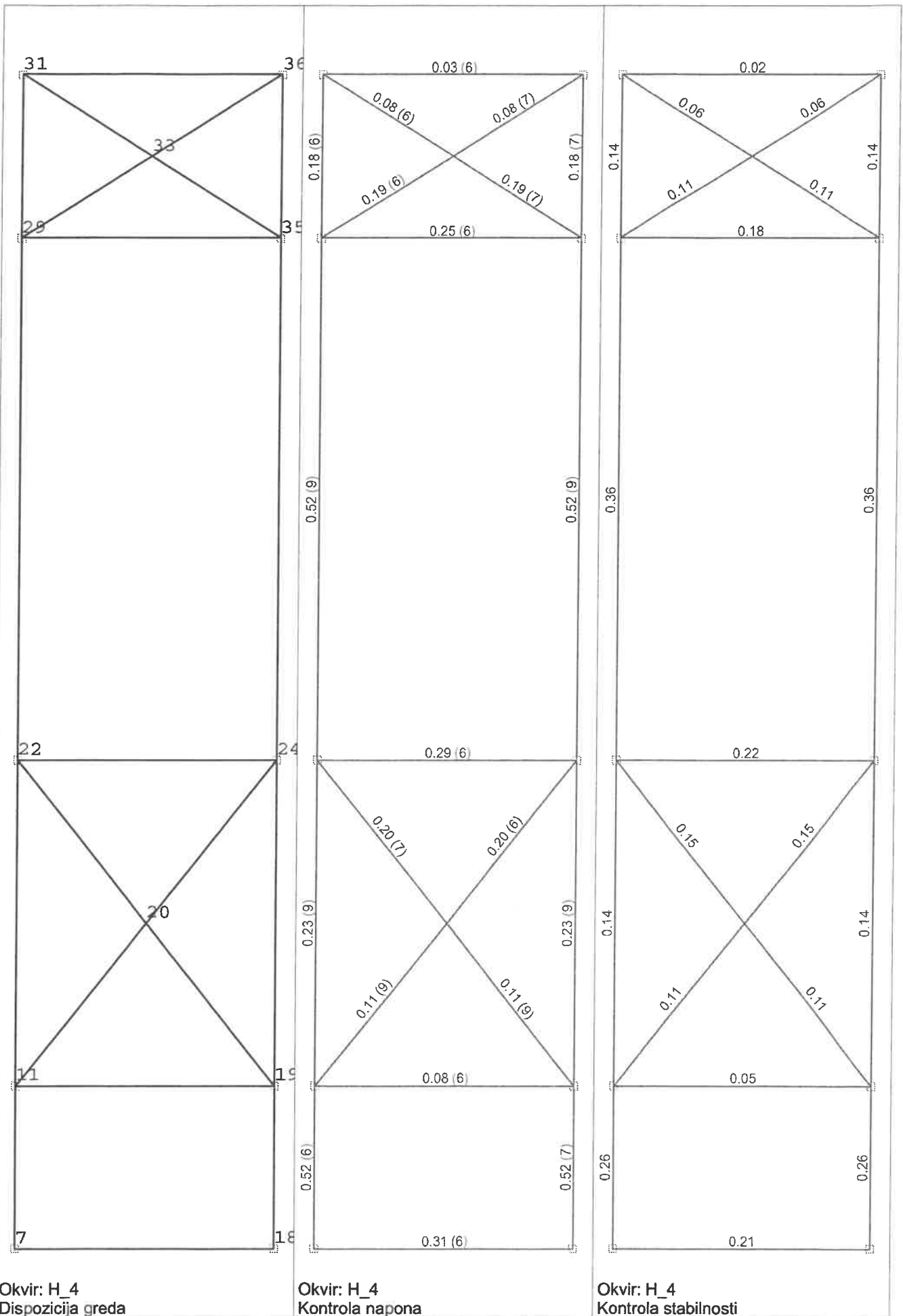
Okvir: H\_4  
Utjecaji u gredi: max M1= 0.78 / mi...  
Opt. 16: [ANV] 1-15



Okvir: H\_4  
Utjecaji u gredi: max M2= 7.94 / mi...  
Opt. 16: [ANV] 1-15



Okvir: H\_4  
Utjecaji u gredi: max M3= 10.72 / m...  
Opt. 16: [ANV] 1-15

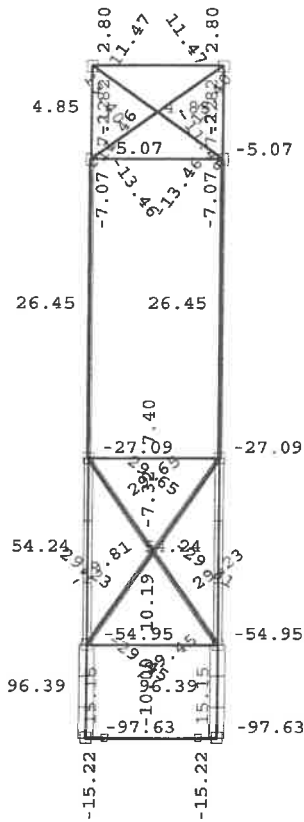


Okvir: H\_4  
Dispozicija greda

Okvir: H\_4  
Kontrola napona

Okvir: H\_4  
Kontrola stabilnosti

Opt. 16: [ANV] 1-15

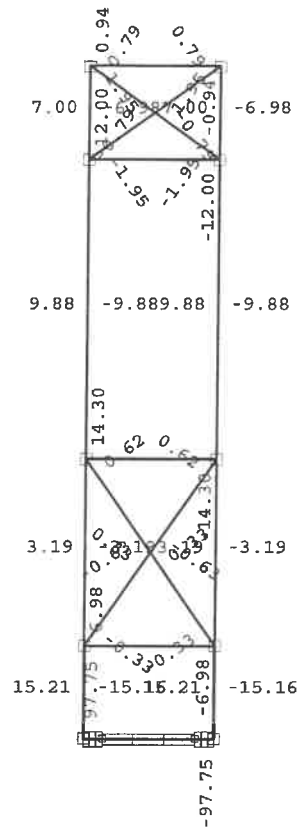


Okvir: V\_1

Utjecaji u gredi: max N1= 96.39 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15

Opt. 16: [ANV] 1-15

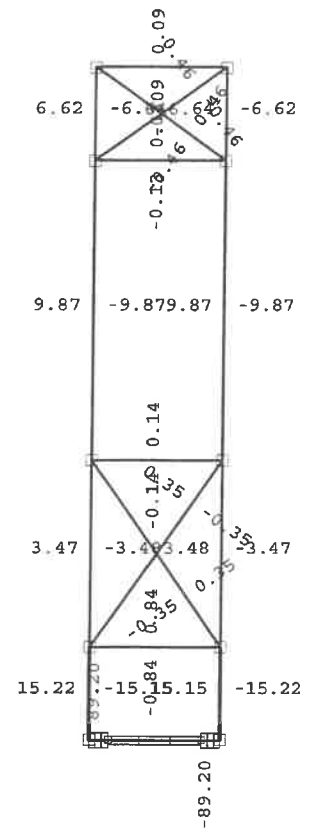


Okvir: V\_1

Utjecaji u gredi: max T2= 97.75 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15

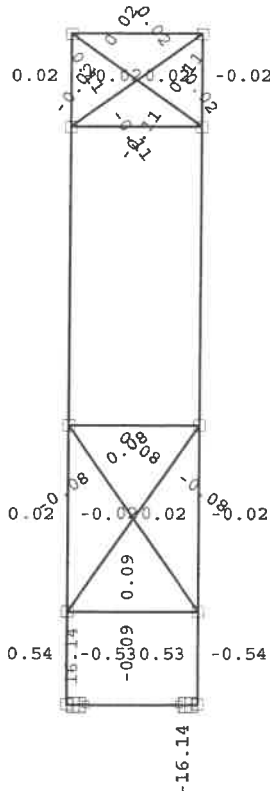
Opt. 16: [ANV] 1-15



Okvir: V\_1

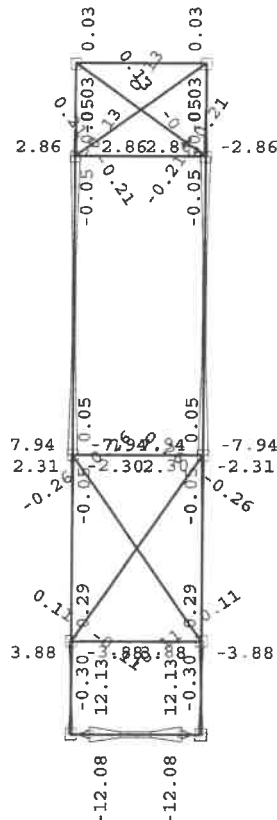
Utjecaji u gredi: max T3= 89.20 / mi...

Opt. 16: [ANV] 1-15



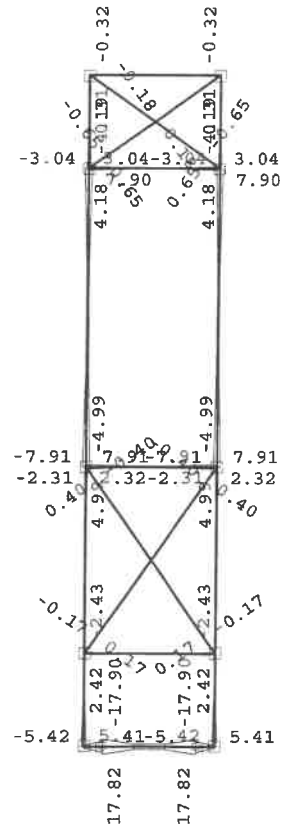
Okvir: V\_1

Utjecaji u gredi: max M1= 16.14 / m...



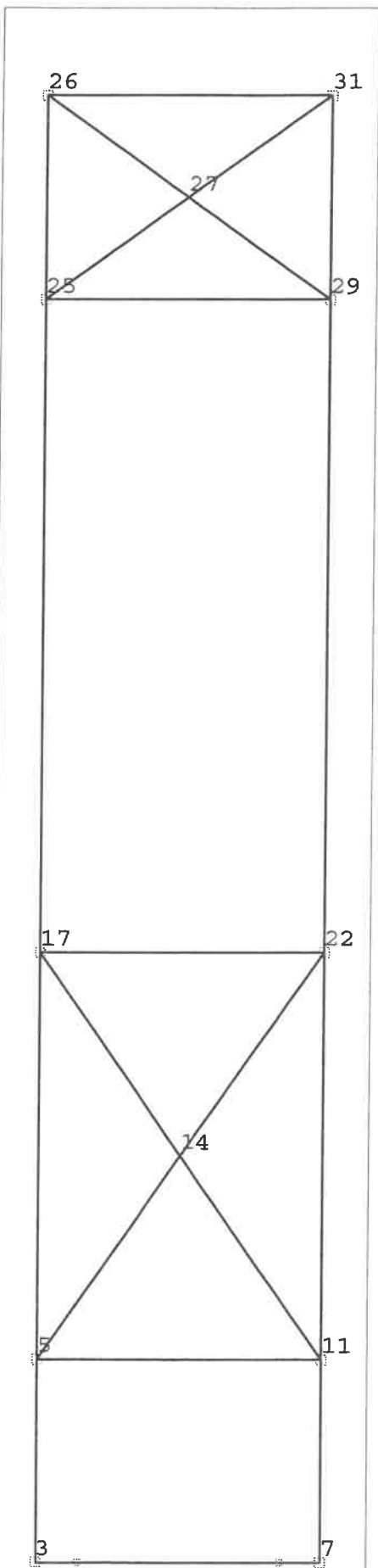
Okvir: V\_1

Utjecaji u gredi: max M2= 12.13 / m...

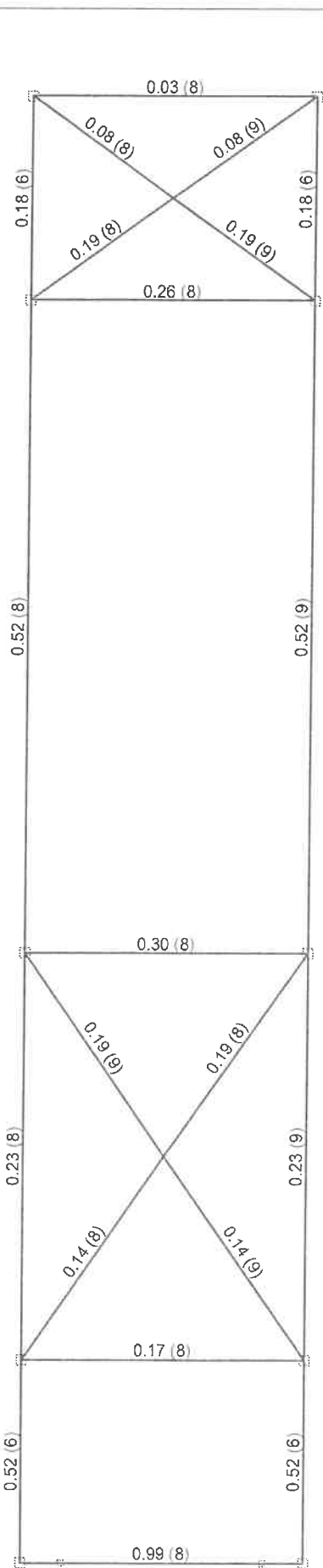


Okvir: V\_1

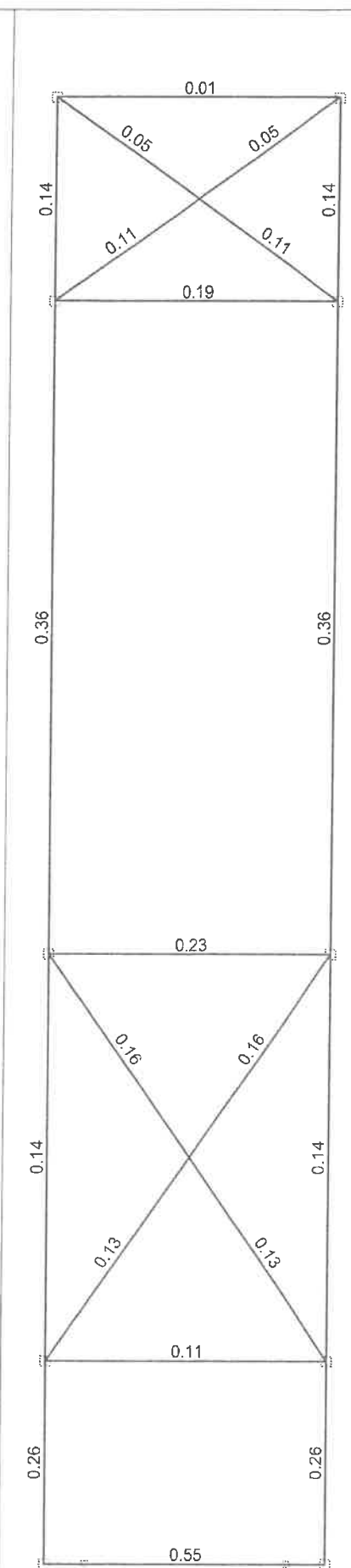
Utjecaji u gredi: max M3= 17.82 / m...



Okvir: V\_1  
Dispozicija greda

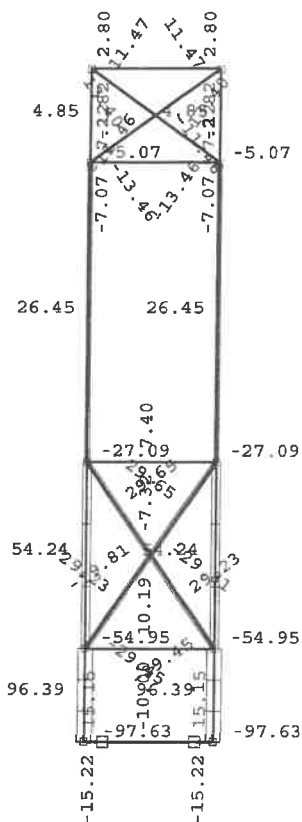


Okvir: V\_1  
Kontrola napona



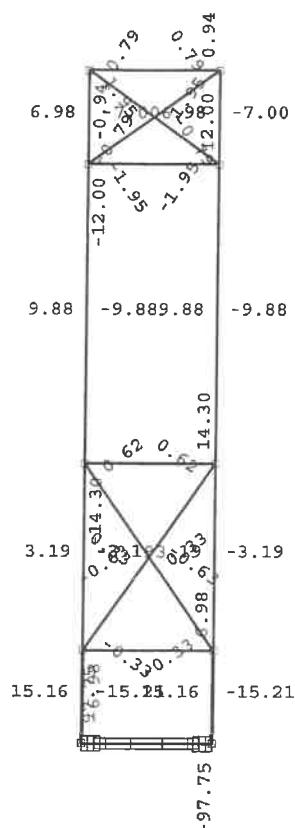
Okvir: V\_1  
Kontrola stabilnosti

Opt. 16: [ANV] 1-15



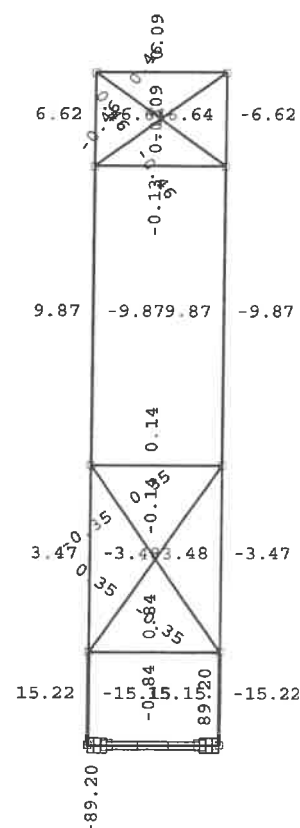
Okvir: V\_2  
Utjecaji u gredi: max N1= 96.39 / mi...  
Opt. 16: [ANV] 1-15

Opt. 16: [ANV] 1-15

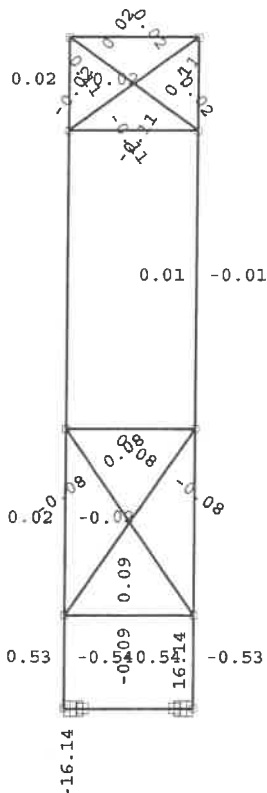


Okvir: V\_2  
Utjecaji u gredi: max T2= 97.75 / mi...  
Opt. 16: [ANV] 1-15

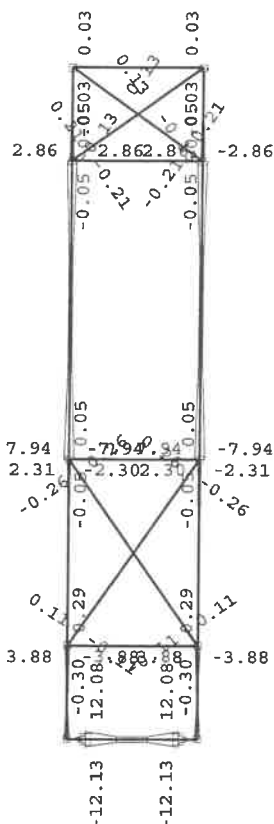
Opt. 16: [ANV] 1-15



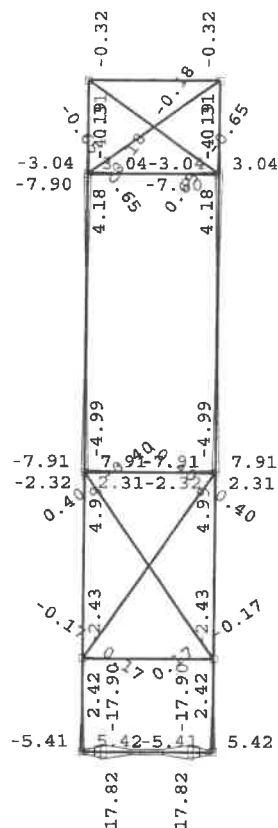
Okvir: V\_2  
Utjecaji u gredi: max T3= 89.20 / mi...  
Opt. 16: [ANV] 1-15



Okvir: V\_2  
Utjecaji u gredi: max M1= 16.14 / m...  
Opt. 16: [ANV] 1-15

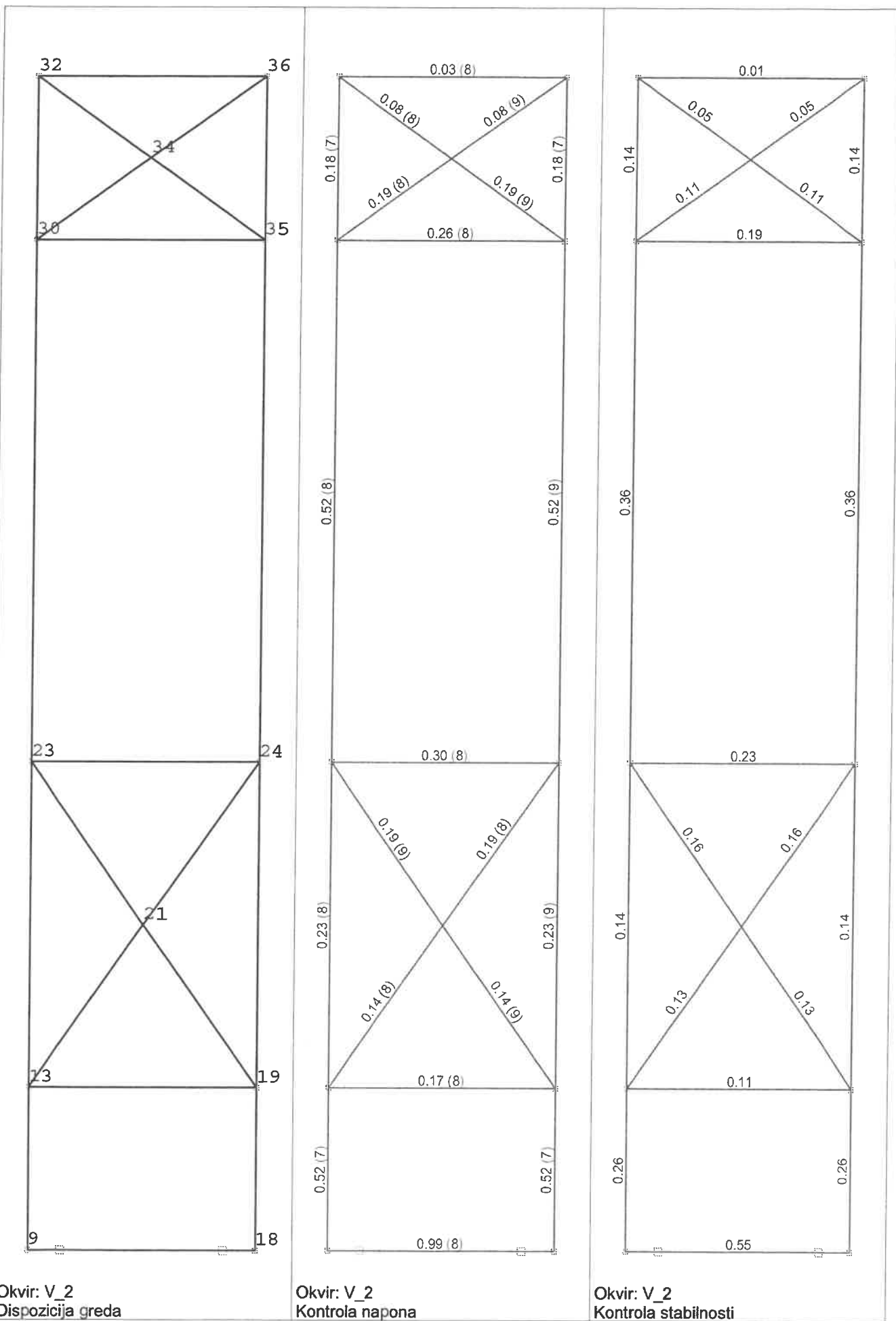


Okvir: V\_2  
Utjecaji u gredi: max M2= 12.08 / m...  
Opt. 16: [ANV] 1-15



Okvir: V\_2  
Utjecaji u gredi: max M3= 17.82 / m...  
Opt. 16: [ANV] 1-15





Okvir: V\_2  
Dispozicija greda

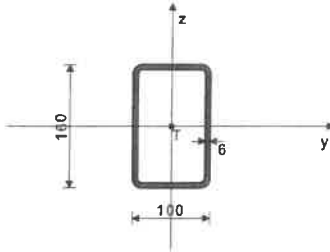
Okvir: V\_2  
Kontrola napona

Okvir: V\_2  
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 9-3

POPREČNI PRESJEK: PC [ ] 160x100x6 [S 355] [Set: 3]  
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



|          |                        |
|----------|------------------------|
| Ax =     | 28.830 cm <sup>2</sup> |
| Ay =     | 11.088 cm <sup>2</sup> |
| Az =     | 17.742 cm <sup>2</sup> |
| Ix =     | 1036.5 cm <sup>4</sup> |
| Iy =     | 950.96 cm <sup>4</sup> |
| Iz =     | 455.42 cm <sup>4</sup> |
| Wy =     | 118.87 cm <sup>3</sup> |
| Wz =     | 91.084 cm <sup>3</sup> |
| Wy,pl =  | 158.11 cm <sup>3</sup> |
| Wz,pl =  | 113.47 cm <sup>3</sup> |
| γM0 =    | 1.100                  |
| γM1 =    | 1.100                  |
| γM2 =    | 1.250                  |
| Anet/A = | 0.900                  |

