

PROJEKTNI URED:

UPI - 2M d.o.o.

Bleiweisova 17, 10000 Zagreb; OIB: 66037779887

INVESTITOR:

Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga

GRAĐEVINA:

Samostan i crkva Sv. Vinka Paulskog

LOKACIJA:

Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 Zagreb

BROJ TEHNIČKOG

DNEVNIKA:

TD 37/20

ZOP:

101-2021 IP

ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA

- GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE CRKVE
- GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE SAMOSTANSKIH KRILA

PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE S DETALJIMA IZVEDBE ZA

- CRKVU
- SAMOSTANSKA KRILA

GLAVNI PROJEKTANT:

Prof. emer. Nenad Fabijanić, dr. art.

SURADNIK:

Leila Nanuk, mag. ing. arch.

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:

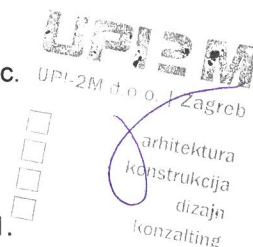
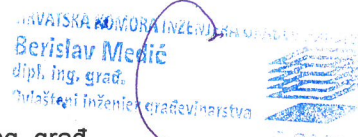
mr.sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.

DIREKTOR:

Danijel Malčić, oec.


DATUM IZRADE PROJEKTA:

Zagreb, lipanj 2021.




Sadržaj :

A. OPĆI DIO	3
1. Upis tvrtke u glavnu knjigu sudskog registra	4
2. Rješenje o imenovanju projektanta	8
3. Rješenje o upisu u imenik ovlaštenih inženjera	9
B. TEHNIČKI DIO	11
1. Tehnički opis	12
2. Analiza postojećeg stanja	28
2.1. Opis proračunskog modela	29
2.2. Analiza opterećenja	31
2.3. Kombinacije opterećenja	33
2.4. Seizmičko opterećenje u x smjeru	34
2.5. Seizmičko opterećenje u y smjeru	34
2.6. Određivanje graničnih vrijednosti vlačnih naprezanja	35
2.7. Usporedba modela postojećeg stanja konstrukcije sa stvarnim stanjem	41
3. Prijedlozi ojačanja konstrukcije I proračun detalja	45
3.1. Uvod	46
3.2. Ojačanje svodova iznad kora	47
3.3. Ojačanje međukatnih konstrukcije iznad kora	50
3.4. Podizanje krovne konstrukcije iznad bočnih dijelova crkve I povezivanje konstrukcije horizontalnim serklažem	103
3.5. Ojačanje zabatnog zida i rasterećenje trijumfalnog luka	111
3.6. Ojačanje bočnih zidova dvorane 2. kata vertikalnim i horizontalnim serklažima	134
3.7. Lokalno ojačanje uglova zidova sidrenjem	138
3.8. Ojačanje konstrukcije samostana dodavanjem ukrutnih poprečnih zidova	142

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

4. Nacrti postojećeg i novog stanja konstrukcije.....	146
5. Detalji ojačavanja konstrukcije.....	157

 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	<p>GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka</p> <p>LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb</p> <p>INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga</p> <p>IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.</p>	<p>ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE</p> <p>Zagreb, lipanj 2021.</p>
--	---	--

A. OPĆI DIO

1. UPIS TVRTKE U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Tadić Nikola
Zagreb, Prilaz Đ.Deželića 23

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA**MBS:**

080329929

OIB:

66037779887

EUID:

HRSR.080329929

TVRTKA:

- 1 UPI-2M d.o.o. za projektiranje, trgovinu i usluge
- 1 UPI-2M d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 13 Zagreb (Grad Zagreb)
- Bleiweisova 17

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 22.1 - Izdavačka djelatnost
- 1 * - Građenje, projektiranje i nadzor
- 1 * - Ugostiteljstvo: pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane, pripremanje i usluživanje pića i napitaka i pružanje usluga smještaja i kampiranja
- 2 * - obavljanje stručnih poslova prostornog uređenja u svezi s izradom svih stručnih poslova prostornog uređenja
- 3 * - kupnja i prodaja robe
- 3 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 4 Danijel Malčić, OIB: 23056196973
Zagreb, Medulićeva 20
- 4 - član društva
- 12 BERISLAV MEDIĆ, OIB: 09621891213
Gornja Obreška, V VINOGRADSKI ODVOJAK 13
- 4 - član društva
- 10 Anamaria Filipović, OIB: 83993653963
Zagreb, Palmotićeve ulica 64A
- 6 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 14 DANIJEL MALČIĆ, OIB: 23056196973
Zagreb, MEDULIĆEVA 20
- 1 - direktor

Izrađeno: 2019-07-29 16:01:47
Podaci od: 2019-07-24

D004
Stranica: 1 od 4

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Tadić Nikola
Zagreb, Prilaz Đ.Deželića 23

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 1 - zastupa pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

- 11 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Ugovor o osnivanju usklađen sa ZTD-om 13.12.1995. i sastavljen kao Društveni ugovor.
- 2 Odlukom skupštine društva od 26.01.2005. godine Društveni ugovor izmijenjen je u čl. 8. o predmetu poslovanja. Pročišćeni tekst Društvenog ugovora od 26.01.2005. godine dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
- 3 Odlukom članova društva od 22.05.2006. god. izmijenjen je Društveni ugovor u cijelosti a posebno odredbe čl. 1. o članovima društva, čl. 2. sjedištu i poslovnoj adresi, čl. 3. o djelatnostima, čl. 4. o temeljnom kapitalu i temeljnom ulogu, čl. 6. o poslovnim udjelima. Pročišćen tekst Društvenog ugovora dostavljen u zbirku isprava.
- 6 Skupština društva je dana 31.05.2012. godine izmijenila odredbe Društvenog ugovora u cijelosti a posebno čl. 1 o članovima društva i čl. 6 o poslovnim udjelima.
- 7 Potpuni tekst Društvenog ugovora dostavljen sudu u zbirku isprava.
- 7 Skupština društva je dana 30.04.2013. godine izmijenila odredbe Društvenog ugovora i to čl. 4. o temeljnom kapitalu i čl. 6. o poslovnim udjelima. Potpuni tekst Društvenog ugovora dostavljen sudu u zbirku isprava.
- 11 Društveni ugovor od 30.04.2013. godine izmijenjen je odlukom članova društva u čl. 4. o temeljnom kapitalu i čl. 6. o poslovnim udjelima, te je sastavljen i usvojen potpuni tekst Društvenog ugovora od 17.01.2017. godine koji je dostavljen u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

- 1 Odlukom osnivača od 13.12.1995. godine, povećan je temeljni kapital društva za 16.000,00 kn, tako da je time temeljni kapital uvećan na 20.000,00 kn u stvarima.
- 3 Odlukom članova društva temeljni kapital je povećan sa iznosa od 20.000,00 kuna za iznos od 400,00 kuna na iznos od 20.400,00 kuna.
- 7 Skupština društva je dana 30.06.2013. godine donijela odluku o povećanju temeljnog kapitala sa iznosa od 20.400,00 kn za iznos od 2.100.000,00 kn na iznos od 2.120.400,00 kn iz sredstava društva.
- 11 Temeljni kapital je odlukom članova društva od 17.01.2017. godine smanjen sa iznosa od 2.120.400,00 kn, za iznos od 2.100.400,00 kn, na iznos od 20.000,00 kn.

Statusne promjene: podjela subj. upisa odvj. s preuzimanjem

- 11 Odlukom skupštine društva od 17.01.2017. godine određen je postupak odvajanja s preuzimanjem, istodobnim prijenosom više dijelova imovine društva UPI-2M d.o.o. za projektiranje, trgovinu i usluge, sa sjedištem u Zagrebu, Vinogradska 49, upisano u registar Trgovačkog suda u Zagrebu pod brojem MBS: 080329929, OIB: 66037779887, na već postojeće društvo UPI-2M M PROJEKT društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje, trgovinu i usluge, sa sjedištem u Zagrebu, Vinogradska cesta 49, upisano u registar

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Tadić Nikola
Zagreb, Prilaz Đ.Deželića 23

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA**PRAVNI ODNOSI:**

Statusne promjene: podjela subj. upisa odvj. s preuzimanjem
Trgovačkog suda u Zagrebu pod brojem MBS:081031672, OIB:
78256778721 i na već postojeće društvo STUDIO V društvo s
ograničenom odgovornošću za projektiranje, trgovinu i usluge, sa
sjedištem u Zagrebu, Vinogradska cesta 49, upisano u registar
Trgovačkog suda u Zagrebu pod brojem MBS: 081031630, OIB:
62449885214.

OSTALI PODACI:

- 1 Subjekt je bio upisan kod Trgovačkog suda u Zagrebu pod reg.
uloškom br. 1-68234.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	13.06.19	2018 01.01.18 - 31.12.18	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/34402-3	23.02.2000	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-05/846-2	11.02.2005	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-06/5902-2	14.06.2006	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-10/22227-2	30.12.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-11/21239-2	23.11.2011	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-12/10058-4	27.06.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-13/17147-2	02.08.2013	Trgovački sud u Zagrebu
0008 Tt-14/1097-2	27.01.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0009 Tt-14/22247-2	14.10.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0010 Tt-15/33637-4	12.01.2016	Trgovački sud u Zagrebu
0011 Tt-17/5086-2	24.02.2017	Trgovački sud u Zagrebu
0012 Tt-17/18761-1	28.04.2017	Trgovački sud u Zagrebu
0013 Tt-18/18353-2	11.05.2018	Trgovački sud u Zagrebu
0014 Tt-18/25528-1	29.06.2018	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	30.06.2009	elektronički upis
eu /	30.06.2010	elektronički upis
eu /	29.06.2011	elektronički upis
eu /	28.06.2012	elektronički upis
eu /	30.04.2013	elektronički upis
eu /	12.06.2014	elektronički upis
eu /	12.05.2015	elektronički upis
eu /	01.03.2016	elektronički upis
eu /	27.06.2017	elektronički upis
eu /	28.06.2018	elektronički upis
eu /	13.06.2019	elektronički upis


REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Tadić Nikola
Zagreb, Prilaz D.Deželića 23

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Pristojba: 19,00 kn
Nagrada: 20,00 kn + PDV
02-5104/19



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

2. RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA

Temeljem članka 51.; stavak 2., Zakona o gradnji (NN 153/13 i 20/2017) izdaje se imenovanje:

mr.sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.

projektantom **Elaborata/Projekta obnove** i on je odgovoran za ispravnost i potpunost navedene tehničke dokumentacije u smislu odredbi Zakona o gradnji.

Mr.sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ., rješenjem br. UPI/I-360-01/99-01/2191 pod red. brojem 2191, upisan je u Registar ovlaštenih inženjera građevinarstva.

DIREKTOR:

Danijel Malčić, oec.

U Zagrebu, lipanj 2021.

3. RJEŠENJE O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA



REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-360-01/99-01/2191
Urbroj: 314-01-99-1
Zagreb, 14. listopada 1999.

Na temelju članaka 24. i 50. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva, rješavajući po zahtjevu koji je podnio **MEDIĆ BERISLAV** dipl.ing.građ., ZAGREB, M. TRNINE 4, za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, donio je sljedeće

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se **MEDIĆ BERISLAV**, (JMBG 1307961330035), dipl.ing.građ., ZAGREB, pod rednim brojem 2191, s danom upisa 21.10.1999. godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, **MEDIĆ BERISLAV**, dipl.ing.građ. stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**" i pravo na obavljanje poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi sa člankom 4. stavkom 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlaštenom inženjeru izdaje se "**inženjerska iskaznica**" i stječe pravo na uporabu "**pečata**".

Obrazloženje

MEDIĆ BERISLAV dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upisu Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva proveo je postupak u povodu dostavljenog Zahtjeva, te je temeljem članka 24. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), a u svezi sa člankom 5. stavkom 4. i člankom 20. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 40/99), riješeno kao u izreci.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani stječe pravo na izradu i uporabu pečata, sukladno članku 35. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i na izdavanje "inženjerske iskaznice".

Na temelju članka 141. stavka 1. točke 1. Zakona o općem upravnom postupku (Narodne novine, broj 53/91), predmet je riješen po skraćenom postupku.


Pouka o pravnom lijeku

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




Dostaviti:

1. MEDIĆ BERISLAV
ZAGREB, M. TRNINE 4
uz povrat potvrde o izvršenoj dostavi
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	<p>GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka</p> <p>LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb</p> <p>INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga</p> <p>IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.</p>	<p>ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE</p> <p>Zagreb, lipanj 2021.</p>
--	---	--

B TEHNIČKI DIO

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

1 Tehnički opis

Predmet ovog projekta je sanacija i ojačanje nosive konstrukcije samostana i crkve Sv. Vinka Paulskog. Predmetna građevina nalazi se u Frankopanskoj ulici 15 i 17 u Zagrebu, na k.č.br.2133, k.o. Centar. Građevina je pretrpila štete u potresu koji je pogodio grad Zagreb 22.03.2020. godine te je nakon provedenog brzog pregleda dobila žutu oznaku: PRIVEREMENO NEUPORABLJIVO – potreban detaljan pregled.

Projekt sanacije Crkve Sv. Vinka obuhvaća izradu sljedećih intervencija:

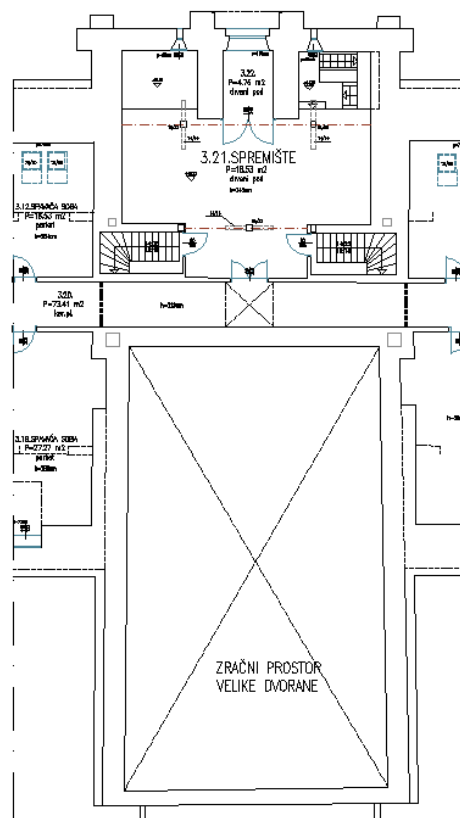
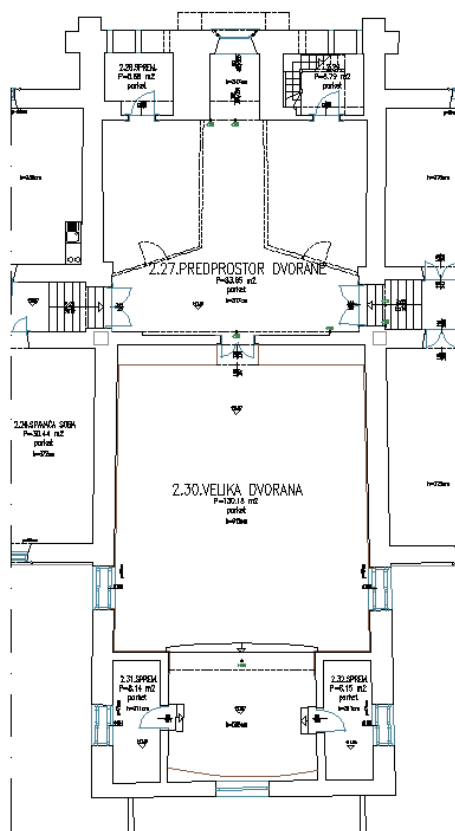
1. U Crkvi: ojačanje spregnute međukatne konstrukcije 2. i dijela 3. kata, lokalno ojačavanje svodova i istočno zapadnih zidova dvorane 2. kata, ojačanje trijumfalnog luka i zabatnog zida, podizanje krovne konstrukcije iznad bočnih dijelova crkve i povezivanje konstrukcije horizontalnim serklažem
2. U samostanu: ojačavanje konstrukcije samostana dodavanjem ukrutnih poprečnih zidova

1.1. OPIS POSTOJEĆEG STANJA

Zgrada je nepravilnog tlocrtnog oblika, katnosti Po+Pr+3K+Pk. Tlocrtni gabariti konstrukcije su 97,0*18,00m (ulični dio) + 24,0*11,0m + 13,0*23,0m (dvorišni dio). Ukupna visina zgrade je 20,44m odnosno 35,83m uključujući visinu zvonika.

Nosiva vertikalna konstrukcija sastoji se od zidanih zidova od pune opeke starog formata različitih debljina (od 25cm do 80cm). U crkvi su najviše stradali bočni istočno-zapadni zidovi dvorane 2. kata, debljine 80cm. Dio pregradnih zidova također su opečni, debljine oko 30cm a dio su gipskartonski zidovi, debljine 15cm .

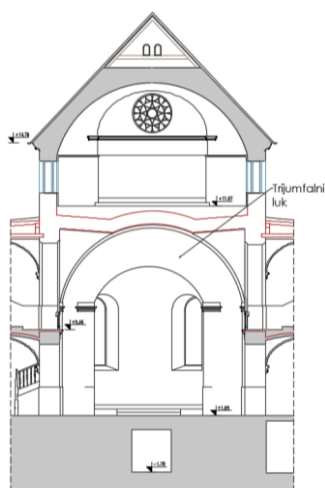
Međukatna konstrukcija iznad kora sastoji se od drvenih grednika dim.12/14cm na pretpostavljenom osnom razmaku od 40cm. Ispod drvenih grednika nalaze se zidani svodovi. Drveni grednici su duljine 9,66m i oslonjeni su na svodove i dvije poprečne mijene. Međukatna konstrukcija iznad predprostora dvorane sastoji se od drvenih grednika 12/14cm na osnom razmaku od 70cm. Drveni grednici oslonjeni su na betonsku ploču koja se nalazi ispod hodnika i na zidu kod zvonika.



Slika 1. i Slika 2. Tlocrtni prikaz Crkve Sv. Vinka 2. i 3. kata

Krovište crkve je drveno, dvostrešno s pokrovom od crijeva. U dvorani 2. kata ispod rogova nalaze se remenate.

Prilikom potresa trijumfalni luk pretrpio je znatna oštećenja budući da je cijeli zabatni zid oslonjeni na trijumfalni luk kao što se može vidjeti na slici 3. Zabatni zid izvedeni je u drvenoj konstrukciji te je u konstruktivnoj slaboj izvebi.

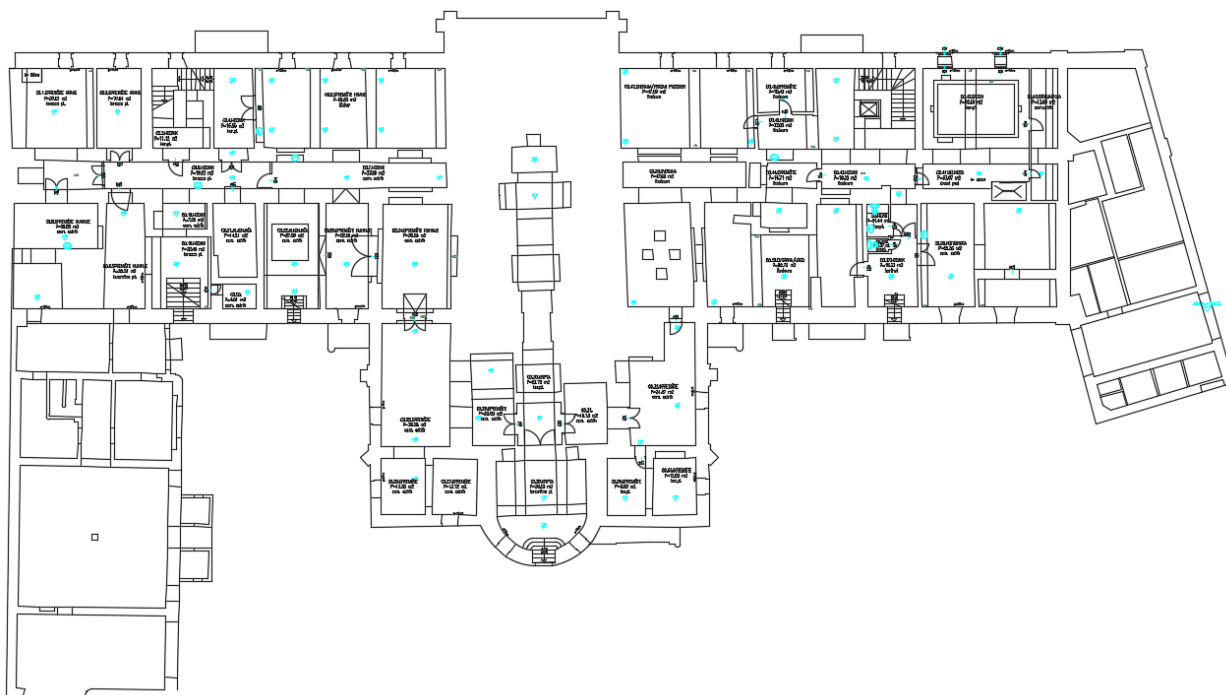


Slika 3. Poprečni presjek Crkve Sv. Vinka

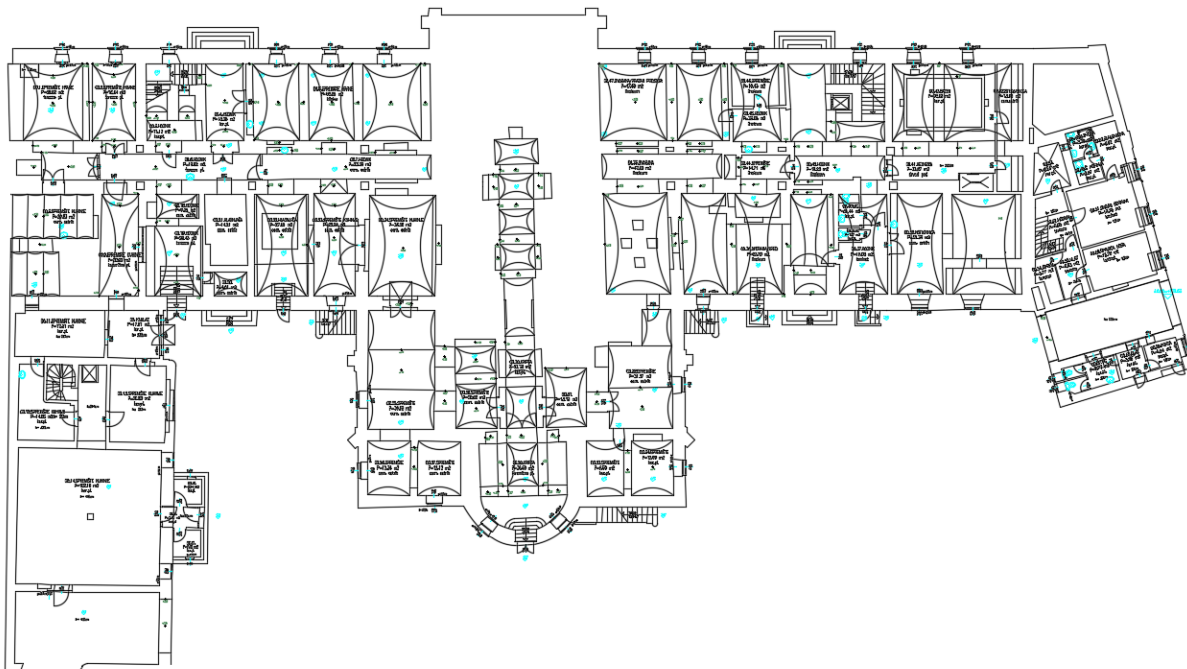


Slika 4. Zabatni zid – postojeće stanje

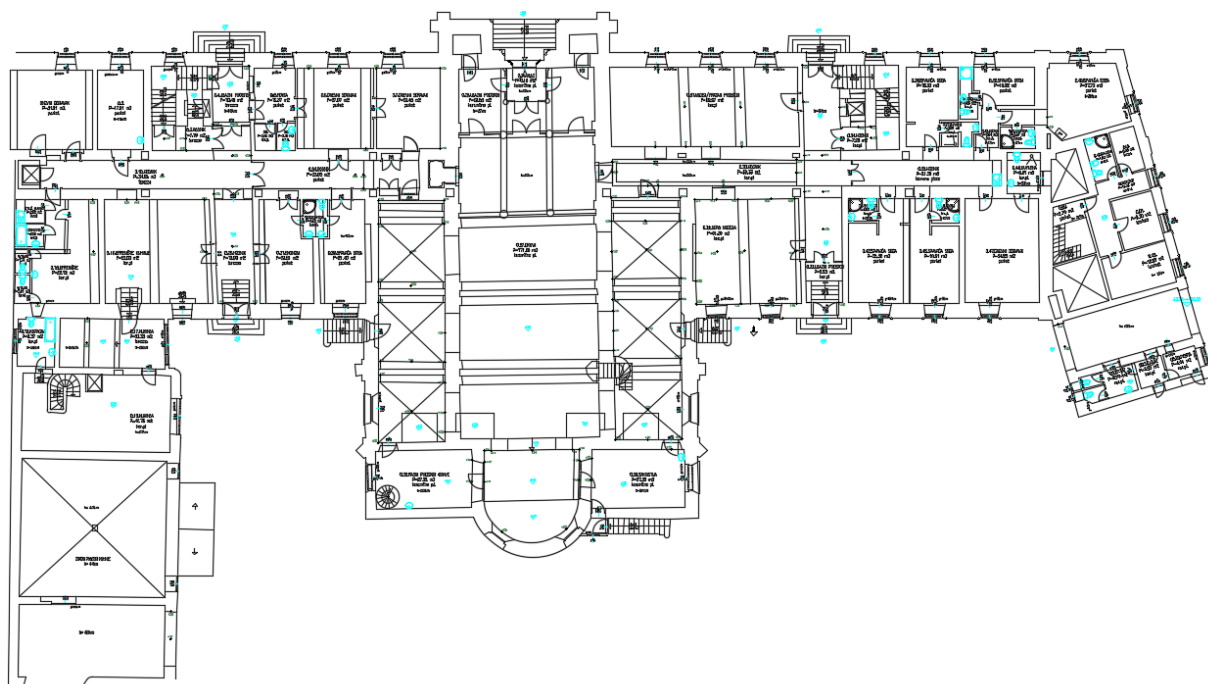
1.2. SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA



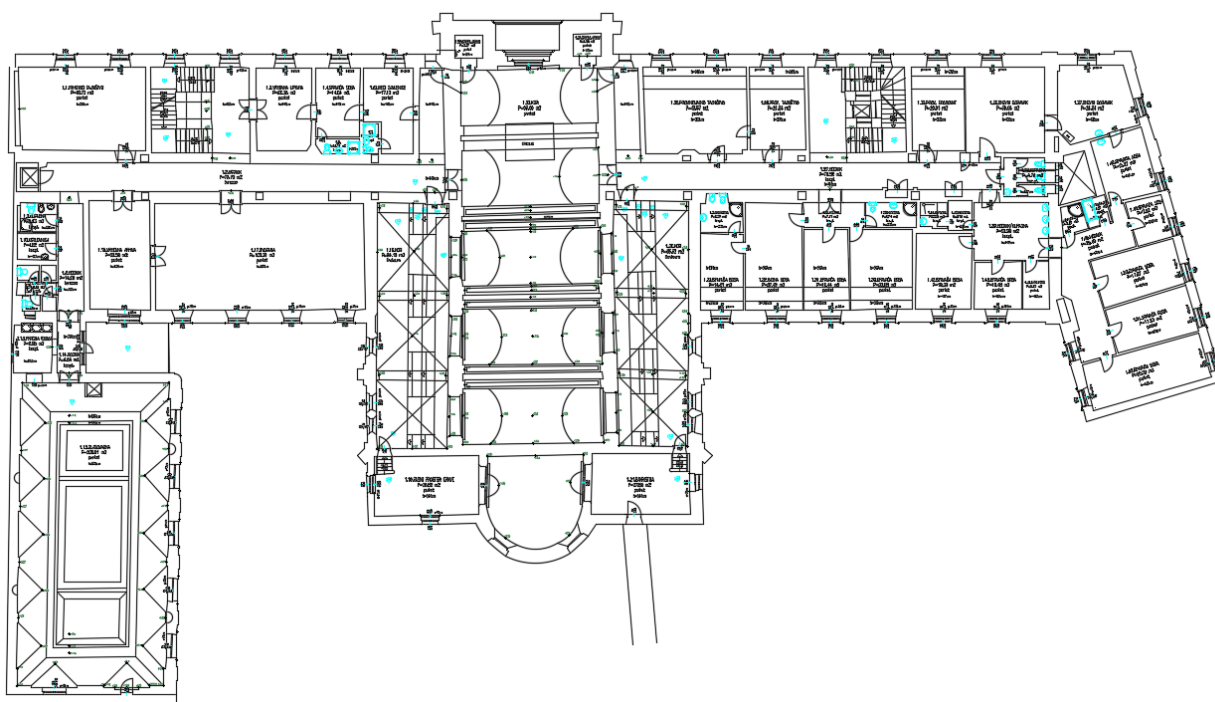
Slika 5. Tlocrt podruma (-1.95m)



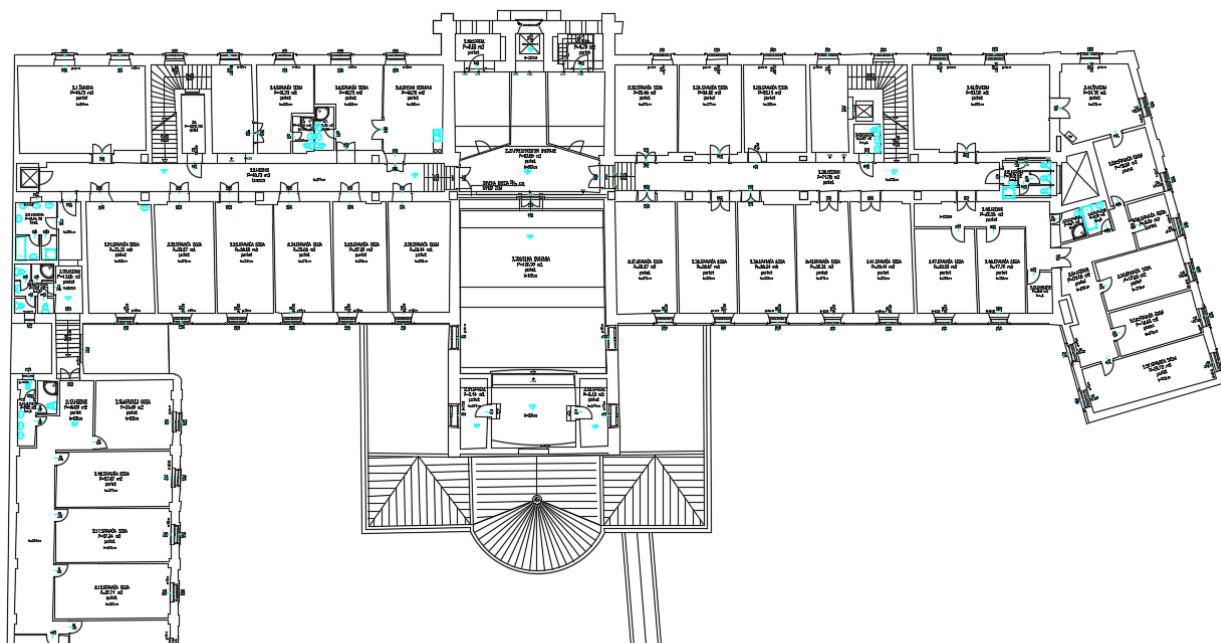
Slika 6. Tlocrt podruma i prizemlja (0.00 m)



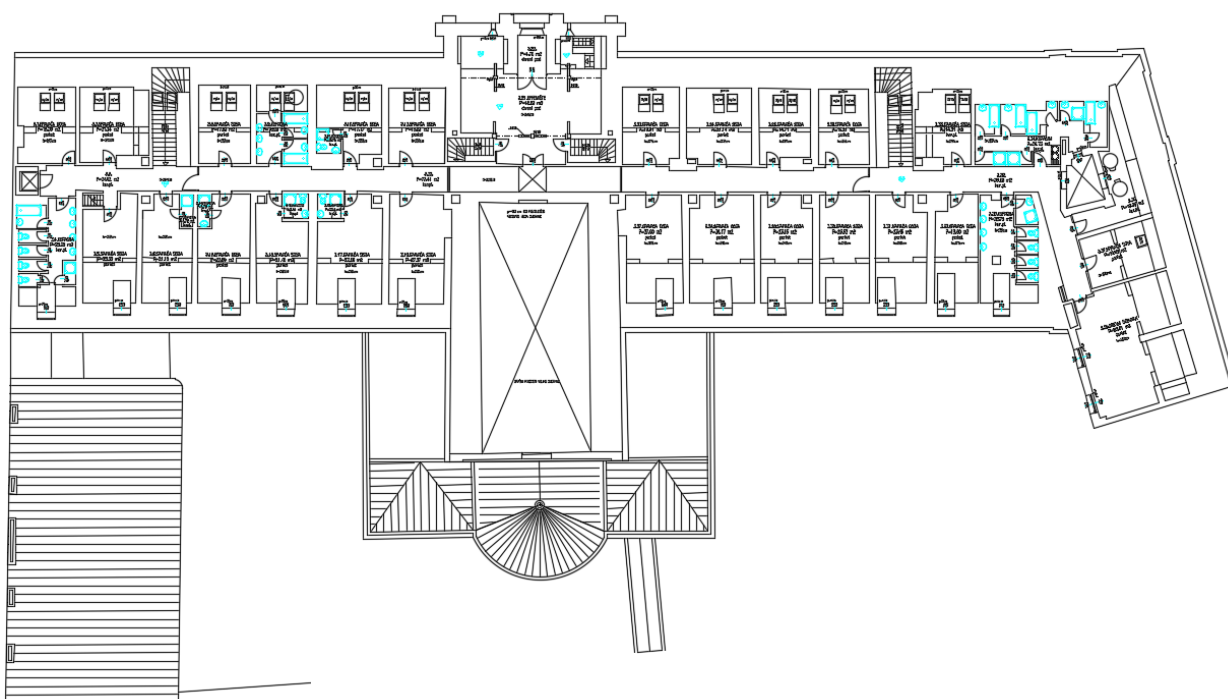
Slika 7. Tlocrt visokog prizemlja (+1.05 m)



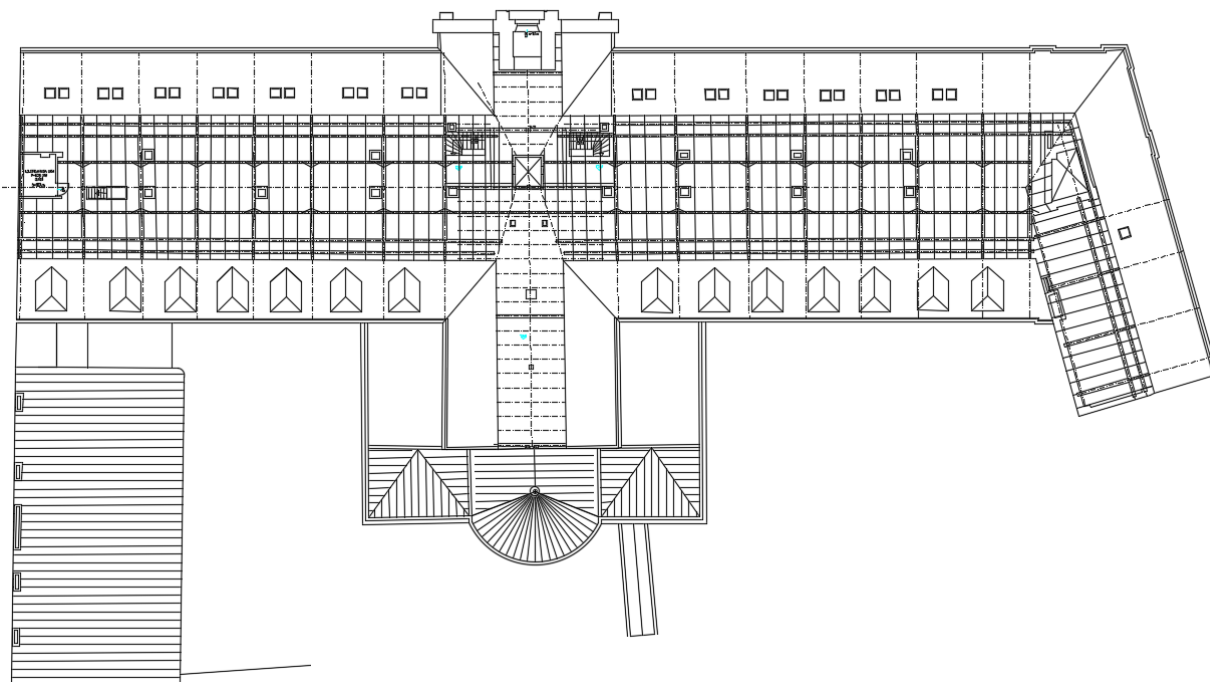
Slika 8. Tlocrt 1. Kata (+5.52 m)



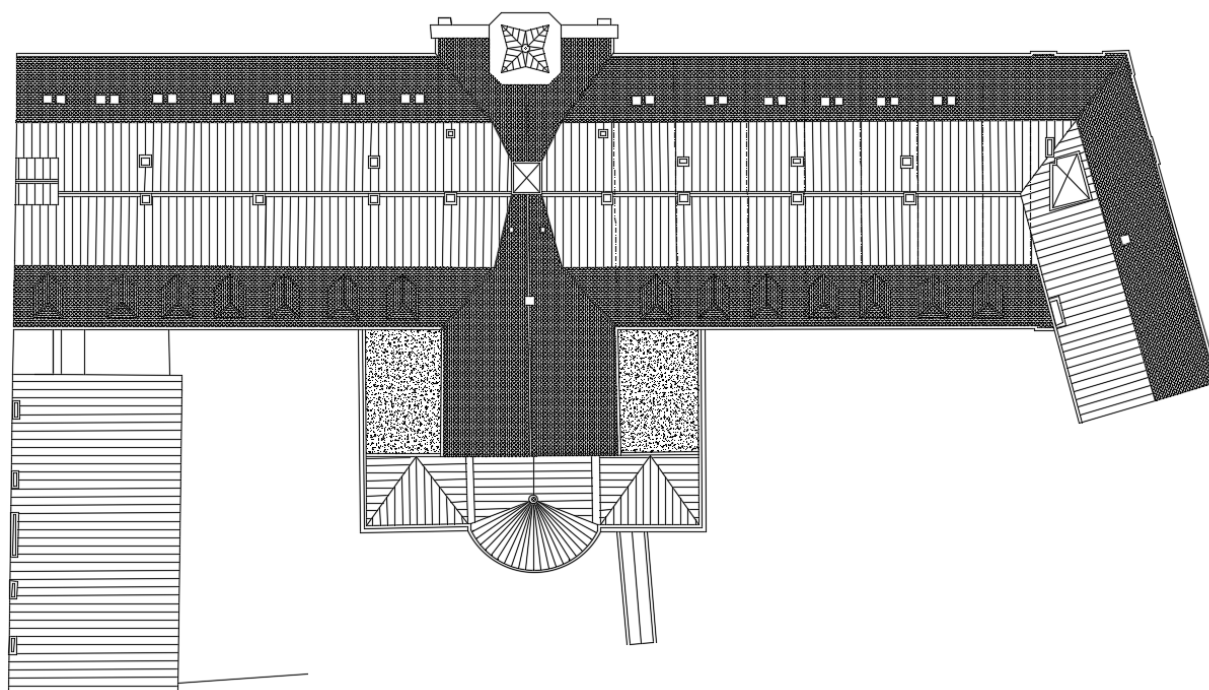
Slika 9. Tlocrt 2. Kata (+10.37 m)



Slika 10. Tlocrt 3. Kata (+15.22 m)



Slika 11. Tlocrt krovišta (+17.92 m)



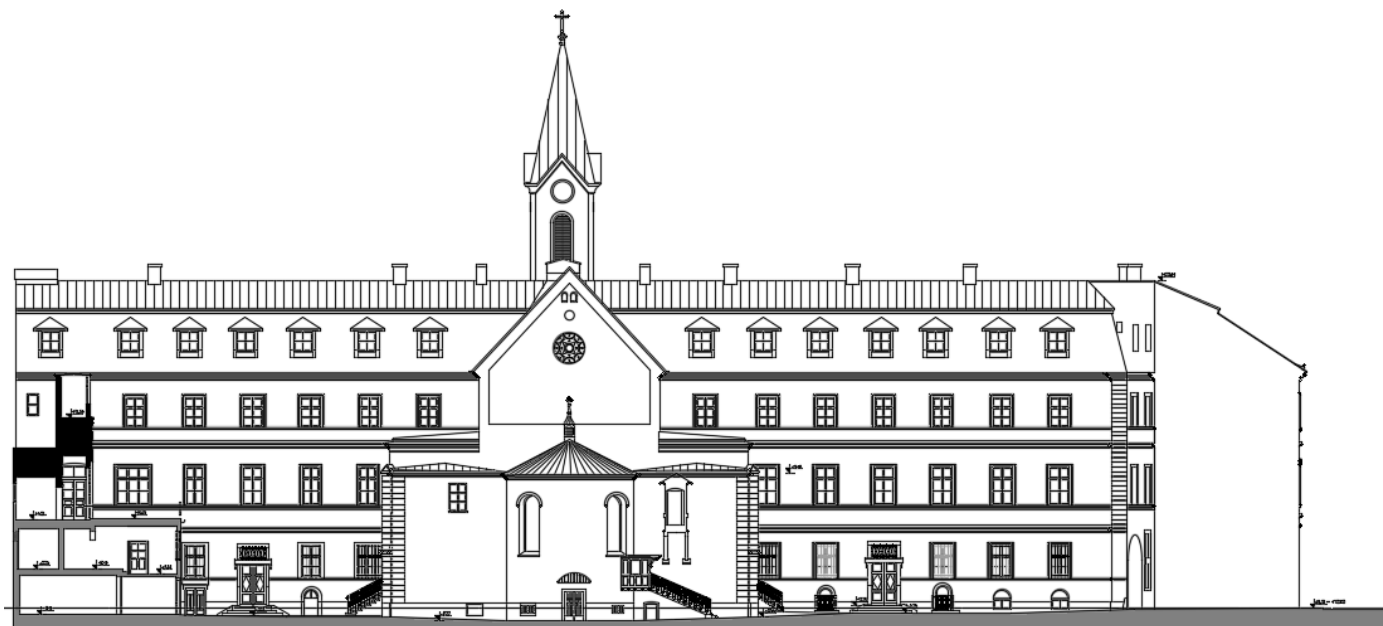
Slika 12. Tlocrt krova



Slika 13. Uzdužni presjek



Slika 14. Poprečni presjeci



Slika 15. Istočno pročelje

1.3. PRIKAZ OŠTEĆENJA KONSTRUKCIJE

Prilikom spomenutog potresa u Zagrebu međukatna konstrukcija 2. kata, ispod koje se nalaze zidani svodovi, pretrpila je znatna oštećenja što se može vidjeti u nastavku. Osim spomenute međuktane konstrukcije trijumfalni luk je također pretrpio je znatna oštećenja budući da je cijeli zabatni zid oslonjeni na trijumfalni luk.



Slika 16. i Slika 17. Prikaz raspucalih svodova iznad kora




Slika 18. i Slika 19. Prikaz međukatnih konstrukcija 1. i 2. kata



Slika 20. i Slika 21. Prikaz raspucalog bočnog zida i svoda u dvorini 2. kata na mjestu nadogradnje crkve



Slika 22. i Slika 23. Prikaz raspucalog trijumfnog luka

 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	GRADEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

Za potrebe izrade projekta napravljeni su istražni radovi kojima je utvrđena kvaliteta gradiva ugrađenih u nosive zidove od pune opeke IZVJEŠĆE o istražnim radovima na konstrukcij crkve Sv. Vinka i samostana u Zagrebu iz 09.lipnja 2020. godine (u nastavku Izvješće o istražnim radovima):

 GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU Zavod za tehničku mehaniku UNIVERSITY OF ZAGREB, FACULTY OF CIVIL ENGINEERING Department of engineering mechanics LABORATORIJ ZA ISPITIVANJE KONSTRUKCIJA Fra Andrije Kačića Miošića 26, HR-10 000 Zagreb Tel. +385 (0)1 4639 600, Fax. +385 (0)1 4639 639 www.grad.unizg.hr		Dokument OB 7.19-01 Izdanje: 04
--	--	------------------------------------

KLASA: 644-01/20-18/56
 UR. BROJ: 251-64-18-20-4

Zagreb, 09. lipnja 2020. godine

Radni nalog: 09/2020

IZVJEŠĆE
 o istražnim radovima na konstrukciji crkve Sv. Vinka i samostana,
 Frankopanska ulica 15 i 17 u Zagrebu

Naručitelj: **UPI-2M d.o.o.**
 Bielewiceva 17
 HR - 10 000 Zagreb
 OIB: 66037779887

Narudžbenica broj: 20-0200-000003 od 25. svibnja 2020. godine

Gradovina: CRKVA SV. VINKA I SAMOSTAN
 Frankopanska ulica 15 i 17
 HR - 10 000 Zagreb

Vrsta ispitivanja: Istražni radovi - Ispitivanje posmične čvrstoće morta i tlačne čvrstoće pune opeke

Voditelj ispitivanja: 
 prof.dr.sc. Josko Krolo, dipl.ing.građ.

Suradnik: 
 doc.dr.sc. Ana Skender, dipl.ing.građ.

Voditelj Laboratorija za ispitivanje konstrukcija: 
 doc.dr.sc. Ivan Duvnjak

Predstojnik Zavoda za tehničku mehaniku: 
 prof.dr.sc. Marko Matković, dipl.ing.građ.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
 GRAĐEVINSKI FAKULTET
 ZAVOD ZA TEHNIČKU MEHANIKU
 ZAGREB, Ul. fra A. Kačića Miošića 26

Laboratorij od naručitelja očekuje povratne informacije o pruženoj usluzi na obrascu OB7.6-01

Umnožavanje ovog izvješća nije dozvoljeno bez pismenog odobrenja Voditelja laboratorija.

 GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU Zavod za tehničku mehaniku UNIVERSITY OF ZAGREB, FACULTY OF CIVIL ENGINEERING Department of engineering mechanics LABORATORIJ ZA ISPITIVANJE KONSTRUKCIJA		KLASA: 644-01/20-18/56 UR. BROJ: 251-64-18-20-4
--	--	--

Radni nalog 09/2020

5. ZAKLJUČAK

Za potrebe izrade projekta sanacije i obnove Crkve Sv. Vinka i glavne zgrade samostana Sestara Milosrdnica u Frankopanskoj ulici 15 i 17 u Zagrebu provedeni su istražni radovi na temelju čega se može zaključiti sljedeće:

- a) Ispitivanje posmične čvrstoće morta ugrađenog u zidove od pune opeke provedeno je na šest (6) mjesta (P₁, P₃, P₅, P₈, P₉ i P₁₀).

Srednja vrijednost posmične čvrstoće morta na svim mjestima iznosi:

$$\bar{\tau}_{mu} = 0,572 \text{ MPa.}$$

Pri analizi posmične čvrstoće morta treba uzeti u obzir vertikalno stalno opterećenje, odnosno vertikalna naprezanja na pojedinom mjestu ispitivanja.

- b) Srednja vrijednost tlačne čvrstoće opeke dobivena na uzorcima pune opeke uzetih iz zidova iznosi:

$$\bar{\sigma}_{tlopeke} = 14,85 \text{ MPa.}$$

- c) Pri analizi rezultata ovih ispitivanja treba uzeti u obzir relativno mali broj mjesta ispitivanja u odnosu na površinu građevine.

- d) Opći dojam dobiven tijekom provođenja ovih istražnih radova je da su zidovi od pune opeke konstrukcije Crkve i samostana izvedeni vrlo kvalitetno, naravno na mjestima bez oštećenja i pukotina od potresa.

Obradio: 
 prof.dr.sc. Josko Krolo, dipl.ing.građ.
 Ovlašteni inženjer građevinstva

Izvadak iz izvješća

1.4. OPIS PRORAČUNSKOG MODELA KONSTRUKCIJE

Napravljena su dva proračunska modela u software-u SCIA Engineer 19.1.

Prvi proračunski model napravljen je za potrebu analize postojećeg stanja konstrukcije - linearna i modalna analiza konstrukcije (modalni oblici, aktivacija mase,...), prikaz vlačnih naprezanja i pomaka zidova. Analiza postojeće konstrukcije napravljena je za potres pri proračunskom ubrzanju od 0,09g za koji se pretpostavlja da odgovara potresu koji se stvarno dogodio.

Za potrebe proračuna i prikaza ojačanja konstrukcije napravljen je drugi 3d model (SCIA Engineer) gdje je međukatna konstrukcija modelirana kao ploča debljine 10cm koja je spojena sa zidovima u oba smjera.

1.5. OPIS OJAČANJA KONSTRUKCIJE


Kako bi se povećala nosivost konstrukcije na horizontalna opterećenja potresa, potrebno je izvesti određena ojačanja na konstrukciji.

- **Ojačanje svodova iznad kora**

Ojačanje svoda provodi se lokalnim obostranim ojačanjem FRP mrežicama.



Slika 24. Primjer ojačanja zidova svoda FRP trakam

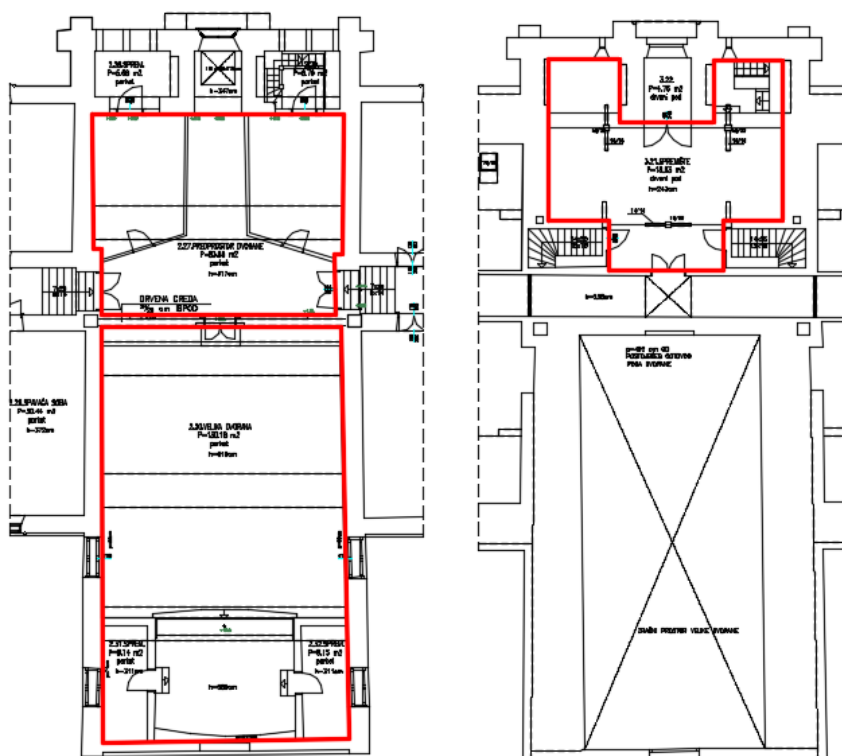
	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

• Ojačanja međukatne konstrukcije

Predviđeno je ojačanje postojeće međukatne konstrukcije iznad kora i međukatne konstrukcije iznad predprostora dvorane na 2. katu kako je prikazano na slici 25.

Prijedlog sanacije međukatne konstrukcije iznad kora obuhvaća postavljanje četiri HEA140 profila kako bi se smanjio poprečni raspon drvenih grednika i kako bi se rasteretili svodovi. Čelični profili postavljeni su po dužini dvorane i oslonjeni su na 'zidiće' svodova na svaki cca 4.5m. Na HEA profile se oslanjaju drveni grednici. Svaki drveni grednik je sidreni u zid. Drveni grednici sprežu se s dvoslojnom daščanom oplatom. Na daščanu oplatu postavlja se čeličnih flah koji se spaja sa daščanom oplatom i sidri u zid.

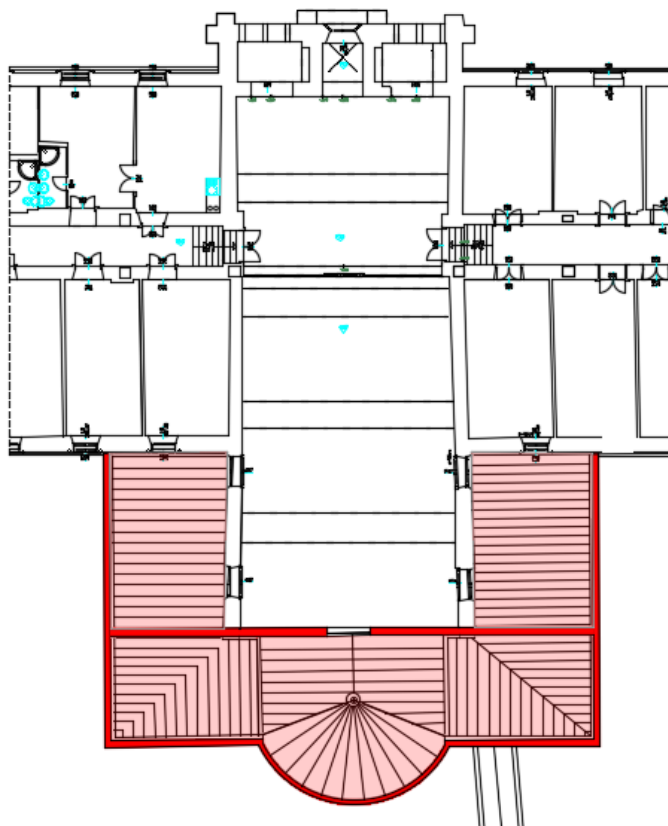
Prijedlog sanacije međukatne konstrukcije iznad predprostora dvorane na 2. katu obuhvaća postavljanje drvenih grednika. Drveni grednici su s jedne strane sidreni u postojeću betonsku ploču koja se nalazi ispod hodnika 3. kata a s druge strane u zid uz zvonik. Drveni grednici sprežu se sa dvoslojnom daščanom oplatom. Na daščanu oplatu postavlja se čeličnih flah koji se spaja sa daščanom oplatom i sidri u zid.



Slika 25. Prikaz pozicije ojačanja međukatnih konstrukcija 2. i 3. Kata

- **Podizanje krovne konstrukcije iznad bočnih dijelova crkve i povezivanje konstrukcije horizontalnim serklažem**

Predviđa se podizanje krovne konstrukcije iznad oltara i bočnih dijelova crkve, prikazano na slici 5, kako bi se izveo horizontalni serklaž po vanjskom rubu crkve. Time bi se omogućilo povezivanje i ukrućivanje cijele crkve kao jedne cjeline odnosno kako bi se poboljšalo njezino protupotresno ponašanje.



Slika 26. Prikaz krovne konstrukcije predviđene za rekonstrukciju

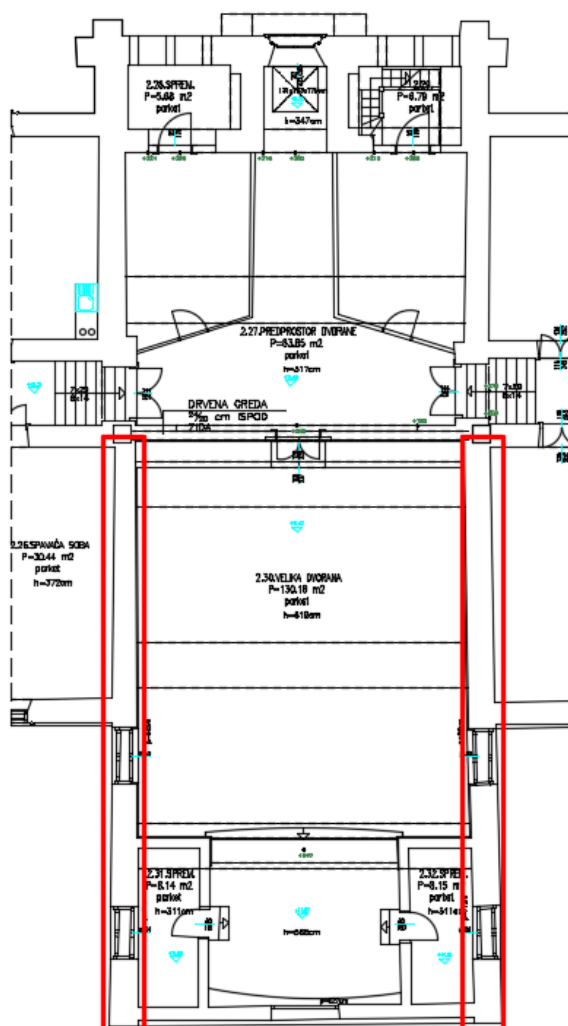
- **Ojačavanje zabatnog zida i rasterećenje trijumfnog luka**

Predviđa se ponovna izgradnja i ojačanje zabatnog zida. Prijedlog sanacije zabatnog zida obuhvaća izvedbu horizontalne grede iznad trijumfnog luka koja će preuzeti sva opterećenja i time u potpunosti rasteretiti trijumfalni luk. Dio zabatnog zida biti će zidani s vertikalnim i horizontalnim serklažima a dio će se izvesti u drvenoj konstrukciji. Sa predloženim izmjenama omogućuje se povezivanje zabata sa međukatnom konstrukcijom i sa bočnim zidovima 2. kata, odnosno omogućuje se međusobno povezivanje cijelog 2. kata crkve kao jedne cjeline.

UPI 2 M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

- **Ojačanje bočnih zidova vertikalnim i horizontalnim serklažima**

Za potrebu ojačanja bočnih zidova na 2. katu crkve, potrebno je izvesti izvesti vertikalne i horizontalne serklaže. Vertikalni i horizontalni serklaži znatno utječu na ponašanje i nosivost zidanih zidova pod vertikalnim i osobito horizontalnim opterećenjem. Njihova je uloga posebno značajna pri djelovanju potresa na zidane građevine. Prije svega, serklaži povezuju i ukružuju ziđe. Oni znatno pridonose nosivosti ziđa na tlak, savijanje i posmik te za opterećenja u ravnini zidova i za opterećenja okomito na njihovu ravninu. Serklaži smanjuju deformacije ziđa. Pri horizontalnim djelovanjima serklaži omogućavaju formiranje tlačnih dijagonala u ziđu. Vertikalni serklaži dominantno prenose vlačna naprezanja u ziđu. Horizontalni serklaži preraspodijeljuju vertikalna opterećenja na ziđe, a osobito koncentrirane sile.



Slika 27. Tlocrtni prikaz zidova dvorane 2. Kata predviđenih za ojačavanje

- **Lokalno ojačanje zidova**

- Lokalno ojačavanje uglova zidova sidrenjem

Zidovi moraju biti povezani pravim (stvarnim) zidnim vezom. Ukoliko se nakon skidanja žbuke ustanovi da je spoj zidova loše izveden, ili su vidljive vertikalne pukotine na spoju dvaju zidova potrebno je izvršiti sanaciju spoja dvaju zidova. Sanacija spoja dvaju zidova ostaruje se sidrenjem čelične armaturne šipke i injektiranjem epoksidnim ljepilom na spoju dva zida.

- Lokalno ojačavanje zidova FRP trakama

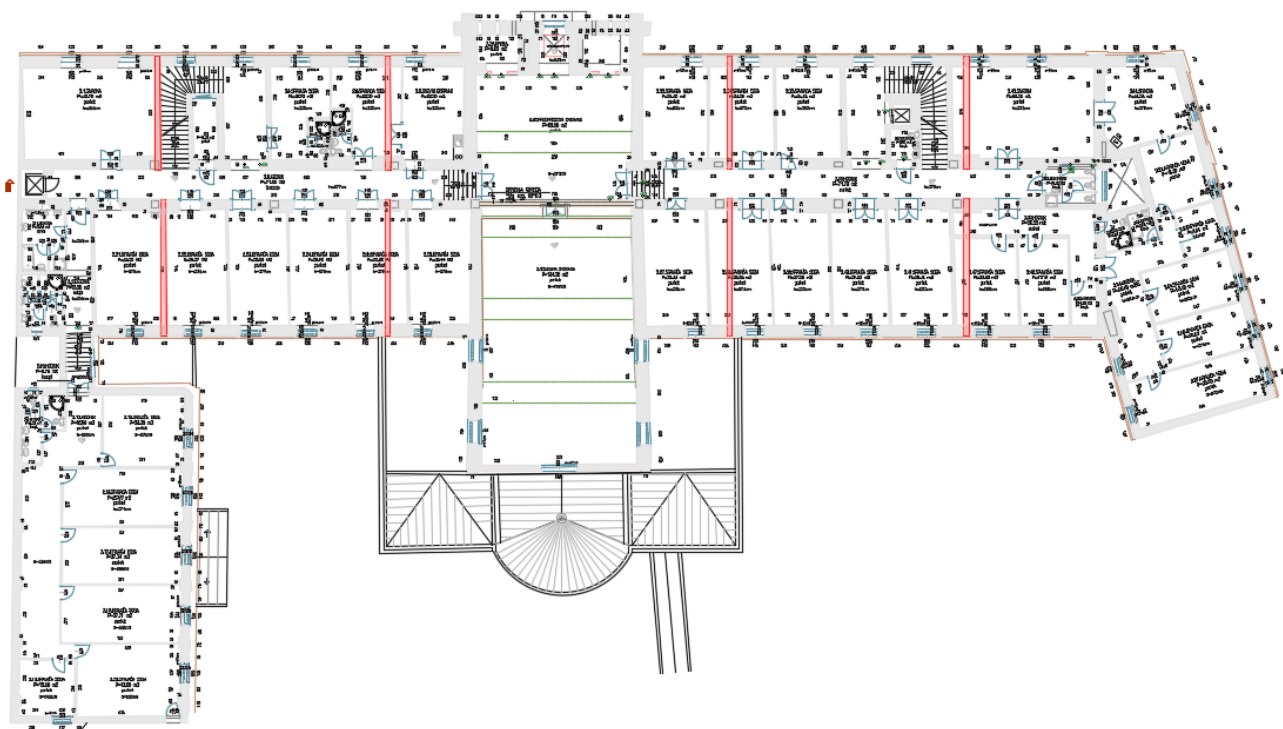
Kao jedna od metoda povećanja nosivosti ziđa na horizontalna djelovanja te povećanje seizmičke otpornosti, predlaže se lokalno postavljanje horizontalnih FRP traka koje sudjeluju u preuzimanju poprečne sile te sprječavaju slom zida nakon nastanka dijagonalnih pukotina.



Slika 28. Primjer ojačanja zidova svoda FRP trakama

- **Ojačanje konstrukcije samostana dodavanjem ukrutnih poprečnih zidova**

Kako bi se poboljšalo ponašanje konstrukcije na horizontalna opterećenja, samostan je potrebno ukrutiti u poprečnom smjeru. Zbog toga se predlaže postavljanje 4 ukrutnih zidova debljine 35 na 2. katu u svako krilo crkve.



Slika 29. Prikaz ukrutnih zidova na 2. katu

PROJEKTANT:

mr.sc.Berislav Medić, dipl.ing.građ

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

2.1. OPIS PRORAČUNSKOG MODELA

Za potrebe analize postojećeg stanja konstrukcije, napravljen je proračunski model u software-u SCIA Engineer 19.1

2.1.1. Model postojećeg stanja - linearna i modalna analiza (SCIA Engineer)

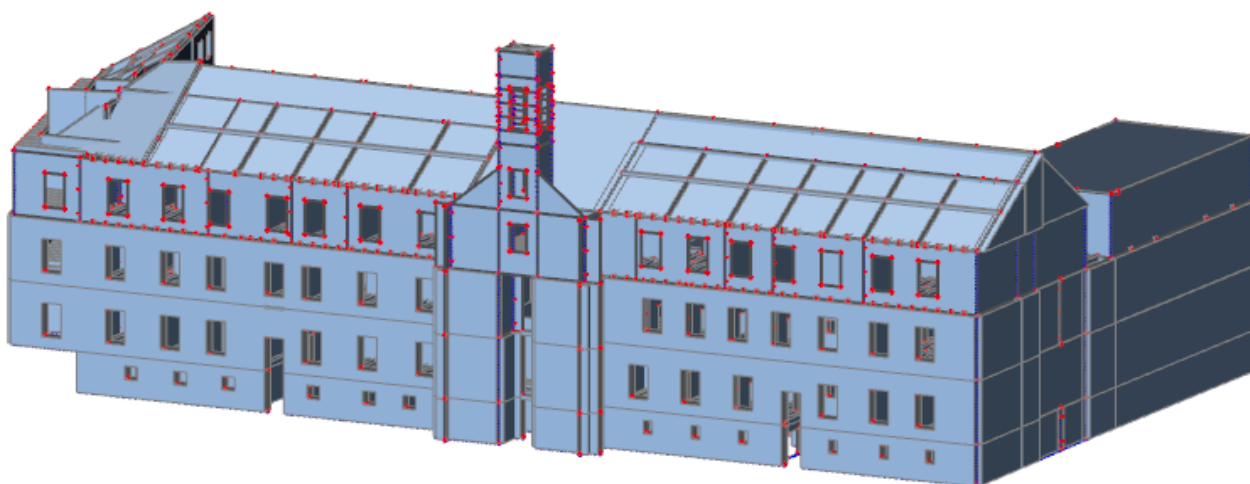
Napravljen je 3D model konstrukcije metodom konačnih elemenata (FEM). Proračun je napravljen za linearnu i modalnu analizu konstrukcije za potrebe prikaza naprezanja zida te pomaka uslijed djelovanja potresa.

