STUDIO ARHING

D.O.O. ZA PROJEKTIRANJE I CONSULTING
10000 ZAGREB- ĆIRE TRUHELKE 49
TEL: 3772-480, 3771-148, FAX: 3770-869
OIB 17870151363

ZOP

571-21/20

BROJ PROJEKTA

09/21

MAPA

1

STRUKOVNA ODREDNICA

GRAĐEVINSKI PROJEKT

INVESTITOR

ZAGREBAČKA NADBISKUPIJA
Župa sv. Mihaela Arkanđela
Gračani, Isce 33a
10000 Zagreb
OIB: 45008624867

GRADJEVINA

ŽUPA SV. MIHAELA ARKANĐELA
Isce 33, Zagreb - Gračani
k.č.br. 2686, k.o. Gračani

PROJEKT

PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE

GLAVNI PROJEKTANT

DAMIR FORETIĆ, ing.građ.
broj ovlaštenja: A 2233

PROJEKTANT

JURAJ POJATINA, dipl.ing.građ.
broj ovlaštenja: G 3870

SURADNICI

DAVID ANĐIĆ, mag.ing.aedif.
TAMARA HORVAT, mag.ing.aedif.
KARLA MUSTAPIĆ, mag.ing.aedif.
izv.prof.dr.sc. MARIO UROŠ, dipl.ing.građ.
MAJA BANIČEK, mag.ing.aedif.

DIREKTOR

JURAJ POJATINA, dipl.ing.građ.

U ZAGREBU

lipanj, 2021.

Glavni projektant

Projektant konstrukcije

Stranica za ovjeru revidenta kvalificiranim elektroničkim potpisom:

Revident:

S A D R Ž A J

PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE

I. OPĆI DIO ... 3

1.1 Izvadak iz sudskog registra ... 4
1.2 Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva ... 5
1.3 Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara ... 7
1.4 Opći podaci o građevinskoj konstrukciji ... 9
1.5 Popis mapa ... 9
1.6 Popis projektanata i suradnika ... 10

II. TEHNIČKI DIO ... 11

1. Program kontrole i osiguranja kvalitete ... 12
1.1 Opći podaci i definicije ... 12
1.2 Zemljani radovi ... 14
1.3 Betonski i armiranobetonski radovi ... 14
1.4 Čelična konstrukcija ... 28
1.5 Drvena konstrukcija ... 32
1.6 Zidarski radovi ... 34
1.7 Nadzor ... 36
1.8 Mjere u slučaju nesukladnosti ... 39
2. Uvod ... 41
3. Tehnički opis ... 45
4. Zatečena potresna otpornost i dokaz o ispunjavanju temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti nakon obnove zgrade ... 50
4.1 Proračun djelovanja ... 51
4.1.1 Vertikalna djelovanja ... 51
4.1.2 Horizontalna djelovanja ... 53
4.2 Seizmički proračun i kontrola nosivosti zidova crkve ... 55
4.2.1 Ulazni parametri i prikaz konstrukcije ... 57
4.2.2 Slučajevi djelovanja ... 58
4.2.3 Modalna analiza ... 60

4.2.4 Seizmički proračun ... 62
4.2.5 Prikaz reznih sila u zidovima ... 64
4.2.6 Kontrola nosivosti zidova u ravnini ... 80
4.2.7 Kontrola nosivosti zidova crkve van ravnine ... 85
4.3 Povezivanje slojeva ziđa inox šipkama ... 87
4.4 Pojačanje ziđa injektiranjem ... 89
4.5 Seizmički proračun i kontrola nosivosti zvonika ... 89
4.5.1 Ulazni parametri i prikaz konstrukcije ... 91
4.5.2 Slučajevi djelovanja ... 92
4.5.3 Modalna analiza ... 93
4.5.4 Seizmički proračun ... 96
4.6 Proračun čelične konstrukcije ... 103
4.6.1 Ulazni podaci ... 103
4.6.2 Unutarnje sile, dimenzioniranje ... 104
4.6.3 Temelj čelične konstrukcije ... 112
4.6.4 Proračun zvonika sa ojačanjem ... 117
4.7 Križni svodovi ... 127
4.7.1 Proračun svodova sa pojačanjima ... 134
4.8 Pojačanje drvenih krovišta ... 137
4.8.1 Krovište zvonika ... 137
4.8.2 Krovište crkve ... 138
4.9 Ostali radovi ... 139
4.10 Zaključak i ocjena potresne otpornosti zgrade ... 140
5. Mogućnosti i uvjeti uporabe dijelova zgrade prije dovršetka obnove ... 140
6. Posebni tehnički uvjeti obnove ... 140
7. Procjena troškova ... 145

III. TROŠKOVNIK ... 146

IV. GRAFIČKI PRIKAZ ... 193

I. OPĆI DIO

1.1 Izvadak iz sudskog registra

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
080059522

TVRTKA/NAZIV:
1 STUDIO ARHING društvo s ograničenom odgovornošću za inženjering poslove u građevinarstvu

SKRAĆENA TVRTKA/NAZIV:
1 STUDIO ARHING d.o.o.

SJEDIŠTE:
6 Zagreb, Ćire Truhelke 49

PREDMET POSLOVANJA - DJELATNOSTI:

1	22.2	- Tiskarska djelatnost i s njom povezane usluge
1	22.33	- Umnožavanje računalnih (kompjutorskih) zapisa
1	45.5	- Iznajm. građ. strojeva i opr. s rukovateljem
1	51	- Trgovina na veliko i posredovanje u trgovini, osim trgovine motornim vozilima i motociklima
1	52.1	- Trgovina na malo u nespecijaliziranim prod.
1	60.23	- Ostali prijevoz putnika cestom
1	60.24	- Prijevoz robe (tereta) cestom
1	63.40	- Djelatnost ostalih agencija u prometu
1	70.3	- Poslovanje nekret., uz naplatu ili po ugovoru
1	71.32	- Iznajmljivanje strojeva i opreme za građevin.
1	72.3	- Obrada podataka
1	73.1	- Istraž. i raz. u prir., tehn. i tehnol. znan.
1	74.13	- Istraživanje tržišta i ispit. javnog mnijenja
1	74.2	- Arhitektonske i inženj. djel. i tehn. savjet.
1	74.3	- Tehničko ispitivanje i analiza
1	74.4	- Promidžba (reklama i propaganda)
1	*	- stručni poslovi prostornog uređenja, iizrada dokumenata pprostornog uređenja i stručne podloge za izdavanje lokacijskih dozvola
1	*	- građenje, projektiranje i nadzor
1	*	- instalacijski i završni radovi u građevinarstvu
1	*	- računovodstveni i knjigovodstveni poslovi
1	*	- izvođenje investicijskih radova u inozemstvu i ustupanje investicijskih radova stranoj osobi u zemlji
1	*	- međunarodni prijevoz robe i putnika u cestovnom prometu
1	*	- međunarodno otpremništvo
1	*	- turistički poslovi s inozemstvom
1	*	- zastupanje stranih tvrtki
6	*	- kupnja i prodaja robe
6	*	- obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
6	*	- održavanje i popravak motornih vozila
6	*	- prekrcaj tereta i skladištenje
6	*	- izvođenje instalacijskih radova u inozemstvu
6	*	- pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane,

Republika Hrvatska Trgovački sud u Zagrebu 102

D004, 2008-07-02 12:58:33 Stranica: 1 od 4

1.2 Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva

REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-360-01/07-01/ 3870
Urbroj: 314-02-07-1
Zagreb, 27. siječnja 2007. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacrta Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 24.01.2007. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis POJATINA JURAJA, dipl.ing.grad., ZAGREB, BOLNIČKA CESTA 63, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

RJEŠENJE

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva** upisuje se **POJATINA JURAJ**, dipl.ing.građ., ZAGREB, pod rednim brojem **3870**, s danom upisa **24.01.2007**. godine.

2. Upisom u **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva**, POJATINA JURAJ, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva **"ovlašteni inženjer građevinarstva"** i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.

3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje **"inženjersku iskaznicu"** i **"pečat"**, koji su trajno vlasništvo Komore.

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

6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.

4

2

Obrazloženje

POJATINA JURAJ, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 24.01.2007. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

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

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

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

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

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

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

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

Pouka o pravnom lijeku

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

REPUBLIKA HRVATSKA - Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu ZAGREB 1

PREDSJEDNIK KOMORE

Damir Doka, dipl.ing.geod.

Dostaviti:

1. JURAJ POJATINA, 10000 ZAGREB, BOLNIČKA CESTA 63
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

1.3 Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO KULTURE

UPRAVA ZA ZAŠTITU KULTURNE BAŠTINE
Klasa: UP/I-612-08/15-03/0157
Urbroj: 532-04-01-01-01/7-15-10
Zagreb, 10. rujna 2015.

Ministarstvo kulture rješavajući o zahtjevu Jurja Pojatine, dipl. ing. građ. iz Zagreba na temelju članka 100. stavka 1. i 3. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 69/99, 151/03, 157/03, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14) i članka 11. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 74/03, 44/10), u postupku izdavanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, na prijedlog Stručnog povjerenstva za utvrđivanje uvjeta za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, donosi

R J E Š E N J E

1. Dopušta se **Jurju Pojatini, dipl. ing. građ. iz Zagreba** obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara iz **članka 2. stavka 1. toč. 1., 2. i 3.** Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, i to **istraživanje i proučavanje nosve konstrukcije nepokretnog kulturnog dobra, dokumentiranje nosive konstrukcije te izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra**.

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

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

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

4. Rješenjem Klasa: UP/I-612-08/09-03/0326, Urbroj: 532-04-01-02/5-10-3 od 15. lipnja 2010., Juraj Pojatina, dipl. ing. građ. iz Zagreba upisan je u Upisnik specijaliziranih pravnih i fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara pod rednim brojem **1449**.

Obrazloženje

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

Navedenom zahtjevu priloženi su preslika Potvrde o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore inženjera građevinarstva od 11. ožujka 2015., Popis kulturnih dobara i poslova na kojima je podnositelj zahtjeva radio, Opis tehničke opremljenosti u potrebnih mjera iz članka 7. uvodno cit. Pravilnika.

U provedenom postupku utvrđivanja uvjeta za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, sukladno članku 10. stavku 1. navedenog Pravilnika, o radovima Jurja Pojatine, dipl. ing. građ., STUDIO ARHING d.o.o. iz Zagreba zatraženo je stručno mišljenje nadležnih konzervatorskih tijela.

Stručno povjerenstvo je na temelju priložene dokumentacije i stručnih mišljenja Konzervatorskog odjela u Požegi od 7. srpnja 2015., Konzervatorskog odjela u Slavonskom Brodu od 8. srpnja 2015., Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu od 3. srpnja 2015., Konzervatorskog odjela u Splitu od 10. srpnja 2015. i Konzervatorskog odjela u Zadru od 13. srpnja 2015., a sukladno čl. 10. st. 4. Pravilnika, utvrdilo da postoje propisani uvjeti za obavljanje poslova iz čl. 2. st. 1. toč. 1., 2. i 3. Pravilnika: istraživanje i proučavanje nosve konstrukcije nepokretnog kulturnog dobra, dokumentiranje nosive konstrukcije te izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.

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

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

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

Iz gore navedenog riješeno je kao u izreci.

Uputa o pravnom lijeku:

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

POMOĆNICA MINISTRA

Sanja Šaban, dipl. ing. arh.

Dostavlja se:
1. Juraj Pojatina, d.i.g., STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb (s povratnicom)
2. Konzervatorski odjeli Ministarstva kulture, svi
3. Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu
4. Upisnik specijaliziranih fizičkih i pravnih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, ovdje
5. Pismohrana, ovdje

1.4 Opći podaci o građevinskoj konstrukciji

Naziv:	Crkva svetog Mihaela Arkanđela
Adresa:	Isce 33a, 10000, Zagreb
Katastarska čestica:	2686
Katastarska općina:	335363, Gračani
Vlasnik:	Zagrebačka nadbiskupija- nadbiskupski duhovni stol
Adresa vlasnika:	Kaptol 31, 10000, Zagreb
OIB:	45008624867

1.5 Popis mapa

Mapa 1	Građevinski projekt	TD: 09/21
Sadržaj:	Projekt obnove konstrukcije zgrade	
Projektant:	Juraj Pojatina, dipl. ing. građ.	
	G 3870	
	Studio Arhing d.o.o., Ćire Truhelke 49, Zagreb	

Mapa 2	Arhitektonski projekt	TD: 571-21/20
Sadržaj:	Projekt obnove konstrukcije zgrade	
Projektant:	Damir Foretić, ing.građ.	
	A 2233	
	Foretić i sinovi d.o.o., Dugo Selo	

1.6 Popis projektanata i suradnika

Mapa 1	Građevinski projekt
Sadržaj:	Projekt obnove konstrukcije građevine
Projektant:	Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.
Suradnici:	David Anđić, mag.ing.aedif.
	Tamara Horvat, mag.ing.aedif.
	Karla Mustapić, mag.ing.aedif.
	Izv.prof.dr.sc. Mario Uroš, dipl.ing.građ.
	Maja Baniček, mag.ing.aedif.

Mapa 2	Arhitektonski projekt
Sadržaj:	Projekt obnove konstrukcije građevine
Projektant:	Damir Foretić, ing.građ.
Suradnici:	Filip Foretić, m.i.g.
	Nikola Pašalić, bacc.ing.aedif.

Odgovorna osoba: Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.



U Zagrebu, lipanj 2021.

II. TEHNIČKI DIO

1. Program kontrole i osiguranja kvalitete

1.1 Opći podaci i definicije

1.1.1. Primjena općih tehničkih uvjeta

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevina.
Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

1.1.1.1. Investitor je dužan:

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

1.1.1.2. Izvođač je dužan:

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

1.1.1.3. Dokumentacija

Da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja, Izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i pridržavati se nje kako slijedi:

- Građevinsku dozvolu i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti)
- Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu
- Rješenja o imenovanju odgovornih osoba
- Elaborat o organizaciji gradilišta sa mjerama zaštite na radu i zaštite od požara.
- Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja
- Dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme (atesti, uvjerenja certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
- Izvještaje o svim ispitivanjima koja su provedena po nalogu ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

1.1.1.4. Kontrolna ispitivanja

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

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati slijedeće dijelove:

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

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

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

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

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

Po završetku svih radova izvođač je obavezan izraditi elaborat izvedenog stanja građevine i katastra podzemnih instalacija.

1.1.2. Standardi

Nabavku opreme i materijala izvoditelj mora usuglasiti s ovim specifikacijama i važećim standardima:
HRN (i privremeno preuzet JUS).
HRN EN (Hrvatske norme – preuzete europske norme)
Ukoliko neki radovi nisu obuhvaćeni ovim standardima, mjerodavni će biti:
a) Međunarodne Organizacije za Standardizaciju ISO
b) Njemačke Industrijske Organizacije DIN

1.2 Zemljani radovi

Prije početka gradnje zemljište se mora očistiti od raslinja, smeća i otpadaka. To se isto odnosi na dio zemljišta na kojem je bila prethodno konstrukcija, a srušena je kako bi sad na istom mjestu gradila nova.
Tlo na mjestu građenja potrebno je isplanirati i iskolčiti. Prilikom iskopa izvođač je dužan obavijestiti geomehaničara koji mora izvršiti kontrolu svojstava tla i napraviti kontrolu statičkog proračuna.
Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete gradiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se ustvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna.
Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja. Sve radove, kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehaničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik. Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm.
Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebnog s gradilišta.

1.3 Betonski i armiranobetonski radovi

a. Beton proizveden prema odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20) i ovih tehničkih uvjeta ugrađuje se u betonsku konstrukciju prema projektu, normi HRN EN 13670 te HRN EN 13670/NA, normama na koje ta norma upućuje.

U glavnom projektu je specificiran razred tlačne čvrstoće i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206:2016.

b. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670:2010 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

c. Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670:2010 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

d. Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača.

***d.1**. Ako je količina ugrađenog betona veća od 100 m^3, za svakih slijedećih ugrađenih 100 m^3 uzima se po jedan dodatni uzorak betona.*

***d.2**. Podaci o istovrsnim elementima betonske konstrukcije izvedenim od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača evidentiraju se uz navođenje podataka iz otpremnice tog betona, a podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz obvezno navođenje oznake pojedinačnog elementa betonske konstrukcije i mjesta u elementu betonske konstrukcije na kojem se beton ugrađivao u trenutku uzimanja uzoraka.*

***d.3.** Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija norme HRN EN 206:2016 »Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće«.*

e. Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ugrađenog u pojedini element betonske konstrukcije u slučaju sumnje, provodi se kontrolnim ispitivanjem na mjestu koje se određuje na temelju podataka iz točke d.2..

f. Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1:2019 i ocjenu sukladnosti prema HRN EN 13791:2019.

Materijali za spravljanje betona moraju biti u skladu sa slijedećim propisima i normama:

cement:

- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20). Kontrola cementa provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za predgotovljene elemente i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206:2016.

agregat:

- HRN EN 12620:2008 Agregati za beton
- HRN EN 13055:2016 Lagani agregati: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje

voda:

- HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona – Specifikacija za uzrokovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona kao vode za pripremu betona

Dodaci betonu moraju zadovoljavati uvjete kvalitete prema HRN EN 480. Za upotrebu bilo kojeg dodatka betonu mora se pribaviti mišljenje projektanta konstrukcije.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona određuje se odnosno provode prema normi HRN EN 206:2016 Beton - Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost.

Tehnička svojstva betona moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu betona i moraju biti specificirane prema normi HRN EN 206:2016.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstva svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstva očvrsnulog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje otpornosti betona na smrazavanje i odmrzavanje provodi se prema normama HRN CEN/TR 15177:2006.