(fy = 35.5 kN/cm<sup>2</sup>, fu = 51.0 kN/cm<sup>2</sup>)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| 6. γ=0.21  | 7. γ=0.21  | 12. γ=0.21 |
| 13. γ=0.21 | 8. γ=0.16  | 10. γ=0.16 |
| 9. γ=0.09  | 11. γ=0.09 | 14. γ=0.00 |
| 15. γ=0.00 |            |            |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU  
(slučaj opterećenja 6, kraj štapa)

|                             |         |             |
|-----------------------------|---------|-------------|
| Računska uzdužna sila       | NEd =   | -1.197 kN   |
| Poprečna sila u y pravcu    | VEd,y = | -1.484 kN   |
| Poprečna sila u z pravcu    | VEd,z = | 26.898 kN   |
| Momenat savijanja oko y osi | MEd,y = | -10.725 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | MEd,z = | 0.558 kNm   |
| Moment torzije              | Mt =    | -0.779 kNm  |
| Sistemska dužina štapa      | L =     | 80.000 cm   |

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA  
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.4 Tlak  
Računska otpornost na tlak Nc,Rd = 930.42 kN  
Uvjet 6.9: NEd ≤ Nc,Rd (1.20 ≤ 930.42)

6.2.5 Savijanje y-y  
Plastični moment otpora Wy,pl = 158.11 cm<sup>3</sup>  
Računska otpornost na savijanje Mc,Rd = 51.027 kNm  
Uvjet 6.12: MEd,y ≤ Mc,Rd,y (10.73 ≤ 51.03)

6.2.5 Savijanje z-z  
Plastični moment otpora Wz,pl = 113.47 cm<sup>3</sup>  
Računska otpornost na savijanje Mc,Rd = 36.621 kNm  
Uvjet 6.12: MEd,z ≤ Mc,Rd,z (0.56 ≤ 36.62)

6.2.6 Posmik  
Računska nosivost na posmik Vpl,Rd,z = 330.57 kN  
Računska nosivost na posmik Vc,Rd,z = 330.57 kN  
Uvjet 6.17: VEd,z ≤ Vc,Rd,z (26.90 ≤ 330.57)

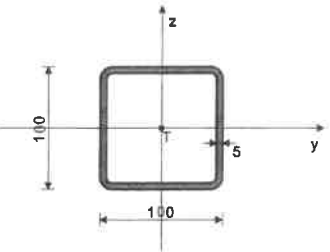
Računska nosivost na posmik Vpl,Rd,y = 206.61 kN  
Računska nosivost na posmik Vc,Rd,y = 206.61 kN  
Uvjet 6.17: VEd,y ≤ Vc,Rd,y (1.48 ≤ 206.61)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila  
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

ŠTAP 3-5

POPREČNI PRESJEK: KC [ ] 100x100x5 [S 355] [Set: 1]  
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



|          |                        |
|----------|------------------------|
| Ax =     | 18.360 cm <sup>2</sup> |
| Ay =     | 9.180 cm <sup>2</sup>  |
| Az =     | 9.180 cm <sup>2</sup>  |
| Ix =     | 438.99 cm <sup>4</sup> |
| Iy =     | 261.77 cm <sup>4</sup> |
| Iz =     | 261.77 cm <sup>4</sup> |
| Wy =     | 52.354 cm <sup>3</sup> |
| Wz =     | 52.354 cm <sup>3</sup> |
| Wy,pl =  | 67.750 cm <sup>3</sup> |
| Wz,pl =  | 67.750 cm <sup>3</sup> |
| γM0 =    | 1.100                  |
| γM1 =    | 1.100                  |
| γM2 =    | 1.250                  |
| Anet/A = | 0.900                  |

(fy = 35.5 kN/cm<sup>2</sup>, fu = 51.0 kN/cm<sup>2</sup>)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| 6. γ=0.26  | 12. γ=0.26 | 7. γ=0.25  |
| 13. γ=0.25 | 8. γ=0.24  | 10. γ=0.24 |
| 9. γ=0.18  | 11. γ=0.18 | 14. γ=0.00 |
| 15. γ=0.00 |            |            |

Uvjet: VEd,z ≤ 50%Vpl,Rd,z ; VEd,y ≤ 50%Vpl,Rd,y

6.2.9 Savijanje i centrična sila

|                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| Omjer NEd / Npl,Rd                  | 0.001                |
| Reduc.moment plast.otp.na savijanje | MN,y,Rd = 51.027 kNm |
| Koeficijent                         | α = 1.660            |
| Omjer (My,Ed / MN,y,Rd)^α           | 0.075                |
| Uvjet 6.41: (0.08 ≤ 1)              |                      |

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

6.3.1.1 Nosivost na izvijanje  
Dužina izvijanja y-y ly = 80.000 cm  
Relativna vitkost y-y λ\_y = 0.182  
Krivulja izvijanja za os y-y: C α = 0.490  
Elastična kritična sila Ncr,y = 30796 kN  
Redukcijski koeficijent χ\_y = 1.000  
Računska otpornost na izvijanje Nb,Rd,y = 930.42 kN  
Uvjet 6.46: NEd ≤ Nb,Rd,y (1.20 ≤ 930.42)

Dužina izvijanja z-z lz = 80.000 cm  
Relativna vitkost z-z λ\_z = 0.263  
Krivulja izvijanja za os z-z: C α = 0.490  
Redukcijski koeficijent χ\_z = 0.968  
Računska otpornost na izvijanje Nb,Rd,z = 900.42 kN  
Uvjet 6.46: NEd ≤ Nb,Rd,z (1.20 ≤ 900.42)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

|  |                        |
|--|------------------------|
| Koeficijent C1 =                           | 2.752                  |
| Koeficijent C2 =                           | 0.000                  |
| Koeficijent C3 =                           | 0.001                  |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja k =     | 1.000                  |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja kw = | 1.000                  |
| Koordinata zg =                            | 0.000 cm               |
| Koordinata zj =                            | 0.000 cm               |
| Razmak bočno pridržanih točaka L =         | 80.000 cm              |
| Sektorski moment inercije iw =             | 0.000 cm <sup>6</sup>  |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje Mcr =      | 9671.4 kNm             |
| Odgovarajući moment otpora Wy =            | 158.11 cm <sup>3</sup> |
| Koeficijent imperf. αLT =                  | 0.760                  |
| Bezdimenzionalna vitkost λLT =             | 0.076                  |
| Koeficijent redukcije (6.3.2.2.) χLT =     | 1.000                  |
| Računska otpornost na izvijanje Mb,Rd =    | 51.027 kNm             |
| Uvjet 6.54: MEd,y ≤ Mb,Rd (10.73 ≤ 51.03)  |                        |

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom

Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)  
Koeficijent uniformnog momenta Cm,y = 0.400  
Koeficijent uniformnog momenta Cm,z = 0.400  
Koeficijent uniformnog momenta Cml,T = 0.400  
Koeficijent interakcije ky,y = 0.400  
Koeficijent interakcije ky,z = 0.240  
Koeficijent interakcije kz,y = 0.240  
Koeficijent interakcije kz,z = 0.400  
Redukcijski koeficijent χy = 1.000  
NEd / (γy Nrk / γM1) 0.001  
ky,y \* (My,Ed + ΔMy,Ed) / ... 0.084  
ky,z \* (Mz,Ed + ΔMz,Ed) / ... 0.004  
Uvjet 6.61: (0.09 ≤ 1)

Redukcijski koeficijent χz = 0.968  
NEd / (γz Nrk / γM1) 0.001  
kz,y \* (My,Ed + ΔMy,Ed) / ... 0.050  
kz,z \* (Mz,Ed + ΔMz,Ed) / ... 0.006  
Uvjet 6.62: (0.06 ≤ 1)

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU  
(slučaj opterećenja 6, kraj štapa)

|                             |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| Računska uzdužna sila       | NEd =   | -81.397 kN |
| Poprečna sila u y pravcu    | VEd,y = | 2.787 kN   |
| Poprečna sila u z pravcu    | VEd,z = | 15.210 kN  |
| Momenat savijanja oko y osi | MEd,y = | -5.420 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | MEd,z = | -1.180 kNm |
| Moment torzije              | Mt =    | 0.077 kNm  |
| Sistemska dužina štapa      | L =     | 50.000 cm  |

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA  
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.4 Tlak  
Računska otpornost na tlak Nc,Rd = 592.53 kN  
Uvjet 6.9: NEd ≤ Nc,Rd (81.40 ≤ 592.53)

6.2.5 Savijanje y-y  
Plastični moment otpora Wy,pl = 67.750 cm<sup>3</sup>  
Računska otpornost na savijanje Mc,Rd = 21.865 kNm  
Uvjet 6.12: MEd,y ≤ Mc,Rd,y (5.42 ≤ 21.86)

6.2.5 Savijanje z-z  
Plastični moment otpora Wz,pl = 67.750 cm<sup>3</sup>  
Računska otpornost na savijanje Mc,Rd = 21.865 kNm  
Uvjet 6.12: MEd,z ≤ Mc,Rd,z (1.18 ≤ 21.86)

6.2.6 Posmik  
 Računska nosivost na posmik  
 Računska nosivost na posmik  
 Uvjet 6.17:  $V_{Ed,z} \leq V_{c,Rd,z}$  (15.21  $\leq$  171.05)

$V_{pl,Rd,z} = 171.05$  kN  
 $V_{c,Rd,z} = 171.05$  kN

Računska nosivost na posmik  
 Računska nosivost na posmik  
 Uvjet 6.17:  $V_{Ed,y} \leq V_{c,Rd,y}$  (2.79  $\leq$  171.05)

$V_{pl,Rd,y} = 171.05$  kN  
 $V_{c,Rd,y} = 171.05$  kN

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila  
 Nije potrebna redukcija momenata otpornosti  
 Uvjet:  $V_{Ed,z} \leq 50\%V_{pl,Rd,z}$ ;  $V_{Ed,y} \leq 50\%V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila  
 Omjer  $N_{Ed} / N_{pl,Rd}$   
 Reduc.moment plast.otp.na savijanje  
 Koeficijent  
 Omjer  $(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^{\alpha}$   
 Uvjet 6.41: (0.10  $\leq$  1)

$M_{N,y,Rd} = 0.137$   
 $N_{Ed} = 21.865$  kNm  
 $\alpha = 1.696$   
 $\alpha = 0.094$

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE  
 6.3.1.1 Nosivost na izvijanje  
 Dužina izvijanja y-y  
 Relativna vitkost y-y  
 Krivulja izvijanja za os y-y: C  
 Elastična kritična sila  
 Redukcijski koeficijent  
 Računska otpornost na izvijanje  
 Uvjet 6.46:  $N_{Ed} \leq N_{b,Rd,y}$  (81.40  $\leq$  592.53)

$l_y = 50.000$  cm  
 $\lambda_{y} = 0.173$   
 $\alpha = 0.490$   
 $N_{cr,y} = 21702$  kN  
 $\chi_{y} = 1.000$   
 $N_{b,Rd,y} = 592.53$  kN

Dužina izvijanja z-z  
 Relativna vitkost z-z  
 Krivulja izvijanja za os z-z: C  
 Redukcijski koeficijent  
 Računska otpornost na izvijanje  
 Uvjet 6.46:  $N_{Ed} \leq N_{b,Rd,z}$  (81.40  $\leq$  592.53)

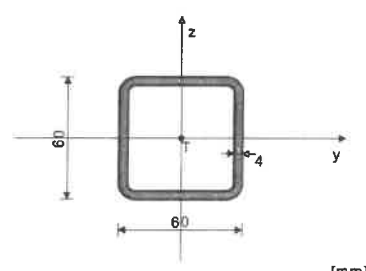
$l_z = 50.000$  cm  
 $\lambda_{z} = 0.173$   
 $\alpha = 0.490$   
 $\chi_{z} = 1.000$   
 $N_{b,Rd,z} = 592.53$  kN

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje  
 Koeficijent  
 Koeficijent  
 Koeficijent  
 Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja  
 Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja  
 Koordinata  
 Koordinata  
 Razmak bočno pridržanih točaka  
 Sektorski moment inercije  
 Krit.mom.za bočno tor.izvijanje  
 Odgovarajući moment otpora  
 Koeficijent imperf.  
 Bezdimezionalna vitkost

$C1 = 2.540$   
 $C2 = 0.000$   
 $C3 = 0.745$   
 $k = 1.000$   
 $kw = 1.000$   
 $zg = 0.000$  cm  
 $zj = 0.000$  cm  
 $L = 50.000$  cm  
 $I_w = 0.000$  cm<sup>6</sup>  
 $M_{cr} = 7045.8$  kNm  
 $W_y = 67.750$  cm<sup>3</sup>  
 $\alpha_{LT} = 0.760$   
 $\lambda_{LT} = 0.058$

ŠTAP 16-17  
 POPREČNI PRESJEK: KC [ ] 60x60x4 [S 355] [Set: 2]  
 EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



$A_x = 8.550$  cm<sup>2</sup>  
 $A_y = 4.275$  cm<sup>2</sup>  
 $A_z = 4.275$  cm<sup>2</sup>  
 $I_x = 72.188$  cm<sup>4</sup>  
 $I_y = 40.920$  cm<sup>4</sup>  
 $I_z = 40.920$  cm<sup>4</sup>  
 $W_y = 13.640$  cm<sup>3</sup>  
 $W_z = 13.640$  cm<sup>3</sup>  
 $W_{y,pl} = 18.848$  cm<sup>3</sup>  
 $W_{z,pl} = 18.848$  cm<sup>3</sup>  
 $\gamma_{M0} = 1.100$   
 $\gamma_{M1} = 1.100$   
 $\gamma_{M2} = 1.250$   
 $A_{net}/A = 0.900$

( $f_y = 35.5$  kN/cm<sup>2</sup>,  $f_u = 51.0$  kN/cm<sup>2</sup>)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

|                   |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| 7. $\gamma=0.15$  | 13. $\gamma=0.15$ | 12. $\gamma=0.10$ |
| 8. $\gamma=0.10$  | 8. $\gamma=0.08$  | 10. $\gamma=0.08$ |
| 9. $\gamma=0.05$  | 11. $\gamma=0.05$ | 14. $\gamma=0.00$ |
| 15. $\gamma=0.00$ |                   |                   |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU (slučaj opterećenja 7, početak štapa)

Računska uzdužna sila  
 Poprečna sila u z pravcu  
 Momenat savijanja oko y osi  
 Sistemska dužina štapa

$N_{Ed} = -27.096$  kN  
 $V_{Ed,z} = 0.797$  kN  
 $M_{Ed,y} = 0.473$  kNm  
 $L = 64.031$  cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA  
 Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA  
 6.2.4 Tlak  
 Računska otpornost na tlak  
 Uvjet 6.9:  $N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$  (27.10  $\leq$  275.93)

$N_{c,Rd} = 275.93$  kN

6.2.5 Savijanje y-y

Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)  
 Računska otpornost na izvijanje  
 Uvjet 6.54:  $M_{Ed,y} \leq M_{b,Rd}$  (5.42  $\leq$  21.86)

$\chi_{LT} = 1.000$   
 $M_{b,Rd} = 21.865$  kNm

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom  
 Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)  
 Koeficijent uniformnog momenta  
 Koeficijent uniformnog momenta  
 Koeficijent uniformnog momenta  
 Koeficijent interakcije  
 Koeficijent interakcije  
 Koeficijent interakcije  
 Koeficijent interakcije

$C_{my} = 0.439$   
 $C_{mz} = 0.528$   
 $C_{mLT} = 0.439$   
 $k_{yy} = 0.437$   
 $k_{yz} = 0.315$   
 $k_{zy} = 0.262$   
 $k_{zz} = 0.526$

Redukcijski koeficijent  
 $N_{Ed} / (\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1})$   
 $k_{yy} * (M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) / \dots$   
 $k_{yz} * (M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}) / \dots$   
 Uvjet 6.61: (0.26  $\leq$  1)

$\chi_y = 1.000$   
 $\chi_y = 0.137$   
 $\chi_y = 0.108$   
 $\chi_y = 0.017$

Redukcijski koeficijent  
 $N_{Ed} / (\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1})$   
 $k_{zy} * (M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) / \dots$   
 $k_{zz} * (M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}) / \dots$   
 Uvjet 6.62: (0.23  $\leq$  1)

$\chi_z = 1.000$   
 $\chi_z = 0.137$   
 $\chi_z = 0.065$   
 $\chi_z = 0.028$

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK (slučaj opterećenja 9, početak štapa)

Računska uzdužna sila  
 Poprečna sila u y pravcu  
 Poprečna sila u z pravcu  
 Momenat savijanja oko y osi  
 Momenat savijanja oko z osi  
 Moment torzije  
 Sistemska dužina štapa

$N_{Ed} = 95.225$  kN  
 $V_{Ed,y} = 15.224$  kN  
 $V_{Ed,z} = -2.840$  kN  
 $M_{Ed,y} = -0.478$  kNm  
 $M_{Ed,z} = 3.879$  kNm  
 $M_t = -0.518$  kNm  
 $L = 50.000$  cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.6 Posmik  
 Računska nosivost na posmik  
 Računska nosivost na posmik  
 Uvjet 6.17:  $V_{Ed,z} \leq V_{c,Rd,z}$  (2.84  $\leq$  171.05)

$V_{pl,Rd,z} = 171.05$  kN  
 $V_{c,Rd,z} = 171.05$  kN

Računska nosivost na posmik  
 Računska nosivost na posmik  
 Uvjet 6.17:  $V_{Ed,y} \leq V_{c,Rd,y}$  (15.22  $\leq$  171.05)

$V_{pl,Rd,y} = 171.05$  kN  
 $V_{c,Rd,y} = 171.05$  kN

Plastični moment otpora  
 Računska otpornost na savijanje  
 Uvjet 6.12:  $M_{Ed,y} \leq M_{c,Rd,y}$  (0.47  $\leq$  6.08)

$W_{y,pl} = 18.848$  cm<sup>3</sup>  
 $M_{c,Rd} = 6.083$  kNm

6.2.6 Posmik  
 Računska nosivost na posmik  
 Računska nosivost na posmik  
 Uvjet 6.17:  $V_{Ed,z} \leq V_{c,Rd,z}$  (0.80  $\leq$  79.65)

$V_{pl,Rd,z} = 79.655$  kN  
 $V_{c,Rd,z} = 79.655$  kN

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila  
 Nije potrebna redukcija momenata otpornosti  
 Uvjet:  $V_{Ed,z} \leq 50\%V_{pl,Rd,z}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila  
 Omjer  $N_{Ed} / N_{pl,Rd}$   
 Reduc.moment plast.otp.na savijanje  
 Koeficijent  
 Omjer  $(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^{\alpha}$   
 Uvjet 6.41: (0.08  $\leq$  1)

$M_{N,y,Rd} = 0.098$   
 $\alpha = 1.000$   
 $\alpha = 0.078$

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE  
 6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y  
 Relativna vitkost y-y  
 Krivulja izvijanja za os y-y: C  
 Elastična kritična sila  
 Redukcijski koeficijent  
 Računska otpornost na izvijanje  
 Uvjet 6.46:  $N_{Ed} \leq N_{b,Rd,y}$  (27.10  $\leq$  250.06)

$l_y = 64.031$  cm  
 $\lambda_{y} = 0.383$   
 $\alpha = 0.490$   
 $N_{cr,y} = 2068.6$  kN  
 $\chi_{y} = 0.906$   
 $N_{b,Rd,y} = 250.06$  kN

Dužina izvijanja z-z  
 Relativna vitkost z-z  
 Krivulja izvijanja za os z-z: C  
 Redukcijski koeficijent  
 Računska otpornost na izvijanje  
 Uvjet 6.46:  $N_{Ed} \leq N_{b,Rd,z}$  (27.10  $\leq$  250.06)

$l_z = 64.031$  cm  
 $\lambda_{z} = 0.383$   
 $\alpha = 0.490$   
 $\chi_{z} = 0.906$   
 $N_{b,Rd,z} = 250.06$  kN

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent  
 Koeficijent  
 Koeficijent  
 Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja  
 Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja  
 Koordinata  
 Koordinata  
 Razmak bočno pridržanih točaka

$C1 = 2.036$   
 $C2 = 0.000$   
 $C3 = 0.906$   
 $k = 1.000$   
 $kw = 1.000$   
 $zg = 0.000$  cm  
 $zj = 0.000$  cm  
 $L = 64.031$  cm

|                                  |                  |                        |
|----------------------------------|------------------|------------------------|
| Sektorski moment inercije        | $I_w =$          | 0.000 cm <sup>6</sup>  |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje  | $M_{cr} =$       | 706.94 kNm             |
| Odgovarajući moment otpora       | $W_y =$          | 18.848 cm <sup>3</sup> |
| Koeficijent imperf.              | $\alpha_{LT} =$  | 0.760                  |
| Bezdimenzionalna vitkost         | $\lambda_{LT} =$ | 0.097                  |
| Koeficijent redukcije (6.3.2.2.) | $\chi_{LT} =$    | 1.000                  |
| Računska otpornost na izvijanje  | $M_{b,Rd} =$     | 6.083 kNm              |

Uvjet 6.54:  $M_{Ed,y} \leq M_{b,Rd}$  (0.47  $\leq$  6.08)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom

Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

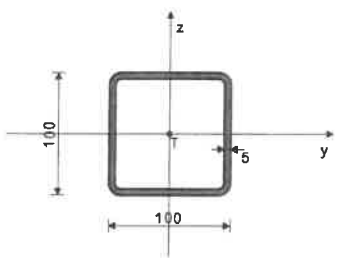
|                                |             |       |
|--------------------------------|-------------|-------|
| Koeficijent uniformnog momenta | $C_{my} =$  | 0.561 |
| Koeficijent uniformnog momenta | $C_{mz} =$  | 1.000 |
| Koeficijent uniformnog momenta | $C_{mLT} =$ | 0.561 |
| Koeficijent interakcije        | $k_{yy} =$  | 0.572 |
| Koeficijent interakcije        | $k_{yz} =$  | 0.612 |
| Koeficijent interakcije        | $k_{zy} =$  | 0.343 |
| Koeficijent interakcije        | $k_{zz} =$  | 1.020 |

|   |            |       |
|---|------------|-------|
| Redukcijski koeficijent                       | $\chi_y =$ | 0.906 |
| $N_{Ed} / (\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1})$      |            | 0.108 |
| $k_{yy} * (M_{yEd} + \Delta M_{yEd}) / \dots$ |            | 0.045 |

ŠTAP 17-25

POPREČNI PRESJEK: KC [ ] 100x100x5 [S 355] [Set: 1] EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| $A_x =$         | 18.360 cm <sup>2</sup> |
| $A_y =$         | 9.180 cm <sup>2</sup>  |
| $A_z =$         | 9.180 cm <sup>2</sup>  |
| $I_x =$         | 438.99 cm <sup>4</sup> |
| $I_y =$         | 261.77 cm <sup>4</sup> |
| $I_z =$         | 261.77 cm <sup>4</sup> |
| $W_y =$         | 52.354 cm <sup>3</sup> |
| $W_z =$         | 52.354 cm <sup>3</sup> |
| $W_{y,pl} =$    | 67.750 cm <sup>3</sup> |
| $W_{z,pl} =$    | 67.750 cm <sup>3</sup> |
| $\gamma_{M0} =$ | 1.100                  |
| $\gamma_{M1} =$ | 1.100                  |
| $\gamma_{M2} =$ | 1.250                  |
| $A_{net}/A =$   | 0.900                  |