Opečni zidovi modelirani su kao ravninski 2D elementi (plošni elementi) s karakteristikama postojećeg starog zida - vrijednosti tlačne čvrstoće zida su pretpostavljene, a vrijednost posmične čvrstoće dobivena je eksperimentalnim istraživanjem. Za potrebe izrade ovog elaborata napravljeni su istražni radovi kojim je dobivena prosječna vrijednost posmične čvrstoće morta te tlačna čvrstoća opeke.

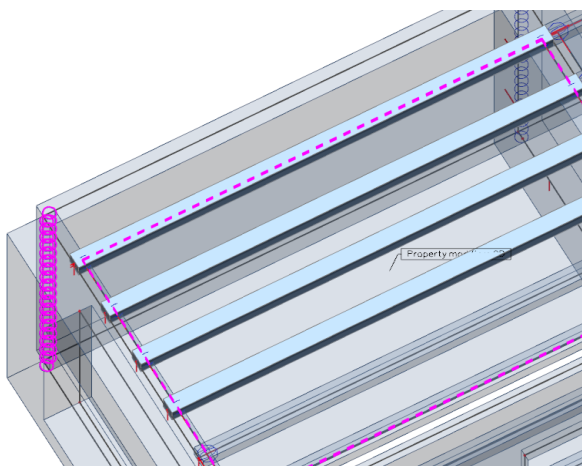
S obzirom da je općenito jako loša međusobna veza između zidova (nema serklaža ili kvalitetno izvedenog zidarskog veza) u modelu je oslobođena veza između dva zida.

Drveni grednici međukatne konstrukcije modelirani su kao 1D elementi povezani zglobovom vezom sa zidovima. Kako bi se ostvarilo realnije ponašanje konstrukcije u modalnoj analizi između grednika je modelirana tanka ploča minimalne krutosti - debljina ploče je 5cm, krutosti ekvivalentne drvenoj ploči klase C14), masa ploče nije uzeta u obzir u modalnoj analizi.

Masa etaže podruma isključena je za potrebe modalne analize konstrukcije.



Prikaz proračunskog modela 1a



Prikaz međukatne konstrukcije i rubnih uvjeta između 2 zida

Name	stari zid
Code independent	
Material type	Masonry
Thermal expansion [m/mK]	0.00
Unit mass [kg/m ³]	1800.0
E modulus [MPa]	8.0000e+02
Poisson coeff.	0.25
Independent G modulus	<input checked="" type="checkbox"/>
G modulus [MPa]	5.0000e+01
Log. decrement (non-uniform ...)	0.29
Colour	
Specific heat [J/gK]	6.0000e-01
Thermal conductivity [W/mK]	4.5000e+01
Material behaviour for n...	
Material behaviour	Elastic
Code dependent values	
Characteristic compressive stre...	3.70
Calculate dependent values	<input type="checkbox"/> no
Coefficient for modulus of elas...	1000.00
Partial factor for ULS for mason...	2.20
Characteristic initial shear stren...	0.47
Characteristic flexural strength ...	0.10
Characteristic flexural strength ...	0.60

*Prikaz karakteristika materijala zidanog zida
- vrijednosti na temelju Izvješća o istražnim radovima*

2.2. Analiza opterećenja

Opterećenja su u modelu zadana linijski preko drvenih grednika.

2.2.1. Stalno opterećenje

Programski paket SCIA Engineer sam uzima u obzir vlastitu težinu svih elemenata.

2.2.2. Dodatno stalno opterećenje

1. KONSTRUKTIVNI ELEMENT: međetaža

Pretpostavljeno opterećenje klasične međetažne konstrukcije napravljene od drvenih grednika:

$$\Delta g = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

-opterećenje po drvenom gredniku: $r = 1.00 \text{ m}$

$$\Delta g' = 1.50 \text{ kN/m}$$

2. KONSTRUKTIVNI ELEMENT: međetaža potkrovlja + opterećenje drvenog krovišta

Pretpostavljeno opterećenje klasične međetažne konstrukcije napravljene od drvenih grednika:

$$\Delta g = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

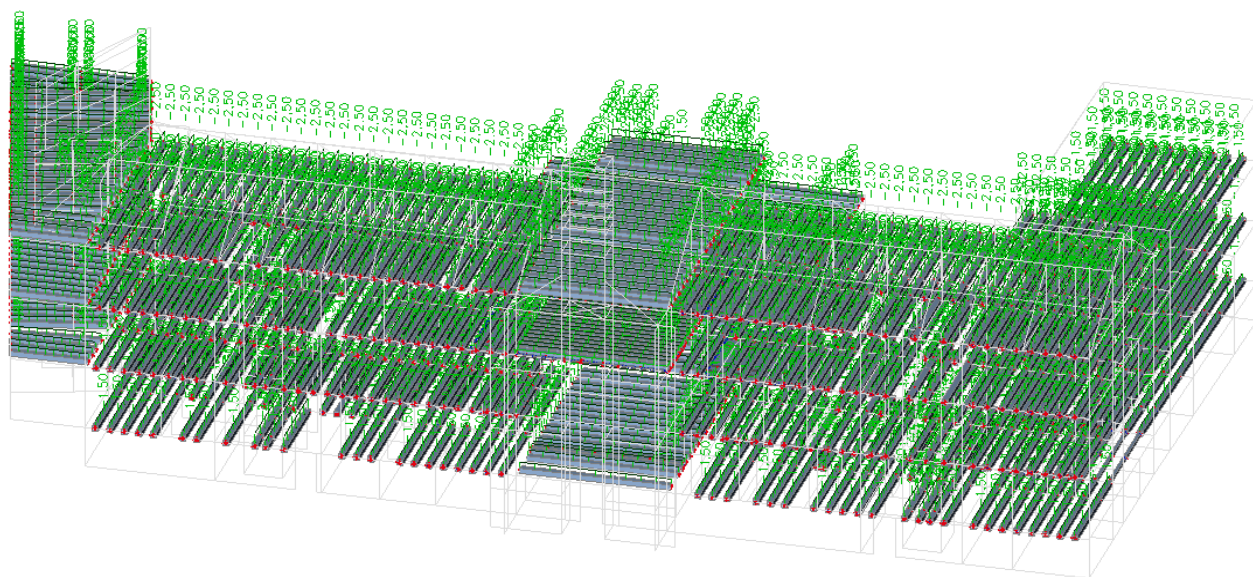
Pretpostavljeno opterećenje klasičnog drvenog krovišta i zabata:

$$\Delta g = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

Usvojeno opterećenje:

$$\Delta g = 2.50 \text{ kN/m}^2$$

Prikaz opterećenja



2.2.3. Korisno opterećenje

1. KONSTRUKTIVNI ELEMENT: međetaža

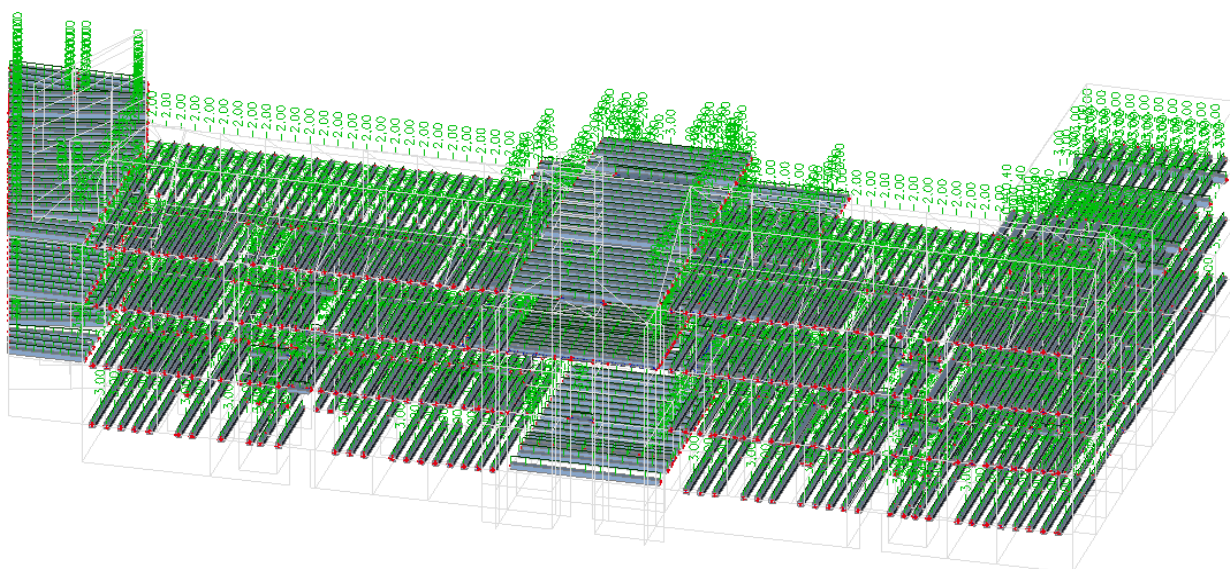
Kategorija:	C	Stambeni prostor	q =	4.00 kN/m ²
	C	Stubište	q =	3.00 kN/m ²
		USVOJENO OPTEREĆENJE:	q =	3.00 kN/m²


-opterećenje po drvenom gredniku: $r = 1.00$ m
 $\Delta g' = 3.00 \text{ kN/m}^2$

2. KONSTRUKTIVNI ELEMENT: međetaža potkrovlja + opterećenje drvenog krovišta

Kategorija:	C	USVOJENO OPTEREĆENJE:	q =	2.00 kN/m²
-------------	---	------------------------------	------------	------------------------------

Prikaz opterećenja



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

2.3. Kombinacije opterećenja

Elementi će biti proračunati prema Eurokod propisima uz odgovarajuće parcijalne koeficijente sigurnosti za materijal i opterećenja.

Programski paket Scia Engineer sam radi kombinacije za zadana opterećenja, za oba granična stanja.

Load groups

Name	Load	Relation	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variable	Standard	Cat A : Domestic
LG3	Seismic	Together	

Load cases

Name	Description	Action type	Load group	Direction	Duration	Master load case
	Spec	Load type				
LC1	Self weight	Permanent Self weight	LG1	-Z		
DS	Dodatno stalno	Permanent Standard	LG1			
Q	korinso Standard	Variable Static	LG2		Short	None
Ax	potres u smjeru x Seismicity	Variable Dynamic	LG3			None
Ay	potres u smjeru y Seismicity	Variable Dynamic	LG3			None

Combinations

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
ULS-Set B (auto)		EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - Self weight	1.00
			DS - Dodatno stalno	1.00
			Q - korinso	1.00
SLS-Char (auto)		EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight	1.00
			DS - Dodatno stalno	1.00
			Q - korinso	1.00
SLS-Quasi (auto)		EN-SLS Quasi-permanent	LC1 - Self weight	1.00
			DS - Dodatno stalno	1.00
			Q - korinso	1.00
ULS-Seis (auto)		EN-Seismic	LC1 - Self weight	1.00
			DS - Dodatno stalno	1.00
			Q - korinso	1.00
			Ax - potres u smjeru x	1.00
			Ay - potres u smjeru y	1.00

UPI 2 M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

2.4. Seizmičko opterećenje u smjeru x

2.5. Seizmičko opterećenje u smjeru y

Seizmičko opterećenje promatra se za stvarno ubrzanje tla koje je ekvivaletno potresu koji se i dogodio - 0,09g.

Lokacija: **Zagreb**
 Klasa važnosti: **III**

Poredbeno vršno ubrzanje $a_{gR} = 0.09 \text{ g}$
 Faktor važnosti $\gamma_I = 1.2$

Proračunsko ubrzanje tla tipa C:

$a_g = \gamma_I a_{gR} = 0.108 \text{ g}$

Tip tla: **C** **Zbijeni ili srednje gusti pijesak, šljunak ili čvrsta glina debljine nekoliko desetka do nekoliko stotina metara.**

Parametri horizontalnog proračunskog spektra za dani tip tla:

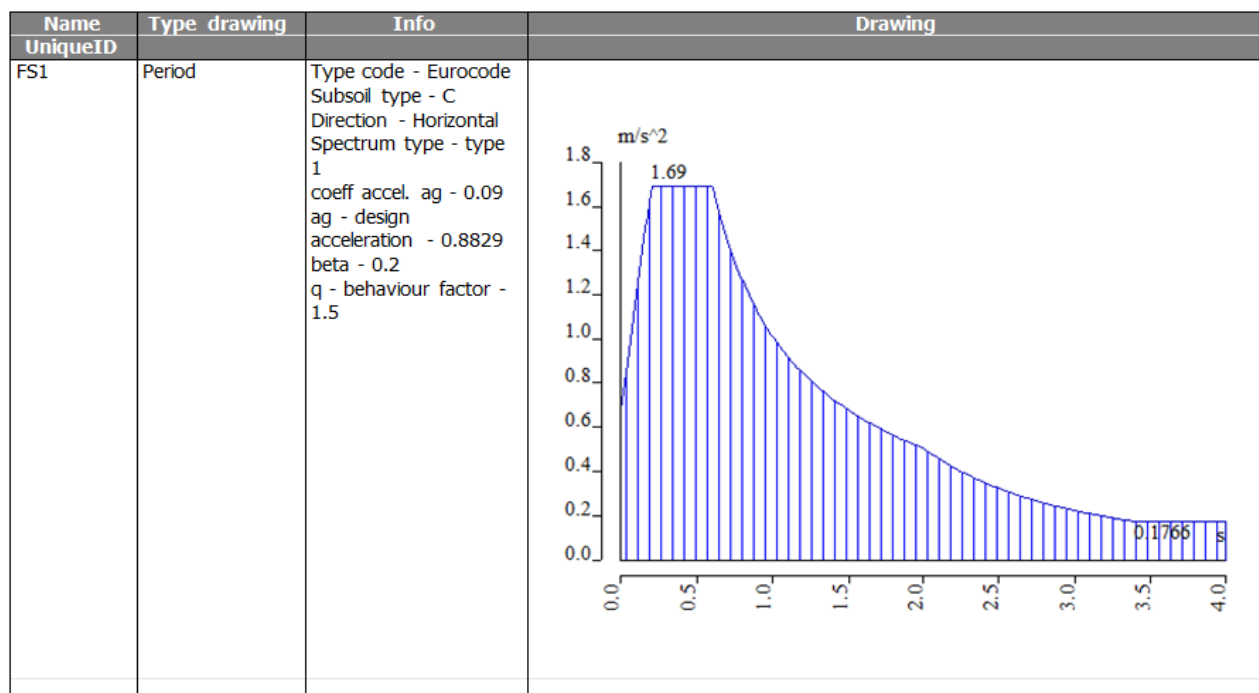
$S = 1.15$ $T_B = 0.20$ $T_C = 0.60$ $T_D = 2.00$


Faktor ponašanja: $q = 1.5$

Potresni parametri modela:

MODEL 1a

Seizmički spektar



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

2.6. Određivanje graničnih vrijednosti vlačnih naprezanja

Istražnim radovima dobivena je vrijednost posmične čvrstoće morta na temelju koje je dobivena prosječna vlačna čvrstoća zidova (granična vlačna naprezanja):

Tablica 4.1 - Rezultati posmične čvrstoće morta

Oznaka mjernog mjesta	Položaj mjernog mjesta	h (cm)	a (cm)	b (cm)	A _b (cm ²)	SILA H _{umax}		Posmična čvrstoća (MPa)
						"	kN	
P ₁	PRIZEMLJE crkve - sjeverni zid uz sakristiju (sjeverno od oltara)	160 cm	28	13,5	756,0	33,0	44,55	0,589
P ₂	KOR CRKVE - sjeverni zid iza orgulja (između luka i vrata na zapadnoj strani)	145 cm	Ne može se ispitati posmična čvrstoća morta bez većeg oštećenja zida !					-
P ₃	KOR CRKVE - južni zid iza orgulja (između luka i vrata na zapadnoj strani)	145 cm	22	13,5	594,0	18,0	24,30	0,409
P ₄	SAMOSTAN 1. KAT, krilo Varšavska - Frankopanska, honik (južni zid uz ulaz u hodnik)	65 cm	Ne može se ispitati posmična čvrstoća morta bez većeg oštećenja zida !					-
P ₅	CRKVA - TORANJ ZVONIKA, 3. KAT (sjeverni zid)	75 cm	28,5	15	855,0	53,0	71,55	0,837
P ₆	CRKVA - HODNIK U BLIZINI TORNJA ZVONIKA, 2. KAT (zapadni zid uz sobu 3., nasuprot sobe 21, uz stepenice)	80 cm	Ne može se ispitati posmična čvrstoća morta bez većeg oštećenja zida !					-
P ₇	CRKVA - JUŽNI ZID TORNJA ZVONIKA, 2. KAT (nasuprot svećane dvorane)	140 cm	Ne može se ispitati posmična čvrstoća morta bez većeg oštećenja zida !					-
P ₈	CRKVA - JUŽNI ZID UZ TORANJ ZVONIKA, 2. KAT (prostorije južno od P ₇)	90 cm	28	14	784,0	31,0	41,85	0,534
P ₉	SAMOSTAN 2. KAT, vanjski (sjeverni) zid u prvoj sobi uz stubište (južno od crkve)	95 cm	29	14	812,0	35,0	47,25	0,582
P ₁₀	SAMOSTAN 2. KAT, vanjski (istočni) zid u zadnjoj sobi u nizu (južno od crkve)	85 cm	27	12	648,0	23,0	31,05	0,479
Srednja vrijednost (MPa):								0,572
Standardano odstupanje (MPa):								0,146

Srednja vrijednost posmične čvrstoće morta na svim mjernim mjestima iznosi:

$$\bar{\tau}_{mu} = 0,572 \text{ MPa.}$$

Radi radi se o posmičnoj čvrstoći τ_{mu} s doprinosom σ_o - vertikalnog naprezanja.

Uzimajući u obzir standardno odstupanje može se reći da posmična čvrstoća morta s doprinosom σ_o iznosi:

$$\tau_{mu} = 0,572 - 0,146 = 0,426 \text{ MPa.}$$

Pri ispitivanju je točno lociran položaj mjernog mjesta radi izračuna vertikalnog opterećenja (G_0), odnosno naprezanja (σ_o). Zbog toga se za svako mjesto ispitivanja, uz tlocrtni položaj, zabilježi i podatak o visini mjernog mjesta od gornjeg ruba stropne konstrukcije (h).

Iz tih veličina mogu se približno izračunati granična glavna vlačna naprezanja u pojedinim zidovima prema izrazu:

$$\sigma_{vu} = -\frac{\sigma_o}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_o}{2}\right)^2 + (b \cdot \tau_{mu})^2}$$

b - faktor koji predstavlja omjer maksimalne i prosječne veličine posmičnog naprezanja u horizontalnom presjeku zida-pretpostavlja se vrijednost 1

ODREĐIVANJE VLAČNE ČVRSTOĆE (granično vlačno naprezanje)

- težina zida:	18	kN/m ³
- visina zida do stropa konstrukcije:	10.8	m
- prosječna debljina ispitnog zida:	1	m
- opterećenje od vlastite težine zida:	194.4	kN/m
- opt. od vl.težine međukatne konstrukcije:	20	kN/m
- posmična čvrstoća morta:	0.426	N/mm ²
b=	1.34	

UKUPNO OPTEREĆENJE G_0 : 2315.52 kN

prosječno tlačno naprezanje

od vertikalnog stalnog opt.: $\sigma_o = 0.21$ N/mm²

Granično vlačno naprezanje: $\sigma_{vu} =$ **0.47 MPa**
(nefaktorizirano)

Maksimalno dopušteno vlačno naprezanje $f_{dt} = f_{kt}/\gamma_M = 0,47/2,2 = 0.21$ MPa

Istražnim radovima ispitana je posmična čvrstoća morta te tlačna čvrstoća opeke.
Na temelju ovih vrijednosti dobivena je karakteristična tlačna čvrstoća зида:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$$

$f_b =$	14.85	MPa
$f_m =$	2	MPa (pretpostavljeno na temelju posmične čvrstoće morta)
$K =$	0.45	
$f_k =$	3.66	MPa

2.3. Modalna i linearna analiza postojeće konstrukcije

Sum of masses

	Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1	Moving mass	14107958.5	14107958.5	14107958.5
1	Total mass	14148372.6	14148372.6	14148372.6

Relative modal masses

Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	W_{xi}/W_{xtot}	W_{yi}/W_{ytot}	W_{zi}/W_{ztot}	N_{xi_R}/W_{xtot_F}	N_{yi_R}/W_{ytot_F}	N_{zi_R}/W_{ztot_F}
1	6.14716	1.02	0.98	0.0000	0.0811	0.0000	0.0007	0.0000	0.0541
2	7.67506	0.82	1.22	0.0563	0.0000	0.0000	0.0000	0.0225	0.0001
3	9.30893	0.67	1.48	0.4897	0.0022	0.0000	0.0000	0.0094	0.0203
4	9.88495	0.64	1.57	0.0009	0.0013	0.0018	0.0064	0.0001	0.0089
5	9.96803	0.63	1.59	0.0290	0.0245	0.0001	0.0000	0.0020	0.4185
6	10.2943	0.61	1.64	0.0000	0.0278	0.0000	0.0007	0.0000	0.0016
7	10.7562	0.58	1.71	0.0372	0.0020	0.0001	0.0000	0.0017	0.0152
8	11.2093	0.56	1.78	0.0006	0.0001	0.0032	0.0000	0.0014	0.0000
9	11.8123	0.53	1.88	0.0001	0.4122	0.0001	0.0019	0.0000	0.0005
10	12.7911	0.49	2.04	0.0003	0.0838	0.0000	0.0084	0.0000	0.0016
11	13.306	0.47	2.12	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0004	0.0000
12	13.9956	0.45	2.23	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
13	14.6444	0.43	2.33	0.0020	0.0826	0.0000	0.0057	0.0007	0.0033
14	16.1627	0.39	2.57	0.0001	0.0000	0.0104	0.0003	0.0138	0.0001
15	16.5585	0.38	2.64	0.0773	0.0009	0.0000	0.0000	0.0320	0.0524
16	18.1357	0.35	2.89	0.0176	0.0164	0.0001	0.0004	0.0050	0.0545
17	19.1139	0.33	3.04	0.0009	0.0004	0.0007	0.0012	0.0026	0.0004
18	19.2651	0.33	3.07	0.0048	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0021
19	19.4717	0.32	3.10	0.0124	0.0097	0.0000	0.0000	0.0014	0.0071
20	20.1561	0.31	3.21	0.0246	0.0000	0.0000	0.0003	0.0045	0.0026
21	21.4861	0.29	3.42	0.0000	0.0000	0.0026	0.0003	0.0010	0.0000
22	23.2643	0.27	3.70	0.0000	0.0000	0.0005	0.0158	0.0004	0.0000
23	24.2918	0.26	3.87	0.0001	0.0000	0.0236	0.0239	0.0265	0.0000
24	24.8294	0.25	3.95	0.0036	0.0063	0.0001	0.0000	0.0046	0.0015
25	24.9613	0.25	3.97	0.0021	0.0070	0.0002	0.0001	0.0075	0.0001
26	25.0002	0.25	3.98	0.0017	0.0029	0.0010	0.0001	0.0001	0.0000
27	25.1519	0.25	4.00	0.0008	0.0016	0.0055	0.0000	0.0044	0.0000
28	25.2888	0.25	4.02	0.0049	0.0006	0.0353	0.0028	0.0007	0.0002
29	25.9876	0.24	4.14	0.0221	0.0008	0.0008	0.0001	0.0012	0.0015
30	26.3547	0.24	4.19	0.0003	0.0001	0.0120	0.0023	0.0030	0.0000
31	27.5932	0.23	4.39	0.0008	0.0051	0.0002	0.0001	0.0001	0.0087
32	27.6181	0.23	4.40	0.0011	0.0016	0.0003	0.0107	0.0001	0.0004
33	28.6886	0.22	4.57	0.0014	0.0004	0.0036	0.0015	0.0132	0.0013
34	29.1353	0.22	4.64	0.0003	0.0031	0.0030	0.0166	0.0004	0.0001
35	30.2722	0.21	4.82	0.0003	0.0000	0.0055	0.0092	0.0018	0.0001
36	31.3034	0.20	4.98	0.0052	0.0034	0.0003	0.0006	0.0035	0.0154
37	33.3944	0.19	5.31	0.0005	0.0013	0.0013	0.0001	0.0318	0.0003
38	34.1445	0.18	5.43	0.0150	0.0000	0.0141	0.0008	0.0150	0.0011
39	36.8869	0.17	5.87	0.0000	0.0001	0.0018	0.0973	0.0003	0.0001
40	39.1708	0.16	6.23	0.0001	0.0000	0.1413	0.0617	0.0716	0.0003
41	41.7349	0.15	6.64	0.0001	0.0000	0.0322	0.0281	0.0515	0.0002
42	42.3614	0.15	6.74	0.0015	0.0000	0.0001	0.0003	0.0005	0.0062
43	43.6391	0.14	6.95	0.0001	0.0002	0.0414	0.0087	0.0013	0.0001
				0.8159	0.7797	0.3445	0.3071	0.3380	0.6811

Postotak aktivirane mase u smjeru x iznosi **82%**, dok je u smjeru y (dominantan smjer potresa) postotak aktivacije **78%**.

Ukupna masa konstrukcije iznosi **14148372,6 kg**, tj. **141483,73 kN**.

Za X smjer ukupna *vertikalna reakcija* iznosi: $0,82 \cdot 141483,73 = 116016,74 \text{ kN}$

Prikaz potresnih sila:

Potresna sila u smjeru x:

Dynamic load case 4 : Potres Ax

Mode	Freq. [Hz]	Damp ratio	Damp coef.	Wi/Wtot [-]	Sax [m/s²]	Say [m/s²]	Saz [m/s²]	G(j) [-]	Fx [kN]	Fy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	0.98	0.05	1	0.0000	1.192	0.000	0.000	-0.3600	0.14	-14.55	188.75	-1.52
2	1.22	0.05	1	0.0563	1.488	0.000	0.000	-24.1569	1267.91	0.68	59.39	-22635.73
3	1.48	0.05	1	0.4897	1.805	0.000	0.000	58.0546	13223.75	893.95	-11503.67	-161072.64
4	1.57	0.05	1	0.0009	1.917	0.000	0.000	2.3736	26.56	-31.61	424.45	-341.03
5	1.59	0.05	1	0.0290	1.933	0.000	0.000	13.1377	834.61	-767.02	10013.14	-11140.05
6	1.64	0.05	1	0.0000	1.996	0.000	0.000	0.1985	0.21	13.17	-94.88	-2.62
7	1.71	0.05	1	0.0372	2.031	0.000	0.000	13.3960	1122.79	-258.35	3132.43	-14965.33
8	1.78	0.05	1	0.0006	2.031	0.000	0.000	1.5805	18.43	-7.51	78.10	-261.96
9	1.88	0.05	1	0.0001	2.031	0.000	0.000	-0.6533	3.88	-219.80	2654.01	-54.33
10	2.04	0.05	1	0.0003	2.031	0.000	0.000	0.8140	8.29	-144.77	2523.14	-77.06
11	2.12	0.05	1	0.0000	2.031	0.000	0.000	-0.1146	0.19	0.07	-2.05	0.30
12	2.23	0.05	1	0.0000	2.031	0.000	0.000	-0.0714	0.09	-0.02	-8.55	-6.65
13	2.33	0.05	1	0.0020	2.031	0.000	0.000	-1.6880	61.25	-390.71	1830.81	-290.71
14	2.57	0.05	1	0.0001	2.031	0.000	0.000	0.2196	1.54	-0.41	3.17	4.73
15	2.64	0.05	1	0.0773	2.031	0.000	0.000	-8.1495	2333.68	248.87	-1370.59	-7012.78
16	2.89	0.05	1	0.0176	2.031	0.000	0.000	3.2405	530.95	513.18	-6459.24	-8330.51
17	3.04	0.05	1	0.0009	2.031	0.000	0.000	-0.6750	28.42	-18.59	312.82	-322.22
18	3.07	0.05	1	0.0048	2.031	0.000	0.000	-1.5041	145.65	-18.40	1061.17	-1979.46
19	3.10	0.05	1	0.0124	2.031	0.000	0.000	-2.3644	375.63	-331.71	3754.95	-2409.81
20	3.21	0.05	1	0.0246	2.031	0.000	0.000	-3.1016	742.18	-32.15	2501.48	-4021.29
21	3.42	0.05	1	0.0000	2.031	0.000	0.000	0.1150	1.32	-0.32	5.18	-11.66
22	3.70	0.05	1	0.0000	2.031	0.000	0.000	0.0041	0.00	-0.02	0.25	-0.20
23	3.87	0.05	1	0.0001	2.031	0.000	0.000	0.0982	1.57	-1.06	6.25	-33.92
24	3.95	0.05	1	0.0036	2.031	0.000	0.000	-0.7799	108.06	143.62	-1436.08	210.40
25	3.97	0.05	1	0.0021	2.031	0.000	0.000	0.5912	63.42	115.64	-1280.62	352.28
26	3.98	0.05	1	0.0017	2.031	0.000	0.000	0.5350	52.26	68.07	-659.72	-153.83
27	4.00	0.05	1	0.0008	2.031	0.000	0.000	0.3561	23.72	33.32	-642.77	227.83
28	4.02	0.05	1	0.0049	2.031	0.000	0.000	0.8766	146.90	51.50	-952.10	-576.28
29	4.14	0.05	1	0.0221	2.031	0.000	0.000	1.7671	665.75	-124.12	97.95	-4914.97
30	4.19	0.05	1	0.0003	2.031	0.000	0.000	0.2150	10.42	-5.06	28.58	-86.18
31	4.39	0.05	1	0.0008	2.031	0.000	0.000	-0.2961	23.75	60.68	-607.22	-89.85
32	4.40	0.05	1	0.0011	2.031	0.000	0.000	-0.3507	33.46	-40.24	430.83	129.99
33	4.57	0.05	1	0.0014	2.031	0.000	0.000	0.3691	43.15	24.04	-245.06	-616.06
34	4.64	0.05	1	0.0003	2.031	0.000	0.000	0.1597	8.59	-28.37	303.47	-132.17
35	4.82	0.05	1	0.0003	2.031	0.000	0.000	-0.1438	8.12	0.59	-16.05	-101.36
36	4.98	0.05	1	0.0052	2.020	0.000	0.000	-0.5884	156.12	125.84	-1458.00	-484.11
37	5.31	0.05	1	0.0005	1.959	0.000	0.000	-0.1531	14.10	-23.07	236.28	707.05
38	5.43	0.05	1	0.0150	1.934	0.000	0.000	0.8056	431.92	-17.86	208.33	-5866.15
39	5.87	0.05	1	0.0000	1.851	0.000	0.000	-0.0234	0.52	1.41	0.21	-6.21
40	6.23	0.05	1	0.0001	1.790	0.000	0.000	0.0481	2.87	1.40	51.51	20.22
41	6.64	0.05	1	0.0001	1.730	0.000	0.000	0.0465	3.57	-1.15	52.76	-84.54
42	6.74	0.05	1	0.0015	1.717	0.000	0.000	-0.1466	37.93	4.70	287.10	85.17
43	6.95	0.05	1	0.0001	1.690	0.000	0.000	0.0261	1.37	-2.69	24.41	-1.08
Level=	0.00			0.8159					13622.75	1481.84	18250.34	164347.26

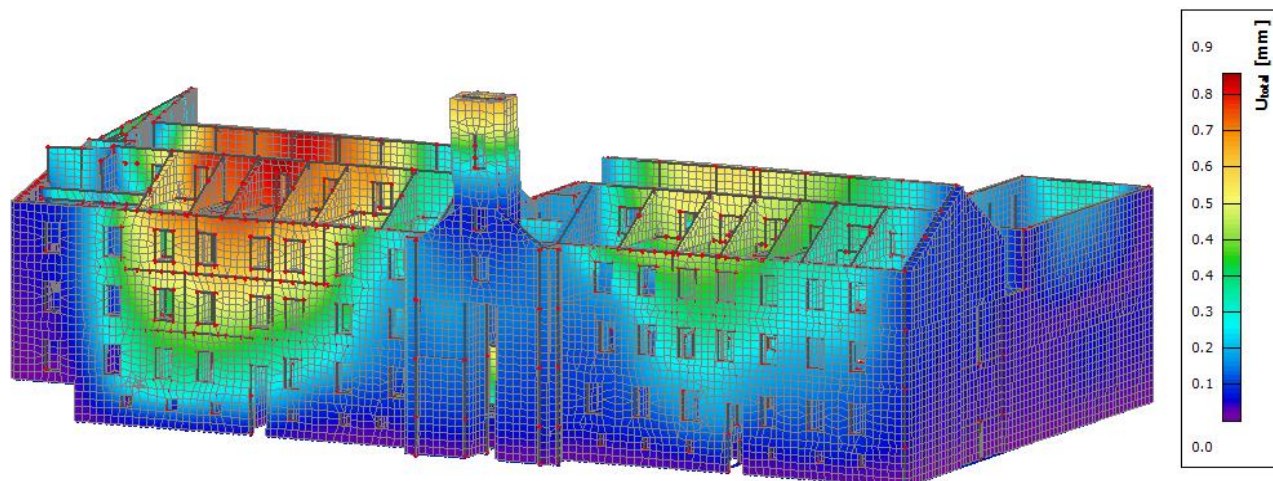
Potresna sila u smjeru y:

Dynamic load case 5: Potres Ay

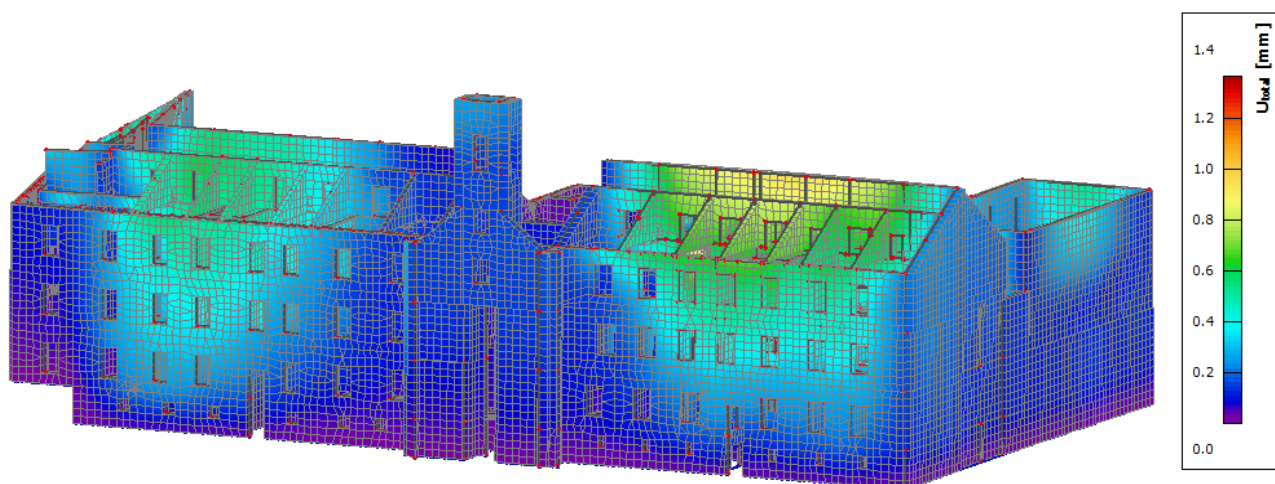
Mode	Freq. [Hz]	Damp ratio	Damp coef.	Wi/Wtot [-]	Sax [m/s ²]	Say [m/s ²]	Saz [m/s ²]	G(j) [-]	Fx [kN]	Fy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	0.98	0.05	1	0.0811	0.000	1.192	0.000	37.5582	-14.84	1518.39	-19691.13	158.41
2	1.22	0.05	1	0.0000	0.000	1.488	0.000	-0.0132	0.69	0.00	0.03	-12.36
3	1.48	0.05	1	0.0022	0.000	1.805	0.000	3.9774	905.98	61.25	-788.14	-11035.37
4	1.57	0.05	1	0.0013	0.000	1.917	0.000	-2.8611	-32.01	38.10	-511.61	411.06
5	1.59	0.05	1	0.0245	0.000	1.933	0.000	-12.2262	-776.70	713.81	-9318.43	10367.16
6	1.64	0.05	1	0.0278	0.000	1.996	0.000	12.5825	13.33	834.43	-6013.76	-165.82
7	1.71	0.05	1	0.0020	0.000	2.031	0.000	-3.1196	-261.47	60.16	-729.46	3485.01
8	1.78	0.05	1	0.0001	0.000	2.031	0.000	-0.6520	-7.60	3.10	-32.22	108.06
9	1.88	0.05	1	0.4122	0.000	2.031	0.000	37.4194	-222.45	12590.23	-152022.48	3112.26
10	2.04	0.05	1	0.0838	0.000	2.031	0.000	-14.3857	-146.51	2558.55	-44591.53	1361.82
11	2.12	0.05	1	0.0000	0.000	2.031	0.000	-0.0414	0.07	0.02	-0.74	0.11
12	2.23	0.05	1	0.0000	0.000	2.031	0.000	0.0159	-0.02	0.00	1.91	1.49
13	2.33	0.05	1	0.0826	0.000	2.031	0.000	10.8966	-395.41	2522.15	-11818.55	1876.67
14	2.57	0.05	1	0.0000	0.000	2.031	0.000	-0.0589	-0.41	0.11	-0.85	-1.27
15	2.64	0.05	1	0.0009	0.000	2.031	0.000	-0.8796	251.87	26.86	-147.93	-756.88
16	2.89	0.05	1	0.0164	0.000	2.031	0.000	3.1697	519.36	501.97	-6318.21	-8148.62
17	3.04	0.05	1	0.0004	0.000	2.031	0.000	0.4468	-18.81	12.30	-207.06	213.28
18	3.07	0.05	1	0.0001	0.000	2.031	0.000	0.1923	-18.62	2.35	-135.69	253.12
19	3.10	0.05	1	0.0097	0.000	2.031	0.000	2.1131	-335.70	296.46	-3355.88	2153.70
20	3.21	0.05	1	0.0000	0.000	2.031	0.000	0.1360	-32.54	1.41	-109.67	176.30
21	3.42	0.05	1	0.0000	0.000	2.031	0.000	-0.0280	-0.32	0.08	-1.26	2.84
22	3.70	0.05	1	0.0000	0.000	2.031	0.000	-0.0332	-0.02	0.15	-2.04	1.63
23	3.87	0.05	1	0.0000	0.000	2.031	0.000	-0.0672	-1.07	0.73	-4.28	23.21
24	3.95	0.05	1	0.0063	0.000	2.031	0.000	-1.0490	145.35	193.18	-1931.58	283.00
25	3.97	0.05	1	0.0070	0.000	2.031	0.000	1.0910	117.04	213.40	-2363.17	650.07
26	3.98	0.05	1	0.0029	0.000	2.031	0.000	0.7053	68.89	89.74	-869.71	-202.79
27	4.00	0.05	1	0.0016	0.000	2.031	0.000	0.5063	33.73	47.39	-914.04	323.98
28	4.02	0.05	1	0.0006	0.000	2.031	0.000	0.3110	52.12	18.27	-337.82	-204.47
29	4.14	0.05	1	0.0008	0.000	2.031	0.000	-0.3334	-125.61	23.42	-18.48	927.33
30	4.19	0.05	1	0.0001	0.000	2.031	0.000	-0.1056	-5.12	2.48	-14.03	42.32
31	4.39	0.05	1	0.0051	0.000	2.031	0.000	-0.7656	61.41	156.91	-1570.14	-232.33
32	4.40	0.05	1	0.0016	0.000	2.031	0.000	0.4269	-40.72	48.97	-524.38	-158.22
33	4.57	0.05	1	0.0004	0.000	2.031	0.000	0.2082	24.33	13.56	-138.20	-347.43
34	4.64	0.05	1	0.0031	0.000	2.031	0.000	-0.5338	-28.71	94.82	-1014.24	441.71
35	4.82	0.05	1	0.0000	0.000	2.031	0.000	-0.0106	0.60	0.04	-1.18	-7.46
36	4.98	0.05	1	0.0034	0.000	2.020	0.000	-0.4800	127.37	102.67	-1189.48	-394.95
37	5.31	0.05	1	0.0013	0.000	1.959	0.000	0.2537	-23.36	38.24	-391.60	-1171.84
38	5.43	0.05	1	0.0000	0.000	1.934	0.000	-0.0337	-18.09	0.75	-8.72	245.67
39	5.87	0.05	1	0.0001	0.000	1.851	0.000	-0.0646	1.43	3.89	0.59	-17.16
40	6.23	0.05	1	0.0000	0.000	1.790	0.000	0.0238	1.42	0.69	25.45	9.99
41	6.64	0.05	1	0.0000	0.000	1.730	0.000	-0.0152	-1.17	0.38	-17.24	27.63
42	6.74	0.05	1	0.0000	0.000	1.717	0.000	-0.0184	4.77	0.59	36.11	10.71
43	6.95	0.05	1	0.0002	0.000	1.690	0.000	-0.0520	-2.73	5.37	-48.63	2.15
Level=	0.00			0.7797					1500.68	13244.79	160682.10	18220.57

Prikaz modalnih oblika postojeće konstrukcije:

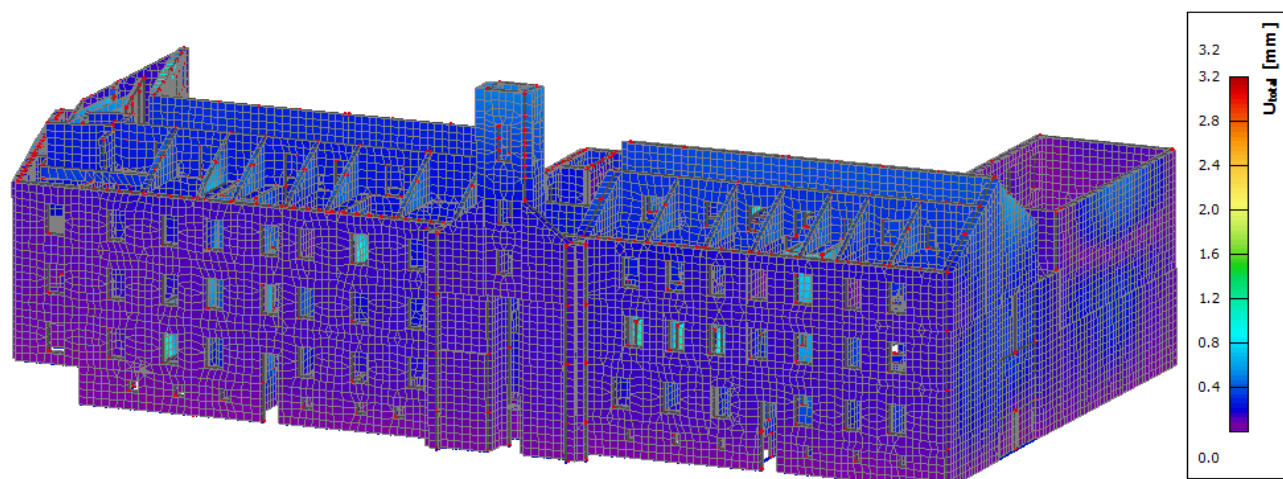
MODALNI OBLIK 1 - dominantan smjer x



MODALNI OBLIK 2 - dominantna torzija



MODALNI OBLIK 3 - dominantan smjer y

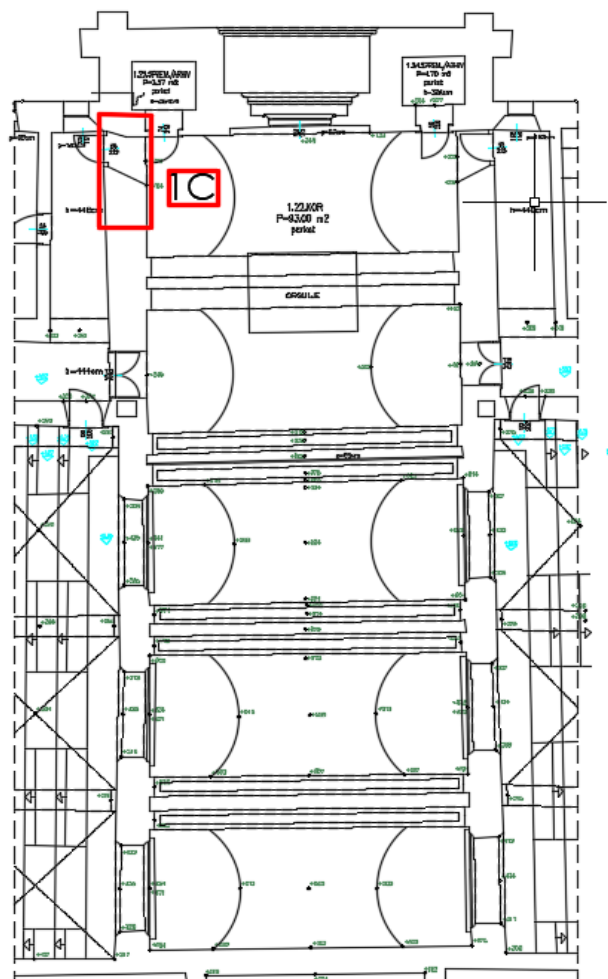
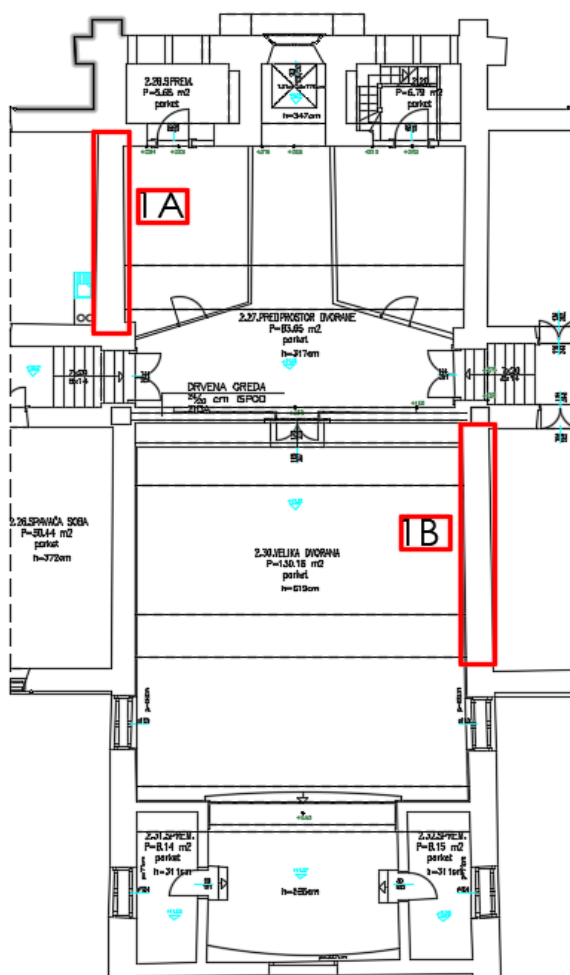


2.7. Usporedba modela postojećeg stanja konstrukcije sa stvarnim stanjem

U nastavku je dan prikaz rezultata na zidovima koji su pretrpili najviše oštećenja. Dan je prikaz stvarnih oštećenja paralelno sa prikazom vlačnih naprezanja i pomaka.

2.7.1. Prikaz oštećenja po katovima

Karakteristični tlocrti 1. i 2. kata crkve:

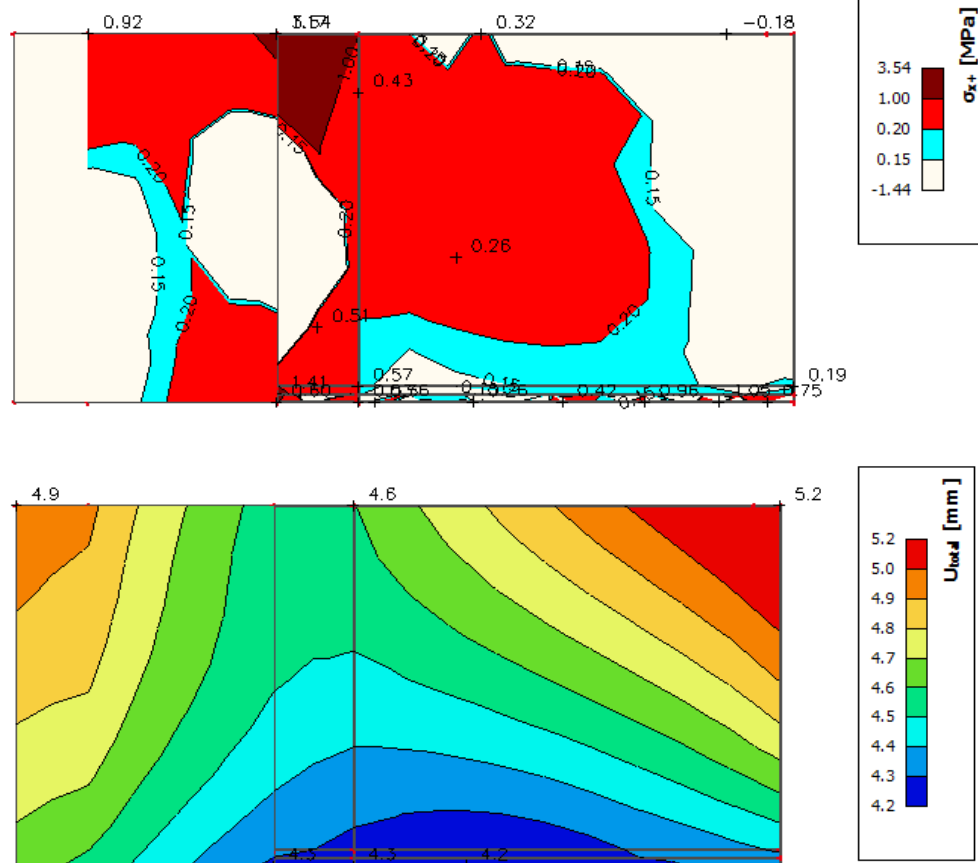


Prikaz stvarnih oštećenja u zidovima u usporedbi s proračunskim modelom

ZID 1A



Stvarno oštećenje zida



Prikaz pomaka i vlačnih naprezanja promatranog zida

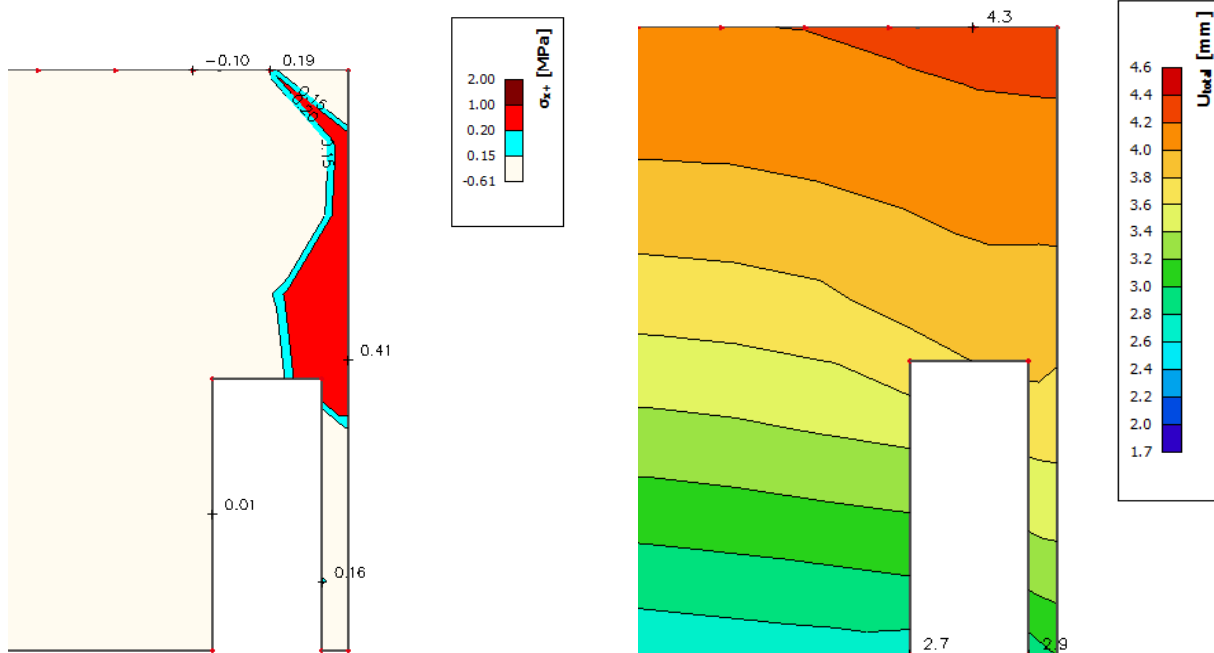
A photograph of a brick wall in a state of significant disrepair. The upper portion of the wall is constructed from reddish-brown bricks. Below this, a large section of the outer brick layer has been removed or has crumbled away, exposing a rough, light-colored, and uneven interior surface. This exposed area is characterized by numerous cracks and irregularities. The wall is supported by several vertical wooden posts or studs. At the very bottom of the image, a horizontal concrete or stone base is visible. The overall appearance suggests an old, neglected structure undergoing renovation or decay.

Prikaz vlačnih naprezanja i pomaka promatranog zida

ZID 1C



Stvarno oštećenje zida



Prikaz vlačnih naprezanja i pomaka promatranog zida

2.7.2. Zaključak

Usporedbom rezultata proračuna i stvarnih pukotina vidljivo da je ponašanje modela realno i u skladu sa stvarnim oštećenjima.

3. MJERE OJAČANJA KONSTRUKCIJE I PRORAČUN DETALJA

3.1. Uvod

Kako bi se povećala nosivost konstrukcije na horizontalna opterećenja potresa, potrebno je izvesti određena ojačanja na konstrukciji.

Mjere ojačanja su sljedeće:

3.2. OJAČANJE SVODOVA IZNAD KORA

3.3. OJAČANJE MEĐUKATNIH KONSTRUKCIJA IZNAD KORA

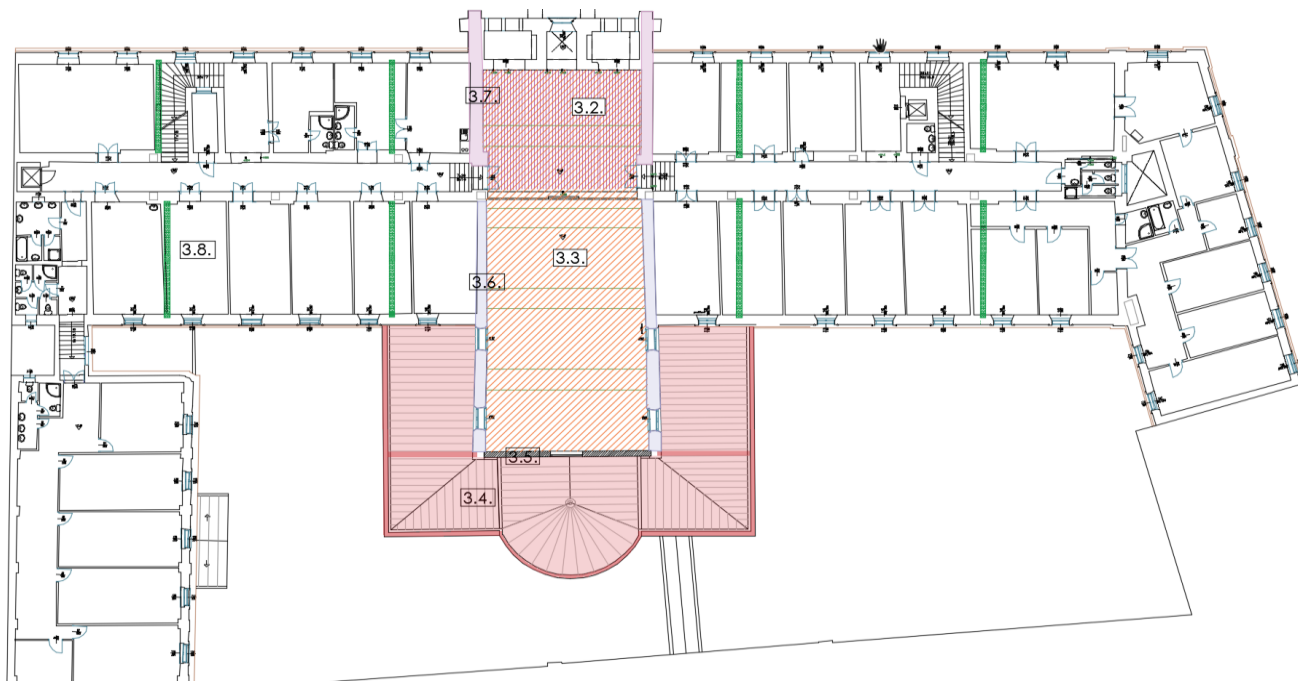
3.4. PODIZANJE KROVNE KONSTRUKCIJE IZNAD BOČNIH DIJELOVA CRKVE I POVEZIVANJE KONSTRUKCIJE HORIZONTALNIM SERKLAŽEM

3.5. OJAČANJE ZABATNOG ZIDA I RASTEREĆENJE TRIJUMFALNOG LUKA

3.6. OJAČANJE BOČNIH ZIDOVA VERTIKALNIM I HORIZONTALNIM SERKLAŽIMA

3.7. LOKALNO OJAČANJE ZIDOVA

3.8. OJAČANJE KONSTRUKCIJE SAMOSTANA DODAVANJEM UKRUTNIH POPREČNIH ZIDOVA



Slika 1. Prikaz tlocrta 2. kata sa označenim mjerama ojačanja

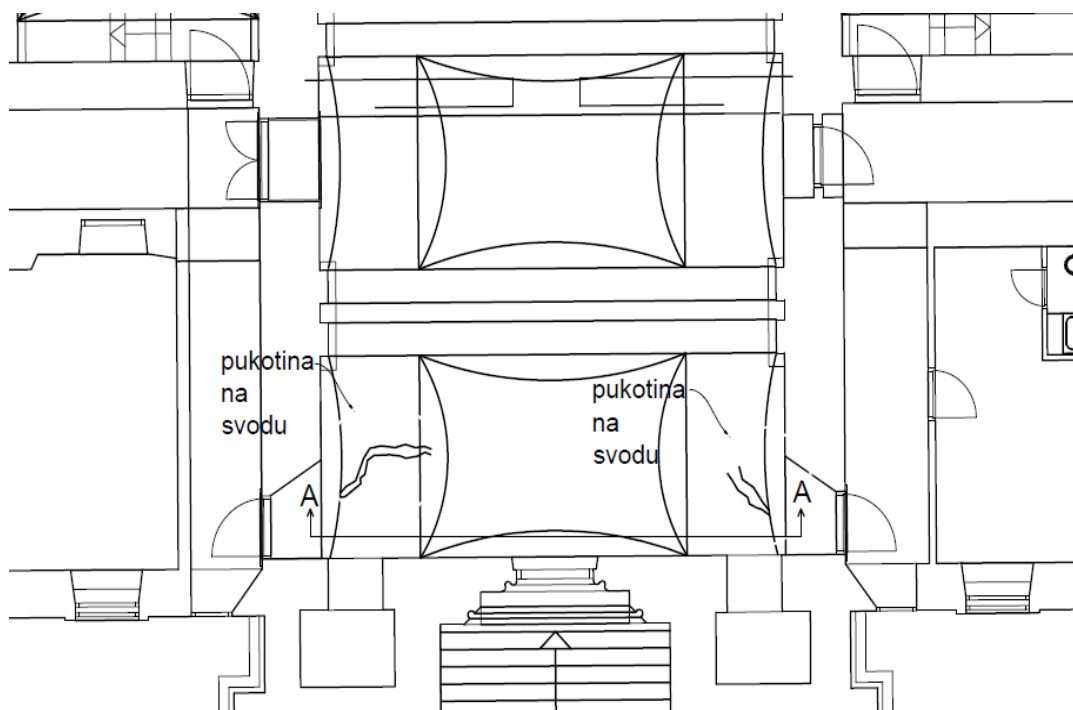
3.2. Ojačanje svodova iznad kora

Ojačanje svoda provodi se lokalnim obostranim ojačanjem FRP mrežicama.

Slijed ojačanja svoda :

1. Potrebno je demontirati kompletnu postojeću međukatnu konstrukciju iznad svoda (slojevi poda + drveni grednici).
2. Raspucale dijelove svoda potrebno je ponovo zazidati.
3. Svod je potrebno sanirati injektiranjem pukotine i sljubnice mortom na bazi bezcementnih veziva. Prije nanošenja morta potrebno je očistiti sve četkom, otprašiti i zasititi podlogu vodom, u svrhu sprečavanja upijanja vode iz žbuke od strane podloge. Mjesta koja se popravljaju mogu se odmah izravnati sa žlicom, gleterom, gladilicom odnosno žlicom za sljubnice, lagano pritiskajući za poboljšanje prionjivosti tako da ostane jedna zatvorena površina. Višak morta ukloniti odmah nakon ugradnje.
4. Potrebno je obložiti površinu svoda FCRM karbonskom mrežicom.

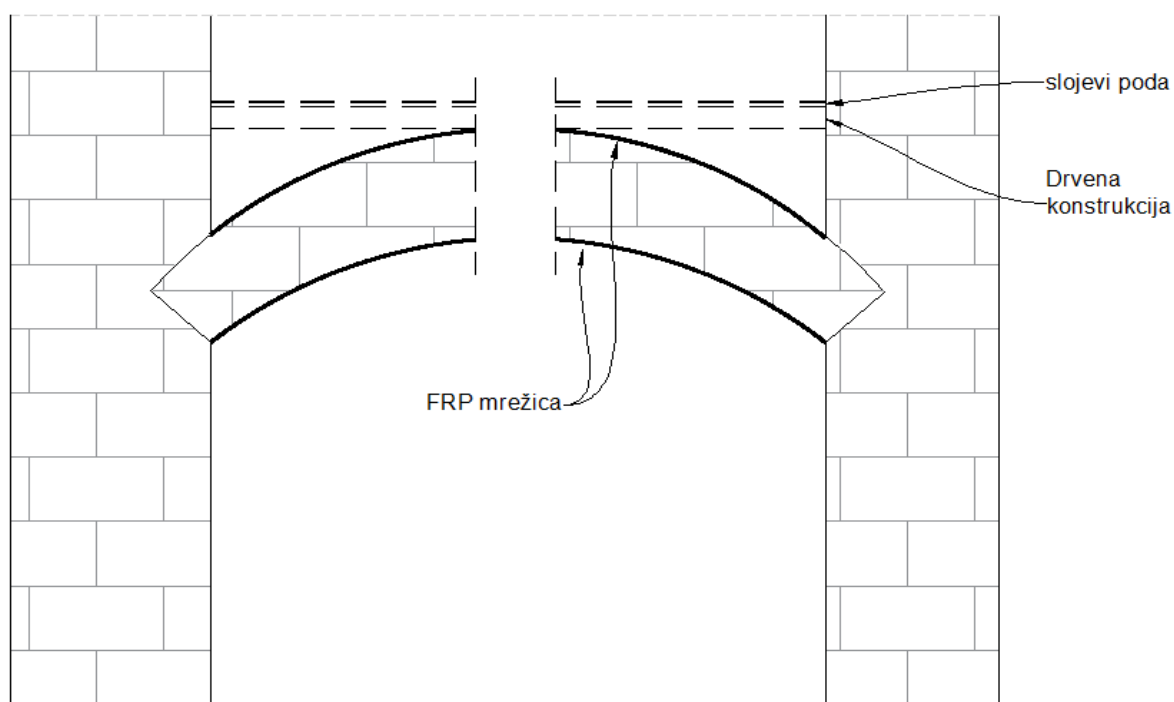
Osima samog ojačanja svodova, svodovi će se rasteretiti izvedbom nove spregnute međukatne konstrukcije. Drveni grednici se neće oslanjati na svodove već na HEA profile.



Slika 1. Tlocrtni prikaz raspucalih svodova




Slika 2. Primjer ojačanja zidova svoda FRP trakama.



Slika 3. Ojačanje raspucalih svodova FRP mrežicom



Slika 4. Injektiranje pukotina i sljubnica mortom

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

3.3 Ojačanja međukatnih konstrukcija

3.3.1. OPIS OJAČANJA MEĐUKATNIH KONSTRUKCIJA

3.3.1.1. OJAČANJE MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE 2. KATA IZNAD KORA

Predviđeno je ojačanje postojeće međukatne konstrukcije iznad kora i međukatne konstrukcije iznad predprostora dvorane na 2. katu.