1.3.1. ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

1.3.1.1. Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:

- datum isporuke,
- vrijeme i
- količinu,

i informirati proizvođača o:

- posebnom transportu na gradilište,
- posebnim postupcima ugradnje,
- ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

1.3.1.2. Informacije proizvođača betona korisniku

Kada naručuje beton, korisnik će zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona.

Te informacije mora na zahtjev korisnika dati proizvođač prije isporuke betona, već prema tome kako odgovara korisniku.

Kad je posrijedi tvornički proizvedeni beton, informacije, kad se zatraže, mogu također biti dane i referencama proizvođačeva kataloga sastava mješavina betona, u kojima su iskazane pojedinosti o klasama čvrstoće, klasama konzistencije, težina mješavine i drugi mjerodavni podaci.

Informacije za utvrđivanje vremena zaštite betona prema razvoju čvrstoće mogu biti iskazane nazivima iz tablice 2 ili krivuljom razvoja čvrstoće betona pri 20°C između 2 i 28 dana.

Tablica 2. Razvoj čvrstoće betona pri 20°C

Razvoj čvrstoće	**Omjeri čvrstoće - σ_2 / σ_{28}**
Brz	> 0,5
Srednji	> 0,3 < 0,5
Polagan	> 0,15 < 0,3
Vrlo polagan	< 0,15

Omjer čvrstoće kao indikator razvoja čvrstoće jest omjer srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 2 dana σ_2 i srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 28 dana σ_{28} utvrđen početnim ispitivanjima ili zasnovan na poznatim svojstvima betona komparabilnog sastava.

U ovim početnim ispitivanjima uzorke za utvrđivanje čvrstoće treba praviti, njegovati i ispitivati prema HRN EN 12350-1:2019, HRN EN 12390-1:2012, HRN EN 12390-2:2019 i HRN EN 12390-3:2019.

Proizvođač treba informirati korisnika o zdravstvenom riziku koji se može pojaviti tijekom rukovanja betonom.

1.3.1.3. Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

Pri isporuci betona proizvođač mora dostaviti korisniku otpremnicu za svaku transportnim sredstvom isporučenu količinu betona, na kojoj su otisnute, utisnute ili upisane najmanje sljedeće informacije:

- ime tvornice betona,
- serijski broj otpremnice,
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode,
- broj vozila,
- ime kupca,

- ime i lokacija gradilišta,
- detalji ili reference uvjeta, npr. kodni broj, redni broj,
- količina betona u m^3,
- deklaracija sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i EN 206:2016,
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno,
- vrijeme kad beton stiže na gradilište,
- vrijeme početka istovara,
- vrijeme završetka istovara.

1.3.1.4. Otpremne informacije za gradilišni beton

Odgovarajuća informacija tražena potpoglavljem 2.1.3. za otpremnicu betona mjerodavna je i za beton proizveden na velikom gradilištu ili kad uključuje više tipova betona.

1.3.1.5. Konzistencija pri isporuci

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije, osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka uključen u projekt betona. Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremni dokument u svim slučajevima.

1.3.1.6. Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima ocjene sukladnosti radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje. Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima.

Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u normi HRN EN 206:2016 i odredbama ovog poglavlja projekta .

Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke.

Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti.

Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima ocjene sukladnosti.

1.3.1.7. Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za besprijekorno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje.

Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima.

To uključuje:

- izbor materijala,
- projektiranje betona,
- proizvodnju betona,
- preglede i ispitivanja,
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrslog betona i opreme
- kontrolu sukladnosti .

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22, 23 i 24 norme HRN EN 206:2016. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

Svi mjerodavni podaci o kontroli proizvodnje trebaju biti zapisani (sadržani u izvještajima). Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godina, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

1.3.1.8. Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima te mora provoditi I sljedeće:

a) početno ispitivanje kad je traženo
b) kontrolu proizvodnje
c) kontrolu sukladnosti

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

1.3.2. SKELE I OPLATE

1.3.2.1. Osnovni zahtjevi

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,

- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije.
- oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplate te njihovim uklanjanjem.
- skele i oplate moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme.

1.3.2.2. Materijali

1.3.2.3. Općenito

Može se upotrijebiti svaki materijal koji će ispuniti uvjete konstrukcije. Moraju zadovoljavati odgovarajuće norme za proizvod ako postoje. U obzir treba uzeti svojstva posebnih materijala.

1.3.2.4. Oplatna ulja

Oplatna ulja treba odabrati i primijeniti na način da ne štete betonu, armaturi ili oplati i da ne djeluju štetno na okolinu.Nije li namjerno specificirano, oplatna ulja ne smiju štetno utjecati na valjanost površine, njezinu boju ili na posebne površinske premaze. Oplatna ulja treba primjenjivati u skladu s uputama proizvođača ili isporučitelja.

1.3.2.5. Skele

Projekt skele treba uzeti u obzir deformacije tijekom i nakon betoniranja kako bi se izbjegle štetne pukotine u mladom betonu. To se može postići:

- ograničenjem progibanja i/ili slijeganja,
- kontrolom betoniranja i/ili specificiranjem betona npr. usporavanjem ugradnje.

1.3.2.6. .Oplate

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrsne.

Oplata i spojnice između elemenata trebaju biti dovoljno nepropusni da spriječe gubitak finog morta.

Oplatu koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju treba odgovarajuće vlažiti da se spriječi gubitak vode iz betona, osim ako nije za to posebno i kontrolirano namijenjena.

Unutarnja površina oplate mora biti čista. Ako se koristi za vidni beton, njezina obrada mora osigurati takvu površinu betona.

1.3.2.7. Površinska obrada

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama.

Za prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani pokusni betonski paneli.

Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplate, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

1.3.2.8. Oplatni ulošci i nosači

Privremeni držači oplate, šipke, cijevi i slični predmeti koji će se ubetonirati u sklop koji se izvodi i ugrađeni elementi kao npr. ploče, ankeri i distanceri trebaju:

- biti čvrsto fiksirani tako da očuvaju projektirani položaj tijekom betoniranja,
- ne uzrokovati neprihvatljive utjecaje na konstrukciju,
- ne reagirati štetno s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom,
- ne uzrokovati neprihvatljivi površinski izgled betona,
- *ne štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.*

Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu.

Udubljenja ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.

1.3.2.9. Otpuštanje skela i uklanjanje oplate

Skele ni oplata se ne smiju uklanjati dok beton ne dobije dovoljnu čvrstoću:

- otpornu na oštećenje površine skidanjem oplate,
- dovoljnu za preuzimanje svih djelovanja na betonski element u tom trenutku,
- da izbjegne deformacije veće od specificiranih tolerancija elastičnog ili neelastičnog ponašanja betona.

Uklanjanje oplate treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereti i ne ošteti.

Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preopterete. Stabilnost skela i oplate treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja.

Postupak podupiranja ili otpuštanja kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno opterećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi.

1.3.3. ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE

a. Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670, normama na koje ta upućuje.

b. Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje, projekta betonske konstrukcije te odredbama ovoga Priloga.

c. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

d. Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

d.1. provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik zaarmiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije,

d.2. provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu s Prilozima »B« te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

1.3.3.1. Materijali

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete HRN EN 10080 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.

Sidreni i spojni elementi trebaju zadovoljavati uvjete EN 1992-1-1, priznatih propisa navedenih u TPGK i uvjete projekta.

Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.

Galvanizirana armatura može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranom armaturom.

Za sve čelike izvoditelj treba pribaviti ateste koji nisu stariji od 6 mjeseci. Nadzorni inženjer treba upisom u dnevnik potvrditi da li su isporučeni čelici odgovarajuće kakvoće i dozvoliti ugradnju u armiranobetonsku konstrukciju. Za čelike koji su dopremljeni na gradilište ili centralno savijalište bez odgovarajućih atesta ili certifikata ne smiju se ugrađivati dok se ne provede naknadno atestiranje.

Nastavljanje armature zavarivanjem mogu obavljati samo atestirani varioci za tu vrstu zavarivanja, sa atestom ne starijim od 1 godine. Izvoditelj mora voditi dnevnik zavarivanja s podacima – ime varioca, način zavarivanja, proizvođača, vrstu i šaržu elektrode te poziciju na kojoj se prema planu armature radilo. Nadzorni inženjer treba utvrditi da se izvoditelj pridržava ovih uvjeta i odobriti način nastavljanja zavarivanjem.

1.3.3.2. Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,

- savijanje čelika pri temperaturi ispod -5 °C, ako je dopušteno projektnim specifikacijama,treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama.

Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature.

1.3.4. BETONIRANJE

1.3.4.1. Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz HRN EN 206:2016.

1.3.4.2. Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona

Nadzor i kontrolu kakvoće treba provesti na mjestu ugradnje i to najmanje u opsegu definiranom ovim tehničkim uvjetima. Među ostalim treba provjeriti otpremni dokument i parafom potvrditi izvršeni nadzor.

1.3.4.3. Kontrola prije betoniranja

- Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim projektom, a ako ne postoji projekt a prema složenosti izvedbe je neophodan, potrebo ga je uzraditi.
- Treba po potrebi izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati.
- Sve pripremne radnje treba provjeriti i dokumentirati prema ovim uvjetima prije no što ugradnja betona počne.
- Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene. Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode.
- Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode.
- Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.
- Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere.
- Predviđa li se temperatura okoline ispod 0°C u vrijeme ugradnje betona ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od oštećenja smrzavanjem.
- Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja treba biti iznad 0^{o}C. Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

1.3.4.4. Ugradnja i zbijanje

- Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja.
- Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu: Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu.
- Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih sipki armature.
- Vibriranje površinskim vibratorima treba izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak. Prekomjerno površinsko vibriranje koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona treba izbjeći. Kad se primjenjuje samo površinsko vibriranje, debljina sloja nakon vibriranja obično ne treba prelaziti 100 mm, osim ako nije prethodno eksperimentalno dokazano drugačije. Korisno je dodatno vibriranje površina uz podupore.
- Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplate i skela. Hladna spojnica se može stvarati tijekom betoniranja, ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog. Dodatni zahtjevi na postupak i brzinu ugradnje betona mogu biti potrebni kod posebnih zahtjeva za površinsku obradu.
- Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru.
- Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštiti od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega.
- Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrđivača ili sličnih materijala nije dopušteno.

1.3.4.5. Njegovanje i zaštita

- Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

• da se skupljanje svede na najmanju mjeru,
• da se postigne potrebna površinska čvrstoća,
• da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja,
• od smrzavanja,
• od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećivanja.

- Pogodni su sljedeći postupci njegovanja primijenjeni odvojeno ili uzastopno:

• držanje betona u oplati,
• pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama, posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima,

- pokrivanjem vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja,
- držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem,
- primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkimdopuštenjem).

➢ Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno njegovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog njegovanja takvi daje brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu. Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno njegovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.

➢ Trajanje primijenjenog njegovanja treba biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru:

- čvrstoće i zrelosti betona,
- oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

Beton za uporabu u uvjetima izloženosti konstrukcije definiranim u poglavlju 3 a treba njegovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće. Iskustveno se taj uvjet, iskazan vremenski, može kontrolirati prema podacima danim u tablici "Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1"

Tablica 3: Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1

Površinska temperatura betona, °C	Najmanje razdoblje njegovanja, dana[1) 2)]			
	Razvoj čvrstoće betona[4)] f_{cm2} / f_{cm28}			
	brz, r > 0,50	srednji, r = 0,30	spor, r = 0,15	vrlo spor,
r<0,15	1,0	1,5	2,0	3,0
T>25	1,0	2,0	3,0	5,0
25>T> 5 15>T>10	2,0	4,0	7,0	10,0
1) dodajući svako vrijeme vezanja iznad 5 sati				
2) linearna interpolacija između vrijednosti u redovima je moguća				
3) za temperature ispod 5°C trajanje treba produžiti za razdoblje jednako vremenu ispod 5°C				
4) razvoj čvrstoće betona je omjer između srednje tlačne čvrstoće betona nakon 2 dana i srednje tlačne čvrstoće betona nakon 28 dana				

Ako se razvoj topline koristi za mjerenje razvoja svojstava betona, omjer topline i odgovarajuće čvrstoće treba prethodno utvrditi ili odobriti ovlaštena institucija.

Pobliža određenja razvoja svojstava betona mogu se temeljiti na jednom od slijedećih postupaka:

- računu zrelosti iz mjerenja temperature na dubini najviše 10 mm u betonu ispod površine,
- računu zrelosti iz mjerenja srednjih dnevnih temperatura zraka,
- temperaturi grijanja,
- drugim pogodnim postupcima.

Račun zrelosti treba se zasnivati na odgovarajućoj funkciji zrelosti, dokazanoj za tip cementa ili kombinaciju cementa i uporabljenog mineralnog dodatka.

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnicama, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te sljedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu sljedeću operaciju. Ako projektnim specifikacijama nije naglašeno dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm^2).

Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C.

Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju:

- značajno smanjenje čvrstoće,
- značajno povećanje poroznosti,
- odloženo formiranje etringita,
- povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.

1.3.4.6. Aktivnosti poslije betoniranja

Nakon skidanja oplate nadzorni inženjer treba prema uvjetovanom razredu nadzora provesti kontrolu površine betona i potvrditi sukladnost za zahtjevima.Površinu betona treba tijekom izvedbe zaštititi od oštećivanja i remećenja površinske teksture.Potrebe ispitivanja betona na građevini (svojstvo, učestalost i kriterije sukladnosti) treba prema uvjetima izvedbe i eksploatacije građevine utvrditi projektom konstrukcije i planom kontrole kvalitete izvedbe radova.

1.3.4.7. Konstrukcijske spojnice

Spojni dijelovi bilo kojeg tipa trebaju biti neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije.

1.3.4.8. Geometrijske tolerancije

Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

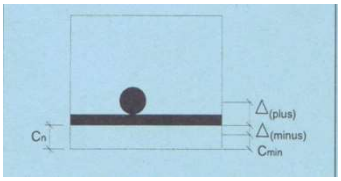
- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
- ponašanje tijekom uporabe građevine,
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti.

Date tolerancije, nominirane kao normalne tolerancije, odgovaraju projektnim pretpostavkama, HRN EN 1992 i traženoj razini sigurnosti.Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod pojedinih dijelova svaka međukontrola tih dijelova mora poštivati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije.

Ako je određeno geometrijsko odstupanje pokriveno različitim zahtjevima (preduvjetovano), primjenjuje se stroži uvjet. Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti više no što je prikazano u slijedećoj tablici:

Tablica 4 - tolerancije

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	**Dimenzije poprečnog presjeka**		+ 10 mm
b	**Položaj obične armature u poprečnom presjeku** 	Za sve h vrijednosti je: Δ negativno (minus) a pozitivno za h< 150 mm h = 400 mm h > 2500 mm	 - 10 mm + 10 mm + 15 mm + 20 mm uz linearnu interpolaciju međuvrijednosti
c_{min} = traženi najmanji zaštitni sloj betona			
c_n = nominalni zaštitni sloj = c + IΔ(minus)I			
c = stvarni zaštitni sloj			
Δ = dopušteno odstupanje od c_n			
h = visina poprečnog presjeka			
Uvjet: c + Δ(plus) > c_n - I Δ(minus) I			
Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata utemeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.			
c	**Preklopni spoj**	l preklopna duljina	-0,06 l
d	**okomitost poprečnog presjeka**	a – duljina dimenzije popr. presjeka	ne više od 0,04a ili 10 mm
e	**ravnost**		

	Oplaćena ili zaglađena površina Ne oplaćene površine : ➢ globalno ➢ lokalno	L = 2,0 m L = 0,2 m L 2,0 m L = 0,2 m	9 mm 4 mm 15 mm 6 mm
f	**Zakošenost poprečnog presjeka**	ne veće od h/25 ili b/25, ali ne više od 30 mm	
g	**ravnost bridova**	za dužine: $\leq$ 1 m > 1 m	8mm 8 mm/m, ali ne više od 20 mm
h	**otvori u ulošci**	Δ_1 ; Δ_2 ; Δ_3	$\pm$ 25 mm

1.4 Čelična konstrukcija

Kod izrade i montaže konstrukcije izvođač se mora držati odredbi Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20), odnosno pravila i standarda navedenih u prilozima A – F istog propisa.

Izvedba čelične konstrukcije definirana je normama:

– izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija niz HRN EN 1090
– toplinsko rezanje – razredba rezova HRN EN ISO 9013
– sustav dimenzionalnih tolerancija (rupe) HRN EN ISO 286-2
– tolerancije u zgradarstvu – metode mjerenja niz HRN ISO 7976
– provjera osposobljenosti zavarivača niz HRN EN 287
– preporuke za zavarivanje metalnih materijala HRN EN 1011
– provjera osposobljenosti rukovoditelja pri potpuno mehaniziranom i automatiziranom zavarivanju metalnih materijala HRN EN 1418
– zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala niz HRN EN ISO 3834
– krovopokrivački proizvodi od lima niz HRN EN 508

Zahtjevi za kakvoću osnovnog materijala dati su u specifikaciji materijala u tehničkoj dokumentaciji za svaku pojedinu poziciju, kojih se treba u potpunosti pridržavati. Oznake kakvoće date su kako je propisano u Tehničkom propisu. Materijal druge vrste i kakvoće nego što je propisan može se upotrijebiti samo po prethodnom pismenom

odobrenju projektanta. Karakteristike i kakvoća osnovnog materijala određeni su propisima u hrvatskim standardima:

– definicija i razredba vrsta čelika	HRN EN 10020
– opći tehnički uvjeti isporuke za čelične proizvode	HRN EN 10021
– označavanje čelika	HRN EN 10027-1, HRN EN 10027-2
– toplovaljani proizvodi od konstrukcijskih čelika	niz HRN EN 10025
– toplovaljani I–profili sa skošenim pojasnicama	HRN EN 10024
– toplovaljani čelični limovi (debljine veće od 3 mm)	HRN EN 10029
– I–profili i H–profili od konstrukcijskih čelika	HRN EN 10034
– toplovaljana čelična traka	HRN EN 10048
– neprekinuti, neprevučeni toplovaljani lim i traka	HRN EN 10051
– toplovaljani T–profil	HRN EN 10055
– čelični kutnici	HRN EN 10056-1, HRN EN 10056-2
– toplooblikovani šuplji profili	niz HRN EN 10210
– toplo valjani čelični U–profili	HRN EN 10279
– toplovaljane šipke – plosnate, četverokutne, okrugle, šesterokutne	HRN EN 10058, HRN EN 10059, HRN EN 10060, HRN EN 10061
– uvjeti isporuke za stanje površine toplovaljanih čel. ploča, traka i profila	niz HRN EN 10163

Mehanička spojna stredstva (vijci, zakovice) definirana su u slijedećim hrvatskim standardima.