( $f_y = 35.5$  kN/cm<sup>2</sup>,  $f_u = 51.0$  kN/cm<sup>2</sup>)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

|                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| 8. $\gamma = 0.36$  | 9. $\gamma = 0.36$  | 10. $\gamma = 0.36$ |
| 11. $\gamma = 0.36$ | 6. $\gamma = 0.36$  | 7. $\gamma = 0.36$  |
| 12. $\gamma = 0.36$ | 13. $\gamma = 0.36$ | 14. $\gamma = 0.00$ |
| 15. $\gamma = 0.00$ |                     |                     |

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

|                             |              |            |
|-----------------------------|--------------|------------|
| Računska uzdužna sila       | $N_{Ed} =$   | 25.808 kN  |
| Poprečna sila u y pravcu    | $V_{Ed,y} =$ | 9.868 kN   |
| Momenat savijanja oko z osi | $M_{Ed,z} =$ | -7.934 kNm |
| Moment torzije              | $M_t =$      | -0.011 kNm |
| Sistemska dužina štapa      | $L =$        | 160.00 cm  |

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

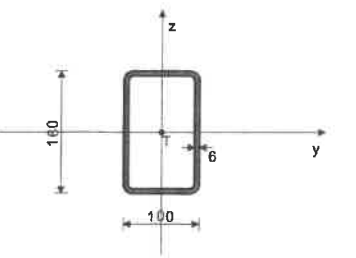
6.2.3 Vlak

|                                    |               |           |
|------------------------------------|---------------|-----------|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | $N_{pl,Rd} =$ | 592.53 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres.  | $N_{u,Rd} =$  | 606.76 kN |
| Računska otp. na vlak              | $N_{t,Rd} =$  | 592.53 kN |

ŠTAP 8-10

POPREČNI PRESJEK: PC [ ] 180x100x6 [S 355] [Set: 3] EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| $A_x =$         | 28.830 cm <sup>2</sup> |
| $A_y =$         | 11.088 cm <sup>2</sup> |
| $A_z =$         | 17.742 cm <sup>2</sup> |
| $I_x =$         | 1036.5 cm <sup>4</sup> |
| $I_y =$         | 950.96 cm <sup>4</sup> |
| $I_z =$         | 455.42 cm <sup>4</sup> |
| $W_y =$         | 118.87 cm <sup>3</sup> |
| $W_z =$         | 91.084 cm <sup>3</sup> |
| $W_{y,pl} =$    | 158.11 cm <sup>3</sup> |
| $W_{z,pl} =$    | 113.47 cm <sup>3</sup> |
| $\gamma_{M0} =$ | 1.100                  |
| $\gamma_{M1} =$ | 1.100                  |
| $\gamma_{M2} =$ | 1.250                  |
| $A_{net}/A =$   | 0.900                  |

( $f_y = 35.5$  kN/cm<sup>2</sup>,  $f_u = 51.0$  kN/cm<sup>2</sup>)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

|                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| 8. $\gamma = 0.43$  | 10. $\gamma = 0.43$ | 9. $\gamma = 0.35$  |
| 11. $\gamma = 0.35$ | 7. $\gamma = 0.32$  | 13. $\gamma = 0.32$ |
| 12. $\gamma = 0.32$ | 6. $\gamma = 0.32$  | 14. $\gamma = 0.00$ |
| 15. $\gamma = 0.00$ |                     |                     |

Uvjet 6.61: (0.15  $\leq$  1)

|   |            |       |
|---|------------|-------|
| Redukcijski koeficijent                       | $\chi_z =$ | 0.906 |
| $N_{Ed} / (\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1})$      |            | 0.108 |
| $k_{zy} * (M_{yEd} + \Delta M_{yEd}) / \dots$ |            | 0.027 |

Uvjet 6.62: (0.14  $\leq$  1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK (slučaj opterećenja 7, kraj štapa)

|                             |              |            |
|-----------------------------|--------------|------------|
| Računska uzdužna sila       | $N_{Ed} =$   | -27.129 kN |
| Poprečna sila u z pravcu    | $V_{Ed,z} =$ | 0.824 kN   |
| Momenat savijanja oko y osi | $M_{Ed,y} =$ | -0.046 kNm |
| Sistemska dužina štapa      | $L =$        | 64.031 cm  |

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.6 Posmik

|                             |                 |           |
|-----------------------------|-----------------|-----------|
| Računska nosivost na posmik | $V_{pl,Rd,z} =$ | 79.655 kN |
| Računska nosivost na posmik | $V_{c,Rd,z} =$  | 79.655 kN |

Uvjet 6.17:  $V_{Ed,z} \leq V_{c,Rd,z}$  (0.82  $\leq$  79.65)

Uvjet 6.5:  $N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$  (25.81  $\leq$  592.53)

6.2.5 Savijanje z-z

|                                 |              |                        |
|---------------------------------|--------------|------------------------|
| Plastični moment otpora         | $W_{z,pl} =$ | 67.750 cm <sup>3</sup> |
| Računska otpornost na savijanje | $M_{c,Rd} =$ | 21.865 kNm             |

Uvjet 6.12:  $M_{Ed,z} \leq M_{c,Rd,z}$  (7.93  $\leq$  21.86)

6.2.6 Posmik

|                             |                 |           |
|-----------------------------|-----------------|-----------|
| Računska nosivost na posmik | $V_{pl,Rd,y} =$ | 171.05 kN |
| Računska nosivost na posmik | $V_{c,Rd,y} =$  | 171.05 kN |

Uvjet 6.17:  $V_{Ed,y} \leq V_{c,Rd,y}$  (9.87  $\leq$  171.05)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet:  $V_{Ed,y} \leq 50\% V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

|                                       |                |            |
|---------------------------------------|----------------|------------|
| Omjer $N_{Ed} / N_{pl,Rd}$            |                | 0.044      |
| Reduc.moment plast.otp.na savijanje   | $M_{N,z,Rd} =$ | 21.865 kNm |
| Koeficijent                           | $\beta =$      | 1.000      |
| Omjer $(M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta$ |                | 0.363      |

Uvjet 6.41: (0.36  $\leq$  1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 6, kraj štapa)

|                             |              |            |
|-----------------------------|--------------|------------|
| Računska uzdužna sila       | $N_{Ed} =$   | -23.891 kN |
| Poprečna sila u y pravcu    | $V_{Ed,y} =$ | 0.021 kN   |
| Poprečna sila u z pravcu    | $V_{Ed,z} =$ | 9.883 kN   |
| Momenat savijanja oko y osi | $M_{Ed,y} =$ | -7.910 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | $M_{Ed,z} =$ | -0.023 kNm |
| Sistemska dužina štapa      | $L =$        | 160.00 cm  |

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.6 Posmik

|                             |                 |           |
|-----------------------------|-----------------|-----------|
| Računska nosivost na posmik | $V_{pl,Rd,z} =$ | 171.05 kN |
| Računska nosivost na posmik | $V_{c,Rd,z} =$  | 171.05 kN |

Uvjet 6.17:  $V_{Ed,z} \leq V_{c,Rd,z}$  (9.88  $\leq$  171.05)

Računska nosivost na posmik

$V_{pl,Rd,y} = 171.05$  kN

Računska nosivost na posmik

$V_{c,Rd,y} = 171.05$  kN

Uvjet 6.17:  $V_{Ed,y} \leq V_{c,Rd,y}$  (0.02  $\leq$  171.05)

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 8, kraj štapa)

|                             |              |            |
|-----------------------------|--------------|------------|
| Računska uzdužna sila       | $N_{Ed} =$   | -218.14 kN |
| Poprečna sila u y pravcu    | $V_{Ed,y} =$ | -15.108 kN |
| Poprečna sila u z pravcu    | $V_{Ed,z} =$ | 4.923 kN   |
| Momenat savijanja oko y osi | $M_{Ed,y} =$ | -3.675 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | $M_{Ed,z} =$ | 12.691 kNm |
| Moment torzije              | $M_t =$      | -1.520 kNm |
| Sistemska dužina štapa      | $L =$        | 131.24 cm  |

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.4 Tlak

|                            |              |           |
|----------------------------|--------------|-----------|
| Računska otpornost na tlak | $N_{c,Rd} =$ | 930.42 kN |
|----------------------------|--------------|-----------|

Uvjet 6.9:  $N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$  (218.14  $\leq$  930.42)

6.2.5 Savijanje y-y

|                                 |              |                        |
|---------------------------------|--------------|------------------------|
| Plastični moment otpora         | $W_{y,pl} =$ | 158.11 cm <sup>3</sup> |
| Računska otpornost na savijanje | $M_{c,Rd} =$ | 51.027 kNm             |

Uvjet 6.12:  $M_{Ed,y} \leq M_{c,Rd,y}$  (3.68  $\leq$  51.03)

6.2.5 Savijanje z-z

|                                 |              |                        |
|---------------------------------|--------------|------------------------|
| Plastični moment otpora         | $W_{z,pl} =$ | 113.47 cm <sup>3</sup> |
| Računska otpornost na savijanje | $M_{c,Rd} =$ | 36.621 kNm             |



Redukcijski koeficijent  $\chi_z = 1.000$   
 Računska otpornost na izvijanje  $N_{b,Rd,z} = 592.53 \text{ kN}$   
 Uvjet 6.46:  $N_{Ed} \leq N_{b,Rd,z} (81.40 \leq 592.53)$

$N_{Ed} / (\chi_y N_{Rk} / \gamma M1) = 0.137$   
 $k_{yy} * (M_{yEd} + \Delta M_{yEd}) / \dots = 0.108$   
 $k_{yz} * (M_{zEd} + \Delta M_{zEd}) / \dots = 0.017$   
 Uvjet 6.61:  $(0.26 \leq 1)$

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent  $C1 = 2.540$   
 Koeficijent  $C2 = 0.000$   
 Koeficijent  $C3 = 0.745$   
 Koef. efek. dužine bočnog izvijanja  $k = 1.000$   
 Koef. efek. dužine torzijskog uvijanja  $k_w = 1.000$   
 Koordinata  $z_g = 0.000 \text{ cm}$   
 Koordinata  $z_j = 0.000 \text{ cm}$   
 Razmak bočno pridržanih točaka  $L = 50.000 \text{ cm}$   
 Sektorski moment inercije  $I_w = 0.000 \text{ cm}^6$   
 Krit. mom.za bočno tor.izvijanje  $M_{cr} = 7045.8 \text{ kNm}$   
 Odgovarajući moment otpora  $W_y = 67.750 \text{ cm}^3$   
 Koeficijent imperf.  $\alpha_{LT} = 0.760$   
 Bezdimenzionalna vitkost  $\lambda_{LT} = 0.058$   
 Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)  $\chi_{LT} = 1.000$   
 Računska otpornost na izvijanje  $M_{b,Rd} = 21.865 \text{ kNm}$   
 Uvjet 6.54:  $M_{Ed,y} \leq M_{b,Rd} (5.42 \leq 21.86)$

Redukcijski koeficijent  $\chi_z = 1.000$   
 $N_{Ed} / (\chi_z N_{Rk} / \gamma M1) = 0.137$   
 $k_{yy} * (M_{yEd} + \Delta M_{yEd}) / \dots = 0.065$   
 $k_{zz} * (M_{zEd} + \Delta M_{zEd}) / \dots = 0.028$   
 Uvjet 6.62:  $(0.23 \leq 1)$

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK (slučaj opterećenja 8, početak štapa)

Računska uzdužna sila  $N_{Ed} = 95.225 \text{ kN}$   
 Poprečna sila u y pravcu  $V_{Ed,y} = -15.224 \text{ kN}$   
 Poprečna sila u z pravcu  $V_{Ed,z} = -2.840 \text{ kN}$   
 Moment savijanja oko y osi  $M_{Ed,y} = -0.478 \text{ kNm}$   
 Moment savijanja oko z osi  $M_{Ed,z} = -3.879 \text{ kNm}$   
 Moment torzije  $M_t = 0.518 \text{ kNm}$   
 Sistemska dužina štapa  $L = 50.000 \text{ cm}$

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom

Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta  $C_{my} = 0.439$   
 Koeficijent uniformnog momenta  $C_{mz} = 0.528$   
 Koeficijent uniformnog momenta  $C_{mLT} = 0.439$   
 Koeficijent interakcije  $k_{yy} = 0.437$   
 Koeficijent interakcije  $k_{yz} = 0.315$   
 Koeficijent interakcije  $k_{zy} = 0.262$   
 Koeficijent interakcije  $k_{zz} = 0.526$

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik  $V_{pl,Rd,z} = 171.05 \text{ kN}$   
 Računska nosivost na posmik  $V_{c,Rd,z} = 171.05 \text{ kN}$   
 Uvjet 6.17:  $V_{Ed,z} \leq V_{c,Rd,z} (2.84 \leq 171.05)$

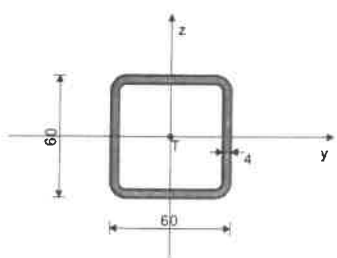
Računska nosivost na posmik  $V_{pl,Rd,y} = 171.05 \text{ kN}$   
 Računska nosivost na posmik  $V_{c,Rd,y} = 171.05 \text{ kN}$   
 Uvjet 6.17:  $V_{Ed,y} \leq V_{c,Rd,y} (15.22 \leq 171.05)$

Redukcijski koeficijent  $\chi_y = 1.000$

ŠTAP 22-14

POPREČNI PRESJEK: KC [ ] 60x60x4 [S 355] [Set: 2] EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



$A_x = 8.550 \text{ cm}^2$   
 $A_y = 4.275 \text{ cm}^2$   
 $A_z = 4.275 \text{ cm}^2$   
 $I_x = 72.188 \text{ cm}^4$   
 $I_y = 40.920 \text{ cm}^4$   
 $I_z = 40.920 \text{ cm}^4$   
 $W_y = 13.640 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 13.640 \text{ cm}^3$   
 $W_{y,pl} = 18.848 \text{ cm}^3$   
 $W_{z,pl} = 18.848 \text{ cm}^3$   
 $\gamma_{M0} = 1.100$   
 $\gamma_{M1} = 1.100$   
 $\gamma_{M2} = 1.250$   
 $A_{net}/A = 0.900$

( $f_y = 35.5 \text{ kN/cm}^2$ ,  $f_u = 51.0 \text{ kN/cm}^2$ )

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer  $N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.108$   
 Reduc. moment plast. otp. na savijanje  $M_{N,y,Rd} = 6.083 \text{ kNm}$   
 Koeficijent  $\alpha = 1.000$   
 Omjer  $(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^{\alpha} = 0.066$   
 Uvjet 6.41:  $(0.07 \leq 1)$

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y  $I_y = 61.033 \text{ cm}$   
 Relativna vitkost y-y  $\lambda_y = 0.365$   
 Krivulja izvijanja za os y-y: C  $\alpha = 0.490$   
 Elastična kritična sila  $N_{cr,y} = 2276.8 \text{ kN}$   
 Redukcijski koeficijent  $\chi_y = 0.916$   
 Računska otpornost na izvijanje  $N_{b,Rd,y} = 252.65 \text{ kN}$   
 Uvjet 6.46:  $N_{Ed} \leq N_{b,Rd,y} (29.78 \leq 252.65)$

Dužina izvijanja z-z  $I_z = 61.033 \text{ cm}$   
 Relativna vitkost z-z  $\lambda_z = 0.365$   
 Krivulja izvijanja za os z-z: C  $\alpha = 0.490$   
 Redukcijski koeficijent  $\chi_z = 0.916$   
 Računska otpornost na izvijanje  $N_{b,Rd,z} = 252.65 \text{ kN}$   
 Uvjet 6.46:  $N_{Ed} \leq N_{b,Rd,z} (29.78 \leq 252.65)$

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

8.  $\gamma = 0.16$       10.  $\gamma = 0.16$       9.  $\gamma = 0.11$   
 11.  $\gamma = 0.11$     6.  $\gamma = 0.08$       12.  $\gamma = 0.08$   
 7.  $\gamma = 0.05$     13.  $\gamma = 0.05$     14.  $\gamma = 0.00$   
 15.  $\gamma = 0.00$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 8, kraj štapa)

Računska uzdužna sila  $N_{Ed} = -29.779 \text{ kN}$   
 Poprečna sila u y pravcu  $V_{Ed,y} = -0.021 \text{ kN}$   
 Poprečna sila u z pravcu  $V_{Ed,z} = -0.602 \text{ kN}$   
 Moment savijanja oko y osi  $M_{Ed,y} = 0.401 \text{ kNm}$   
 Sistemska dužina štapa  $L = 61.033 \text{ cm}$

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent  $C1 = 1.796$   
 Koeficijent  $C2 = 0.000$   
 Koeficijent  $C3 = 0.949$   
 Koef. efek. dužine bočnog izvijanja  $k = 1.000$   
 Koef. efek. dužine torzijskog uvijanja  $k_w = 1.000$   
 Koordinata  $z_g = 0.000 \text{ cm}$   
 Koordinata  $z_j = 0.000 \text{ cm}$   
 Razmak bočno pridržanih točaka  $L = 61.033 \text{ cm}$   
 Sektorski moment inercije  $I_w = 0.000 \text{ cm}^6$   
 Krit. mom.za bočno tor.izvijanje  $M_{cr} = 654.28 \text{ kNm}$   
 Odgovarajući moment otpora  $W_y = 18.848 \text{ cm}^3$   
 Koeficijent imperf.  $\alpha_{LT} = 0.760$   
 Bezdimenzionalna vitkost  $\lambda_{LT} = 0.101$   
 Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)  $\chi_{LT} = 1.000$   
 Računska otpornost na izvijanje  $M_{b,Rd} = 6.083 \text{ kNm}$   
 Uvjet 6.54:  $M_{Ed,y} \leq M_{b,Rd} (0.40 \leq 6.08)$

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak  $N_{c,Rd} = 275.93 \text{ kN}$   
 Uvjet 6.9:  $N_{Ed} \leq N_{c,Rd} (29.78 \leq 275.93)$

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora  $W_{y,pl} = 18.848 \text{ cm}^3$   
 Računska otpornost na savijanje  $M_{b,Rd} = 6.083 \text{ kNm}$   
 Uvjet 6.12:  $M_{Ed,y} \leq M_{b,Rd,y} (0.40 \leq 6.08)$

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik  $V_{pl,Rd,z} = 79.655 \text{ kN}$   
 Računska nosivost na posmik  $V_{c,Rd,z} = 79.655 \text{ kN}$   
 Uvjet 6.17:  $V_{Ed,z} \leq V_{c,Rd,z} (0.60 \leq 79.65)$

Računska nosivost na posmik

Računska nosivost na posmik  $V_{pl,Rd,y} = 79.655 \text{ kN}$   
 $V_{c,Rd,y} = 79.655 \text{ kN}$   
 Uvjet 6.17:  $V_{Ed,y} \leq V_{c,Rd,y} (0.02 \leq 79.65)$

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom

Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta  $C_{my} = 0.626$   
 Koeficijent uniformnog momenta  $C_{mz} = 1.000$   
 Koeficijent uniformnog momenta  $C_{mLT} = 0.626$   
 Koeficijent interakcije  $k_{yy} = 0.639$   
 Koeficijent interakcije  $k_{yz} = 0.612$   
 Koeficijent interakcije  $k_{zy} = 0.383$   
 Koeficijent interakcije  $k_{zz} = 1.019$

Redukcijski koeficijent  $\chi_y = 0.916$   
 $N_{Ed} / (\chi_y N_{Rk} / \gamma M1) = 0.118$   
 $k_{yy} * (M_{yEd} + \Delta M_{yEd}) / \dots = 0.042$   
 Uvjet 6.61:  $(0.16 \leq 1)$

Redukcijski koeficijent  $\chi_z = 0.916$   
 $N_{Ed} / (\chi_z N_{Rk} / \gamma M1) = 0.118$   
 $k_{zy} * (M_{zEd} + \Delta M_{zEd}) / \dots = 0.025$

Uvjet 6.62: (0.14 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK  
(slučaj opterećenja 8, na 20.3 cm od početka štapa)

|                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| Računska uzdužna sila      | N <sub>Ed</sub> = -29.802 kN  |
| Poprečna sila u y pravcu   | V <sub>Ed,y</sub> = -0.021 kN |
| Poprečna sila u z pravcu   | V <sub>Ed,z</sub> = -0.618 kN |
| Moment savijanja oko y osi | M <sub>Ed,y</sub> = 0.153 kNm |
| Moment savijanja oko z osi | M <sub>Ed,z</sub> = 0.153 kNm |
| Sistemska dužina štapa     | L = 61.033 cm                 |

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.6 Posmik

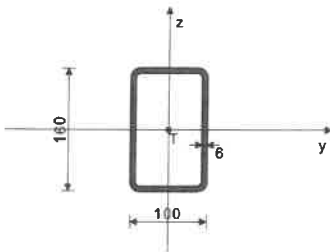
|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>pl,Rd,z</sub> = 79.655 kN |
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>c,Rd,z</sub> = 79.655 kN  |
| Uvjet 6.17: V <sub>Ed,z</sub> <= V <sub>c,Rd,z</sub> (0.62 <= 79.65) |                                  |

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>pl,Rd,y</sub> = 79.655 kN |
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>c,Rd,y</sub> = 79.655 kN  |
| Uvjet 6.17: V <sub>Ed,y</sub> <= V <sub>c,Rd,y</sub> (0.02 <= 79.65) |                                  |

ŠTAP 7-3

POPREČNI PRESJEK: PC I 160x100x6 [S 355] [Set: 3]  
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| A <sub>x</sub>      | = 28.830 cm <sup>2</sup> |
| A <sub>y</sub>      | = 11.088 cm <sup>2</sup> |
| A <sub>z</sub>      | = 17.742 cm <sup>2</sup> |
| I <sub>x</sub>      | = 1036.5 cm <sup>4</sup> |
| I <sub>y</sub>      | = 950.96 cm <sup>4</sup> |
| I <sub>z</sub>      | = 455.42 cm <sup>4</sup> |
| W <sub>y</sub>      | = 118.87 cm <sup>3</sup> |
| W <sub>z</sub>      | = 91.084 cm <sup>3</sup> |
| W <sub>y,pl</sub>   | = 158.11 cm <sup>3</sup> |
| W <sub>z,pl</sub>   | = 113.47 cm <sup>3</sup> |
| γ <sub>M0</sub>     | = 1.100                  |
| γ <sub>M1</sub>     | = 1.100                  |
| γ <sub>M2</sub>     | = 1.250                  |
| A <sub>net</sub> /A | = 0.900                  |

(f<sub>y</sub> = 35.5 kN/cm<sup>2</sup>, f<sub>u</sub> = 51.0 kN/cm<sup>2</sup>)

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Elastična kritična sila   | N <sub>cr,y</sub> = 40224 kN    |
| Redukcijski koeficijent   | χ <sub>y</sub> = 1.000          |
| Računska otpornost na izvijanje                                     | N <sub>b,Rd,y</sub> = 930.42 kN |
| Uvjet 6.46: N <sub>Ed</sub> <= N <sub>b,Rd,y</sub> (0.02 <= 930.42) |                                 |

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Dužina izvijanja z-z  | l <sub>z</sub> = 70.000 cm      |
| Relativna vitkost z-z   | λ <sub>z</sub> = 0.230          |
| Krivulja izvijanja za os z-z: C                                     | α = 0.490                       |
| Redukcijski koeficijent   | χ <sub>z</sub> = 0.984          |
| Računska otpornost na izvijanje                                     | N <sub>b,Rd,z</sub> = 915.98 kN |
| Uvjet 6.46: N <sub>Ed</sub> <= N <sub>b,Rd,z</sub> (0.02 <= 915.98) |                                 |

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

|   |   |
|---|---|
| Koeficijent   | C1 = 1.285                              |
| Koeficijent   | C2 = 1.562                              |
| Koeficijent   | C3 = 0.753                              |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja                                  | k = 1.000                               |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja                               | kw = 1.000                              |
| Koordinata  | z <sub>g</sub> = 0.000 cm               |
| Koordinata  | z <sub>j</sub> = 0.000 cm               |
| Razmak bočno pridržanih točaka                                      | L = 70.000 cm                           |
| Sektorski moment inercije   | I <sub>w</sub> = 0.000 cm <sup>6</sup>  |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje                                     | M <sub>cr</sub> = 5160.5 kNm            |
| Odgovarajući moment otpora  | W <sub>y</sub> = 158.11 cm <sup>3</sup> |
| Koeficijent imperf.   | αLT = 0.760                             |
| Bezdimenzionalna vitkost  | λLT = 0.104                             |
| Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)                                    | χLT = 1.000                             |
| Računska otpornost na izvijanje                                     | M <sub>b,Rd</sub> = 51.027 kNm          |
| Uvjet 6.54: M <sub>Ed,y</sub> <= M <sub>b,Rd</sub> (17.90 <= 51.03) |   |