Kako bi se izbjeglo direktno oslanjanje na svodove, predlaže se uklanjanje postojećih drvenih grednika dimenzija 12/14cm te postavljanje novih drvenih grednika. Novi drveni grednici su dimenzija 16/18 cm duljine 5.52m na srednjem rasponu i 2.19m na rubnom raponu, klase drveta C24. Osnovni razmak između drvenih grednika je 40cm. Kako bi se ostvarila potrebna visina da se premoste svodovi potrebno je izvesti betonske posteljice visine 25cm na zidovima svodova.

Na betonske posteljice postavljaju se 2 čelična profila HEA 140 sa svake strane na međusobnom razmaku 5 cm te se pomoću 6 sidrenih vijaka M16 k.v 8.8 sidre u betonsku posteljicu. Dva čelična HEA profila na razmaku 5cm povezani su pomoću čeličnih pločevina 130x110x10mm koje su zavarene za HEA profile i međusobno povezane sa 2 vijka M16 kv. 8.8. Spoj je potrebno izvesti na pozicijama naznačenim na nacrtu. Montažni nastavak čeličnog profila HEA140 ostvaruje se pločevinama 140x165x25mm koje su zavarene za čelične profile i spojene s 4 vijka M20 kv. 8.8.

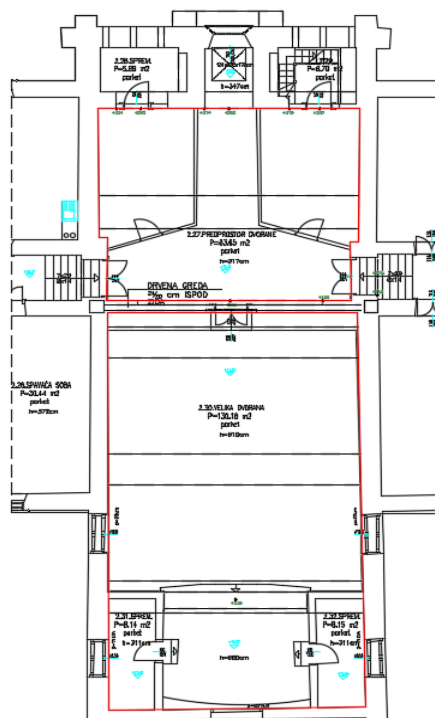
Novi drveni grednici oslonjeni su na 4 čelična profila HEA 140. Raspon novih grednika je 5.52m između čeličnih profila, a raspon između čeličnih profila HEA 140 i zida je 2.19m kako je prikazano na slici 3. Drveni grednici povezani su sa čeličnim profilom HEA 140 pomoću U profila 160x130x6mm koji je zavaren za čelični profil HEA 140 i pomoću 2 vijka za drvo M12 kv. 5.8.

Sprezanje drvenih grednika izvodi se s dva sloja dašćane oplata. Daskanje prvog sloja izvodi se daskom položenom okomito na stropne grede. Daskanje drugog sloja dašćane oplata dijagonalno u odnosu na prvi sloj oplata. Na drugi sloj dašćane oplata postavlja se OSB ploča od 18mm.

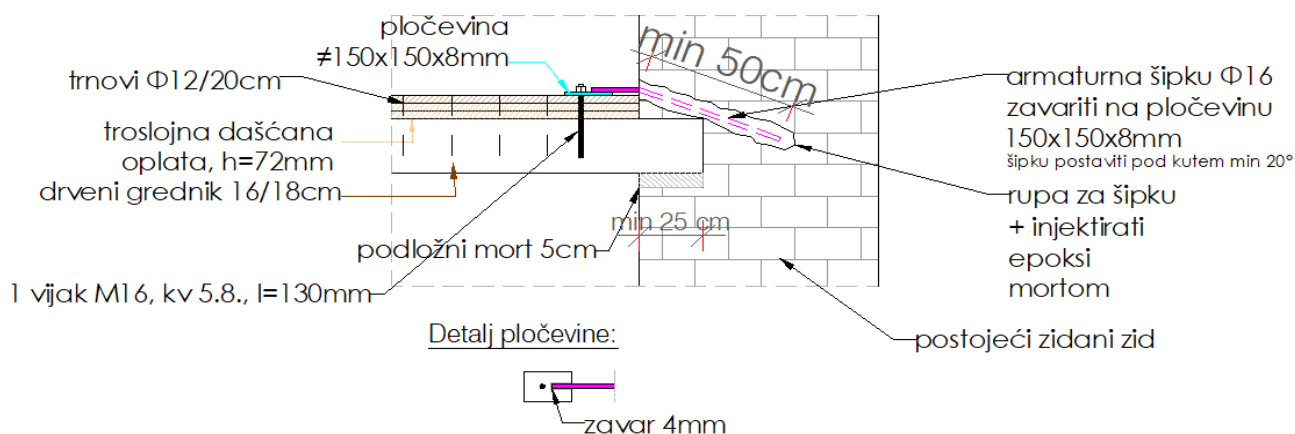
Na OSB ploču postavlja se flah dimenzija 80x8mm i kv. čelika S235 koji se povezuje sa dašćanom oplatom vijcima za drvo 5Φ12 duljine 70 mm, k.v. 5.8. na svakih 40 cm kako je prikazano na nacrtu. Flahove usidriti armaturnom šipkom Φ22 u zid na minimalnoj duljini 40cm te rupu injektirati epoksidnim ljepilom.

Spoj daske i grednika osiguran je trnovima Φ12/20cm.

Povezivanje grednika sa zidovima potrebno je izvesti tako da se na zadnji sloj dašćane građe na spoju nosivog zida postavi čelična ploča dimenzija 150 x 8 mm (kvaliteta čelika S235) koja se maticom M16 k.v.5.8., duljine 130mm spreže kroz nosivu konstrukciju. Ojačanje spoja drvenih grednika i nosivih zidova na koje se grednici oslanjaju ostvaruje se armaturnom šipkom Φ16 koja se sidri u zid na minimalnoj dubini 50 cm. Šipku je potrebno zavariti na čeličnu ploču 150x8 mm, a rupu je potrebno injektirati epoksidnim ljepilom kako je prikazano na slici 2.



Slika 1. Prikaz pozicije ojačanja međukatne konstrukcije 2. kata



Slika 2. Detalj ojačanja međukatne konstrukcije

3.3.1.2. OJAČANJE MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE 3. KATA IZNAD KORA

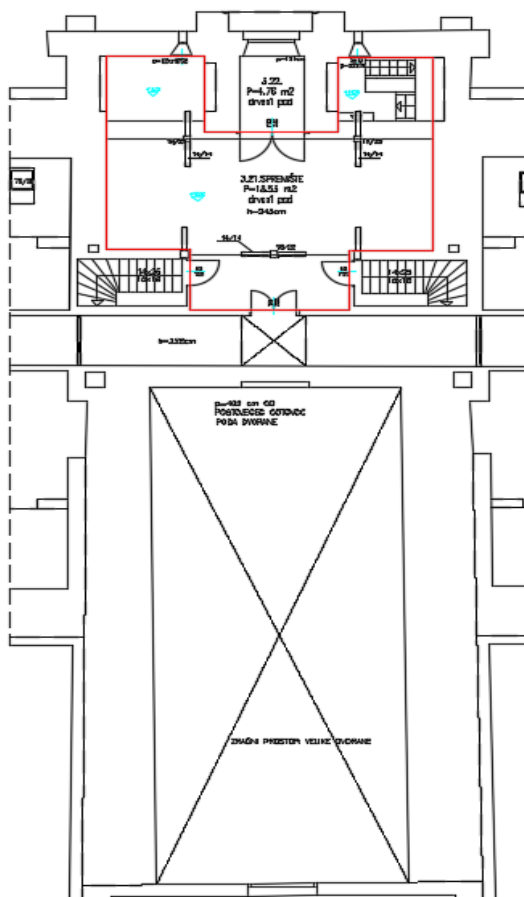
Predviđa se uklanjanje postojećih drvenih grednika dimenzija 12/14cm te postavljanje novih drvenih grednika. Novi drveni grednici su dimenzija 16/14 cm, raspona 5.82m i 2.20m, klase drveta C24. Osnri razmak između drvenih grednika je 50cm odnosno 83cm kako je prikazano na slici 5.

Sprezanje drvenih grednika izvodi se s dva sloja daščane oplata. Daskanje prvog sloja izvodi se s daskom položenom okomito na stropne grede. Drugi sloja daščane oplata postavlja se dijagonalno u odnosu na prvi sloj oplata. Na drugi sloja daščane oplata postavlja se OSB ploča od 8mm.

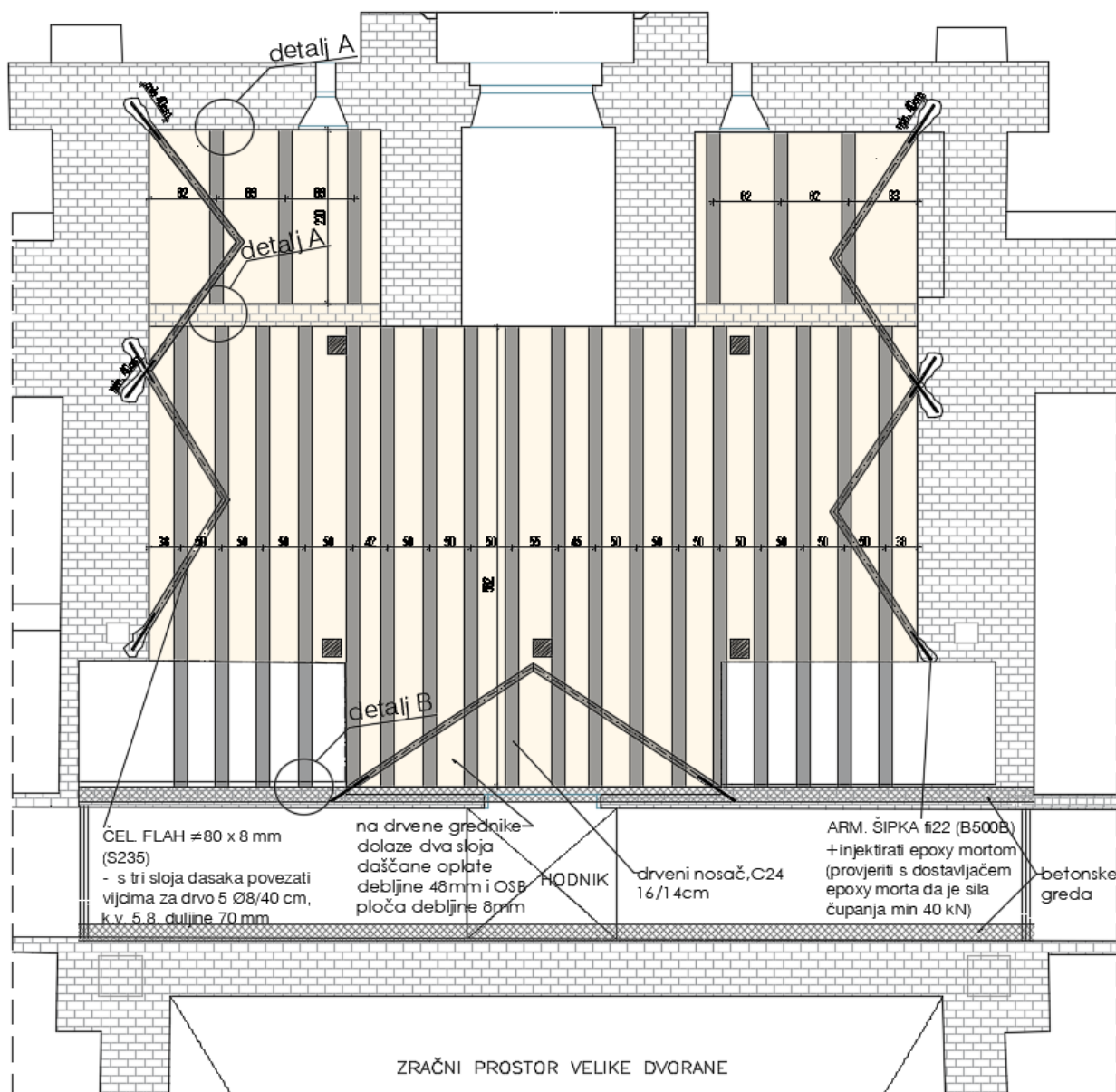
Na OSB ploču postavlja se flah dimenzija 80x8mm i kv. čelika S235 koji se povezuje s daščanom oplatom vijcima za drvo $\Phi 8/40$ cm duljine 70 mm, k.v. 5.8. kako je prikazano na nacrtu. Flahove je potrebno usidriti armaturnom šipkom $\Phi 22$ u zid na minimalnoj duljini 40cm te rupu injektirati epoksidnim ljepilom.

Spoj daske i grednika osiguran je trnovima $\Phi 12/15$ cm kod grednika na rasponu 50cm odnosno $\Phi 12/20$ cm kod grednika na rasponu 80cm, duljine 15cm.

Drveni grednici se s jedne strane sidre u postojeću betonsku ploču koja se nalazi ispod hodnika 3. kata a s druge strane u zid uz zvonik. Povezivanje grednika sa betonskom pločom ostvaruje se pomoću čelične papuče dimenzija 340x230x8mm. Povezivanje grednika sa zidom potrebno je izvesti tako da se na zadnji sloj daščane građe na spoju nosivog zida postavi čelična ploča dimenzija 200 x 8 mm (kvaliteta čelika S235) koja će se sa dvije matice M16 k.v.5.8., duljine 130mm spregnuti kroz nosivu konstrukciju. Ojačanje spoja drvenih grednika i nosivih zidova na koje se grednici oslanjaju ostvaruje se armaturnom šipkom $\Phi 16$ koja se sidri u zid na minimalnoj dubini 40 cm. Šipku je potrebno zavariti na čeličnu ploču 200x8 mm, a rupu je potrebno injektirati epoksidnim ljepilom.



Slika 4. Prikaz pozicije ojačanja međukatne konstrukcije 3. kata



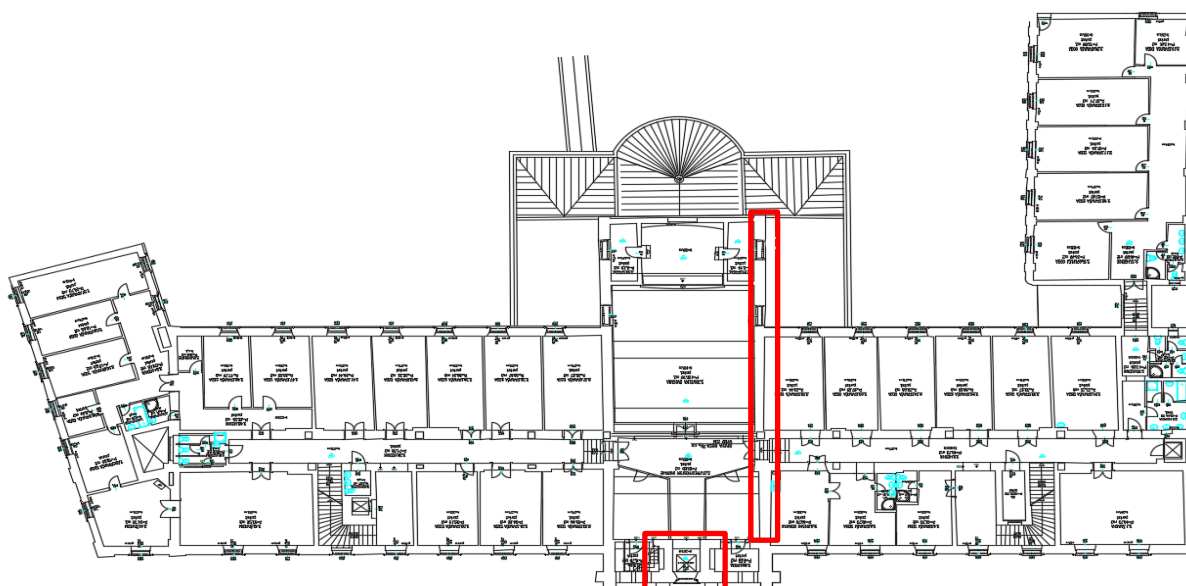
Slika 5. Tlocrt nove međukatne konstrukcije 3. kata

3.3.2. PRIKAZ USPOREDBE POMAKA

Za potrebe prikaza ojačanja konstrukcije napravljen je drugi proračunski 3d model sa ojačanjem navedenih međukatnih konstrukcija.

Ojačanje međukatne konstrukcije u modelu je zadano pomoću krute ploče debljine 10cm koja je povezana sa zidovima u oba smjera.

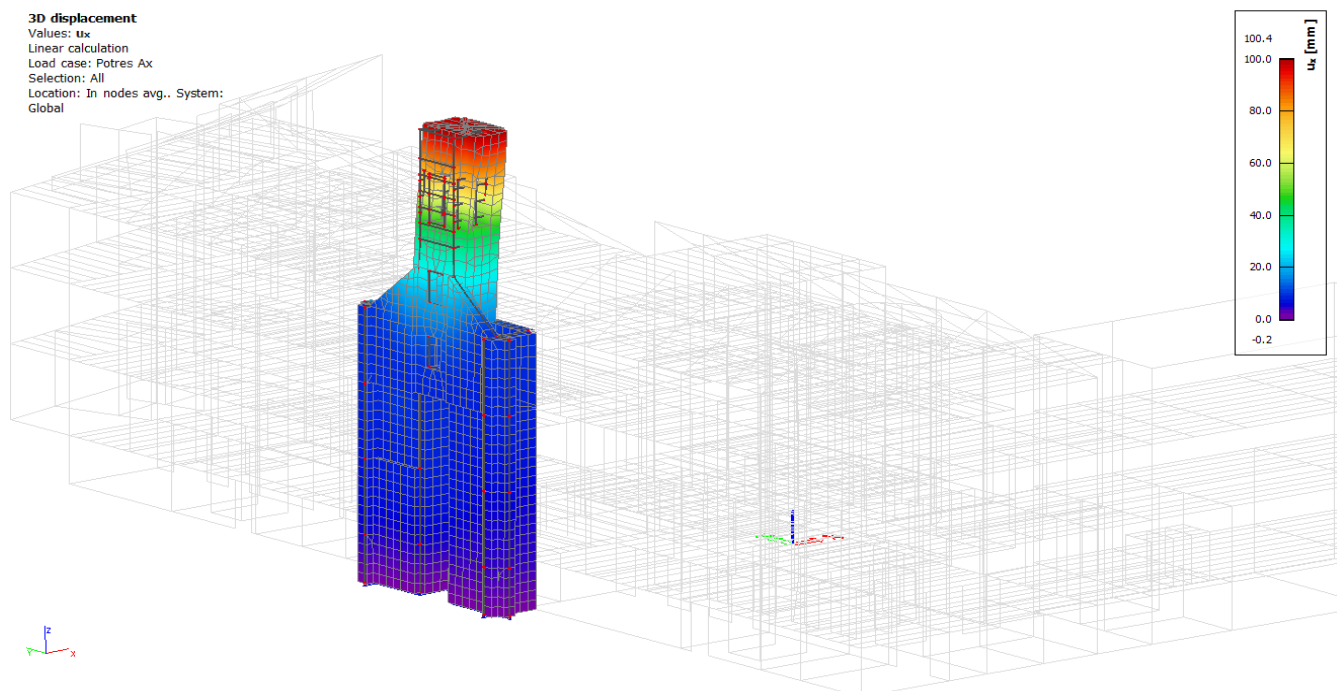
Ojačanjem navedenih međukatnih konstrukcija omogućuje se povezivanje međukatne konstrukcije sa zidovima crkve odnosno omogućuje se ukrućivanje cijele crkve. Predloženim prijedlogom poboljšava se protupotresno ponašanje crkve. U nastavku dana usporedba globalnih potresnih pomaka u x smjeru.



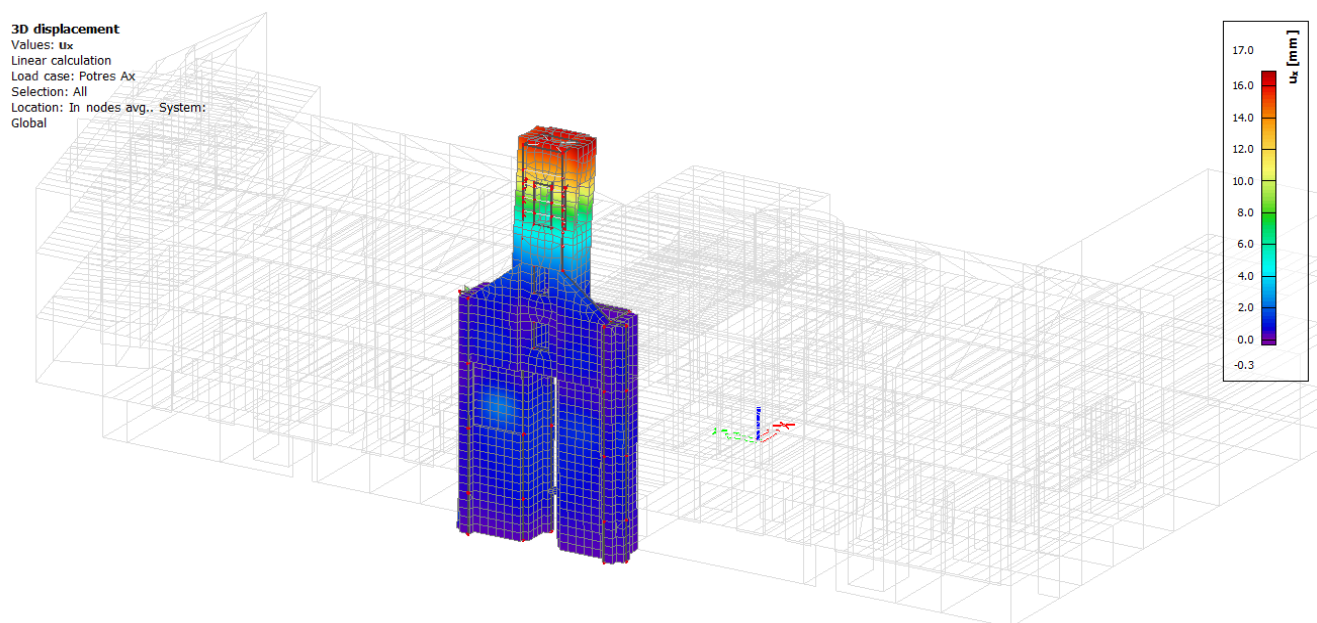
Slika 6. Prikaz promatranih zidova za koje je dana usporedba pomaka

Prikaz usporedbe pomaka zvonika s modelom postojećeg stanja konstrukcije

Pomaci u smjer x : postojeći model



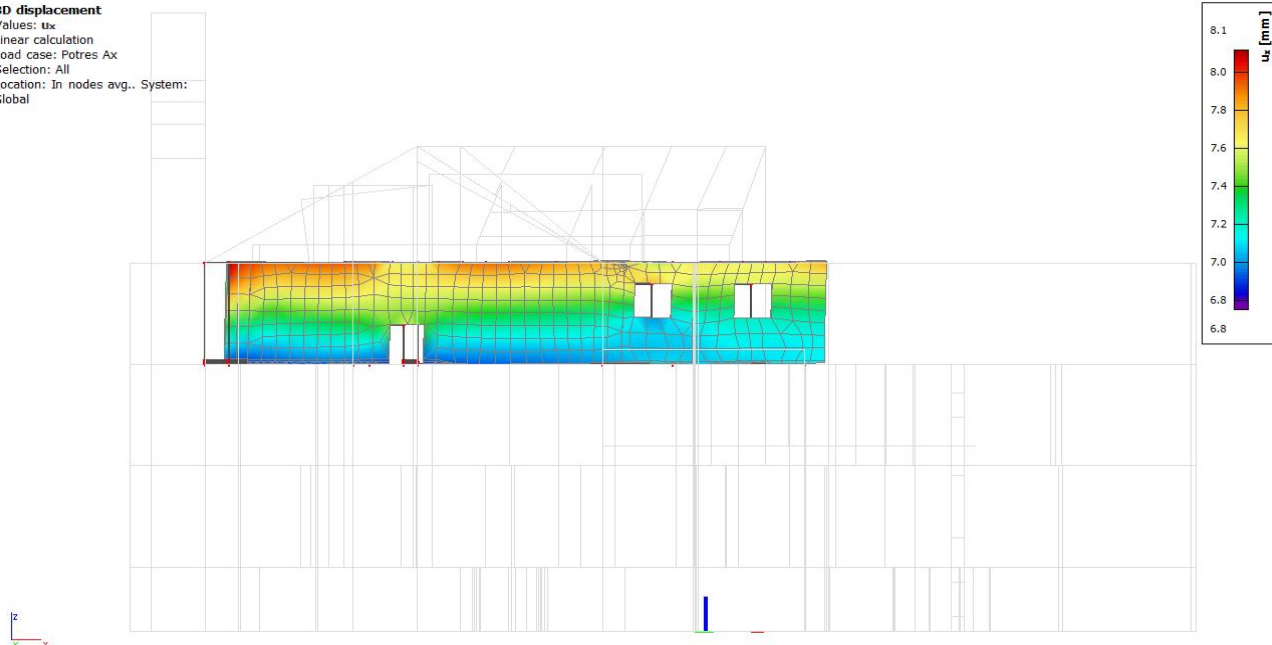
Pomaci u smjer x : model sa ojačanim međukatnim konstrukcijama iznad kora



Prikaz usporedbe pomaka zida 2. kata crkve s modelom postojećeg stanja konstrukcije

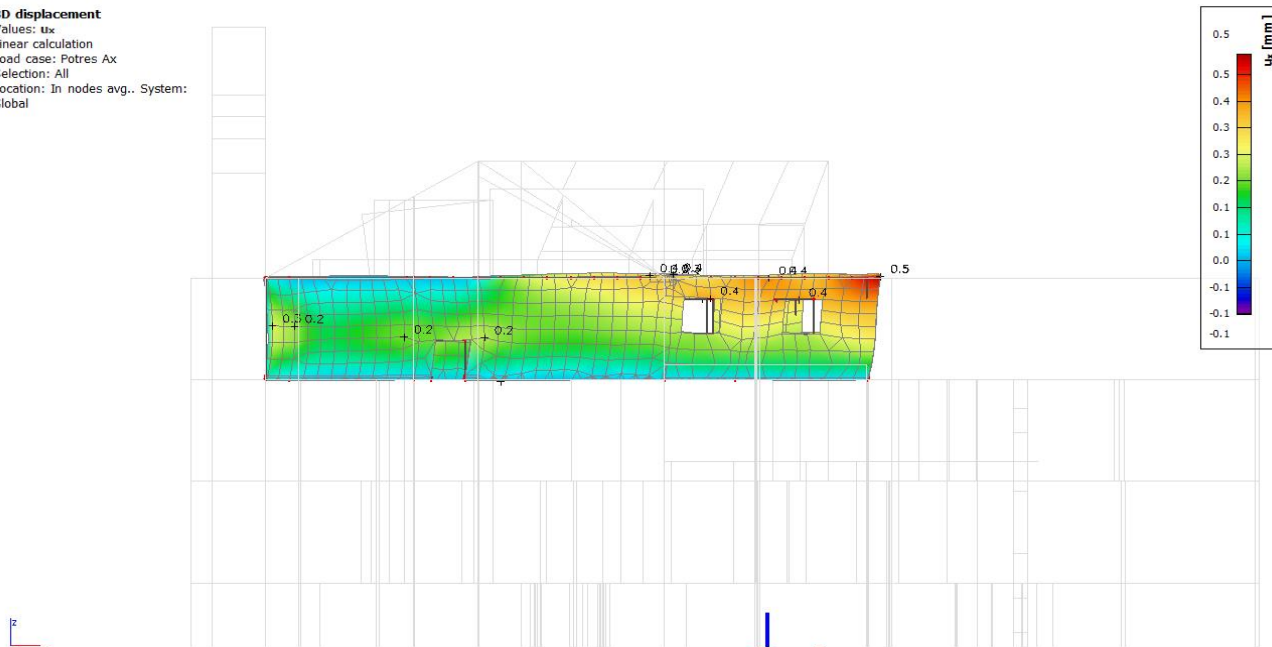
Pomaci u smjer x : postojeći model


3D displacement
Values: u_x
Linear calculation
Load case: Potres Ax
Selection: All
Location: In nodes avg.. System:
Global



Pomaci u smjer x : model sa ojačanim međukatnim konstrukcijama iznad kora

3D displacement
Values: u_x
Linear calculation
Load case: Potres Ax
Selection: All
Location: In nodes avg.. System:
Global



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

Za prikaz povećanja nosivosti konstrukcije uslijed ojačanja međukatnih konstrukcijau nastavku je dana sumarna tablica s prikazom smanjenja globalnog pomaka konstrukcije.

Tablična usporedba pomaka zvonika :

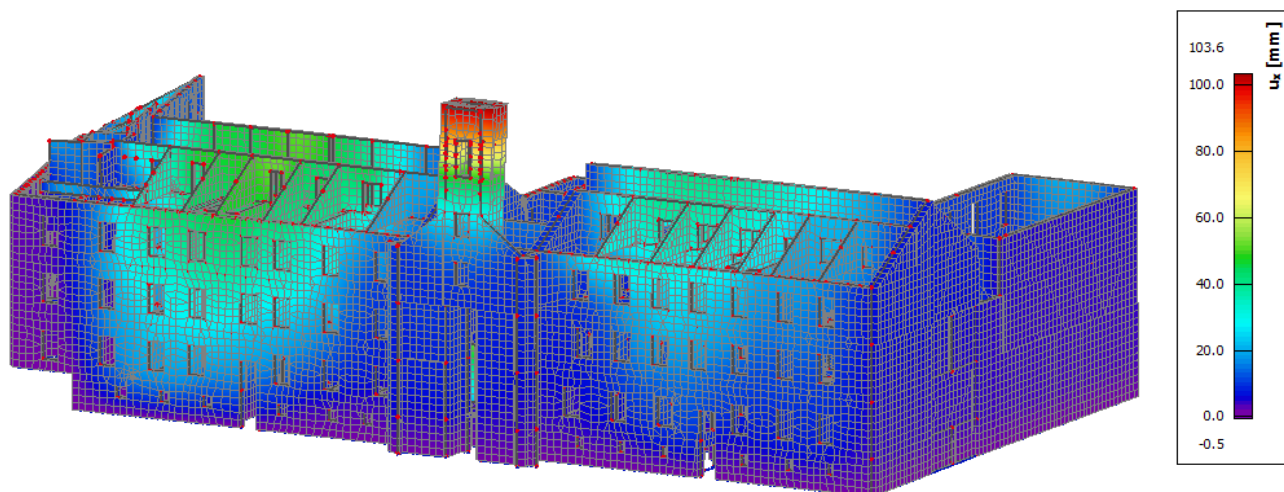
		ag
		0,09g
Postojeće stanje	pomak (mm)	100
	pomak (mm)	17
Ojačanje međukatnih konstrukcija iznad kora	postotak smanjenja pomaka u odnosu na postojeće stanje %	83.0%

Tablična usporedba pomaka zida 2. kata crkve :

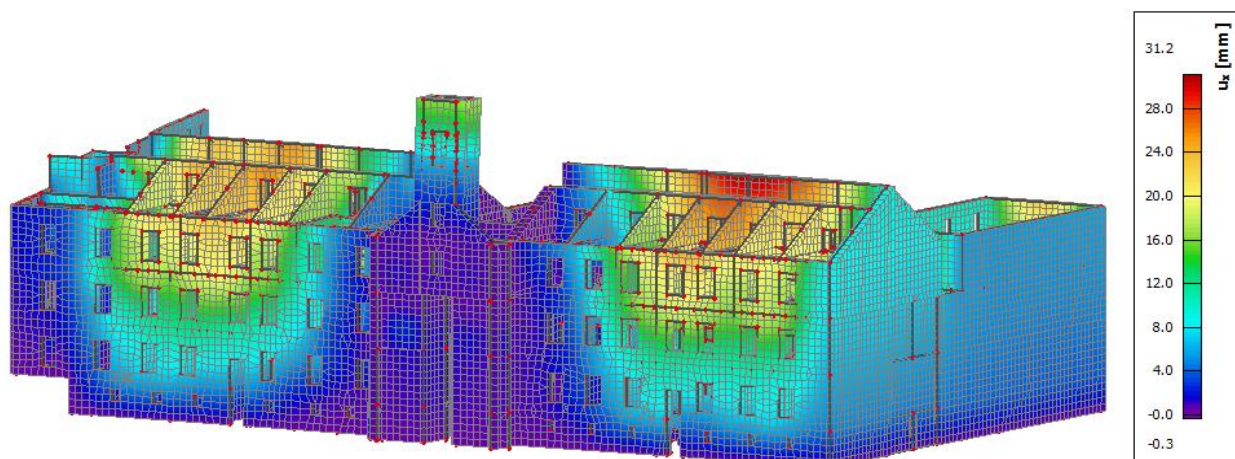
		ag
		0,09g
Postojeće stanje	pomak (mm)	8.1
	pomak (mm)	0.5
Ojačanje međukatnih konstrukcija iznad kora	postotak smanjenja pomaka u odnosu na postojeće stanje %	93.8%

Prikaz usporedbe pomaka cijele konstrukcije s modelom postojećeg stanja konstrukcije

Pomaci u smjer x : postojeći model



Pomaci u smjer x : model sa ojačanim međukatnim konstrukcijama iznad kora



3.3.3. PRORACUN MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE 2. KATA

1. ANALIZA OPTEREĆENJA

1.1. Vlastita težina drvenih greda

Geometrijske karakteristike:

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 180 \text{ mm}$$

$$A = 0.029 \text{ m}^2$$

Zapreminska težina : $\gamma_{C24} = 4.2 \text{ kN/m}^3$

$$g' = A \gamma_{C24} = 0.12 \text{ kN/m'}$$

1.2. Dodatno stalno opterećenje

Pretpostavka slojeva :

Sloj	Materijal	Specifična težina	Debljina	Opterećenje od sloja
1.	Parket	8.00 kN/m ³	0.025 m	0.200 kN/m ²
2.	OSB ploča	1.00 kN/m ³	0.018 m	0.018 kN/m ²
3.	2x daščana oplata	4.20 kN/m ³	0.048 m	0.202 kN/m ²

$$\text{UKUPNO } \Delta g = 0.42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{U proračun se uzima } \Delta g = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

Osni razmak grebnika: $e = 40 \text{ cm}$

$$\text{Linijsko opterećenje: } \Delta g' = \Delta g e = 0.60 \text{ kN/m'}$$

1.3. Korisno opterećenje

Kategorija: C
Podkategorija: C2

Izložbeni prostori

Prostori s nepomičnim sjedalima, primjerice u crkvama, kazalištima ili kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanja, dvorane za skupove, željezničke čekaonice i sl.

$$q = 0.40 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Linijsko opterećenje: } q' = q e = 0.16 \text{ kN/m'}$$

$$q' = q e = 0.30 \text{ kN/m'}$$

1.4. Mjerodavna kombinacija opterećenja:

Drveni grednici:

Mjerodavna kombinacija:

(spregnuto stanje)

$$q_{Ed}' = 1,35 \cdot (g' + \Delta g') + 1,50 \cdot q'$$

$$q_{Ed}' = 1.2 \text{ kN/m'}$$

Raspon:

$$L = 5.52 \text{ m}$$

Učinci djelovanja:

$$M_{Ed} = q_{Ed}' L^2 / 8$$

$$M_{Ed} = 4.6 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = q_{Ed}' L / 2$$

$$V_{Ed} = 3.3 \text{ kN}$$


(faza izvedbe)

$$q_{Ed}' = 1,35 \cdot (g') + 1,50 \cdot (q)$$

$$q_{Ed}' = 1.42 \text{ kN/m'}$$

$$M_{Ed} = 5.4 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 3.9 \text{ kN}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

FAZA IZVEDBE

2. ULAZNI PODACI

Poprečni presjek:

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 180 \text{ mm}$$

$$L = 5.52 \text{ m}$$

$$I_y = 7.78E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 6.14E+07 \text{ mm}^4$$

Duljina:

Razred drva:

C24

Faktor sigurnosti:

$$\gamma_M = 1.3$$

Mehaničke karakteristike:

Karakteristične vrijednosti:

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_k &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Proračunske vrijednosti:

$$\begin{aligned} f_{m,d} &= 16.6 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,d} &= 9.7 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,d} &= 0.3 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,d} &= 14.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,d} &= 1.7 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,d} &= 1.7 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Razred uporabivosti:

$$1 \quad (12\% < u)$$

Koeficijent modifikacije:

$$k_{mod} = 0.90$$

Koef. deformacije:

$$k_{def,G} = 0.60 \quad - \text{ stalno}$$

$$k_{def,s} = 0.00 \quad - \text{ korisno kat. C - kratko}$$

Rezne sile:

$$M_{y,Ed} = 5.42 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 3.93 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} = 0 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = 3.93 \text{ kN}$$

3. GSN - provjere poprečnog presjeka

3.1. Savijanje

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 6.27 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0.7$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.38 + 0.7 \cdot 0.00 = 0.38 < 1.0$$

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.7 \cdot 0.38 + 0.00 = 0.26 < 1.0$$

Zadovoljava.

Zadovoljava.

3.2. Posmik

$$V_{Ed} = (V_{z,Ed} + V_{y,Ed2})^{1/2} = 3.93 \text{ kN}$$

$$t_{v,d} = 1.5 \times V_{Ed} / b \times h = 0.20 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet:

$$t_{v,d} / f_{v,d} = 0.12 < 1.0$$

Zadovoljava.

3.3. Tlak okomito na vlakanca

$$\sigma_{c,90,d} = R_{Ed} / A = 0.16 \text{ N/mm}^2$$

$$A = b \times l_a = 24000 \text{ mm}^2$$


$$l_a = 150 \text{ mm}$$

$$k_{c,90} = 1.0$$

Uvjet:

$$\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \times f_{c,90,d}) = 0.01 < 1.0$$

Zadovoljava.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

FAZA IZVEDBE

4. GSN - provjere elementa

4.1. Savijanje bez uzdužne sile - bočno torzijsko izvijanje

Duljina izvijanja: $l_y = 5.52 \text{ m} = 5520 \text{ mm}$
 $l_z = 5.52 \text{ m} = 5520 \text{ mm}$

Naprezanje od savijanja:

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 6.27 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,v} = (0,78 \times b^2 \times E_{0,05}) / (h \times l_y) = 148.71 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,v} = (0,78 \times h^2 \times E_{0,05}) / (b \times l_z) = 211.74 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{rel,m,y} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{1/\alpha} = 0.40 \leq 0,75 \rightarrow k_{crit,y} = 1.0$$

$$l_{rel,m,z} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,z})^{1/\alpha} = 0.34 \leq 0,75 \rightarrow k_{crit,z} = 1.0$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0.38 + 0,7 \times 0.00 = 0.38 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0,7 \times 0.38 + 0.00 = 0.26 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

4. GRANICNO STANJE UPORABIVOSTI

Duljina: $L = 5520 \text{ mm}$

Početne deformacije:

$$U_{inst,G} = ((5/48) M_g \cdot L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1,20 M_g / (G_{0,mean} A) = 20.44 \text{ mm}$$

$$U_{inst,q} = ((5/48) M_q \cdot L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1,20 M_q / (G_{0,mean} A) = 14.81 \text{ mm}$$

Konačne deformacije:

$$1.) \quad u_{fin} = (1,0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1,0 + k_{def,q}) u_{inst,q} = 47.5 \text{ mm}$$

Ograničenja progiba

1.) Početne deformacije:

$$\max u_{inst,Q} = 14.8 \text{ mm} < L/300 = 18.4 \text{ mm} \quad \text{Zadovoljava}$$

SPREZANJE S DVA SLOJA DAŠČANE OPLATE:

1. ULAZNI PODACI

Daske:

Geometrijske karakteristike:

Materijal: **C24**

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 48 \text{ mm} \\ A_1 &= 76.8 \text{ cm}^2 \\ I_1 &= 147.46 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_{k,2} &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean,2} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Drveni grednik:

Geometrijske karakteristike:

Materijal: **C24**

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 180 \text{ mm} \\ L &= 5.52 \text{ m} \\ e &= 0.40 \text{ m} \\ A_2 &= 288.0 \text{ cm}^2 \\ I_2 &= 7776 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_{k,2} &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean,2} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Djelovanja:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 4.6 \text{ kNm} = 462.12 \text{ kNcm} \\ V_{z,Ed} &= 3.3 \text{ kN} \end{aligned}$$

Faktor sigurnosti:

$$\gamma_M = 1.3$$

Razred uporabivosti:

$$1 \quad (12\% < u)$$

Koeficijent modifikacije:

$$k_{mod} = 0.90$$

Koef. deformacije:

$$\begin{aligned} k_{def,G} &= 0.60 & - \text{ stalno} \\ k_{def,s} &= 0.00 & - \text{ korisno kat. C - kratko} \end{aligned}$$


2. PRORAČUN DRVENIH ELEMENATA

2.1. Proračun utjecaja popustljivosti spoja

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 1/(1+\pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot s / K_i \cdot L^2) = 0.631 \\ \gamma_2 &= 1.00 \end{aligned}$$

gdje je:

$$\begin{aligned} K_{ser} &= \rho_k^{1,5} \cdot d / 23 = 9456 \text{ N/mm} \\ &= 94.6 \text{ kN/cm} & - \text{ modul klizanja za proračun graničnog stanja uporabivosti} \\ K_i &= K_u = 2/3 K_{ser} = 63.0 \text{ kN/cm} & - \text{ modul klizanja za proračun graničnog stanja nosivosti} \\ d &= 12 \text{ mm} & - \text{ promjer sredstava za sprezanje} \\ s &= 20 \text{ cm} & - \text{ razmak trnova} \end{aligned}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

2.3. Proračun djelotvorne savojne krutosti podatljivo sastavljene grede

Proračun položaja neutralne osi:

$$a_1 = ((h_1 + h_2)/2) - a_2 = 9.76 \text{ cm}$$

$$a_2 = \gamma_1 E_1 A_1 (h_1 + h_2) / (2(\gamma_1 E_1 A_1 + \gamma_2 E_2 A_2)) = 1.64 \text{ cm}$$

Proračun djelotvorne krutosti:

$$(EI)_{ef} = E_1 I_1 + \gamma_1 E_1 A_1 a_1^2 + E_2 I_2 + \gamma_2 E_2 A_2 a_2^2 = 9854302.381 \text{ kNcm}^2$$

2.4. Proračun naprezanja

Naprezanja od savijanja - rubna vlakanca:

$$\sigma_{m,1,d} = M_{Ed} / (EI)_{ef} \cdot h_1 / 2 \cdot E_1 = 0.083 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{m,2,d} = M_{Ed} / (EI)_{ef} \cdot h_2 / 2 \cdot E_2 = 0.312 \text{ kN/cm}^2$$

Uvjeti:

$\sigma_{m,1,d} = 0.083 \text{ kN/cm}^2$	$<$	$f_{m,d} = k_{mod} f_{m,k} / \gamma_m = 1.66 \text{ kN/cm}^2$	Uvjet je zadovoljen!
$\sigma_{m,2,d} = 0.312 \text{ kN/cm}^2$	$<$	$f_{m,d} = k_{mod} f_{m,k} / \gamma_m = 1.66 \text{ kN/cm}^2$	Uvjet je zadovoljen!

Posmična naprezanja - hrbat/neutralna os:

$$\tau_{max,d} = V_{Ed} \cdot (0.5 E_2 b_2 h^2) / (b_2 (EI)_{ef}) = 0.041 \text{ kN/cm}^2$$

Uvjet:

$\tau_{max,d} = 0.041 \text{ kN/cm}^2$	$<$	$f_{v,d} = k_{mod} f_{v,k} / \gamma_m = 0.17 \text{ kN/cm}^2$	Uvjet je zadovoljen!
--	-----	---	----------------------

Maksimalna iskoristivost = 24 % (iz uvjeta posmičnih naprezanja) Uvjet je zadovoljen!

3. PRORAČUN SPOJNIH SREDSTAVA

3.1. Proračun djelovanja na posmične ravnine

Opterećenje na prvu posmičnu ravninu:

$$F_1 = V_d \cdot \gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot a_1 \cdot s / (EI)_{ef} = 2.4 \text{ kN}$$

3.2. Određivanje nosivosti trnova

Proračunska vrijednost čvrstoće tlaka po omotaču rupe:

$$f_{h,0,k,1} = 0.085 \cdot (1 - 0.01d) \cdot \rho_{k,1} = 51.6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} / \gamma_m = 35.7 \text{ N/mm}^2 = 3.57 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{h,0,k,1} = 0.085 \cdot (1 - 0.01d) \cdot \rho_{k,1} = 26.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} / \gamma_m = 18.1 \text{ N/mm}^2 = 1.81 \text{ kN/cm}^2$$

Proračunski moment tečenje spojnog sredstva:

$$M_{y,k} = 0.8 \cdot f_{u,k} \cdot d^3 / 6 = 82944 \text{ Nmm}$$

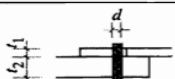



$$M_{y,d} = M_{y,k} / \gamma_m = 75404 \text{ Nmm} = 7.54 \text{ kN/cm}^2$$

gdje je:

$f_{u,k} = 360 \text{ N/mm}^2$	- karakteristična vrijednost vlačne čvrstoće čelika S235
$\gamma_m = 1.1$	- parcijalni faktor sigurnosti za čelik

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog trna i jednorednoj vezi:

Tablica 6.4 Projektne vrijednosti nosivosti R_d za $\beta = 1$ – mjerodavna je najmanja vrijednost

<p>(a)  $R_d = f_{b,1,d} t_1 d$ (6.31)</p>	<p>(c)  $R_d = 0,5 f_{b,1,d} t_1 d (\sqrt{3k_t^2 + 2k_t + 3} - k_t - 1)$ (6.32)</p>
<p>(d)  $R_d = 0,367 f_{b,1,d} t_1 d (2\sqrt{1 + 3/k_M^2} - 1)$ (6.33)</p>	<p>(f)  $R_d = 1,556 f_{b,1,d} t_1 d / k_M$ (6.34)</p>

gdje je:

$$k_t = \frac{t_2}{t_1} = 3.8$$

$$k_M = t_1 / (M_{y,d} / (f_{b,1,d} d))^{1/2} = 3.62$$

(a) $R_d = f_{b,1,d} t_1 d = 20.6 \text{ kN}$
(c) $R_d = 0,5 f_{b,1,d} t_1 d ((3k_t^2 + 2k_t + 3)^{1/2} - k_t - 1) = 25.8 \text{ kN}$
(d) $R_d = 0,367 f_{b,1,d} t_1 d (2(1 + 3/k_M^2)^{1/2} - 1) = 9.2 \text{ kN}$
(f) $R_d = 1,556 f_{b,1,d} t_1 d / k_M = 8.8 \text{ kN}$

$$R_d = R_{d,min}$$

$$R_d = 8.8 \text{ kN}$$

Mjerodavno

Uvjet: $F_1 = 2.4 \text{ kN} < R_d = 8.8 \text{ kN}$ Uvjet je zadovoljen!

4. PRORAČUN PROGIBA

Proračun se provodi s efektivnom krutosti:

$$(EI)_{ef} = E_1 I_1 + \gamma_1 E_1 A_1 a_1^2 + E_2 I_2 + \gamma_2 E_2 A_2 a_2^2 = 9854302 \text{ kNcm}^2$$

Moment savijanja:

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 M_q = 3.92 \text{ kNm} = 392 \text{ kNcm}$$

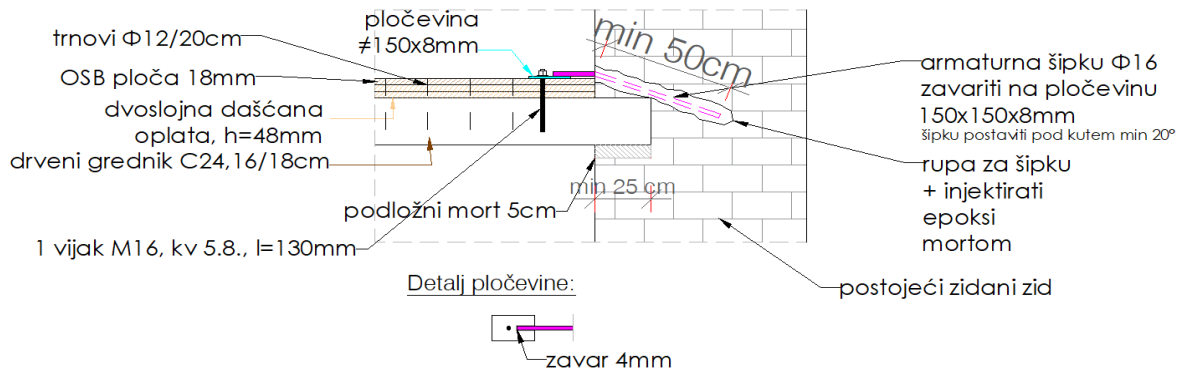
Progib spregnutog presjeka:

$$u_{g+q} = ((5/48) M_g L^2 / E_{0,mean} I_y) = 1.26 \text{ cm} = 12.6 \text{ mm}$$

Ograničenja progiba

$$\max u_{fin} = 12.6 \text{ mm} \approx L/200 = 27.6 \text{ mm} \text{ Zadovoljava!}$$

PRORAČUN SIDRENJA DRVENIH GREDNIKA U ZID:



1. Proračun sidra za sidrenje drvenih grednika u zid :

Rezna sile: $N_{Ed} = 13.00$ kN (potres)

Pretpostavljena nosivost sidra u zidanom zidu:

odabrani sidro: $\Phi 16$

$R_d = 23.00$ kN

Uvjet: $F_1 = 13.00$ kN < $R_d = 23.0$ kN Uvjet je zadovoljen!

2. Proračun vijka za drvo :

SPOJNO SREDSTVO			DJELOVANJE		
Promjer vijaka	M16		Uzdužna sila	$N_{Ed} = 13$	kN
d =	16	mm	Kut djelovanja na vlakanca	$\alpha = 45$	°
l =	140	mm	Koeficijent modifikacije:	$k_{mod} = 0.90$	
Kvaliteta vijaka	5.8.				
$f_{uk} =$	500	N/mm ²			

Otpornost vijka na čupanje :

Rezna sile: $V_{Ed} = 3.3$ kN ,

Vrijednost vlačne otpornosti za jedan vijak M16, kv. 5.8 : 56.56 kN

Uvjet: $V_{Ed} = 3.35$ kN < $R_d = 56.6$ kN Uvjet je zadovoljen!

Otpornost vijka na odrez :

Rezna sile: $V_{Ed} = 13.0$ kN ,

Vrijednost posmične otpornosti za jedan vijak M16, kv. 5.8 : 37.68 kN

Uvjet: $V_{Ed} = 13.00$ kN < $R_d = 37.7$ kN Uvjet je zadovoljen!

Tlak okomito na vlakanca:

$$\sigma_{c,90,d} = V_{Ed} / A = 1.61 \text{ N/mm}^2 \quad k_{c,90} = 1.0$$

$$A = b \times l_a = 2080 \text{ mm}^2$$

$$l_a = 130 \text{ mm}$$

Uvjet: $\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \times f_{c,90,d}) = 0.06 < 1.0$ Uvjet je zadovoljen.

Nosivost vijaka opterećenog okomito na os :

Čvrstoća na pritisak po omotaču rupe:

$$f_{h,0,k,1} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot p_{k,1} = 24.1 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} \gamma_m = 16.7 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 0,9 + 0,015d = 1.14$$

$$f_{h,\alpha,d,1} = f_{h,0,d,1} / (k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 10.63 \text{ N/mm}^2$$

Moment tečenja spojnog srestva:

$$M_{y,k} = 0,8 f_{uk} d^3 / 6 = 273067 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,d} = M_{y,k} / \gamma_M = 248242 \text{ Nmm}$$

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog zabijanog vijka u jednoreznoj vezi s debelim limom:

Mjerodavna je najmanja vrijednost od:

$$1.) R_d = 1,1 f_{h,1,d} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,d}}{f_{h,1,d} d t_1^2}} - 1 \right] = 13513 \text{ N}$$

→ Mjerodavna vrijednost:

$$R_d = 13513 \text{ N}$$

$$R_d = 13.51 \text{ kN}$$

$$2.) R_d = 1,5 \sqrt{2 M_{y,d} f_{h,1,d} d} = 13784 \text{ N}$$

$$3.) R_d = f_{h,1,d} t_1 d = 23813 \text{ N}$$

$$n_{potr} = N_{Ed} / R_d = 0.96$$

Odabrani broj vijaka:

$$n_{odabr} = 1$$

Odabran je 1 vijak.

3. Proračun pločevine :

Čelični lim dimenzija 150x8mm

Čelik **S 235** $t < 40 \text{ mm}$

$$f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$E = 21000 \text{ kN/cm}^2$$

$$G = 8100 \text{ kN/cm}^2$$

$$\varepsilon = 1.00$$

$$\nu = 0.3$$

Parcijalni faktori:

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Odabrani vijci:

1x M16

Kvaliteta vijaka:

5.8

Promjer vijka:

$$d = 16 \text{ mm}$$

Granica popuštanja:

$$f_{y,b} = 40 \text{ kN/cm}^2$$

Promjer rupe:

$$d_0 = 17 \text{ mm}$$

Vlačna čvrstoća:

$$f_{u,b} = 50 \text{ kN/cm}^2$$

Dimenzije čvornog lima na elementu:

$$b_1 = 150 \text{ mm}$$

$$t_1 = 8 \text{ mm}$$

Djelovanja :

Uzdužna sila u elementu:

$$N_{Ed} = 13 \text{ kN}$$

Razmaci vijka :

$$e1 = 68 \text{ mm}$$

$$p1 = 50 \text{ mm}$$

$$p2 = 37 \text{ mm}$$

Otpornost na pritisak po omotaču rupe - č. lim:

Proračunska otpornost po jednom vijku za ploču debljine t_1 :

$$F_{b,Rk} = k_1 \alpha_b f_u d t_1 / \gamma_{M2} = 67.313 \text{ kN}$$

gdje je:

$$\begin{aligned} k_1 &= 2.5 \\ \alpha_b &= \min(a, b, c, d) = 0.73 \\ a) \quad e_1/3d_0 &= 1.33 \\ b) \quad p_1/(3d_0) - 0,25 &= 0.73 \\ c) \quad f_{ub}/f_u &= 1.39 \\ d) &= 1.00 \end{aligned}$$

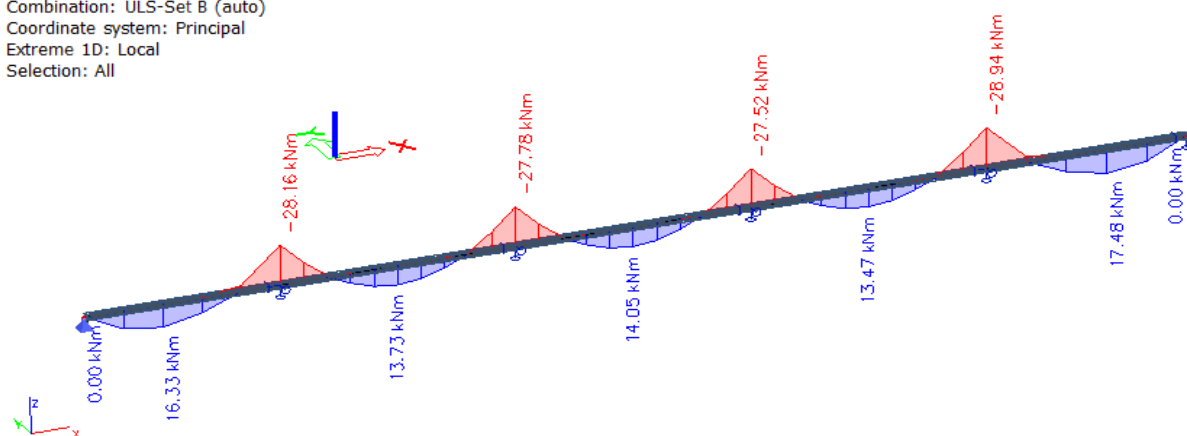
Uvjet:	$N_{Ed} = 13 \text{ kN}$	$<$	$F_{v,Rd} = 67.313 \text{ kN}$	Uvjet zadovoljen!
---------------	--------------------------	-----	--------------------------------	--------------------------

PRORAČUN ČELIČNIH PROFILA HEA 140

Na betonsku posteljicu postavljaju se 2 čelična profila HEA 140 sa svake strane te su pomoću 6 sidrenih vijaka M16 k.v 8.8 spojeni sa betonskom posteljicom. Dva čelična HEA profila na razmaku 5cm povezani su pomoću čeličnih pločevina 130x110x10mm koje su zavarene za HEA profile i međusobno povezane sa 2 vijka M16 kv. 8.8. Spoj je potrebno izvesti na pozicijama naznačenim na nacrtu. Montažni nastavak čeličnog profila HEA140 ostvaruje se pločevinama 140x165x25mm koje su zavarene za čelične profile i spojene s 4 vijka M20 kv. 8.8.

1D internal forces

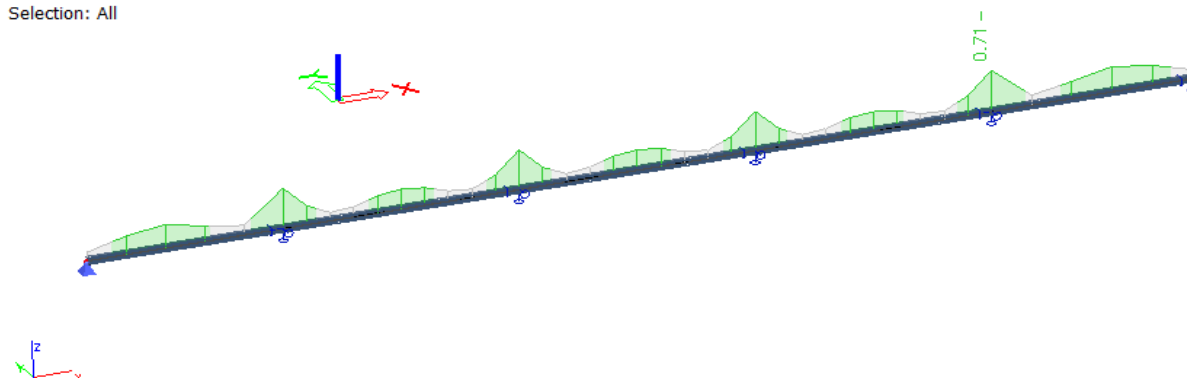
Values: M_y
Linear calculation
Combination: ULS-Set B (auto)
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Local
Selection: All



Iskoristivost poprečnog presjeka

EC-EN 1993 Steel check ULS

Values: $U_{C, Overall}$
Linear calculation
Combination: ULS-Set B (auto)
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All



EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation

Combination: ULS-Set B (auto)

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Global

Selection: All

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B3	20.300 / 24.815 m	HEA140	S 235	ULS-Set B (auto)	0.71 -
-----------	-------------------	--------	-------	------------------	--------

Combination key	
ULS-Set B (auto) / 1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 1.35*LC4	

Partial safety factors	
γ_{M0} for resistance of cross-sections	1.00
γ_{M1} for resistance to instability	1.00
γ_{M2} for resistance of net sections	1.25

Material			
Yield strength	f_y	235.0	MPa
Ultimate strength	f_u	360.0	MPa
Fabrication		Rolled	

.....SECTION CHECK:.....

The critical check is on position 20.300 m

Internal forces		Calculated	Unit
Normal force	N_{Ed}	0.00	kN
Shear force	$V_{y,Ed}$	0.00	kN
Shear force	$V_{z,Ed}$	-31.74	kN
Torsion	T_{Ed}	0.00	kNm
Bending moment	$M_{y,Ed}$	-28.94	kNm
Bending moment	$M_{z,Ed}$	0.00	kNm

Classification for cross-section design

Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	SO	55	9	1.743e+05	1.743e+05	1.00	0.43	1.00	6.50	9.00	10.00	14.00	1
3	SO	55	9	1.743e+05	1.743e+05	1.00	0.43	1.00	6.50	9.00	10.00	14.00	1
4	I	92	6	1.288e+05	-1.288e+05	-1.00		0.50	16.73	72.00	83.00	124.00	1
5	SO	55	9	-1.743e+05	-1.743e+05								
7	SO	55	9	-1.743e+05	-1.743e+05								

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.

The cross-section is classified as Class 1

Bending moment check for M_y

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	W_{ply}	1.7333e-04	m ³
Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	40.73	kNm
Unity check		0.71	-

Shear check for V_z

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Shear correction factor	η	1.20	
Shear area	A_v	1.0107e-03	m ²
Plastic shear resistance for V_z	$V_{pl,z,Rd}$	137.14	kN
Unity check		0.23	-

The member satisfies the section check.

....:STABILITY CHECK:....

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 20.300 m

Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	SO	55	9	1.743e+05	1.743e+05	1.00	0.43	1.00	6.50	9.00	10.00	14.00	1
3	SO	55	9	1.743e+05	1.743e+05	1.00	0.43	1.00	6.50	9.00	10.00	14.00	1
4	I	92	6	1.288e+05	-1.288e+05	-1.00		0.50	16.73	72.00	83.00	124.00	1
5	SO	55	9	-1.743e+05	-1.743e+05								
7	SO	55	9	-1.743e+05	-1.743e+05								

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.

The cross-section is classified as Class 1

Lateral Torsional Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.3 and formula (6.54)

LTB parameters			
Method for LTB curve		Alternative case	
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	1.7333e-04	m ³
Elastic critical moment	M_{cr}	131.62	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,LT}$	0.56	
Limit slenderness	$\lambda_{rel,LT,0}$	0.40	
LTB curve		b	
Imperfection	α_{LT}	0.34	
LTB factor	β	0.75	
Reduction factor	χ_{LT}	0.94	
Correction factor	k_c	0.60	
Correction factor	f	0.82	
Modified reduction factor	$\chi_{LT,mod}$	1.00	
Design buckling resistance	$M_{b,Rd}$	40.73	kNm
Unity check		0.71	-

Mcr parameters			
LTB length	l_{LT}	5.300	m
Influence of load position		no influence	
Correction factor	k	1.00	
Correction factor	k_w	1.00	
LTB moment factor	C_1	2.80	
LTB moment factor	C_2	1.62	
LTB moment factor	C_3	0.41	
Shear centre distance	d_z	0	mm
Distance of load application	z_g	0	mm
Mono-symmetry constant	β_y	0	mm
Mono-symmetry constant	z_j	0	mm

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

Note: The correction factor k_c is determined from C_1 .