– konstrukcijski vijčani spojevi bez predopterećenja	HRN EN 10548-1
– konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi visoke čvrstoće	niz HRN EN 14399
– mehanička svojstva spojnih elemenata – vijci i svorni elementi	HRN EN ISO 898-1
– mehanička svojstva spojnih elemenata – matice	HRN EN ISO 3506-2
– čelične matice osigrane od odvijanja	HRN EN ISO 2320
– šesterokutne matice osigrane od odvijanja	HRN EN ISO 7040, HRN ISO 7042, HRN ISO 7719, HRN ISO 10511, HRN ISO 10512, HRN ISO 10513
– vijci za lim	HRN EN ISO 1479, HRN EN ISO 1481
– samonarezni vijci	HRN EN ISO 15480
– zakovice	HRN EN ISO 15976, HRN EN ISO 15979, HRN EN ISO 15980, HRN EN ISO 15983, HRN EN ISO 15984

Karakteristike dodatnog i potrošnog materijala za zavarivanje (i opreme) određene su propisima u hrvatskim standardima:

HRN EN 13479, HRN EN ISO 2560, HRN EN ISO 14175, HRN EN 440, HRN EN ISO 17632, HRN EN ISO 14341, HRN EN ISO 26304, HRN EN 13918, HRN EN ISO 14343, HRN EN ISO 16834, HRN EN ISO 17633, HRN EN ISO 18276, HRN EN ISO636

Nadzor nad svim fazama izrade čelične konstrukcije u radionici i nad montažom vrši nadzorni inženjer imenovan od strane investitora.

Izvođač je dužan nadzornom inženjeru dostaviti na uvid:

- dokaze sukladnosti materijala od kojih je izrađena čelična konstrukcija,
- dokaze sukladnosti za spojni materijal (vijke, elektrode, zakovice)
- dokaze o osposobljenosti zavarivača, koji izrađuju ovu konstrukciju,
- uvjerenje o kvalifikacijama drugih stručnih osoba angažiranih na izradi konstrukcije,
- planovi slijeda zavarivanja s točnim odredbama rasporeda i slijeda zavarivanja svakog pojedinog zavara
- zakonski propisano vođenje dnevnika (radionički dnevnik, dnevnik zavaravanja),
- skice s ucrtanim brojevima dokaza sukladnosti osnovnog i spojnog materijala iz kojeg je izrađena svaka pojedina pozicija s označenim zavarima, s brojem dokaza sukladnosti elektrode i oznakom zavarivača koji je to zavario.

Kod montaže konstrukcije na gradilištu:

- plan montaže konstrukcije,
- radioničke nacrte sa svim izmjenama i dopunama,
- dokumente o prijemu konstrukcije u radionici,
- dokaz o osposobljenosti zavarivača koji vrši zavarivanje konstrukcije na montaži,
- dokumente o kontroli izvođenja montažnih spojeva,
- montažni dnevnik, dnevnih zavarivanja,
- podatke o geodetskim i drugim mjerenjima tijekom montaže,
- foto dokumentacije o građenju objekta.

Dužnosti i obveze nadzornog inženjera su:

- kontinuirana kontrola izrade i montaže čelične konstrukcije u svim fazama,
- ovjeravanje naprijed navedenih dokumenata,
- sudjelovanje kod prijema konstrukcije u radionici
- sudjelovanje kod prijema gotove montirane konstrukcije.

Izvođačeva je dužnost i zakonska obveza da projektanta upozori na uočene proturječnosti i nedostatke u tehničkoj dokumentaciji. Isto tako dužan je za sve nejasnoće tražiti objašnjenje od projektanta.

Izvođač može predanu mu tehničku dokumentaciju upotrebljavati isključivo za izradu konstrukcije obrađene u ovom elaboratu.

Jediničnom cijenom po kg konstrukcije uključeni su:

- svi troškovi dobave, izrade i montaže konstrukcije,
- sav potreban pomoćni materijal, alat, mehanizacija i skladištenje,
- priprema površine, te kvaliteta i debljina sloja prvog temeljnog premaza prema posebnim uvjetima antikorozivne zaštite (prilog TPGK-a),
- svi horizontalni i vertikalni transporti do mjesta ugradbe,
- sva potrebna radna skela,
- sva šteta i troškovi popravka kao posljedica nepažljive izvedbe,
- troškovi zaštite na radu i troškovi dokazivanja sukladnosti.

Osnovni, kao i dodatni materijal preuzima izvođač radova - suglasnost zahtjevima standarda odnosno propisa - ukoliko u ugovoru između investitora i izvođača nije drugačije utvrđeno.

Limovi i lamele koje se ugrađuju u čeličnu konstrukciju glavnih nosača treba kontrolirati ultrazvukom radi dvoplosnosti. Nadzorni inženjer i izvođač dogovoriti će se o obimu kontrole ultrazvukom.

Nadzorni inženjer može u slučaju sumnje u kakvoću materijala dati da se pojedine sarže ponovno ispituju, bilo kompletno, bilo samo pojedine probe.

Izvođač je dužan izraditi detaljni plan tehnološkog procesa izrade. Plan treba sadržavati suglasnost zahtjevu projekta, raspored limova i radioničkih nastavaka, oblik i dimenzije šavova zavarenih spojeva, način radioničkog sklapanja konstrukcije, postupak zavarivanja s karakterističnim uputstvima svih faznih operacija od početka do završetka radioničkih radova.

Detaljnu tehnologiju zavarivanja suglasno raspoloživoj opremi i kadrovima predlaže izvođač investitoru donosno nadzornom inženjeru i projektantu.

Osnovni je zahtjev da predviđeni način odnosno postupak ne daje spojeve koji imaju gora mehanička svojstva od osnovnog materijala. Tehnološki postupak ulazi u tehničku dokumentaciju i sastavni je dio dokumenata koje odobrava nadzorni inženjer.

Tijekom radova se po nahođenju nadzornog inženjera može vršiti dopunsko atestiranje pojedinih zavarivača ako se za to ukažu potrebe. Troškove osposobljavanja snosi izvođač.

Dodatni materijal mora se uskladištiti u suhom prostoru tako da ne bi došlo do vlaženja. Skladištenje dodatnog materijala, bilo elektroda, žica ili praškova vrši se u originalnoj ambalaži isporučioca elektroda.

Sav dodatni materijal koji se u radionici ili na gradilištu ostavlja poslije izvršenog dnevnog rada u otvorenoj ambalaži, mora se prije ponovne upotrebe podvrgnuti propisanom sušenju na peći, na temperaturi koja je u te svrhe propisana. To važi za oploštene elektrode kao i za praškove za automatska ili poluautomatska zavarivanja.

Pojedine vrste elektroda (ukoliko zahtijevaju tehnički uvjeti) moraju biti sušene odmah nakon vađenja iz originalne ambalaže.

Uvjetima antikorozivne zaštite i ugovorom propisat će se stupanj pripreme površine, te debljina i kakvoća prvog temeljnog premaza.

Investitor mora osigurati prostor za istovar i manipulaciju čelične konstrukcije, te osigurati adekvatni izvor električne energije u slučaju da izvođač koristi kranove pogonjene električnom energijom.

Ovi opći uvjeti se mijenjaju ili dopunjuju pojedinim stavkama troškovnika.

Za sve građevne proizvode koji nisu obohvaćeni ovim uvjetima kontrole i osiguranja kvalitete mjerodavni su propisi navedeni u prilozima Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije.

1.5 Drvena konstrukcija

Kod izrade i montaže konstrukcije izvođač se mora držati odredbi Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20), odnosno pravila i standarda navedenih u prilozima istog propisa.

Izvedba drvene konstrukcije definirana je normama:

– projektiranje drvenih konstrukcija – opća pravila i pravila za zgrade	HRN EN 1995-1-1
– sadržaj vlage piljenog drva	niz HRN EN 13183
– ploče na osnovi drva – smjernice za uporabu nosivih ploča	HRN CEN/TR 12872
– adhezivi za nosive drvene konstrukcije	niz HRN EN 302
– metode ispitivanja	niz HRN EN 594
– ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem	HRN U.M1.047

Zahtjevi za kakvoću osnovnog materijala dati su u specifikaciji materijala u tehničkoj dokumentaciji za svaki pojedini element, kojih se treba u potpunosti pridržavati. Oznake kakvoće date su kako je propisano u Tehničkom propisu.

Materijal druge vrste i kakvoće nego što je propisan može se upotrijebiti samo po prethodnom pismenom odobrenju projektanta. Karakteristike i kakvoća osnovnog materijala određeni su propisima u hrvatskim standardima:

– konstrukcijsko drvo	niz HRN EN 14081
– zupčasto spojeno konstrukcijsko drvo	HRN EN 15497
– lijepljeno lamelirano drvo	HRN EN 14080
– ploče na osnovi drva	HRN EN 13986
– lamelirane furnirske ploče	HRN EN 14279
– lamelirane furnirsko drvo	HRN EN 14374
– ploče s česticama povezanim cementom	HRN EN 634-1
– štapasta spajala	HRN EN 14592
– neštapasti spojni elementi	HRN EN 14545
– spajala za drvo – moždanici posebne izvedbe za drvo	HRN EN 912
– kazeinski adhezivi za nosive drvene konsrukcije	HRN EN 12436
– fenolni i aminoplastični adhezivi za nosive drvene konsrukcije	HRN EN 301
– jednokomponentni poliuretanski adhezivi za drv. strukture pod opt.	HRN EN 15425
– predgotovljene konstrukcijske elemente sastavljene utisnutim metalnim ježastim pločama	HRN EN 14250
– predgotovljeni drveni nosači oplate.	HRN EN 13377

Maksimalna debljina lamela pri sastavljanju glavnog nosača je 32 mm. Kvaliteta drva propisuje se za rubne petine visine presjeka je klasa I (GL28) odnosno za središnje 3/5 visine nosača klasa II (GL24). Pri proizvodnji nosača posebno je potrebno pridržavati se slijedećeg:

- maksimalna vlažnost lamela 12 $\pm$ 3%
- unutar područja rubnih petina nastavak lamela mora se izvoditi „cink“ spojem, a klinasti nastavak dozvoljen je unutar srednje 3/5 visine nosača
- oblikovanje nosača na dijelu oslonaca mora se obaviti u proizvodnom pogonu
- nije dozvoljeno dolijepljivanje dijelova nosača

Proizvodnja drvene konstrukcije mora se provoditi u svemu prema odredbama navedenih hrvatskih normi za izradu drvenih konstrukcija

Čelični okov kao i čelični elementi krovnih spregova predviđeni u kvaliteti osnovnog čeličnog materijala: S 235 JR

Sve čelične papuče oslonaca kao i sva spojna sredstva antikorozivno se zaštićuju cinčanjem. Cinčanju mora prethoditi pjeskarenje svih elemenata koji se cinčaju.
Kompletnu drvenu konstrukciju potrebno je u tvornici zaštititi fungicidnim i insekticidnim sredstvima, dok se zaštita od vlage osigurava dvostrukim lazurnim nanosima. Nakon nanošenja zaštitnih sredstava nije dozvoljena daljnja dodatna obrada drva.
Proizvođač je dužan predati naručitelju sve protokole o proizvodnji, a posebno o ljepljenju lamela, te o sadržaju vlage u drvu.

Nadzorni inženjer i proizvođač konstrukcije dužni su tijekom proizvodnje u radionici zapisnički (protokol) pratiti

- temperaturu, vlažnost i čistoću radionice
- kvalitetu svake pojedine lamele
- vlažnost drva
- ljepilo (vrstu, proizvođača, broj i datum isporuke, debljine slojeva, miješanja
- uvjete ljepljenja i prešanjanja, vrijeme otpuštanja
- gemetrijsku kontrolu gotovih elemenata

Ovi protokoli sastavni su dio kompletne atesne dokumentacije koju je izvođač dužan predočiti na tehničkom pregledu i tijekom gradnje.
Prilikom transporta nosače je potrebno zaštititi od utjecaje atmosferilija, a ovisno o načunu montaže i transporta potrebno je dokazati stabilnost pojedinih elemenata u fazi transporta.
Prije početka proizvodnje konstrukcije proizvođač ima obavezu izraditi radioničke nacrte kompletne krovne drvene konstrukcije i svih čeličnih dijelova (papuče, oslonci i spojna sredstva), te iste predočiti na ovjeru projektantu glavnog projekta konstrukcije. Izvođač radova također je dužan dati na ovjeru i plan montaže pri čemu se posebno naglašava potreba određivanja redosljeda montaže obzirom na raspored krovnih spregova.

1.6 Zidarski radovi

Prilikom izvedbe zidarskih radova prema projektu i troškovniku izrađenog na osnovu ovog projekta, izvođač radova mora se pridržavati svih uvjeta i opisa u projektu i troškovniku kao i važećih propisa, a posebno:

- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20)

1.6.1. Materijali

Materijali koji se upotrebljava za zidarske radove mora biti ispravan, kvalitetan, a na zahtjev izvođač mora predočiti važeće ateste ili dati ispitati prema važećim standardima. Ispitivanje pada na teret izvođača.

Materijal koji je upotrebljavan mora zadovoljiti slijedeće standarde:

Zidni elementi

–	opečni zideni elementi – specifikacije	HRN EN 771-1
–	vapnenosilikatni zidni elementi – specifikacije	HRN EN 771-2
–	betonski zidni elementi – specifikacije	HRN EN 771-3
–	porobetonski zidni elementi – specifikacije	HRN EN 771-4
–	zidni elementi od umjetnog kamena– specifikacije	HRN EN 771-5
–	zidni elementi od prirodnog kamena– specifikacije	HRN EN 771-6
–	tlačna čvrstoća	HRN EN 772-1
–	izmjere zidnih elemenata	HRN EN 772-16
–	neto obujam i postotak šupljina opečnih zidnih el.	HRN EN 772-3
–	gustoća i obujamska masa zidnih el. od prir kamena	HRN EN 771-4

Mort

–	poroznost svježeg morta	HRN EN 1015-7
–	konzistencija svježeg morta	HRN EN 1015-3
–	gustoća svježeg morta	HRN EN 1015-6
–	tlačna i savojna vlačna čvrstoća morta	HRN EN 1015-11
–	uzorci za ispitivanje morta	HRN EN 1015-2

Uskladištenje materijala, koji se koriste za zidanje, mora biti takvo da nije moguće oštećenje do stupnja kada nisu pogodni za korištenje. Opeka se ne smije polagati na površine koje sadrže kemijske nečistoće, klinker ili pepeo, niti na novo betonirane ploče, dok ta konstrukcija nema dovoljnu nosivost. U zimi opeku koja nije otporna na mraz potrebno je skladištiti u zatvorenim prostorima gdje temperatura nije niža od 0°C.

Cement i vapno trebaju biti zaštićeni od djelovanja vlage za vrijeme transporta i skladištenja. Veziva skladištiti odvojeno tako da ne dođe do mješanja.
Pijesak različitih tipova treba pohraniti odvojeno na tvrdoj podlozi, gdje neće biti onečišćen.

Mort treba biti mješan u omjerima materijala kako je određeno projektom morta, a koji je dužan dostaviti izvođač. Navedenim projektom se mora postići projektirana marka morta. Sav pribor koji se koristi pri mješanju i transportu treba održavati čistim. Nakon što se mort izmješa i izvađen je iz mješalice ne smije mu se dodavati nikakav materijal. Mort mora biti upotrijebljen prije nego počne vezivanje. Mort mora imati plastičnu konzistenciju određenu normama za mort.

Unaprijed pripremeljeni mort treba rabiti u skladu sa uputama proizvođača i prije kraja roka uporabe deklariranog od proizvođača.

Zidne elemente treba postavljati u pravilan zidni vez. Opeka mora biti čista i neoštećena. Prije nego se opeka počne postavljati u mort mora imati potrebnu vlažnost da se postigne što bolja prionljivost sa mortom. Stoga se preporuča kvašenje elemenata prije polaganja u mort. Duljinu kvašenja odrediti ovisno o konzistenciji morta, tipu opeke i preporukama pojedinih radova i propisa danih u ovom projektu.

Zidanje je potrebno obustaviti ako temperatura padne ispod +5°C ili je veća od +35°C.

Kod izvedbe vertikalnih serklaža opeku je potrebno ozidati tako da zid završava na “šmorc“. Horizontalne serklaže na razini stropova betonirati zajedno sa stropnom konstrukcijom.

Novoizvedene zidove potrebno je zaštiti od mehaničkih oštećenja i utjecaja nevremena. Vrhovi zidova trebaju biti pokriveni vodonepropusnim presvlakama. Zidovima se ne smije dopustiti prebrzo sušenje, stoga ih je u vrućim danima potrebno vlažiti dok ne postigne odgovarajuću čvrstoću.
Kvaliteta zidanja mora biti u skladu sa zahtijevanom kvalitetom zidova u ovom projektu, prema važećim propisima za zidane konstrukcije, a u nedostatku državnih normi koristiti pripadne euronorme.