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| 8. γ=0.55  | 9. γ=0.55  | 10. γ=0.55 |
| 11. γ=0.55 | 6. γ=0.17  | 12. γ=0.17 |
| 7. γ=0.16  | 13. γ=0.16 | 14. γ=0.01 |
| 15. γ=0.01 |            |            |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 8, na 10.0 cm od početka štapa)

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| Računska uzdužna sila      | N <sub>Ed</sub> = -0.022 kN     |
| Poprečna sila u y pravcu   | V <sub>Ed,y</sub> = -48.332 kN  |
| Poprečna sila u z pravcu   | V <sub>Ed,z</sub> = -71.356 kN  |
| Moment savijanja oko y osi | M <sub>Ed,y</sub> = -17.898 kNm |
| Moment savijanja oko z osi | M <sub>Ed,z</sub> = -12.134 kNm |
| Moment torzije             | M <sub>t</sub> = -1.059 kNm     |
| Sistemska dužina štapa     | L = 70.000 cm                   |

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.4 Tlak

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| Računska otpornost na tlak                                       | N <sub>c,Rd</sub> = 930.42 kN |
| Uvjet 6.9: N <sub>Ed</sub> <= N <sub>c,Rd</sub> (0.02 <= 930.42) |                               |

6.2.5 Savijanje y-y

|   |  |
|---|--|
| Plastični moment otpora   | W <sub>y,pl</sub> = 158.11 cm <sup>3</sup> |
| Računska otpornost na savijanje                                       | M <sub>c,Rd</sub> = 51.027 kNm             |
| Uvjet 6.12: M <sub>Ed,y</sub> <= M <sub>c,Rd,y</sub> (17.90 <= 51.03) |  |

6.2.5 Savijanje z-z

|   |  |
|---|--|
| Plastični moment otpora   | W <sub>z,pl</sub> = 113.47 cm <sup>3</sup> |
| Računska otpornost na savijanje                                       | M <sub>c,Rd</sub> = 36.621 kNm             |
| Uvjet 6.12: M <sub>Ed,z</sub> <= M <sub>c,Rd,z</sub> (12.13 <= 36.62) |  |

6.2.6 Posmik

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>pl,Rd,z</sub> = 330.57 kN |
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>c,Rd,z</sub> = 330.57 kN  |
| Uvjet 6.17: V <sub>Ed,z</sub> <= V <sub>c,Rd,z</sub> (71.36 <= 330.57) |                                  |

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>pl,Rd,y</sub> = 206.61 kN |
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>c,Rd,y</sub> = 206.61 kN  |
| Uvjet 6.17: V <sub>Ed,y</sub> <= V <sub>c,Rd,y</sub> (48.33 <= 206.61) |                                  |

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti  
Uvjet: V<sub>Ed,z</sub> <= 50%V<sub>pl,Rd,z</sub>; V<sub>Ed,y</sub> <= 50%V<sub>pl,Rd,y</sub>

6.2.9 Savijanje i centrična sila

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| Omjer N <sub>Ed</sub> / N <sub>pl,Rd</sub>                    | 0.000                            |
| Reduc.moment plast.otp.na savijanje                           | M <sub>N,y,Rd</sub> = 51.027 kNm |
| Koeficijent   | α = 1.660                        |
| Omjer (M <sub>y,Ed</sub> / M <sub>N,y,Rd</sub> ) <sup>α</sup> | 0.176                            |
| Reduc.moment plast.otp.na savijanje                           | M <sub>N,z,Rd</sub> = 36.621 kNm |
| Koeficijent   | β = 1.660                        |
| Omjer (M <sub>z,Ed</sub> / M <sub>N,z,Rd</sub> ) <sup>β</sup> | 0.160                            |
| Uvjet 6.41: (0.34 <= 1)                                       |                                  |

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

|                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| Dužina izvijanja y-y            | l <sub>y</sub> = 70.000 cm |
| Relativna vitkost y-y           | λ <sub>y</sub> = 0.160     |
| Krivulja izvijanja za os y-y: C | α = 0.490                  |

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom

Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Koeficijent uniformnog momenta | C <sub>my</sub> = 0.998  |
| Koeficijent uniformnog momenta | C <sub>mz</sub> = 0.997  |
| Koeficijent uniformnog momenta | C <sub>mLT</sub> = 0.998 |
| Koeficijent interakcije        | k <sub>yy</sub> = 0.998  |
| Koeficijent interakcije        | k <sub>yz</sub> = 0.598  |
| Koeficijent interakcije        | k <sub>zy</sub> = 0.599  |
| Koeficijent interakcije        | k <sub>zz</sub> = 0.997  |

Redukcijski koeficijent

|   |                        |
|---|------------------------|
| N <sub>Ed</sub> / (χ <sub>y</sub> N <sub>Rk</sub> / γ <sub>M1</sub> ) | χ <sub>y</sub> = 1.000 |
| k <sub>yy</sub> * (M <sub>y,Ed</sub> + ΔM <sub>y,Ed</sub> ) / ...     | 0.000                  |
| k <sub>yz</sub> * (M <sub>z,Ed</sub> + ΔM <sub>z,Ed</sub> ) / ...     | 0.350                  |
| k <sub>zy</sub> * (M <sub>y,Ed</sub> + ΔM <sub>y,Ed</sub> ) / ...     | 0.198                  |
| Uvjet 6.61: (0.55 <= 1)   |                        |

Redukcijski koeficijent

|   |                        |
|---|------------------------|
| N <sub>Ed</sub> / (χ <sub>z</sub> N <sub>Rk</sub> / γ <sub>M1</sub> ) | χ <sub>z</sub> = 0.984 |
| k <sub>zy</sub> * (M <sub>y,Ed</sub> + ΔM <sub>y,Ed</sub> ) / ...     | 0.000                  |
| k <sub>zz</sub> * (M <sub>z,Ed</sub> + ΔM <sub>z,Ed</sub> ) / ...     | 0.210                  |
| Uvjet 6.62: (0.54 <= 1)   | 0.330                  |

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 8, na 10.0 cm od početka štapa)

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| Računska uzdužna sila      | N <sub>Ed</sub> = 15.086 kN     |
| Poprečna sila u y pravcu   | V <sub>Ed,y</sub> = 89.196 kN   |
| Poprečna sila u z pravcu   | V <sub>Ed,z</sub> = 97.747 kN   |
| Moment savijanja oko y osi | M <sub>Ed,y</sub> = -13.444 kNm |
| Moment savijanja oko z osi | M <sub>Ed,z</sub> = -6.352 kNm  |
| Moment torzije             | M <sub>t</sub> = 1.601 kNm      |
| Sistemska dužina štapa     | L = 70.000 cm                   |

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA




6.2.6 Posmik

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>pl,Rd,z</sub> = 330.57 kN |
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>c,Rd,z</sub> = 330.57 kN  |
| Uvjet 6.17: V <sub>Ed,z</sub> <= V <sub>c,Rd,z</sub> (97.75 <= 330.57) |                                  |

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>pl,Rd,y</sub> = 206.61 kN |
| Računska nosivost na posmik  | V <sub>c,Rd,y</sub> = 206.61 kN  |
| Uvjet 6.17: V <sub>Ed,y</sub> <= V <sub>c,Rd,y</sub> (89.20 <= 206.61) |                                  |

**Ulazni podaci - Konstrukcija**

**AB LEŽAJNA KONSTRUKCIJA, C25/30, B500B**

|  | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2">Ploča / Zid</th> </tr> <tr> <td>1. d = 0.20 m</td> <td style="background-color: yellow;"></td> </tr> </table> | Ploča / Zid  |  | 1. d = 0.20 m |  | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2">Greda</th> </tr> <tr> <td>4. b/d=30/20</td> <td style="background-color: darkgreen;"></td> </tr> </table> | Greda |  | 4. b/d=30/20 |  |
|--|---|--|--|---------------|--|---|-------|--|--------------|--|
| Ploča / Zid  |   |  |  |               |  |   |       |  |              |  |
| 1. d = 0.20 m  |   |  |  |               |  |   |       |  |              |  |
| Greda  |   |  |  |               |  |   |       |  |              |  |
| 4. b/d=30/20   |   |  |  |               |  |   |       |  |              |  |
|  |    |  |  |               |  |   |       |  |              |  |
| Izometrija   | Setovi numeričkih podataka<br>Ploča / Zid (1)   | Setovi numeričkih podataka<br>Greda (4)  |  |               |  |   |       |  |              |  |

**Tabela materijala**

| No | Naziv materijala | E[kN/m <sup>2</sup> ] | μ    | γ[kN/m <sup>3</sup> ] | αt[1/C]  | Em[kN/m <sup>2</sup> ] | μm   |
|----|------------------|-----------------------|------|-----------------------|----------|------------------------|------|
| 1  | Beton C25/30     | 3.100e+7              | 0.20 | 25.00                 | 1.000e-5 | 3.100e+7               | 0.20 |
| 2  | Čelik            | 2.100e+8              | 0.30 | 78.50                 | 1.000e-5 | 2.100e+8               | 0.30 |

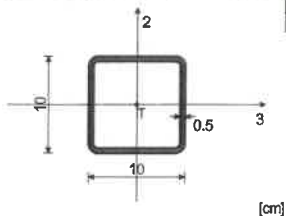
**Setovi ploča**

| No  | d[m]  | e[m]  | Materijal | Tip proračuna | Ortotropija | E2[kN/m <sup>2</sup> ] | G[kN/m <sup>2</sup> ] | α |
|-----|-------|-------|-----------|---------------|-------------|------------------------|-----------------------|---|
| <1> | 0.200 | 0.100 | 1         | Tanka ploča   | Izotropna   |                        |                       |   |

**Setovi greda**

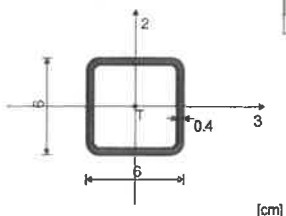
**Set: 1 Presjek: KC || 100x100x5, Fiktivna ekscentričnost**

| Mat.      | A1       | A2       | A3       | I1       | I2       | I3       |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2 - Čelik | 1.836e-3 | 1.000e-3 | 1.000e-3 | 4.390e-6 | 2.618e-6 | 2.618e-6 |



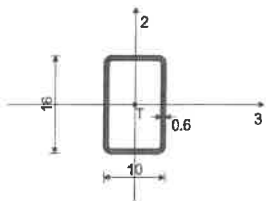
**Set: 2 Presjek: KC || 60x60x4, Fiktivna ekscentričnost**

| Mat.      | A1       | A2       | A3       | I1       | I2       | I3       |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2 - Čelik | 8.550e-4 | 4.800e-4 | 4.800e-4 | 7.219e-7 | 4.092e-7 | 4.092e-7 |





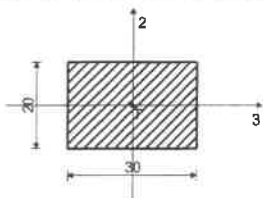
Set: 3 Presjek: PC  $\Pi$  160x100x6, Fiktivna ekscentričnost



| Mat.      | A1       | A2       | A3       | I1       | I2       | I3       |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2 - Čelik | 2.883e-3 | 1.920e-3 | 1.200e-3 | 1.037e-5 | 4.554e-6 | 9.510e-6 |

[cm]

Set: 4 Presjek: b/d=30/20, Fiktivna ekscentričnost



| Mat.             | A1       | A2       | A3       | I1       | I2       | I3       |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 - Beton C25/30 | 6.000e-2 | 5.000e-2 | 5.000e-2 | 4.695e-4 | 4.500e-4 | 2.000e-4 |

[cm]

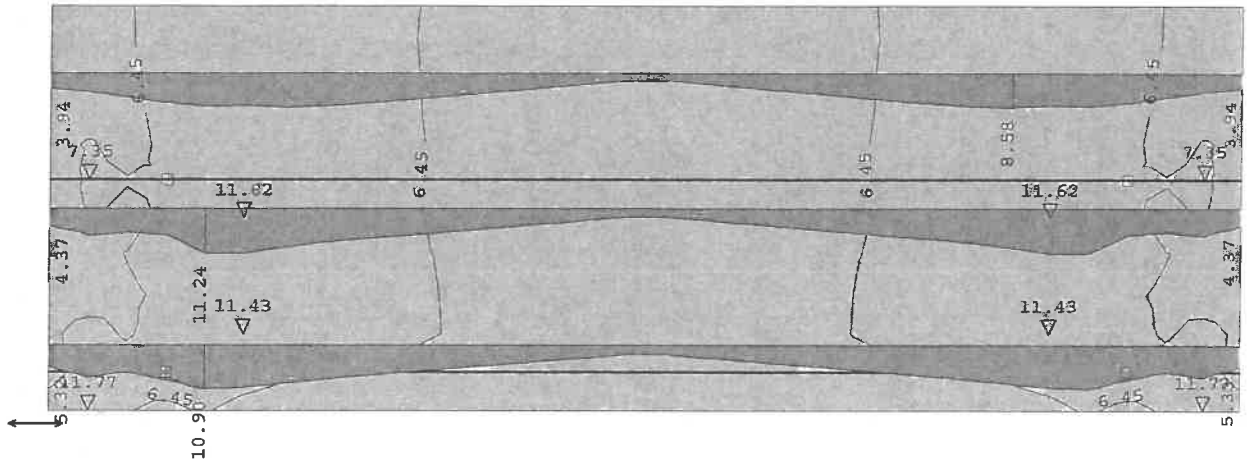
Setovi linijskih ležajeva

| Set | K,R1      | K,R2      | K,R3      | K,M1 | Tto [m] |
|-----|-----------|-----------|-----------|------|---------|
| 1   | 1.000e+10 | 1.000e+10 | 1.000e+10 |      |         |

**Dimenzioniranje (beton)**

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500B, a=4.00 cm

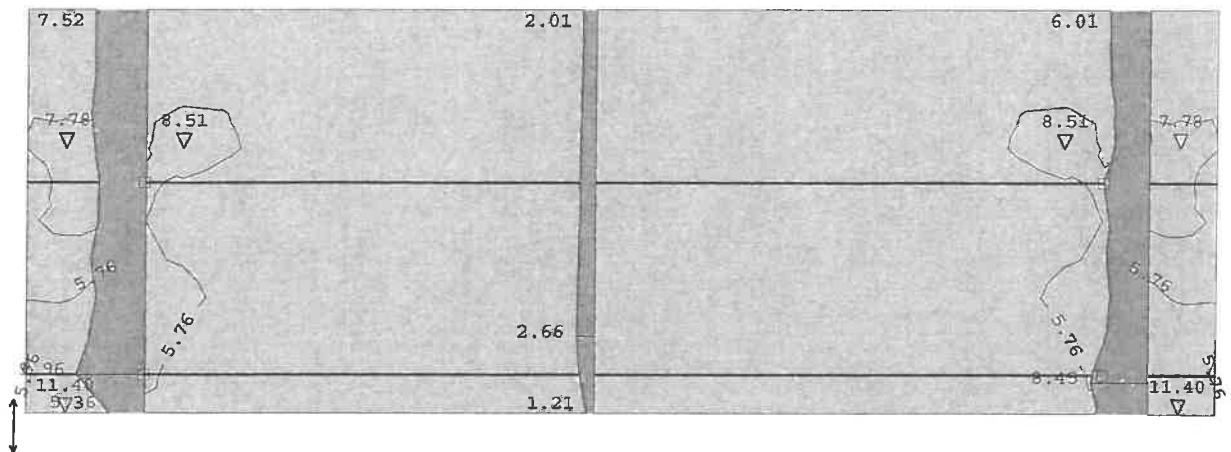


Nivo: [0.00 m]

Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 11.77 cm<sup>2</sup>/m

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema

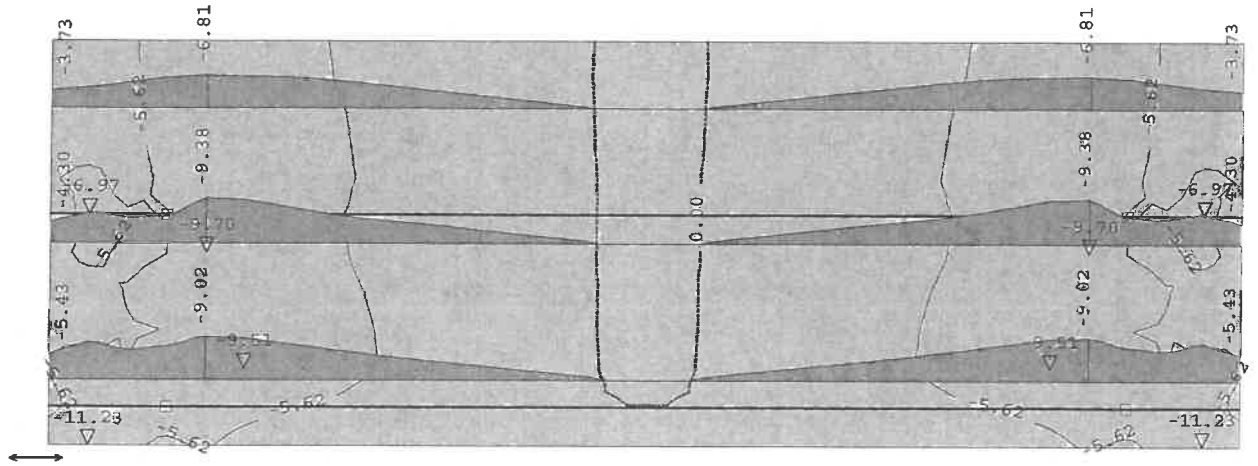
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500B, a=4.00 cm



Nivo: [0.00 m]

Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 11.40 cm<sup>2</sup>/m

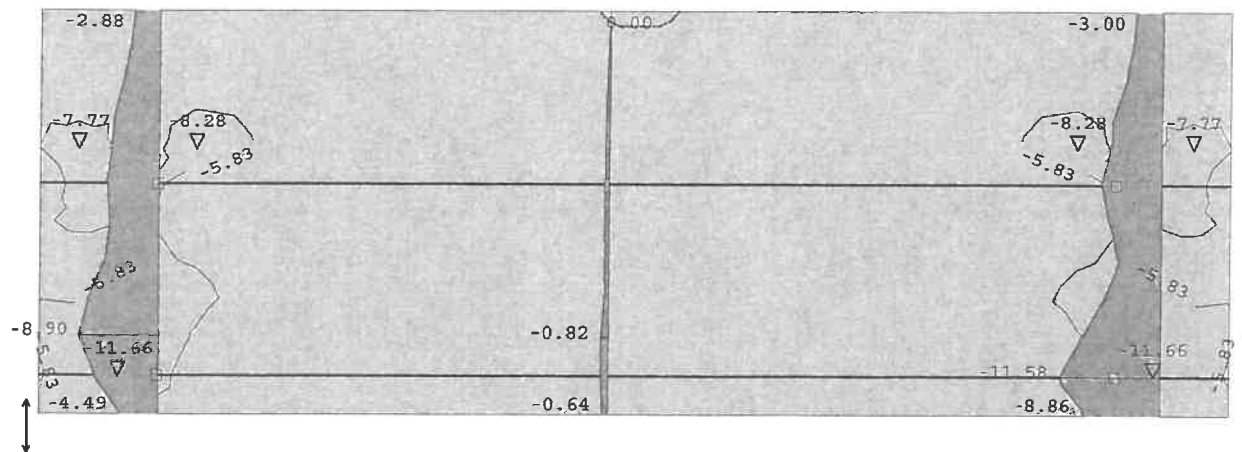
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500B, a=4.00 cm



Nivo: [0.00 m]

Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -11.23 cm<sup>2</sup>/m

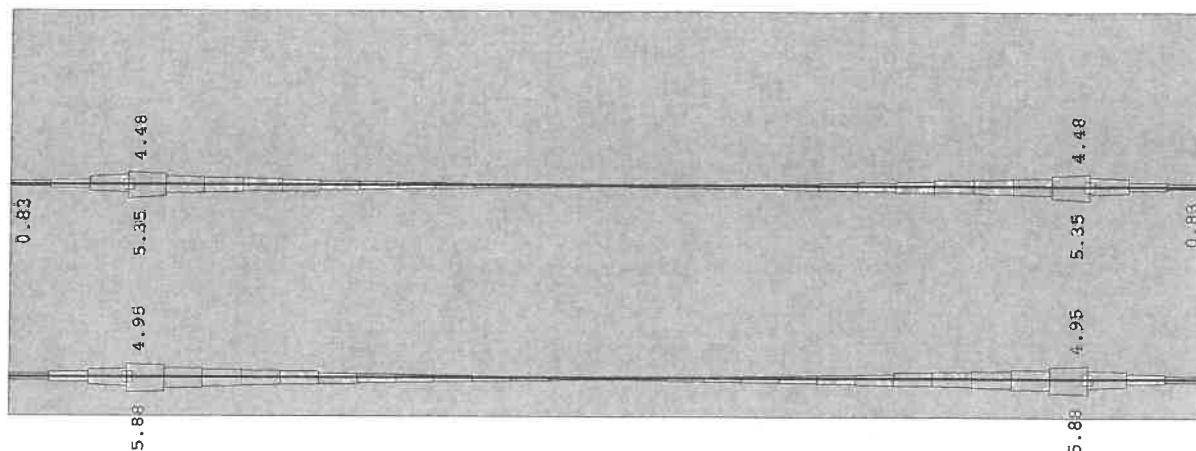
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500B, a=4.00 cm



Nivo: [0.00 m]

Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -11.66 cm<sup>2</sup>/m

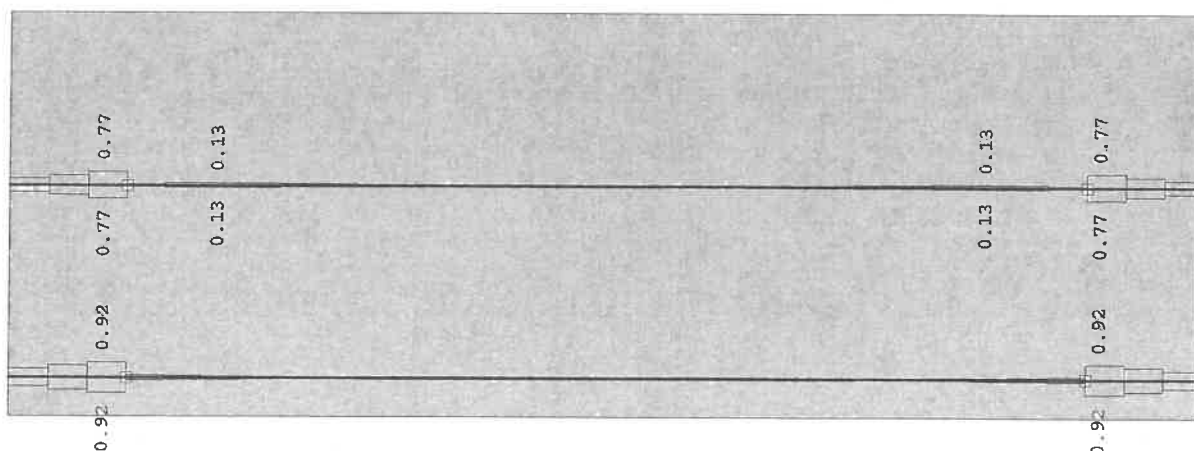
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500B



Nivo: [0.00 m]

Armatura u gredama: max  $A_{a2}/A_{a1} = 4.95 / 5.88 \text{ cm}^2$

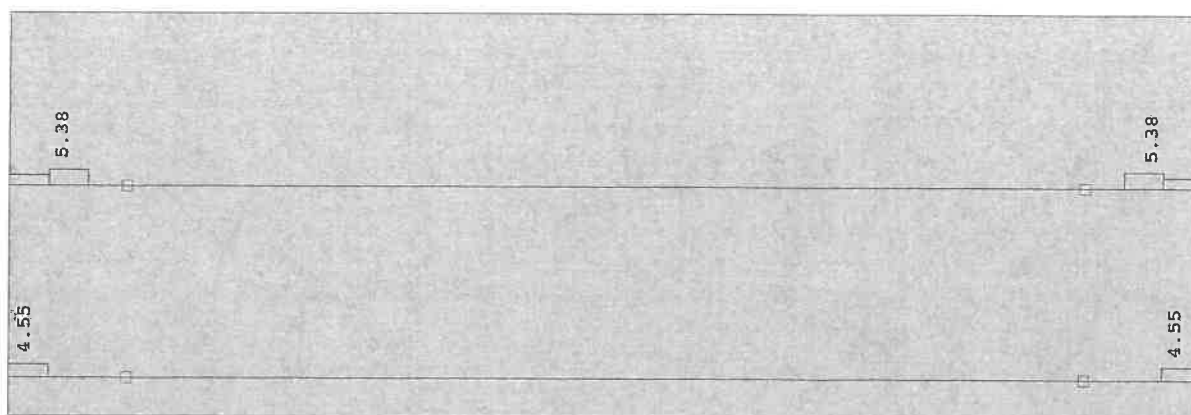
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500B