Shear Buckling check

According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

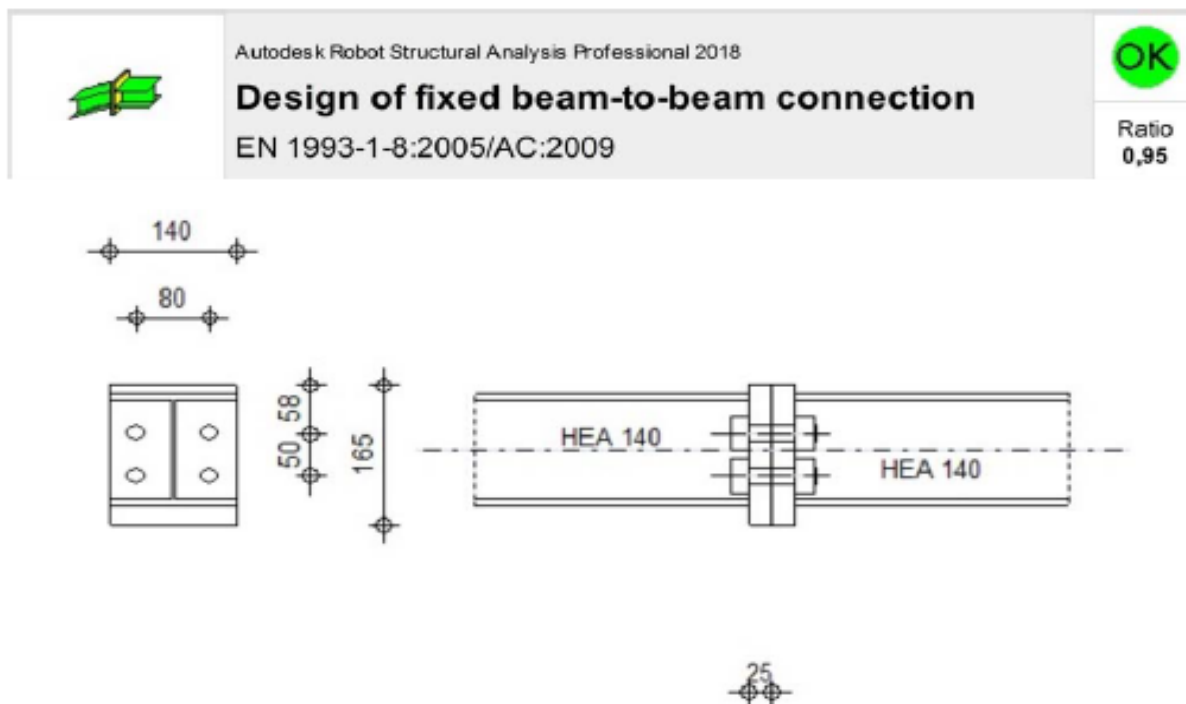
Shear Buckling parameters			
Buckling field length	a	24.815	m
Web		unstiffened	
Web height	h_w	116	mm
Web thickness	t	6	mm
Material coefficient	ε	1.00	
Shear correction factor	η	1.20	

Shear Buckling verification		
Web slenderness	h_w/t	21.09
Web slenderness limit		60.00

Note: The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

Proračun montažnog nastavka HEA 140 profila



GENERAL

Connection no.: 1
Connection name: Beam-Beam

GEOMETRY

LEFT SIDE

BEAM

Section: HEA 140

α	=	-180,0	[Deg]	Inclination angle
h_{bl}	=	133	[mm]	Height of beam section
b_{tbl}	=	140	[mm]	Width of beam section
t_{wbl}	=	6	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{tbl}	=	9	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_{bl}	=	12	[mm]	Radius of beam section fillet
A_{bl}	=	31,42	[cm ²]	Cross-sectional area of a beam
I_{xbl}	=	1033,13	[cm ⁴]	Moment of inertia of the beam section
Material:	S 235			
f_{yb}	=	235,00	[MPa]	Resistance

RIGHT SIDE

BEAM

Section: HEA 140

$\alpha =$	0,0	[Deg]	Inclination angle
$h_{br} =$	133	[mm]	Height of beam section
$b_{fbr} =$	140	[mm]	Width of beam section
$t_{wbr} =$	6	[mm]	Thickness of the web of beam section
$t_{fbr} =$	9	[mm]	Thickness of the flange of beam section
$r_{br} =$	12	[mm]	Radius of beam section fillet
$A_{br} =$	31,42	[cm ²]	Cross-sectional area of a beam
$I_{xbr} =$	1033,13	[cm ⁴]	Moment of inertia of the beam section

Material: S 235

$f_{yb} =$	235,00	[MPa]	Resistance
------------	--------	-------	------------

BOLTS

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

$d =$	20	[mm]	Bolt diameter
Class =	8.8		Bolt class
$F_{tRd} =$	141,12	[kN]	Tensile resistance of a bolt
$n_h =$	2		Number of bolt columns
$n_v =$	2		Number of bolt rows
$h_1 =$	58	[mm]	Distance between first bolt and upper edge of front plate
Horizontal spacing $e_1 =$	80	[mm]	
Vertical spacing $p_1 =$	50	[mm]	

PLATE

$h_{pr} =$	165	[mm]	Plate height
$b_{pr} =$	140	[mm]	Plate width
$t_{pr} =$	25	[mm]	Plate thickness
Material: S 235			
$f_{ypr} =$	235,00	[MPa]	Resistance

FILLET WELDS

$a_w =$	5	[mm]	Web weld
$a_f =$	8	[mm]	Flange weld

MATERIAL FACTORS

$\gamma_{M0} =$	1,00	Partial safety factor	[2.2]
$\gamma_{M1} =$	1,00	Partial safety factor	[2.2]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Partial safety factor	[2.2]
$\gamma_{M3} =$	1,25	Partial safety factor	[2.2]

LOADS

Ultimate limit state

Case: Manual calculations.

$M_{b1,Ed} = 20,00$ [kN*m] Bending moment in the right beam

$V_{b1,Ed} = 25,00$ [kN] Shear force in the right beam

RESULTS

BEAM RESISTANCES

SHEAR

$A_{vb} = 10,12$ [cm²] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$

$V_{cb,Rd} = 137,35$ [kN] Design sectional resistance for shear EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$ $0,18 < 1,00$ **verified** {0,18}

BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)

$W_{plb} = 173,51$ [cm³] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd} = 40,77$ [kN*m] Plastic resistance of the section for bending (without stiffeners) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

BENDING ON THE CONTACT SURFACE WITH PLATE OR CONNECTED ELEMENT

$W_{pl} = 173,51$ [cm³] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd} = 40,77$ [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

FLANGE AND WEB - COMPRESSION

$M_{cb,Rd} = 40,77$ [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_f = 125$ [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]

$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$

$F_{c,fb,Rd} = 327,50$ [kN] Resistance of the compressed flange and web [6.2.6.7.(1)]

GEOMETRICAL PARAMETERS OF A CONNECTION

EFFECTIVE LENGTHS AND PARAMETERS - FRONT PLATE

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	32	-	30	-	50	199	182	182	182	149	125	125	125
2	32	-	30	-	50	199	164	164	164	149	107	107	107

m – Bolt distance from the web

m_x – Bolt distance from the beam flange

e – Bolt distance from the outer edge

e_x – Bolt distance from the horizontal outer edge

p – Distance between bolts

$l_{eff,cp}$ – Effective length for a single bolt in the circular failure mode

$l_{eff,nc}$ – Effective length for a single bolt in the non-circular failure mode

$l_{eff,1}$ – Effective length for a single bolt for mode 1

$l_{eff,2}$ – Effective length for a single bolt for mode 2

$l_{eff,cp,g}$ – Effective length for a group of bolts in the circular failure mode

$l_{eff,nc,g}$ – Effective length for a group of bolts in the non-circular failure mode

$l_{eff,1,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 1

$l_{eff,2,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 2

CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING

$F_{t,Rd} = 141,12$ [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]

$B_{p,Rd} = 407,15$ [kN] Punching shear resistance of a bolt [Table 3.4]

$F_{t,fc,Rd}$ – column flange resistance due to bending

$F_{t,wc,Rd}$ – column web resistance due to tension

$F_{t,ep,Rd}$ – resistance of the front plate due to bending

$F_{t,wb,Rd}$ – resistance of the web in tension

$F_{t,fc,Rd} = \min(F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$ [6.2.6.4], [Tab.6.2]

$F_{t,wc,Rd} = \alpha b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]

$F_{t,ep,Rd} = \min(F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$ [6.2.6.5], [Tab.6.2]

$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t1,Rd,comp}$	Component
$F_{t,ep,Rd(1)} = 282,24$	282,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(1)} = 234,93$	234,93	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 814,30$	814,30	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd} = 327,50$	327,50	Beam flange - compression
$F_{t1,Rd} = \min(F_{t1,Rd,comp})$	234,93	Bolt row resistance

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t2,Rd,comp}$	Component
$F_{t,ep,Rd(2)} = 282,24$	282,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(2)} = 211,81$	211,81	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 814,30$	814,30	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 327,50 - 234,93$	92,57	Beam flange - compression
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 551,27 - 234,93$	316,34	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 299,55 - 234,93$	64,63	Beam web - tension - group
$F_{t2,Rd} = \min(F_{t2,Rd,comp})$	64,63	Bolt row resistance

SUMMARY TABLE OF FORCES

Nr	h_j	$F_{tj,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$
1	81	234,93	-	-	282,24	234,93	282,24	814,30
2	31	64,63	-	-	282,24	211,81	282,24	814,30

CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING $M_{j,Rd}$

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 21,11 \text{ [kN*m]} \quad \text{Connection resistance for bending} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,95 < 1,00 \quad \text{verified} \quad (0,95)$$

CONNECTION RESISTANCE FOR SHEAR

$$\alpha_v = 0,60 \quad \text{Coefficient for calculation of } F_{v,Rd} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{v,Rd} = 120,64 \text{ [kN]} \quad \text{Shear resistance of a single bolt} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 141,12 \text{ [kN]} \quad \text{Tensile resistance of a single bolt} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 182,73 \text{ [kN]} \quad \text{Bearing resistance of an intermediate bolt} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 265,74 \text{ [kN]} \quad \text{Bearing resistance of an outermost bolt} \quad [\text{Table 3.4}]$$

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	282,24	0,00	234,93	222,60	222,60	105,35
2	282,24	0,00	64,63	61,23	61,23	203,88

$F_{tj,Rd,N}$ – Bolt row resistance for simple tension

$F_{tj,Ed,N}$ – Force due to axial force in a bolt row

$F_{tj,Rd,M}$ – Bolt row resistance for simple bending

$F_{tj,Ed,M}$ – Force due to moment in a bolt row

$F_{tj,Ed}$ – Maximum tensile force in a bolt row

$F_{vj,Rd}$ – Reduced bolt row resistance

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum_1^n F_{vj,Rd}$$

[Table 3.4]

$$V_{j,Rd} = 309,23 \text{ [kN]} \quad \text{Connection resistance for shear}$$

[Table 3.4]

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,08 < 1,00$$

verified

(0,08)

WELD RESISTANCE

$$A_w = 49,28 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Area of all welds}$$

[4.5.3.2(2)]

$$A_{wy} = 40,08 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Area of horizontal welds}$$

[4.5.3.2(2)]

$$A_{wz} = 9,20 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Area of vertical welds}$$

[4.5.3.2(2)]

$$I_{wy} = 1695,91 \text{ [cm}^4\text{]} \quad \text{Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis}$$

[4.5.3.2(5)]

$$\sigma_{\perp,max} = \tau_{\perp,max} = 58,79 \text{ [MPa]} \quad \text{Normal stress in a weld}$$

[4.5.3.2(6)]

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 38,36 \text{ [MPa]} \quad \text{Stress in a vertical weld}$$

[4.5.3.2(5)]

$$\tau_{\parallel} = 27,17 \text{ [MPa]} \quad \text{Tangent stress}$$

[4.5.3.2(5)]

$$\beta_w = 0,80 \quad \text{Correlation coefficient}$$

[4.5.3.2(7)]

$$\sqrt{(\sigma_{\perp,max}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp,max}^2))} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$117,58 < 360,00$$

verified

(0,33)

$$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$90,01 < 360,00$$

verified

(0,25)

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$58,79 < 259,20$$

verified

(0,23)

CONNECTION STIFFNESS

$t_{wash} =$	4	[mm]	Washer thickness	[6.2.6.3.(2)]
$h_{head} =$	14	[mm]	Bolt head height	[6.2.6.3.(2)]
$h_{nut} =$	20	[mm]	Bolt nut height	[6.2.6.3.(2)]
$L_b =$	59	[mm]	Bolt length	[6.2.6.3.(2)]
$k_{10} =$	7	[mm]	Stiffness coefficient of bolts	[6.3.2.(1)]

STIFFNESSES OF BOLT ROWS

Nr	h_j	k_3	k_4	k_5	$k_{eff,j}$	$k_{eff,j} h_j$	$\frac{k_{eff,j}}{h_j^2}$
1	81			56	5	4,39	35,65
2	31			48	5	1,63	5,11
					Sum	6,02	40,76

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j})) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$$

$$z_{eq} = 68 \text{ [mm]} \quad \text{Equivalent force arm} \quad [6.3.3.1.(3)]$$

$$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / z_{eq}$$

$$k_{eq} = 9 \text{ [mm]} \quad \text{Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$S_{j,ini} = E z_{eq}^2 k_{eq}$$

$$S_{j,ini} = 8559,78 \text{ [kN*m]} \quad \text{Initial rotational stiffness} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$\mu = 2,58 \quad \text{Stiffness coefficient of a connection} \quad [6.3.1.(6)]$$

$$S_j = S_{j,ini} / \mu \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 3312,90 \text{ [kN*m]} \quad \text{Final rotational stiffness} \quad [6.3.1.(4)]$$

Connection classification due to stiffness.

$$S_{j,rig} = 3471,32 \text{ [kN*m]} \quad \text{Stiffness of a rigid connection} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 216,96 \text{ [kN*m]} \quad \text{Stiffness of a pinned connection} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,ini} \geq S_{j,rig} \text{ RIGID}$$

WEAKEST COMPONENT:

BEAM WEB - TENSION

Connection conforms to the code

Ratio 0,95

Spoj HEA profila sa betonskom posteljicom



C-FIX 1.91.0.0
Database version
2020.10.28.14.12
Date
27/09/2020

fischer



www.fischer.de

Design Specifications

Anchor

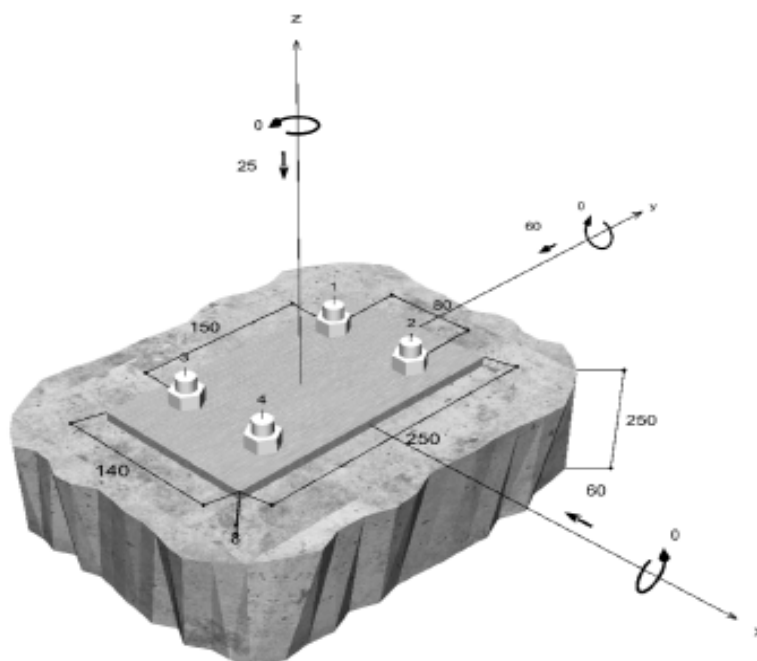
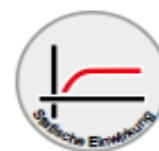
Anchor system	fischer Bolt anchor FAZ II
Anchor	Bolt anchor FAZ II 16/5, zinc plated steel
Calculated anchorage depth	65 mm
Design Data	Anchor design in Concrete according European Technical Assessment ETA-05/0069, Option 1, Issued 24/04/2020



Geometry / Loads / Scale units

mm, kN, kNm

Value of design actions (including
partial safety factor for the load)



Not drawn to scale



C-FIX 1.91.0.0
Database version
2020.10.26.14.12
Date
27/09/2020

fischer



Input data

Design method	TR055/ETAG 001, Annex C, Method A
Base material	Normal weight concrete, C20/25, EN 206
Concrete condition	Cracked, dry hole
Reinforcement	No or standard reinforcement. No edge reinforcement. With reinforcement against splitting
Drilling method	hammer drilling
Installation type	Push-through installation
Annular gap	Annular gap not filled
Type of loading	Static or quasi-static
Base plate location	Base plate flush installed on base material
Base plate geometry	140 mm x 250 mm x 8 mm
Profile type	None

Design actions *)

#	N _{sd} kN	V _{sd,x} kN	V _{sd,y} kN	M _{sd,x} kNm	M _{sd,y} kNm	M _{T,sd} kNm	Type of loading
1	-25.00	-60.00	-60.00	0.00	0.00	0.00	Static or quasi-static

*) The required partial safety factors for actions are included

Resulting anchor forces

Anchor no.	Tensile action kN	Shear Action kN	Shear Action x kN	Shear Action y kN
1	0.00	21.21	-15.00	-15.00
2	0.00	21.21	-15.00	-15.00
3	0.00	21.21	-15.00	-15.00
4	0.00	21.21	-15.00	-15.00



max. concrete compressive strain : 0.02 ‰
max. concrete compressive stress : 0.7 N/mm²
Resulting tensile actions : 0.00 kN , X/Y position (0 / 0)
Resulting compression actions : 25.00 kN , X/Y position (0 / 0)

Resistance to combined tensile and shear loads

$$\beta_V = \beta_{V_{cpd}} = 0.84 \leq 1$$




Proof successful

(5.8b)

Remarks

The general and technical remarks you will find in the complete printout.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

SPOJ FLAHA SA DVOSOJNOM DAŠČANOM OPLATOM:

ELEMENT 1		ELEMENT 2	
Debljina lima	$t_{lim} = 8$ mm	Debljina drvenog sloja:	$t_1 = 48$ mm
Širina lima	$b_{lim} = 80$ mm	Kvaliteta drveta	C24
		Gustoća drveta	$\rho_{k,1} = 420$ kg/m ³
SPOJNO SREDSTVO		DJELOVANJE	
Promjer vijaka	M8	Sila	$N_{Ed} = 13$ kN
	$d = 8$ mm	Kut djelovanja na vlakanca	$\alpha = 45^\circ$
Kvaliteta vijaka	5.8.	Koeficijent modifikacije:	$k_{mod} = 0.90$
	$f_{uk} = 500$ N/mm ²		

1. Proračun ankera za sidrenje flaha u zid :

Rezna sile: $N_{Ed} = 13.00$ kN (potres)

Pretpostavljena nosivost sidra u zidanom zidu:

odabrani sidro: **φ22**

$R_d = 40.00$ kN

Uvjet: $F_1 = 13.00$ kN < $R_d = 40.0$ kN Uvjet je zadovoljen!

2. Kontrola vijaka

Vijci : 8x70mm $d = 8$ mm
 $t_1 = 70$ mm

Čvrstoća na pritisak po omotaču rupe:

$$f_{h,0,k,1} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot p_{k,1} = 31.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} \gamma_m = 21.9 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 0,9 + 0,015d = 1.02$$

$$f_{h,\alpha,d,1} = f_{h,0,d,1} / (k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 21.72 \text{ N/mm}^2$$

Moment tečenja spojnog sredstva:

$$M_{y,k} = 0,8 f_{uk} d^3 / 6 = 34133 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,d} = M_{y,k} / \gamma_M = 31030 \text{ Nmm}$$

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog zabijanog vijka u jednoreznoj vezi s debelim limom:

Mjerodavna je najmanja vrijednost od:

$$1.) R_d = 1,1 f_{h,1,d} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,d}}{f_{h,1,d} d t_1^2}} - 1 \right] = 6219 \text{ N}$$

→ Mjerodavna vrijednost:

$$R_d = 4926 \text{ N}$$

$$R_d = 4.93 \text{ kN}$$

$$2.) R_d = 1,5 \sqrt{2 M_{y,d} f_{h,1,d} d} = 4926 \text{ N}$$


$$3.) R_d = f_{h,1,d} t_1 d = 12162 \text{ N}$$

$$n_{potr} = N_{Ed} / R_d = 2.6$$

Odabrani broj vijaka:

$$n_{odabr} = 5$$

Odabrano je 5 vijaka na razmaku 40cm.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

Otpornost vijka na odrez :

Rezna sile: $V_{Ed} = 13.0$ kN ,

Vrijednost vlačne otpornosti za jedan vijak M12, kv. 5.8 : 20.24 kN

Uvjet: $V_{Ed} = 13.00$ kN < $R_d = 20.2$ kN Uvjet je zadovoljen!

PRORAČUN SPOJA DRVENOG GREDNIKA SA ČELIČNIM PROFILOM HEA 140:

1. Proračun vijka za drvo :

SPOJNO SREDSTVO		DJELOVANJE	
Promjer vijaka	M12	Uzdužna sila	$N_{Ed} = 13$ kN
d =	12 mm	Kut djelovanja na vlakanca	$\alpha = 45^\circ$
l =	160 mm	Koeficijent modifikacije:	$k_{mod} = 0.90$
Kvaliteta vijaka	5.8.		
$f_{uk} =$	500 N/mm ²		

Nosivost vijaka opterećenog okomito na os :

Čvrstoća na pritisak po omotaču rupe:

$$\begin{aligned} f_{h,0,k,1} &= 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot p_{k,1} = 25.3 \text{ N/mm}^2 \\ f_{h,0,d,1} &= k_{mod} f_{h,0,k,1} \gamma_m = 17.5 \text{ N/mm}^2 \\ k_{90} &= 0,9 + 0,015d = 1.08 \\ f_{h,\alpha,d,1} &= f_{h,0,d,1} / (k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 11.35 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Moment tečenja spojnog srestva:

$$\begin{aligned} M_{y,k} &= 0,8 f_{uk} d^3 / 6 = 115200 \text{ Nmm} \\ M_{y,d} &= M_{y,k} / \gamma_M = 104727 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog zabijanog vijka u jednorednoj vezi s debelim limom:

Mjerodavna je najmanja vrijednost od:

$$\begin{aligned} 1.) \quad R_d &= 1,1 f_{h,1,d} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,d}}{f_{h,1,d} d t_1^2}} - 1 \right] = 10936 \text{ N} \\ 2.) \quad R_d &= 1,5 \sqrt{2 M_{y,d} f_{h,1,d} d} = 8013 \text{ N} \\ 3.) \quad R_d &= f_{h,1,d} t_1 d = 21799 \text{ N} \end{aligned}$$

→ Mjerodavna vrijednost:
 $R_d = 8013 \text{ N}$
 $R_d = 8.01 \text{ kN}$

$n_{potr} = N_{Ed} / R_d = 1.62$

Odabrani broj vijaka:

$$n_{odabr} = 2$$

Odabrano je 2 vijaka.

Otpornost vijka na odrez :

Rezna sile: $V_{Ed} = 6.5$ kN

Vrijednost vlačne otpornosti za jedan vijak M12, kv. 5.8 : 20.24 kN

Uvjet: $V_{Ed} = 6.50 \text{ kN} < R_d = 20.2 \text{ kN}$ Uvjet je zadovoljen!

2. Proračun pločevine

Čelični lim dimenzija 130x180x5mm

Čelik **S 235** $t < 40$ mm

$$\begin{aligned} f_y &= 23.5 \text{ kN/cm}^2 & E &= 21000 \text{ kN/cm}^2 & \varepsilon &= 1.00 \\ f_u &= 36.0 \text{ kN/cm}^2 & G &= 8100 \text{ kN/cm}^2 & \nu &= 0.3 \end{aligned}$$

Parcijalni faktori:

$$\gamma_{M0} = 1.00 \quad \gamma_{M1} = 1.10 \quad \gamma_{M2} = 1.25 \quad 84$$

Odabrani vijci:

n = 2 x M12

Promjer vijka:

d = 12 mm

Promjer rupe:

d₀ = 13 mm

Kvaliteta vijaka:

5.8

Granica popuštanja:

f_{y,b} = 40 kN/cm²

Vlačna čvrstoća:

f_{u,b} = 50 kN/cm²

Dimenzije čvornog lima na elementu:

b₁ = 180 mm

t₁ = 5 mm

Djelovanja :

Uzdužna sila u elementu:

N_{Ed} = 13 kN

Razmaci vijka :

e1 = 30 mm

p1 = 70 mm

e2 = 50 mm

p2 = 80 mm

Otpornost na pritisak po omotaču rupe - č. lim:

Proračunska otpornost po jednom vijku za ploču debljine t₁:

$$F_{b,Rk} = k_1 \alpha_b f_u d t_1 / \gamma_{M2} = 33.231 \text{ kN}$$

gdje je:

$$k_1 = 2.5$$

$$\alpha_b = \min (a, b, c, d) = 0.77$$

$$a) \quad e_1/3d_0 = 0.77$$

$$b) \quad p_1/(3d_0) - 0,25 = 1.54$$

$$c) \quad f_{ub}/f_u = 1.39$$

$$d) \quad 1.00$$


Uvjet:

$$N_{Ed} = 13 \text{ kN}$$

<

$$F_{v,Rd} = 33.231 \text{ kN}$$

Uvjet zadovoljen!

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

3.3.4. PRORAČUN MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE 3. KATA

3.3.4.1. Proračuna grednika duljine 5.9m

1. ANALIZA OPTEREĆENJA

1.1. Vlastita težina drvenih greda

Geometrijske karakteristike:

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 140 \text{ mm}$$

$$A = 0.022 \text{ m}^2$$

Zapreminska težina : $\gamma_{C24} = 4.2 \text{ kN/m}^3$

$$g' = A \gamma_{C24} = 0.09 \text{ kN/m'}$$

1.2. Dodatno stalno opterećenje

Pretpostavka slojeva :

Sloj	Materijal	Specifična težina	Debljina	Opterećenje od sloja
1.	Parket	8.00 kN/m ³	0.022 m	0.176 kN/m ²
2.	OSB ploča	1.00 kN/m ³	0.013 m	0.013 kN/m ²
3.	2x daščana oplata	4.20 kN/m ³	0.048 m	0.202 kN/m ²

$$\text{UKUPNO } \Delta g = 0.39 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{U proračun se uzima } \Delta g = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

Osni razmak grednika: $e = 50 \text{ cm}$

$$\text{Linijsko opterećenje: } \Delta g' = \Delta g e = 0.75 \text{ kN/m'}$$

1.3. Korisno opterećenje

Kategorija: C
Podkategorija: C2

Izložbeni prostori

Prostori s nepomičnim sjedalima, primjerice u crkvama, kazalištima ili kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanja, dvorane za skupove, željezničke čekaonice i sl.

$$q = 3.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Linijsko opterećenje: } q' = q e = 1.50 \text{ kN/m'}$$

$$q' = q e = 0.38 \text{ kN/m'}$$

1.4. Mjerodavna kombinacija opterećenja:

Drveni grednici:

Mjerodavna kombinacija:

(spregnuto stanje)

$$q_{Ed}' = 1,35 \cdot (g' + \Delta g') + 1,50 \cdot q'$$

$$q_{Ed}' = 3.4 \text{ kN/m'}$$

Raspon: $L = 5.90 \text{ m}$

Učinci djelovanja:

$$M_{Ed} = q_{Ed}' L^2 / 8$$

$$M_{Ed} = 14.7 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = q_{Ed}' L / 2$$

$$V_{Ed} = 10.0 \text{ kN}$$


(faza izvedbe)

$$q_{Ed}' = 1,35 \cdot (g') + 1,50 \cdot (q)$$

$$q_{Ed}' = 0.69 \text{ kN/m'}$$

$$M_{Ed} = 3.0 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 2.0 \text{ kN}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

FAZA IZVEDBE

2. ULAZNI PODACI

Poprečni presjek:

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 140 \text{ mm}$$

$$L = 5.90 \text{ m}$$

$$I_y = 3.66E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 4.78E+07 \text{ mm}^4$$

Duljina:

Razred drva:

C24

Faktor sigurnosti:

$$\gamma_M = 1.3$$

Mehaničke karakteristike:

Karakteristične vrijednosti:

$$f_{m,k} = 24.0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 14.0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,90,k} = 0.5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 21.0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,k} = 2.5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 2.5 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$$

Proračunske vrijednosti:

$$f_{m,d} = 16.6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,d} = 9.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,90,d} = 0.3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = 14.5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = 1.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = 1.7 \text{ N/mm}^2$$

Razred uporabivosti:

$$1 \quad (12\% < u)$$

Koeficijent modifikacije:

$$k_{mod} = 0.90$$

Koef. deformacije:

$$k_{def,G} = 0.60 \quad \text{- stalno}$$

$$k_{def,s} = 0.00 \quad \text{- korisno kat. C - kratko}$$

Rezne sile:

$$M_{y,Ed} = 3.00 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 2.03 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} = 0 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = 2.03 \text{ kN}$$

3. GSN - provjere poprečnog presjeka

3.1. Savijanje

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 5.74 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0.7$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.35 + 0.7 \cdot 0.00 = 0.35 < 1.0$$

Zadovoljava.

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.7 \cdot 0.35 + 0.00 = 0.24 < 1.0$$

Zadovoljava.

3.2. Posmik

$$V_{Ed} = (V_{z,Ed} + V_{y,Ed})^{1/2} = 2.03 \text{ kN}$$

$$t_{v,d} = 1.5 \times V_{Ed} / b \times h = 0.14 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet:

$$t_{v,d} / f_{v,d} = 0.08 < 1.0$$

Zadovoljava.

3.3. Tlak okomito na vlaknaca

$$\sigma_{c,90,d} = R_{Ed} / A = 0.08 \text{ N/mm}^2$$

$$A = b \times l_a = 24000 \text{ mm}^2$$

$$l_a = 150 \text{ mm}$$

$$k_{c,90} = 1.0$$

Uvjet:

$$\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \times f_{c,90,d}) = 0.01 < 1.0$$

Zadovoljava.

FAZA IZVEDBE

4. GSN - provjere elementa

4.1. Savijanje bez uzdužne sile - bočno torzijsko izvijanje

Duljina izvijanja: $l_y = 5.9 \text{ m} = 5900 \text{ mm}$
 $l_z = 5.9 \text{ m} = 5900 \text{ mm}$

Naprezanje od savijanja:

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 5.74 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,v} = (0.78 \times b^2 \times E_{0.05}) / (h \times l_y) = 178.89 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,v} = (0.78 \times h^2 \times E_{0.05}) / (b \times l_z) = 119.84 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{rel,m,y} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{1/\alpha} = 0.37 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,y} = 1.0$$

$$l_{rel,m,z} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,z})^{1/\alpha} = 0.45 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,z} = 1.0$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0.35 + 0.7 \times 0.00 = 0.35 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0.7 \times 0.35 + 0.00 = 0.24 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

4. GRANICNO STANJE UPORABIVOSTI

Duljina: $L = 5900 \text{ mm}$

Početne deformacije:

$$U_{inst,G} = ((5/48) M_g \cdot L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1.20 M_g / (G_{0,mean} A) = 3.72 \text{ mm}$$

$$U_{inst,q} = ((5/48) M_q \cdot L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1.20 M_q / (G_{0,mean} A) = 14.83 \text{ mm}$$

Konačne deformacije:

$$1.) u_{fin} = (1.0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1.0 + k_{def,q}) u_{inst,q} = 20.8 \text{ mm}$$

Ograničenja progiba

1.) Početne deformacije:

$$\max u_{inst,Q} = 14.8 \text{ mm} < L/300 = 19.7 \text{ mm}$$

Zadovoljava

SPREZANJE S DVA SLOJA DAŠČANE OPLATE:

1. ULAZNI PODACI

Daske:

Geometrijske karakteristike:

Materijal: **C24**

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 48 \text{ mm} \\ A_1 &= 76.8 \text{ cm}^2 \\ I_1 &= 147.46 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_{k,2} &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean,2} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Drveni grednik:

Geometrijske karakteristike:

Materijal: **C24**

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 140 \text{ mm} \\ L &= 5.9 \text{ m} \\ e &= 0.50 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 224.0 \text{ cm}^2 \\ I_2 &= 3658.7 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_{k,2} &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean,2} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Djelovanja:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 14.7 \text{ kNm} = 1474.9 \text{ kNcm} \\ V_{z,Ed} &= 10.0 \text{ kN} \end{aligned}$$

Faktor sigurnosti:

$$\gamma_M = 1.3$$

Razred uporabivosti:

$$1 \quad (12\% < u)$$

Koeficijent modifikacije:

$$k_{mod} = 0.90$$

Koef. deformacije:

$$\begin{aligned} k_{def,G} &= 0.60 & - \text{ stalno} \\ k_{def,s} &= 0.00 & - \text{ korisno kat. C - kratko} \end{aligned}$$


2. PRORAČUN DRVENIH ELEMENATA

2.1. Proračun utjecaja popustljivosti spoja

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 1/(1+\pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot s / K_i \cdot L^2) = 0.723 \\ \gamma_2 &= 1.00 \end{aligned}$$

gdje je:

$$\begin{aligned} K_{ser} &= \rho_k^{1,5} \cdot d / 23 = 9456 \text{ N/mm} \\ &= 94.6 \text{ kN/cm} & - \text{ modul klizanja za proračun graničnog stanja uporabivosti} \\ K_i &= K_u = 2/3 K_{ser} = 63.0 \text{ kN/cm} & - \text{ modul klizanja za proračun graničnog stanja nosivosti} \\ d &= 12 \text{ mm} & - \text{ promjer sredstava za sprezanje} \\ s &= 15 \text{ cm} & - \text{ razmak trnova} \end{aligned}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

2.3. Proračun djelotvorne savojne krutosti podatljivo sastavljene grede

Proračun položaja neutralne osi:

$$a_1 = ((h_1 + h_2)/2) - a_2 = 7.53 \text{ cm}$$

$$a_2 = \gamma_1 E_1 A_1 (h_1 + h_2) / (2(\gamma_1 E_1 A_1 + \gamma_2 E_2 A_2)) = 1.87 \text{ cm}$$

Proračun djelotvorne krutosti:

$$(EI)_{ef} = E_1 I_1 + \gamma_1 E_1 A_1 a_1^2 + E_2 I_2 + \gamma_2 E_2 A_2 a_2^2 = 5725538.867 \text{ kNcm}^2$$

2.4. Proračun naprezanja

Naprezanja od savijanja - rubna vlakanca:

$$\sigma_{m,1,d} = M_{Ed} / (EI)_{ef} \cdot h_1 / 2 \cdot E_1 = 0.457 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{m,2,d} = M_{Ed} / (EI)_{ef} \cdot h_2 / 2 \cdot E_2 = 1.334 \text{ kN/cm}^2$$

Uvjeti:

$\sigma_{m,1,d} = 0.457 \text{ kN/cm}^2$	$<$	$f_{m,d} = k_{mod} f_{m,k} / \gamma_m = 1.66 \text{ kN/cm}^2$	Uvjet je zadovoljen!
$\sigma_{m,2,d} = 1.334 \text{ kN/cm}^2$	$<$	$f_{m,d} = k_{mod} f_{m,k} / \gamma_m = 1.66 \text{ kN/cm}^2$	Uvjet je zadovoljen!

Posmična naprezanja - hrbat/neutralna os:

$$\tau_{max,d} = V_{Ed} \cdot (0.5 E_2 b_2 h^2) / (b_2 (EI)_{ef}) = 0.127 \text{ kN/cm}^2$$

Uvjet:

$\tau_{max,d} = 0.127 \text{ kN/cm}^2$	$<$	$f_{v,d} = k_{mod} f_{v,k} / \gamma_m = 0.17 \text{ kN/cm}^2$	Uvjet je zadovoljen!
--	-----	---	----------------------

Maksimalna iskoristivost = 73 % (iz uvjeta posmičnih naprezanja) Uvjet je zadovoljen!

3. PRORAČUN SPOJNIH SREDSTAVA

3.1. Proračun djelovanja na posmične ravnine

Opterećenje na prvu posmičnu ravninu:

$$F_1 = V_d \cdot \gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot a_1 \cdot s / (EI)_{ef} = 8.1 \text{ kN}$$

3.2. Određivanje nosivosti trnova

Proračunska vrijednost čvrstoće tlaka po omotaču rupe:

$$f_{h,0,k,1} = 0.085 \cdot (1 - 0.01d) \cdot \rho_{k,1} = 51.6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} / \gamma_m = 35.7 \text{ N/mm}^2 = 3.57 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{h,0,k,1} = 0.085 \cdot (1 - 0.01d) \cdot \rho_{k,1} = 26.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} / \gamma_m = 18.1 \text{ N/mm}^2 = 1.81 \text{ kN/cm}^2$$

Proračunski moment tečenje spojnog sredstva:

$$M_{y,k} = 0.8 \cdot f_{u,k} \cdot d^3 / 6 = 82944 \text{ Nmm}$$

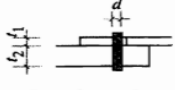
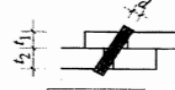

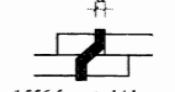
$$M_{y,d} = M_{y,k} / \gamma_m = 75404 \text{ Nmm} = 7.54 \text{ kN/cm}^2$$

gdje je:

$f_{u,k} = 360 \text{ N/mm}^2$	- karakteristična vrijednost vlačne čvrstoće čelika S235
$\gamma_m = 1.1$	- parcijalni faktor sigurnosti za čelik

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog trna i jednorednoj vezi:

Tablica 6.4 Projektne vrijednosti nosivosti R_d za $\beta = 1$ – mjerodavna je najmanja vrijednost

<p>(a)</p>  $R_d = f_{b,1,d} t_1 d \quad (6.31)$	<p>(c)</p>  $R_d = 0,5 f_{b,1,d} t_1 d (\sqrt{3k_t^2 + 2k_t + 3} - k_t - 1) \quad (6.32)$
<p>(d)</p>  $R_d = 0,367 f_{b,1,d} t_1 d (2\sqrt{1 + 3/k_M^2} - 1) \quad (6.33)$	<p>(f)</p>  $R_d = 1,556 f_{b,1,d} t_1 d / k_M \quad (6.34)$

gdje je:

$$k_t = \frac{t_2}{t_1} = 2.9$$

$$k_M = \frac{t_1}{(M_{y,d} / (f_{b,1,d} d))^{1/2}} = 3.62$$

(a) $R_d = f_{b,1,d} t_1 d = 20.6 \text{ kN}$

(c) $R_d = 0,5 f_{b,1,d} t_1 d ((3k_t^2 + 2k_t + 3)^{1/2} - k_t - 1) = 20.0 \text{ kN}$

(d) $R_d = 0,367 f_{b,1,d} t_1 d (2(1 + 3/k_M^2)^{1/2} - 1) = 9.2 \text{ kN}$

(f) $R_d = 1,556 f_{b,1,d} t_1 d / k_M = 8.8 \text{ kN}$

$$R_d = R_{d,min}$$

$$R_d = 8.8 \text{ kN}$$

Mjerodavno

Uvjet: $F_1 = 8.1 \text{ kN} < R_d = 8.8 \text{ kN}$ Uvjet je zadovoljen!

4. PRORAČUN PROGIBA

Proračun se provodi s efektivnom krutosti:

$$(EI)_{ef} = E_1 I_1 + \gamma_1 E_1 A_1 a_1^2 + E_2 I_2 + \gamma_2 E_2 A_2 a_2^2 = 5725539 \text{ kNcm}^2$$

Moment savijanja:

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 M_q = 3.92 \text{ kNm} = 392 \text{ kNcm}$$

Progib spregnutog presjeka:

$$u_{g+q} = ((5/48) M_g L^2 / E_{0,mean} I_y) = 2.48 \text{ cm} = 24.8 \text{ mm}$$

Ograničenja progiba

$$\max u_{fin} = 24.8 \text{ mm} \approx L/200 = 29.5 \text{ mm} \text{ Zadovoljava!}$$

3.3.4.2. Proračuna grednika duljine 2.2m

1. ANALIZA OPTEREĆENJA

1.1. Vlastita težina drvenih greda

Geometrijske karakteristike:

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 140 \text{ mm}$$

$$A = 0.022 \text{ m}^2$$

Zapreminska težina : $\gamma_{C24} = 4.2 \text{ kN/m}^3$

$$g' = A \gamma_{C24} = 0.09 \text{ kN/m'}$$

1.2. Dodatno stalno opterećenje

Pretpostavka slojeva :

Sloj	Materijal	Specifična težina	Debljina	Opterećenje od sloja
1.	Parket	8.00 kN/m ³	0.025 m	0.200 kN/m ²
2.	OSB ploča	1.00 kN/m ³	0.008 m	0.008 kN/m ²
3.	2x daščana oplata	4.20 kN/m ³	0.048 m	0.202 kN/m ²

$$\text{UKUPNO } \Delta g = 0.41 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{U proračun se uzima } \Delta g = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

Osni razmak grednika: $e = 80 \text{ cm}$

$$\text{Linijsko opterećenje: } \Delta g' = \Delta g e = 1.20 \text{ kN/m'}$$

1.3. Korisno opterećenje

Kategorija: C
Podkategorija: C2

Izložbeni prostori

Prostori s nepomičnim sjedalima, primjerice u crkvama, kazalištima ili kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanja, dvorane za skupove, željezničke čekaonice i sl.

$$q = 3.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Linijsko opterećenje: } q' = q e = 2.40 \text{ kN/m'}$$

$$q' = q e = 0.60 \text{ kN/m'}$$

1.4. Mjerodavna kombinacija opterećenja:

Drveni grednici:

Mjerodavna kombinacija:

(spregnuto stanje)

$$q_{Ed}' = 1,35 \cdot (g' + \Delta g') + 1,50 \cdot q'$$

$$q_{Ed}' = 5.3 \text{ kN/m'}$$

Raspon: $L = 2.50 \text{ m}$

Učinci djelovanja:

$$M_{Ed} = q_{Ed}' L^2 / 8$$

$$M_{Ed} = 4.2 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = q_{Ed}' L / 2$$

$$V_{Ed} = 6.7 \text{ kN}$$


(faza izvedbe)

$$q_{Ed}' = 1,35 \cdot (g' + \Delta g') + 1,50 \cdot q$$

$$q_{Ed}' = 1.03 \text{ kN/m'}$$

$$M_{Ed} = 0.8 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 1.3 \text{ kN}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

FAZA IZVEDBE

2. ULAZNI PODACI

Poprečni presjek:

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 140 \text{ mm}$$

$$L = 2.50 \text{ m}$$

$$I_y = 3.66E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 4.78E+07 \text{ mm}^4$$

Duljina:

Razred drva:

C24

Faktor sigurnosti:

$$\gamma_M = 1.3$$

Mehaničke karakteristike:

Karakteristične vrijednosti:

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_k &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Proračunske vrijednosti:

$$\begin{aligned} f_{m,d} &= 16.6 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,d} &= 9.7 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,d} &= 0.3 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,d} &= 14.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,d} &= 1.7 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,d} &= 1.7 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Razred uporabivosti:

$$1 \quad (12\% < u)$$

Koeficijent modifikacije:

$$k_{mod} = 0.90$$

Koef. deformacije:

$$k_{def,G} = 0.60 \quad - \text{ stalno}$$

$$k_{def,s} = 0.00 \quad - \text{ korisno kat. C - kratko}$$

Rezne sile:

$$M_{y,Ed} = 0.8 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0.0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 1.28 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} = 0 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = 1.28 \text{ kN}$$

3. GSN - provjere poprečnog presjeka

3.1. Savijanje

$$\begin{aligned} \sigma_{m,y,d} &= M_{y,Ed} / W_y = 1.54 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,z,d} &= M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$k_m = 0.7$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.09 + 0.7 \cdot 0.00 = 0.09 < 1.0$$

Zadovoljava.

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.7 \cdot 0.09 + 0.00 = 0.06 < 1.0$$

Zadovoljava.

3.2. Posmik

$$V_{Ed} = (V_{z,Ed} + V_{y,Ed2})^{1/2} = 1.28 \text{ kN}$$

$$t_{v,d} = 1.5 \times V_{Ed} / b \times h = 0.09 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet:

$$t_{v,d} / f_{v,d} = 0.05 < 1.0$$

Zadovoljava.

3.3. Tlak okomito na vlakanca

$$\begin{aligned} \sigma_{c,90,d} &= R_{Ed} / A = 0.05 \text{ N/mm}^2 \\ A &= b \times l_a = 24000 \text{ mm}^2 \\ l_a &= 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$k_{c,90} = 1.0$$

Uvjet:

$$\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \times f_{c,90,d}) = 0.00 < 1.0$$

Zadovoljava.

FAZA IZVEDBE

4. GSN - provjere elementa

4.1. Savijanje bez uzdužne sile - bočno torzijsko izvijanje

Duljina izvijanja: $l_y = 2.5 \text{ m} = 2500 \text{ mm}$
 $l_z = 2.5 \text{ m} = 2500 \text{ mm}$

Naprezanje od savijanja:

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 1.54 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,y} = (0.78 \times b^2 \times E_{0.05}) / (h \times l_y) = 422.18 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,z} = (0.78 \times h^2 \times E_{0.05}) / (b \times l_z) = 282.83 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{rel,m,y} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{1/\alpha} = 0.24 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,y} = 1.0$$

$$l_{rel,m,z} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,z})^{1/\alpha} = 0.29 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,z} = 1.0$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0.09 + 0.7 \times 0.00 = 0.09 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0.7 \times 0.09 + 0.00 = 0.06 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

4. GRANICNO STANJE UPORABIVOSTI

Duljina: $L = 2500 \text{ mm}$

Početne deformacije:

$$U_{inst,G} = ((5/48) M_g \cdot L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1.20 M_g / (G_{0,mean} A) = 0.12 \text{ mm}$$

$$U_{inst,q} = ((5/48) M_q \cdot L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1.20 M_q / (G_{0,mean} A) = 0.79 \text{ mm}$$

Konačne deformacije:

$$1.) u_{fin} = (1.0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1.0 + k_{def,q}) u_{inst,q} = 1.0 \text{ mm}$$

Ograničenja progiba

1.) Početne deformacije:

$$\max u_{inst,Q} = 0.8 \text{ mm} < L/300 = 8.3 \text{ mm}$$

Zadovoljava

SPREZANJE S DVA SLOJA DAŠČANE OPLATE:

1. ULAZNI PODACI

Daske:

Geometrijske karakteristike:

Materijal: **C24**

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 48 \text{ mm} \\ A_1 &= 76.8 \text{ cm}^2 \\ I_1 &= 147.46 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_{k,2} &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean,2} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Drveni grednik:

Geometrijske karakteristike:

Materijal: **C24**

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 140 \text{ mm} \\ L &= 2.5 \text{ m} \\ e &= 0.80 \text{ m} \\ A_2 &= 224.0 \text{ cm}^2 \\ I_2 &= 3658.7 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_{k,2} &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean,2} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Djelovanja:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 4.2 \text{ kNm} = 417.74 \text{ kNcm} \\ V_{z,Ed} &= 6.7 \text{ kN} \end{aligned}$$

Faktor sigurnosti:

$$\gamma_M = 1.3$$

Razred uporabivosti:

$$1 \quad (12\% < u)$$

Koeficijent modifikacije:

$$k_{mod} = 0.90$$

Koef. deformacije:

$$\begin{aligned} k_{def,G} &= 0.60 & - \text{ stalno} \\ k_{def,s} &= 0.00 & - \text{ korisno kat. C - kratko} \end{aligned}$$


2. PRORAČUN DRVENIH ELEMENATA

2.1. Proračun utjecaja popustljivosti spoja

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 1/(1+\pi^2 E_1 A_1 s / K_i L^2) = 0.260 \\ \gamma_2 &= 1.00 \end{aligned}$$

gdje je:

$$\begin{aligned} K_{ser} &= \rho_k^{1.5} d / 23 = 9456 \text{ N/mm} \\ &= 94.6 \text{ kN/cm} & - \text{ modul klizanja za proračun graničnog stanja uporabivosti} \\ K_i &= K_u = 2/3 K_{ser} = 63.0 \text{ kN/cm} & - \text{ modul klizanja za proračun graničnog stanja nosivosti} \\ d &= 12 \text{ mm} & - \text{ promjer sredstava za sprezanje} \\ s &= 20 \text{ cm} & - \text{ razmak trnova} \end{aligned}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

2.3. Proračun djelotvorne savojne krutosti podatljivo sastavljene grede

Proračun položaja neutralne osi:

$$a_1 = ((h_1 + h_2)/2) - a_2 = 8.63 \text{ cm}$$

$$a_2 = \gamma_1 E_1 A_1 (h_1 + h_2) / (2(\gamma_1 E_1 A_1 + \gamma_2 E_2 A_2)) = 0.77 \text{ cm}$$

Proračun djelotvorne krutosti:

$$(EI)_{ef} = E_1 I_1 + \gamma_1 E_1 A_1 a_1^2 + E_2 I_2 + \gamma_2 E_2 A_2 a_2^2 = 4015025.818 \text{ kNcm}^2$$

2.4. Proračun naprezanja

Naprezanja od savijanja - rubna vlakanca:

$$\sigma_{m,1,d} = M_{Ed} / (EI)_{ef} \cdot h_1 / 2 \cdot E_1 = 0.185 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{m,2,d} = M_{Ed} / (EI)_{ef} \cdot h_2 / 2 \cdot E_2 = 0.539 \text{ kN/cm}^2$$

Uvjeti:

$\sigma_{m,1,d} = 0.185 \text{ kN/cm}^2$	$<$	$f_{m,d} = k_{mod} f_{m,k} / \gamma_m = 1.66 \text{ kN/cm}^2$	Uvjet je zadovoljen!
$\sigma_{m,2,d} = 0.539 \text{ kN/cm}^2$	$<$	$f_{m,d} = k_{mod} f_{m,k} / \gamma_m = 1.66 \text{ kN/cm}^2$	Uvjet je zadovoljen!

Posmična naprezanja - hrbat/neutralna os:

$$\tau_{max,d} = V_{Ed} \cdot (0.5 E_2 b_2 h^2) / (b_2 (EI)_{ef}) = 0.121 \text{ kN/cm}^2$$

Uvjet:

$\tau_{max,d} = 0.121 \text{ kN/cm}^2$	$<$	$f_{v,d} = k_{mod} f_{v,k} / \gamma_m = 0.17 \text{ kN/cm}^2$	Uvjet je zadovoljen!
--	-----	---	----------------------

Maksimalna iskoristivost = 70 % (iz uvjeta posmičnih naprezanja) Uvjet je zadovoljen!

3. PRORAČUN SPOJNIH SREDSTAVA

3.1. Proračun djelovanja na posmične ravnine

Opterećenje na prvu posmičnu ravninu:

$$F_1 = V_d \cdot \gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot a_1 \cdot s / (EI)_{ef} = 4.2 \text{ kN}$$

3.2. Određivanje nosivosti trnova

Proračunska vrijednost čvrstoće tlaka po omotaču rupe:

$$f_{h,0,k,1} = 0.085 \cdot (1 - 0.01d) \cdot \rho_{k,1} = 51.6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} / \gamma_m = 35.7 \text{ N/mm}^2 = 3.57 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{h,0,k,1} = 0.085 \cdot (1 - 0.01d) \cdot \rho_{k,1} = 26.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} / \gamma_m = 18.1 \text{ N/mm}^2 = 1.81 \text{ kN/cm}^2$$

Proračunski moment tečenje spojnog sredstva:

$$M_{y,k} = 0.8 \cdot f_{u,k} \cdot d^3 / 6 = 82944 \text{ Nmm}$$

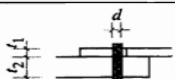



$$M_{y,d} = M_{y,k} / \gamma_m = 75404 \text{ Nmm} = 7.54 \text{ kN/cm}^2$$

gdje je:

$f_{u,k} = 360 \text{ N/mm}^2$	- karakteristična vrijednost vlačne čvrstoće čelika S235
$\gamma_m = 1.1$	- parcijalni faktor sigurnosti za čelik

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog trna i jednorednoj vezi:

Tablica 6.4 Projektne vrijednosti nosivosti R_d za $\beta = 1$ – mjerodavna je najmanja vrijednost

<p>(a)  $R_d = f_{b,1,d} t_1 d$ (6.31)</p>	<p>(c)  $R_d = 0,5 f_{b,1,d} t_1 d (\sqrt{3k_t^2 + 2k_t + 3} - k_t - 1)$ (6.32)</p>
<p>(d)  $R_d = 0,367 f_{b,1,d} t_1 d (2\sqrt{1 + 3/k_M^2} - 1)$ (6.33)</p>	<p>(f)  $R_d = 1,556 f_{b,1,d} t_1 d / k_M$ (6.34)</p>

gdje je:

$$k_t = \frac{t_2}{t_1} = 2.9$$

$$k_M = t_1 / (M_{y,d} / (f_{b,1,d} d))^{1/2} = 3.62$$

(a) $R_d = f_{b,1,d} t_1 d = 20.6 \text{ kN}$
(c) $R_d = 0,5 f_{b,1,d} t_1 d ((3k_t^2 + 2k_t + 3)^{1/2} - k_t - 1) = 20.0 \text{ kN}$
(d) $R_d = 0,367 f_{b,1,d} t_1 d (2(1 + 3/k_M^2)^{1/2} - 1) = 9.2 \text{ kN}$
(f) $R_d = 1,556 f_{b,1,d} t_1 d / k_M = 8.8 \text{ kN}$

$$R_d = R_{d,min}$$

$$R_d = 8.8 \text{ kN}$$

Mjerodavno

Uvjet: $F_1 = 4.2 \text{ kN} < R_d = 8.8 \text{ kN}$ Uvjet je zadovoljen!

4. PRORAČUN PROGIBA

Proračun se provodi s efektivnom krutosti:

$$(EI)_{ef} = E_1 I_1 + \gamma_1 E_1 A_1 a_1^2 + E_2 I_2 + \gamma_2 E_2 A_2 a_2^2 = 4015026 \text{ kNcm}^2$$

Moment savijanja:

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 M_q = 3.92 \text{ kNm} = 392 \text{ kNcm}$$

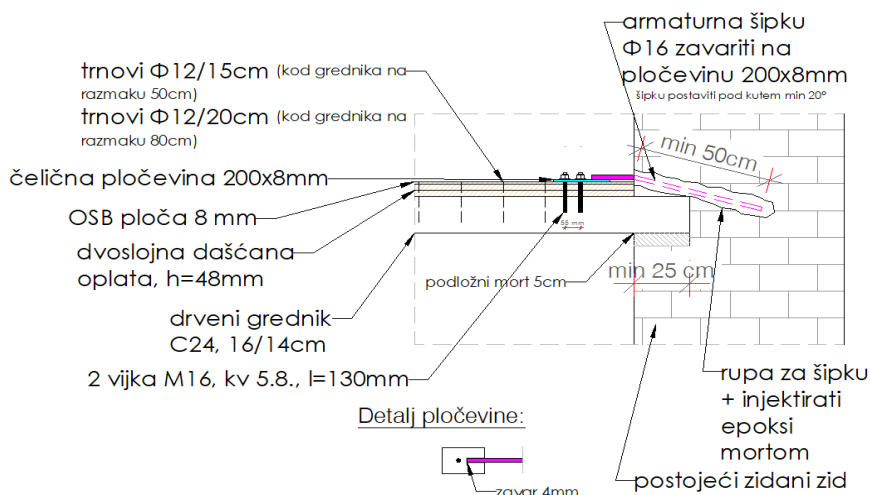
Progib spregnutog presjeka:

$$u_{g+q} = ((5/48) M_g L^2 / E_{0,mean} I_y) = 0.64 \text{ cm} = 6.4 \text{ mm}$$

Ograničenja progiba

$$\max u_{fin} = 6.4 \text{ mm} \approx L/200 = 12.5 \text{ mm} \text{ Zadovoljava!}$$

PRORAČUN SIDRENJA DRVENIH GREDNICA U ZIDANI ZID :



1. Proračun sidra za sidrenje drvenih grednika u zid :

Rezna sile: $N_{Ed} = 18.00$ kN (potres)

Pretpostavljena nosivost sidra u zidanom zidu:

odabrani sidro: $\Phi 16$

$R_d = 23.00$ kN

Uvjet: $F_1 = 18.00$ kN < $R_d = 23.0$ kN Uvjet je zadovoljen!

2. Proračun vijka za drvo :

SPOJNO SREDSTVO			DJELOVANJE		
Promjer vijaka	M16		Uzdužna sila	$N_{Ed} = 18$	kN
d =	16	mm	Kut djelovanja na vlakanca	$\alpha = 45$	°
l =	130	mm	Koeficijent modifikacije:	$k_{mod} = 0.90$	
Kvaliteta vijaka	5.8.				
$f_{uk} =$	500	N/mm ²			

Otpornost vijka na čupanje :

Rezna sile: $VE_d = 10.0$ kN ,

Vrijednost vlačne otpornosti za jedan vijak M16, kv. 5.8 : 56.56 kN

Uvjet: $VE_d = 10.00$ kN < $R_d = 56.6$ kN Uvjet je zadovoljen!

Otpornost vijka na odrez :

Rezna sile: $VE_d = 18.0$ kN ,


Vrijednost posmične otpornosti za jedan vijak M16, kv. 5.8 : 37.68 kN

Uvjet: $VE_d = 18.00$ kN < $R_d = 37.7$ kN Uvjet je zadovoljen!

Tlak okomito na vlakanca:

$$\sigma_{c,90,d} = V_{Ed} / A = 4.81 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{c,90} = 1.0$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

$$A = b \times l_a = 2080 \text{ mm}^2$$

$$l_a = 130 \text{ mm}$$

Uvjet: $\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \times f_{c,90,d}) = 0.18 < 1.0$ Uvjet je zadovoljen.

Nosivost vijaka opterećenog okomito na os :

Čvrstoća na pritisak po omotaču rupe:

$$f_{h,0,k,1} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot \rho_{k,1} = 24.1 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} \gamma_m = 16.7 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 0,9 + 0,015d = 1.14$$

$$f_{h,\alpha,d,1} = f_{h,0,d,1} / (k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 10.63 \text{ N/mm}^2$$

Moment tečenja spojnog sredstva:

$$M_{y,k} = 0,8 f_{uk} d^3 / 6 = 273067 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,d} = M_{y,k} / \gamma_M = 248242 \text{ Nmm}$$

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog zabijanog vijka u jednorednoj vezi s debelim limom:
Mjerodavna je najmanja vrijednost od:

$$1.) R_d = 1,1 f_{h,1,d} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,d}}{f_{h,1,d} d t_1^2}} - 1 \right] = 12927 \text{ N}$$

→ Mjerodavna vrijednost:

$$R_d = 12927 \text{ N}$$

$$R_d = 12.93 \text{ kN}$$

$$2.) R_d = 1,5 \sqrt{2 M_{y,d} f_{h,1,d} d} = 13784 \text{ N}$$

$$3.) R_d = f_{h,1,d} t_1 d = 22112 \text{ N}$$

$$n_{potr} = N_{Ed} / R_d = 1.39$$

Odabrani broj vijaka:

$$n_{odabr} = 2$$

Odabrana su 2 vijka.

3. Proračun pločevine :

Čelični lim dimenzija 200x8mm

Čelik **S 235** $t < 40 \text{ mm}$

$$f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$E = 21000 \text{ kN/cm}^2$$

$$G = 8100 \text{ kN/cm}^2$$

$$\varepsilon = 1.00$$

$$\nu = 0.3$$

Parcijalni faktori:

$$\gamma_{M0} = 1.00$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Odabrani vijci:

2x M16

Kvaliteta vijaka:

5.8

Promjer vijka:

$$d = 16 \text{ mm}$$

Granica popuštanja:

$$f_{y,b} = 40 \text{ kN/cm}^2$$

Promjer rupe:

$$d_0 = 17 \text{ mm}$$

Vlačna čvrstoća:

$$f_{u,b} = 50 \text{ kN/cm}^2$$

Dimenzije čvornog lima na elementu:

$$b_1 = 200 \text{ mm}$$

$$t_1 = 8 \text{ mm}$$

Djelovanja :

Uzdužna sila u elementu:

$$N_{Ed} = 18 \text{ kN}$$

Razmaci vijka :

$$\begin{aligned} e_1 &= 40 \text{ mm} \\ p_1 &= 55 \text{ mm} \\ e_2 &= 80 \text{ mm} \end{aligned}$$

Otpornost na pritisak po omotaču rupe - č. lim:

Proračunska otpornost po jednom vijku za ploču debljine t_1 :

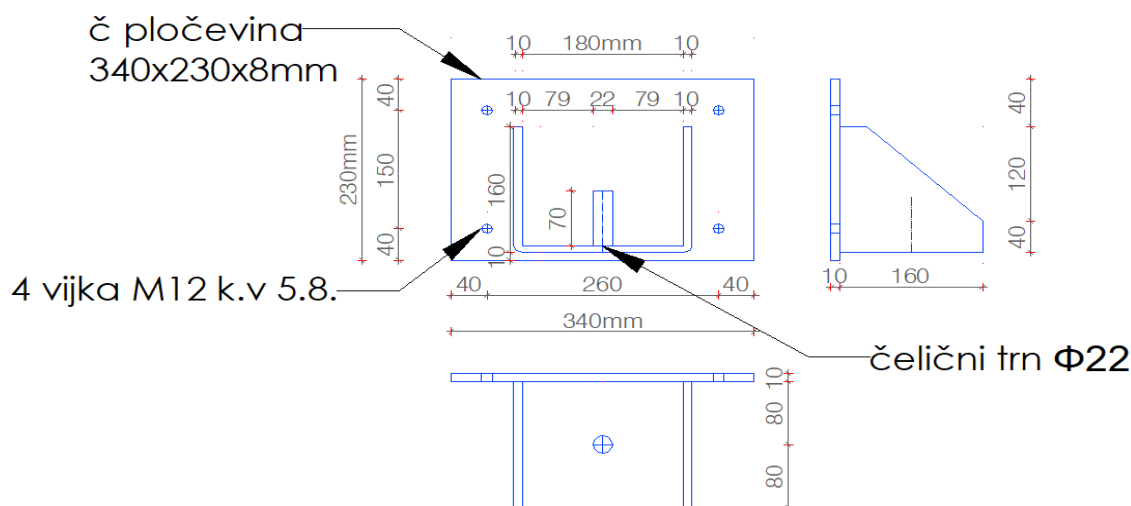
$$F_{b,Rk} = k_1 \alpha_b f_u d t_1 / \gamma_{M2} = 72.282 \text{ kN}$$

gdje je:

$$\begin{aligned} k_1 &= 2.5 \\ \alpha_b &= \min(a, b, c, d) = 0.78 \\ a) \quad e_1/3d_0 &= 0.78 \\ b) \quad p_1/(3d_0) - 0.25 &= 0.83 \\ c) \quad f_{ub}/f_u &= 1.39 \\ d) &= 1.00 \end{aligned}$$

Uvjet: $N_{Ed} = 18 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 72.282 \text{ kN}$ **Uvjet zadovoljen!**

PRORAČUN SIDRENJA DRVENIH GREDNIKA U BETONSKU GREDU :



1. Proračun čeličnog trna :

Otpornost trna na odrez :

Rezna sile: $V_{Ed} = 18.0 \text{ kN}$

Vrijednost posmične otpornosti za jedan vijak M22, kv. 8.8 : 116.32 kN

Uvjet: $V_{Ed} = 18.00 \text{ kN} < R_d = 116.3 \text{ kN}$ **Uvjet je zadovoljen!**

2. Proračun vijka :

SPOJNO SREDSTVO	
Promjer vijaka	M12
d =	12 mm
l =	130 mm
Kvaliteta vijaka	5.8.
$f_{uk} =$	500 N/mm ²

DJELOVANJE	
Uzdužna sila	$N_{Ed} = 18 \text{ kN}$
Kut djelovanja na vlakanca	$\alpha = 45^\circ$
Koeficijent modifikacije:	$k_{mod} = 0.90$

Otpornost vijka na čupanje :

Rezna sile: $V_{Ed} = 18.0$ kN ,

Vrijednost vlačne otpornosti za jedan vijak M12, kv. 5.8 : 30.32 kN

Uvjet: $V_{Ed} = 18.00$ kN < $R_d = 30.3$ kN Uvjet je zadovoljen!

Otpornost vijka na odrez :

Rezna sile: $V_{Ed} = 10.0$ kN ,

Vrijednost vlačne otpornosti za jedan vijak M12, kv. 5.8 : 20.24 kN

Uvjet: $V_{Ed} = 10.00$ kN < $R_d = 20.2$ kN Uvjet je zadovoljen!

3. Proračun pločevine :

Čelični lim dimenzija 340X230x10mm

Čelik **S 235** $t < 40$ mm

$f_y = 23.5$ kN/cm²

$f_u = 36.0$ kN/cm²

$E = 21000$ kN/cm²

$G = 8100$ kN/cm²

$\varepsilon = 1.00$

$\nu = 0.3$

Parcijalni faktori:

$\gamma_{M0} = 1.00$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

Odabrani vijci:

4x M12

Kvaliteta vijaka:

5.8

Promjer vijka:

$d = 12$ mm

Granica popuštanja:

$f_{y,b} = 40$ kN/cm²

Promjer rupe:

$d_0 = 13$ mm

Vlačna čvrstoća:

$f_{u,b} = 50$ kN/cm²

Dimenzije čvornog lima na elementu:

$b_1 = 340$ mm

$t_1 = 10$ mm

Djelovanja :

Uzdužna sila u elementu:

$N_{Ed} = 18$ kN

Razmaci vijka :

$e_1 = 40$ mm

$p_1 = 260$ mm

$p_2 = 150$ mm

Otpornost na pritisak po omotaču rupe - č. lim:

Proračunska otpornost po jednom vijku za ploču debljine t_1 :

$F_{b,Rk} = k_1 \alpha_b f_u d t_1 / \gamma_{M2} = 86.4$ kN

gdje je:

$k_1 = 2.5$

$\alpha_b = \min(a, b, c, d) = 1.00$


a) $e_1/3d_0 = 1.03$

b) $p_1/(3d_0) - 0.25 = 6.42$

c) $f_{ub}/f_u = 1.39$

d) 1.00

Uvjet: $N_{Ed} = 18$ kN < $F_{v,Rd} = 86.4$ kN Uvjet zadovoljen!

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

SPOJ FLAHA SA DVOSOJNOM DAŠĆANOM OPLATOM:

ELEMENT 1		ELEMENT 2	
Debljina lima	$t_{lim} = 8$ mm	Debljina drvenog sloja:	$t_1 = 48$ mm
Širina lima	$b_{lim} = 80$ mm	Kvaliteta drveta	C24
		Gustoća drveta	$\rho_{k,1} = 420$ kg/m ³
SPOJNO SREDSTVO		DJELOVANJE	
Promjer vijaka	M8	Sila	$N_{Ed} = 15$ kN
	$d = 8$ mm	Kut djelovanja na vlakanca	$\alpha = 45^\circ$
Kvaliteta vijaka	5.8.	Koeficijent modifikacije:	$k_{mod} = 0.90$
	$f_{uk} = 500$ N/mm ²		

1. Proračun ankera za sidrenje flaha u zid :

Rezna sile: $N_{Ed} = 15.00$ kN (potres)

Pretpostavljena nosivost sidra u zidanom zidu:

odabrani sidro: **φ22**

$R_d = 40.00$ kN

Uvjet: $F_1 = 15.00$ kN < $R_d = 40.0$ kN Uvjet je zadovoljen!