1.7 Nadzor

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

1.6.1. Nadzor materijala i proizvoda

Koji će se nadzor svojstava materijala i proizvoda primijeniti u radovima prikazanje slijedećom tablicom.

Tablica 5: Zahtjevi nadzora materijala i proizvoda

PREDMET	**VRSTA NADZORA**
Materijali oplate	Vizualni nadzor
Armaturni čelik	Prema HRN EN 10080 i zahtjevima projekta[3)]
Svježi beton proizveden u tvornici ili na gradilištu[1)]	Prema HRN EN 206:2016, i prema ovim tehničkim uvjetima.Pri preuzimanju betona treba postojati otpremnica.
Ostali materijali[2)]	Prema projektnim specifikacijama i normama
Predgotovljeni elementi	Prema projektnim specifikacijama[3)]
Nadzorni izvještaj	Treba
1) Na gradilištu izrađeni sastavni dijelovi smatraju se kao sastavni dijelovi proizvedeni sa „svježim betonom, tvorničkim ili gradilišnim", osim ako nisu proizvedeni prema normi 2) Npr. element ugrađenog čelika, opeka i sl. 3) Proizvode s potvrdom sukladnosti treće osobe treba vizualno pregledati i provjeriti otpremnicu. U slučaju sumnje treba poduzeti daljnje provjere sukladnosti sa specifikacijama. Ostale proizvode treba provjeriti i ispitati prema projektnim specifikacijama.	

1.6.2. Područje nadzora izvedbe

Područje nadzora koji treba provesti prikazano je u tablici

Tablica 6: Područje nadzora

PREDMET	**VRSTA NADZORA**
Kalupi, oplata i skele	Glavne kalupe i oplatu pregledati prije betoniranja
Obična armatura	Glavnu armaturu pregledati prije betoniranja
Ugrađeni elementi	Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima
Zidani elementi	Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima

Drvena konstrukcija i elementi	Prema projektnim i izvedbenim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima
Predgotovljeni elementi	Prema izvedbenim specifikacijama
Gradilišni prijevoz i ugradnja betona	Prema ovim tehničkim uvjetima
Završna obrada i njegovanje betona	Prema ovim tehničkim uvjetima
Geometrija	Prema projektnim specifikacijama
Nadzorna dokumentacija	Kako se traži ovim uvjetima

1.6.3. Nadzor prije betoniranja

Prije početka betoniranja nadzor treba uključivati:

- geometriju oplate,
- stabilnost oplate, skela i njihovih temelja,
- nepropusnost oplate,
- uklanjanje nečistoća (kao što su prašina, snijeg i/ili led i ostaci žice) s dijela koji će se betonirati,
- obradu lica konstrukcijskih spojnica,
- uklanjanje vode s dna oplate, osim ako se ne betonira pod vodom,
- pripremu površine oplate,
- otvore u oplati.

1.6.4. Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnicama treba provjeriti i potvrditi da je preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.

Treba provjeriti položaj dilatacijske trake.

1.6.5. Nadzor armature

1.6.5.1. Nadzor prije betoniranja

Prije betoniranja nadzor u skladu s odgovarajućim nadzornim razredom treba potvrditi daje:

- armatura iskazana u nacrtima ugrađena i prema nacrtima postavljena u projektiranu poziciju,
- zaštitni sloj u skladu s ovim uvjetima i projektnim specifikacijama,
- armatura nezagađena uljem, mastima, bojom ili drugim štetnim materijalima,

- armatura ispravno učvršćena i osigurana od pomicanja tijekom betoniranja,
- razmak između sipki armature dovoljan za ugradnju i zbijanje betona,
- ugrađena armatura popraćena odgovarajućom potvrdom sukladnosti sa svojstvima uvjetovanim u EN 10080.

Ako za armaturu dopremljenu u savijalište ili na građevinu nema odgovarajuće potvrde sukladnosti s uvjetovanim svojstvima, ta svojstva treba korisnik potvrditi ispitivanjem odgovarajućeg broja uzoraka dopremljenih profila.

1.6.5.2. Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnicama treba provjeriti i potvrditi daje preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.

1.6.5.3. Nadzor postupka betoniranja

Nadzor i ispitivanje postupka betoniranja treba planirati, izvoditi i dokumentirati prema tablici

Tablica 7: Planiranja, nadzora i dokumentiranja

PREDMET	**VRSTA NADZORA**
Planiranje nadzora	Plan nadzora, procedure i instrukcije prema specifikacijama Aktivnosti kod nesukladnosti
Nadzor	Osnovni i povremeni detaljni nadzor
Dokumentacija	Svi dokumenti planiranja, Izvještaji o svim nadzorima Izvještaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama

Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete.

Najbolji nadzor je kontinuirani nadzor sukladnosti i uobičajene dobre prakse.

1.8 Mjere u slučaju nesukladnosti

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

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

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

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

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

Ispitivanja treba provesti prema HRN EN 12504-1 i utvrditi klasu tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja i približnu klasu kojoj je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Prva služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela a druga za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona. Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

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

Rektifikacija nesukladnosti mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima.

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

2. Uvod

Crkva sv. Mihaela Arkanđela u Gračanima oštećena je u potresu koji je zadesio Zagreb 22. ožujka 2020. U brzom pregledu građevina je ocijenjena kao privremeno neuporabljiva (žuta naljepnica) uz preporuku da se rad zvona obustavi. 29. prosinca 2020. potresom s epicentrom u Petrinji, proveden je izvanredni pregled građevine prilikom čega su utvrđena nova oštećenja na crkvi i tornju. Na zvoniku je dodatno izražena potencijalna ploha sloma nastala potresom u ožujku štp se manifestiralo proširenjem postojećih pukotina na zvoniku te daljnjim izbočavanjem zvonika. Crkva i dvorište su ocijenjeni privremeno neuporabljivima zbog opasnosti od urušavanja zvonika. Projekt obnove konstrukcije izvodi se prema elaboratu ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije (Studio Arhing d.o.o, prosinac 2020.) koji obuhvaća detaljan vizualni pregled s utvrđivanjem pozicija i jačine oštećenja nosive i nenosive konstrukcije crkve i zvonika. Sadržaj ovog projekta obnove oblikovan je prema prema važećem Pravilniku o sadržaju i tehničkim elementima projektne dokumentacije obnove, projekta za uklanjanje zgrade i projekta za građenje zamjenske obiteljske kuće oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije (NN 127/2020-2429). Sadržaj elaborata definiran ovim pravilnikom uključuje:

1. Program kontrole i osiguranja kvalitete
2. Tehnički opis
3. Dokaz zatečene potresne otpornosti te mogućnosti i uvjeti uporabe dijelova zgrade prije dovršetka obnove
4. Dokaz o ispunjavanju temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti nakon obnove zgrade
5. Ocjena potresne otpornosti zgrade
6. Posebni tehnički uvjeti obnove
7. Troškovnička specifikacija s detaljnim opisom svih neophodnih radova i iskaz procijenjenih troškova obnove

Crkva sv. Mihaela Arkanđela status postojeće zgrade potvrđuje uvjerenjem da je građevina evidentirana prije 15.02.1968. rješenjem Klase: 935-08/20-02/2690 te URBROJ: 251-15-06-20-2 izdanom u Zagrebu, 10.12.2020..

Preslika istog nalazi se u nastavku.

REPUBLIKA HRVATSKA
GRAD ZAGREB
GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE

KLASA: 935-08/20-02/2690
URBROJ: 251-15-06-20-2
ZAGREB, 10.12.2020

GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE na temelju čl. 162. Zakona o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (»Narodne novine«, br. 112/18) , čl. 159. Zakona o općem upravnom postupku (»Narodne novine«, br. 47/09), a na zahtjev GEO-ZIK J.D.O.O., OIB: 42392846088, ŽITNJAK BOGDANI 137A, 10000 ZAGREB, HRVATSKA izdaje se:

U V J E R E NJ E

Potvrđuje se da su građevine evidentirane u katastarskom operatu u k.o. Gračani na k.č. 2686 prije 15. veljače 1968. godine i upisane u posjedovnom listu broj 2336. Tlocrtna površina navedenih građevina izračunata je iz skice nove izmjere, označena na izvodu iz katastarskog plana brojevima:

I - crkva tlocrtne površine 208 m^2

II - kuća br.33A tlocrtne površine 64 m^2

Sastavni dio ovog uvjerenja su izvod iz katastarskog plana i prijepis posjedovnog lista.

Ovo se uvjerenje izdaje u svrhu **dokazivanja da je građevina evidentirana prije 15.02.1968.** te se u druge svrhe ne smije uporabiti.

Upravna pristojba prema tar. br. 4, tar. br. 44, tar. br. 45.1 Tarife upravnih pristojbi Uredbe o Tarifi upravnih pristojbi (»Narodne novine«, br. 8/17, 37/17, 129/17, 18/19 i 97/19) u iznosu od 45,00 kuna naplaćena je u državnim biljezima/na propisani račun. Upravna pristojba po tar. br. 1 ne naplaćuje se.

Izradio/la:
Mate Bekavac
Stručni referent za izradbu elaborata
Priloga: 2

Službena osoba:
Ljiljana Raguž, dipl.ing.geod.
Voditeljica Odjela za geodetsko-katastarsku izmjeru

Slika 2-1 Uvjerenje o evidentiranju prije 15.02.1968.- dio 1

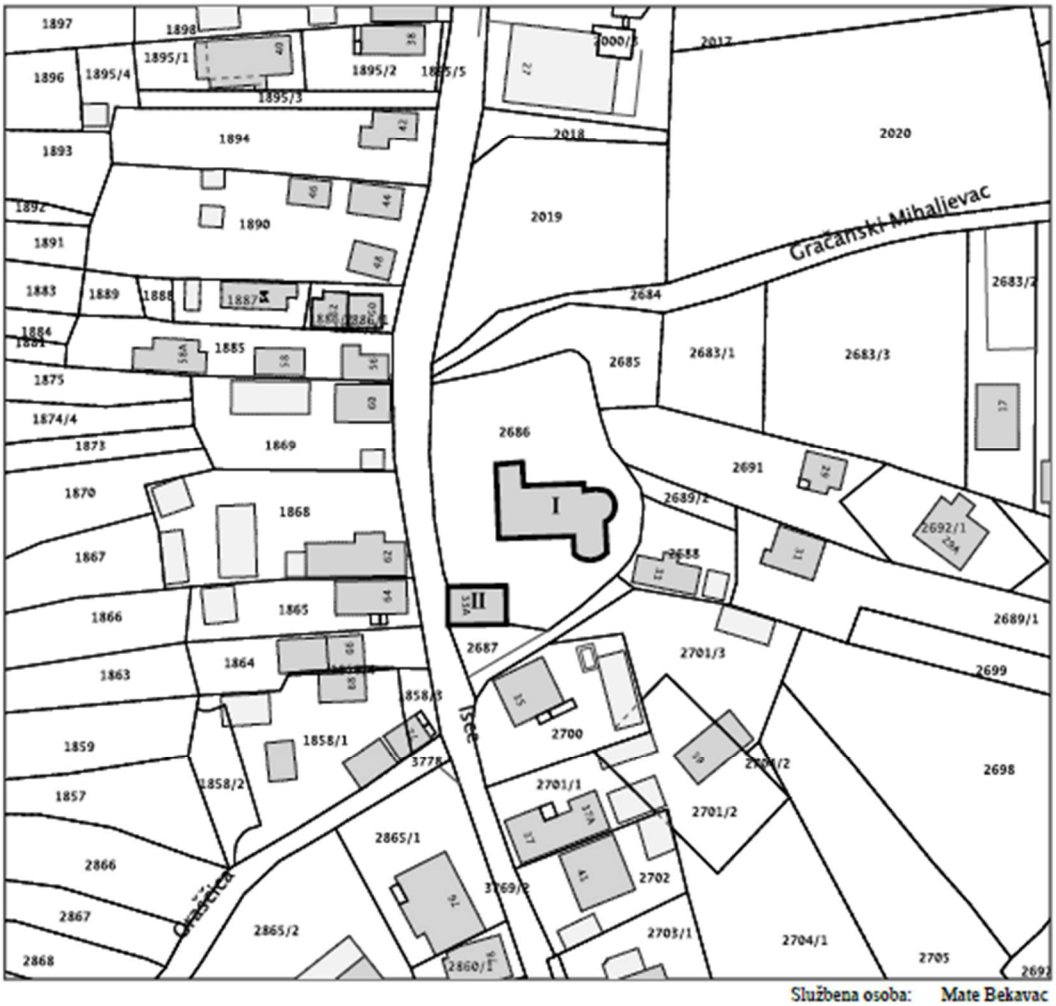
REPUBLIKA HRVATSKA
GRAD ZAGREB
GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE

K.o. GRAČANI
k.č.br.: 2686

ZAGREB, 10.12.2020.

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Ovaj izvod iz katastarskog plana je prilog uvjerenju: 935-08/2020-02/2690
Mjerilo 1:1000
Izvorno mjerilo 1:1000



Službena osoba: Mate Bekavac
Stručni referent za izradbu elaborata

Slika 2-2 Uvjerenje o evidentiranju prije 15.02.1968.- dio 2

REPUBLIKA HRVATSKA
GRAD ZAGREB
GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE

ZAGREB, 10.12.2020

IZVOD IZ POSJEDOVNOG LISTA

Ovaj izvod iz posjedovnog lista je prilog uvjerenju: 935-08/2020-02/2690

Katastarska općina: GRAČANI (Mbr. 335363)

Posjedovni list: 2336

Udio	Prezime i ime odnosno tvrtka ili naziv, prebivalište odnosno sjedište upisane osobe	OIB
1/1	ŽUPNI URED GRAČANI, ISCE 33, 10000 ZAGREB, HRVATSKA	

Podaci o katastarskim česticama

Zgr	Dio	Broj katastarske čestice	Adresa katastarske čestice/Način uporabe katastarske čestice/Način uporabe zgrade, naziv zgrade, kućni broj zgrade	Površina/ m2	Broj D.L.	Posebni pravni režimi	Primjedba
		2686	Isce	1332	24		
			CRKVA	208			
			KUĆA, Zagreb, Isce 33A	64			
			DVORIŠTE	1060			
			Ukupna površina katastarskih čestica	**1332**			

Ostale katastarske čestice su kao nepotrebne ispuštene.
NAPOMENA: Ovaj izvod iz posjedovnog lista nije dokaz o vlasništvu na katastarskim česticama upisanim u posjedovnom listu.

Službena osoba: Mate Bekavac
Stručni referent za izradbu elaborata

Slika 2-3 Uvjerenje o evidentiranju prije 15.02.1968.- dio 3

3. Tehnički opis

Crkva sv. Mihaela Arkanđela smještena je u zagrebačkom naselju Gračani, koje spada u katastarsku općinu 335363, Gračani. Nalazi se na katastarskoj čestici 2685, nepravilna oblika, veličine 351m^2. Na toj se čestici nalazi župni dom župe sv. Mihaela Arkanđela te predmet ovog elaborata, župna crkva. Crkva je smještena na sredini čestice te je svojim duljim dijelom orijentirana u smjeru istok-zapad.



Slika 3-1 Smještaj građevine u prostor (izvor: katastar.hr)

Crkva je jednobrodna, s polukružno zaključenim svetištem na istočnoj strani, sakristijom s južne strane te zvonikom sa sjeverne strane, u ravnini zapadnog pročelja. Pružanje crkve je u smjeru istok-zapad. Ukupna građevinska bruto površina crkve i zvonika iznosi 192 m^2, a uporabna ploština korisne površine kapele iznosi 127 m^2. Crkva sv. Mihaela Arkanđela upisana je u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske kao pojedinačno kulturno dobri pod oznakom Z-0723 (Narodne novine 63/03).

Tlocrtno gledajući i mjereći između najisturenijih točaka građevine (uključujući zvonik), dimenzije crkve su 12,4 m x 19,0 m. Visina broda crkve je 5,42 m (gornja kota svoda), dok se sljeme nalazi na 11,43 m. Visina vijenca sakrstije nalazi se na 4,12 m, a sljemena na 6,60 m. Zvonik je najviši element građevina i njegova visina je 17,46 m, odnosno 26,26 m na šiljastom vrhu krova zvonika. Svijetla visina prostora unutar crkve je 5,30 m. Sve visine su mjerene od kote gotovog poda crkve.