Nivo: [0.00 m]

Armatura u gredama: max  $A_{a3}/A_{a4} = 0.92 / 0.92 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500B

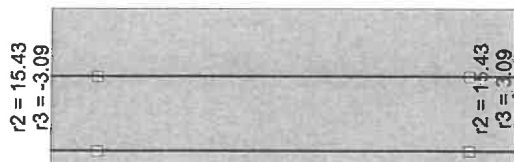


Nivo: [0.00 m]

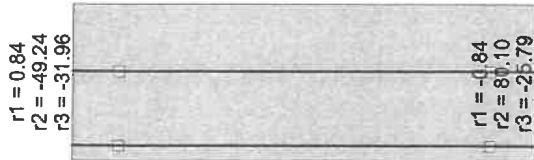
Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 5.38 \text{ cm}^2$

**Statički proračun**

Opt. 1: STALNO (g)

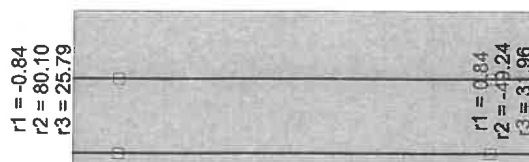


Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva  
Opt. 7: I-1xIII

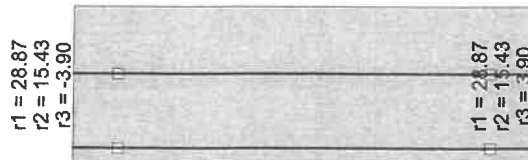


Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva

Opt. 6: I-1xII

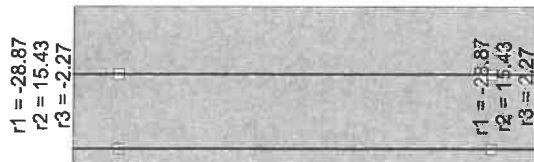


Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva  
Opt. 8: I-1xIV

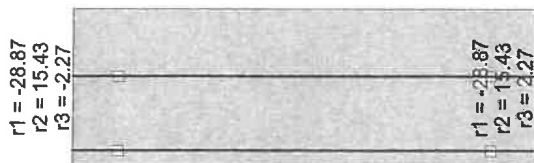


Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva

Opt. 9: I-1xV

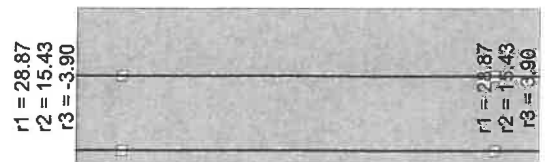


Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva  
Opt. 11: I+IV

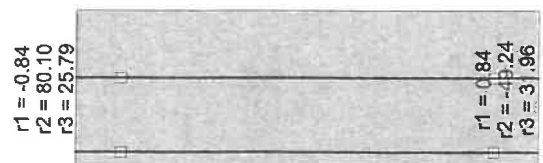


Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva

Opt. 10: I+V

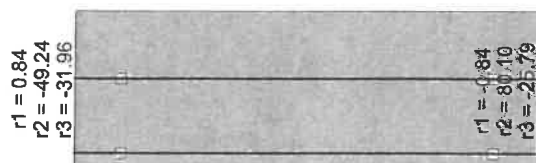


Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva  
Opt. 12: I+III

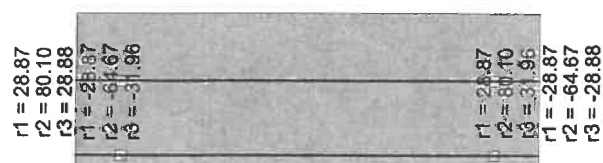


Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva

Opt. 13: I+II

Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva

Opt. 16: [ANV] 1-15

Nivo: [0.00 m]  
Reakcije ležajeva

DOKAZ ANKERA (SPOT AB NA ZIDE)

- DOKAZ ANKERA JE SPRAVNOU BEZ ADHEZIVNOG VEŠANJA  
 → KOD KREIRANJE SIDRUMA ANKERA U ZID OBAVEZNO JE BUŠENI  
 DIO RUPA ISPUNITI EPOXY SMOLOM Ili ANKER FIX MORTOM

max vlačna sila (dobivena iz lijskog letjaka)

$$P_{sdH} = 70 \text{ kN/m}^2 \approx 80 \text{ kN}$$

max posnična sila (dobivena iz lijskog letjaka)

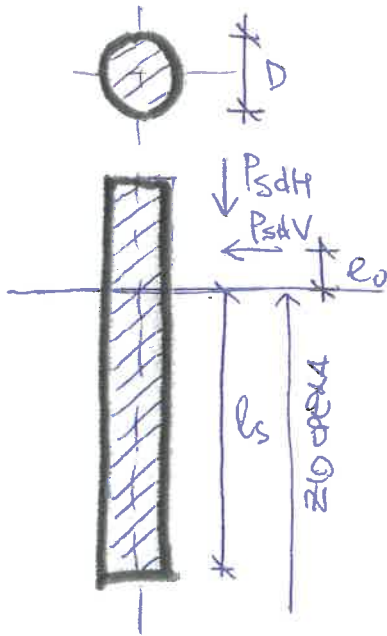
$$P_{sdV} = 35 \text{ kN/m}^2 \approx 40 \text{ kN}$$

UZIMAJUĆI U OBZIR POSTAVU ANKERA NA ODREĐENOM RAZEDANJU  
 DOŠIVANE SILÉ SE MOGU PODIJELITI S BROJEM ANKERA KOJI  
 DJELUJU U PUPČINJ LETJAKA → 1,10m<sup>2</sup>

BROJ ANKERA = 5 KOMADA

| MITRODANNE SILÉ NA ANKERE: | $P_{sdH}$ | $P_{sdV}$ |
|----------------------------|-----------|-----------|
|                            | 80/5 =    | 40/5 =    |
|                            | 16 kN     | 8 kN      |
|                            | (VLAČU)   | (POSNIČU) |



PRORAČUN ANKERAANALIZA:

$$D = 24 \text{ mm}$$

$$A = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$I = 1,63 \text{ cm}^3$$

$$W = 1,36 \text{ cm}^4$$

$$U = 7,54 \text{ cm}$$

$$b = 3,77 \text{ cm}$$

ODREĐIVANJE:

$$P_{sdV} = 8 \text{ kN (POSILJA)}$$

$$P_{sdH} = 16 \text{ kN (VLAHA)}$$

$$e_0 = 45 \text{ cm (UDALJENOST BOCNA (LEVA + DESNA) OD OPEKA = 90 \text{ mm})}$$

$$l_s = 120 \text{ cm}$$

KARAKTERISTIČNE MATERIJALNE - ČELI

$$f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{pd} = f_{yk} / \gamma_s = 50 \text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,10$$

$$\gamma_{Me} = 1,25$$

KARAKTERISTIČNE MATERIJALNE - OPEKAINERCIJA I POVRŠINA SIDRA

$$f = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$G = 1460 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 3650 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk0} = 0,20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 1,00 \text{ N/mm}^2 \text{ (Hodina 3.17)}$$

PREMIJENI:• NOSIVOST ANKRA NA POSNIKU

$$F_{u,rd} = 0,160 \times f_u \times A / \gamma_{M2}$$

$$F_{u,rd} = 0,160 \times 50 \times 4,52 / 1,25 = 135,6 \text{ kN}$$

$$F_{u,rd} = 135,6 \text{ kN} \rightarrow \text{iskoristivost } (P_{sdu} / F_{u,rd} \times 100) = \underline{6\% \text{ - ZADOVOLJA}}$$

• NOSIVOST PREGIBNA NA VUKU

$$F_{u,rd} = 0,90 \times f_u \times A / \gamma_{M2}$$

$$F_{u,rd} = 0,90 \times 50 \times 4,52 / 1,25 = 203,4 \text{ kN}$$

$$F_{u,rd} = 203,4 \text{ kN} \rightarrow \text{iskoristivost } (P_{sdu} / F_{u,rd} \times 100) = \underline{8\% \text{ - ZADOVOLJNA}}$$

• NOSIVOST ANKRA NA SAMPANE

$$P_{dopt} = \sigma_{dopt} \times W / e_0 = (f_{yk} / 1,50) \times W / e_0$$

$$P_{dopt} = (50 / 1,5) \times 136 / 0,50 = 90,67 \text{ kN}$$

$$P_{dopt} = 90,67 \text{ kN} \rightarrow \text{iskoristivost } (P_{sdu} / P_{dopt} \times 100) = \underline{9\% \text{ - ZADOVOLJNA}}$$

• NOSIVOST POSTAVLJENOG ŽIDA NA OUPANE  $\Rightarrow$  SIDRNE ANKRE U POMOĆ ADHEZIVNOG VEŠTA (EPOXY ILL ANKER-FIX MORT)

$$F_{bd,rd} = f_{bdk} \times l_s \times u$$

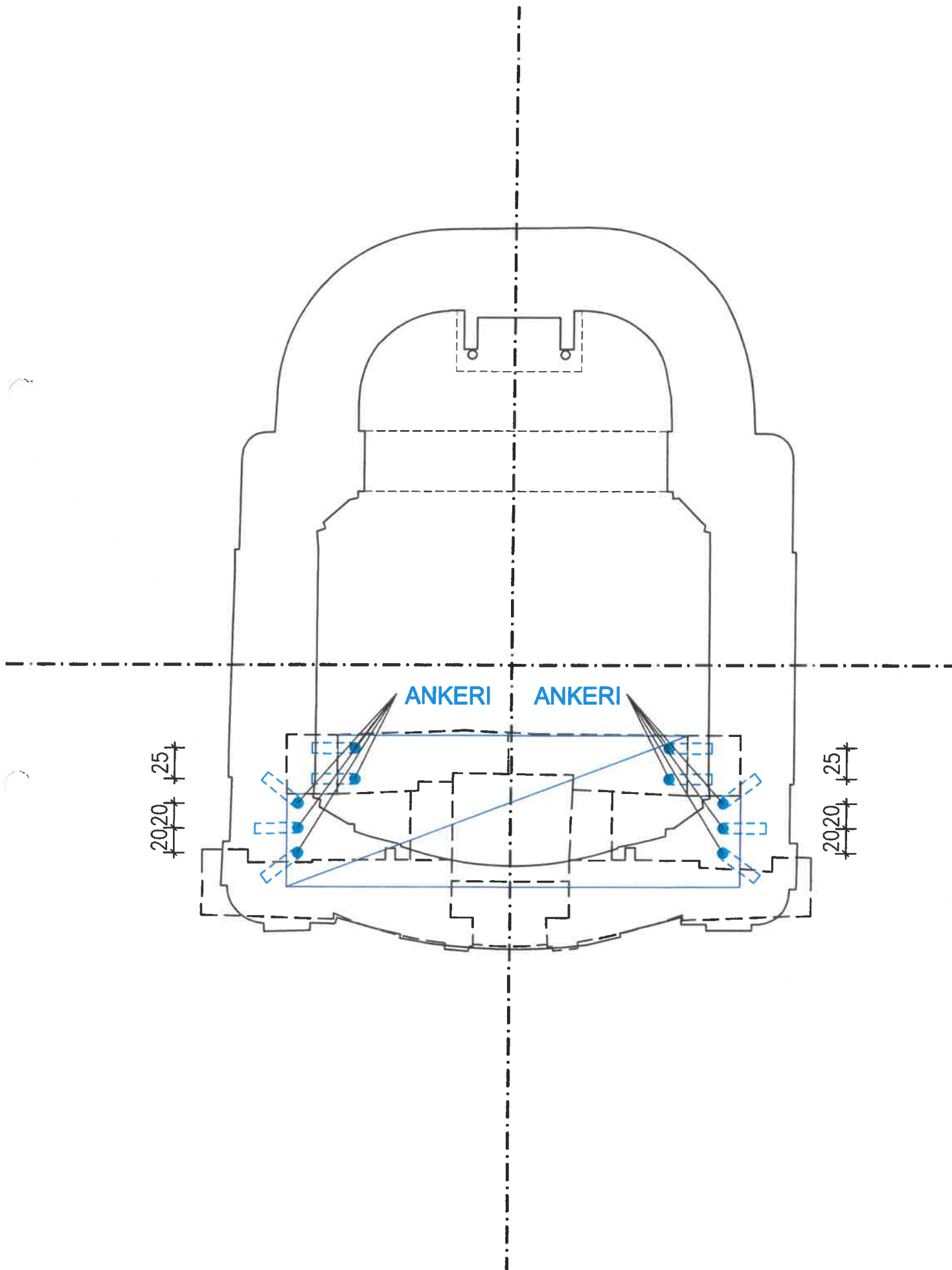
$$F_{bd,rd} = 0,10 \times 120 \times 754 = 90,48 \text{ kN}$$

$$F_{bd,rd} = 90,48 \text{ kN} \rightarrow \text{iskoristivost } (P_{sdu} / F_{bd,rd} \times 100) = \underline{10\% \text{ - ZADOVOLJNA}}$$

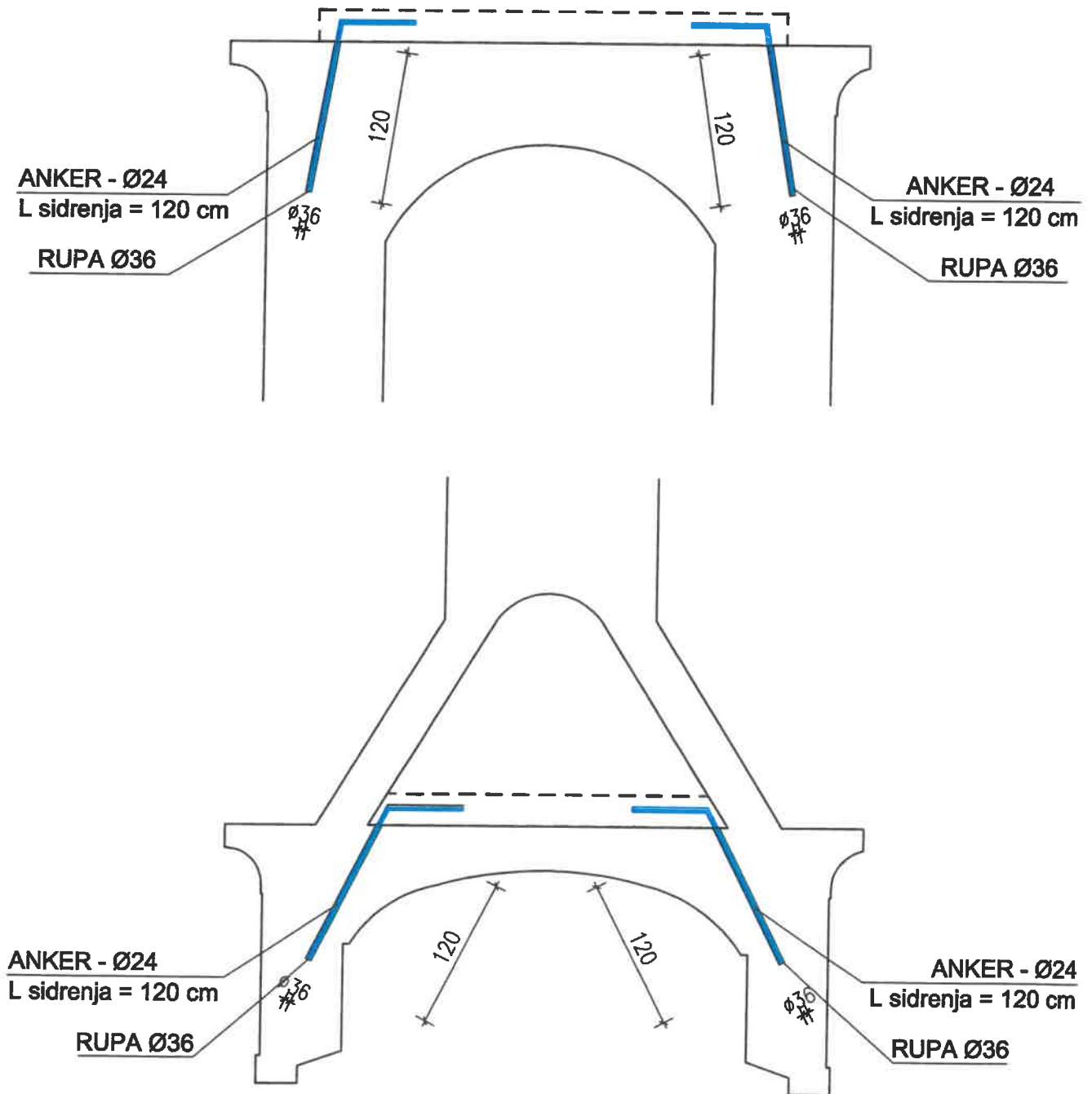
ODABRAVI ANKRE:  $\varnothing 24$ ; DUŽINA SIDRNE 120cm U OPANU,  
SIDRNE U POMOĆ ADHEZIVNOG VEŠTA (EPOXY ILL ANKER-FIX MORTA)

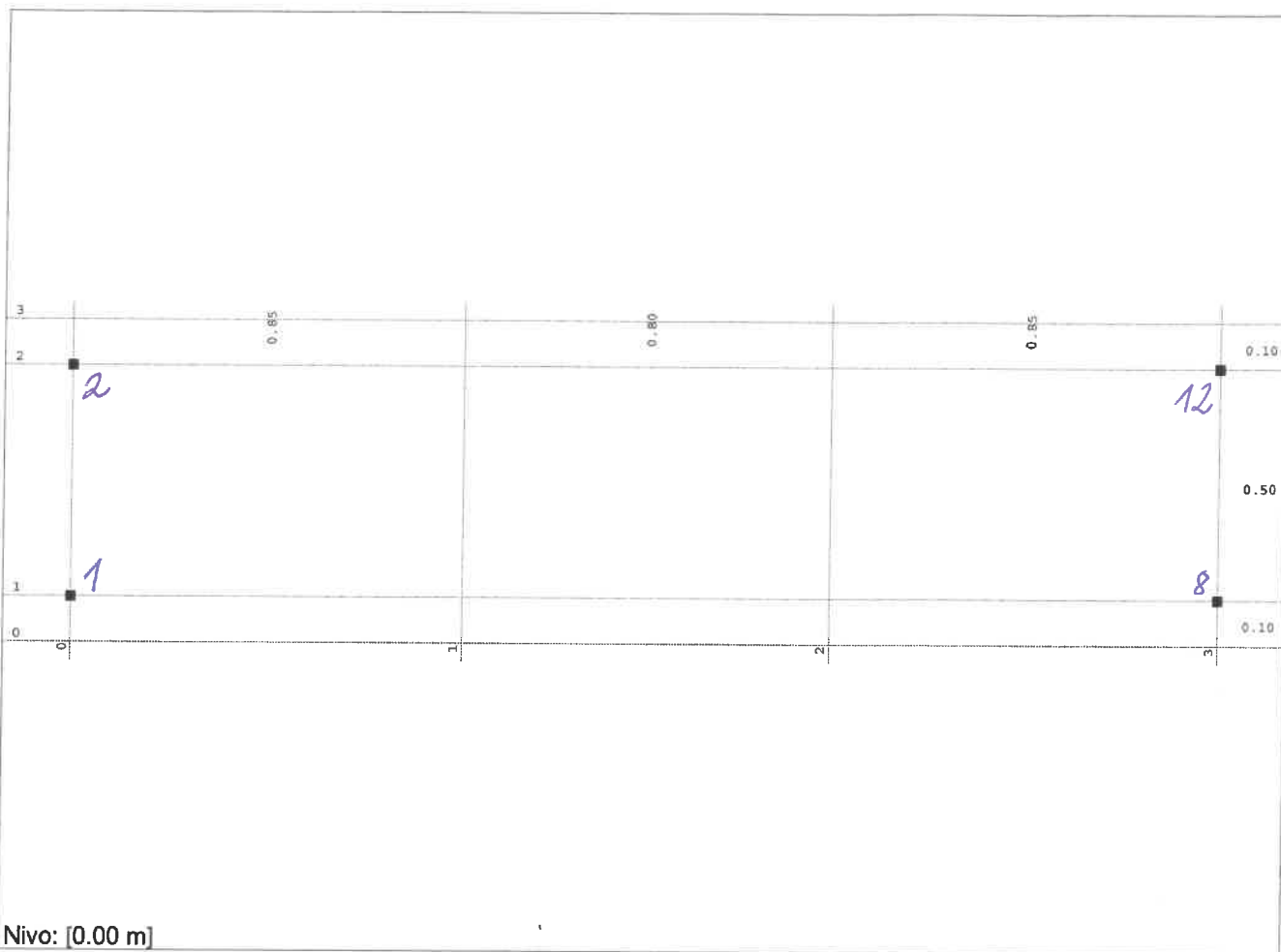
U NASTAVKU SI DANI PRIJEDLOG POSTAV ANKRE  
(POLOŽAJ I BRQ KOMADA)

# TLOCRT



## PRESJECI





Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 16. [ANV] 1-15

| Oznaka | LC     | R1 [kN] | R2 [kN] | R3 [kN] | M1 [kNm] | M2 [kNm] | M3 [kNm] |
|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1      | A(R1+) | +137.53 | 15.108  | 169.40  | -10.654  | -3.675   | 7.061    |
| 1      | A(R1-) | -136.28 | -15.155 | -167.69 | 10.671   | 3.610    | -7.071   |
| 1      | A(R2+) | 136.28  | +15.155 | 167.69  | -10.671  | -3.610   | 7.071    |
| 1      | A(R2-) | -135.03 | -15.202 | -165.99 | 10.688   | 3.545    | -7.082   |
| 1      | A(R3+) | 137.53  | 15.108  | +169.40 | -10.654  | -3.675   | 7.061    |
| 1      | A(R3-) | -136.28 | -15.155 | -167.69 | 10.671   | 3.610    | -7.071   |
| 1      | A(M1+) | -135.03 | -15.202 | -165.99 | +10.688  | 3.545    | -7.082   |
| 1      | A(M1-) | 136.28  | 15.155  | 167.69  | -10.671  | -3.610   | 7.071    |
| 1      | A(M2+) | -15.160 | 0.990   | -53.350 | -0.259   | +14.060  | 0.343    |
| 1      | A(M2-) | 16.407  | -1.037  | 55.057  | 0.276    | -14.125  | -0.354   |
| 1      | A(M3+) | 136.28  | 15.155  | 167.69  | -10.671  | -3.610   | +7.071   |
| 1      | A(M3-) | -135.03 | -15.202 | -165.99 | 10.688   | 3.545    | -7.082   |

Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 16. [ANV] 1-15

| Oznaka | LC     | R1 [kN] | R2 [kN] | R3 [kN] | M1 [kNm] | M2 [kNm] | M3 [kNm] |
|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 2      | A(R1+) | +137.53 | -15.108 | 169.40  | 10.654   | -3.675   | -7.061   |
| 2      | A(R1-) | -136.28 | 15.155  | -167.69 | -10.671  | 3.610    | 7.071    |
| 2      | A(R2+) | -135.03 | +15.202 | -165.99 | -10.688  | 3.545    | 7.082    |
| 2      | A(R2-) | 136.28  | -15.155 | 167.69  | 10.671   | -3.610   | -7.071   |
| 2      | A(R3+) | 137.53  | -15.108 | +169.40 | 10.654   | -3.675   | -7.061   |
| 2      | A(R3-) | -136.28 | 15.155  | -167.69 | -10.671  | 3.610    | 7.071    |
| 2      | A(M1+) | 136.28  | -15.155 | 167.69  | +10.671  | -3.610   | -7.071   |
| 2      | A(M1-) | -135.03 | 15.202  | -165.99 | -10.688  | 3.545    | 7.082    |
| 2      | A(M2+) | -15.160 | -0.990  | -53.350 | 0.259    | +14.060  | -0.343   |
| 2      | A(M2-) | 16.407  | 1.037   | 55.057  | -0.276   | -14.125  | 0.354    |
| 2      | A(M3+) | -135.03 | 15.202  | -165.99 | -10.688  | 3.545    | +7.082   |
| 2      | A(M3-) | 136.28  | -15.155 | 167.69  | 10.671   | -3.610   | -7.071   |

Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 16. [ANV] 1-15

| Oznaka | LC     | R1 [kN] | R2 [kN] | R3 [kN] | M1 [kNm] | M2 [kNm] | M3 [kNm] |
|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 8      | A(R1+) | +136.28 | -15.155 | -167.69 | 10.671   | -3.610   | 7.071    |
| 8      | A(R1-) | -137.53 | 15.108  | 169.40  | -10.654  | 3.675    | -7.061   |
| 8      | A(R2+) | -136.28 | +15.155 | 167.69  | -10.671  | 3.610    | -7.071   |
| 8      | A(R2-) | 135.03  | -15.202 | -165.99 | 10.688   | -3.545   | 7.082    |
| 8      | A(R3+) | -137.53 | 15.108  | +169.40 | -10.654  | 3.675    | -7.061   |
| 8      | A(R3-) | 136.28  | -15.155 | -167.69 | 10.671   | -3.610   | 7.071    |
| 8      | A(M1+) | 135.03  | -15.202 | -165.99 | +10.688  | -3.545   | 7.082    |
| 8      | A(M1-) | -136.28 | 15.155  | 167.69  | -10.671  | 3.610    | -7.071   |
| 8      | A(M2+) | -16.407 | -1.037  | 55.057  | 0.276    | +14.125  | 0.354    |
| 8      | A(M2-) | 15.160  | 0.990   | -53.350 | -0.259   | -14.060  | -0.343   |
| 8      | A(M3+) | 135.03  | -15.202 | -165.99 | 10.688   | -3.545   | +7.082   |
| 8      | A(M3-) | -136.28 | 15.155  | 167.69  | -10.671  | 3.610    | -7.071   |

Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 16. [ANV] 1-15

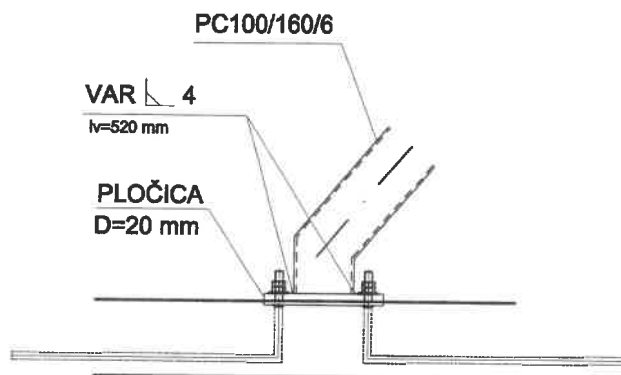
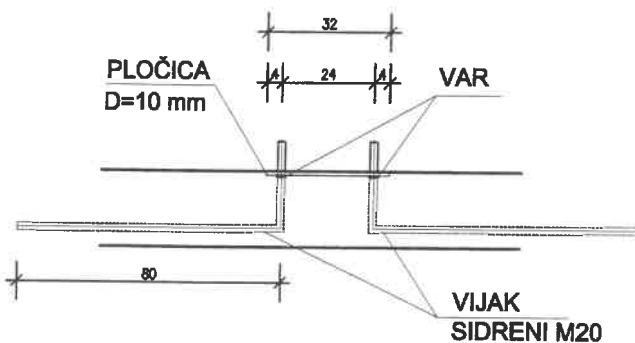
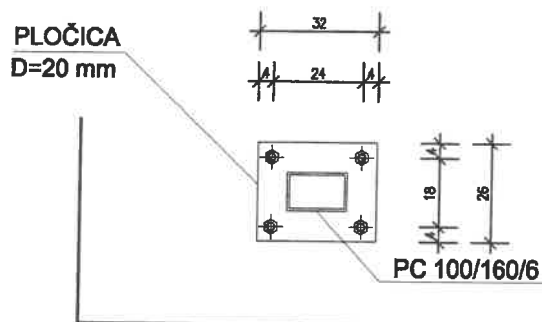
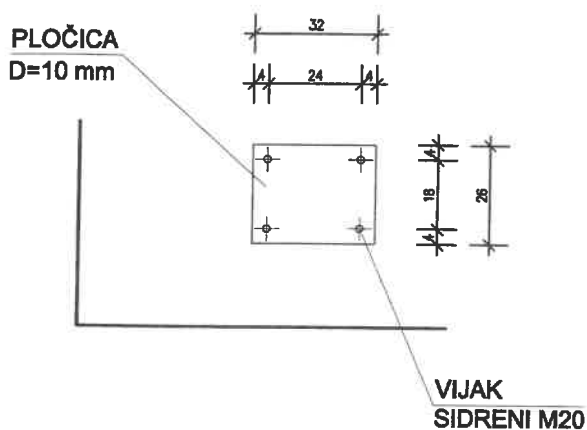
| Oznaka | LC     | R1 [kN] | R2 [kN] | R3 [kN] | M1 [kNm] | M2 [kNm] | M3 [kNm] |
|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 12     | A(R1+) | +136.28 | 15.155  | -167.69 | -10.671  | -3.610   | -7.071   |

| Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 16. [ANV] 1-15 |        |         |         |         |          |          |          |
|---|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Oznaka  | EG     | R1 [kN] | R2 [kN] | R3 [kN] | M1 [kNm] | M2 [kNm] | M3 [kNm] |
| 12  | A(R1-) | -137.53 | -15.108 | 169.40  | 10.654   | 3.675    | 7.061    |
| 12  | A(R2+) | 135.03  | +15.202 | -165.99 | -10.688  | -3.545   | -7.082   |
| 12  | A(R2-) | -136.28 | -15.155 | 167.69  | 10.671   | 3.610    | 7.071    |
| 12  | A(R3+) | -137.53 | -15.108 | +169.40 | 10.654   | 3.675    | 7.061    |
| 12  | A(R3-) | 136.28  | 15.155  | -167.69 | -10.671  | -3.610   | -7.071   |
| 12  | A(M1+) | -136.28 | -15.155 | 167.69  | +10.671  | 3.610    | 7.071    |
| 12  | A(M1-) | 135.03  | 15.202  | -165.99 | -10.688  | -3.545   | -7.082   |
| 12  | A(M2+) | -16.407 | 1.037   | 55.057  | -0.276   | +14.125  | -0.354   |
| 12  | A(M2-) | 15.160  | -0.990  | -53.350 | 0.259    | -14.060  | 0.343    |
| 12  | A(M3+) | -136.28 | -15.155 | 167.69  | 10.671   | 3.610    | +7.071   |
| 12  | A(M3-) | 135.03  | 15.202  | -165.99 | -10.688  | -3.545   | -7.082   |

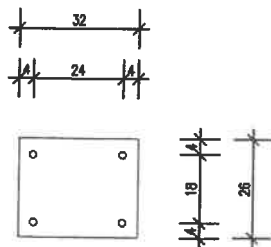
# DETALJ - SPOJ STUPA PC 100/160/6 I AB LEŽAJA

## POSTAVA PRIJE BETONIRANJA

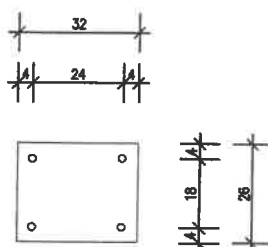
## POSTAVA KOD MONTAŽE



PLOČICA 320/260/10



PLOČICA 320/260/20



SIDRENI VIJCI: M20k.v.8.8. (sidrenje 800 mm)

PLOČEVINE: S355

VAR:  $d=0,7 \times D_{pl}$

**PRORAČUN DETALJA SPOJA STUPA PC 100/160/6 NA AB LEŽAJ**

|                              |                   |        |     |                              |
|------------------------------|-------------------|--------|-----|------------------------------|
| GLAVNI NOSAČ GN PC 160/100/6 | T <sub>Sd</sub> = | 140,00 | kN  | POPREČNA SILA                |
|                              | N <sub>Sd</sub> = | 231,11 | kN  | VLAČNA SILA                  |
|                              | M =               | 11,00  | kNm | MOMENT                       |
|                              | z =               | 0,18   | m   | KRAK SILA<br>(RAZMAK VIJAKA) |
|                              | N <sub>Sd</sub> = | 170,00 | kN  | VLAČNA SILA                  |
|                              | N <sub>Sd</sub> = | 0,00   | kN  | TLAČNA SILA                  |

**OTPORNOST VIJKA NA ODREZ**

Vijak: M 20 k.v. 8.8. n Vijaka= 4 kom (ZA PRORAČUN)  
4 kom

Karakteristična otpornost na odrez za jedan vijak i jednu reznu površinu

F<sub>v,Rk</sub> = 117,6 kN

Karakteristična otpornost na odrez za: 4 jednorezna vijka

F<sub>v,Rk</sub> = 470,4 kN

Računska otpornost na odrez za: 4 jednorezna vijka

F<sub>v,Rd</sub> = F<sub>v,Rk</sub>/γ<sub>Mb</sub> = 470,4 / 1,25 = 376,32 kN

T<sub>Sd</sub> ≤ F<sub>v,Rd</sub>

140 ≤ 376,32 kN ZADOVOLJAVA



**OTPORNOST VIJAKA NA VLAK**

Karakteristična vlačna otpornost za jedan vijak:

$$F_{t,Rk} = 176,4 \text{ kN}$$

Karakteristična vlačna otpornost za: 2 vijka

$$F_{t,Rk} = 352,8 \text{ kN}$$

Računska vlačna otpornost za: 2 vijka

$$F_{t,Rd} = F_{t,Rk} / \gamma_{Mb} = 282,24 \text{ kN}$$

$$N_{sd} \leq F_{t,Rd}$$

$$231,1 \leq 282,24 \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

**ODABRANO: 4 VIJAKA M 20 k.v. 8.8.****OTPORNOST NA PRITISAK PO OMOTAČU RUPE OSNOVNOG MATERIJALA**

$$F_{b,Rk} = 91,4 \text{ Kn} \quad t = 20 \text{ mm}$$

Karakteristična otpornost na pritisak po omotaču rupe osnovnog materijala za jedan vijak

$$F_{b,Rk} = F_{b,Rk} * t / 10 = 182,8 \text{ kN}$$

Računska otpornost na pritisak po omotaču rupe osnovnog materijala za jedan vijak

$$F_{b,Rd} = F_{b,Rk} / \gamma_{Mb} = 146,24 \text{ kN}$$

Računska otpornost na pritisak po omotaču rupe osnovnog materijala za: 4 vijka

$$\Sigma F_{b,Rd} = 584,96 \text{ kN}$$

$$T_{sd} \leq \Sigma F_{b,Rd}$$

$$140 \leq 584,96 \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

**ODABRANO: 4 VIJAKA M 20 k.v. 8.8.****ODABRANA DEBLJINA LIMA: t= 20 mm**

**PRIKLJUČAK GLAVNOG NOSAČA PC 100/160/6 NA PLOČEVINU**

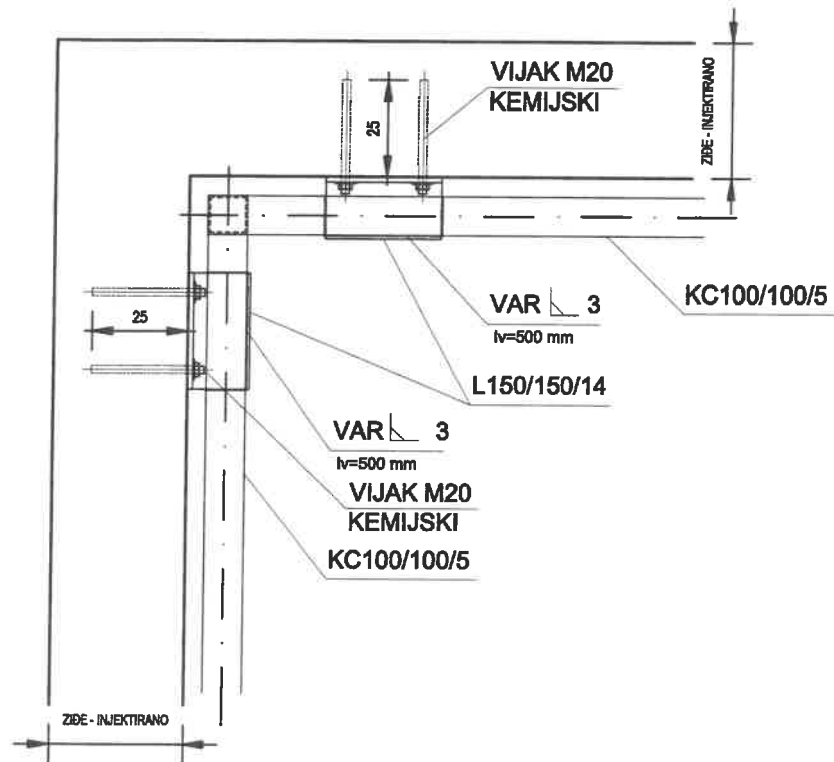
Zavar duljine: 520 mm

Lim debljine: 6 mm  $a_{max} = 0,7 \times t_{min} = 4,2$  mmODABRANO:  $a = 4,2$  mm = 4 mmKarakteristična otpornost zavora u uvali za  $l=100$ mm $F_w, R_k = 103,9$  kNKarakteristična otpornost zavora u uvali za  $l=$  520 mm $F_w, R_k = 540,28$  kNRačunska otpornost zavora u uvali za  $l=$  520 mm $F_w, R_d = F_w, R_k / \gamma_{Mb} = 432,224$  kN

Uvjet nosivosti vara

 $N_{sd} \leq F_w, R_d$ 231,1111  $\leq$  432,224 **ZADOVOLJAVA****ODABRANA DULJINA ZAVARA:****L= 520 mm****ODABRANA DEBLJINA ZAVARA:****a= 4 mm**

# DETALJ - SPOJ GREDE OKVIRA I ZIDA



KEMIJSKI VIJCI: M20k.v.8.8.

VAR:  $d=0,7xDpl$

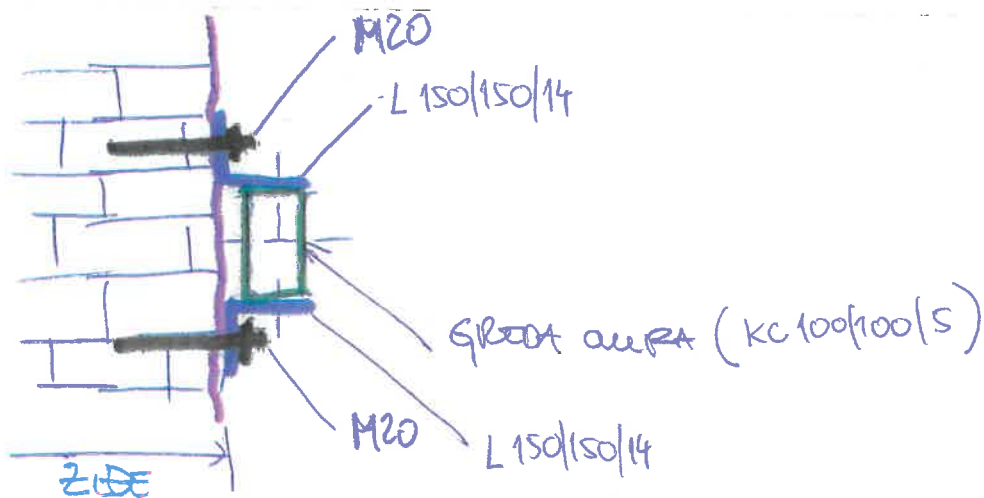
$$\text{MAX SILA (potrebna)} = 21,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{DUBINA GROSDE OUPRA} + \text{COK} = 0,70 \text{ m}$$

$$\text{UKUPNA, SVA} = 21,0 \times 0,70 = 15,0 \text{ kN}$$

ZID JE PROJEKTAN NA GREDU OUPRA NA 2 MJESTA, TE  
IZ TOGA PROIZILAZI DA 1 SPON PREUZIMA 7,5 kN SILE OD POKRE

### PRESEK



L 150/150/14 - S355 JR; DUBINA 30 cm

UPRA - KOMP SUH M20 W8.8 + ANVAPR FIX MOET  
DUBINA SIDRENA 250 mm

VAR - SPON L 150/150/14 SA GREDOM OUPRA - 3 mm  
DUBINA VARA -  $f_u = 500 \text{ mm}$

**PRORAČUN DETALJA SPOJA GREDE OKVIRA KC 100/100/5 I ZIDA**

|                              |                   |      |     |                              |
|------------------------------|-------------------|------|-----|------------------------------|
| GLAVNI NOSAČ GN PC 100/100/5 | T <sub>Sd</sub> = | 7,50 | kN  | POPREČNA SILA                |
|                              | N <sub>Sd</sub> = | 7,50 | kN  | VLAČNA SILA                  |
|                              | M =               | 0,00 | kNm | MOMENT                       |
|                              | z =               | 0,00 | m   | KRAK SILA<br>(RAZMAK VIJAKA) |
|                              | N <sub>Sd</sub> = | 7,50 | kN  | VLAČNA SILA                  |
|                              | N <sub>Sd</sub> = | 0,00 | kN  | TLAČNA SILA                  |

**OTPORNOST VIJKA NA ODREZ**

Vijak: M 20 k.v. 8.8. n Vijaka= 4 kom (ZA PRORAČUN)  
4 kom

Karakteristična otpornost na odrez za jedan vijak i jednu reznu površinu

F<sub>v,Rk</sub> = 117,6 kN

Karakteristična otpornost na odrez za: 4 jednorezna vijka

F<sub>v,Rk</sub> = 470,4 kN

Računska otpornost na odrez za: 4 jednorezna vijka

F<sub>v,Rd</sub> = F<sub>v,Rk</sub>/γ<sub>Mb</sub> = 470,4 / 1,25 = 376,32 kN

T<sub>Sd</sub> ≤ F<sub>v,Rd</sub>

7,5 ≤ 376,32 kN ZADOVOLJAVA

**OTPORNOST VIJAKA NA VLAČ**

Karakteristična vlačna otpornost za jedan vijak:

F<sub>t,Rk</sub> = 176,4 kN

Karakteristična vlačna otpornost za: 4 vijka

F<sub>t,Rk</sub> = 705,6 kN

Računska vlačna otpornost za: 4 vijka

F<sub>t,Rd</sub> = F<sub>t,Rk</sub> / γ<sub>Mb</sub> = 564,48 kN

N<sub>Sd</sub> ≤ F<sub>t,Rd</sub>

7,5 ≤ 564,48 ZADOVOLJAVA

**ODABRANO: 4 VIJAKA M 20 k.v. 8.8.**

**PRIKLJUČAK L150/150/14 NA GLAVNI NOSAČ KC 100/100/5**

Zavar duljine: 500 mm

Lim debljine: 5 mm  $a_{max} = 0,7 \times t_{min} = 3,5$  mmODABRANO:  $a = 3,5$  mm = 3 mmKarakteristična otpornost zavora u uvali za  $l=100$ mm $F_w, R_k = 77,9$  kNKarakteristična otpornost zavora u uvali za  $l = 500$  mm $F_w, R_k = 389,5$  kNRačunska otpornost zavora u uvali za  $l = 500$  mm $F_w, R_d = F_w, R_k / \gamma_{Mb} = 311,6$  kN

Uvjet nosivosti vara

 $N_{sd} \leq F_w, R_d$  $7,5 \leq 311,6$ 

ZADOVOLJAVA

ODABRANA DULJINA ZAVARA:

 $L = 500$  mm

ODABRANA DEBLJINA ZAVARA:

 $a = 3$  mm

NOSIVOST POSS. ZIDA NA OUPANJE  $\Rightarrow$  SIDRONE ANKRE U  
 POMOC ADHEZIVNOG VEŠTA (EPOXY Ili ANKRE FIX MORT)

$$F_{bddep} = f_{bet} \times l_s \times u$$

$$\underline{M20} \rightarrow l_s = 250 \text{ mm} = 25 \text{ cm}$$

$$u = 5,02 \text{ cm}$$

$$A = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$I = 0,32 \text{ cm}^3$$

$$\underline{210E} : f_{bet} = 0,10 \text{ kN/cm}^2$$

$$F_{bddep} = 0,10 \times 25 \times 5,02 = \underline{12,55 \text{ kN}}$$

$$\text{UKUPNA SVA PO 1 SIFONU} = 7,5 \text{ kN}$$

$$7,5 \text{ kN} / 4 \text{ KAPETA ANKRE (UKUP)} = \underline{2,0 \text{ kN}}$$

$$\text{ISKORISNOST} \rightarrow 2,0 / 12,55 \times 100 = 16 \% - \underline{\text{ZADOVOLJNA}}$$

ODABRANI SIDRNI VITCI - 4 M20 kv 8.8, DUBINA SIDRINA 250

+ ANKRE FIX MORT Ili EPOXY UEPKO

## KOLIČINA MATERIJALA

DANE TEŽINE MATERIJALA SU IZVAĐENE IZ STATIČKOG MODELA I NISU MJERODAVNE ZA NARUČIVANJE MATERIJALA.

NA OVU TEŽINU MATERIJALA DODATI MIN 10% OD UKUPNE TEŽINE NA SPOJEVE - VAROVE, VEZNA SREDSTVA, SIDRA,...