2. Kontrola vijaka

Vijci : 8x70mm $d = 8$ mm
 $t_1 = 70$ mm

Čvrstoća na pritisak po omotaču rupe:

$$f_{h,0,k,1} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot \rho_{k,1} = 31.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} \gamma_m = 21.9 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 0,9 + 0,015d = 1.02$$

$$f_{h,\alpha,d,1} = f_{h,0,d,1} / (k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 21.72 \text{ N/mm}^2$$

Moment tečenja spojnog sredstva:

$$M_{y,k} = 0,8 f_{uk} d^3 / 6 = 34133 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,d} = M_{y,k} / \gamma_M = 31030 \text{ Nmm}$$

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog zabijanog vijka u jednorednoj vezi s debelim limom:

Mjerodavna je najmanja vrijednost od:

$$1.) R_d = 1,1 f_{h,1,d} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,d}}{f_{h,1,d} d t_1^2}} - 1 \right] = 6219 \text{ N}$$

$$2.) R_d = 1,5 \sqrt{2 M_{y,d} f_{h,1,d} d} = 4926 \text{ N}$$

$$3.) R_d = f_{h,1,d} t_1 d = 12162 \text{ N}$$

→ Mjerodavna vrijednost:

$$R_d = 4926 \text{ N}$$

$$R_d = 4.93 \text{ kN}$$


$$n_{potr} = N_{Ed} / R_d = 3.0$$

Odabrani broj vijaka:

$$n_{odabr} = 5$$

Odabrano je 5 vijka na razmaku 40cm.

Otpornost vijka na odrez :

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

Rezna sile: $V_{Ed} = 15.0$ kN ,

Vrijednost posmične otpornosti za jedan vijak M12, kv. 5.8 : 20.24 kN

Uvjet: $V_{Ed} = 15.00$ kN < $R_d = 20.2$ kN Uvjet je zadovoljen!

PRORAČUN SPOJA KROVNOG NOSAČA:

Otpornost vijka na odrez :

Rezna sile: $N_{Ed} = 6.0$ kN ,

Vrijednost posmične otpornosti za jedan vijak M22, kv. 8.8 : 116.32 kN

Uvjet: $N_{Ed} = 6.00$ kN < $R_d = 116.3$ kN Uvjet je zadovoljen!

2. Proračun pločevine

Čelični lim dimenzija 100x440x10mm

Čelik **S 235** $t < 40$ mm

$f_y = 23.5$ kN/cm²

$f_u = 36.0$ kN/cm²

$E = 21000$ kN/cm²

$G = 8100$ kN/cm²

$\varepsilon = 1.00$

$\nu = 0.3$

Parcijalni faktori:

$\gamma_{M0} = 1.00$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

Odabrani vijci:

2 M22

Kvaliteta vijaka:

8.8

Promjer vijka:

$d = 22$ mm

Granica popuštanja:

$f_{y,b} = 64$ kN/cm²

Promjer rupe:

$d_0 = 21$ mm

Vlačna čvrstoća:

$f_{u,b} = 80$ kN/cm²

Dimenzije čvornog lima na elementu:

$b_1 = 100$ mm

$t_1 = 10$ mm

Djelovanja :

Uzdužna sila u elementu:

$N_{Ed} = 6$ kN

Razmaci vijka :

$e1 = 57$ mm

$p1 = 280$ mm

$e2 = 50$ mm

Otpornost na pritisak po omotaču rupe - č. lim:

Proračunska otpornost po jednom vijku za ploču debljine t_1 :

$F_{b,Rk} = k_1 \alpha_b f_u d t_1 / \gamma_{M2} = 143.31$ kN

gdje je:

$k_1 = 2.5$

$\alpha_b = \min(a, b, c, d) = 0.90$

a) $e_1 / (3d_0) = 0.90$

b) $p_1 / (3d_0) - 0.25 = 4.19$

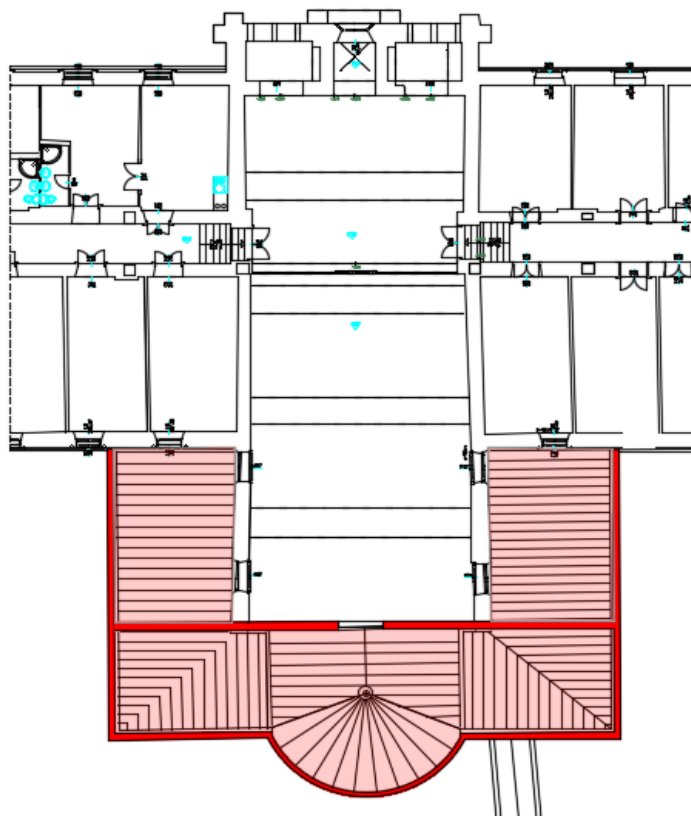
c) $f_{ub} / f_u = 2.22$

d) 1.00

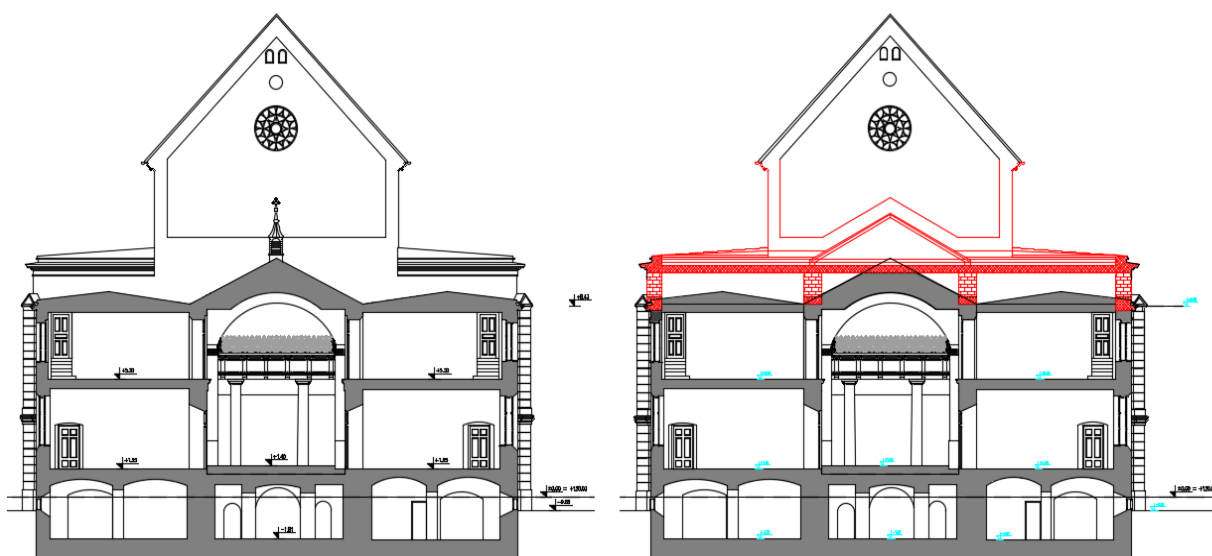
Uvjet: $N_{Ed} = 6$ kN < $F_{v,Rd} = 143.31$ kN Uvjet zadovoljen!

3.4. PODIZANJE KROVNE KONSTRUKCIJE IZNAD BOČNIH DIJELOVA CRKVE I POVEZIVANJE KONSTRUKCIJE HORIZONTALNIM SERKLAŽEM

Predviđa se podizanje krovne konstrukcije iznad oltara i bočnih dijelova crkve, prikazano na slici 5, kako bi se izveo horizontalni serklaž po vanjskom rubu crkve. Time bi se omogućilo povezivanje i ukrućivanje cijele crkve kao jedne cjeline odnosno kako bi se poboljšalo njezino protupotresno ponašanje.



Slika 1. Tlocrt 2. kata crkve Sv. Vinka - izvedba horizontalnog serklaža



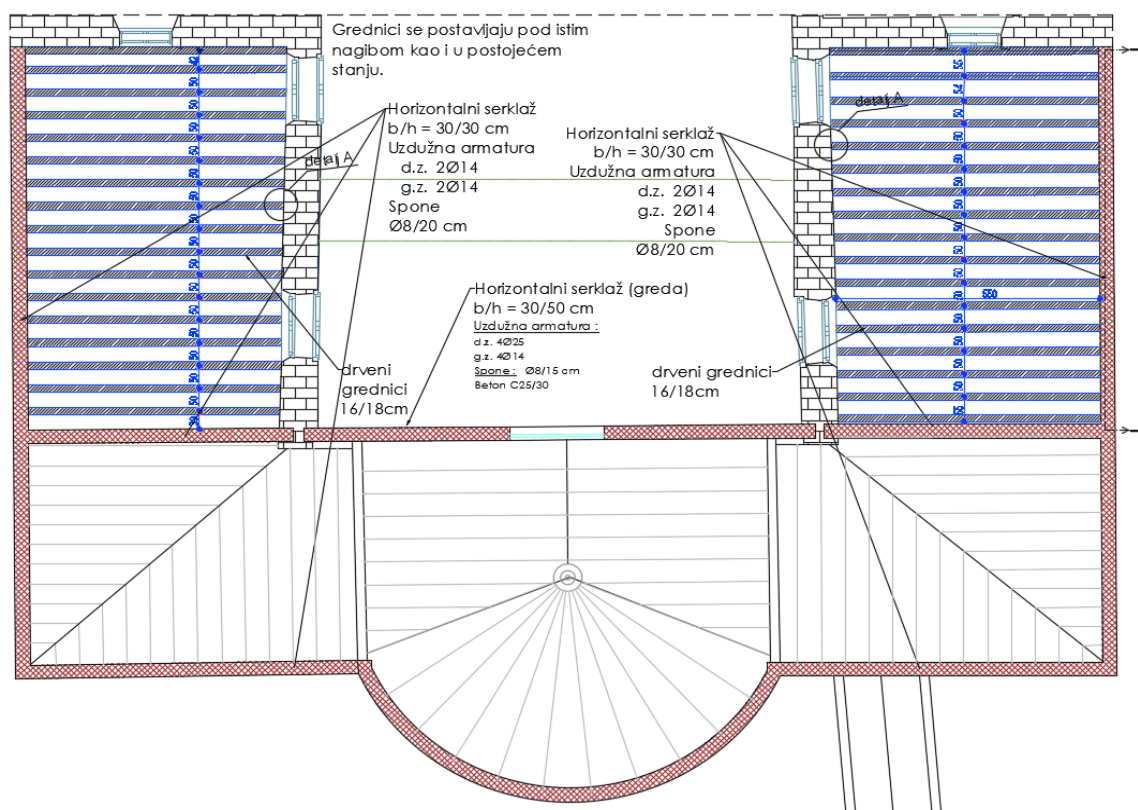
Slika 2. Poprečni presjek postojećeg i novog stanja crkve Sv. Vinka

Prijedlog sanacije obuhvaća odizanje postojećeg krova i postavljanje novih grednika dimenzije 16/18cm na razmaku 50cm, duljine 5.5m i 4.93m, klase drveta C24.

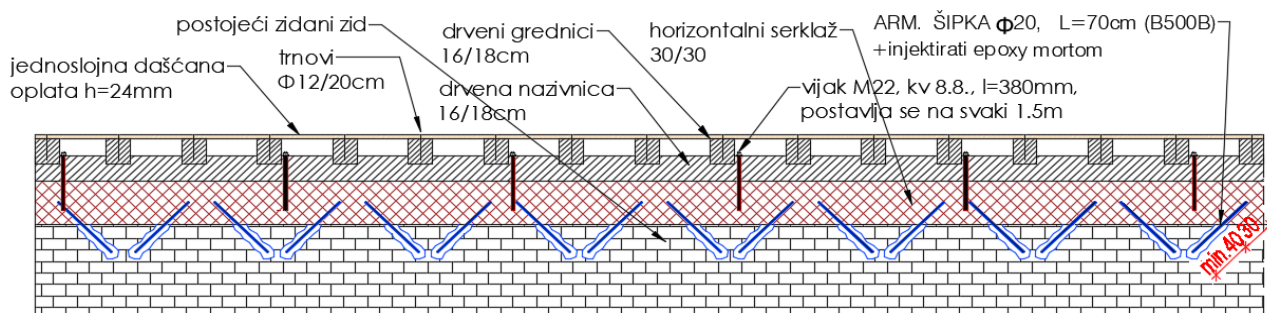
Predviđa se daskanje s jednim slojem daščane oplata i sprezanje sa drvenim grednicima. Daskanje se izvodi s daskom položenom okomito na grede.

Spoj daske i grednika osiguran je trnovima $\Phi 12/20$ cm. Povezivanje grednika sa zidovima potrebno je izvesti tako da se na daščanu oplatu na spoju nosivog zida postavi čelična pločevina dimenzija 200 x 8 mm (kvaliteta čelika S235) koja se sa maticom M16 k.v.8.8, duljine 130mm spreže kroz nosivu konstrukciju. Ojačanje spoja drvenih grednika i nosivih zidova na koje se grednici oslanjaju ostvaruje se armaturnom šipkom $\Phi 16$ koja se sidri u zid na minimalnoj dubini 40 cm. Šipku je potrebno zavariti na čeličnu ploču 200x8 mm, a rupu je potrebno injektirati epoksidnim ljepilom.


Horizontalni serklaž dimenzija 30/30cm izvodi se po vanjskom rubu crkve kako je prikazano na slici 3. Određena je uzdužna armatura horizontalnog serklaža 4 $\Phi 14$ i poprečna $\Phi 8/20$ cm. Horizontalni serklaž je potrebno sidriti sa sidrom $\Phi 20$ duljine 70cm u donji postojeći zidani zid pod kutem od 45° i rupu je potrebno injektirati epoxy mortom, minimalna duljina sidrenja je 40cm. Na horizontalni serklaž dolazi drvena nazivnica koja je sa serklažem povezana sa vijcima M22. kv 8.8 duljine 380mm, koji se postavljaju na svakih 1.5m. Potrebno je izvesti tesarski spoj drvenih gredika i nazivnice.



Slika 3. Tlocrt nove konstrukcije iznad bočnih dijelova crkve i oltara



Slika 4. Detalj ojačanja konstrukcije horizontalnim serklažem

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

3.4.1. PRORAČUN KONSTRUKCIJE KROVA IZNAD OLTARA I BOČNIH DIJELOVA CRKVE

1. ANALIZA OPTEREĆENJA

1.1. Vlastita težina drvenih greda

Geometrijske karakteristike:

$b = 160 \text{ mm}$
 $h = 180 \text{ mm}$
 $A = 0.029 \text{ m}^2$

Zapreminska težina : $\gamma_{C24} = 4.2 \text{ kN/m}^3$

$$g' = A \gamma_{C24} = 0.12 \text{ kN/m'}$$

1.2. Dodatno stalno opterećenje

Pretpostavka slojeva :

Sloj	Materijal	Specifična težina	Debljina	Opterećenje od sloja
1.	Trapezni lim	1.50 kN/m ³	0.045 m	0.068 kN/m ²
2	Daščana oplata	4.20 kN/m ³	0.024 m	0.101 kN/m ²
3	Termo izolacija	1.30 kN/m ³	0.120 m	0.156 kN/m ²

$$\text{UKUPNO } \Delta g = 0.32 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{U proračun se uzima } \Delta g = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

Osni razmak grednika: $e = 50 \text{ cm}$

$$\text{Linijsko opterećenje: } \Delta g' = \Delta g e = 0.50 \text{ kN/m'}$$

1.3. Korisno opterećenje

Kategorija: H Krov

$$q = 0.40 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Linijsko opterećenje: } q' = q e = 0.20 \text{ kN/m'}$$

1.3. Opterećenje snijegom

Lokacija: Zagreb

Zona: III

Karakteristično opterećenje snijegom na tlu:

$$s_k = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

Koeficijent izloženosti:

$$c_e = 1.00 \quad (\text{normalna topografija})$$

Koeficijent gubitka topline kroz krov

$$c_t = 1.00 \quad (\text{izolirani krov})$$

Koeficijent oblika

$$\mu_i (\alpha_1) = \mu_i (\alpha_2) = 0.8$$

(za $0^\circ < \alpha \leq 30^\circ$)

Opterećenje snijegom na krovu:

$$s = \mu_i c_e c_t s_k = 0.80 \text{ kN/m}^2$$

1.4. Mjerodavna kombinacija opterećenja:

Drveni grednici:

Mjerodavna kombinacija:

$$q_{Ed}' = 1,35 \cdot (g' + \Delta g') + 1,50 \cdot q' + 1,5 \cdot s$$

$$q_{Ed}' = 2.3 \text{ kN/m'}$$

Raspon:

$$L = 5.50 \text{ m}$$

(faza izvedbe)

$$q_{Ed}' = 1,35 \cdot (g') + 1,50 \cdot q$$

$$q_{Ed}' = 0.39 \text{ kN/m'}$$

Učinci djelovanja:

$$M_{Ed} = q_{Ed} L^2 / 8$$


$$M_{Ed} = 8.8 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 1.5 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 1.1 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = q_{Ed} L / 2$$

$$V_{Ed} = 6.4 \text{ kN}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

GREDA 14/16

1. ULAZNI PODACI

Poprečni presjek:

$$b = 140 \text{ mm}$$

$$h = 160 \text{ mm}$$

$$L = 5.50 \text{ m}$$

$$I_y = 4.78E+07 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 3.66E+07 \text{ mm}^4$$

Duljina:

Razred drva:

C24

Faktor sigurnosti:

$\gamma_M = 1.3$

Mehaničke karakteristike:

Karakteristične vrijednosti:

$$f_{m,k} = 24.0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 14.0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,90,k} = 0.5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 21.0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,k} = 2.5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 2.5 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{mean} = 420 \text{ C24}$$

Proračunske vrijednosti:

$$f_{m,d} = 16.6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,d} = 9.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,90,d} = 0.3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = 14.5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = 1.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = 1.7 \text{ N/mm}^2$$

Razred uporabivosti:

2 (12% < u)

Koeficijent modifikacije:

$k_{mod} = 0.90$

Koef. deformacije:

$$k_{def,G} = 0.60 \text{ - stalno}$$

$$k_{def,s} = 0.00 \text{ - korisno vjetar - kratko}$$

Rezne sile:

$$M_{y,Ed} = 1.50 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0.00 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed} = 1.10 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} = 1.10 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = 1.10 \text{ kN}$$

2. GSN - provjere poprečnog presjeka

2.1. Savijanje

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 2.51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0.7$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.15 + 0.7 \cdot 0.00 = 0.15 < 1.0 \text{ Zadovoljava.}$$

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.7 \cdot 0.15 + 0.00 = 0.11 < 1.0 \text{ Zadovoljava.}$$

2.2. Posmik

$$V_{Ed} = (V_{z,Ed} + V_{y,Ed2})^{'''} = 1.56 \text{ kN}$$

$$t_{v,d} = 1.5 \times V_{Ed} / b \times h = 0.10 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet:

$$t_{v,d} / f_{v,d} = 0.06 < 1.0 \text{ Zadovoljava.}$$

2.3. Tlak okomito na vlakanca:

$$\sigma_{c,90,d} = R_{Ed} / A = 0.05 \text{ N/mm}^2$$

$$A = b \times l_a = 21000 \text{ mm}^2$$

$$l_a = 150 \text{ mm}$$

$$k_{c,90} = 1.0$$

Uvjet:

$$\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \times f_{c,90,d}) = 0.00 < 1.0 \text{ Zadovoljava.}$$

3. GSN - provjere elementa

3.1. Savijanje bez uzdužne sile - bočno torzijsko izvijanje

GREDA 14/16

Duljina izvijanja: $l_y = 5.50 \text{ m} = 5500 \text{ mm}$
 $l_z = 5.50 \text{ m} = 5500 \text{ mm}$

Naprezanje od savijanja:

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 2.51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,y} = (0.78 \times b^2 \times E_{0.05}) / (h \times l_y) = 128.56 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,z} = (0.78 \times h^2 \times E_{0.05}) / (b \times l_z) = 191.90 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{rel,m,y} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{1/\alpha} = 0.43 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,y} = 1.0$$

$$l_{rel,m,z} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,z})^{1/\alpha} = 0.35 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,z} = 1.0$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0.15 + 0.7 \times 0.00 = 0.15 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0.7 \times 0.15 + 0.00 = 0.11 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

4. GRANICNO STANJE UPORABIVOSTI

Duljina: $L = 5500 \text{ mm}$

Početne deformacije:

$$U_{inst,G} = ((5/48) M_g^* L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1.20 M_g / (G_{0,mean} A) = 2.73 \text{ mm}$$

$$U_{inst,s} = ((5/48) M_q^* L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1.20 M_q / (G_{0,mean} A) = 4.61 \text{ mm}$$

Konačne deformacije:

$$1.) u_{fin} = (1.0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1.0 + k_{def,s}) u_{inst,s} = 4.4 \text{ mm}$$

$$2.) u_{fin} = (1.0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1.0 + k_{def,s}) u_{inst,q} + 0.5(1.0 + k_{def,w}) u_{inst,w} = 6.7 \text{ mm}$$

Ograničenja progiba

1.) Početne deformacije:

$$\max u_{inst,Q} = 4.6 \text{ mm} < L/300 = 18.3 \text{ mm} \quad \text{Zadovoljava}$$

2.) Konačne deformacije

$$\max u_{fin} = 6.7 \text{ mm} < L/250 = 22.0 \text{ mm} \quad \text{Zadovoljava}$$

SPREZANJE S JEDNIM SLOJEM DAŠČANE OPLATE:

1. ULAZNI PODACI

Daske:

Geometrijske karakteristike:

Materijal: **C24**

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 24 \text{ mm} \\ A_1 &= 38.4 \text{ cm}^2 \\ I_1 &= 18.432 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_{k,2} &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean,2} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Drveni grednik:

Geometrijske karakteristike:

Materijal: **C24**

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 180 \text{ mm} \\ L &= 5.5 \text{ m} \\ e &= 0.50 \text{ m} \\ A_2 &= 288.0 \text{ cm}^2 \\ I_2 &= 7776 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{t,90,k} &= 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{0,mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ N/mm}^2 \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ N/mm}^2 \\ G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\ \rho_{k,2} &= 350 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{mean,2} &= 420 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Djelovanja:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 8.80 \text{ kNm} = 880 \text{ kNcm} \\ V_{z,Ed} &= 6.4 \text{ kN} \end{aligned}$$

Faktor sigurnosti:

$$\gamma_M = 1.3$$

Razred uporabivosti:

$$1 \quad (12\% < u)$$

Koeficijent modifikacije:

$$k_{mod} = 0.80$$

Koef. deformacije:

$$\begin{aligned} k_{def,G} &= 0.60 & - \text{ stalno} \\ k_{def,s} &= 0.00 & - \text{ korisno kat. C - kratko} \end{aligned}$$


2. PRORAČUN DRVENIH ELEMENATA

2.1. Proračun utjecaja popustljivosti spoja

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 1/(1+\pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot s / K_i \cdot L^2) = 0.773 \\ \gamma_2 &= 1.00 \end{aligned}$$

gdje je:

$$\begin{aligned} K_{ser} &= \rho_k^{1,5} \cdot d / 23 = 9456 \text{ N/mm} \\ &= 94.6 \text{ kN/cm} & - \text{ modul klizanja za proračun graničnog stanja uporabivosti} \\ K_i &= K_u = 2/3 K_{ser} = 63.0 \text{ kN/cm} & - \text{ modul klizanja za proračun graničnog stanja nosivosti} \\ d &= 12 \text{ mm} & - \text{ promjer sredstava za sprezanje} \\ s &= 20 \text{ cm} & - \text{ razmak trnova} \end{aligned}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

2.3. Proračun djelotvorne savojne krutosti podatljivo sastavljene grede

Proračun položaja neutralne osi:

$$a_1 = ((h_1 + h_2)/2) - a_2 = 9.25 \text{ cm}$$

$$a_2 = \gamma_1 E_1 A_1 (h_1 + h_2) / (2(\gamma_1 E_1 A_1 + \gamma_2 E_2 A_2)) = 0.95 \text{ cm}$$

Proračun djelotvorne krutosti:

$$(EI)_{ef} = E_1 I_1 + \gamma_1^2 E_1 A_1 a_1^2 + E_2 I_2 + \gamma_2^2 E_2 A_2 a_2^2 = 7838974.269 \text{ kNcm}^2$$

2.4. Proračun naprezanja

Naprezanja od savijanja - rubna vlakanca:

$$\sigma_{m,1,d} = M_{Ed} / (EI)_{ef} \cdot h_1 / 2 \cdot E_1 = 0.100 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{m,2,d} = M_{Ed} / (EI)_{ef} \cdot h_2 / 2 \cdot E_2 = 0.748 \text{ kN/cm}^2$$

Uvjeti:

$$\sigma_{m,1,d} = 0.100 \text{ kN/cm}^2 < f_{m,d} = k_{mod} f_{m,k} / \gamma_m = 1.48 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{Uvjet je zadovoljen!}$$

$$\sigma_{m,2,d} = 0.748 \text{ kN/cm}^2 < f_{m,d} = k_{mod} f_{m,k} / \gamma_m = 1.48 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{Uvjet je zadovoljen!}$$

Posmična naprezanja - hrbat/neutralna os:

$$\tau_{max,d} = V_{Ed} \cdot (0.5 E_2 b_2 h^2) / (b_2 (EI)_{ef}) = 0.098 \text{ kN/cm}^2$$

Uvjet:

$$\tau_{max,d} = 0.098 \text{ kN/cm}^2 < f_{v,d} = k_{mod} f_{v,k} / \gamma_m = 0.15 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{Uvjet je zadovoljen!}$$

Maksimalna iskoristivost = 64 % (iz uvjeta posmičnih naprezanja) Uvjet je zadovoljen!

3. PRORAČUN SPOJNIH SREDSTAVA

3.1. Proračun djelovanja na posmične ravnine

Opterećenje na prvu posmičnu ravninu:

$$F_1 = V_d \cdot \gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot a_1 \cdot s / (EI)_{ef} = 3.3 \text{ kN}$$

3.2. Određivanje nosivosti trnova

Proračunska vrijednost čvrstoće tlaka po omotaču rupe:

$$f_{h,0,k,1} = 0.085 \cdot (1 - 0.01d) \cdot \rho_{k,1} = 51.6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} / \gamma_m = 31.8 \text{ N/mm}^2 = 3.18 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{h,0,k,1} = 0.085 \cdot (1 - 0.01d) \cdot \rho_{k,1} = 26.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,0,d,1} = k_{mod} f_{h,0,k,1} / \gamma_m = 16.1 \text{ N/mm}^2 = 1.61 \text{ kN/cm}^2$$

Proračunski moment tečenje spojnog sredstva:

$$M_{y,k} = 0.8 \cdot f_{u,k} \cdot d^3 / 6 = 82944 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,d} = M_{y,k} / \gamma_m = 75404 \text{ Nmm} = 7.54 \text{ kN/cm}^2$$

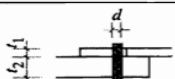



gdje je:

$$f_{u,k} = 360 \text{ N/mm}^2 \quad - \text{ karakteristična vrijednost vlačne čvrstoće čelika S235}$$

$$\gamma_m = 1.1 \quad - \text{ parcijalni faktor sigurnosti za čelik}$$

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog trna i jednorednoj vezi:

Tablica 6.4 Projektne vrijednosti nosivosti R_d za $\beta = 1$ – mjerodavna je najmanja vrijednost

<p>(a)  $R_d = f_{b,1,d} t_1 d$ (6.31)</p>	<p>(c)  $R_d = 0,5 f_{b,1,d} t_1 d (\sqrt{3k_t^2 + 2k_t + 3} - k_t - 1)$ (6.32)</p>
<p>(d)  $R_d = 0,367 f_{b,1,d} t_1 d (2\sqrt{1 + 3/k_M^2} - 1)$ (6.33)</p>	<p>(f)  $R_d = 1,556 f_{b,1,d} t_1 d / k_M$ (6.34)</p>

gdje je:

$$k_t = \frac{t_2}{t_1} = 7.5$$

$$k_M = t_1 / (M_{y,d} / (f_{b,1,d} d))^{1/2} = 1.71$$

(a) $R_d = f_{b,1,d} t_1 d = 9.1$ kN
(c) $R_d = 0,5 f_{b,1,d} t_1 d ((3k_t^2 + 2k_t + 3)^{1/2} - k_t - 1) = 23.6$ kN
(d) $R_d = 0,367 f_{b,1,d} t_1 d (2(1 + 3/k_M^2)^{1/2} - 1) = 6.2$ kN
(f) $R_d = 1,556 f_{b,1,d} t_1 d / k_M = 8.3$ kN

Mjerodavno

$$R_d = R_{d,min}$$

$$R_d = 6.2 \text{ kN}$$

Uvjet: $F_1 = 3.3$ kN < $R_d = 6.2$ kN Uvjet je zadovoljen!

4. PRORAČUN PROGIBA

Proračun se provodi s efektivnom krutosti:

$$(EI)_{ef} = E_1 I_1 + \gamma_1 E_1 A_1 a_1^2 + E_2 I_2 + \gamma_2 E_2 A_2 a_2^2 = 7838974 \text{ kNcm}^2$$

Moment savijanja:

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 M_q = 3.92 \text{ kNm} = 392 \text{ kNcm}$$

Progib spregnutog presjeka:

$$u_{g+q} = ((5/48) M_g L^2 / E_{0,mean} I_y) = 1.58 \text{ cm} = 15.8 \text{ mm}$$

Ograničenja progiba

$$\max u_{fin} = 15.8 \text{ mm} \approx L/200 = 27.5 \text{ mm} \text{ Zadovoljava!}$$

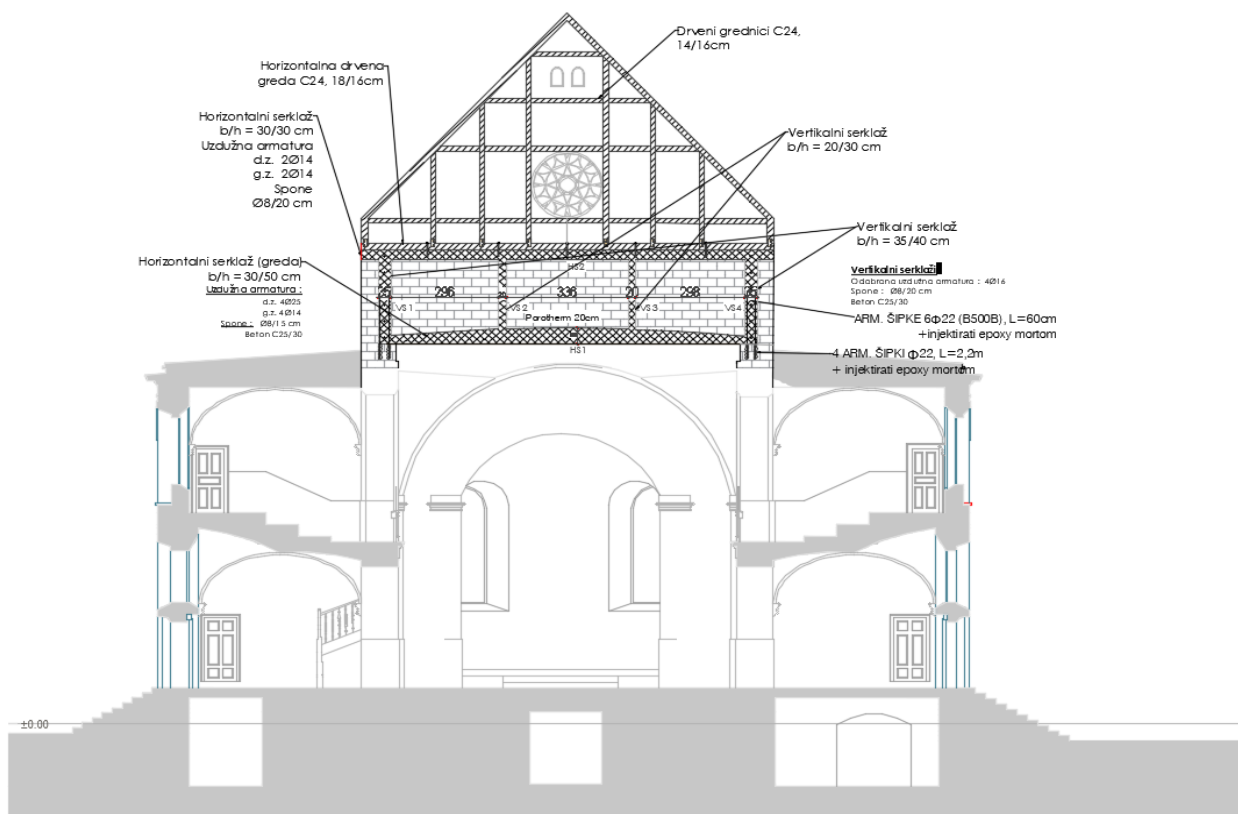
3.5. Ojačanje zabatnog zida i rasterećenje trijumfalnog luka

Prema postojećoj situaciji zabatni zid izvedeni je iznad trijumfalnog luka te je u konstruktivnoj slaboj izvedbi pa ga treba ponovo izgraditi i protupotresno ojačati. Sa prijedlogom ojačavanja zabatnog zida, neće biti promjene u oblikovnom smislu. Za vrijeme spomenutog potresa u Zagrebu, trijumfalni luk iznad kojeg se nalazi zabatni zid zadobio je znatna oštećenja. Sa prijedlogom sanacije zabatnog zida u potpunosti će se rasteretiti trijumfalni luk.

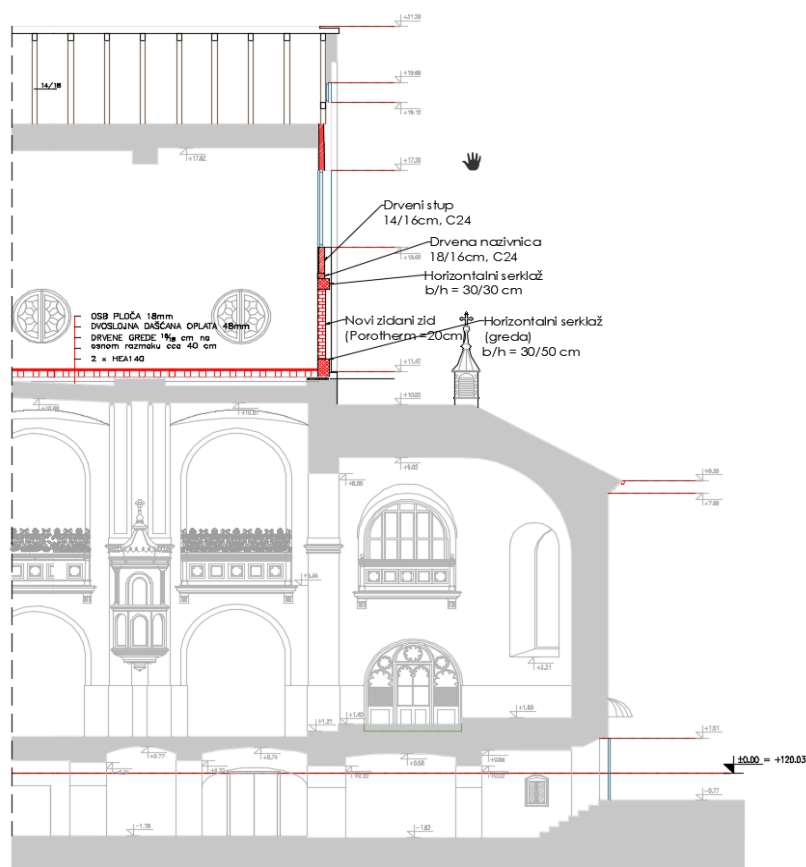
Prijedlog ojačanja zabatnog zida obuhvaća izvedbu horizontalne grede, dimenzija 30/50cm, iznad trijumfalnog luka koja će preuzeti sva opterećenja i time u potpunosti rasteretiti trijumfalni luk. Proračunata uzdužna armatura horizontalne grede je 4Φ25 za donju zonu i 4Φ14 za gornju zonu. Odabrane sponne su Φ8/15cm. Prije izvedbe horizontalne grede, trijumfalni luk potrebno je injektirati. Prijedlog sanacije zabata obuhvaća izradu 4 vertikalna serklaža dimenzija 30/20cm. Odabrana uzdužna armatura je 4Φ16 i sponne Φ8/20cm. Na vrhu vertikalnih serklaža dolazi horizontalni serklaž dimenzija 30/30cm. Odabrana uzdužna armatura je 2Φ14 za gornju i 2Φ14 za donju zonu i sponne Φ8/20cm. Horizontalna greda (serklaž) 30/50cm i krajni vertikalni serklaži VS1 i VS4 sidre se sa četiri armaturne šipke Φ22, duljine 2.2m u donji postojeći zidani zid. Dubina sidrenja je minimalno 40cm a rupu je potrebno injektirati epoxy ljepilom. Vertikalni serklaži VS1 i VS4 dodatno se sidre u bočne istočno-zapadne zidove dvorane 2. kata sa 13 armaturnih šipki Φ22, duljine 60 cm. Minimalna duljina sidrenja je 40cm a rupu je potrebno injektirati epoxy ljepilom.

Preostali dio zabatnog zida izvodi se u drvenoj konstrukciji. Dimenzije drvenih grednika i stupova su 14/16cm, C24. Na horizontalni serklaž postavlja se drvena nazivnica koja je sa vijcima M22, kv. 8.8. duljine 380mm povezuje sa horizontalnim serklažem. Na drvenu nazivnicu postavljaju se drveni stupovi i izvodi se tesarski spoj. Drveni stupovi dodatno se povezuju sa drvenom nazivnicom pomoću čelične pločevine 100x220x5mm i sa 4 vijka M12, kv. 8.8., duljine 160mm.

Predloženim izmjenama omogućuje se povezivanje zabata sa međukatnom konstrukcijom i sa bočnim zidovima 2. kata, odnosno omogućuje se međusobno povezivanje cijelog 2. kata crkve kao jedne cijeline.

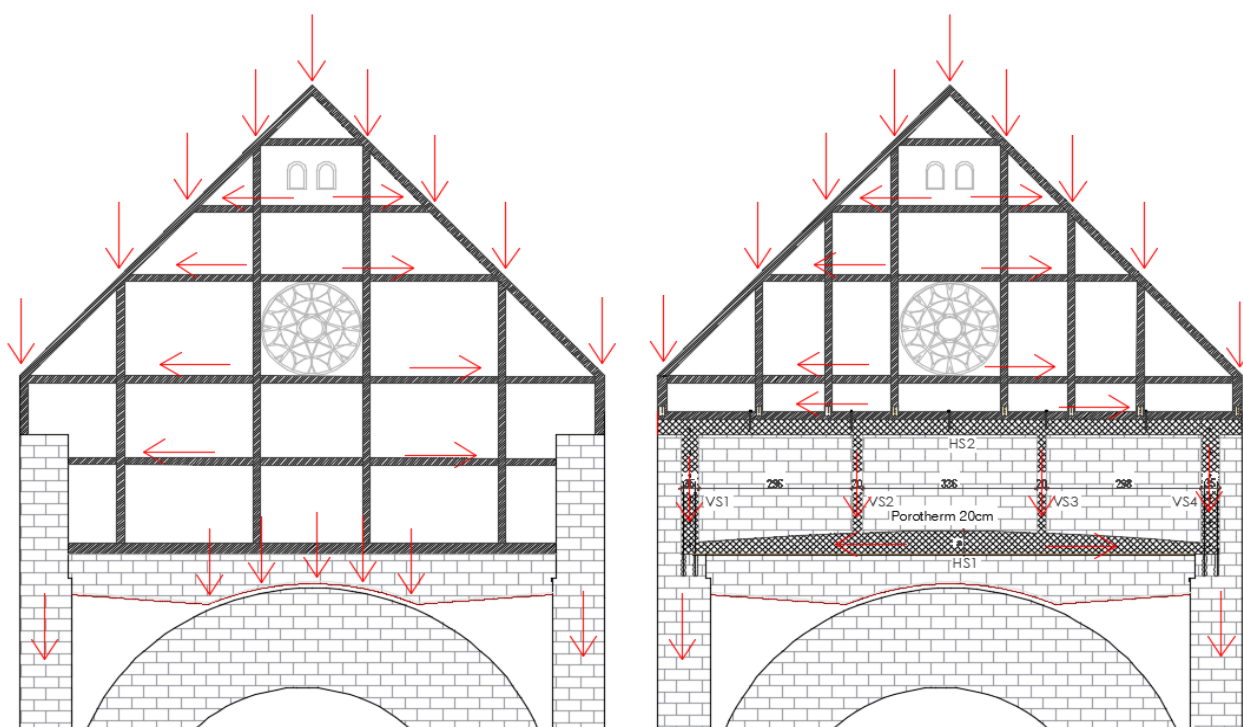


Slika 1. Ojačanje zabatnog zida



Slika 2. Ojačanje zabatnog zida

Shema prijenosa opterećenja prije i poslije ojačanja zabatnog zida:



Prema shemi prijenosa sila možemo vidjeti da se prema postojećem stanju opterećenje od zabatnog zida prenosi preko trijumfalnog luka. Izvođenjem horizontalne grede iznad trijumfalnog luka u potpunosti se rasterećuje trijumfalni luk i opterećenje se preko horizontalne grede prenosi u zid.

3.5.1. PRORAČUN ZABATNOG ZIDA

PRORAČUN HORIZONTALNE GREDE (SERKLAŽA) HS1

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	10	m
visina grede	$h =$	50	cm
širina grede	$b_w =$	30	cm
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1500	cm ²

zaštitni sloj betona	$c =$	2.5	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	45.5	cm	$d_2 = 4.5$ cm
vilice	$\phi_v =$	0.8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	2.40	cm	

2. MATERIJAL

BETON C25/30

$f_{ck} =$	25	N/mm ²
$f_{cd} =$	16.67	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2.6	N/mm ²
$E_{cm} =$	31000	N/mm ²

ČELIK B500B

$f_{yk} =$	500.00	N/mm ²
$f_{yd} =$	434.78	N/mm ²
$E_s =$	200000	N/mm ²

Parcijalni koeficijenti za materijale:

$$\gamma_c = 1.5$$

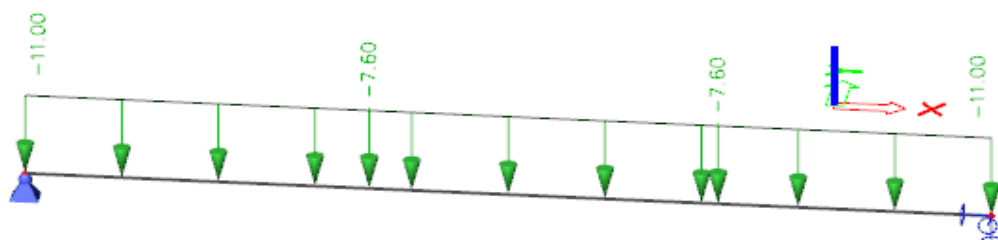
$$\gamma_s = 1.15$$

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

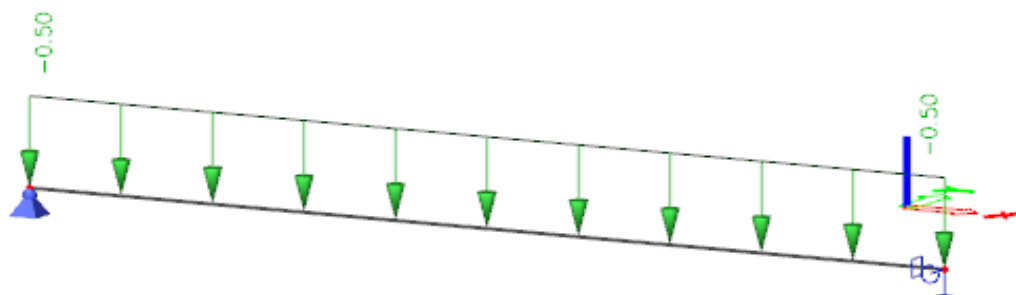
Težina zida:	$2.9m \cdot 0.2m \cdot 10.kN/m^3$	$= 5.8 kN/m$
Težina h. serklaža:	$0,3m \cdot 0,3m \cdot 25kN/m^3$	$= 2,25 kN/m$
Težina drvene kosstrukcije :	$5m \cdot 0,14m \cdot 4,2kN/m^3$	$= 2.94 kN/m$
	Ukupno:	11 kN/m
Težina v. serklaža:	$2.9m \cdot 0,4m \cdot 0,35m \cdot 25kN/m^3$	$= 7.6 kN$

Prikaz opterećenja :

Dodatno stalno



Korisno



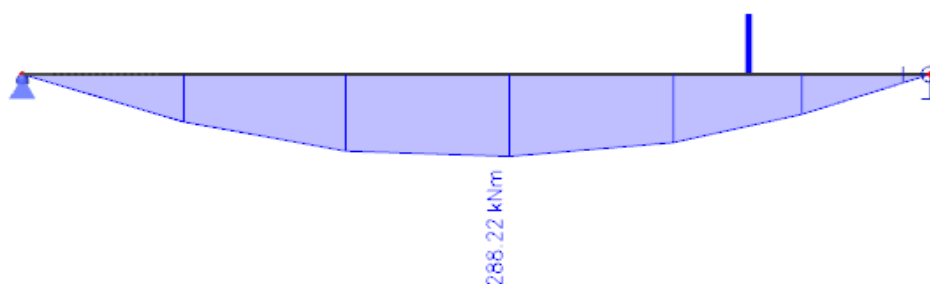
3.5.1. PRORAČUN ZABATNOG ZIDA

Potres

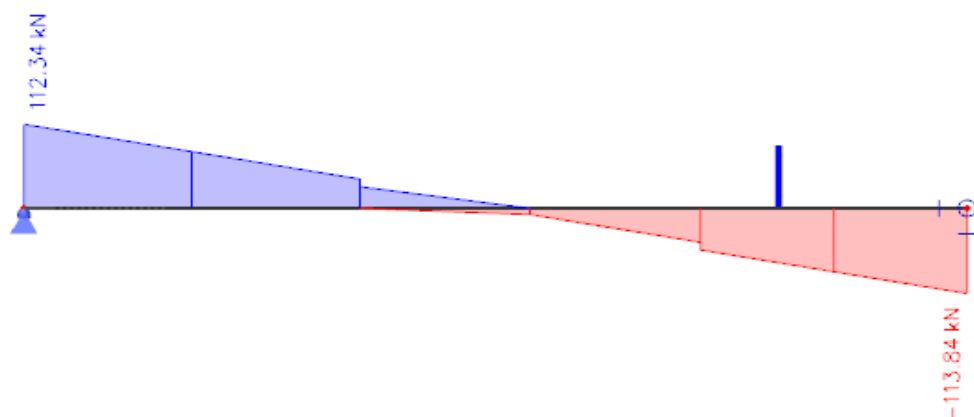


3. UNUTARNJE SILE

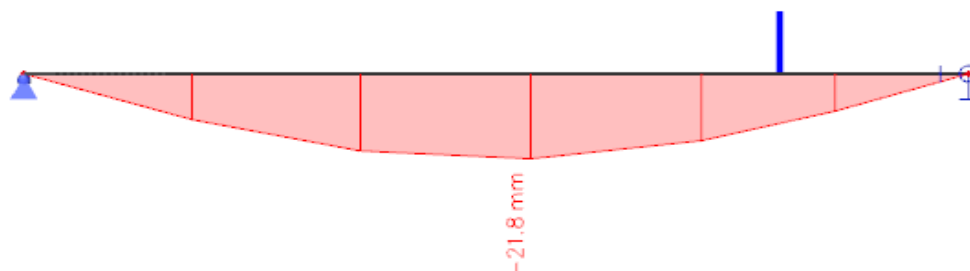
My (mjerodavna kombinacija GSN)




Vz



GSU



$$U_{dop} = L/250 = 40\text{mm} > 21,8\text{ mm} \quad \text{Uvjet zadovoljen}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

3.5.1. PRORAČUN ZABATNOG ZIDA

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	288.00	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	112.00
					$V_{Ed, ležaj 2} =$	114.00

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0.278 < \mu_{Rd, lim} = 0.296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0.818	deformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-3.5 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0.438	deformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	4.5 ‰

Potrebna ploština armature u polju:

$$A_{s1, reqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 17.80 \text{ cm}^2$$

Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1.85	cm ²	Mjerodavno!
2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	1.77	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	33	cm ²	Mjerodavno!
2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	60	cm ²	

Odabrana armatura za polje:	$A_{s, odabr} =$	4	ϕ	25	=	19.63 cm ²
-----------------------------	------------------	---	--------	----	---	-----------------------

Ležaj :

Odabrana armatura za ležaj	$A_{s, odabr} =$	4	ϕ	14	=	6.15 cm ²
(min. 25% armature u polju)						

6. DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd, c} = (C_{Rd, c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$C_{Rd, c} = 0.18 / \gamma_c =$	0.12	$k = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1.66	$<$	2.00
$A_{sl} =$	2	ϕ	25	$=$	9.81 cm ²
$\rho_1 = A_{sl} / (b_w d) =$	0.0072	$<$	0.02		
$k_1 =$	0.15				
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0	kN/cm ²		$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} =$	0.3753 N/mm ²

$$V_{Rd, c} = 71351 \text{ N} = 71.4 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 51228 \text{ N} = 51.23 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1.0$$

$$z = 0.9d = 410 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0.540$$

$$\theta = 39.8^\circ$$

$$V_{Rd, max} = 543743 \text{ N} = 543.74 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, c} = 71.35 \text{ kN} < V_{Ed} = 114 \text{ kN} < V_{Rd, max} = 544 \text{ kN}$$

Uvjet $V_{Ed} < V_{Rd, c}$ NIJE zadovoljen!

Potrebno je proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!

6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$m =$	2	ϕ	8	$=$	1.01	cm ²
$f_{ywk} =$	500	N/mm ²	$f_{ywd} =$	434.78	N/mm ²	

Proračun okomitih spona:

$$s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 19.2 \text{ cm}$$

Odabran razmak spona uz oslonac	$s_l =$	20.0	cm
---------------------------------	---------	------	----

3.5.1. PRORAČUN ZABATNOG ZIDA

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 0.87 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} v_1 f_{cd} = 4.50 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0.0008$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 41.9 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0.00078 \quad \text{za} \quad C25/30 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 43.0 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 112.0 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 163.1 \text{ kN}$$

$$< 0.6 V_{Rd,max} = 326.2 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.55d = 25.0 \text{ cm} < 30.0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 25.0 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona

$$s_{l,max} = 25.0 \text{ cm}$$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2 \quad \text{Razmak spona uz oslonac}$$

$$s_l = 19.2 \text{ cm}$$

$$\phi 8 \quad \text{Maksimalni razmak spona:}$$

$$s_{l,max} = 25.0 \text{ cm}$$

PRORAČUN RUBNIH VERTIKALNIH SERKLAŽA VS1 I VS4

Seizmička sila koju preuzima serklaž s lijeve strane:

Težina bočnog zida:	$2.6m \cdot 1.6m \cdot 0.8m \cdot 14kN/m^3$	= 46.6 kN
Težina serklaža	$0.35m \cdot 0.40m \cdot 3.1m \cdot 25kN/m^3$	= 10.85 kN
Težina krovista	$1.6m \cdot 1.7m \cdot 1.0kN/m^2$	= 2.7 kN
Ukupno		= 60.2 kN

Seizmičko opterećenje: $q = 60.2 kN \cdot 0.25 = 15.1 kN$

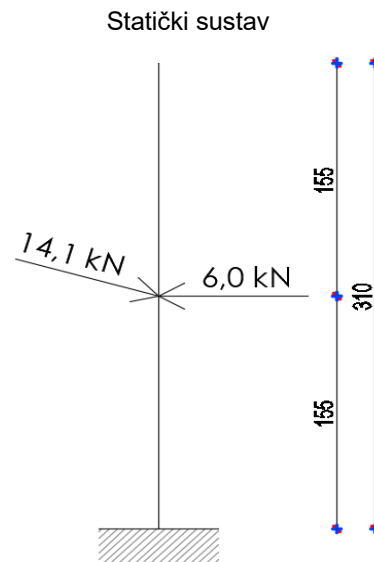
Uzdužna sila = težina serklaža: $N = 10.85 kN$
Moment - od potresnog opterećenja: $M = 15.1 \cdot 1.55 = 23.4 kNm$

Seizmička sila koju preuzima serklaž s desne strane:

Težina zabatnog zida:	$3.1 \cdot 1.7m \cdot 0.2 \cdot 10kN/m^3$	= 10.54 kN
Težina serklaža	$0.35m \cdot 0.40m \cdot 3.1m \cdot 25kN/m^3$	= 10.85 kN
Težina krovista	$1.6m \cdot 1.7m \cdot 1.0kN/m^2$	= 2.7 kN
Ukupno		= 24.1 kN

Seizmičko opterećenje: $q = 24.1 kN \cdot 0.25 = 6.0 kN$

Uzdužna sila = težina serklaža: $N = 10.85 kN$
Moment - od potresnog opterećenja: $M = 6.0 \cdot 1.55 = 9.3 kNm$



1. UNUTRAŠNJE SILE

Uzdužna sila $N_{Ed} = 10.85 kN$

Momenti savijanja: $M_{y,Ed} = 9.30 kNm$
 $M_{z,Ed} = 23.40 kNm$

2. EKSCENTRICITET

2.1. Ekscentricitet prvog reda

$$\begin{aligned} e_{i,z} &= \Theta_i l_0 / 2 = 1.24 \text{ cm} & \Theta_i &= \Theta_0 \alpha_h \alpha_m = 0.0040 \\ e_{i,y} &= \Theta_i l_0 / 2 = 1.24 \text{ cm} & \Theta_0 &= 1/200 = 0.005 \\ & & \alpha_m &= 1 \\ & & \alpha_h &= 2/l^{1/2} = 0.80 \\ e_{o,z} &= M_{Ed,y} / N_{Ed} = 0.86 \text{ m} & 2/3 < \alpha_h \leq 1 &\rightarrow \alpha_h = 0.80 \\ e_{o,y} &= M_{Ed,z} / N_{Ed} = 2.16 \text{ m} \end{aligned}$$

2.2. Ekscentricitet drugog reda

$$\begin{aligned} e_2 &= (1/r) \cdot (l_0^2 / c) \\ c &= 10 \quad (\text{konstantni presjek}) \\ 1/r &= K_r K_\phi (1/r_0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{yd} &= f_{yd} / E_s = 0.0021739 \\ d_1 &= c + \phi_v + \phi_u / 2 = 4.5 \text{ cm} \\ d_z &= h - d_1 = 25.5 \text{ cm} \\ d_y &= b - d_1 = 30.5 \text{ cm} \\ 1/r_{0,z} &= \varepsilon_{yd} / (0.45 d_z) = 1.894E-04 \text{ 1/cm} \\ 1/r_z &= 1.894E-04 \text{ 1/cm} \\ 1/r_{0,y} &= \varepsilon_{yd} / (0.45 d_y) = 1.584E-04 \text{ 1/cm} \\ 1/r_y &= 1.758E-04 \text{ 1/cm} \end{aligned}$$

- koeficijent puzanja:

$$\begin{aligned} K_r &= (n_u - n) / (n_u - n_{bal}) \leq 1 \rightarrow K_r = 1.00 \\ K_\phi &= 1 + \beta \phi_{ef} \geq 1 \rightarrow K_{\phi,z} = 1.00 \\ & \rightarrow K_{\phi,y} = 1.11 \end{aligned}$$

$$\lambda_y = l_{0,y}/i_y = l_{0,y}/(0.289h) = 71.51$$

$$\lambda_z = l_{0,z}/i_z = l_{0,z}/(0.289b) = 61.30$$

$$A_c = b h; u = 2b+2h; RH=50\%; t_0>100$$

$$h_0 = 2A_c/u = 162 \text{ mm} \rightarrow \phi(\infty, t_0) = 1.66$$

$$\phi_{ef} = \phi(\infty, t_0) M_{0Eqp}/M_{0Ed} = 1.66$$

$$\beta_z = 0.35+f_{ck}/200-\lambda_y/150 = 0.002$$

$$\beta_y = 0.35+f_{ck}/200-\lambda_z/150 = 0.066$$

$$K_{\phi,z} = 1+\beta_z \phi_{ef} = 0.997$$

$$K_{\phi,y} = 1+\beta_y \phi_{ef} = 1.110$$

$$e_{2,z} = (1/r_z) \cdot (l_{0,z}^2/c) = 7.28 \text{ cm}$$

$$e_{2,y} = (1/r_y) \cdot (l_{0,y}^2/c) = 6.76 \text{ cm}$$

2.3. Ukupni ekscentricitet

$$e_{tot,z} = e_{0,z} + e_{i,z} + e_{2,z} = 94.24 \text{ cm}$$

$$e_{tot,y} = e_{0,y} + e_{i,y} + e_{2,y} = 223.67 \text{ cm}$$

$$M_{y,Ed} = N_{Ed} e_{z,tot} = 10.23 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = N_{Ed} e_{y,tot} = 24.27 \text{ kNm}$$

3. PRORAČUN

C25/30	$f_{ck} =$	25	N/mm ²	$b =$	35	cm
B500B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	$h =$	30	cm
Razred izloženosti		XC1		$c_{nom} =$	2.5	cm
				$l =$	310	cm
				Duljina izvijanja $s_k =$	620	cm
				Kritična sila $F_{kr} =$	18695	kN

$$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 16.67 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

statička visina:

$$d_x = h - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 25.50 \text{ cm}$$

$$d_y = b - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 30.50 \text{ cm}$$

$$\mu_{Ed,y} = M_{Ed,y} / (b h^2 f_{cd}) = 0.019$$

$$\mu_{Ed,z} = M_{Ed,z} / (h b^2 f_{cd}) = 0.040$$

$$\nu_{Ed} = N_{Ed} / (b h f_{cd}) = 0.006$$

$$\text{za } \mu_1 = 0.040 \quad \nu = 0 \quad \omega_{tot} = 0.11$$

$$\mu_2 = 0.019 \quad \nu = 0.2 \quad \omega_{tot} = 0.05$$

$$\omega_t \text{ za } \nu_1 \text{ i } \nu_2 : \quad \omega_{tot} = 0.11$$

$$A_{s,min} = 0.003 A_c = 3.2 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.10 N_{Ed} / f_{yd} = 0.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.04 A_c = 42.0 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \omega f_{cd} / f_{yd} b h = 4.35 \text{ cm}^2$$

Odabrano: 4 $\Phi 16$ $A_s = 8.04 \text{ cm}^2$

Vilice:

Razmak: $s \leq 30 \text{ cm}, s \leq b$, ili $s = 12\phi$ uzdužno

Odabrano: $\Phi 8/20 \text{ cm}$


4. DOKAZ SIDRA ZA PRIHVAT VERTIKALNG SERKLAŽA U BOČNI (ISTOČNO-ZAPADNI) ZID DVORANE 2. KATA

Rezna sila : $N_{Ed} = 200.00 \text{ kN}$

Nosivost sidra $\emptyset 22$ $R_d = 15 \text{ kN}$

Broj sidra $n = N_{Ed} / R_d = 13$

Odabrano : 13 $\emptyset 22$, na razmaku od 20 cm

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

5. DOKAZ SIDRA ZA PRIHVAT VERTIKALNOG SERKLAŽA U DONJI POSTOJEĆI ZIDANI ZID

Dimenzije	b=	35 cm
	h=	30 cm
Moment savijanja	M_{ED} =	23.40 kNm
Krak sile	$\Delta d = b - c - \varnothing s =$	28.40 cm
Nosivost sidra $\varnothing 22$	$R_d =$	40 kN
Vlačna sila	$F_t = M_{ED} / \Delta d =$	82.39 kN
Broj sidra	$n = F_t / R_d =$	2

Odabrano: 4 $\varnothing 22$

PRORAČUN UNUTARNJIH VERTIKALNIH SERKLAŽA VS2 I VS3

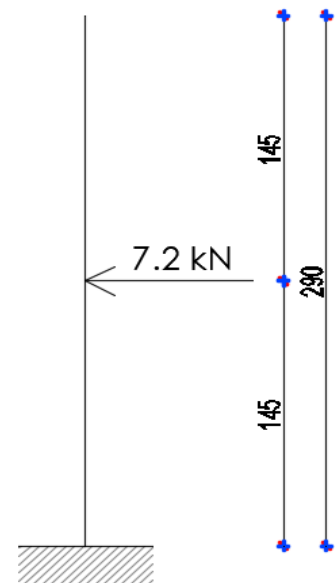
Seizmička sila koju preuzima serklaž

Težina zida:	$2.9\text{m} \cdot 3.3\text{m} \cdot 0.2\text{m} \cdot 10\text{kN/m}^3$	= 19.1 kN
Težina serklaža	$0.30\text{m} \cdot 0.20\text{m} \cdot 2.9\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3$	= 4.4 kN
Težina krovista	$1.6\text{m} \cdot 3.3\text{m} \cdot 1.0\text{kN/m}^2$	= 5.3 kN
Ukupno		= 28.8 kN

Seizmičko opterećenje: $q = 28.8\text{ kN} \cdot 0.25 = 7.2\text{ kN}$

Uzdužna sila = težina serklaža: $N = 4.4\text{ kN}$
Moment - od potresnog opterećenja: $M = 7.2 \cdot 1.45 = 10.4\text{ kNm}$

Statički sustav



1. UNUTRAŠNJE SILE

Uzdužna sila $N_{Ed} = 4.40\text{ kN}$

Momenti savijanja: $M_{y,Ed} = 10.40\text{ kNm}$
 $M_{z,Ed} = 0.00\text{ kNm}$

2. EKSCENTRICITET

2.1. Ekscentricitet prvog reda

$$\begin{aligned} \Theta_i &= \Theta_0 \alpha_h \alpha_m = 0.0042 \\ \Theta_0 &= 1/200 = 0.005 \\ \alpha_m &= 1 \\ \alpha_h &= 2/l^{1/2} = 0.83 \\ 2/3 < \alpha_h \leq 1 &\rightarrow \alpha_h = 0.83 \\ e_{i,z} &= \Theta_i l_0/2 = 1.20\text{ cm} \\ e_{i,y} &= \Theta_i l_0/2 = 1.20\text{ cm} \\ e_{o,z} &= M_{Ed,y} / N_{Ed} = 2.36\text{ m} \\ e_{o,y} &= M_{Ed,z} / N_{Ed} = 0.00\text{ m} \end{aligned}$$

2.2. Ekscentricitet drugog reda

$$\begin{aligned} e_2 &= (1/r) \cdot (l_0^2/c) \\ c &= 10 \text{ (konstantni presjek)} \\ 1/r &= K_r K_\phi (1/r_0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{yd} &= f_{yd}/E_s = 0.0021739 \\ d_1 &= c + \phi_v + \phi_u/2 = 4.5\text{ cm} \\ d_z &= h - d_1 = 15.5\text{ cm} \\ d_y &= b - d_1 = 25.5\text{ cm} \\ 1/r_{0,z} &= \varepsilon_{yd}/(0.45d_z) = 3.117\text{E-}04\text{ 1/cm} \\ 1/r_z &= 3.117\text{E-}04\text{ 1/cm} \\ 1/r_{0,y} &= \varepsilon_{yd}/(0.45d_y) = 1.894\text{E-}04\text{ 1/cm} \\ 1/r_y &= 1.986\text{E-}04\text{ 1/cm} \end{aligned}$$