Slika 3-2 Prikaz građevine (izvor: stranice župe Gračani)

Glavni građevni materijali korišteni za izgradnju crkve su opeka i kamen, te drvena građa za krovište. Zidovi su izgrađeni od kamena s umentnutim dijelovima opeke, ožbukani izvana i iznutra. Debljina zidova iznosi 60 i 90 cm. Svodovi su izvedeni od opeke te su križnog oblika. Svodovi se oslanjanju na zidove koji su na mjestima unosa sila zadebljani te oblikovani kao stupovi u zidu. Zidovi crkve su na vrhu završeni horizontalnim serklažem, dimenzije 90×30 cm. Zapadni zabat crkve je izveden kao omeđeno zide. Krovište kapele je drveno s daščanom oplatom. Rogovi su dimenzija 10×15 cm, stup visulje 16×20 cm, dok je greda 20×22 cm. Materijal korišten za izgradnju zvonika je kombinacija opeke te kamena. Debljina zidova se smanjuje s visinom, od 165 cm u prizemlju do 85 cm na vrhu zvonika. Zidovi su ožbukani s vanjske strane. Svaka cca 3,5 m nalaze se drveni međupodesti međusobno povezani ljestvama. Konstrukcija zvona je čelična i oslanja se na betonsku ploču debljine 10 cm oslonjenu na zidove zvonika, dok je krovište zvonika drveno sa daščanom oplatom. Prema Elaboratu ocjene stanja postojeće konstrukcije, oštećenja nosive konstrukcije su većinom vezana uz zvonik i svodove broda crkve. Na zvoniku se počeo javljati mehanizam dijagonalnog sloma koji je dodatno naglašen nakon prosinačkog potresa, dok se pukotine svodova javljaju na mjestu spoja svodova i uzdužnih zidova te na mjestu spajanja starijih i novog svoda. Ostala oštećenja su posmične pukotine oko otvora te nekonstruktivna oštećenja elemenata. Detalji drvenog krovišta zahtijevaju pojačanje. Kako bi se ispunili zahtjevi mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine, predviđene su mjere pojačanja:

1. Pojačanje zvonika zbog otvaranja klizne plohe
2. Pojačanje svodova zbog otvaranja pukotina u istima
3. Spajanje crkve i zvonika zbog sprječavanja pojave mekog prizemlja

4. Pojačavanje spojeva drvenog krovišta
5. Pojačavanje zidova ugradnjom inox šipki

Prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN75/2020), crkva sv. Mihaela Arkanđela spada pod Razinu 4 obnove - cjelovitu obnovu. Zbog javne namjene građevine, projektira se na uporabni vijek od 50 godina, no zbog statusa kulturnog dobra ne moraju biti ispunjeni svi uvjeti navedeni Tehničkim propisom za razinu 4. Prilikom izvođenja radova na pojačanju i obnovi građevine, potrebno se pridržavati svih normi i propisa navedenih u Programu kontrole i osiguranja kvalitete (Poglavlje 1). U nastavku projekta daju se rješenja detalja pojačanja pojedinih dijelova građevine kako bi se u konačnici ispunili svi zahtjevi mehaničke otpornosti i stabilnosti. Crkva i dvorište crkve su u vrijeme izvođenja radova van uporabe te se radovi na crkvi i zvoniku mogu izvoditi istovremeno. S obzirom na to da se većina zahvata izvodi u unutrašnjosti građevine, okoliš nema utjecaj na svojstva ugrađenih proizvoda te na tehnička svojstva projektiranog dijela građevine, odnosno, građevine u cjelini. Sav ugrađeni materijal treba odgovarati važećim standardima te posjedovati ateste, a moraju se izvoditi prema uputama proizvođača ili tehničkim rješenjima danim u nastavku Projekta. Prilikom izvedbe radova potrebno je pridržavati se mjera zaštite na radu.

Za izradu ovog Projekta obnove konstrukcije zgrade korišteno je sljedeće:

Dokumentacija:

1. Arhitektonska snimka postojećeg stanja, studeni 2020.
   Izradio: Foretić i sinovi d.o.o.
   Projektant: Damir Foretić, ing. građ.
2. Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije, prosinac 2020.
   Izradio: Studio Arhing d.o.o.
   Projektant: Juraj Pojatina,dipl. ing. građ.
3. Geotehnički elaborat, ožujak 2021.
   Izradio: Grasa Projekt d.o.o.
   Projektant: Živko Mihovilović, dipl.ing.građ.

Literatura:

1. Manuale delle Muratore storiche, Analisi e valutazione del compatamento struttural
   Autor: Borri, A. et Al.
2. Zidane konstrukcije I, Z. Sorić, 1999.
3. Zidane konstrukcije 1, J. Radić i suradnici, 2007.

Propisi i norme:

1. Zakon o gradnji (NN 125/19)
2. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20)
3. Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (NN 102/20, 10/21)
4. Pravilnik o sadržaju i tehničkim elementima projektne dokumentacije obnove, projekta za uklanjanje zgrade i projekta za građenje zamjenske obiteljske kuće oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije (NN 127/2020)
5. Zakon o prostornom uređenju (NN 98/19)
6. Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10)
7. Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)
8. Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
9. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 75/20)
10. HRN EN 1990 – Osnove projektiranja konstrukcija

s pripadnim nacionalnim dodatkom - norma HRN EN 1990/NA

11. Niz normi HRN EN 1991 – Djelovanja na konstrukcije
    s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1991/NA
12. Niz normi HRN EN 1992 – Projektiranje betonskih konstrukcija
    s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1992/NA
13. Niz normi HRN EN 1993 – Projektiranje čeličnih konstrukcija
    s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1993/NA
14. Niz normi HRN EN 1994 – Projektiranje spregnutih konstrukcija
    s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1994/NA
15. Niz normi HRN EN 1995 – Projektiranje drvenih konstrukcija
    s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1995/NA
16. Niz normi HRN EN 1996 – Projektiranje zidanih konstrukcija
    s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1996/NA
17. Niz normi HRN EN 1997 – Geotehničko projektiranje
    s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1997/NA
18. Niz normi HRN EN 1998 – Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija
    s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1998/NA

S a s t a v i o :

Juraj Pojatina, dipl. ing. građ.

U Zagrebu, lipanj 2021.



4. Zatečena potresna otpornost i dokaz o ispunjavanju temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti nakon obnove zgrade

Ulazni podaci o mehničkim karakteristikama ziđa preuzeti su iz Elaborata ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije.

Tlačna čvrstoća fm (MPa)	Modul elastičnosti E (MPa)	Posmična čvrstoća T_0 (MPa)
1,2-2,15	600-990	0,024-0,036

Ulazni podaci o geotehničkim uvjetima preuzeti su iz Geotehničkog elaborata (Grasa projekt d.o.o., ožujak 2021.)

Nakon provedbe terenskih radova i istraživanja te obrade dobivenih rezultata za predmetnu lokaciju može se reći da je temeljno tlo mahom predstavljeno površinskim slojem **nasipa (N) drobljene stijene i gline sivo-smeđe boje,** zatim slijedi sloj **gline prahovite, srednje do visoke plastičnosti (CI/CH), polučvrstog do čvrstog konzistentnog stanja, sa malo organskog materijala, smeđe boje prošarana crnom.**

Može se reći da je ispitano tlo do predmetne dubine sastavljeno od jednog dominantnog sloja tla.

Teren na predmetnoj lokaciji u vrlo je blagom padu.

Utvrđeno je da područje izgradnje buduće građevine spada u II. kategoriju prema stupnju stabilnosti terena.

II. Uvjetno stabilne padine su područja stabilna u prirodnim uvjetima. Prilikom građenja građevina te padine mogu postati nestabilne uslijed nepažljivog rada. Temeljem geotehničkih istražnih radova odredit će se posebni geotehnički uvjeti. Posebni geotehnički uvjeti su, u pravilu, uvjeti građenja na padini i uvjeti temeljenja građevine.

Tijekom provedbe terenskih istražnih radova nije registrirana pojava podzemne vode (PPV) odnosno nivo podzemne vode (NPV) mjereno od ušća bušotine.

Usvajaju se slijedeće mehaničke karakteristike temeljnog tla:

N - nasip:

- prirodnovlažna zapreminska težina $\gamma = 18,0$ kN/m^3
- kut unutarnjeg trenja $\phi = 24°$
- kohezija $c = 0,0$ kN/m^2
- modul stišljivosti $M_s = 4000$ kN/m^2

CI/CH - glina:

- prirodnovlažna zapreminska težina $\gamma = 18,0$ kN/m^3
- kut unutarnjeg trenja $\phi = 22°$
- kohezija $c = 15,0$ kN/m^2
- modul stišljivosti $M_s = 6000$ kN/m^2

4.1 Proračun djelovanja

4.1.1 Vertikalna djelovanja

Stalno i uporabno opterećenje

Krovište crkve djeluje kao linijsko opterećenje na uzdužne zidove crkve odnosno zidove okvira V_15 i V_18, dok opterećenje svoda djeluje kao površinsko opterećenje na zamjensku ploču u modelu te se dalje prenosi vertikalno na zidove crkve.

KROVIŠTE CRKVE

pokrov		1,10	kN/m'
ljepenka		0,07	kN/m'
daščana oplata krova (2,4 cm, γ = 6,0 kN/m^3)		1,05	kN/m'
drveni rogovi + pajante (10/30 cm, γ = 4,2 kN/m^3)		6,28	kN/m'
Ukupno stalno:	g_k =	**8,50**	**kN/m'**
Uporabno *(kategorija H – neprohodni krovovi ≥40°):*	q_k =	**0,00**	**kN/m'**

SVOD CRKVE

Šuta		1,00	kN/m^2
Vlastita težina svoda		5,00	kN/m^2
Ukupno stalno:	g_k =	**6,00**	**kN/m^2**
Uporabno *(kategorija A1 – nestambena potkrovlja):*	q_k =	**1,50**	**kN/m^2**

STROP ANEKSA

Dodatno stalno		0,50	kN/m^2
Ukupno stalno:	g_k =	**0,50**	**kN/m^2**
Uporabno *(kategorija A1 – nestambena potkrovlja):*	q_k =	**1,50**	**kN/m^2**

KROVIŠTE ZVONIKA ($\alpha \geq 60°$)

pokrov		0,66	kN/m'
ljepenka		0,05	kN/m'
daščana oplata (2,4 cm, γ = 6,0 kN/m^3)		0,64	kN/m'
drveni rogovi		1,60	kN/m'
Ukupno stalno:	**g_k =**	**2,95**	**kN/m^2**
Uporabno *(kategorija H – neprohodni krovovi ≥40°):*	**q_k =**	**0,00**	**kN/m^2**

ČELIČNA KONSTRUKCIJA ZVONA

čelična kontrukcija		0,17	kN/m'^{2}
zvona		0,78	kN/m^2
Ukupno stalno:	**g_k =**	**0,95**	**kN/m^2**
Uporabno *(kategorija A – nestambena potkrovlja):*	**q_k =**	**1,50**	**kN/m^2**

Vlastita težina opečnog zabatnog zida na zapadnom i istočnom pročelju bit će pridružena dodatnom stalnom opterećenju i zadana kao linijsko opterećenje na zidove okvira H_1 i H_3. Mase zabatnog zida bit će uzete u obzir u seizmičkom proračunu konstrukcije.

Ukupna težina opečnog zabatnog zida	**q_k =**	**12,6**	**kN/m'**

<u>Snijeg</u>

(HRN EN 1991-1-3:2012/NA)

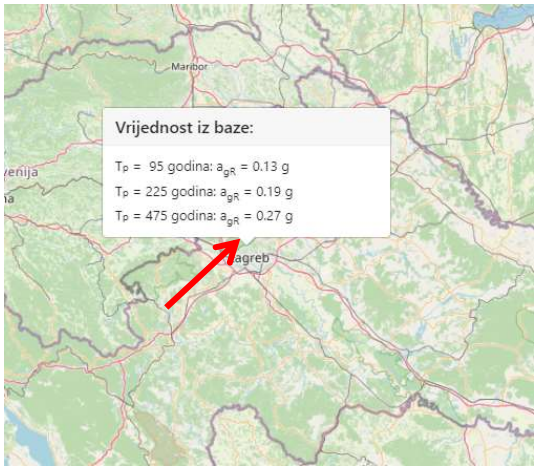
$s = s_k \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu_i$

α = 55°	- nagib krova
μ_1 = 0,8 (60 – α) / 30 = 0,13	- koeficijent oblika za krovove nagiba 30°< α 60°
s_k = 2,18 kN/m^2	- karakteristično opterećenje za područje 3 (kontinentalna Hrvatska)
c_e = 1,0	- koeficijent izloženosti
c_t = 1,0	- temperaturni koeficijent zbog zagrijavanja zgrade

s_k = 0,29 kN/m^2

4.1.2 Horizontalna djelovanja

Potres



Slika 4-1 Karta potresnih područja Hrvatske (PMF Zagreb + HZN)

Horizontalno vršno ubrzanje tla	
Povratno razdoblje (god.)	a_g
475	0,27g
225	0,19g
95	0,13g

Razred tla (pretpostavka)	
C	S=1,15

Razred važnosti	
III	γ_I = 1,0

Faktor ponašanja	
Nearmirano zide	q = 1,50

Vjetar

Osnovna brzina vjetra (prema karti osnovne brzina vjetra RH – HRN EN 1991-1-4:2012/NA2012):

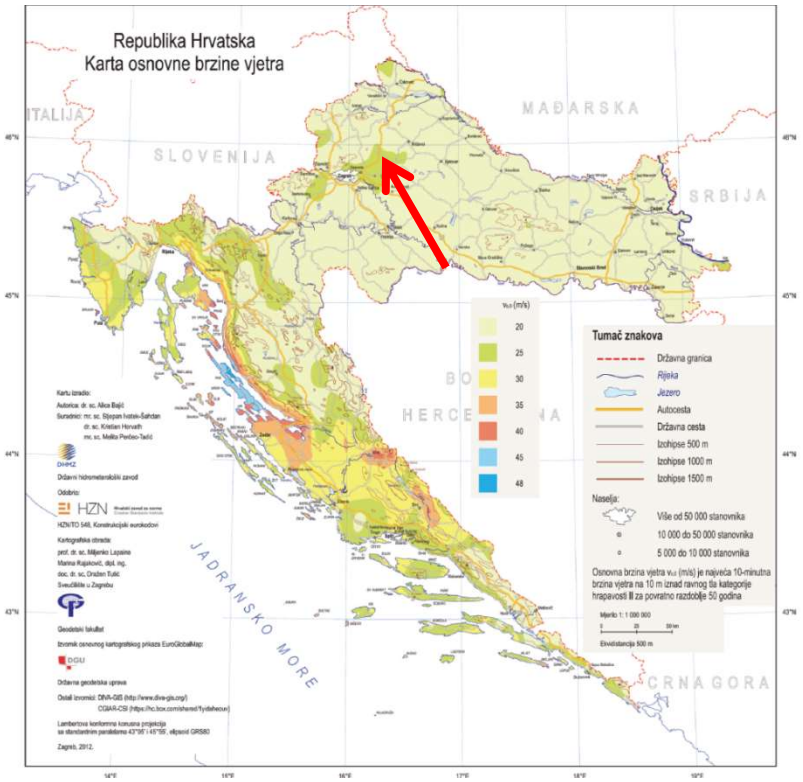
$$v_{b,o} = 25 \text{ m/s}$$

Brzina vjetra: $v_b = c_{dir}\, c_{season}\, v_{b,0} = 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 25{,}0 = 25{,}0 \text{ m/s}$

Referentno opterećenje vjetrom:

$$q_b = \frac{\rho}{2} v_b^2 = \frac{1{,}25}{2000} \cdot 25{,}0^2 = 0{,}39 \text{ kN/m}^2$$

Kategorija zemljišta: II



Slika 4-2 Karta osnovne brzine vjetra

Djelovanje vjetra nije mjerodavno horizontalno opterećenje pa se u obzir uzima samo djelovanje potresa.

4.2 Seizmički proračun i kontrola nosivosti zidova crkve

Proračunski 3D model

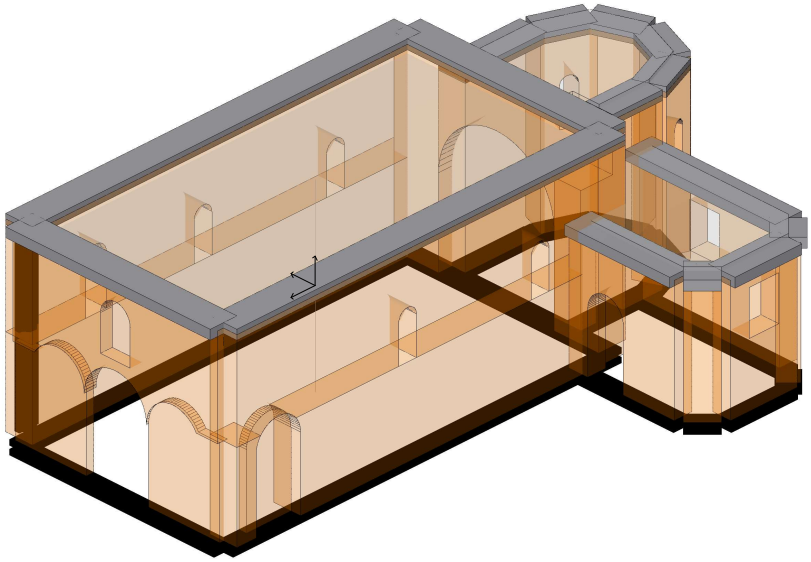
Prema Tehničkom propisu o izmjeni i dopunama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 75/20), razina obnove 4 „Cjelovita obnova" podrazumijeva izradu građevinskog projekta pri čemu se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade.
U svrhu određivanja seizmičkog djelovanja na građevinu i utjecaja u pojedinim zidovima izrađen je prostorni proračunski model. Model pretpostavlja da je zgrada sanirana i popravljena, odnosno da su izvedeni zahvati kojima su svodovi ukrućeni u vlastitoj ravnini, te da tako ukrućeni horizontalna djelovanja prenose ravnomjerno na zidove. Međudjelovanje crkve i zvonika uzeto je u obzir linijskim ležajem promijenjene krutosti.
Krutost ležaja proračunata je kao omjer 1/3 poprečne sile zvonika u podnožju te pomaka na koti odvajanja crkve i zvonika (visina vijenca crkve).