UKUPNA TEŽINA MATERIJALA ĆE SE ZNATI PRILIKOM IZRADE RADIONIČKE DOKUMENTACIJE.

| Grede - količine po setovima |                         |                               |        |                     |                     |       |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------|---------------------|---------------------|-------|
| Set                          | Présjek/Materijal       | $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | L [m]  | O [m <sup>2</sup> ] | V [m <sup>3</sup> ] | m [t] |
| 1                            | KC I 100x100x5<br>Čelik | 78.500                        | 26.400 | 10.107              | 0.048               | 0.388 |
| 2                            | KC I 60x60x4<br>Čelik   | 78.500                        | 17.220 | 3.896               | 0.015               | 0.118 |
| 3                            | PC I 160x100x6<br>Čelik | 78.500                        | 8.250  | 4.120               | 0.024               | 0.190 |
| Ukupno:                      |                         |                               | 51.869 | 18.123              | 0.087               | 0.696 |

| Rekapitulacija količina materijala |                               |                     |                     |       |
|------------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Materijal                          | $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | O [m <sup>2</sup> ] | V [m <sup>3</sup> ] | m [t] |
| Čelik                              | 78.500                        | 18.123              | 0.087               | 0.696 |

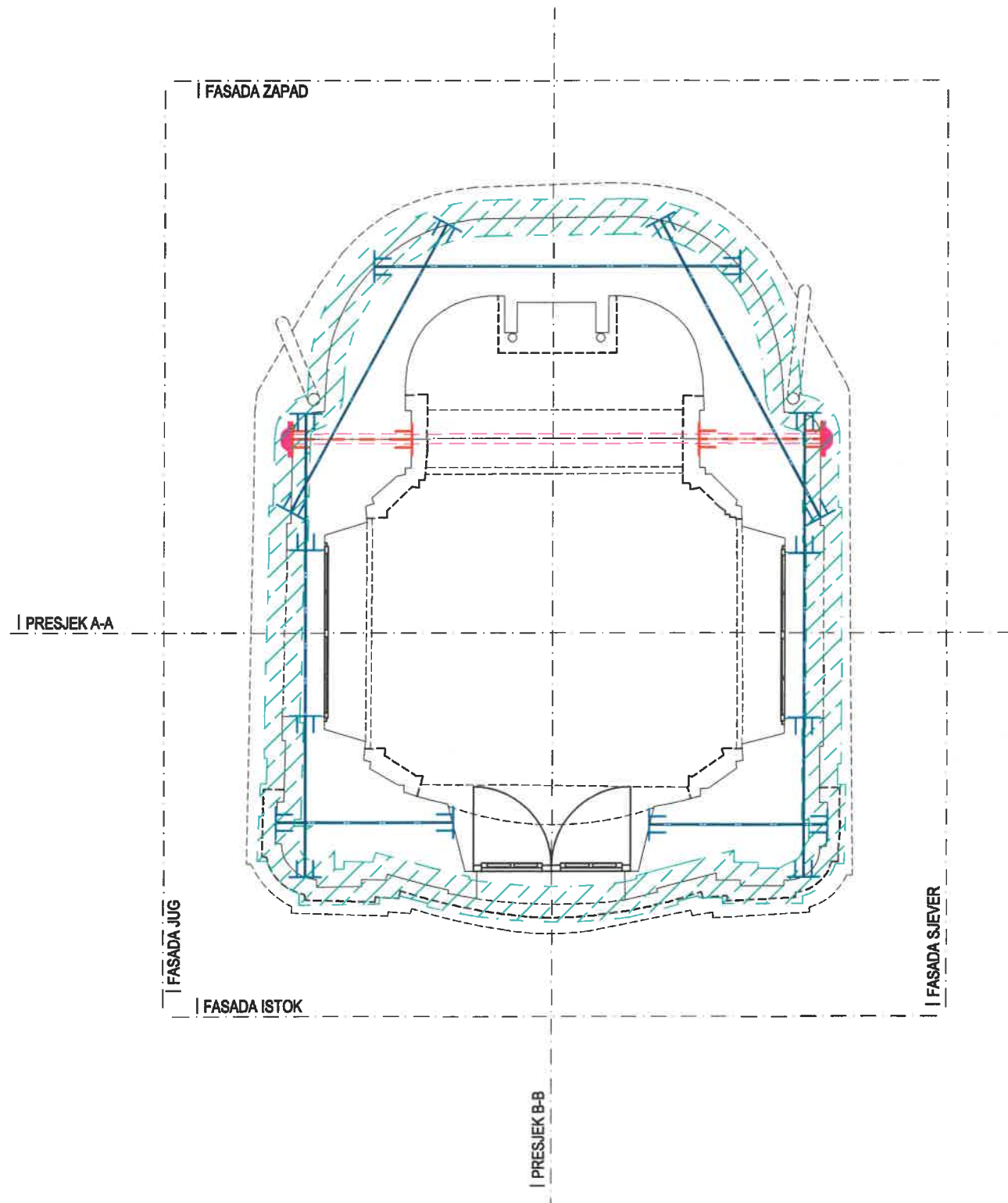






## 9. PLANovi POZICIJA I GRAFIČKI PRILOZI

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:

**Antonio Maglov dipl.ing.građ.**

HRVATSKA KOMORA INŽINJERA GRAĐEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3775



-  SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA
-  SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA
-  ZATEGA Ø32 - OJAČANJE POSTOJEĆIH SVODOVA KUPOLE
-  SANACIJA PUKOTINA - INJEKTIRANJE ZIDA S VANJSKE STRANE

## KONSTRUKTA

KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
Desinička 20, ZAGREB, OIB: 06674378679  
ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
MAIL: info@konstrukta.hr

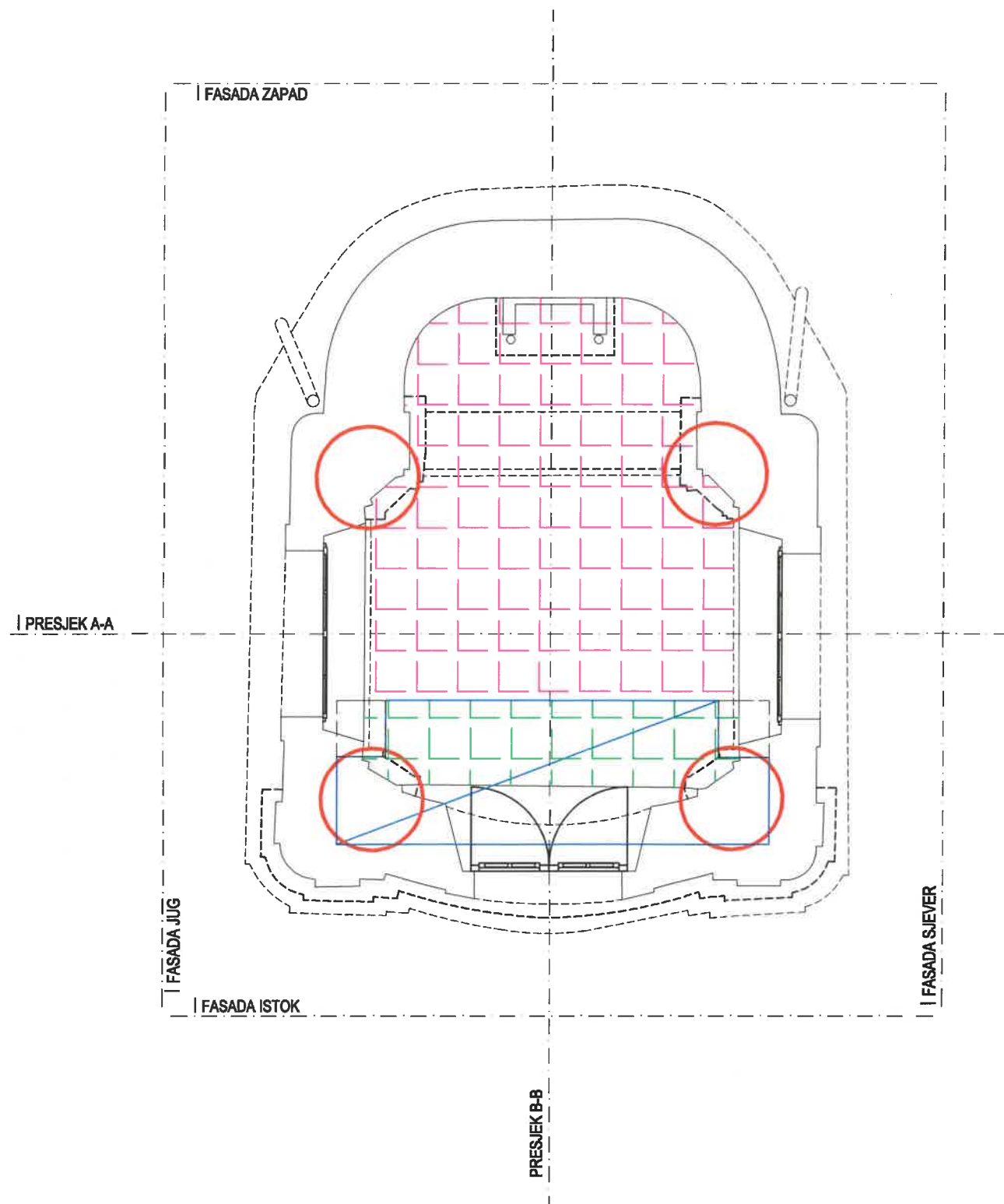
|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707265      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>PRIZEMLJE                                     |





PEČAT I POTPIS:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
6 3775

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |
| ZOP:            | 11/21                            |
| DATUM:          | lipanj 2022.                     |
| MJERILO:        | 1:50                             |
| NACRT BR:       | 01                               |

NOVO STANJE  
STROP PRIZEMLJA



-  SANACIJA KUPOLE - ČIŠĆENJE + ZAKLINJAVANJE  
+ZAPUNJAVANJE SLJUBNICA BUBREČIM MATERIJALOM  
+FRCM S GORNJE STRANE
-  SANACIJA KUPOLE - ČIŠĆENJE + ZAKLINJAVANJE  
+ZAPUNJAVANJE SLJUBNICA BUBREČIM MATERIJALOM
-  AB PLOČA (NA POSTOJEĆI SVOD) d=20 cm, C25/30, B500B
-  DETALJ A - OJAČANJE PETE SVODA PREMA DETALJU  
IZ PROJEKTA

## KONSTRUKTA

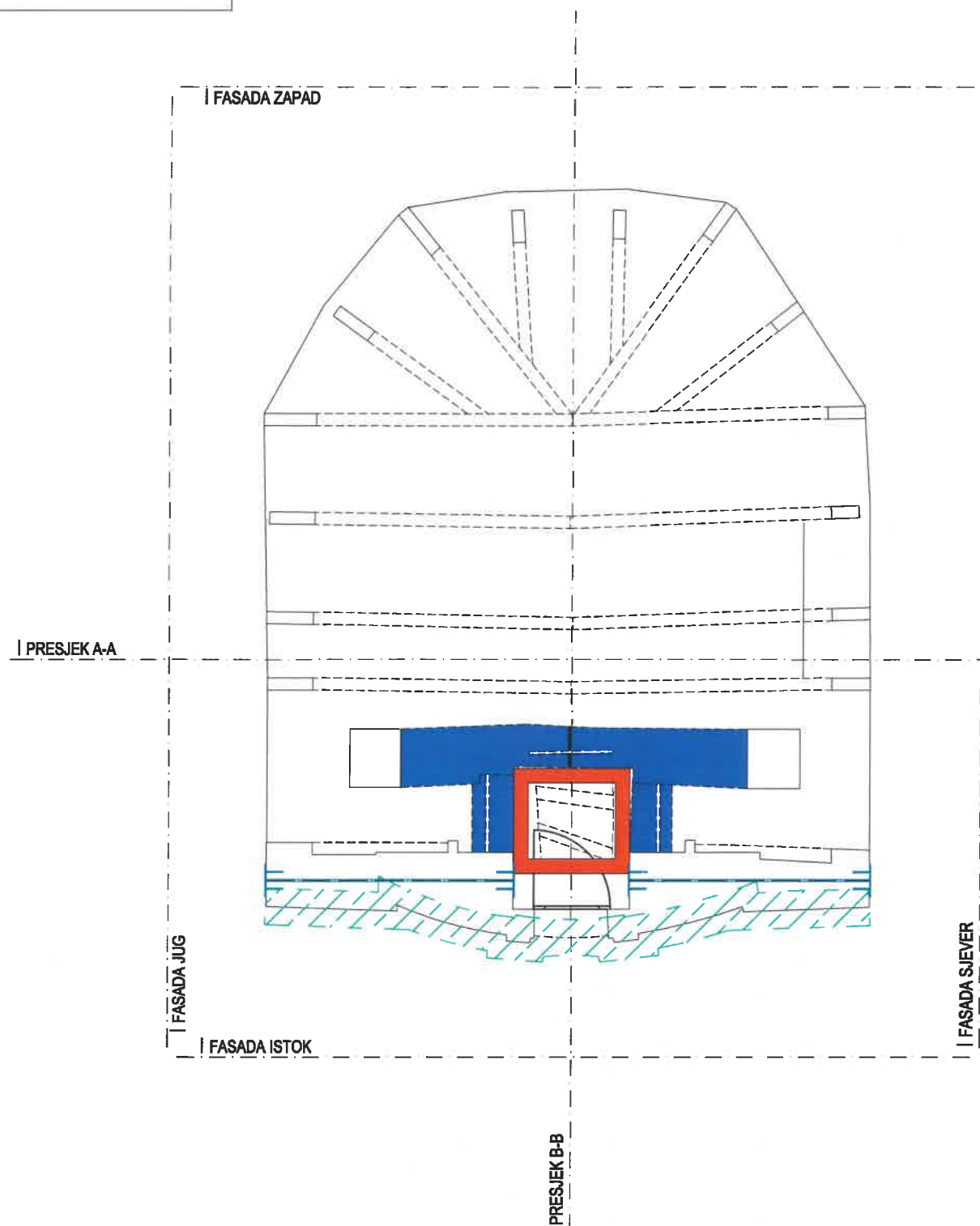
KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
Desinička 20, ZAGREB, OIB: 06674378579  
ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
MAIL: info@konstrukta.hr

|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707265      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>STROP PRIZEMLJA                               |

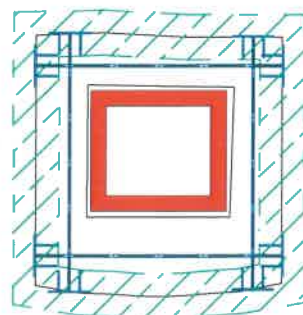
PEČAT I POTPIS:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. inž. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3775

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |
| ZOP:            | 11/21                            |
| DATUM:          | lipanj 2022.                     |
| MJERILO:        | 1:50                             |
| NACRT BR:       | 02                               |



ZIDOVI TORNJA



AB PODOKVIRI (DETALJ 1) d=20 cm, C25/30, B500B

ČELIČNA PODKONSTRUKCIJA TORNJA



SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA



SANACIJA PUKOTINA - INJEKTIRANJE ZIDA S VANJSKE STRANE

**KONSTRUKTA**

KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
Desinička 20, ZAGREB, OIB: 06674378679  
ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
MAIL: [info@konstrukta.hr](mailto:info@konstrukta.hr)

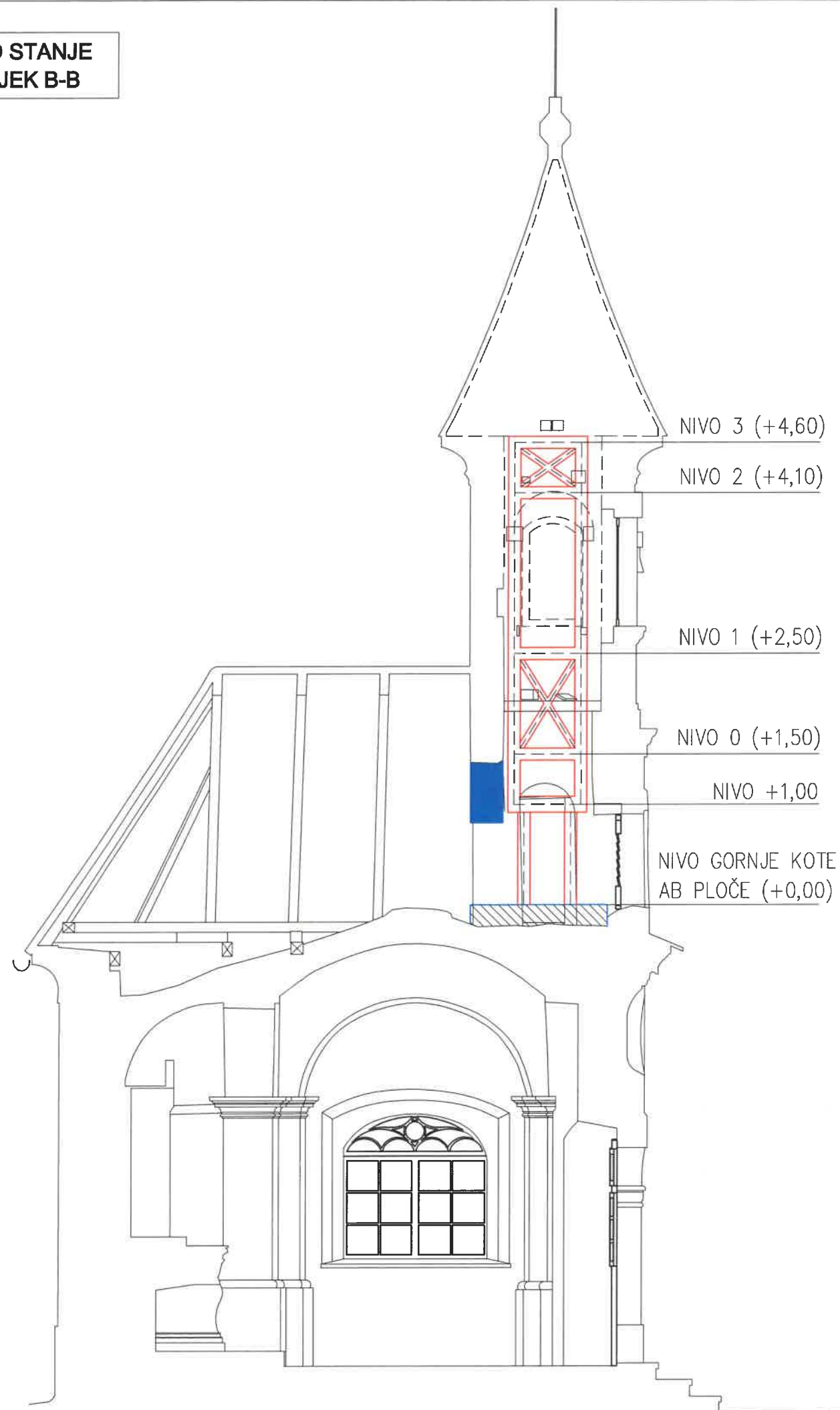
|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707265      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>KROVIŠTE I TORANJ                             |

PEČAT I POTPIS:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3775

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |
| ZOP:            | 11/21                            |
| DATUM:          | lipanj 2022.                     |
| MJERILO:        | 1:50                             |
| NACRT BR:       | 03                               |

NOVO STANJE  
PRESJEK B-B



AB PLOČA (NA POSTOJEĆI SVOD) d=20 cm, C25/30, B500B



AB PODOKVIR (DETALJ 1) d=20 cm, C25/30, B500B

ČELIČNA PODKONSTRUKCIJA TORNJA

**KONSTRUKTA**

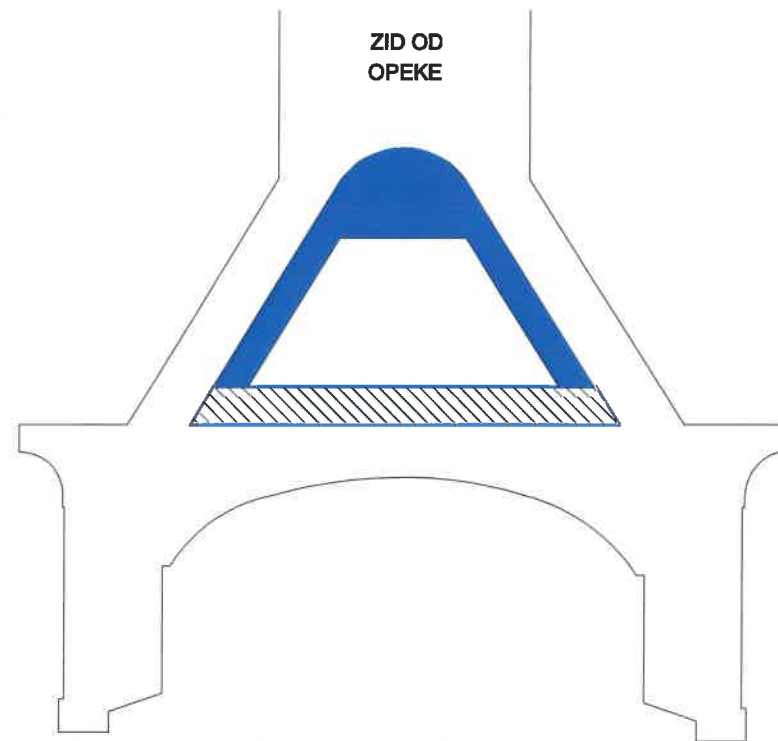
KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
Desinička 20, ZAGREB, OIB: 06674378579  
ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
MAIL: info@konstrukta.hr

|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707265      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>PRSJEK B-B                                    |

PEČAT I POTPIS:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. inž. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
3775

|                 |                                  |           |    |
|-----------------|----------------------------------|-----------|----|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |           |    |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |           |    |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |           |    |
| ZOP:            | 11/21                            |           |    |
| DATUM:          | lipanj 2022.                     |           |    |
| MJERILO:        | 1:50                             | NACRT BR: | 04 |



AB PLOČA (NA POSTOJEĆI SVOD) d=20 cm, C25/30, B500B



AB PODOKVIR d=20 cm, C25/30, B500B

## KONSTRUKTA

KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
Desinička 20, ZAGREB, OIB: 06674378679  
ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
MAIL: info@konstrukta.hr

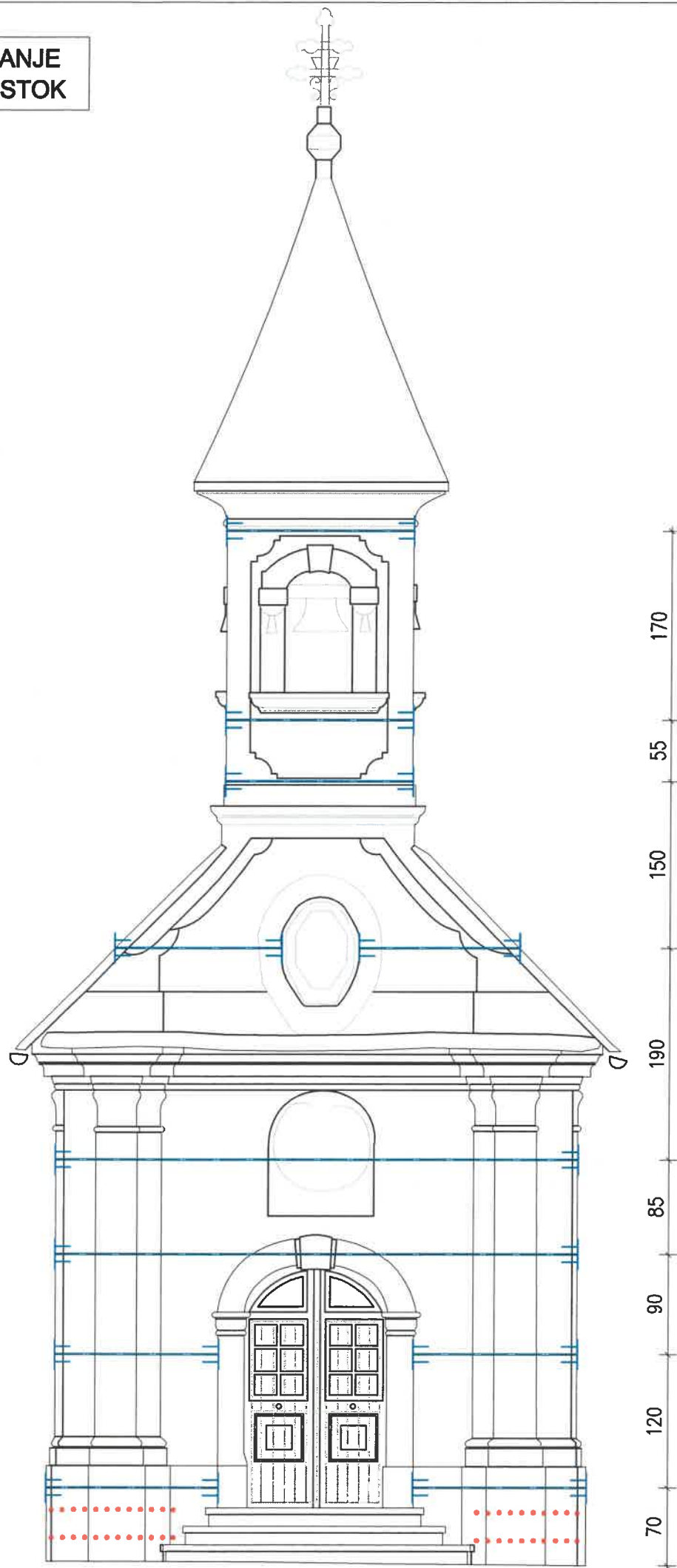
|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707285      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>DETALJ 1                                      |

PEČAT I POTPIS:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. ing. građ.  
Ovlašten inženjer građevinarstva  
G 3775

|                 |                                  |           |    |
|-----------------|----------------------------------|-----------|----|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |           |    |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |           |    |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |           |    |
| ZOP:            | 11/21                            |           |    |
| DATUM:          | lipanj 2022.                     |           |    |
| MJERILO:        | 1:50                             | NACRT BR: | 05 |

NOVO STANJE  
FASADA ISTOK



KONSTRUKTIVNO POBOLJŠANJE TEMELJA

SANACIJA PUKOTINA - INJEKTIRANJE ZIDA S VANJSKE STRANE



SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA

**KONSTRUKTA**

KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
Desinićka 20, ZAGREB, OIB: 06674378679  
ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
MAIL: info@konstrukta.hr

|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707265      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>FASADA ISTOK                                  |

PEČAT I POTPIS:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. inž. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3775

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |
| ZOP:            | 11/21                            |
| DATUM:          | lipanj 2022.                     |
| MJERILO:        | 1:50                             |
| NACRT BR:       | 06                               |

NOVO STANJE  
FASADA SJEVER



KONSTRUKTIVNO POBOLJŠANJE TEMELJA

SANACIJA PUKOTINA - INJEKTIRANJE ZIDA S VANJSKE STRANE



SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA

**KONSTRUKTA**

KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
Desinička 20, ZAGREB, OIB: 06674378679  
ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
MAIL: info@konstrukta.hr