- koeficijent puzanja:

$$\begin{aligned} K_r &= (n_u - n)/(n_u - n_{bal}) \leq 1 \rightarrow K_r = 1.00 \\ K_\phi &= 1 + \beta \phi_{ef} \geq 1 \rightarrow K_{\phi,z} = 1.00 \\ &\rightarrow K_{\phi,y} = 1.05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_y &= l_{0,y}/i_y = l_{0,y}/(0.289h) = 100.35 \\ \lambda_z &= l_{0,z}/i_z = l_{0,z}/(0.289b) = 66.90 \\ A_c &= b h; u = 2b + 2h; RH = 50\%; t_0 > 100 \\ h_0 &= 2A_c/u = 120\text{ mm} \rightarrow \phi(\infty, t_0) = 1.66 \\ \phi_{ef} &= \phi(\infty, t_0) M_{0Eqp}/M_{0Ed} = 1.66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_z &= 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda_y/150 = 0.194 \\ \beta_y &= 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda_z/150 = 0.029 \\ K_{\phi,z} &= 1 + \beta_z \phi_{ef} = 0.678 \\ K_{\phi,y} &= 1 + \beta_y \phi_{ef} = 1.048 \end{aligned}$$

$$e_{2,z} = (1/r_z) \cdot (l_{0,z}^2/c) = 10.48\text{ cm}$$

$$e_{2,y} = (1/r_y) \cdot (l_{0,y}^2/c) = \mathbf{6.68} \quad \text{cm}$$

2.3. Ukupni ekscentricitet

$$e_{\text{tot},z} = e_{0,z} + e_{i,z} + e_{2,z} = \mathbf{248.05} \quad \text{cm}$$

$$e_{\text{tot},y} = e_{0,y} + e_{i,y} + e_{2,y} = \mathbf{7.88} \quad \text{cm}$$

$$M_{y,Ed} = N_{Ed} e_{z,\text{tot}} = 10.91 \quad \text{kNm}$$

$$M_{z,Ed} = N_{Ed} e_{y,\text{tot}} = 0.35 \quad \text{kNm}$$

3. PRORAČUN

C25/30

$f_{ck} = 25 \quad \text{N/mm}^2$

$b = 30 \quad \text{cm}$

B500B

$f_{yk} = 50 \quad \text{kN/cm}^2$

$h = 20 \quad \text{cm}$

Razred izloženosti

XC1

$c_{\text{nom}} = 2.5 \quad \text{cm}$

$l = 290 \quad \text{cm}$

Duljina izvijanja $s_k = 580 \quad \text{cm}$

Kritična sila $F_{kr} = 8969 \quad \text{kN}$

$$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 16.67 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43.48 \quad \text{kN/cm}^2$$

statička visina:

$$d_x = h - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 15.50 \quad \text{cm}$$

$$d_y = b - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 25.50 \quad \text{cm}$$

$$\mu_{Ed,y} = M_{Ed,y} / (b h^2 f_{cd}) = 0.055$$

$$\mu_{Ed,z} = M_{Ed,z} / (h b^2 f_{cd}) = 0.001$$

$$\nu_{Ed} = N_{Ed} / (b h f_{cd}) = 0.004$$

$$\text{za } \mu_1 = 0.055$$

$$\nu = 0$$

$$\omega_{\text{tot}} = 0.14$$

$$\mu_2 = 0.001$$

$$\nu = 0.2$$

$$\omega_{\text{tot}} = 0.05$$

ω_t za ν_1 i ν_2 :

$$\omega_{\text{tot}} = 0.14$$

$$A_{s,\text{min}} = 0.003 A_c = 1.8 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{s,\text{min}} = 0.10 N_{Ed} / f_{yd} = 0.0 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{s,\text{max}} = 0.04 A_c = 24.0 \quad \text{cm}^2$$

$$A_s = \omega f_{cd} / f_{yd} b h = 3.17 \quad \text{cm}^2$$

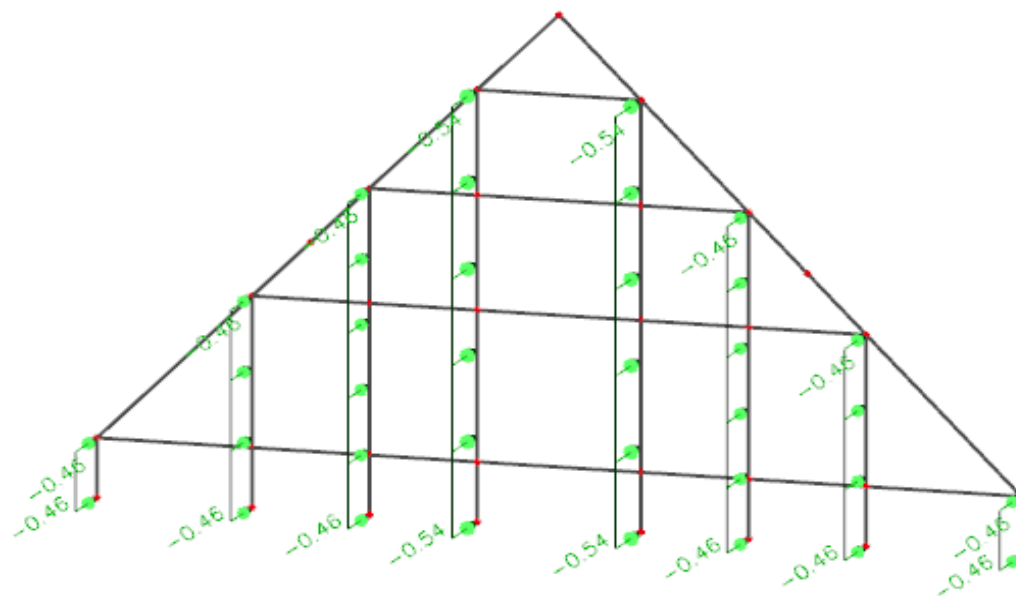
$$\text{Odabrano: } 4 \quad \Phi 16 \quad A_s = 8.04 \quad \text{cm}^2$$

Vilice:

Razmak: $s \leq 30 \text{ cm}$, $s \leq b$, ili $s = 12\phi$ uzdužno

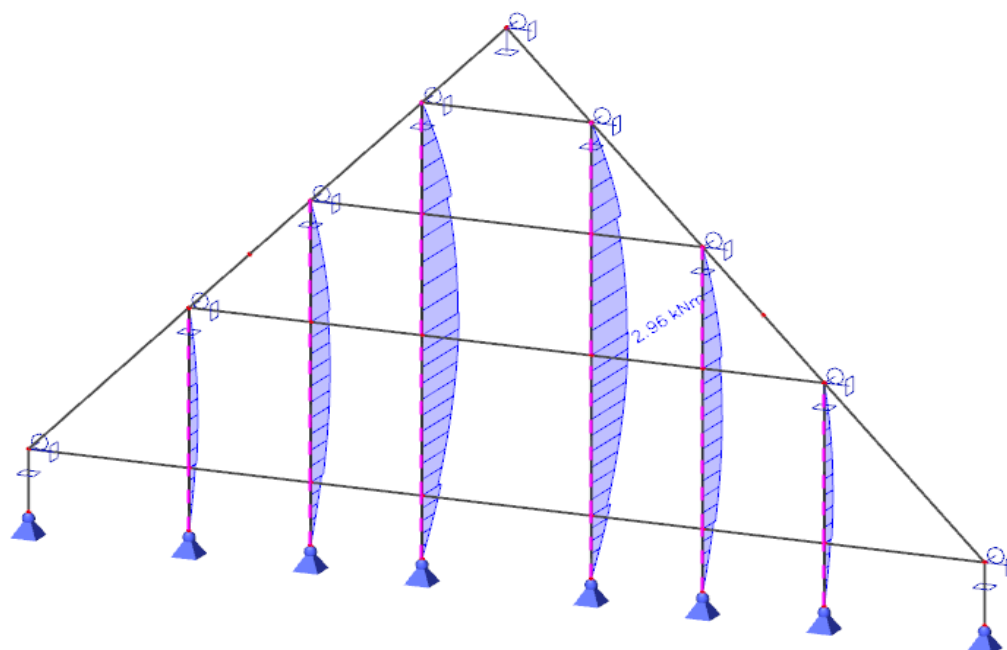
$$\text{Odabrano: } \Phi 8/20 \text{ cm}$$

VJETAR

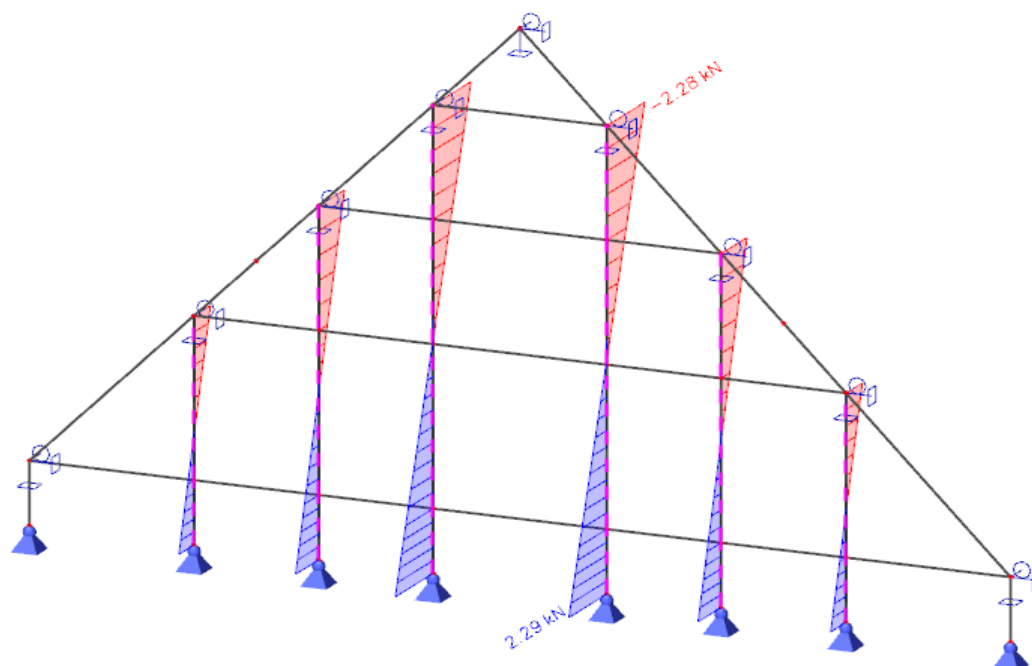


3. REZNE SILE

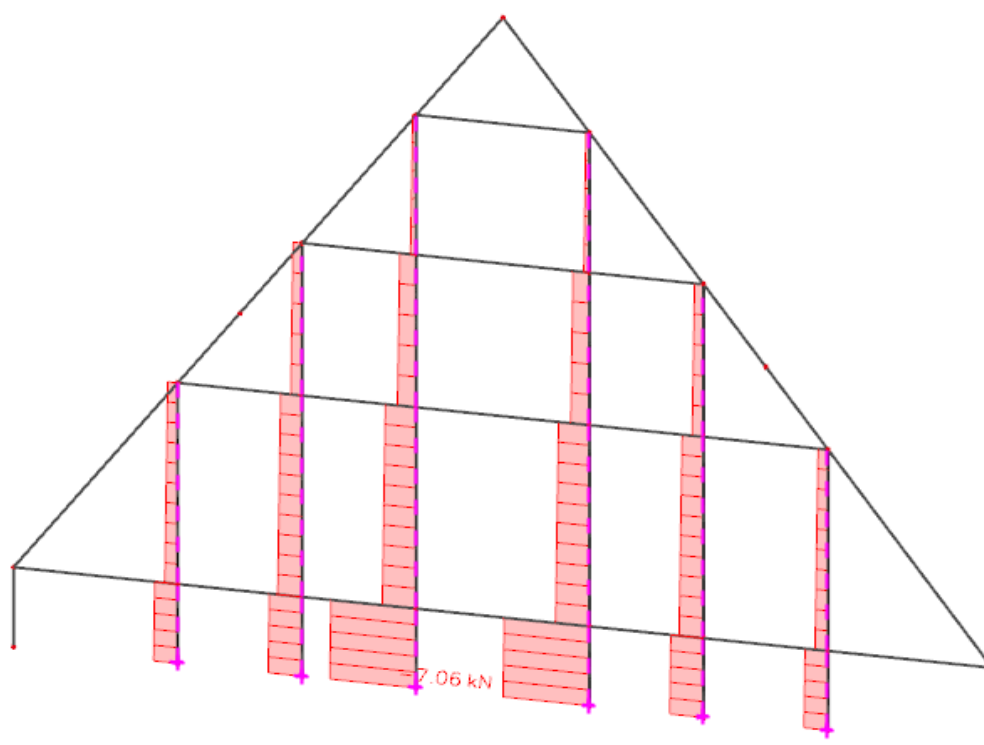
Mz



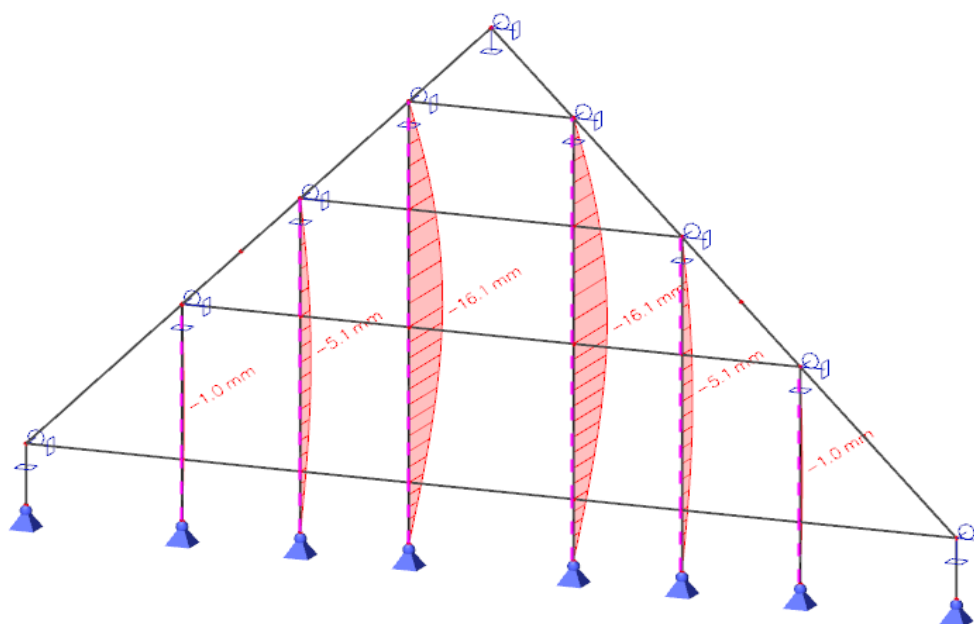
Vy



N



GSU



Rezne sile:

$$M_{y,Ed} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 2.96 \text{ kNm}$$

$$V_{z,Ed} = 0 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} = 2.29 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 7.06 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = 2.29 \text{ kN}$$

4. GSN - provjere poprečnog presjeka

4.1. Savijanje

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 5.66 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0.7$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \times f_{m,k} / \gamma_M = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.00 + 0.7 \times 0.34 = 0.24 < 1.0 \text{ Zadovoljava}$$

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.7 \times 0.00 + 0.34 = 0.34 < 1.0 \text{ Zadovoljava}$$

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0.3152 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet:

$$\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d} = 0.02 < 1.0 \text{ Zadovoljava}$$

Uvjet:

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + (\sigma_{m,y,d} / f_{m,d}) = 0.00 < 1.0 \text{ Zadovoljava}$$

4.2. Posmik

$$V_{Ed} = (V_{z,Ed}^2 + V_{y,Ed}^2)^{1/2} = 2.29 \text{ kN}$$

$$\tau_{v,d} = 1.5 \times V_{Ed} / b \times h = 0.15 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \times f_{v,k} / \gamma_M = 1.73 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet: $\tau_{v,d} / f_{v,d} = 0.09 < 1.0$ **Zadovoljava**

4.3. Tlak okomito na vlakanca

$$\sigma_{c,\alpha,d} = F_{c,\alpha,d} / A = 0.1022 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{c,\alpha,d} = 2.29 \text{ kN}$$

$$A = b \times h = 22400 \text{ mm}^2$$

$$k_{c,\alpha} = ((f_{c,0,d} / (f_{c,90,d} k_{c,90})) \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)^{-1} = 0.119$$

$$\alpha = 90.0^\circ$$

$$k_{c,90} = 1.0$$

Uvjet: $\sigma_{c,\alpha,d} / (k_{c,\alpha} f_{c,0,d}) = 0.06 < 1.0$ **Zadovoljava**

5. GSN - provjere elementa

5.1. Savijanje

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0.3152 \text{ N/mm}^2$$

Duljina izvijanja: $I_y = 5.6 \text{ m} = 5600 \text{ mm}$
 $I_z = 5.6 \text{ m} = 5600 \text{ mm}$

$$\lambda_y = I_y / (I_y / A)^{1/2} = 121.24$$

$$\lambda_z = I_z / (I_z / A)^{1/2} = 138.56$$

$$\lambda_{rel,y} = (f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y})^{1/2} = \lambda_y (f_{c,0,k} / (\pi^2 E_{0,05}))^{1/2} = 2.06$$

$$\lambda_{rel,z} = (f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z})^{1/2} = \lambda_z (f_{c,0,k} / (\pi^2 E_{0,05}))^{1/2} = 2.35$$


$$\beta_c = 0.2$$

$$k_y = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2) = 2.789$$

$$k_z = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2) = 3.465$$

$$k_{c,y} = (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2})^{-1} = 0.214$$

$$k_{c,z} = (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{1/2})^{-1} = 0.166$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

Naprezanje od savijanja:

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 5.66 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,y} = (0.78 \times b^2 \times E_{0.05}) / (h \times I_y) = 126.26 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,z} = (0.78 \times h^2 \times E_{0.05}) / (b \times I_z) = 188.47 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,m,y} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{1/2} = 0.44 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,y} = 1.0$$

$$\lambda_{rel,m,z} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,z})^{1/2} = 0.36 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,z} = 1.0$$

Uvjet:

$(\sigma_{c,0,d} / k_{c,y} f_{c,0,d})$	+	$((\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d})$	+	$k_m(\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}))$	≤ 1.0	
0.10	+	0	+	0.7*0.34	≤ 1.0	
				0.34	< 1.0	Zadovoljava
$(\sigma_{c,0,d} / k_{c,y} f_{c,0,d})$	+	$(k_m(\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d})$	+	$(\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}))$	≤ 1.0	
0.10	+	0.7*0.00	+	0.34	≤ 1.0	
				0.44	< 1.0	Zadovoljava

4. Granično stanje uporabljivosti

Duljina: L = 5600 mm

$$U_{inst,G} = 0.00 \text{ mm}$$

$$U_{inst,s} = 0.00 \text{ mm}$$

$$U_{inst,w} = 16.10 \text{ mm}$$

Početne deformacije :

$$1.) \quad u_{inst,Q} = u_{inst,s} + 0.5 u_{inst,w} = 8.1 \text{ mm}$$

$$2.) \quad u_{inst,Q} = u_{inst,w} + 0.2 u_{inst,s} = 16.1 \text{ mm}$$

Konačne deformacije:

$$1.) \quad u_{fin} = (1.0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1.0 + k_{def,s}) u_{inst,s} = 0.0 \text{ mm}$$

$$2.) \quad u_{fin} = (1.0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1.0 + k_{def,s}) u_{inst,s} + 0.5(1.0 + k_{def,w}) u_{inst,w} = 8.1 \text{ mm}$$

$$3.) \quad u_{fin} = (1.0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1.0 + k_{def,w}) u_{inst,w} + 0.2(1.0 + k_{def,s}) u_{inst,s} = 16.1 \text{ mm}$$

Ograničenje progiba:

$$\max u_{inst,Q} = 16.1 \text{ mm} < L/300 = 18.7 \text{ mm} \quad \text{Zadovoljava}$$

$$\max u_{fin} = 16.1 \text{ mm} < L/250 = 22.4 \text{ mm} \quad \text{Zadovoljava}$$

GREDA 14/16

1. ULAZNI PODACI

Poprečni presjek:

b = 140 mm
h = 160 mm
L = 2.00 m

$I_y = 4.78E+07 \text{ mm}^4$
 $I_z = 3.66E+07 \text{ mm}^4$

Duljina:

Razred drva:

C24

Faktor sigurnosti: $\gamma_M = 1.3$

Mehaničke karakteristike:

Karakteristične vrijednosti:

$f_{m,k} = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{t,0,k} = 14.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{t,90,k} = 0.5 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,0,k} = 21.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,90,k} = 2.5 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k} = 2.5 \text{ N/mm}^2$

$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$
 $E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$
 $E_{90,mean} = 370 \text{ N/mm}^2$
 $G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$
 $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{mean} = 420 \text{ C24}$

Proračunske vrijednosti:

$f_{m,d} = 16.6 \text{ N/mm}^2$
 $f_{t,0,d} = 9.7 \text{ N/mm}^2$
 $f_{t,90,d} = 0.3 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,0,d} = 14.5 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,90,d} = 1.7 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,d} = 1.7 \text{ N/mm}^2$

Razred uporabivosti:

2 (12% < u)

Koeficijent modifikacije:

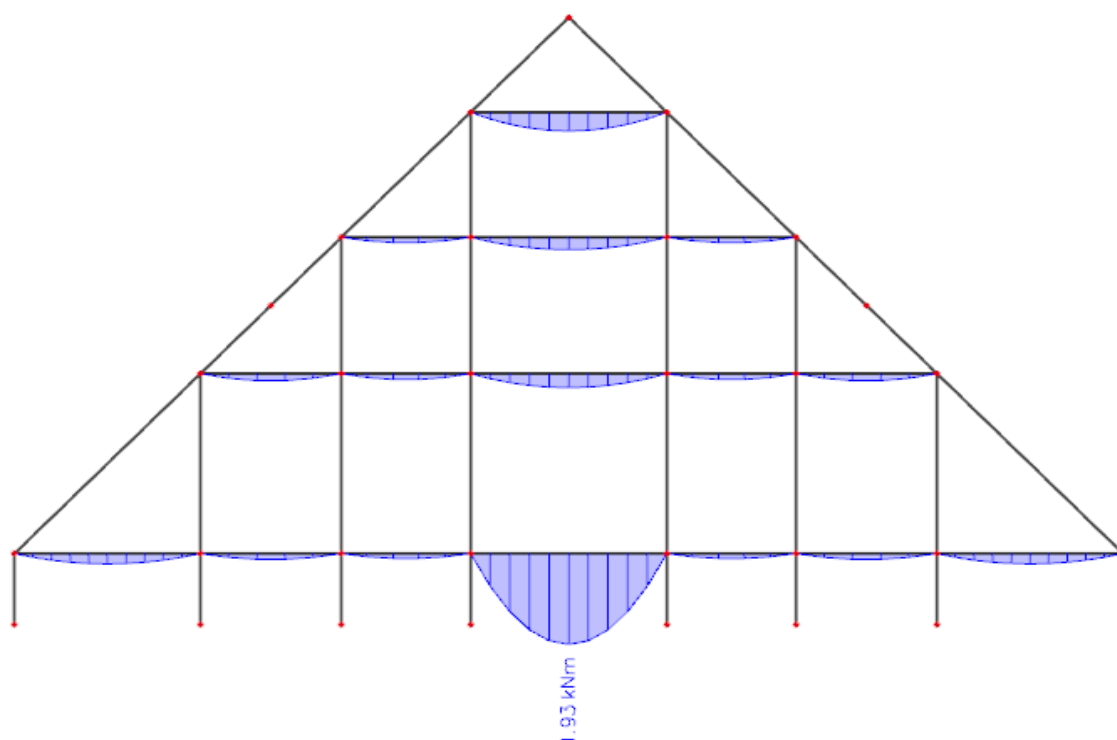
$k_{mod} = 0.90$

Koef. deformacije:

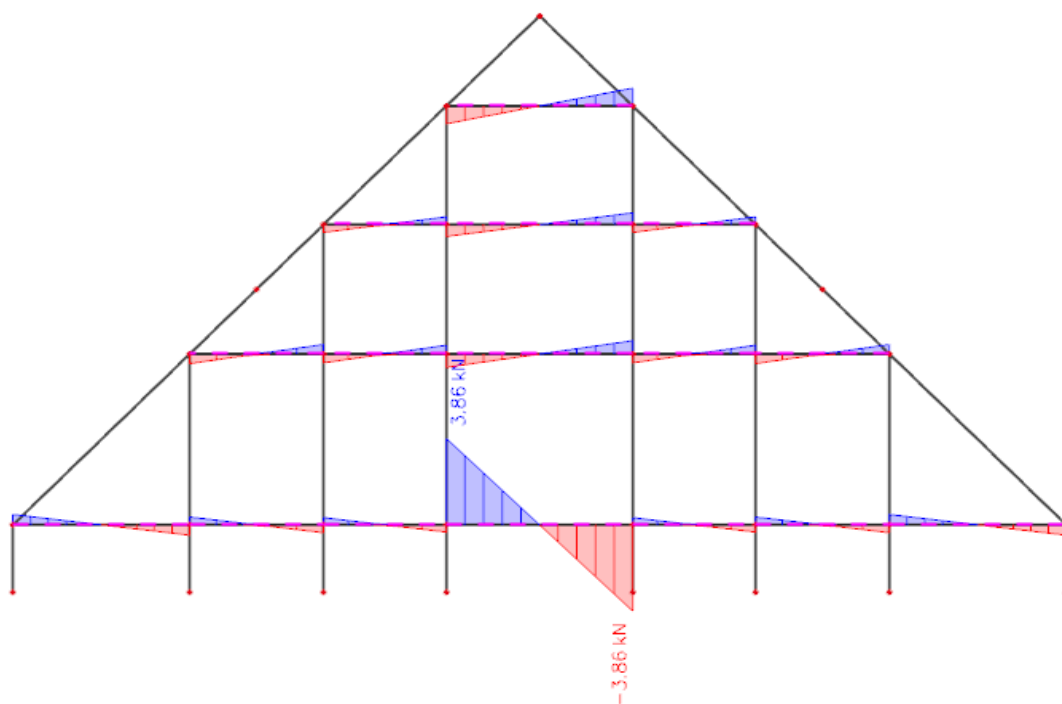
$k_{def,G} = 0.60$ - stalno
 $k_{def,w} = 0.00$ - korisno vjetar - kratko

2. REZNE SILE

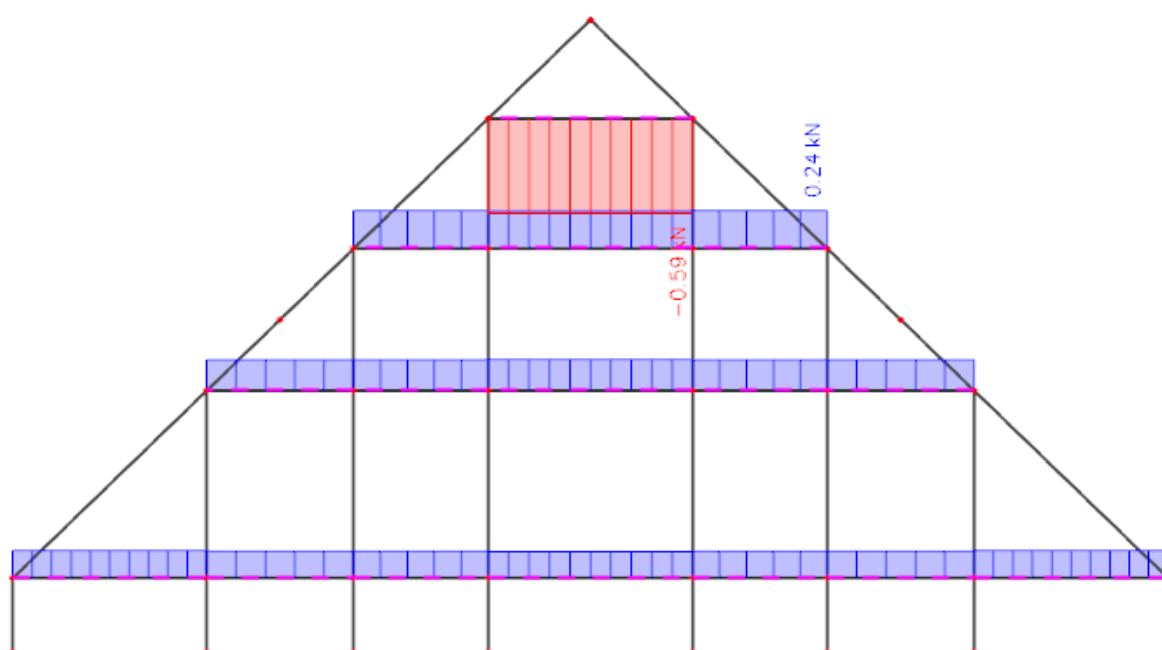
My



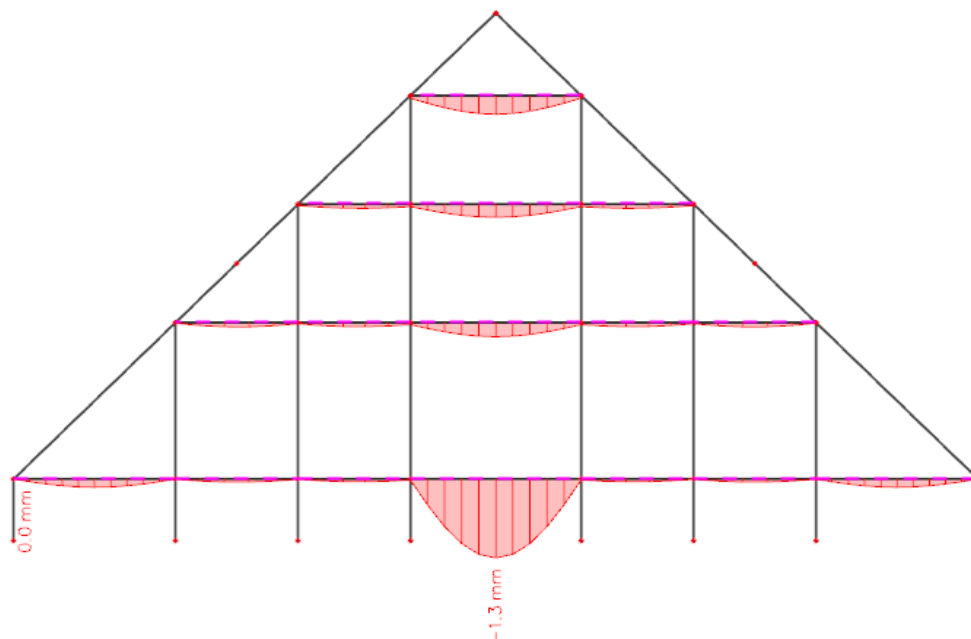
Vz



N



GSU



Rezne sile:

$$M_{y,Ed} = 1.93 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0.00 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 0.59 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 3.86 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} = 3.86 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = 3.86 \text{ kN}$$

2. GSN - provjere poprečnog presjeka

2.1. Savijanje

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 3.23 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0.7$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.19 + 0.7 \cdot 0.00 = 0.19 < 1.0$$

Zadovoljava.

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) = 0.7 \cdot 0.19 + 0.00 = 0.14 < 1.0$$

Zadovoljava.

2.2. Posmik

$$V_{Ed} = (V_{z,Ed} + V_{y,Ed}) \sqrt{2} = 5.46 \text{ kN}$$

$$t_{v,d} = 1.5 \times V_{Ed} / b \times h = 0.37 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet:

$$t_{v,d} / f_{v,d} = 0.21 < 1.0$$

Zadovoljava.

2.3. Tlak okomito na vlaknaca:

$$\sigma_{c,90,d} = R_{Ed} / A = 0.18 \text{ N/mm}^2$$

$$A = b \times l_a = 21000 \text{ mm}^2$$

$$l_a = 150 \text{ mm}$$

$$k_{c,90} = 1.0$$

Uvjet:

$$\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \times f_{c,90,d}) = 0.01 < 1.0$$

Zadovoljava.

3. GSN - provjere elementa

3.1. Savijanje bez uzdužne sile - bočno torzijsko izvijanje

Duljina izvijanja: $l_y = 2.00 \text{ m} = 2000 \text{ mm}$
 $l_z = 2.00 \text{ m} = 2000 \text{ mm}$

Naprezanje od savijanja:

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 3.23 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,y} = (0.78 \times b^2 \times E_{0.05}) / (h \times l_y) = 353.54 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,crit,z} = (0.78 \times h^2 \times E_{0.05}) / (b \times l_z) = 527.73 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{rel,m,y} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{1/\alpha} = 0.26 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,y} = 1.0$$

$$I_{rel,m,z} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,z})^{1/\alpha} = 0.21 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit,z} = 1.0$$

Uvjet:

$$(\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0.19 + 0.7 \times 0.00 = 0.19 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

$$k_m (\sigma_{m,y,d} / k_{crit,y} f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / k_{crit,z} f_{m,z,d}) = 0.7 \times 0.19 + 0.00 = 0.14 < 1.0 \quad \text{Zadovoljava.}$$

4. GRANICNO STANJE UPORABIVOSTI

Duljina: $L = 2000 \text{ mm}$

Početne deformacije:

$$U_{inst,G} = ((5/48) M_g^* L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1.20 M_g / (G_{0,mean} A) = 1.21 \text{ mm}$$

$$U_{inst,w} = ((5/48) M_q^* L^2 / E_{0,mean} I_y) + 1.20 M_q / (G_{0,mean} A) = 0.03 \text{ mm}$$

Konačne deformacije:

$$1.) u_{fin} = (1.0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1.0 + k_{def,s}) u_{inst,s} = 1.9 \text{ mm}$$

$$2.) u_{fin} = (1.0 + k_{def,G}) u_{inst,G} + (1.0 + k_{def,s}) u_{inst,q} + 0.5(1.0 + k_{def,w}) u_{inst,w} = 1.9 \text{ mm}$$


Ograničenja progiba

1.) Početne deformacije:

$$\max u_{inst,Q} = 1.2 \text{ mm} < L/300 = 6.7 \text{ mm} \quad \text{Zadovoljava}$$

2.) Konačne deformacije

$$\max u_{fin} = 1.9 \text{ mm} < L/250 = 8.0 \text{ mm} \quad \text{Zadovoljava}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

PRORAČUN POVEZIVANJA DRVENIH STUPOVA SA HORIZONTALNOM DRVENOM GREDOM

1. Proračun vijka za drvo :

SPOJNO SREDSTVO		DJELOVANJE	
Promjer vijaka	M12	Uzudžna sila	$N_{Ed} = 13$ kN
$d =$	12 mm	Kut djelovanja na vlakanca	$\alpha = 45^\circ$
$l =$	140 mm	Koeficijent modifikacije:	$k_{mod} = 0.90$
Kvaliteta vijaka	8.8		
$f_{uk} =$	500 N/mm ²		

Otpornost vijka na odrez :

Rezna sile: $V_{Ed} = 13.0$ kN

Vrijednost posmične otpornosti za jedan vijak M12, kv. 8.8 : 32.40 kN

Uvjet: $V_{Ed} = 13.00$ kN < $R_d = 32.4$ kN Uvjet je zadovoljen!

Nosivost vijaka opterećenog okomito na os :

Čvrstoća na pritisak po omotaču rupe:

$$\begin{aligned}
 f_{h,0,k,1} &= 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot \rho_{k,1} = 25.3 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{h,0,d,1} &= k_{mod} f_{h,0,k,1} \gamma_m = 17.5 \text{ N/mm}^2 \\
 k_{90} &= 0,9 + 0,015d = 1.08 \\
 f_{h,\alpha,d,1} &= f_{h,0,d,1} / (k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 11.35 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Moment tečenja spojnog sredstva:

$$\begin{aligned}
 M_{y,k} &= 0,8 f_{uk} d^3 / 6 = 115200 \text{ Nmm} \\
 M_{y,d} &= M_{y,k} / \gamma_M = 104727 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Određivanje projektne vrijednosti nosivosti jednog zabijanog vijka u jednoreznoj vezi s debelim limom:

Mjerodavna je najmanja vrijednost od:

$$1.) R_d = 1,1 f_{h,1,d} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,d}}{f_{h,1,d} d t_1^2}} - 1 \right] = 9833 \text{ N}$$

$$2.) R_d = 1,5 \sqrt{2 M_{y,d} f_{h,1,d} d} = 8013 \text{ N}$$

$$3.) R_d = f_{h,1,d} t_1 d = 19074 \text{ N}$$

→ Mjerodavna vrijednost:

$$\begin{aligned}
 R_d &= 8013 \text{ N} \\
 R_d &= 8.01 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\eta_{potr} = N_{Ed} / R_d = 1.62$$

Odabrani broj vijaka:

$$n_{odabr} = 4$$

Odabrana su 4 vijka.

5. Proračun pločevine :

Čelični lim dimenzija 100x220x5 mm

Čelik **S 235** $t < 40$ mm

$$\begin{aligned}
 f_y &= 23.5 \text{ kN/cm}^2 & E &= 21000 \text{ kN/cm}^2 & \varepsilon &= 1.00 \\
 f_u &= 36.0 \text{ kN/cm}^2 & G &= 8100 \text{ kN/cm}^2 & \nu &= 0.3
 \end{aligned}$$

Parcijalni faktori:

$\gamma_{M0} = 1.00$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

Odabrani vijci:

4x M12

Kvaliteta vijaka:

8.8

Promjer vijka:

$d = 12 \text{ mm}$

Granica popuštanja:

$f_{y,b} = 64 \text{ kN/cm}^2$

Promjer rupe:

$d_0 = 13 \text{ mm}$

Vlačna čvrstoća:

$f_{u,b} = 80 \text{ kN/cm}^2$

Dimenzije čvornog lima na elementu:

$b_1 = 100 \text{ mm}$

$t_1 = 5 \text{ mm}$

Djelovanja :

Uzdužna sila u elementu:

$N_{Ed} = 13 \text{ kN}$

Razmaci vijka :

$e1 = 35 \text{ mm}$

$p1 = 50 \text{ mm}$

$e2 = 50 \text{ mm}$

Otpornost na pritisak po omotaču rupe - č. lim:

 Proračunska otpornost po jednom vijku za ploču debljine t_1 :

$F_{b,Rk} = k_1 \alpha_b f_u d t_1 / \gamma_{M2} = 38.769 \text{ kN}$

gdje je:

$k_1 = 2.5$

$\alpha_b = \min(a, b, c, d) = 0.90$

$a) e_1/3d_0 = 0.90$

$b) p_1/(3d_0) - 0,25 = 1.03$

$c) f_{ub}/f_u = 2.22$

$d) 1.00$

Uvjet:

$N_{Ed} = 13 \text{ kN}$

<

$F_{v,Rd} = 38.769 \text{ kN}$

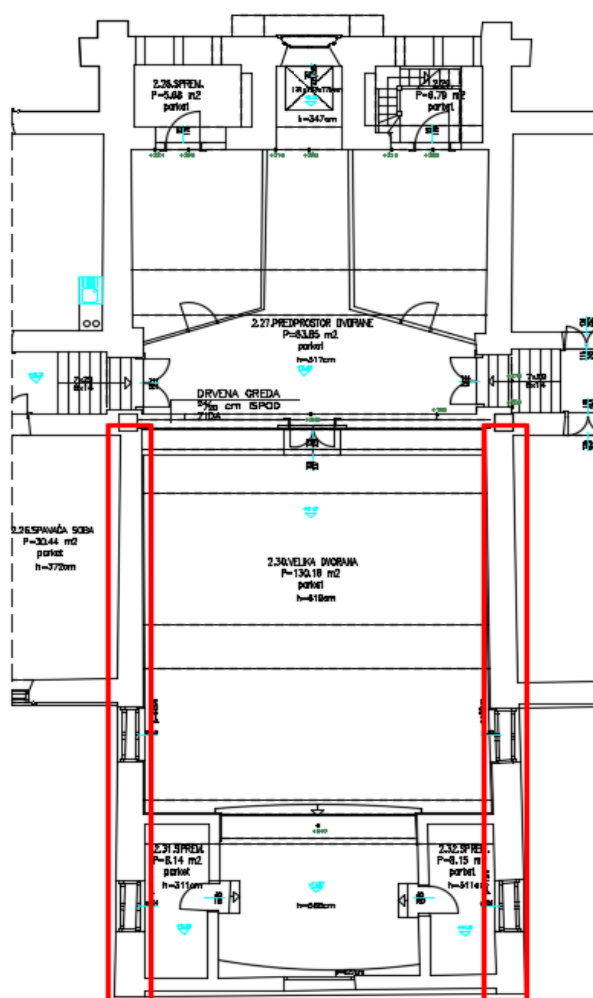
Uvjet zadovoljen!

3.6. Ojačanje bočnih zidova dvorane 2. kata vertikalnim i horizontalnim serklažima

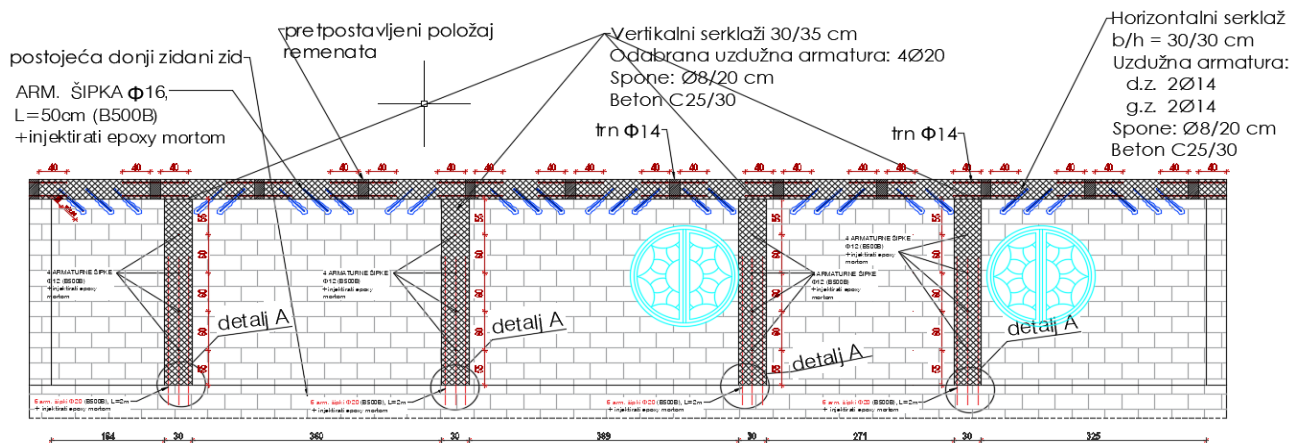
Za potrebu ojačanje bočnih zidova dvorane 2. kat crkve, potrebno je izvesti vertikalne i horizontalne serklaže.

Vertikalni i horizontalni serklaži znatno utječu na ponašanje i nosivost zidanih zidova pod vertikalnim i osobito horizontalnim opterećenjem. Njihova je uloga posebno značajna pri djelovanju potresa na zidane građevine. Prije svega, serklaži povezuju i ukružuju zide. Oni znatno pridonose nosivosti ziđa na tlak, savijanje i posmik i za opterećenja u ravnini zidova i za opterećenja okomito na njihovu ravninu te smanjuju deformacije ziđa.

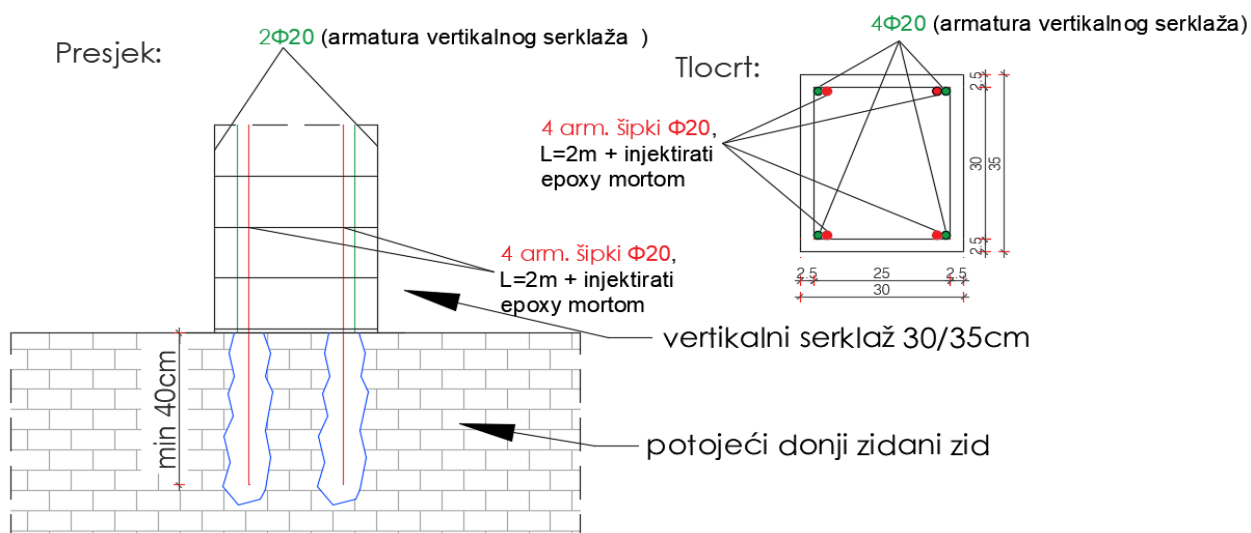
Vertikalni serklaži su dimenzija 30/35cm. Proračunom odabrana uzdužna armatura je 4 Φ 20 i spone Φ 8/20 cm. Vertikalne serklaže potrebno je sidriti u donji postojeći zidani zid sa 4 armaturne šipke Φ 20, duljine 2m i injektirati rupu epoxy mortom prema detalju na slici 3. Vertikalne serklaže potrebno je dodatno horizontalno usidriti u bočni zid sa 4 armaturne šipke Φ 12, duljine 50cm i rupu injektirati epoxy mortom. Potrebno je izvesti horizontalni serklaž, dimenzija 30/30cm. Odabarana uzdužna armatura je 2 Φ 14 za donju i 2 Φ 14 za gornju zonu koja prolazi kroz remenate i odabrane spone su Φ 8/20cm. Horizontalni serklaž potrebno je sidriti u postojeći zid sa armaturnim šipkama Φ 16, duljine 50cm pod kutom od 45° i rupu injektirati epoxy mortom.



Slika 1. Tlocrtni prikaz zidova dvorane 2. kata predviđenih za ojačavanje



Slika 2. Prikaz detalja sanacije bočnih zidova dvorane 2. kata



Slika 3. Detalj sidrenja vertikalnog serklaža u postojeći donji zidani zid

3.6.1. PRORAČUN VERTIKALNIH SERKLAŽA BOČNIH ZIDOVA

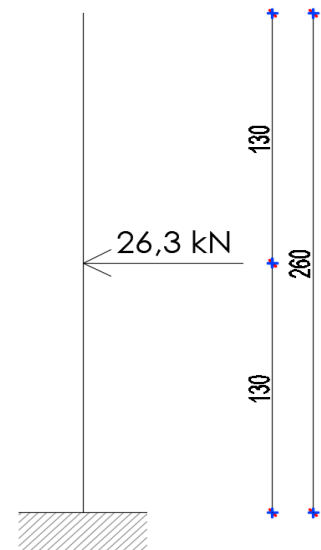
Seizmička sila koju preuzima rebro

Statički sustav

Težina zida: $3.7\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot 0.8\text{m} \cdot 12\text{kN/m}^3 = 92\text{ kN}$
Težina serklaža: $0.3\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2.6\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 = 6.8\text{ kN}$
Težina krovišta: $1.5\text{m} \cdot 4\text{m} \cdot 1.0\text{ kN/m}^2 = 6.0\text{ kN}$
Ukupno $= 105\text{ kN}$

Seizmičko opterećenje: $q = 105\text{ kN} \cdot 0.25 = 26.3\text{ kN}$

Uzdružna sila = težina serklaža: $N = 6.8\text{ kN}$
Moment - od potresnog opterećenja: $M = 26.3 \cdot 1.3 = 34.2\text{ kNm}$



1. Unutrašnje sile

Uzdružna sila $N_{Ed} = 6.80\text{ kN}$

Momenti savijanja: $M_{y,Ed} = 34.20\text{ kNm}$
 $M_{z,Ed} = 0.00\text{ kNm}$

2. Ekscentricitet

2.1. Ekscentricitet prvog reda

$$\begin{aligned} \Theta_i &= \Theta_0 \alpha_h \alpha_m = 0.0044 \\ \Theta_0 &= 1/200 = 0.005 \\ \alpha_m &= 1 \\ \alpha_h &= 2/l^{1/2} = 0.88 \\ 2/3 < \alpha_h \leq 1 &\rightarrow \alpha_h = 0.88 \\ e_{i,z} &= \Theta_i l_0/2 = 1.14\text{ cm} \\ e_{i,y} &= \Theta_i l_0/2 = 1.14\text{ cm} \\ e_{o,z} &= M_{Ed,y} / N_{Ed} = 5.03\text{ m} \\ e_{o,y} &= M_{Ed,z} / N_{Ed} = 0.00\text{ m} \end{aligned}$$

2.2. Ekscentricitet drugog reda

$$\begin{aligned} e_2 &= (1/r) \cdot (l_0^2/c) \\ c &= 10 \text{ (konstantni presjek)} \\ 1/r &= K_r K_\phi (1/r_0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{yd} &= f_{yd}/E_s = 0.0021739 \\ d_1 &= c + \phi_v + \phi_u/2 = 4.7\text{ cm} \\ d_z &= h - d_1 = 25.3\text{ cm} \\ d_y &= b - d_1 = 30.3\text{ cm} \\ 1/r_{0,z} &= \varepsilon_{yd}/(0.45d_z) = 1.909\text{E-}04\text{ 1/cm} \\ 1/r_z &= 2.148\text{E-}04\text{ 1/cm} \\ 1/r_{0,y} &= \varepsilon_{yd}/(0.45d_y) = 1.594\text{E-}04\text{ 1/cm} \\ 1/r_y &= 1.944\text{E-}04\text{ 1/cm} \end{aligned}$$

- koeficijent puzanja:


$$\begin{aligned} K_r &= (n_u - n)/(n_u - n_{bal}) \leq 1 \rightarrow K_r = 1.00 \\ K_\phi &= 1 + \beta \phi_{ef} \geq 1 \rightarrow K_{\phi,z} = 1.12 \\ &\rightarrow K_{\phi,y} = 1.22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_y &= l_{0,y}/i_y = l_{0,y}/(0.289h) = 59.98 \\ \lambda_z &= l_{0,z}/i_z = l_{0,z}/(0.289b) = 51.41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_c &= b h; u = 2b + 2h; RH = 50\%; t_0 > 100 \\ h_0 &= 2A_c/u = 162\text{ mm} \rightarrow \phi(\infty, t_0) = 1.66 \\ \phi_{ef} &= \phi(\infty, t_0) M_{0Eqp}/M_{0Ed} = 1.66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_z &= 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda_y/150 = 0.075 \\ \beta_y &= 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda_z/150 = 0.132 \\ K_{\phi,z} &= 1 + \beta_z \phi_{ef} = 1.125 \\ K_{\phi,y} &= 1 + \beta_y \phi_{ef} = 1.220 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{2,z} &= (1/r_z) \cdot (l_{0,z}^2/c) = 5.81\text{ cm} \\ e_{2,y} &= (1/r_y) \cdot (l_{0,y}^2/c) = 5.26\text{ cm} \end{aligned}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
	LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb	
	INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.3. Ukupni ekscentricitet

$$e_{\text{tot},z} = e_{0,z} + e_{i,z} + e_{2,z} = \mathbf{509.89} \quad \text{cm}$$

$$e_{\text{tot},y} = e_{0,y} + e_{i,y} + e_{2,y} = \mathbf{6.40} \quad \text{cm}$$

$$M_{y,Ed} = N_{Ed} e_{z,tot} = 34.67 \quad \text{kNm}$$

$$M_{z,Ed} = N_{Ed} e_{y,tot} = 0.44 \quad \text{kNm}$$

3. Proračun

C25/30	$f_{ck} =$	25	N/mm ²	b =	35	cm
B500B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	h =	30	cm
Razred izloženosti		XC1		$C_{nom} =$	2.5	cm
				l =	260	cm
				Duljina izvijanja $s_k =$	520	cm
				Kritična sila $F_{kr} =$	26577	kN

$$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 16.67 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43.48 \quad \text{kN/cm}^2$$

statička visina:

$$d_x = h - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 25.30 \quad \text{cm}$$

$$d_y = b - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 30.30 \quad \text{cm}$$

$$\mu_{Ed,y} = M_{Ed,y} / (b h^2 f_{cd}) = 0.066$$

$$\mu_{Ed,z} = M_{Ed,z} / (b h^2 f_{cd}) = 0.001$$

$$\nu_{Ed} = N_{Ed} / (b h f_{cd}) = 0.004$$

$$\text{za } \mu_1 = 0.066$$

$$\nu = 0$$

$$\omega_{tot} = \mathbf{0.18}$$

$$\mu_2 = 0.001$$

$$\nu = 0.2$$

$$\omega_{tot} = \mathbf{0.05}$$

ω_t za ν_1 i ν_2 :

$$\omega_{tot} = \mathbf{0.18}$$

$$A_{s,min} = 0.003 A_c = 3.2 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.10 N_{Ed} / f_{yd} = 0.0 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.04 A_c = 42.0 \quad \text{cm}^2$$

$$A_s = \omega f_{cd} / f_{yd} b h = \mathbf{7.14} \quad \text{cm}^2$$

$$\text{Odabrano: } \mathbf{4} \quad \mathbf{\Phi 20} \quad A_s = \mathbf{12.56} \quad \text{cm}^2$$

Vilice:

$$\text{Razmak: } s \leq 30 \text{ cm, } s \leq b, \text{ ili } s = 12\phi \text{ uzdužno}$$

$$\text{Odabrano: } \mathbf{\Phi 8/20 \text{ cm}}$$

4. Dokaz sidra za prihvrat rebra u zid:

$$\text{Rezna sila: } N_{Ed} = \mathbf{18.00} \quad \text{kN}$$

$$\text{Nosivost sidra } \emptyset 12 \quad R_d = 12 \quad \text{kN}$$

$$\text{Broj sidra} \quad n = N_{Ed} / R_d = 2$$

$$\text{Odabrano: } 4\emptyset 12, \text{ na razmaku od } 60 \text{ cm}$$

4. Dokaz sidra za prihvrat rebra u donji postojeći zid

$$\text{Dimenzije} \quad b = 35 \quad \text{cm}$$

$$h = 30 \quad \text{cm}$$

$$\text{Moment savijanja} \quad M_{ED} = 34.20 \quad \text{kNm}$$

$$\text{Krak sile} \quad \Delta d = b - c - \emptyset s = 30.00 \quad \text{cm}$$

$$\text{Nosivost sidra } \emptyset 20 \quad R_d = 50 \quad \text{kN}$$

$$\text{Sila} \quad F_t = M_{ED} / \Delta d = 114.00 \quad \text{kN}$$

$$\text{Broj sidra} \quad n = F_t / R_d = 2$$

$$\text{Odabrano: } 2\emptyset 20$$

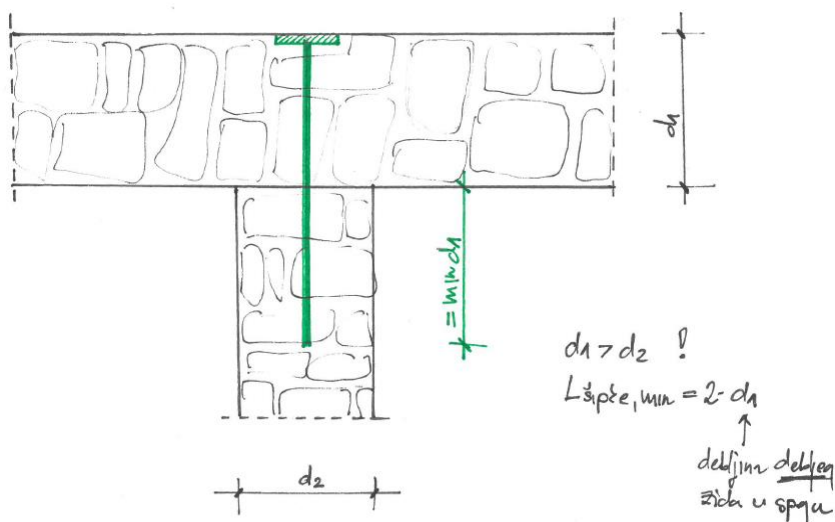
3.7. LOKALNO OJAČANJE ZIDOVA

3.7.1. LOKALNO OJAČANJE UGLOVA ZIDOVA SIDRENJEM

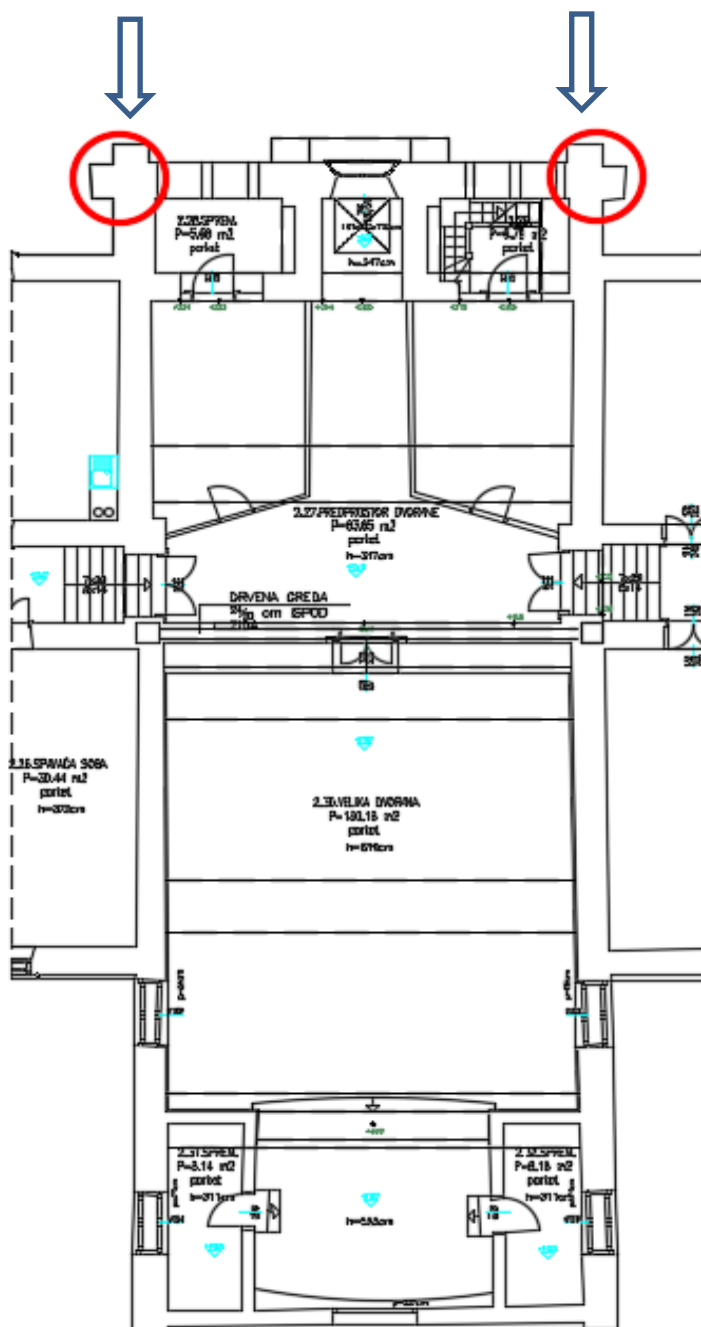
Zidovi moraju biti povezani pravim (stvarnim) zidnim vezom. Ukoliko se nakon skidanja žbuke ustanovi da je spoj zidova loše izveden, ili su vidljive vertikalne pukotine na spoju dvaju zidova potrebno je izvršiti sanaciju spoja dvaju zidova na sljedeći način:



Sidrenje se izvodi s čeličnom armaturnom šipkom kvalitete B500B, dimenzija od $\phi 22$ i dužine 110 cm koja na jednom kraju ima izrađen navoj za zatezanje maticom. Nakon umetanja armaturne šipke u prethodno izbušene rupe izvodi se injektiranje epoksidnim ljepilom. Na navojni kraj armaturne šipke unutar ležaja postavlja se čelična pločevina okvirnih dimenzija 100x100x8 mm koja se zateže s maticom. Zatezanju sidra preko matice pristupa se nakon što epoksidno ljepilo očvrstne. Ležaj s postavljenim sidrom i pločevinom zapunjava se produžnim mortom i ravna s vanjskim licem zida.



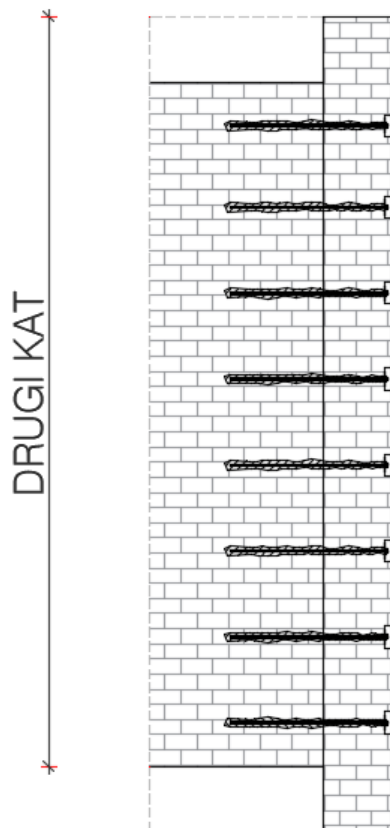
Prikaz uglova zidova predviđenih za ojačavanje sidrenjem (sa naznačenim smjerom sidrenja):



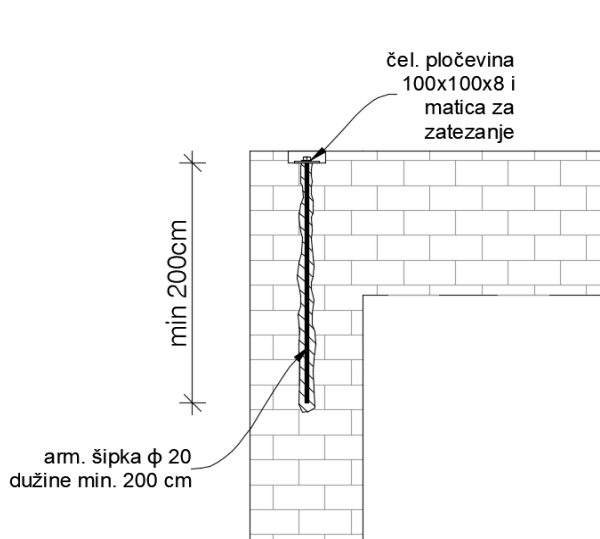
UPI 2 M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

Predviđeno je ojačanje uglova zidova na 2. katu u crkvi Sv. Vinka kako je prikazano u nastavku.

Raspored sidra za povezivanje uglova zidova:



Skica ojačanja uglovnog spoja zidova:

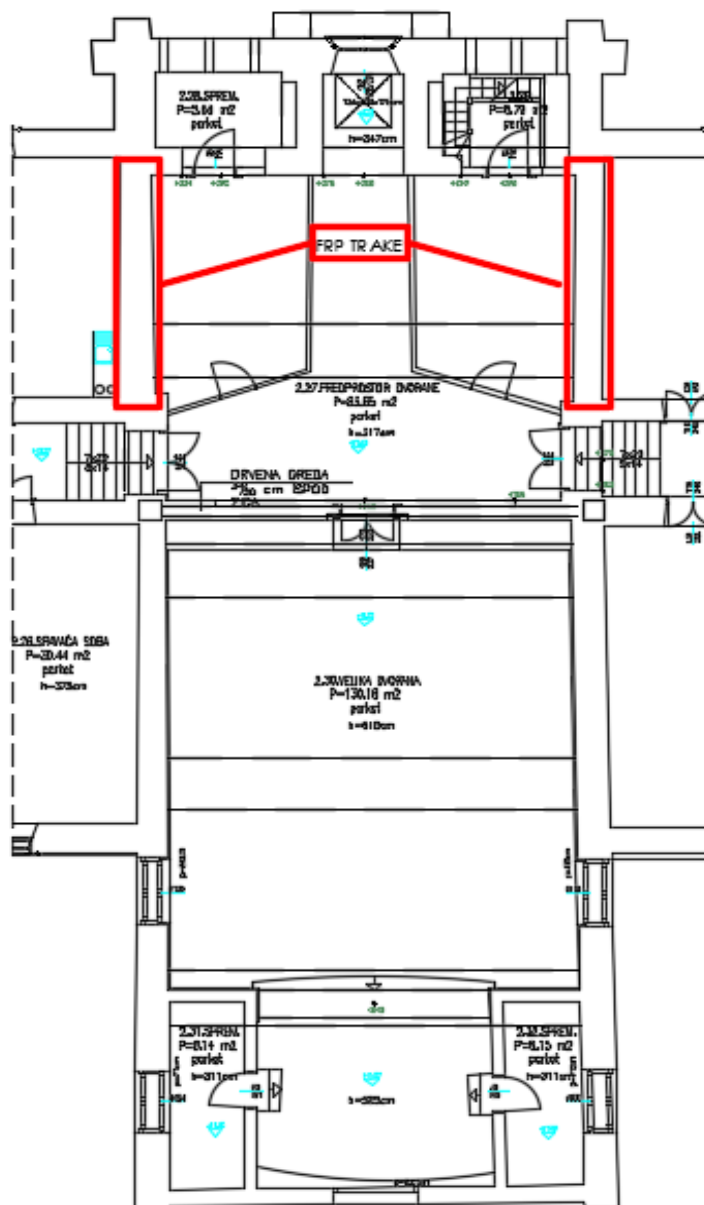


Napomene za izvedbu ojačanja:

1. Izvedba ležaja dimenzija min. 15x15 cm i dubine cca 5 cm.
2. Ubušiti rupu duljine cca 215cm.
3. Umetanje armaturnih šipki $\Phi 25$ dužine 200 cm u rupu na razmaku 60cm. Na jednom kraju šipka ima izrađen navoj za zatezanje maticom.
4. Injektiranje rupe epoksidnim ljepilom.
5. Nakon što epoksidno ljepilo očvrstne na navojni kraj armaturne šipke postaviti čeličnu pločicu 100x100x8 mm koja se zateže s maticom.
6. Ležaj ispuniti produžnim mortom i poravnati s licem zida.