K=(1/3 * 550) / 0,016 = 11560 kN/m

Proračunski model

1. Izrada prostornog modela u programu za proračun metodom konačnih elemenata (Tower 8.2).
2. Elastična krutost elemenata konstrukcije je modelirana s četvrtinom vrijednosti, što predstavlja učinak raspucavanja.
3. Unošenje vertikalnog opterećenja na svodove (opterećenje krova naneseno je površinski na svodove).
4. Modalna analiza - provedena za 5 tonova ($T_k \geq 3\sqrt{n}$,)
   - u uzdužnom smjeru (X) aktivirano je 99,86% mase
   - u poprečnom smjeru (Y) aktivirano je 99,87% mase
5. Seizmički proračun

- ubrzanje tla		a = 0,13 g (za 95-godišnji povratni period)
- kategorija važnosti objekta:		III $\rightarrow \gamma_I = 1$ (zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem)
- faktor ponašanja		q = 1,5
- kategorija tla		C
- poprečna sila u podnožju	smjer X	1638 kN (20% ukupne težine crkve)
	smjer Y	1462 kN (18% ukupne težine crkve)



Izometrija

Slika 4-3 Prikaz proračunskog 3D modela

4.2.1 Ulazni parametri i prikaz konstrukcije

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
POZ 300 C	5.85	0.50
POZ 200 C	5.35	1.50

Naziv	z [m]	h [m]
POZ 100 A	3.85	1.10
POZ 100 C	2.75	2.75

Naziv	z [m]	h [m]
POZ 000	0.00	

Tabela materijala

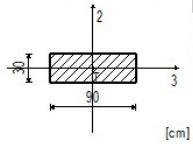
No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	α,t[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Kameni blokovi + opeka	7.900e+5	0.30	26.00	1.000e-5	7.900e+5	0.30
2	C25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.900	0.450	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.25, E x 0.25, γ x 1;							
<2>	0.250	0.250	2	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 0; SE: Em x 1, E x 1, γ x 0;							
<3>	0.400	0.200	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.25, E x 0.25, γ x 1;							
<4>	0.250	0.125	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.25, E x 0.25, γ x 1;							
<6>	0.600	0.300	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.25, E x 0.25, γ x 1;							

Setovi greda

Set: 11 Presjek: b/d=90/30, Fiktivna ekscentričnost

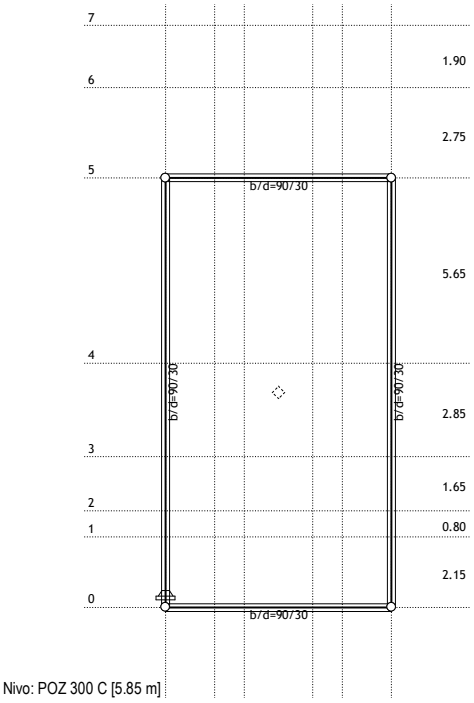


Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C25/30	2.700e-1	2.250e-1	2.250e-1	6.401e-3	1.823e-2	2.025e-3

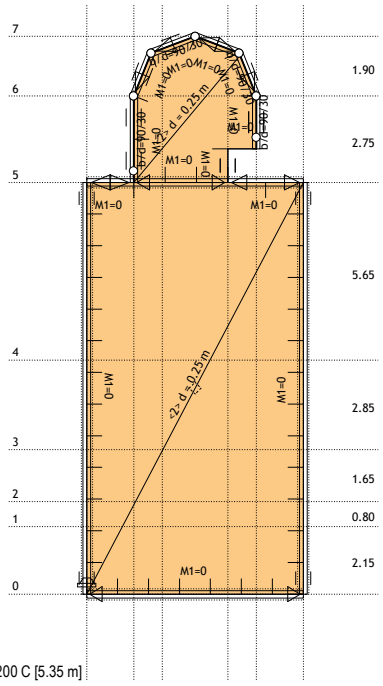
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;
SE: EA1 x 1, EA2 x 0.25, EA3 x 0.25, EI1 x 0.25, EI2 x 0.25, EI3 x 0.25, γ x 1;

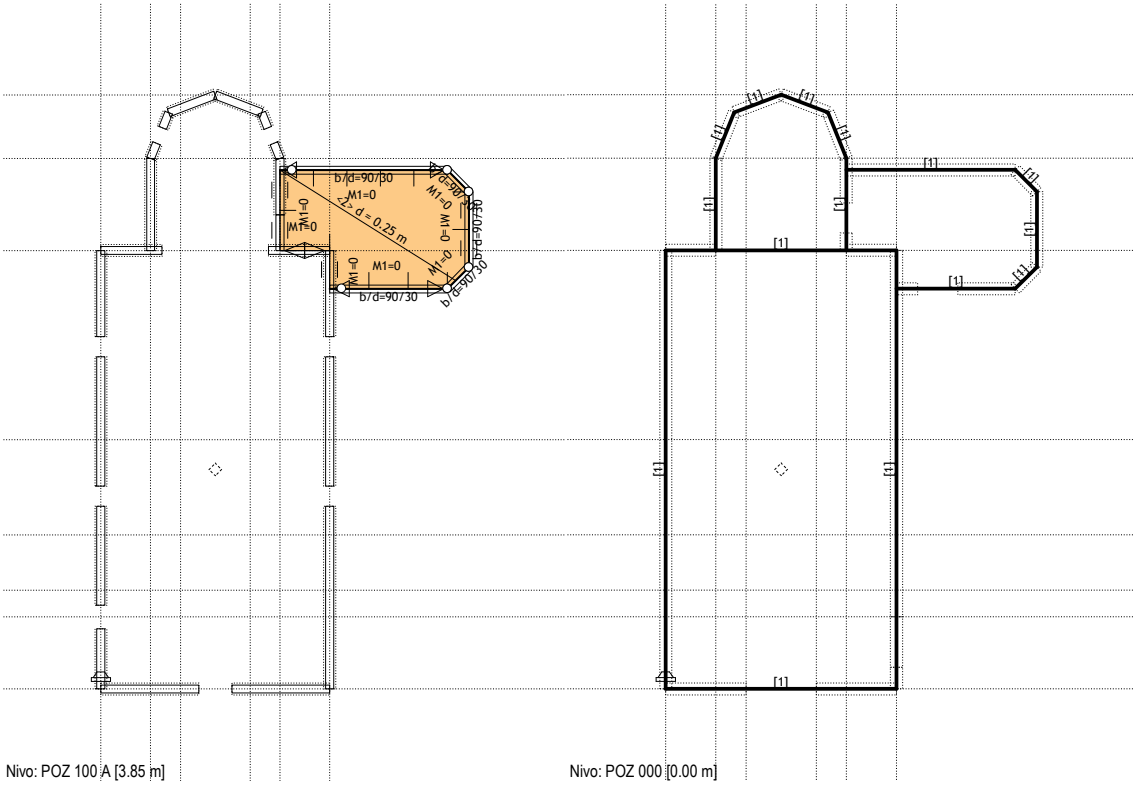
Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		
3		1.156e+4			



Nivo: POZ 300 C [5.85 m]


7
6
5
4
3
2
1
0
1.90
2.75
5.65
2.85
1.65
0.80
2.15
M1=0
M1=0
M1=0



Nivo: POZ 100 A [3.85 m]

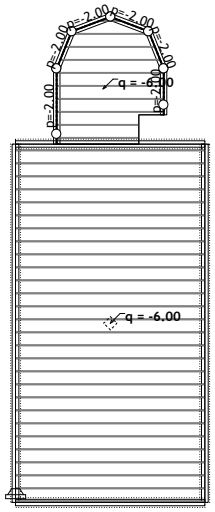
Nivo: POZ 000 [0.00 m]

4.2.2 Slučajevi djelovanja

Lista slučajeva opterećenja

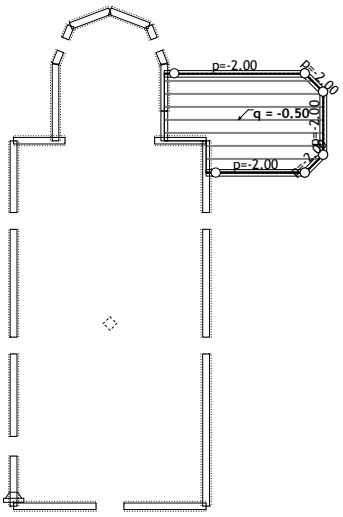
LC	Naziv
1	stalno (g)
2	uporabno
3	Potres x
4	Potres y
5	Komb.: 1.35xI+1.5xII
6	Komb.: I+0.3xII+III+0.3xIV
7	Komb.: I+0.3xII+0.3xIII+IV
8	Komb.: III+IV

Opt. 1: stalno (g)



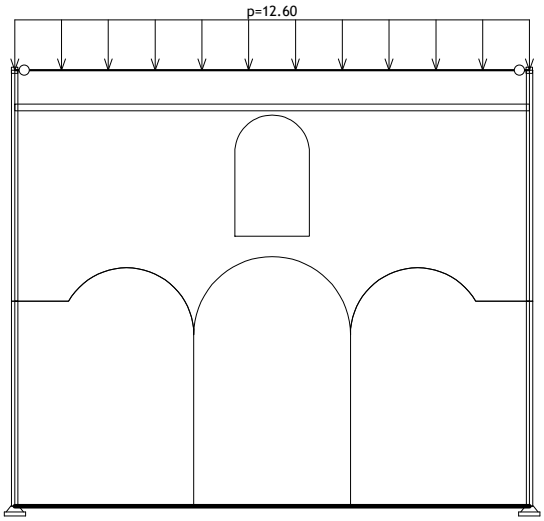
Nivo: POZ 200 C [5.35 m]

Opt. 1: stalno (g)



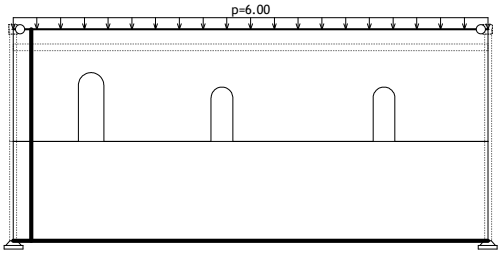
Nivo: POZ 100 A [3.85 m]

Opt. 1: stalno (g)



Okvir: H_1

Opt. 1: stalno (g)



Okvir: V_15

4.2.3 Modalna analiza

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča
Sprječeno osciliranje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	stalno (g)	1.00
2	uporabno	0.00

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
POZ 200 C	5.35	6.17	8.19	263.04	2.49
POZ 100 A	3.85	9.38	13.22	305.37	16.88
POZ 000	0.00	6.96	10.16	214.51	
Ukupno:	3.30	7.64	10.69	782.91	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna met...

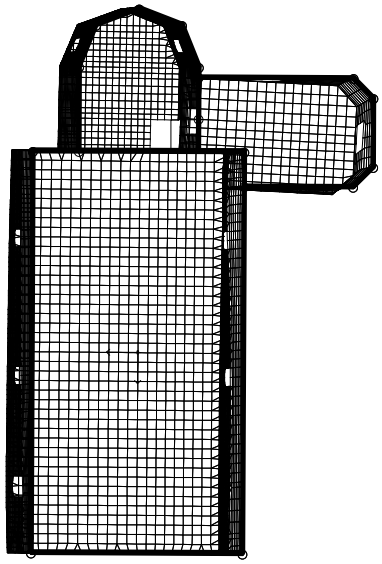
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
POZ 200 C	5.35	6.25	9.06
POZ 100 A	3.85	7.45	10.70
POZ 000	0.00	5.37	13.24

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

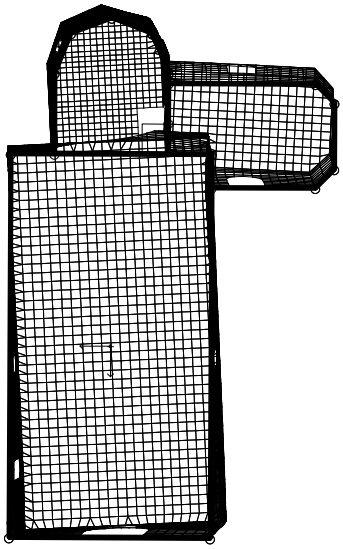
Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
POZ 200 C	5.35	0.08	0.86
POZ 100 A	3.85	1.93	2.52
POZ 000	0.00	1.59	3.08

Periodi osciliranja konstrukcije

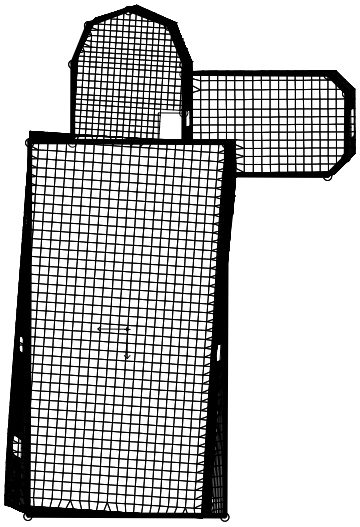
No	T [s]	f [Hz]
1	0.3663	2.7298
2	0.2700	3.7037
3	0.2208	4.5289
4	0.1739	5.7497
5	0.1381	7.2411



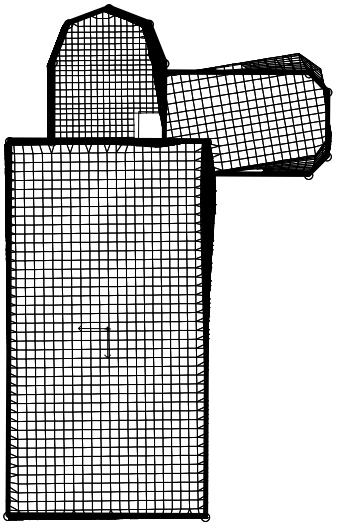
Izometrija
Forma osciliranja: 1/5 [T=0.3663sec / f=2.73Hz]



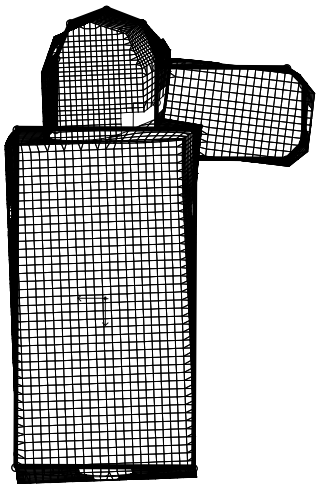
Izometrija
Forma osciliranja: 2/5 [T=0.2700sec / f=3.70Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 3/5 [T=0.2208sec / f=4.53Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 4/5 [T=0.1739sec / f=5.75Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 5/5 [T=0.1381sec / f=7.24Hz]

4.2.4 Seizmički proračun

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998)

Razred tla:	C
Razred važnosti:	III (γ=1.2)
Odnos ag/g:	0.13
Koeficijent prigušenja	0.05

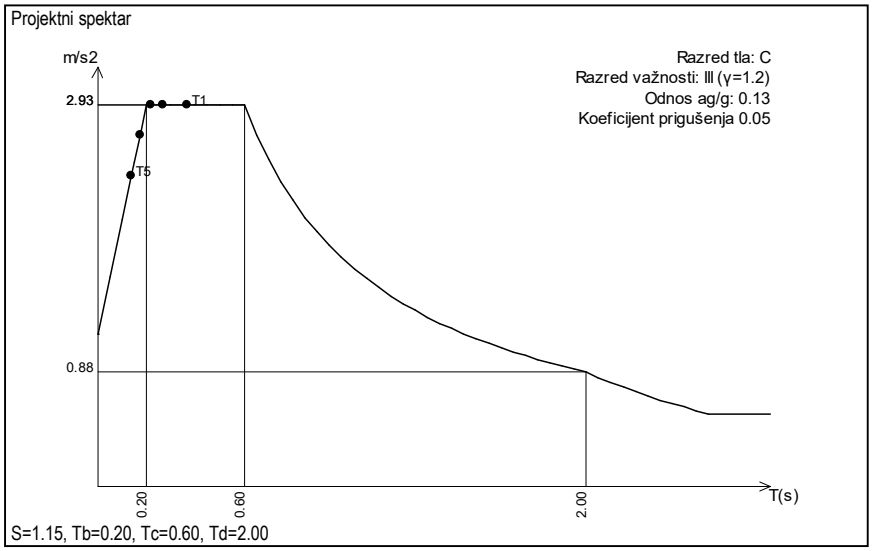
Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut α[°]	k,α	k,α+90°	kz	Faktor P.
Potres x	0	1.000	0.000	0.000	1.500
Potres y	90	1.000	0.000	0.000	1.500

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
Potres x	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
Potres y	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000

Projektni spektar



S=1.15, Tb=0.20, Tc=0.60, Td=2.00

Potres x

Nivo	Z [m]	Ton 1 Px [kN]	Ton 1 Py [kN]	Ton 1 Pz [kN]	Ton 2 Px [kN]	Ton 2 Py [kN]	Ton 2 Pz [kN]	Ton 3 Px [kN]	Ton 3 Py [kN]	Ton 3 Pz [kN]
POZ 300 C	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ 200 C	5.35	802.98	-24.27	3.16	-4.35	-16.41	-0.39	-32.24	21.66	0.18
POZ 100 A	3.85	829.11	41.43	12.20	6.00	-30.86	0.45	38.35	15.99	2.28
POZ 100 C	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ 000	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	1632.1	17.16	15.36	1.64	-47.27	0.05	6.11	37.65	2.46