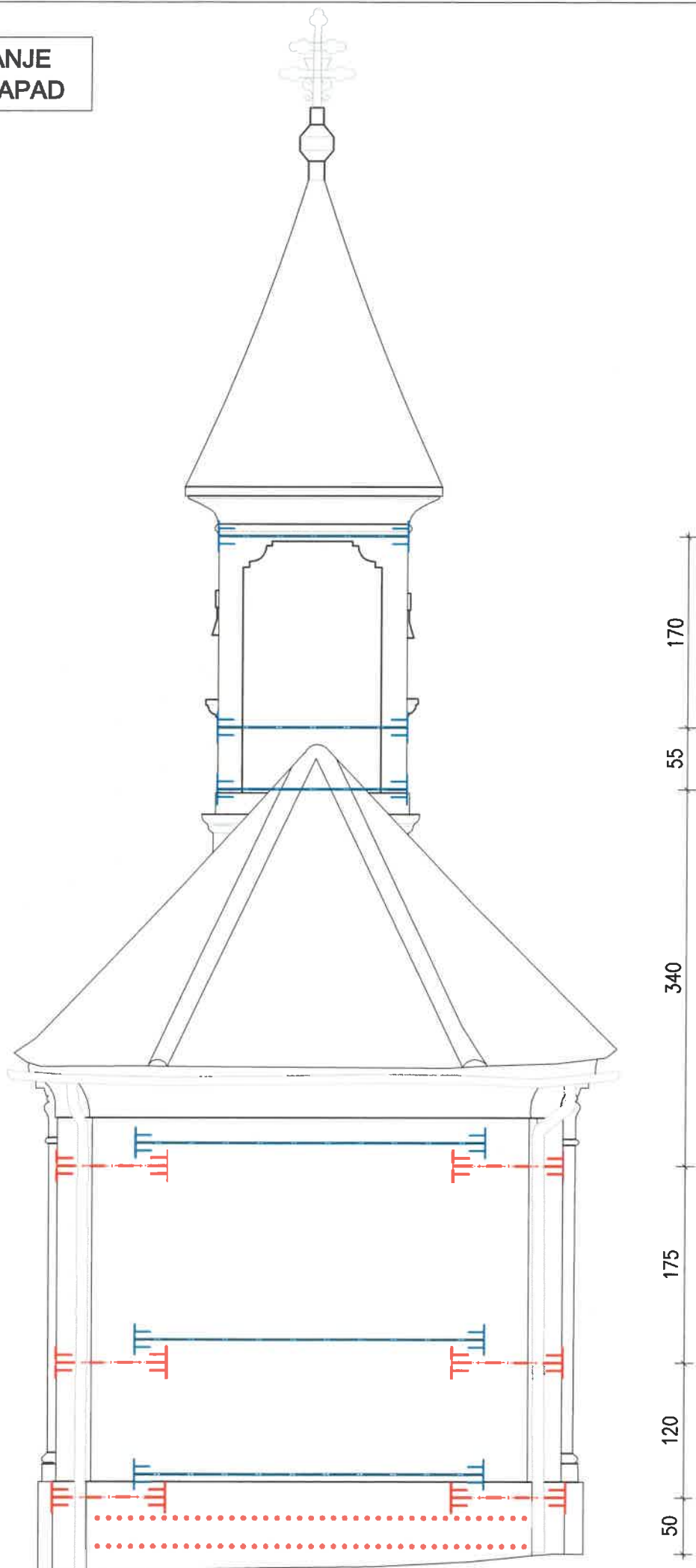
|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707265      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>FASADA SJEVER                                 |

PEČAT I POTPIS:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
Antonio Maglov  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3775

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |
| ZOP:            | 11/21                            |
| DATUM:          | lipanj 2022.                     |
| MJERILO:        | 1:50                             |
| NACRT BR:       | 07                               |





KONSTRUKTIVNO POBOLJŠANJE TEMELJA

SANACIJA PUKOTINA - INJEKTIRANJE ZIDA S VANJSKE STRANE



SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA



SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA

**KONSTRUKTA**

KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
Desinička 20, ZAGREB, OIB: 06674378679  
ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
MAIL: info@konstrukta.hr

|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707265      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>FASADA ZAPAD                                  |

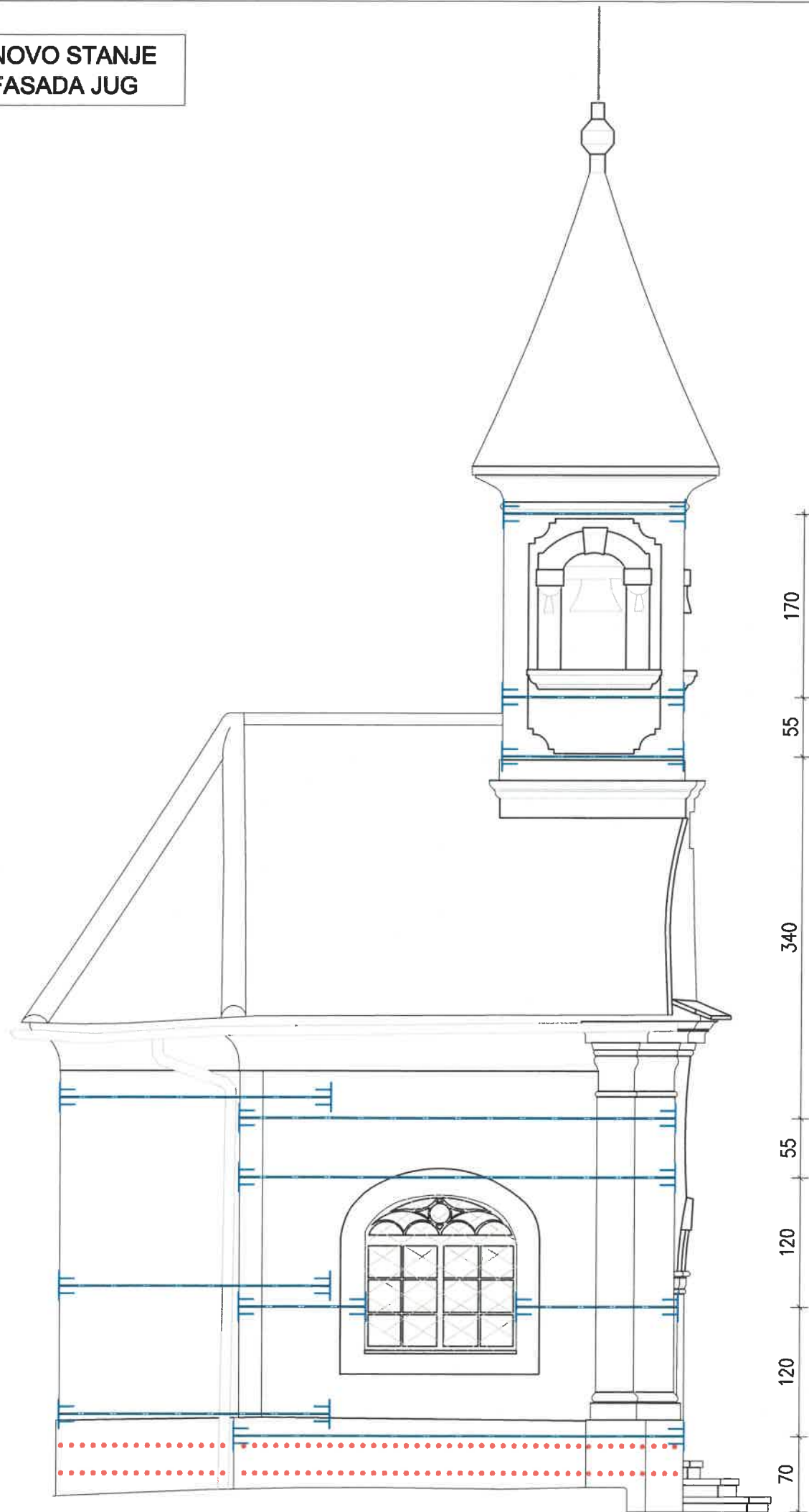
PEČAT I POTPIS:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
*Antonio Maglov*  
dip. inž. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3775

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |
| ZOP:            | 11/21                            |
| DATUM:          | lipanj 2022.                     |
| MJERILO:        | 1:50                             |
| NACRT BR:       | 08                               |

NOVO STANJE  
FASADA JUG

225



KONSTRUKTIVNO POBOLJŠANJE TEMELJA

SANACIJA PUKOTINA - INJEKTIRANJE ZIDA S VANJSKE STRANE



SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA

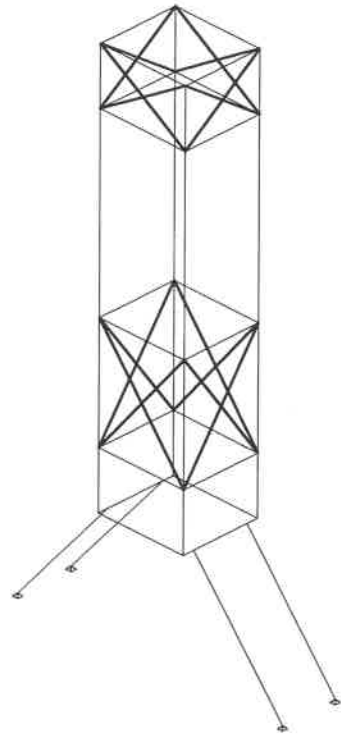
**KONSTRUKTA**  
KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
Desinička 20, ZAGREB, OIB: 06674378579  
ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
MAIL: info@konstrukta.hr

|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krstitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707265      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>FASADA JUG                                    |

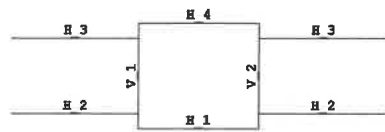
PEČAT I POTPIS:

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |
| ZOP:            | 11/21                            |
| DATUM:          | lipanj 2022.                     |
| MJERILO:        | 1:50                             |
| NACRT BR:       | 09                               |

3D MODEL - PROSTORNI MODEL



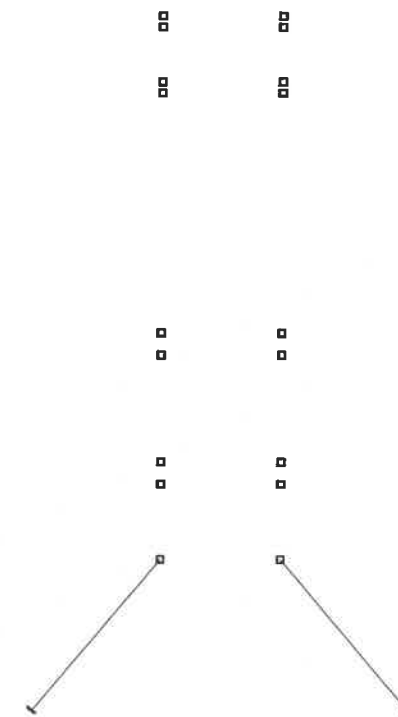
DISPOZICIJA OKVIRA



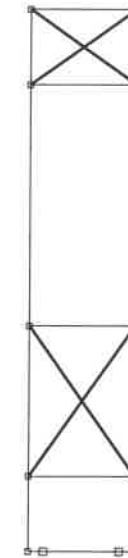
OKVIRI H1,H4



OKVIRI H2,H3

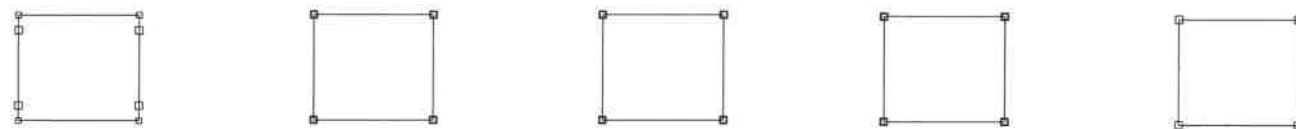


OKVIRI V1,V2



NIVO + 0,00 - NIVO GORNJE KOTE AB PLOČE

NIVO + 1,00    NIVO + 1,50    NIVO + 2,50    NIVO + 4,10    NIVO + 4,60



| Greda     |           |
|-----------|-----------|
| 1. KC [ ] | 100x100x5 |
| 2. KC [ ] | 60x60x4   |
| 3. PC [ ] | 160x100x6 |

ČELIČNA PODKONSTRUKCIJA - S355JRH - HRN EN 10210

**KONSTRUKTA**

KONSTRUKTA d.o.o., za projektiranje i nadzor  
 Desinička 20, ZAGREB, OIB: 06674378579  
 ŽR: PRIVREDNA BANKA 2340009-1110164468  
 TEL: 01/36 43 828; FAX: 01/36 43 829  
 MAIL: info@konstrukta.hr

|             |  |
|-------------|--|
| INVESTITOR: | Župa sv. Ivan Krštitelj, Nova Ves 64A, 10000 Zagreb<br>OIB: 25379707265      |
| GRADEVINA:  | KAPELA MAJKE BOŽJE ŽALOSNE,<br>Nova Ves 40, Zagreb, k.č.br. 625, k.o. Centar |
| FAZA:       | GLAVNI PROJEKT   |
| SADRZAJ:    | PLAN POZICIJA - novo stanje<br>ČELIČNA PODKONSTRUKCIJA TORNJA                |

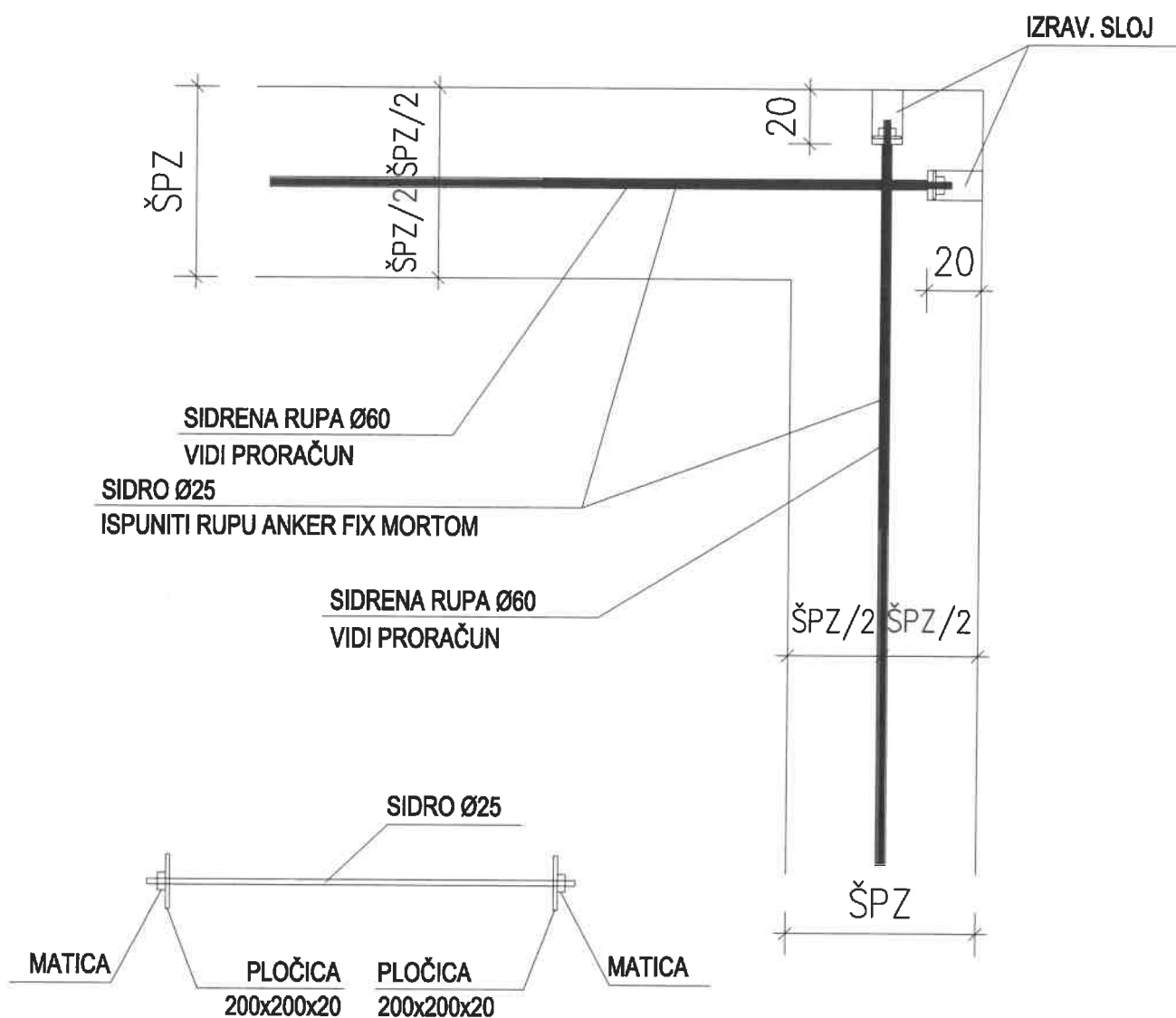
PEČAT I POTPIS:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
 Antonio Maglov  
 dipl. ing. građ.  
 Ovlašteni inženjer građevinarstva  
 3775

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| GL. PROJEKTANT: | Siniša Bjelica, dipl. ing. arh.  |
| PROJEKTANT:     | Antonio Maglov, dipl. ing. građ. |
| BROJ PROJEKTA:  | TD 1905 - 06 - GP                |
| ZOP:            | 11/21                            |
| DATUM :         | lipanj 2022.                     |
| MJERILO:        | 1:50                             |
| NACRT BR:       | 10                               |

## DETALJ - POVEZIVANJE SPOJA ZIDA

TLOCRT

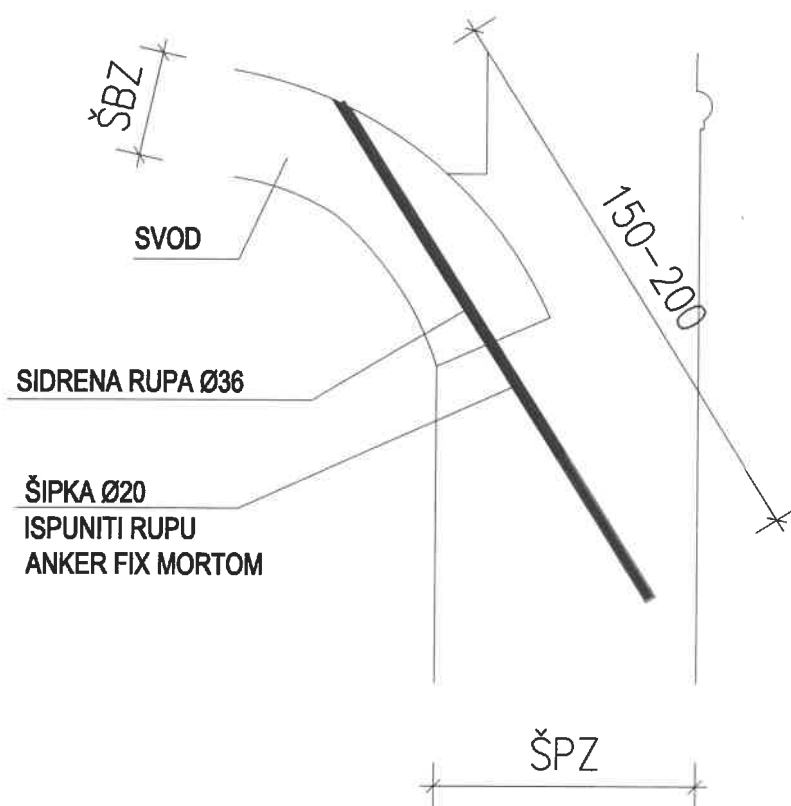


ŠPZ - ŠIRINA POSTOJEĆEG ZIDA

U ZIDU IZVESTI UŠLIC 220x220 mm, DUBINE 200 mm - VIDI TLOCRT.  
 IZBUŠITI RUPU U ZIDU Ø60 mm - VISINSKI max. 200 cm, ISPUHATI,  
 OČISTITI SVE NEČISTOĆE. RUPE ISPUNITI ANKER FIX MORTOM TE UGRADITI  
 SIDRO Ø25 mm - DUŽINA SIDRA = DUŽINA ZIDA.  
 NAKON STRVRNJAVANJA MORTA (PREMA UPUTAMA OD PROIZVOĐAČA)  
 POTREBNO JE IZVESTI NA LICE UŠLICA PODLOŽNI IZRAVNAJUĆI SLOJ  
 SITNOZRNOG BETONA. NA TAJ SLOJ SE POSTAVLJA PLOČEVINA 200x200  
 DEBLJINE 20 mm, TE MATICA S KOJOM SE VRŠI PRITEZANJE SIDRA.

## DETALJ A - OJAČANJA PETE SVODA

## PRESJEK



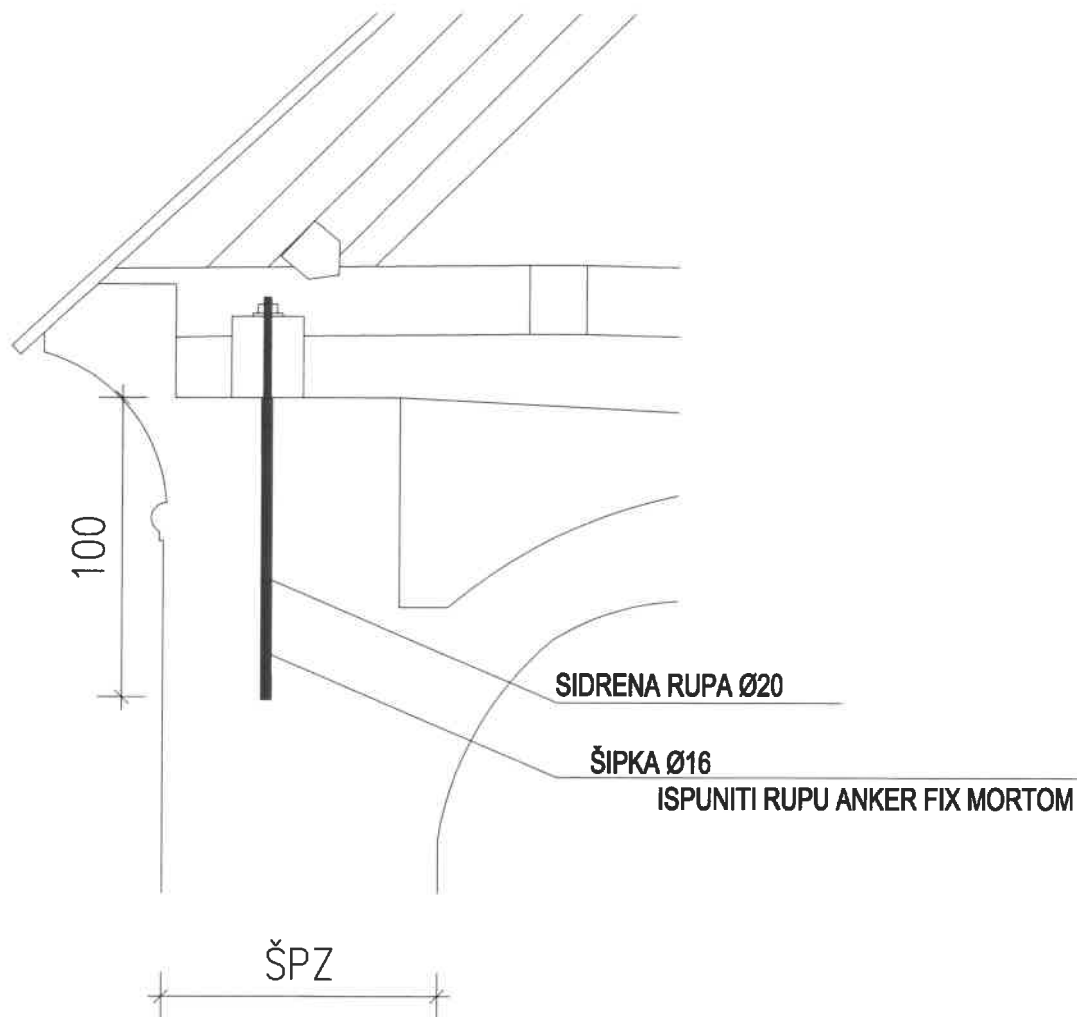
ŠPZ - ŠIRINA POSTOJEĆEG ZIDA

ŠBZ - ŠIRINA SVODA

U POSTOJEĆU PETU SVODA SE POD KOSO BUŠE RUPE Ø36 U ZID,  
DUBINA RUPE cca 150-200 cm. RUPU BUŠITI CENTRALNO U ODNOSU  
NA ŠIRINU SVODA!!! PRIJE POSTAVE ŠIPKE RUPU OČISTITI I ISPUNITI  
ANKER-FIX-om!!! U RUPE POSTAVITI ŠIPKU Ø20!!!

## DETALJ B - SPOJ NAZIDNICE SA ZIDOM

## PRESJEK



ŠPZ - ŠIRINA POSTOJEĆEG ZIDA

U NAZIDNICU / ZID SE BUŠE RUPE Ø20 - SVAKIH 1,5 m. DUBINA RUPE U ZIDU cca 100 cm. RUPU BUŠITI CENTRALNO U ODNOSU NA ŠIRINU PODROŽNICE!!! PRIJE POSTAVE NAVOJNE ŠIPKE RUPU OČISTITI I ISPUNITI ANKER-FIX-om!!! U RUPE POSTAVITI NAVOJNU ŠIPKU Ø16!!! NAKON STRVRNJAVANJA MORTA (PREMA UPUTAMA OD PROIZVOĐAČA) POTREBNO JE PRITEGNUTI MATICU S KOJOM SE VRŠI PRITEZANJE NAZIDNICE SA ZIDOM.