3.7.2. LOKALNO OJAČANJE ZIDOVA FRP TRAKOM

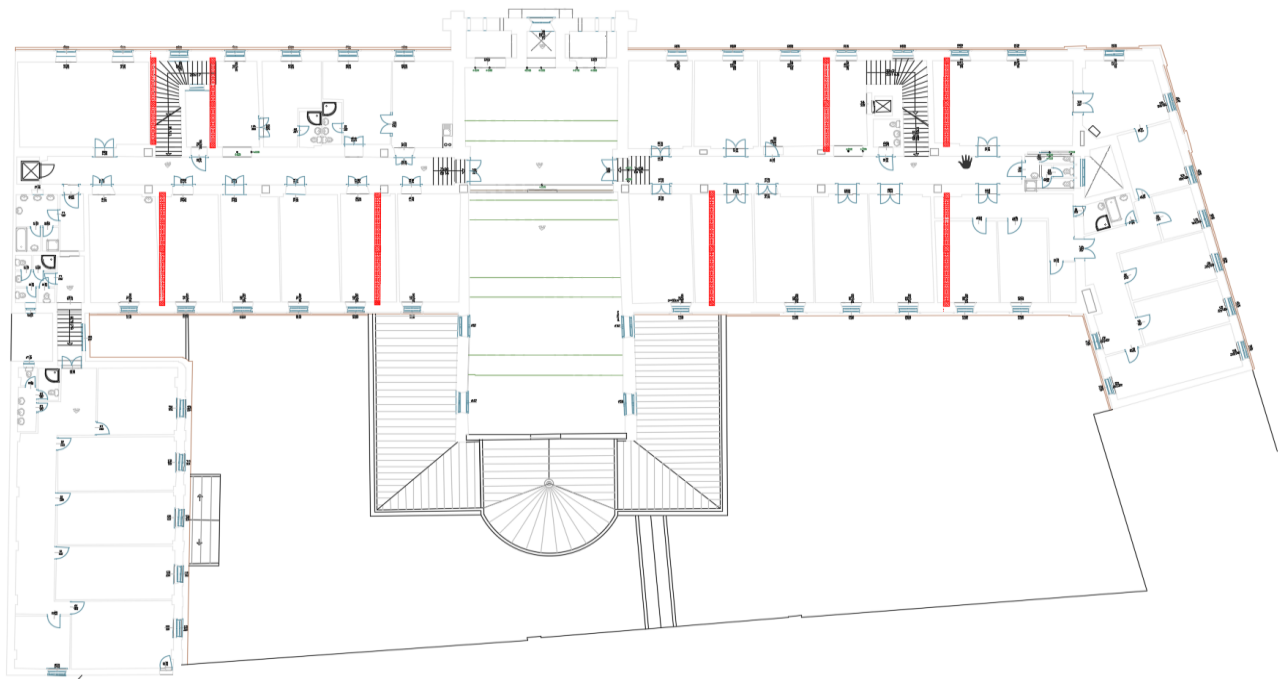
Kao jedna od metoda povećanja nosivosti zida na horizontalna djelovanja te povećanje seizmičke otpornosti, predlaže se lokalno postavljanje FRP traka koje sudjeluju u preuzimanju poprečne sile te sprječavaju slom zida nakon nastanka dijagonalnih pukotina.



Slika 2. Prikaz zidova predviđenih za ojačanje FRP trakama

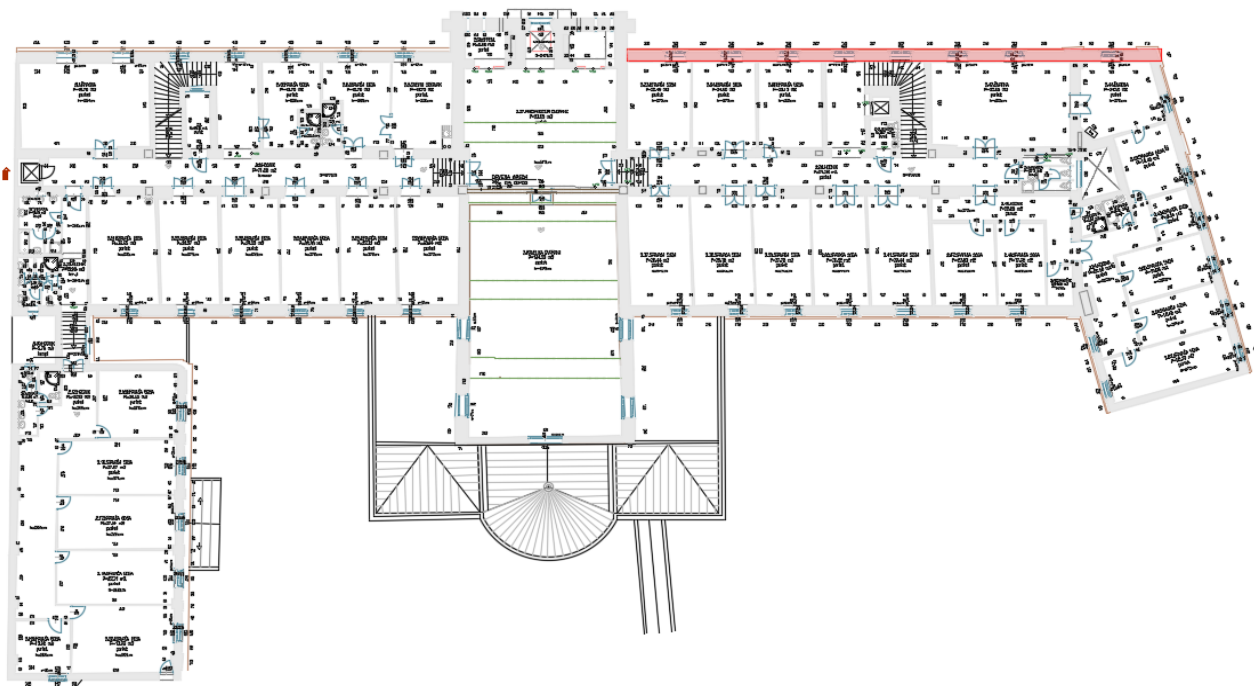
3.8. OJAČANJE KONSTRUKCIJE SAMOSTANA DODAVANJEM UKRUTNIH POPREČNIH ZIDOVA

Kako bi se poboljšalo ponašanje konstrukcije na horizontalna opterećenja, samostan je potrebno ukrutiti u poprečnom smjeru. Zbog toga se predlaže postavljanje 4 ukrutnih zidova debljine 30cm u svako krilo crkve kako je prikazano na slici 1.



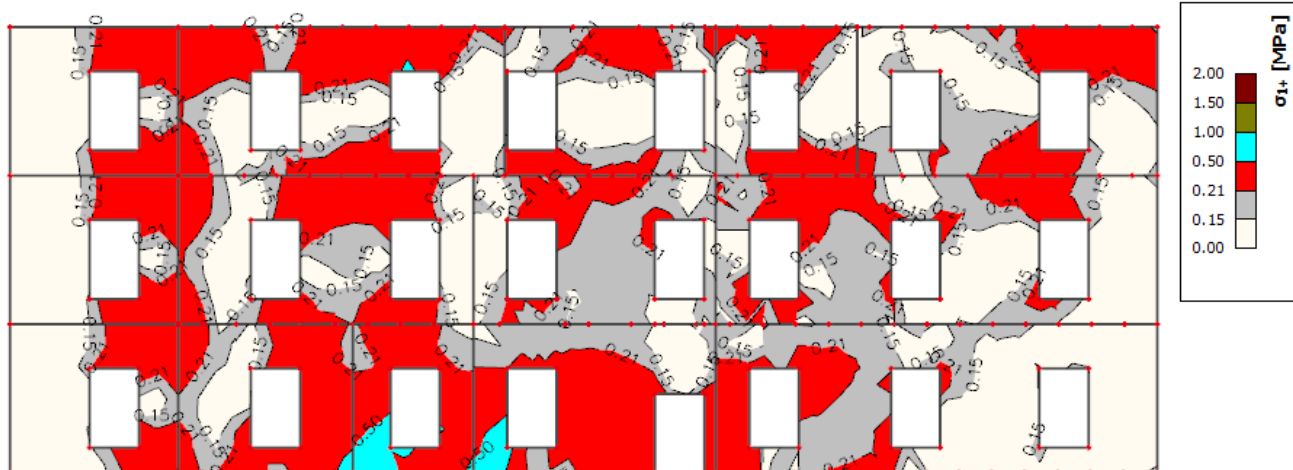
Slika 1. Prikaz ukrutnih zidova na karakterističnom tlocrtu

Prikaz promatranog zida za koje je dana usporedba vlačnih naprezanja i pomaka

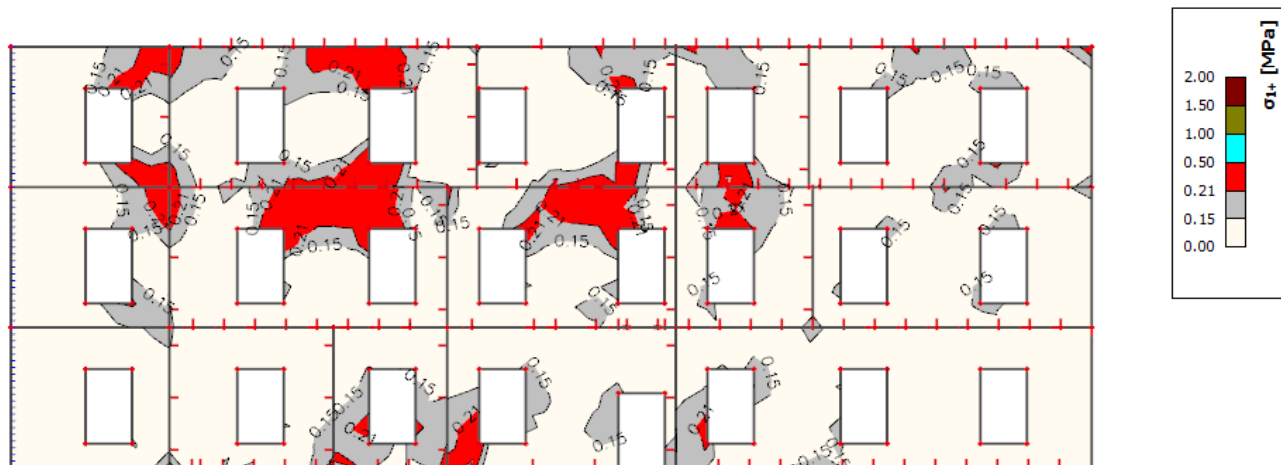


Prikaz usporedbe vlačnog naprezanja zida:

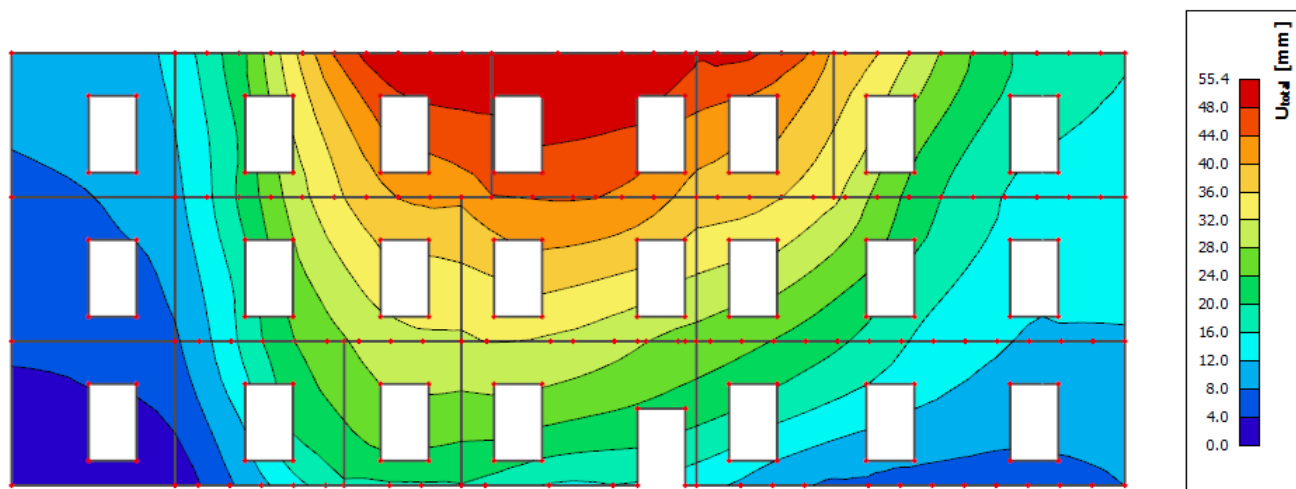
Postojeće stanje:



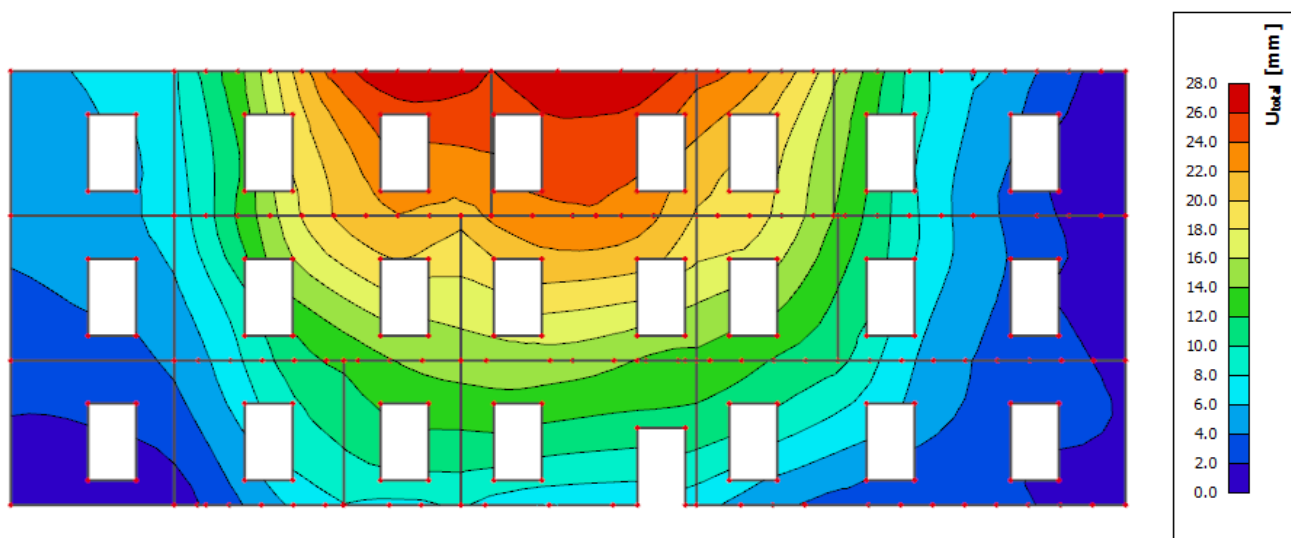
Model sa ojačanim međukatnim konstrukcijama i dodanim ukrutnim zidovima:




Postojeće stanje:

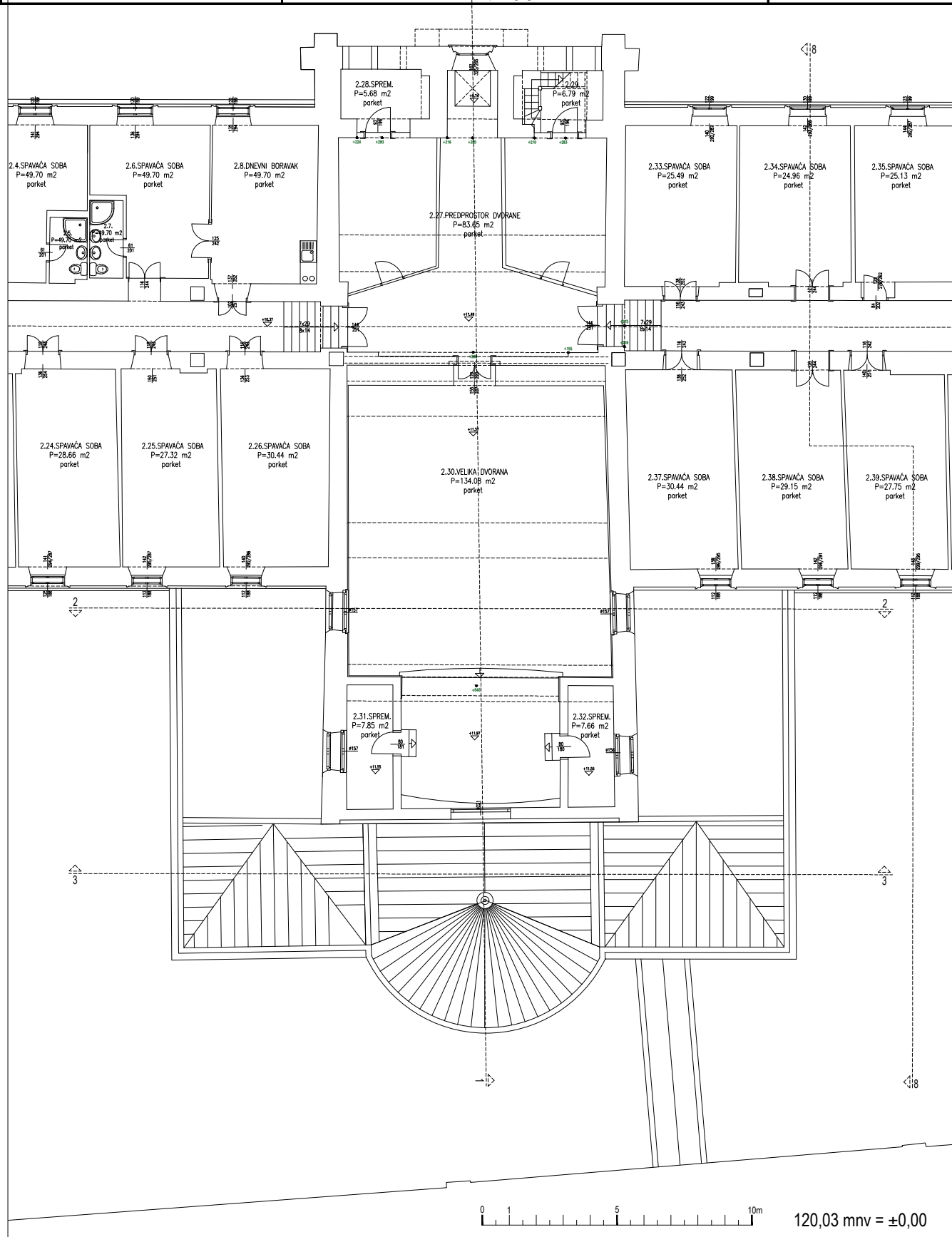


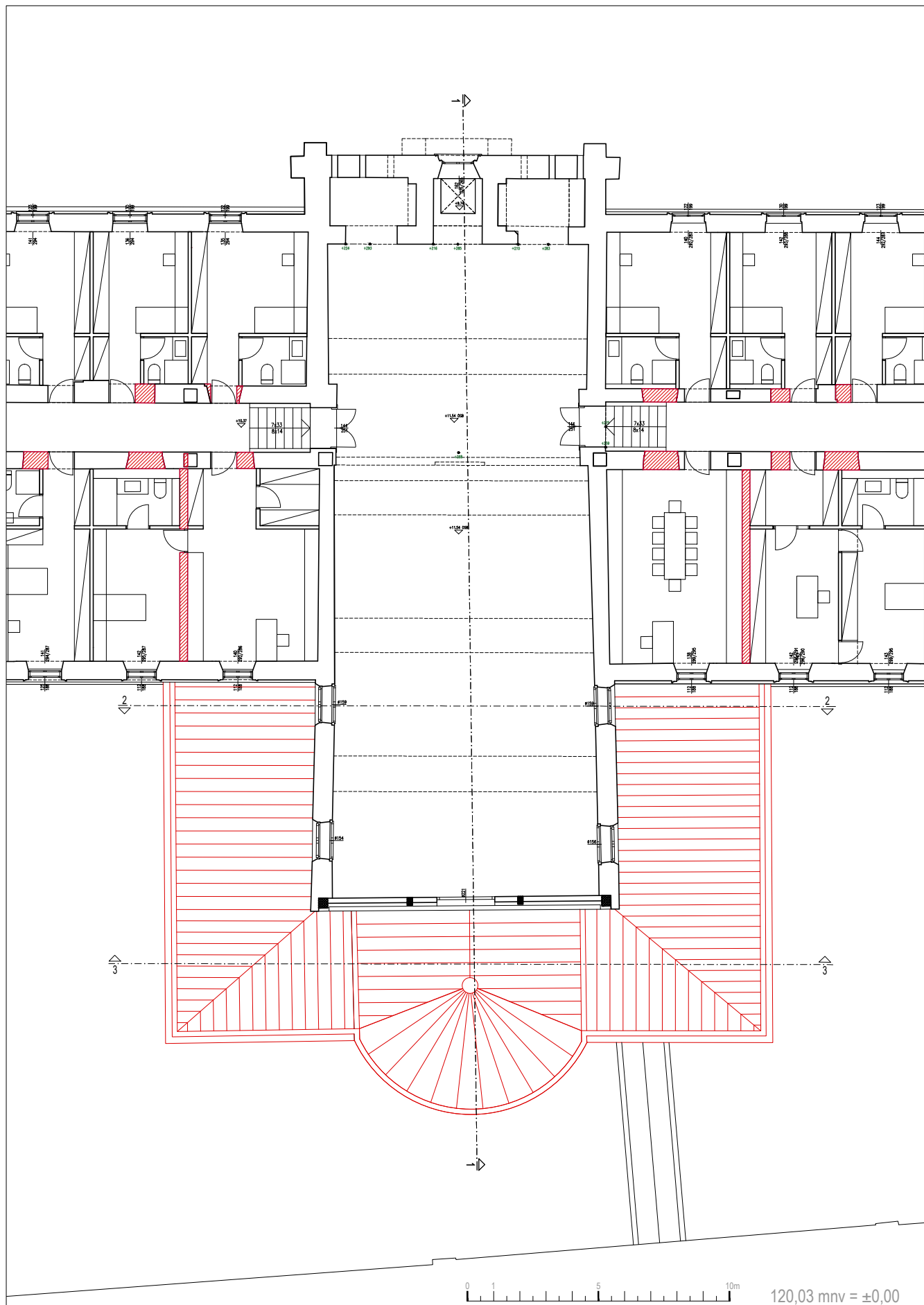
Model sa ojačanim međukatnim konstrukcijama i dodanim ukrutnim zidovima:



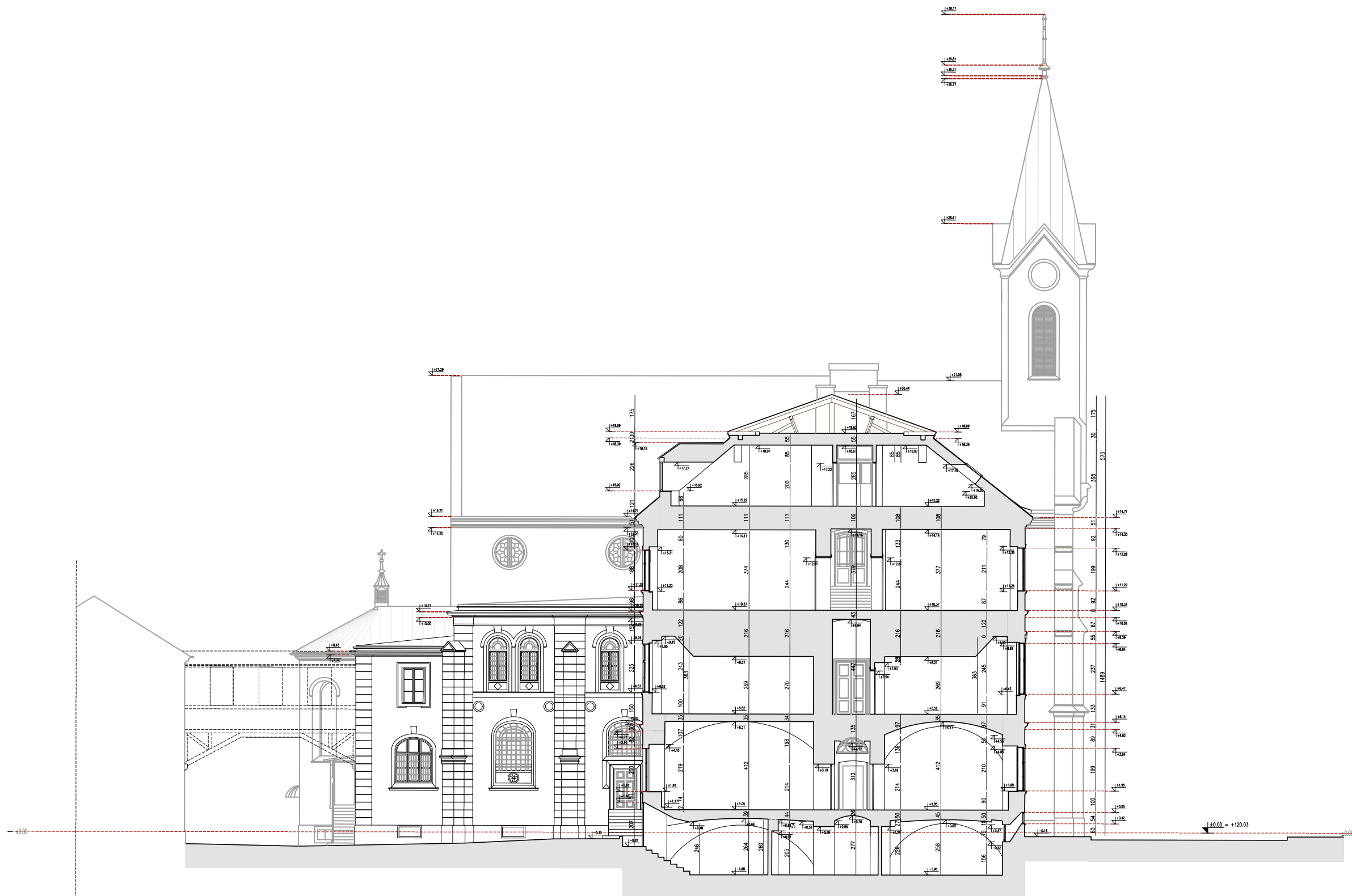
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Samostan i crkva Sv. Vinka LOKACIJA: Frankopanska ulica 15 i 17, 10000 zagreb INVESTITOR: Družba sestara milosrdnica Svetoga Vinka Paulskoga IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	ELABORAT OCJENE POSTOJEĆEG STANJA PROJEKT OBNOVE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE Zagreb, lipanj 2021.
--	--	---

4. NACRTI POSTOJEĆEG I NOVOG STANJA KONSTRUKCIJE



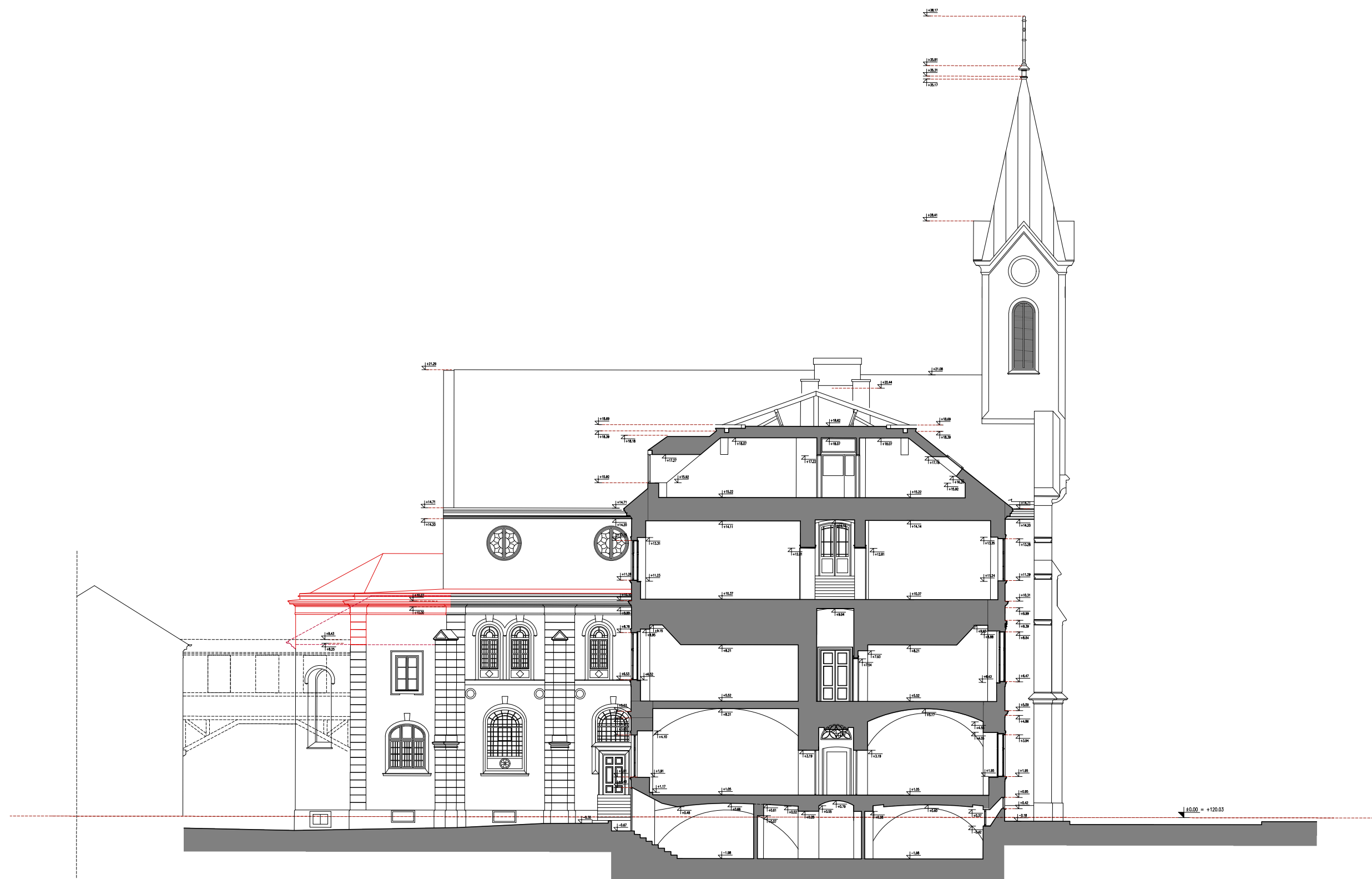


investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE TLOCRT DRUGOG KATA - PLANIRANO STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.



120,03 mnv = ±0,00

investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE SJEVERNO PROČELJE - POSTOJEĆE STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.

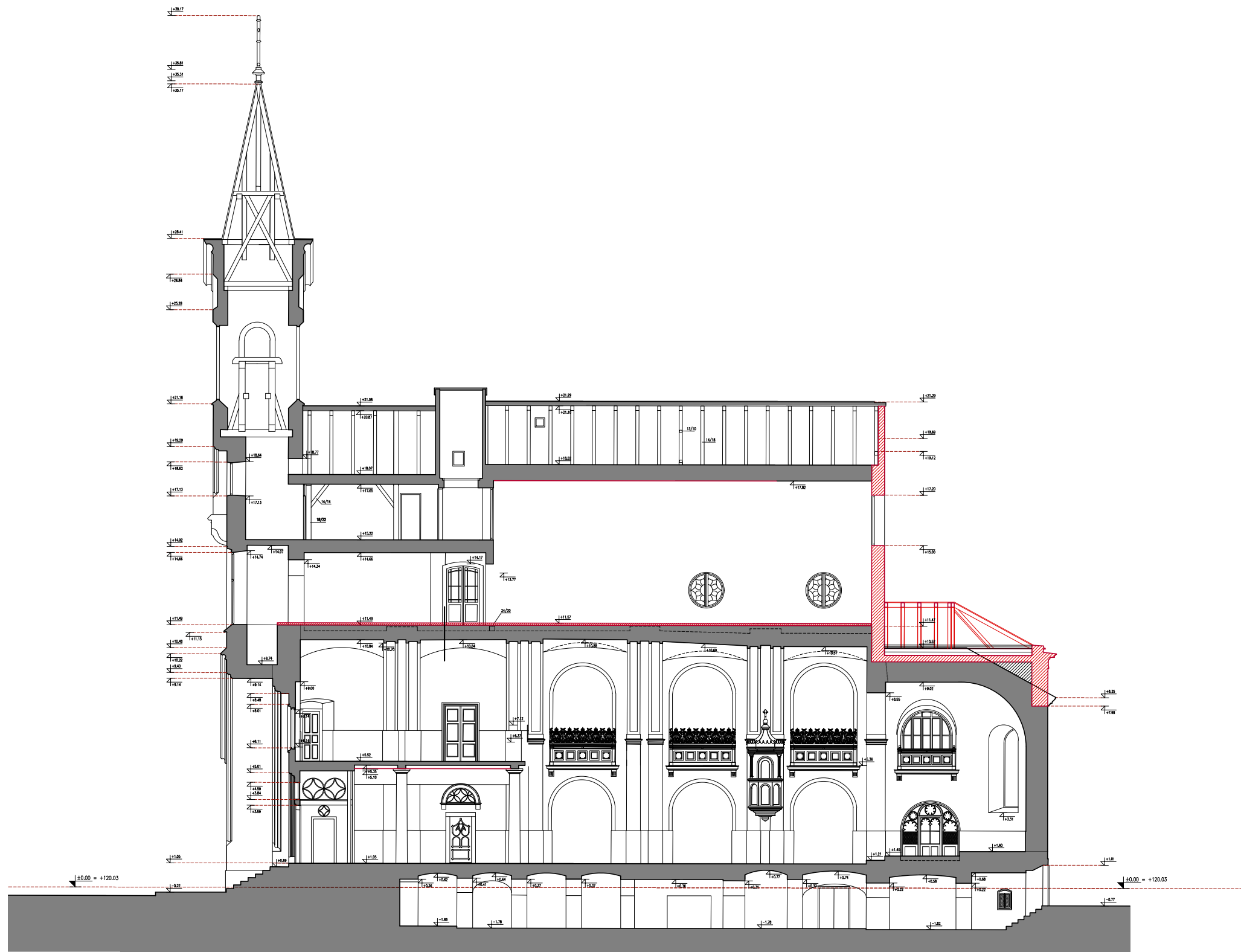


120,03 mnv = ±0,00

investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
		sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE SJEVERNO PROČELJE - PLANIRANO STANJE
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.

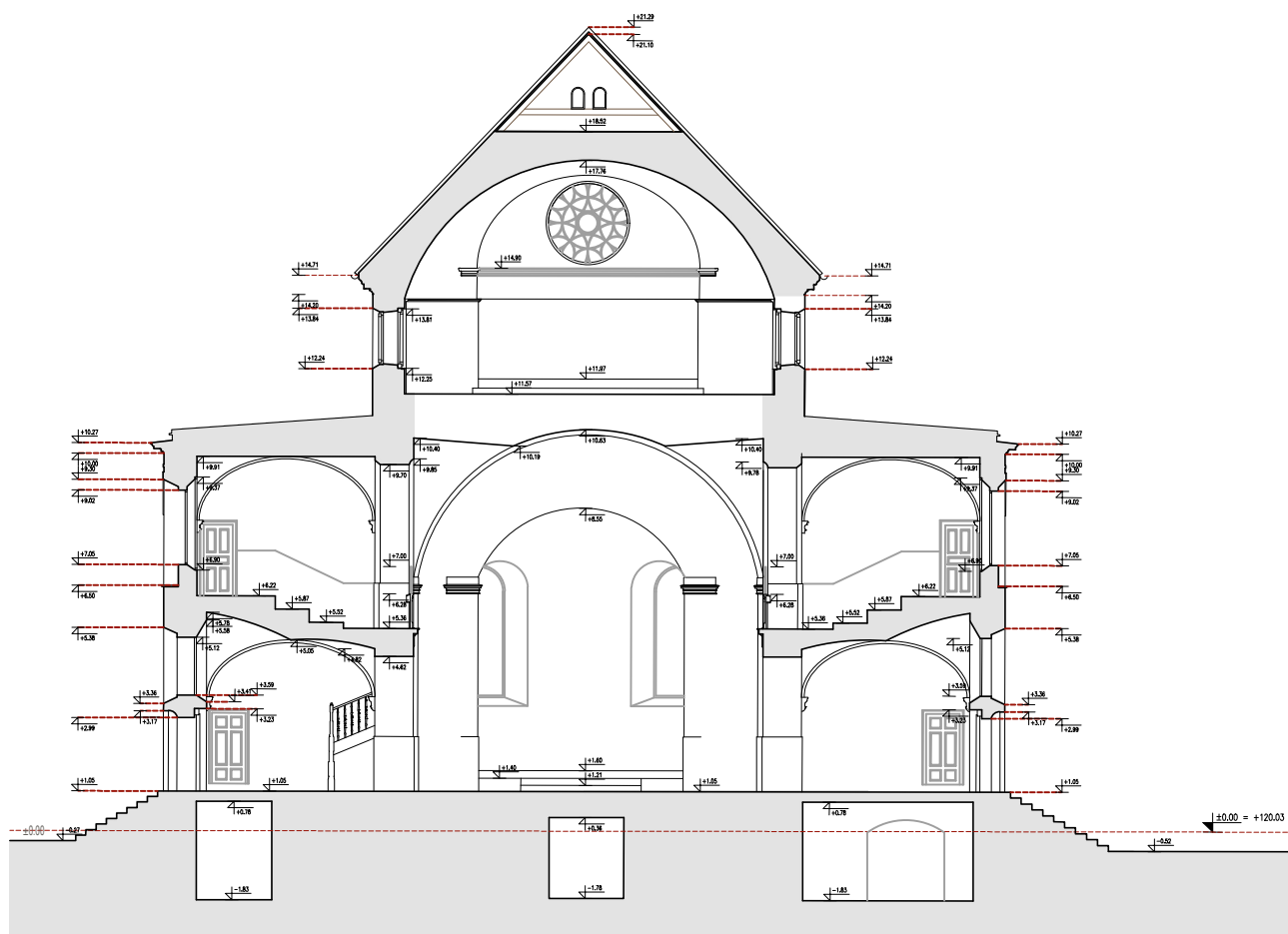


investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE SJEVERNO PROČELJE - POSTOJEĆE STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.



120,03 mnv = ±0,00

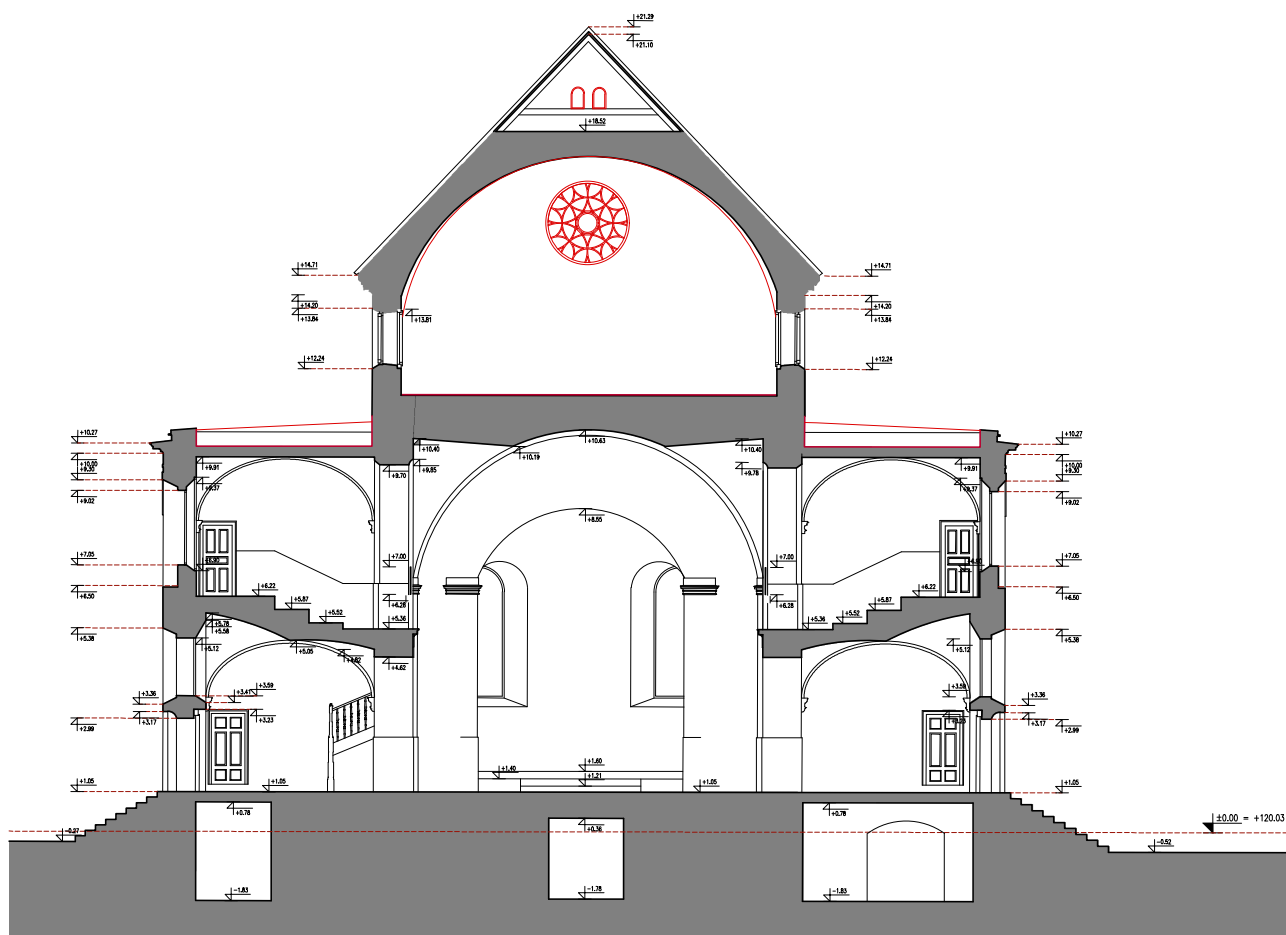
investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE SJEVERNO PROČELJE - PLANIRANO STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.



0 1 5 10m

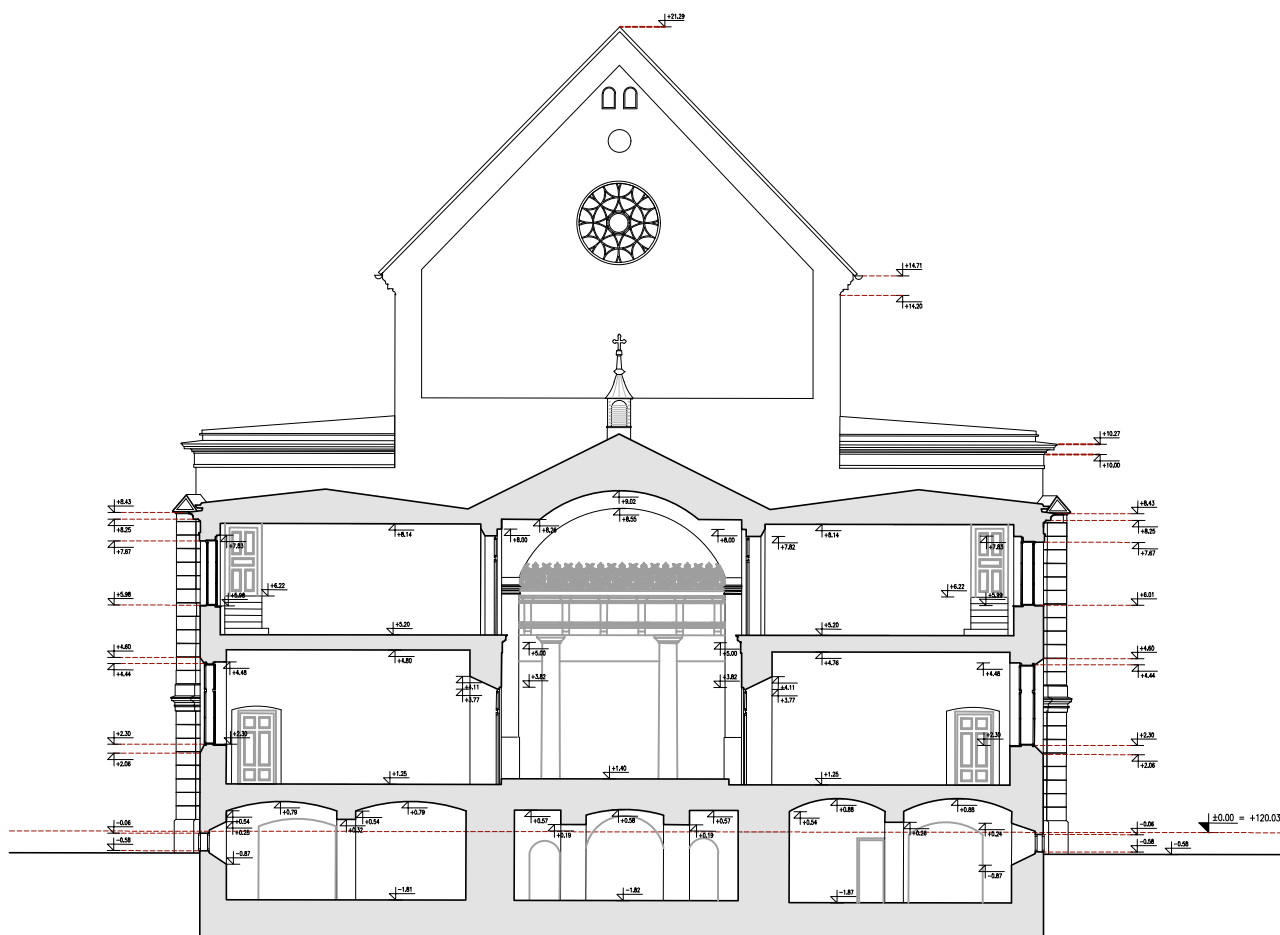
120,03 mnv = ±0,00

investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE PRESJEK 2-2 - POSTOJEĆE STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.



120,03 mnv = ±0,00

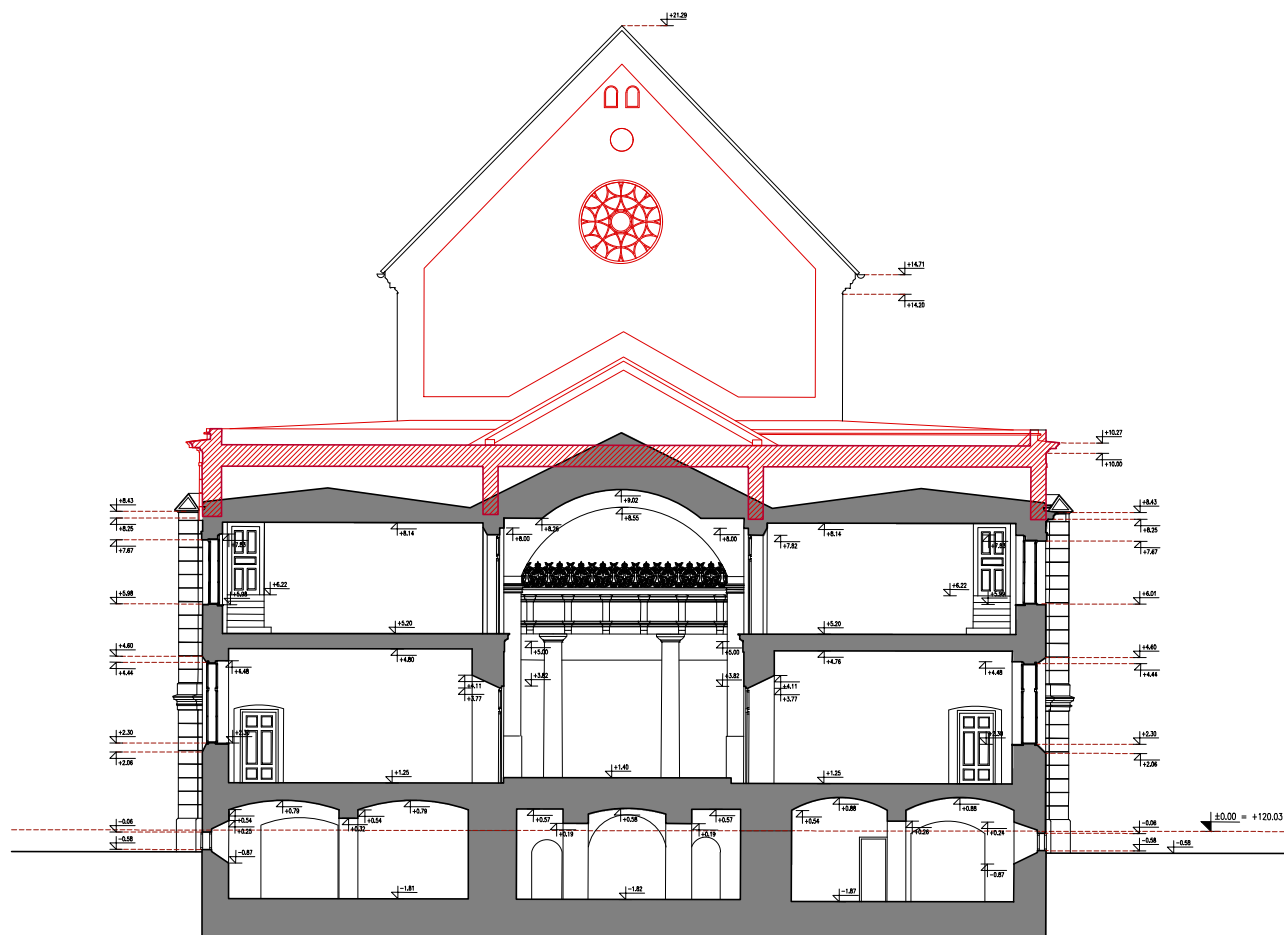
investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE PRESJEK 2-2 - PLANIRANO STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.



0 1 5 10m

120,03 mnv = ±0,00

investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE PRESJEK 1-1 - POSTOJEĆE STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.



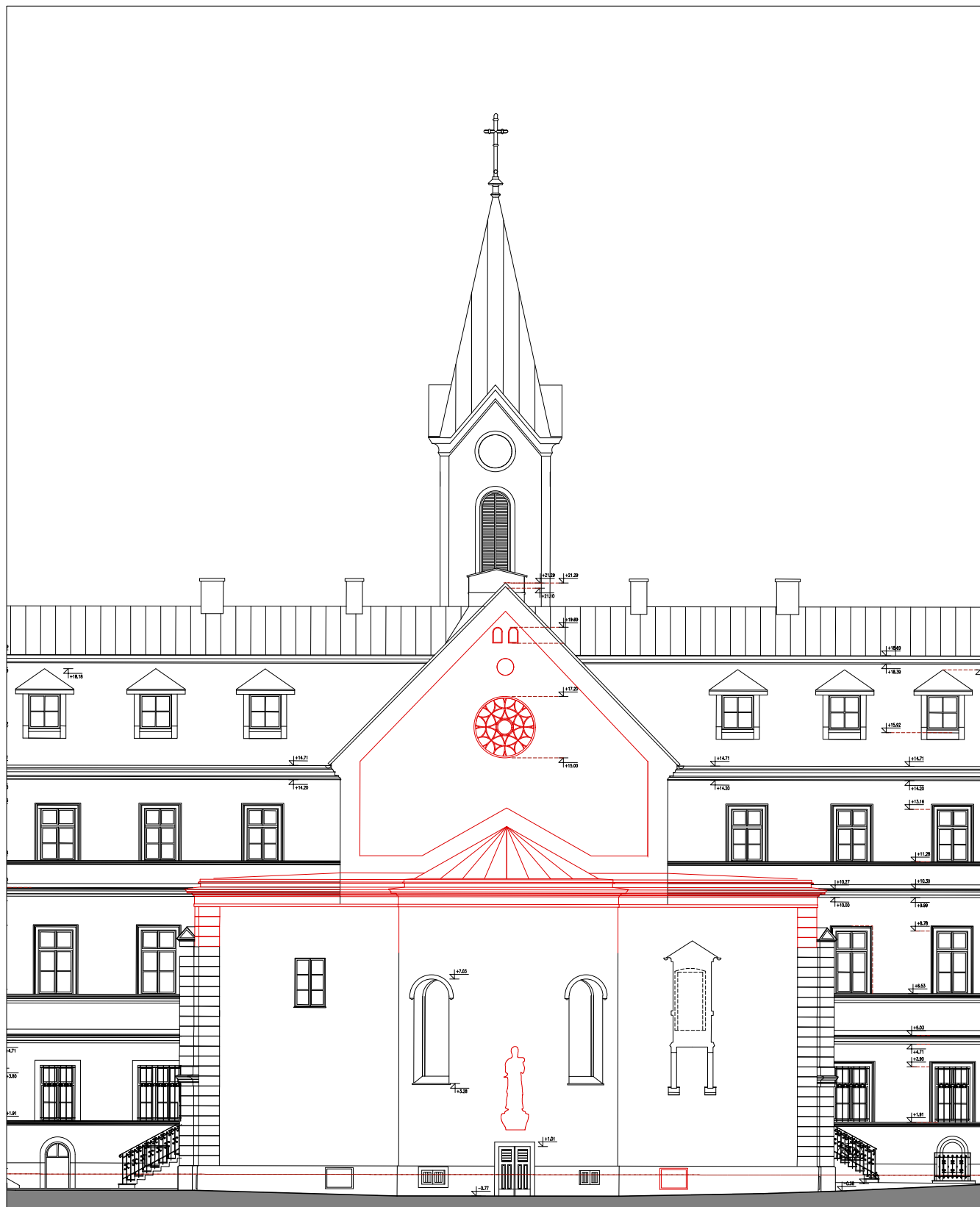
0 1 5 10m

120,03 mnv = ±0,00

investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE PRESJEK 1-1 - PLANIRANO STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.



investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE ISTOČNO PROČELJE - POSTOJEĆE STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.



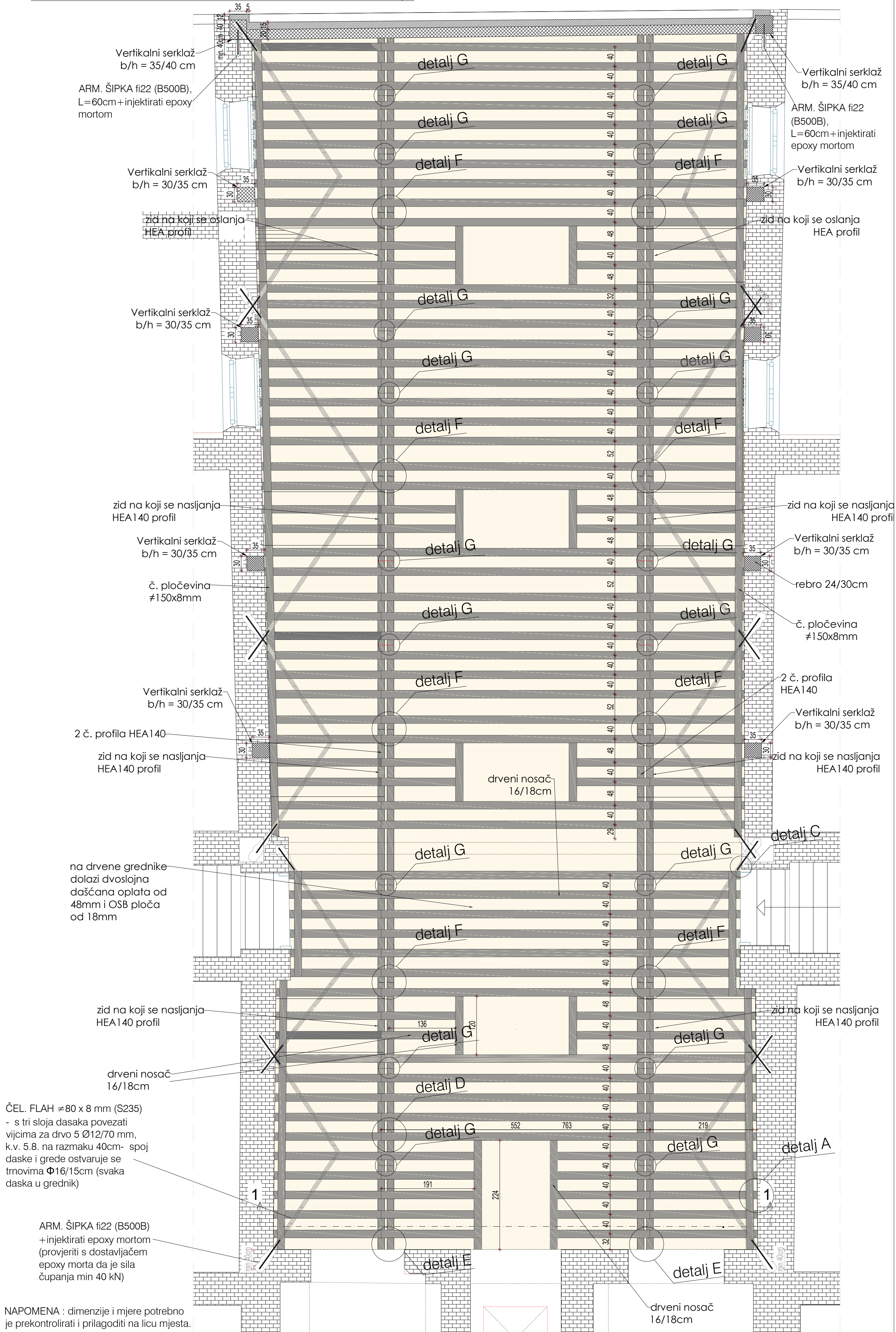
0 1 5 10m

120,03 mnv = ±0,00



investitor:	DRUŽBA SESTARA MILOSRDNICA SV. VINKA PAULINSKOG Frankopanska ulica 17	faza:	IDEJNI PROJEKT
građevina:	CRKVA SV. VINKA na k.č. 2133, k.o. Centar	sadržaj:	PRILOG UZ PROJEKT KONSTRUKTIVNE SANACIJE ISTOČNO PROČELJE - PLANIRANO STANJE
		glavni projektant:	Nenad Fabijanić, dipl.ing.arh.
		suradnik:	Leila Nanuk, mag.ing.arch.
mjerilo	1 : 200	datum:	prosinac, 2020.

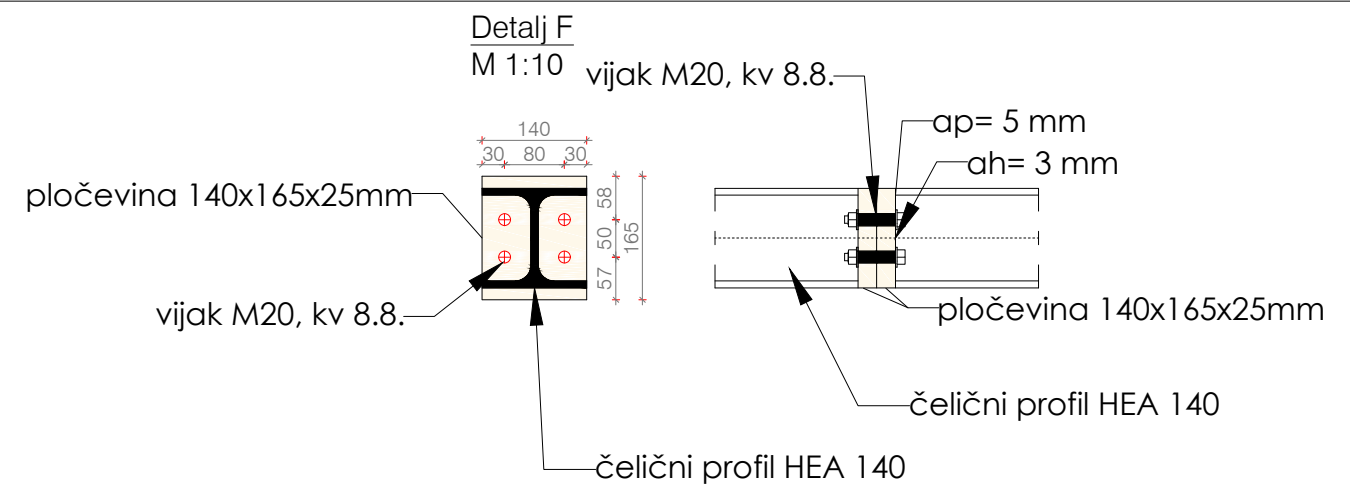
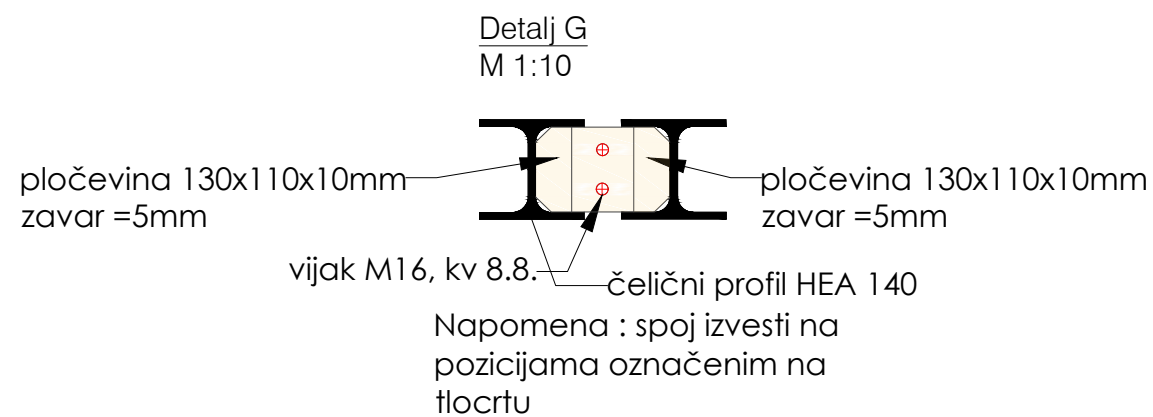
5. DETALJI OJAČANJA KONSTRUKCIJE

Tloort 2. kata - izvedba nove međukatne konstrukcije

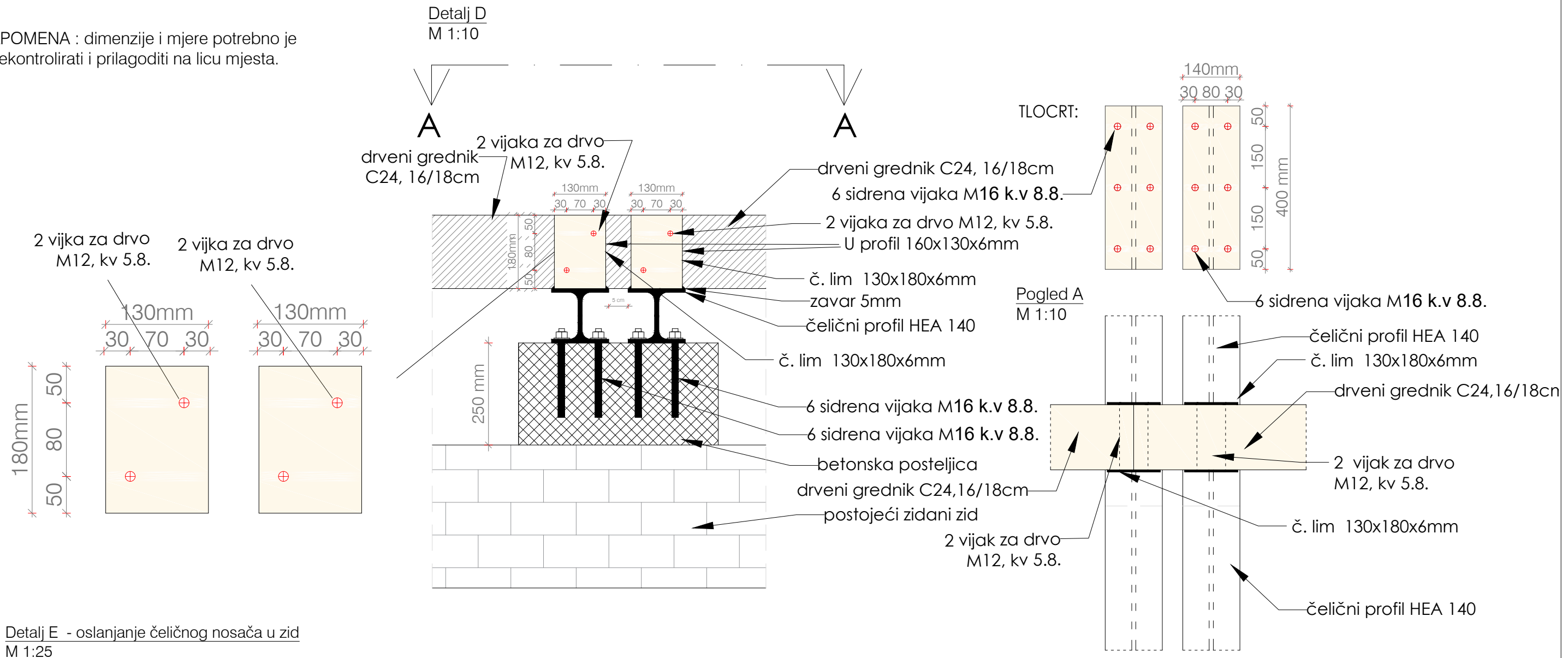


NAPOMENA : dimenzije i mjere potrebno je prekontrolirati i prilagoditi na licu mjesta.