Nivo	Z [m]	Ton 4 Px [kN]	Ton 4 Py [kN]	Ton 4 Pz [kN]	Ton 5 Px [kN]	Ton 5 Py [kN]	Ton 5 Pz [kN]
POZ 300 C	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ 200 C	5.35	22.59	17.77	2.85	-8.43	-15.66	-1.77
POZ 100 A	3.85	-5.79	-18.41	-3.05	9.41	8.49	1.80
POZ 100 C	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ 000	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
	Σ=	16.80	-0.63	-0.20	0.98	-7.16	0.02

Potres y

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 300 C	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ 200 C	5.35	8.44	-0.26	0.03	125.10	471.80	11.34	198.65	133.45	1.10
POZ 100 A	3.85	8.72	0.44	0.13	-172.36	887.10	-12.91	236.29	98.49	14.06
POZ 100 C	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ 000	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	17.16	0.18	0.16	-47.27	1358.9	-1.57	37.65	231.94	15.16

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 300 C	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ 200 C	5.35	-0.85	-0.67	-0.11	61.68	114.54	12.98
POZ 100 A	3.85	0.22	0.69	0.11	-68.85	-62.13	-13.15
POZ 100 C	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ 000	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	-0.63	0.02	0.01	-7.16	52.41	-0.17

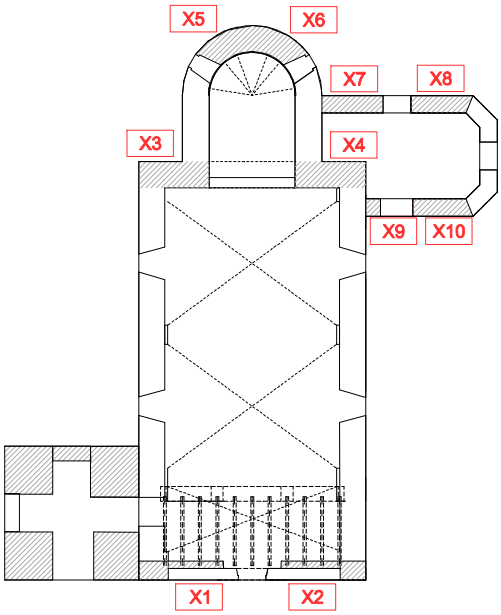
Faktori participacije - Relativno učešće		
Ton \ Naziv	1. Potres x	2. Potres y
1	0.985	0.000
2	0.001	0.827
3	0.004	0.141
4	0.010	0.000
5	0.001	0.032

Faktori participacije - Sudjelujuće mase		
Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
U obzir se uzima samo masa iznad kote temelja		
Kota temelja:		0.10 m
Ukupna masa iznad temelja:		568.47 T
Ukupna masa cijelog objekta:		782.98 T
1	98.22	0.01
2	0.10	81.88
3	0.37	14.00
4	1.10	0.00
5	0.07	3.98
ΣU (%)	99.86	99.87

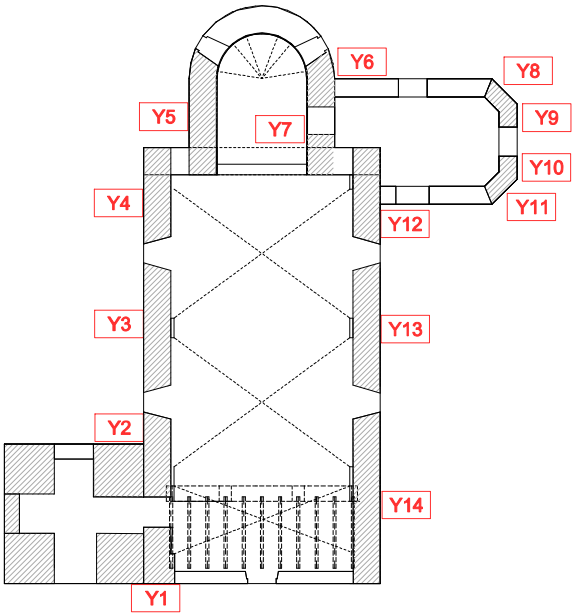
Poprečne sile u tlocrtu		
Slučaj opterećenja	Kut α[°]	VtB[kN] (Modal)
Potres x	0	1637.88
Potres y	90	1431.52

4.2.5 Prikaz reznih sila u zidovima

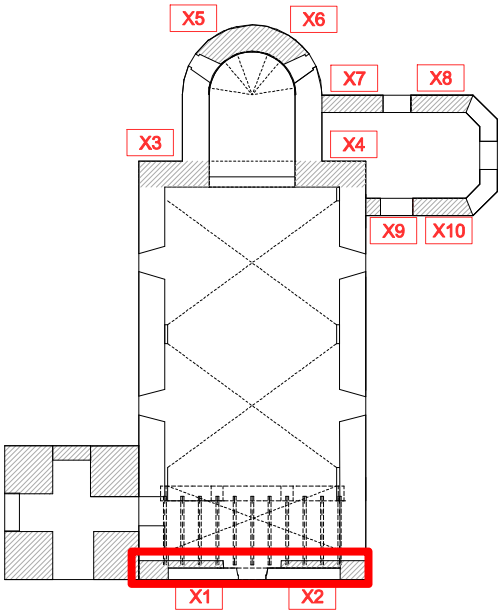
Na sljedećim stranicama nalaze se unutarnje sile zidova crkve u x i y smjeru. Uzdužna sila uzima se od stalnog opterećenja, dok se poprečna sila te moment uzimaju iz mjerodavne potresne kombinacije.



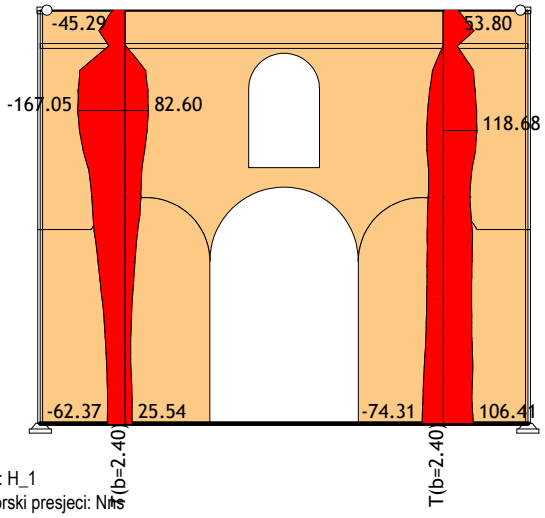
Slika 4-4 Prikaz zidova u x-smjeru



Slika 4-5 Prikaz zidova u y smjeru

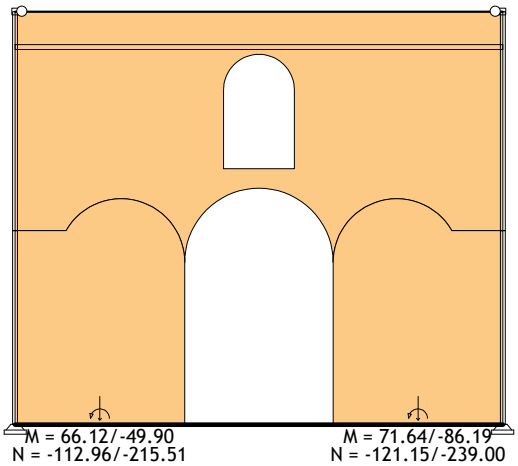


Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV



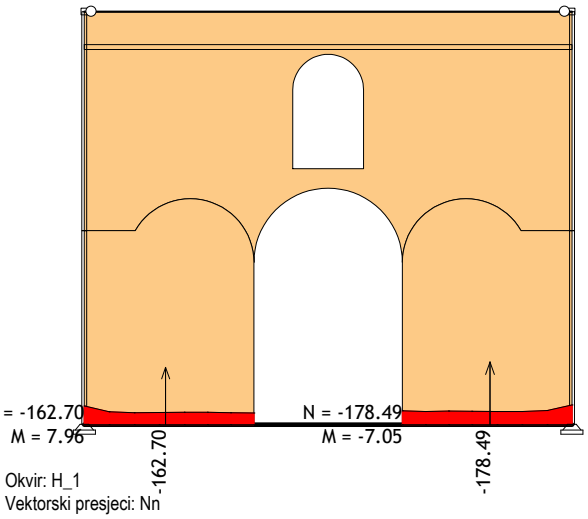
Okvir: H_1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV

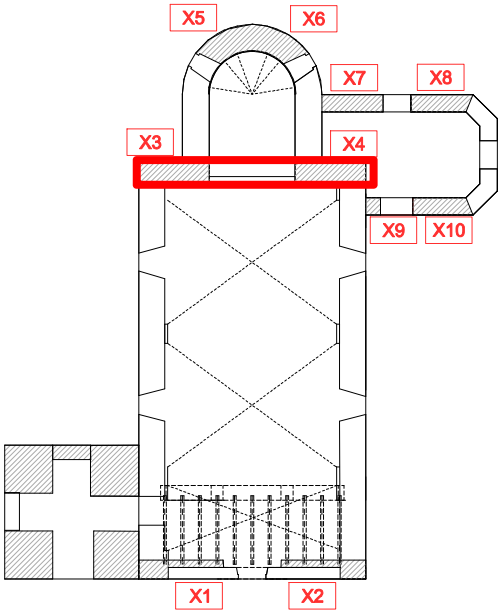


Okvir: H_1
Vektorski presjeci: Nn

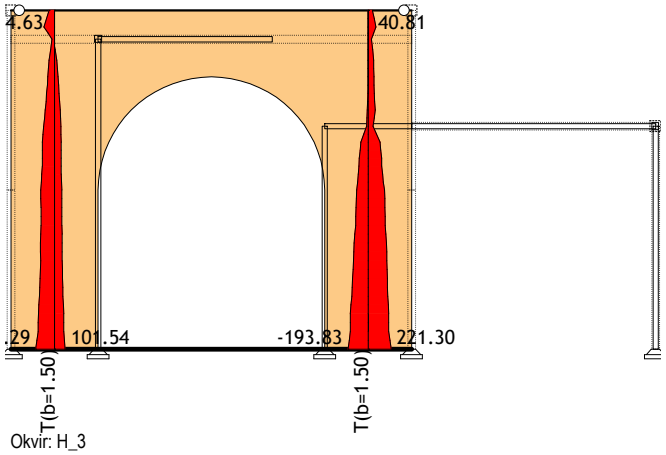
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: H_1
Vektorski presjeci: Nn

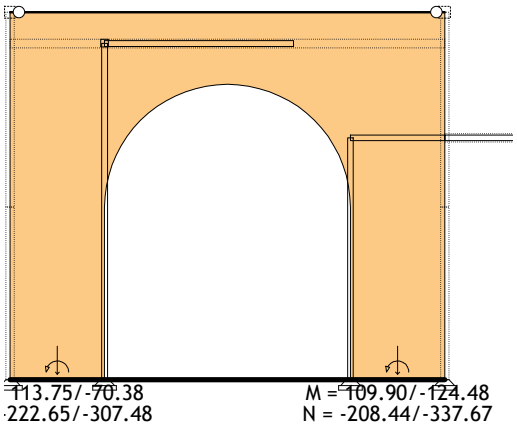


Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV



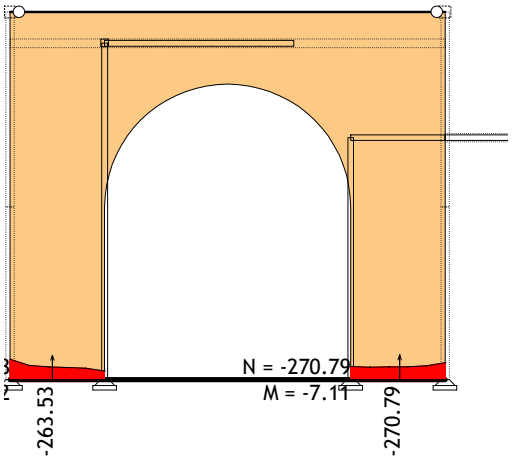
Okvir: H_3
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV

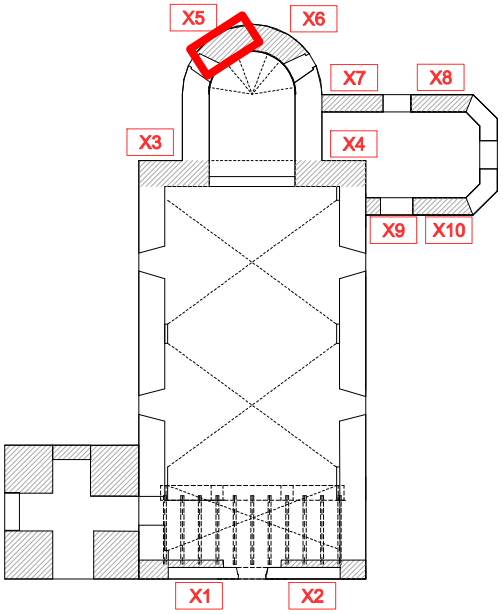


Okvir: H_3
Vektorski presjeci: Nn

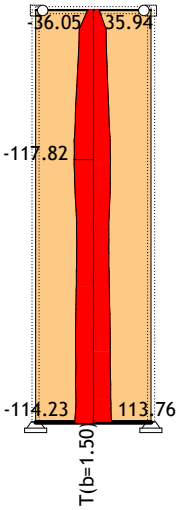
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: H_3
Vektorski presjeci: Nn

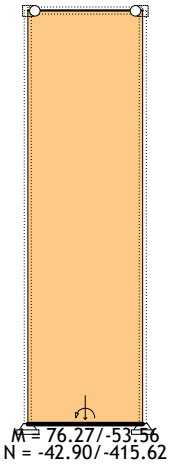


Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV



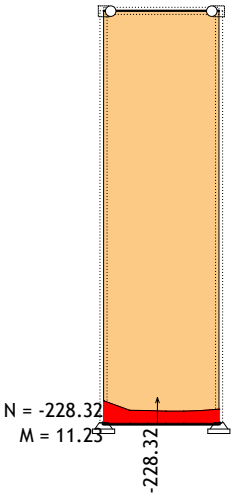
Okvir: K_1
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV

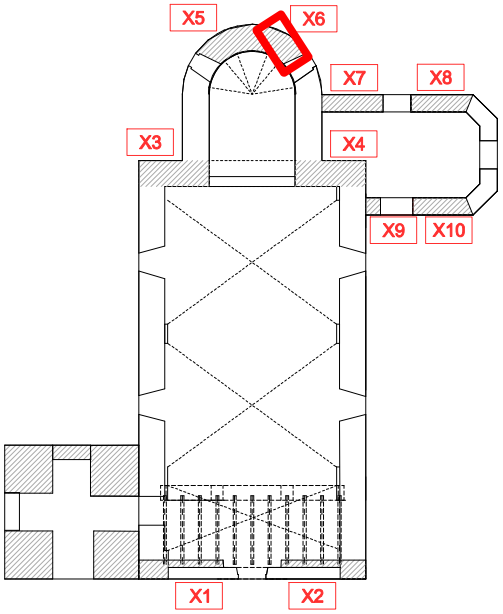


Okvir: K_1
Vektorski presjeci: Nn

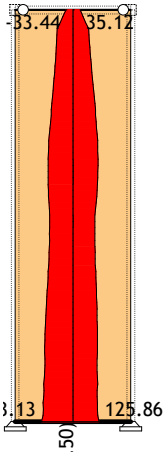
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: K_1
Vektorski presjeci: Nn

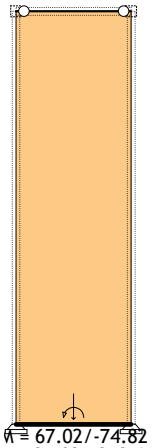


Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV



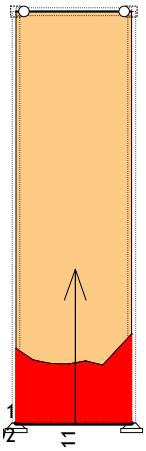
Okvir: K_6
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV

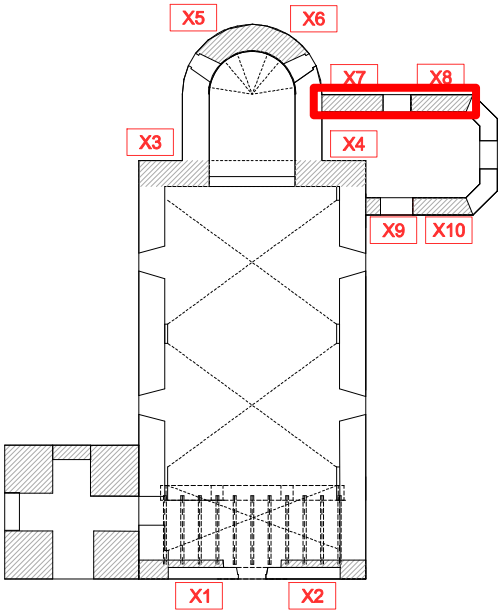


= 67.02/-74.82
= -84.03/-343.61
Okvir: K_6
Vektorski presjeci: Nn

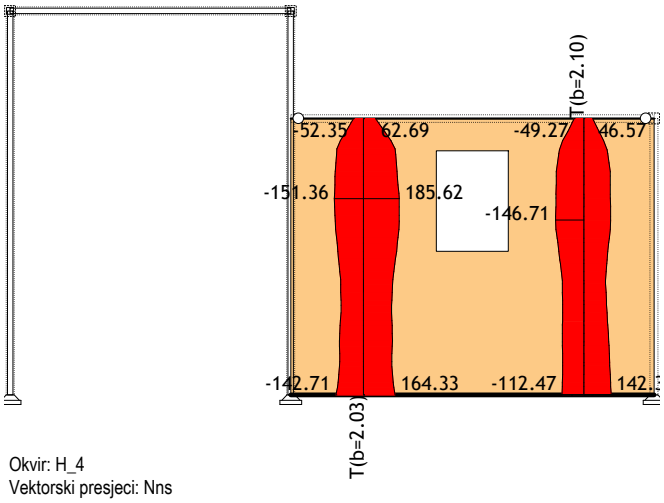
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: K_6
Vektorski presjeci: Nn