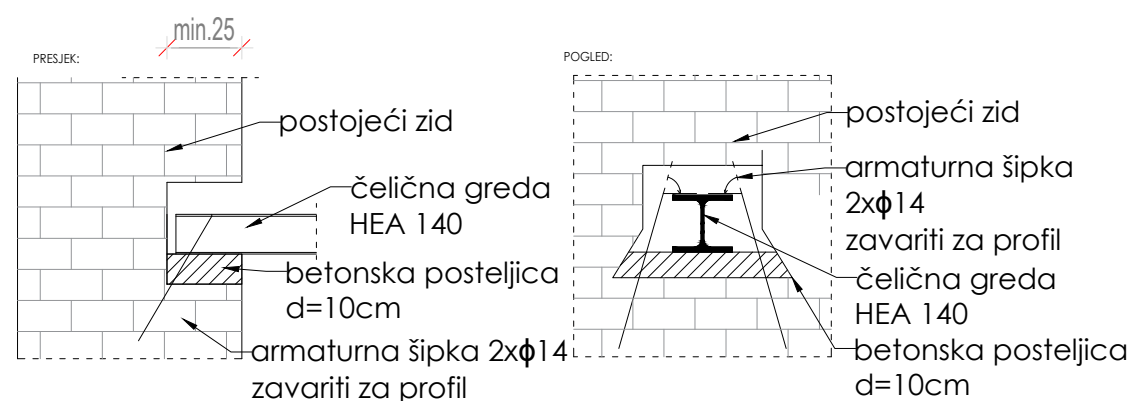
		PROJEKTANT: mr.sc. BERISLAV MEDIC dipl.ing.građ.				K.O.: Centar	
arhitektura konstrukcija dizajn konzalting UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr tel. 01/5544-59 upi-2m@upi-2m.hr		SURADNIK: Ivana Kale, mag.ing.aedif				BR.K.Č.: 2133	
						TD: 37/20	
						MJERILO: 1:50/25	
INVESTITOR:		Držba sestara milosrdnica Sv. Vinka Paulskog				LIST: D.03.	
GRAĐEVINA:		Samostan i crkva Svetog Vinka Paulskog				DATUM: prosinac, 2020	
<p style="text-align: center;"> Tlocrt međukatne konstrukcije </p> <p> <small> Ova dokumentacija nije dozvoljena umnožavati, distribuirati, objavljivati ili koristiti na drugi način u cijelosti ili djelomično bez pisane odobrenja UPI-2M. Sva autorska prava pridržana. This document shall not be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in it's parts without the written authorization of UPI-2M. All copyrights © reserved </small> </p>							




NAPOMENA : dimenzije i mjere potrebno je prekontrolirati i prilagoditi na licu mjesta.



Detalj E - oslanjanje čeličnog nosača u zid
M 1:25



- Ušlicati pola širine zida ili minimalno 15 cm i izvesti betonsku posteljicu od mješavog betona debljine min. 10 cm;
- Ubušiti po 2 kosa ankera sa svake strane i injektirati epoxy mortom;
- Postaviti čeličnu gredu na betonsku posteljicu, ankere savnuti na vrhu i savijeni dio ankera zavariti na gornju pojasnicu;
- Rupu koja ostane nakon ugrađivanja profila, ponovno zazidati kako bi se dobio prvobitan izgled.

<div>UPI2M</div> <div>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</div> <div>UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr</div> <div>tel: 01/5544-59 upi-2m@upi-2m.hr</div>		<div>PROJEKTANT:</div> <div>mr.sc. BERISLAV MEDIĆ dipl.ing.građ.</div>		<div>K.O.:</div> <div>Centar</div>
		<div>BR.K.Č.:</div> <div>2133</div>		
		<div>TD:</div> <div>37/20</div>		
		<div>MJERILO:</div> <div>1:25/10</div>		
<div>INVESTITOR:</div>	<div>Držba sestara milosrdnica</div> <div>Sv. Vinka Paulskog</div>	<div>Detalji međukatne konstrukcije</div>	<div>LIST:</div> <div>D.03.</div>	
<div>GRAĐEVINA:</div>	<div>Samostan i crkva Svetog Vinka Paulskog</div>		<div>DATUM:</div> <div>prosinac, 2020</div>	

Ovaj dokument nije dozvoljeno umnožavati, distribuirati, objavljivati ili koristiti na drugi način u cijelosti ili djelomično bez pisanog odobrenja UPI-2M. Sva autorska prava pridržana. This document shall not be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in it's parts without the written authorization of UPI-2M. All copyrights © reserved.

min 50 cm

Presjek 3-3
M 1:25

trnovi $\Phi 12/20\text{cm}$

OSB ploča 18mm

dvoslojna daščana oplata, $h=48\text{mm}$

drveni grednik C24,16/18cm

podložni mort 5cm

1 vijak M16, kv 5.8., $l=130\text{mm}$

č. pločevina $\#150 \times 8\text{mm}$

min 50cm

min 25cm

armaturna šipku $\Phi 16$
zavariti na pločevinu
 $150 \times 150 \times 8\text{mm}$
šipku postaviti pod kutem min 20°

rupa za šipku
+ injektirati
epoksi
mortom

postojeći zidani zid

Detalj pločevine:

zavar 4mm

The diagram illustrates the cross-section of a bridge deck. It shows a central opening or gap. On either side of the gap, there are two curved, thick black lines representing the FRP reinforcement grid (FRP mrežica). Above these curves, there are several horizontal dashed lines representing the wooden structure (Drvena konstrukcija) layers (slojevi poda). Arrows point from the labels to the corresponding parts of the diagram.

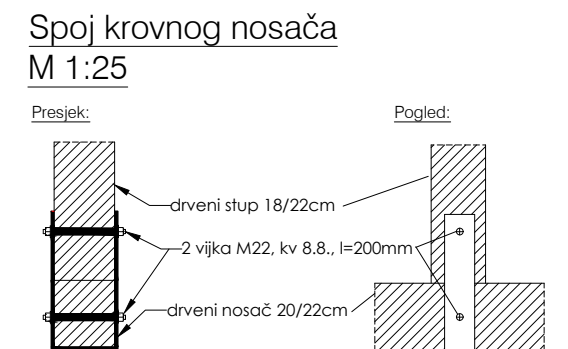
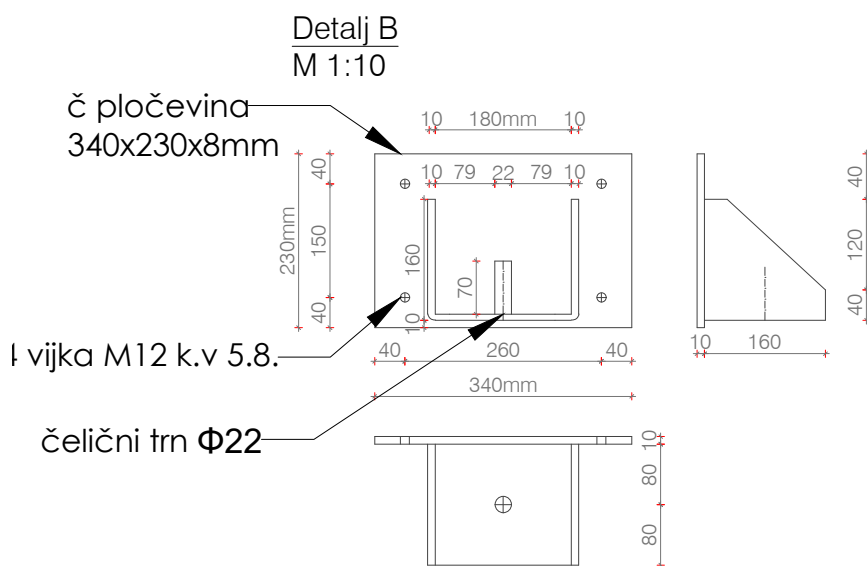
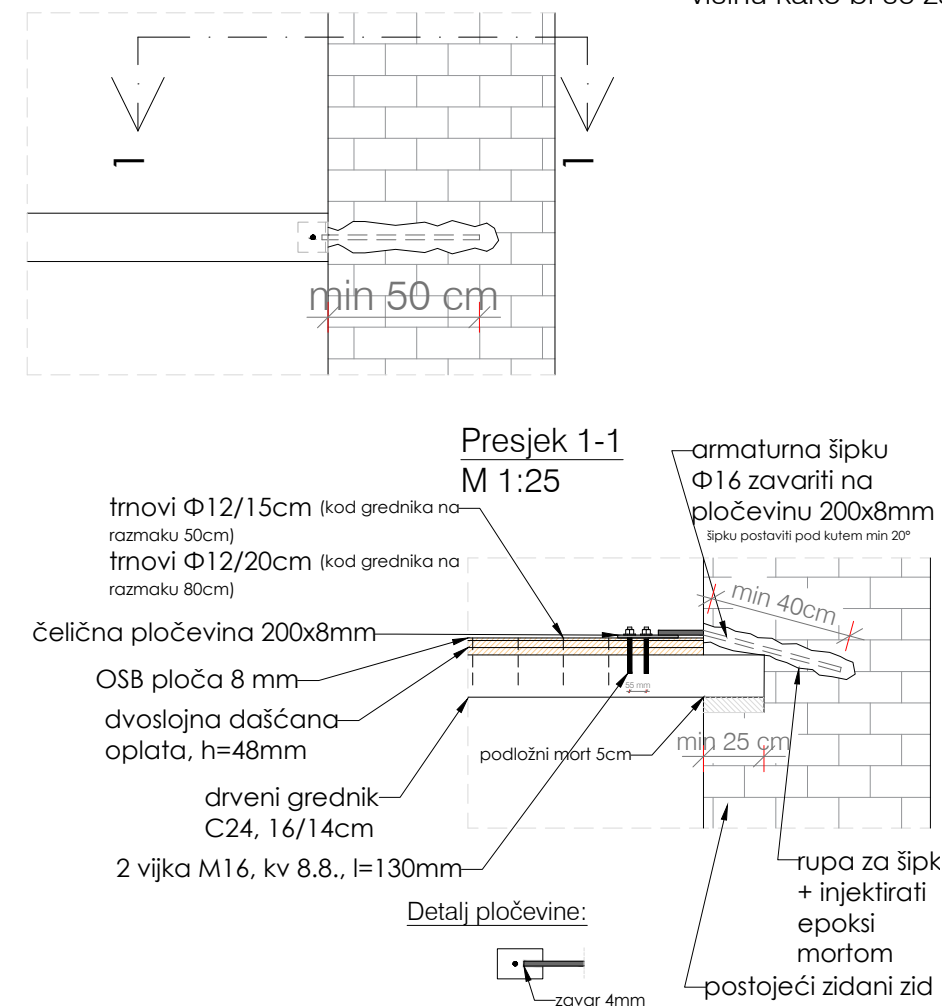
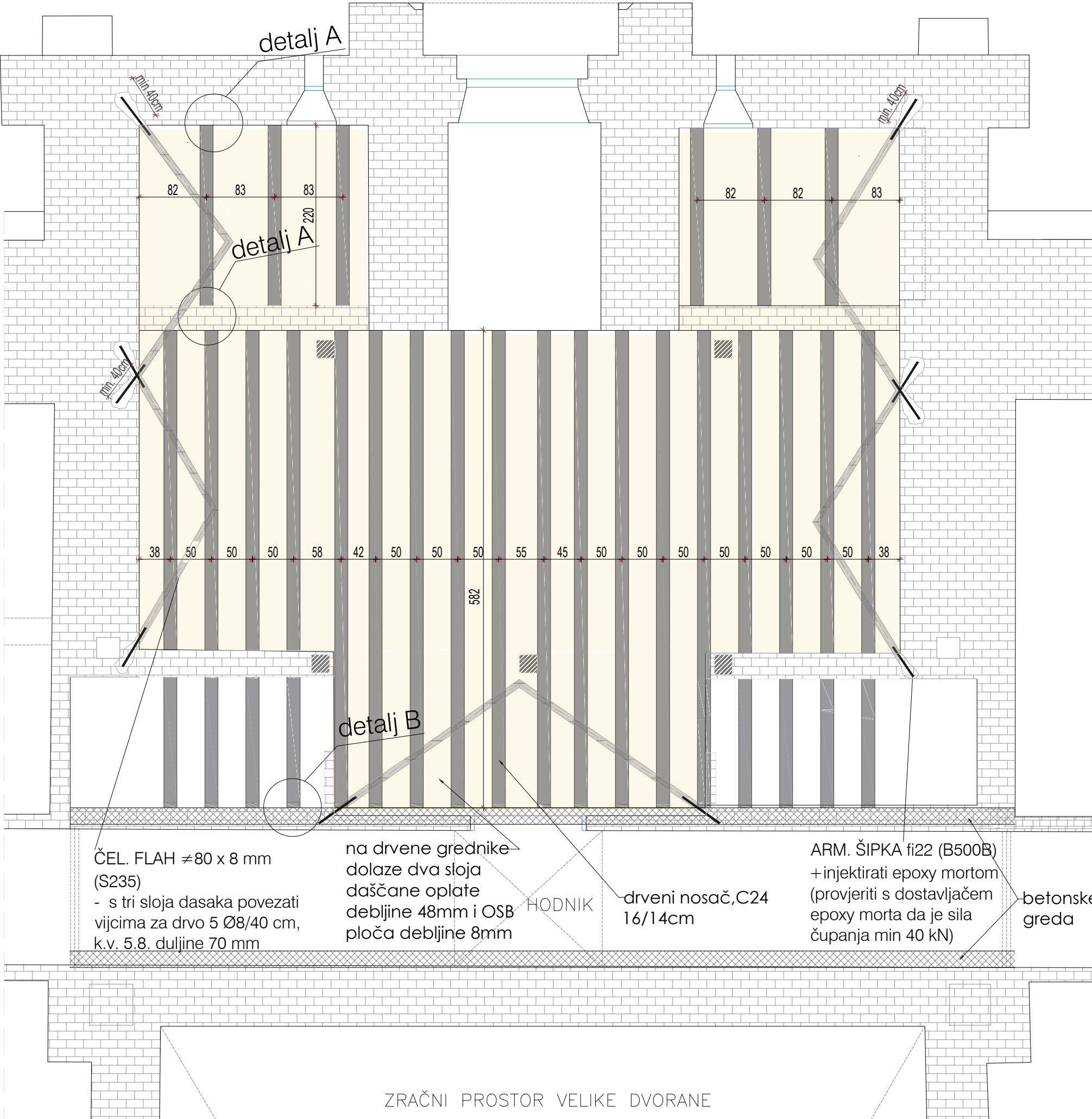
<div><div>UPI-2M</div><div>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</div><div>UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr</div><div>tel: 01/5544-59 upi-2m@upi-2m.hr</div></div>		<div><div>PROJEKTANT:</div><div>mr.sc. BERISLAV MEDIĆ dipl.ing.grad.</div></div> <div><div>SURADNIK:</div><div>Ivana Kale, mag.ing.aedif</div></div>	<div><div>K.O.:</div><div>Centar</div></div> <div><div>BR.K.Č.:</div><div>2133</div></div> <div><div>TD:</div><div>37/20</div></div> <div><div>MJERILO:</div><div>1:50/25</div></div>
<div><div>INVESTITOR:</div><div>Držba sestara milosrdnica Sv. Vinka Paulskog</div></div>	<div>Detalji međukatne konstrukcije</div>	<div><div>LIST:</div><div>D.03.</div></div>	
<div><div>GRAĐEVINA:</div><div>Samostan i crkva Svetog Vinka Paulskog</div></div>		<div><div>DATUM:</div><div>prosinac, 2020</div></div>	



Tlocrt 3. kata - izvedba nove međukatne konstrukcije
M 1:50

NAPOMENA : dimenzije i mjere potrebno je prekontrolirati i prilagoditi na licu mjesta.

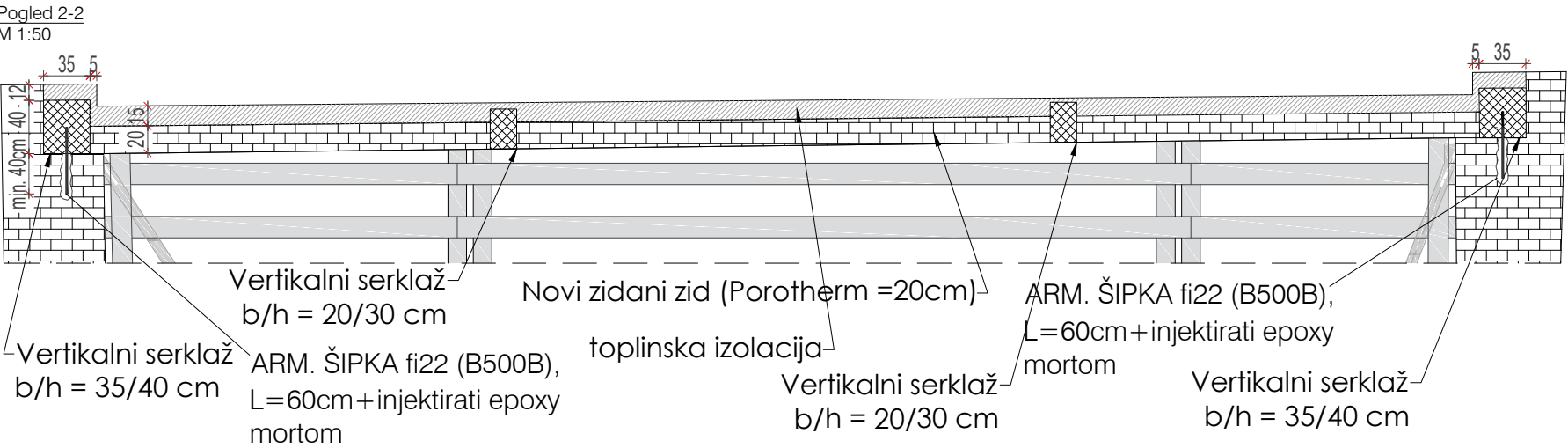
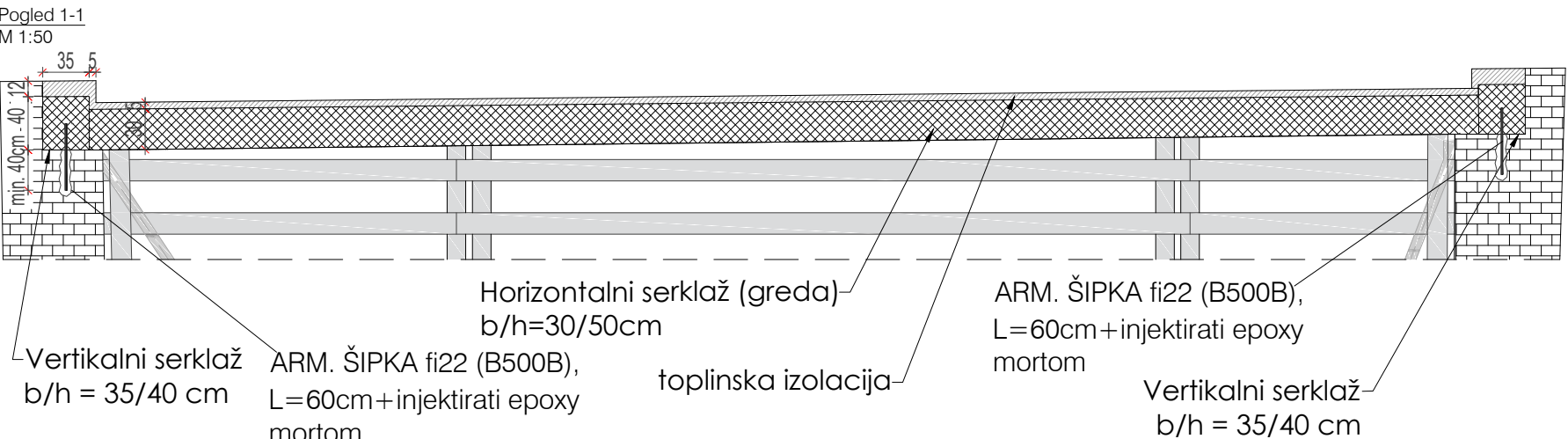
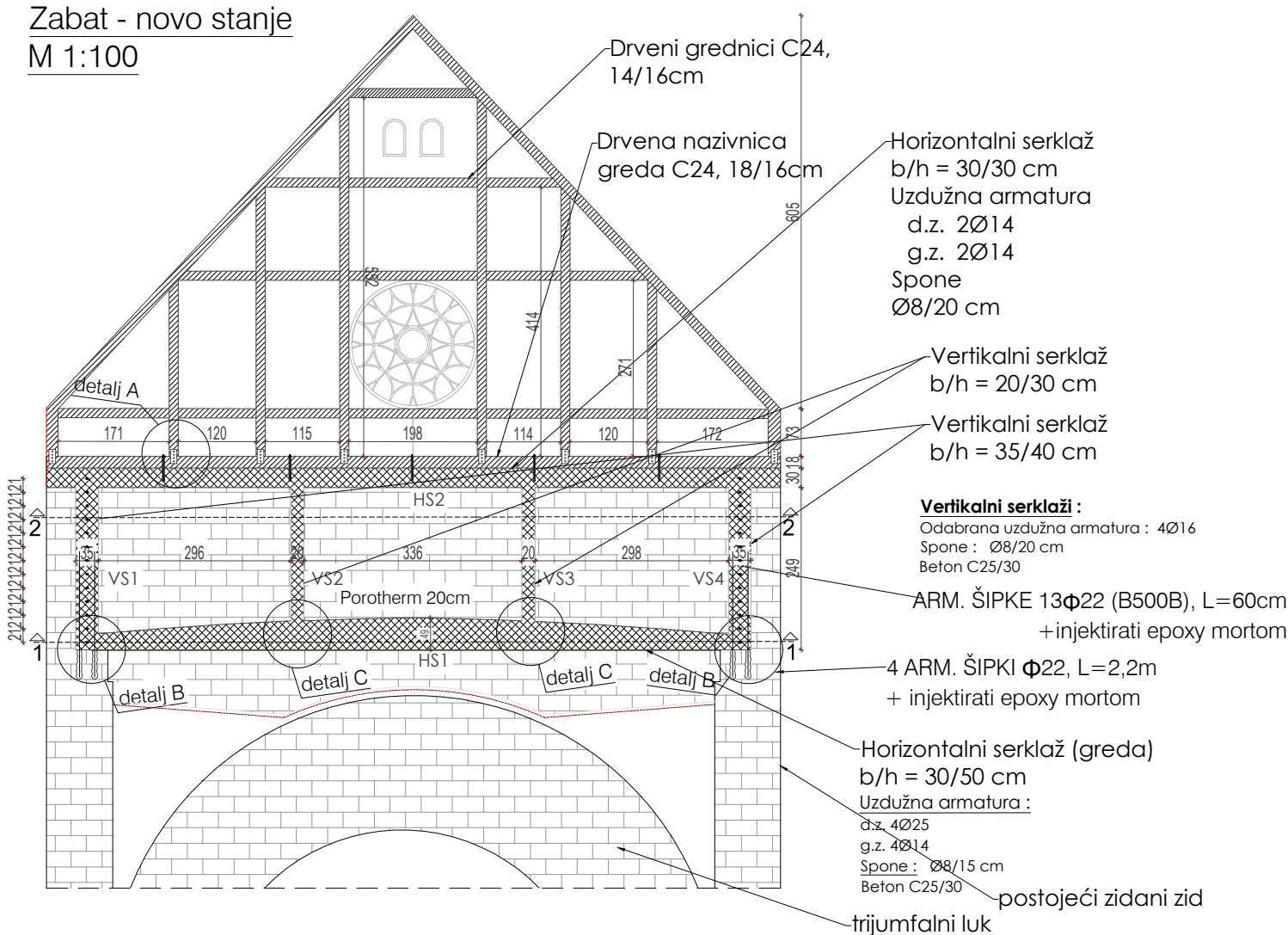
Detalj A
M 1:25

NAPOMENA : drvene gredinke potrebno je postaviti na visinu kako bi se zadržala postojeća kota poda.

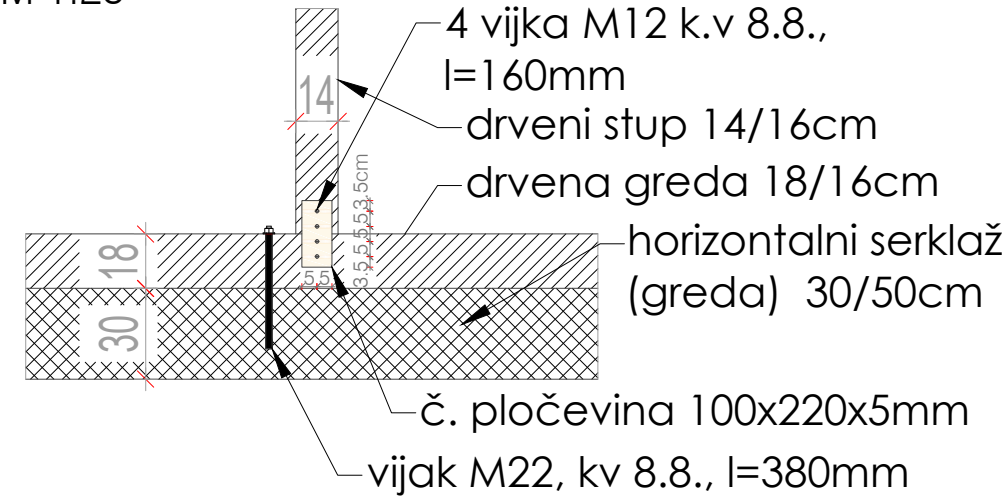


 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p> <p>UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr tel: 01/5544-59 upi-2m@upi-2m.hr</p>		<p><u>PROJEKTANT:</u></p> <p>mr.sc. BERISLAV MEDIĆ dipl.ing.grad.</p>		<p>K.O.:</p> <p>Centar</p>
		<p><u>SURADNIK:</u></p> <p>Ivana Kale, mag.ing.aedif</p>		<p>BR.K.Č.:</p> <p>2133</p>
				<p>TD:</p> <p>37/20</p>
			<p>MJERILO:</p> <p>1:50/25</p>	
INVESTITOR:	Držba sestara milosrdnica Sv. Vinka Paulskog	<p>Međukatna konstrukcija dijela 3. kata</p>		<p>LIST:</p> <p>D.03.</p>
GRAĐEVINA:	Samostan i crkva Svetog Vinka Paulskog			<p>DATUM:</p> <p>prosinac, 2020.</p>

Zabat - novo stanje
M 1:100

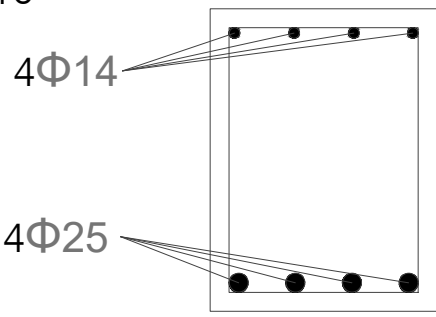


Detalj A - spoj drvene konstrukcije sa horizontalnim serklažem
M 1:25

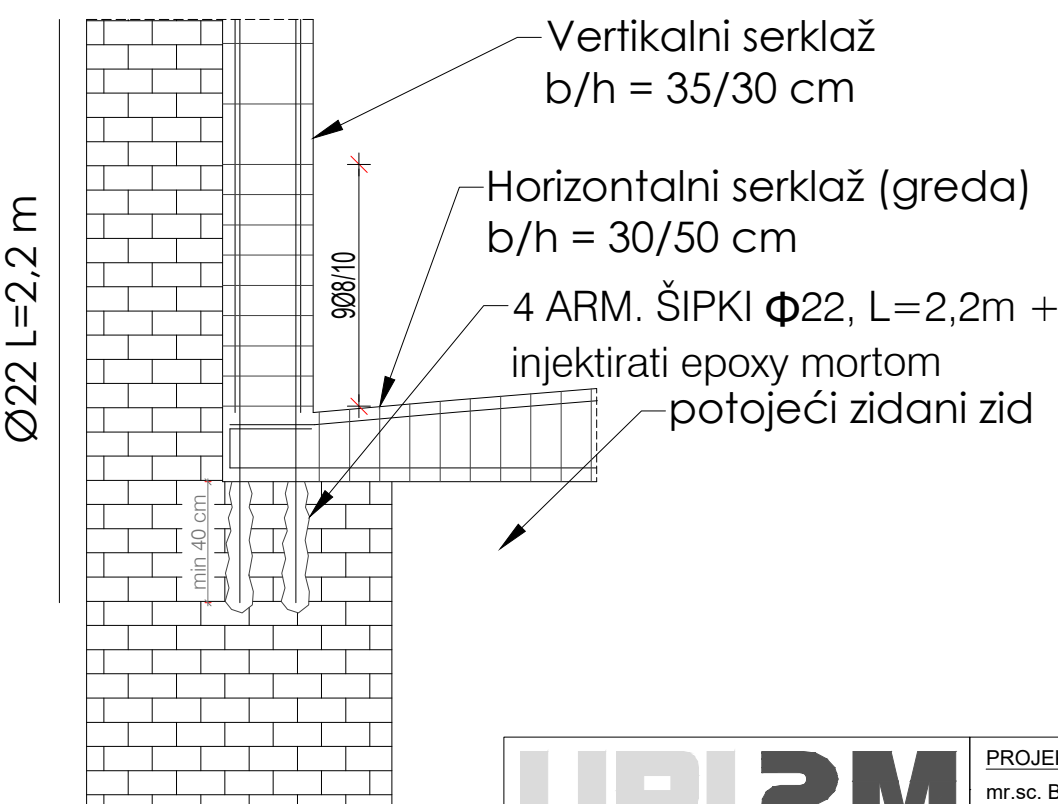


NAPOMENA : dimenzije i mjere potrebno je prekontrolirati i prilagoditi na licu mjesta.

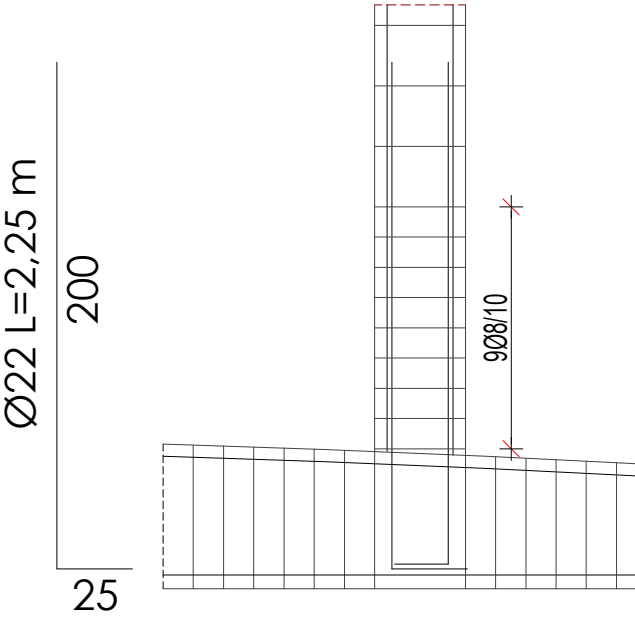
Poprečni presjek horizontalne grede b/h=30/50cm
M 1:10

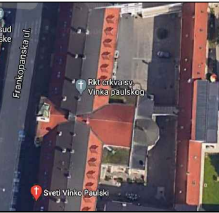


Detalj B - sidrenje horizontalnog i vertikalnog serklaža S1 i S4 u donji postojeći zidani zid
M 1:25



Detalj C - spoj horizontalnog i vertikalnog serklaža
M 1:25

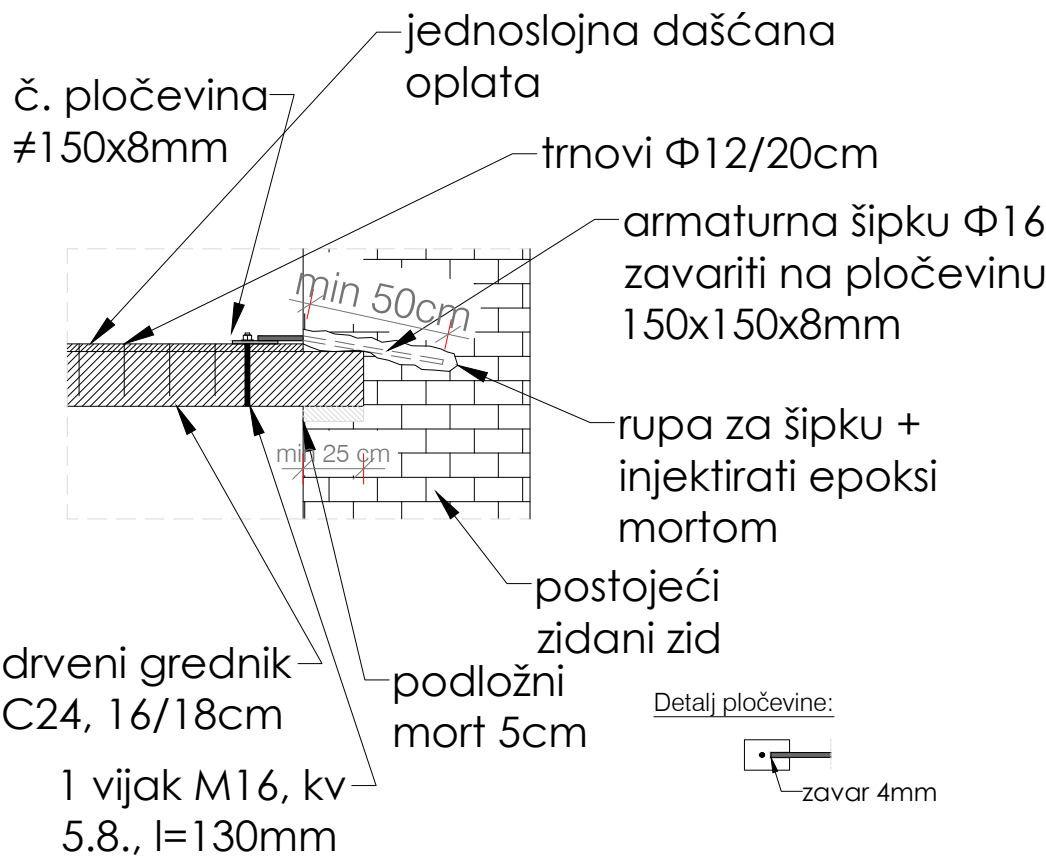


<div>UPI2M</div> <div>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</div> <div>UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr</div> <div>tel: 01/5544-59 upi-2m@upi-2m.hr</div>		PROJEKTANT:			K.O.:	Centar
		mr.sc. BERISLAV MEDIC dipl.ing.grad.			BR.K.Č.:	2133
<div>INVESTITOR:</div> <div>Držba sestara milosrdnica Sv. Vinka Paulskog</div> <div>GRAĐEVINA:</div> <div>Samostan i crkva Svetog Vinka Paulskog</div>		SURADNIK:			TD:	37/20
		Ivana Kale, mag.ing.aedif			MJERILO:	1:50/25
		Detalj zabatnog zida				LIST:
				DATUM:	prosinac, 2020	

Dva(j) dokument nije dozvoljeno umnožavati, distribuirati, objavljivati ili koristiti na drugi način u cijelosti ili djelomično bez pisanog odobrenja UPI-2M. Sva autorska prava pridržana.This document shall not be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in it's parts without the written authorization of UPI-2M. All copyrights © reserved.

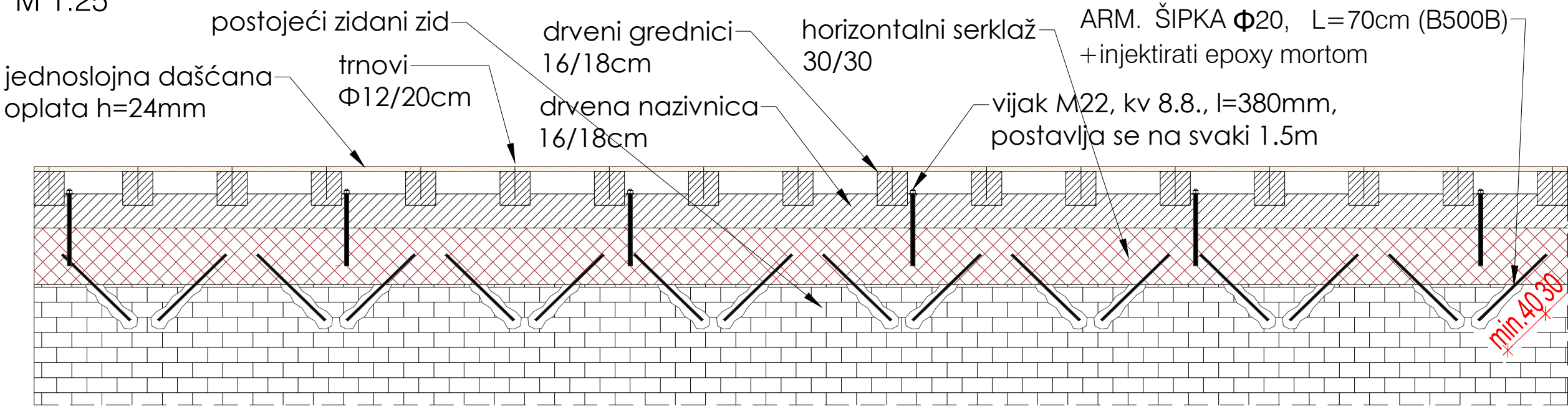
Ovaj dokument nije dozvoljeno umnožavati, distribuirati, objavljivati ili koristiti na drugi način u cijelosti ili djelomično bez pisanog odobrenja UPI-2M. Sva autorska prava pridržana. This document shall not be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in its parts without the written authorization of UPI-2M. All copyrights © reserved.

Detalj A - sidrenje grednika u postojeći zidani zid
M 1:25

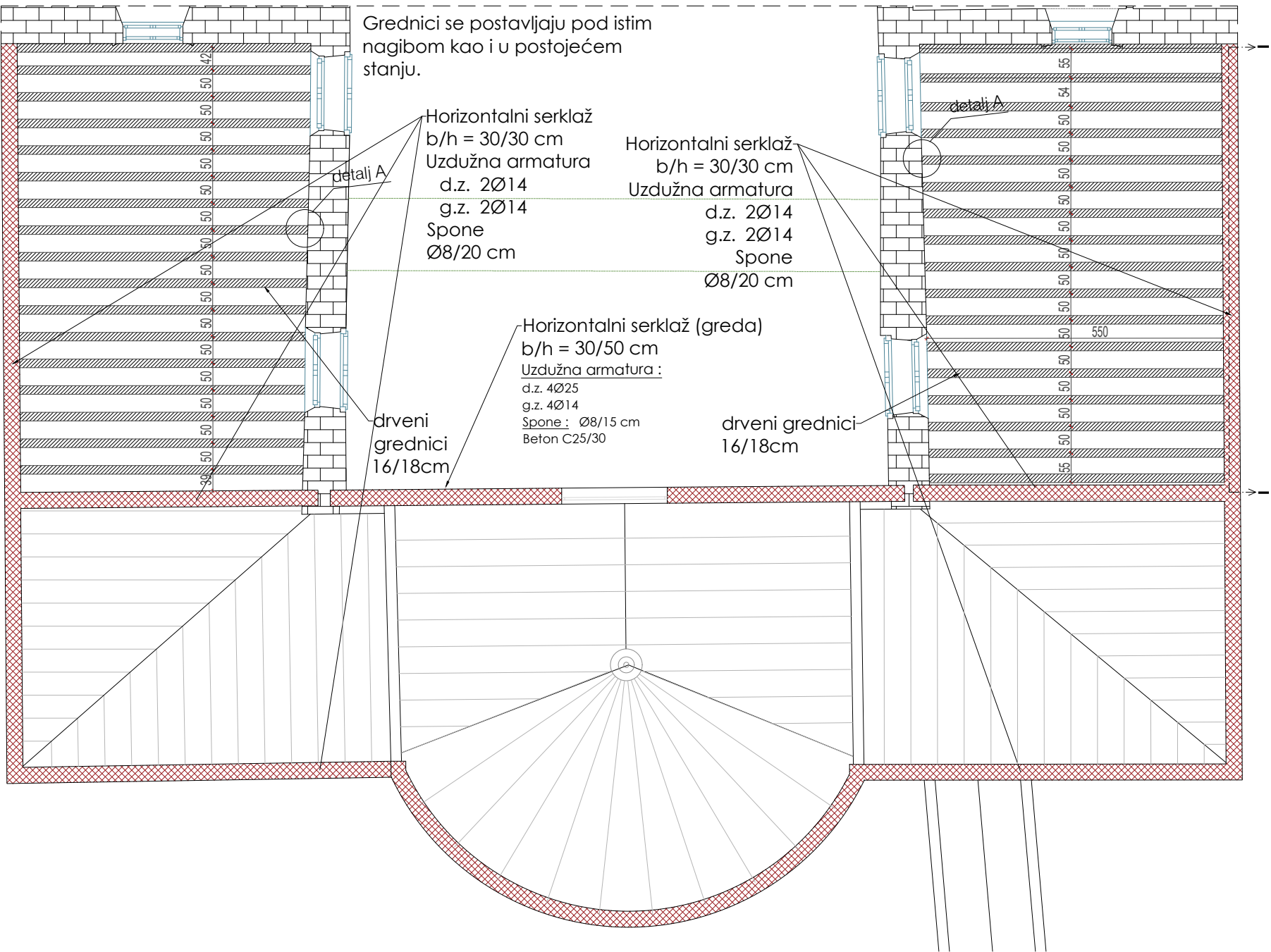


NAPOMENA : dimenzije i mjere potrebno je prekontrolirati i prilagoditi na licu mjesta.

Presjek 1-1 - spoj grednika i novo horizontalnog serklaža
M 1:25



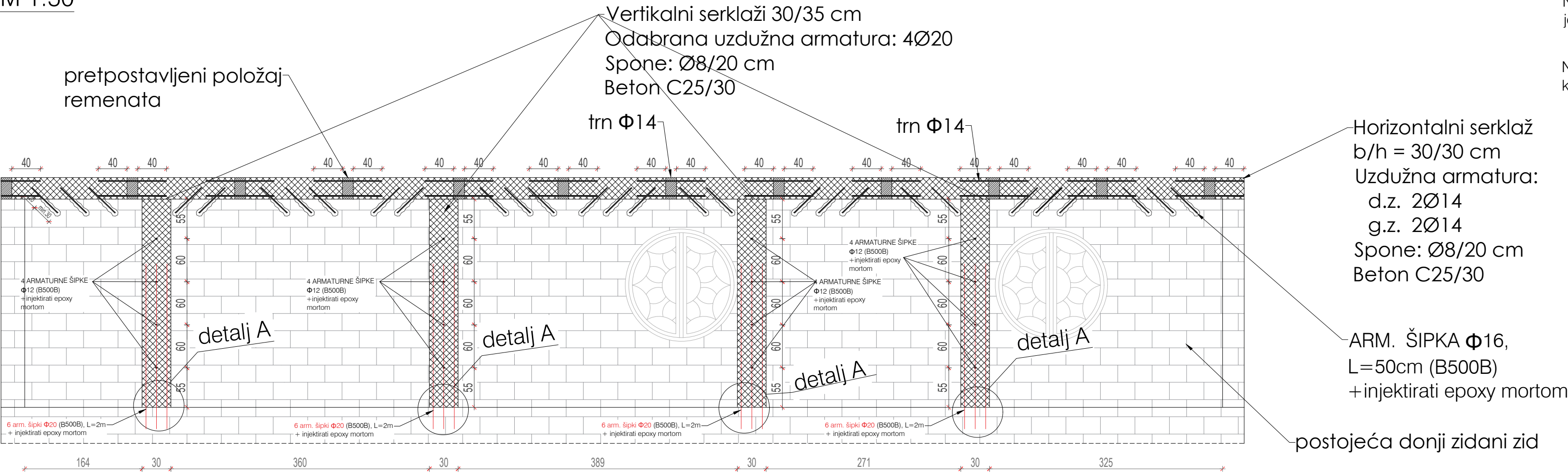
Krovište iznad bočnih dijelova crkve i oltara
M 1:100



<div>UPI2M</div> <div>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</div> <div>UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr</div> <div>tel: 01/5544-59 upi-2m@upi-2m.hr</div>		<div><div>SURADNIK:</div><div>Ivana Kale, mag.ing.aedif</div></div> <div><div>SURADNIK:</div><div>Ivana Kale, mag.ing.aedif</div></div>	<div><div>K.O.:</div><div>Centar</div></div> <div><div>BR.K.Č.:</div><div>2133</div></div> <div><div>TD:</div><div>37/20</div></div> <div><div>MJERILO:</div><div>1:100</div></div>
<div><div>INVESTITOR:</div><div>Držba sestara milosrdnica Sv. Vinka Paulskog</div></div> <div><div>GRADEVINA:</div><div>Samostan i crkva Svetog Vinka Paulskog</div></div>	<div><div>Krovište iznad bočnih dijelova crkve i oltara</div></div>		<div><div>LIST:</div><div>D.03.</div></div> <div><div>DATUM:</div><div>prosinac, 2020</div></div>

Ovaj dokument nije dozvoljeno umnožavati, distribuirati, objavljivati ili koristiti na drugi način u cijelosti ili djelomično bez pisanog odobrenja UPI-2M. Sva autorska prava pridržana.This document shall not be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in it's parts without the written authorization of UPI-2M. All copyrights © reserved.

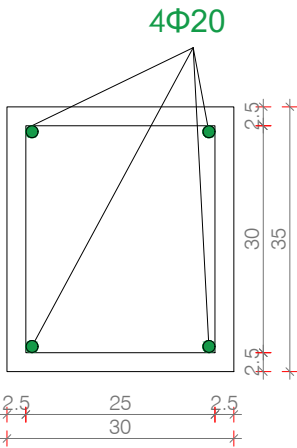
Prikaz bočnih zidova dvorane 2. kata
M 1:50



NAPOMENA 1 : dimenzije i mjere potrebno je prekontrolirati i prilagoditi na licu mjesta.

NAPOMENA 2 : rebra je potrebno urezati kako bi se očuvala struktura zida za 20 cm

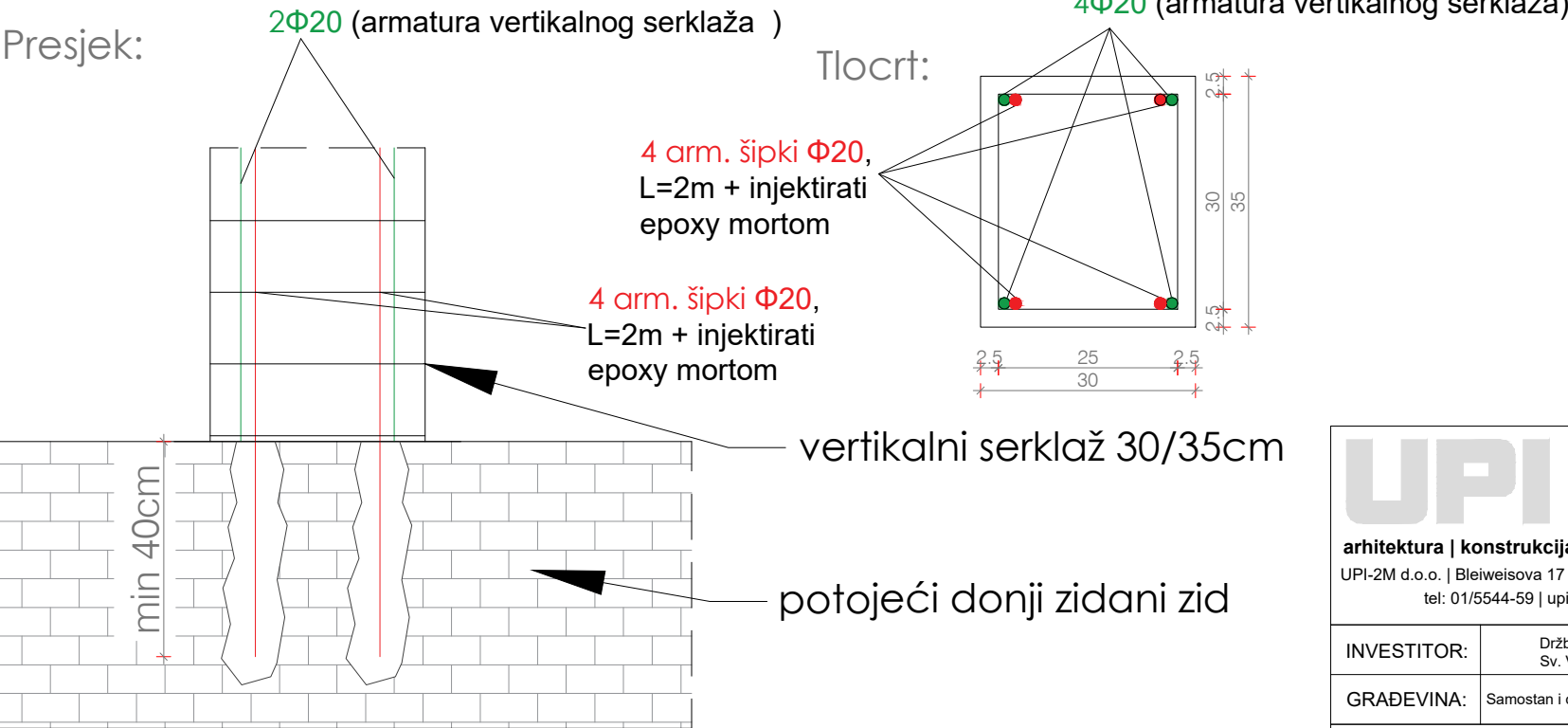
Presjek vertikalnog
serklaža:
M 1:10

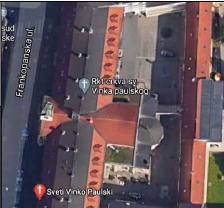


- vertikalni serklaž je potrebno sidriti u donji postojeći zid sa 6 ankera Ø20, L=2m (dubina sidrenja min 40cm)
+injektirati epoxy mortom

- vertikalni serklaž je također potrebno sidriti horizontalno u postojeći zid sa 4 armaturne šipke Ø12, L=50cm +
+injektirati epoxy mortom

Detalj A - sidrenja vertikalnog serklaža u postojeći donji zidani zid:
M 1:10

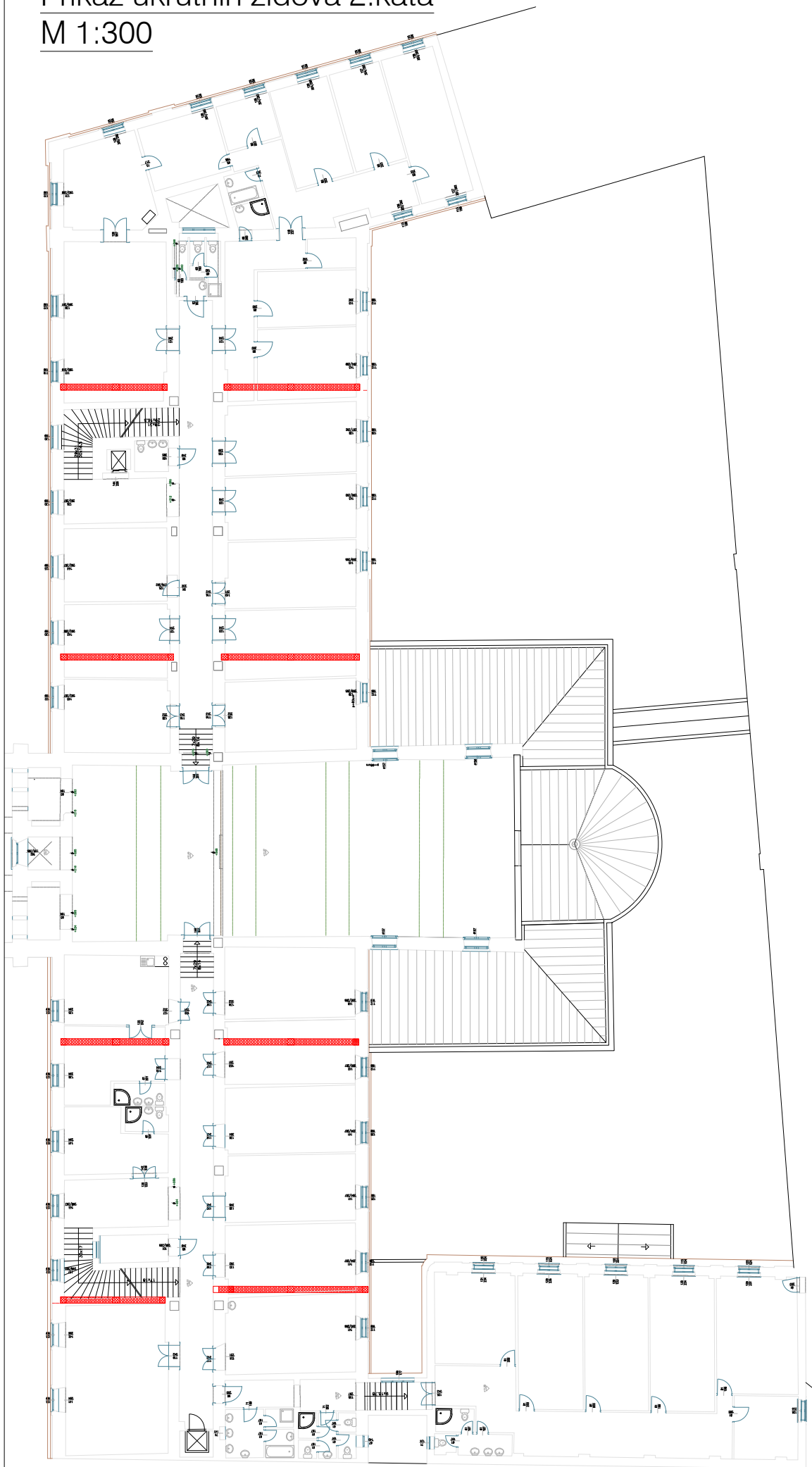


<div><div>UPI2M</div><div>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</div><div>UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr</div><div>tel: 01/5544-59 upi-2m@upi-2m.hr</div></div>		<div>PROJEKTANT:</div> <div>mr.sc. BERISLAV MEDIĆ dipl.ing.građ.</div>		<div>K.O.:</div> <div>Centar</div>
		<div>SURADNIK:</div> <div>Ivana Kale, mag.ing.aedif</div>		<div>BR.K.Č.:</div> <div>2133</div>
		<div>Ojačanje bočnih zidova dvorane 2. kata</div>	<div>TD:</div> <div>37/20</div>	<div>MJERILO:</div> <div>1:50/25</div>
<div>INVESTITOR:</div>	<div>Držba sestara milosrdnica</div> <div>Sv. Vinka Paulskog</div>		<div>LIST:</div> <div>D.03.</div>	
<div>GRADEVINA:</div>	<div>Samostan i crkva Svetog Vinka Paulskog</div>		<div>DATUM:</div> <div>prosinac, 2020</div>	

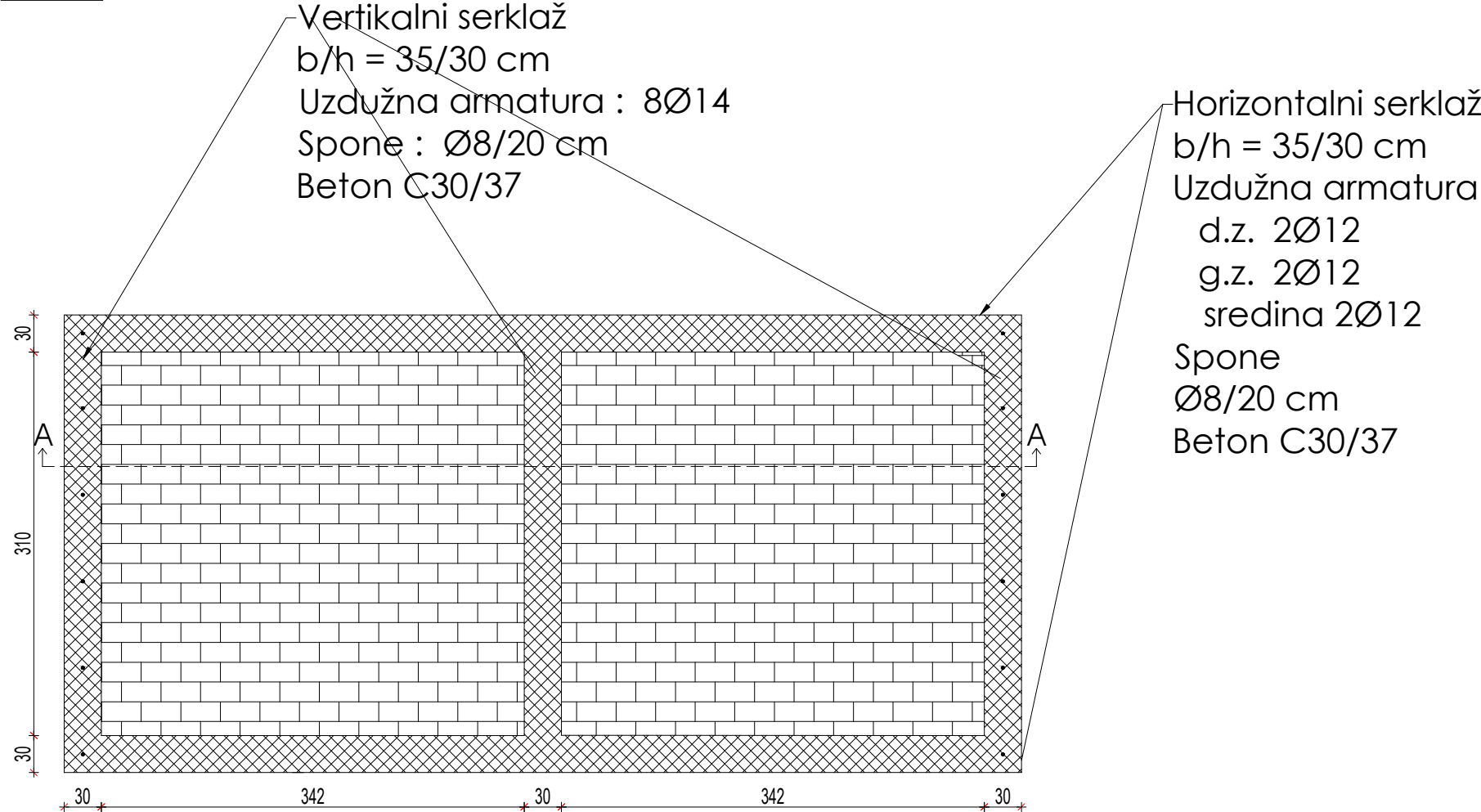
Dva.j dokument nije dozvoljeno umnožavati, distribuirati, objavljivati ili koristiti na drugi način u cijelosti ili djelomično bez pisanog odobrenja UPI-2M. Sva autorska prava pridržana.

This document shall not be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in it's parts without the written authorization of UPI-2M. All copyrights reserved.

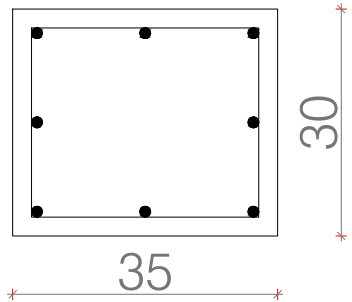
Prikaz ukrutnih zidova 2.kata
M 1:300



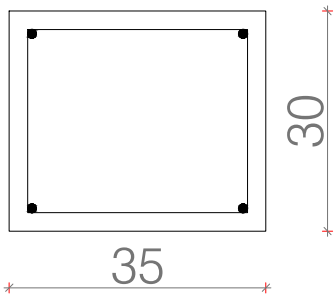
Presjek ukrutnog zida
M 1:50



Poprečni presjek vertikalnog
serklaža b/h=35/30cm
M 1:10

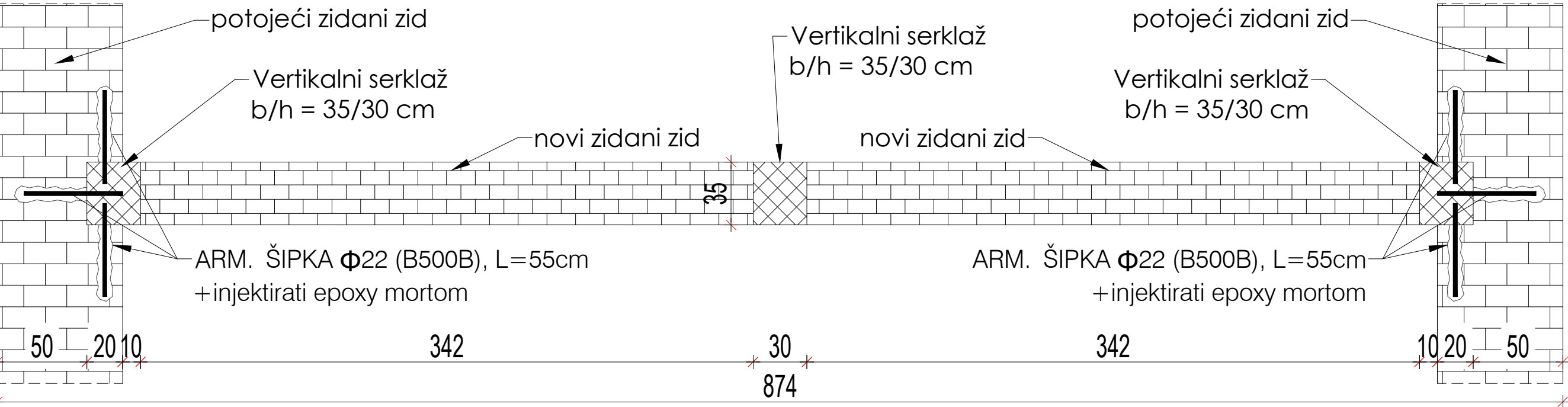


Poprečni presjek horizontalnog
serklaža b/h=30/30cm
M 1:10



NAPOMENA: Armaturu vertikalnih i horizontalnih serklaža povezati sa 'L' ankerima Ø 12 duljine 150cm (75+75cm)

Pogled A - A
M 1:25



<div>UPI2M</div> <div>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</div> <div>UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr</div> <div>tel: 01/5544-59 upi-2m@upi-2m.hr</div>		<div>PROJEKTANT:</div> <div>mr.sc. BERISLAV MEDIĆ dipl.ing.grad.</div>		<div>K.O.:</div> <div>Centar</div>
		<div>BR.K.Č.:</div> <div>2133</div>		
		<div>SURADNIK:</div> <div>Ivana Kale, mag.ing.aedif</div>	<div>TD:</div> <div>37/20</div>	
			<div>MJERILO:</div> <div>1:50/25</div>	
<div>INVESTITOR:</div> <div>Držba sestara milosrdnica Sv. Vinka Paulskog</div>	<div>GRADEVINA:</div> <div>Samostan i crkva Svetog Vinka Paulskog</div>	<div>Međukatna konstrukcija dijela 3. kata</div>		
		<div>LIST:</div> <div>D.03.</div>		
		<div>DATUM:</div> <div>prosinac, 2020</div>		
<div>Ovaj dokument nije dozvoljeno umnožavati, distribuirati, objavljivati ili koristiti na drugi način u cijelosti ili djelomično bez pisanog odobrenja UPI-2M. Sva autorska prava pridržana. This document shall not be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in it's parts without the written authorization of UPI-2M. All copyrights © reserved.</div>				