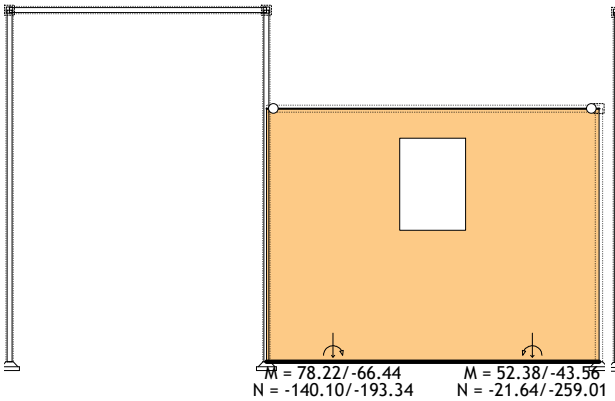


Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV



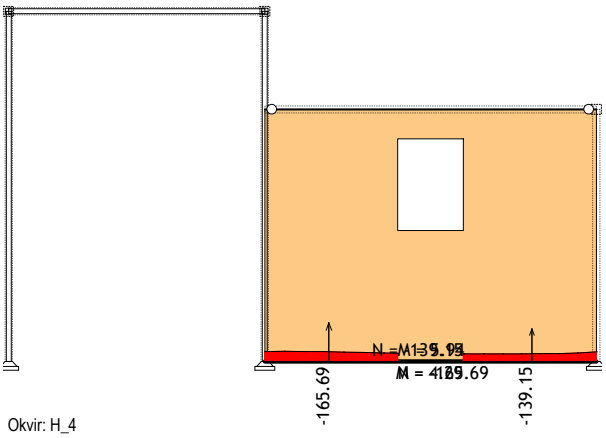
Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV

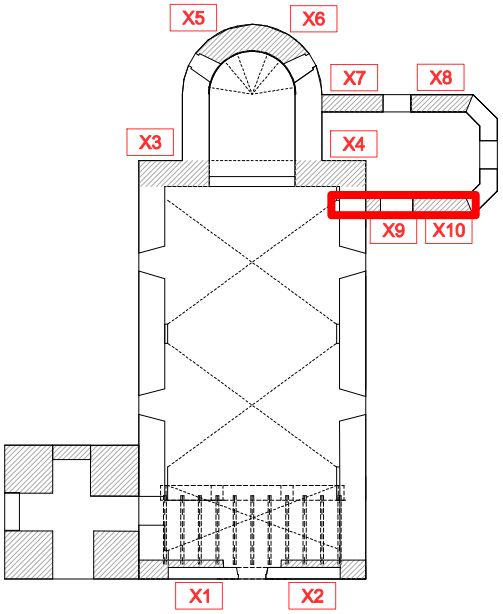


Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Nn

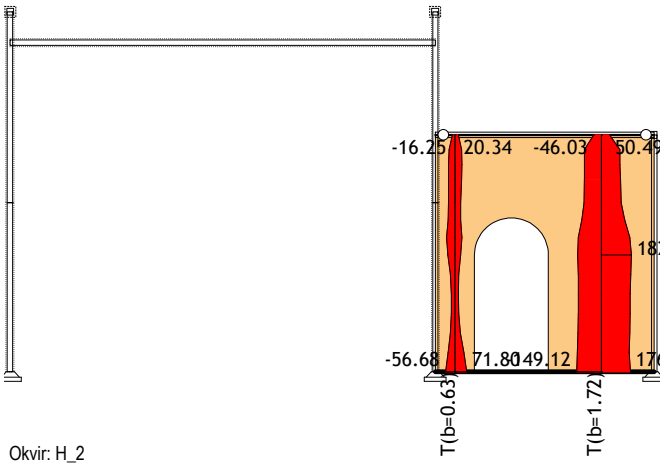
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Nn

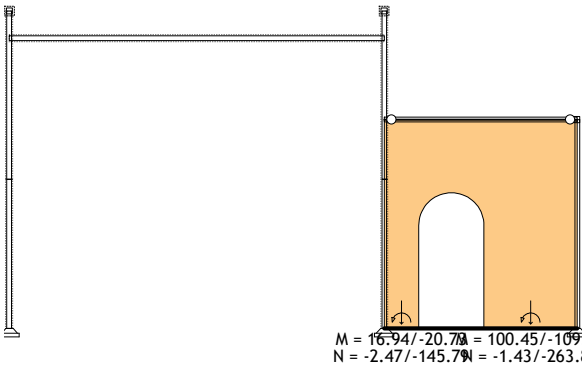


Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV



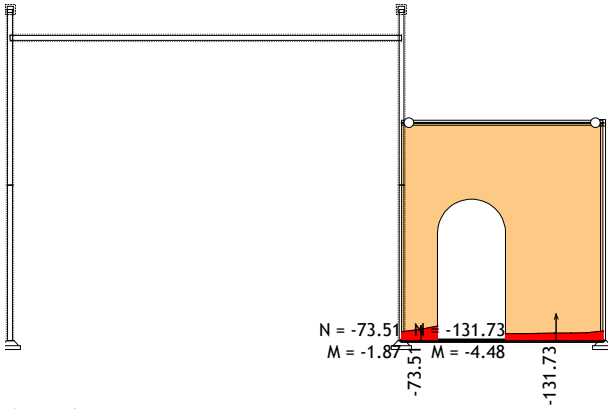
Okvir: H_2
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV

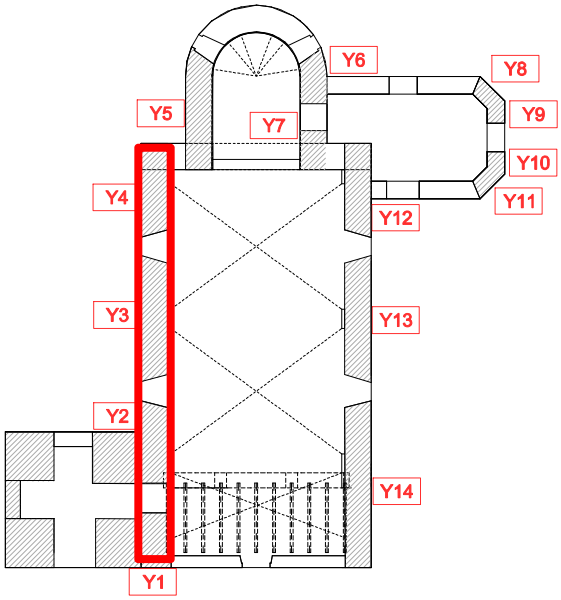


Okvir: H_2
Vektorski presjeci: Nn

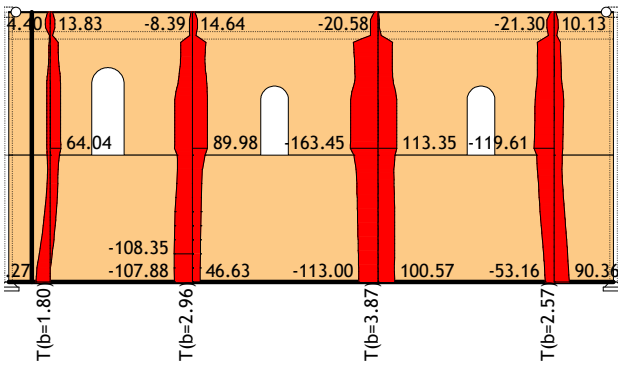
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: H_2
Vektorski presjeci: Nn



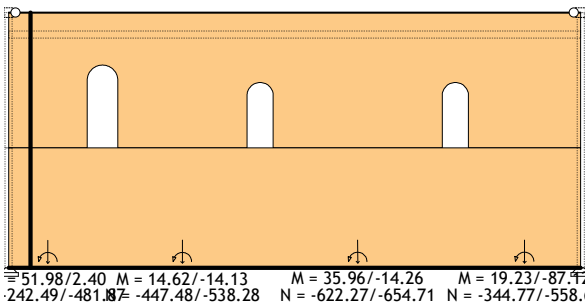
Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



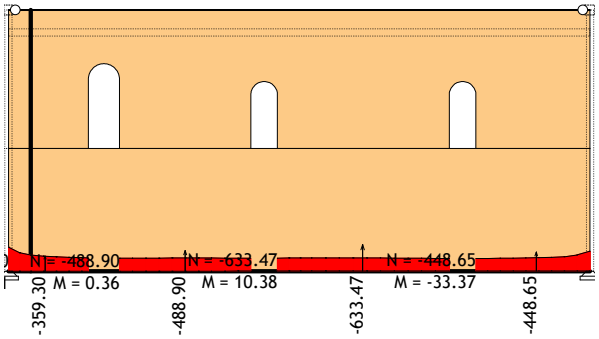
Okvir: V_15
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV

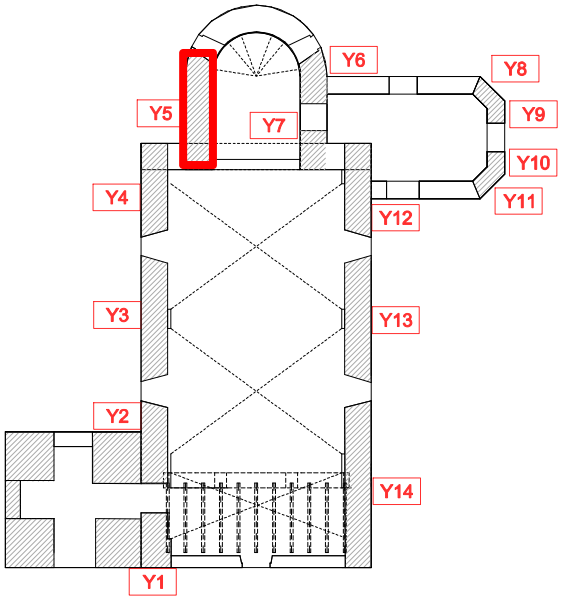
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: V_15
Vektorski presjeci: Nn



Okvir: V_15
Vektorski presjeci: Nn

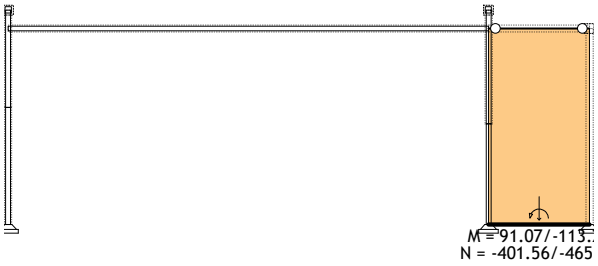


Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



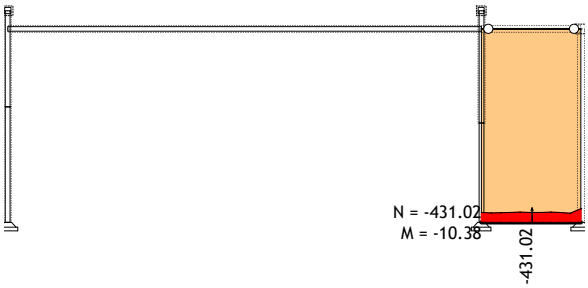
Okvir: V_16
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



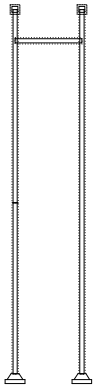
Okvir: V_16
Vektorski presjeci: Nn

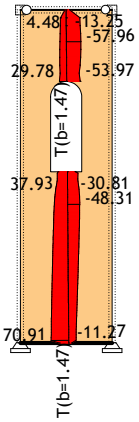
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: V_16
Vektorski presjeci: Nn

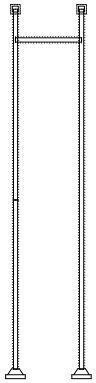
Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV

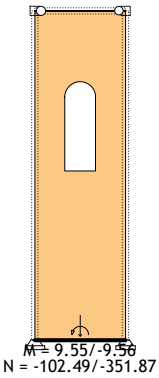




Okvir: K_3
Vektorski presjeci: Nns

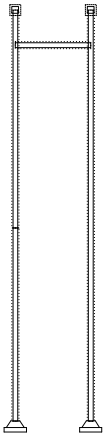
Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV

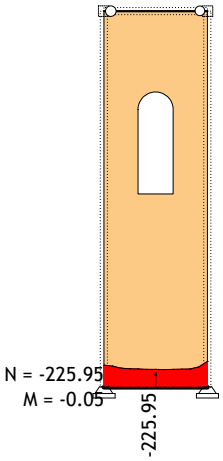




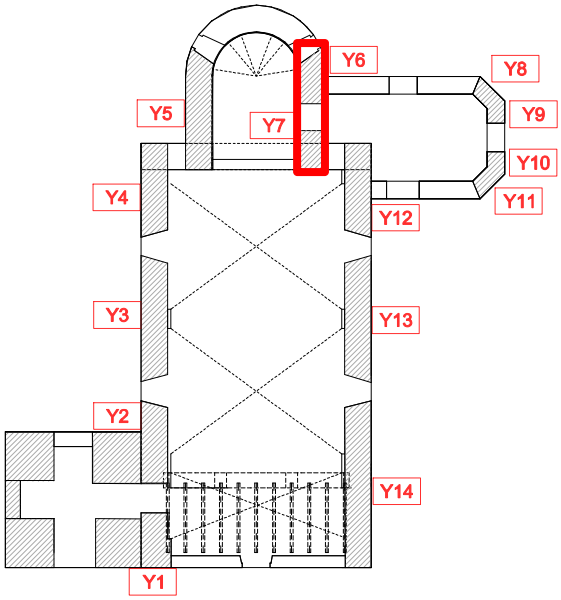
Okvir: K_3
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 1: stalno (g)

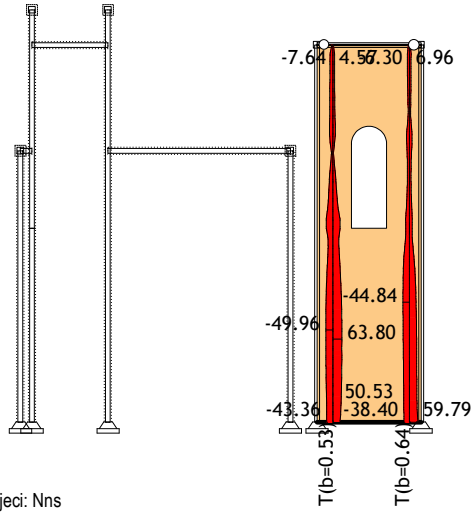




Okvir: K_3
Vektorski presjeci: Nn

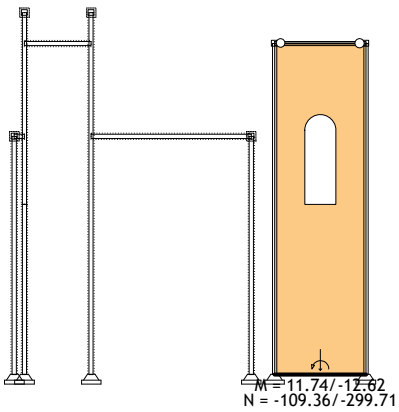


Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



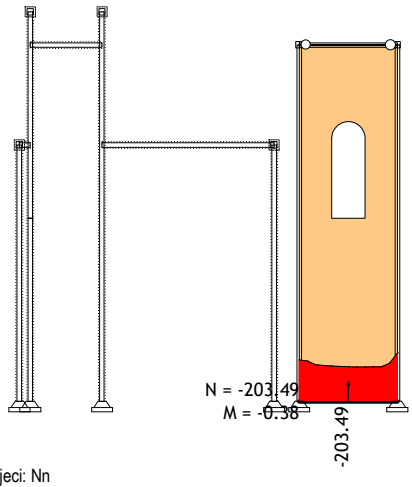
Okvir: K_4
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



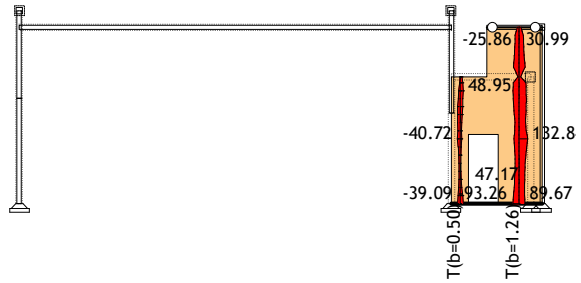
Okvir: K_4
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 1: stalno (g)



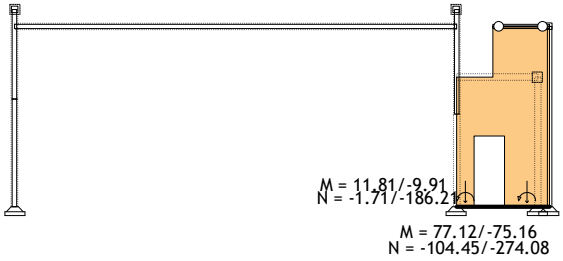
Okvir: K_4
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



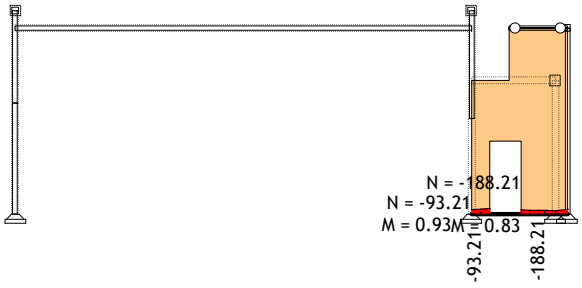
Okvir: V_17
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV

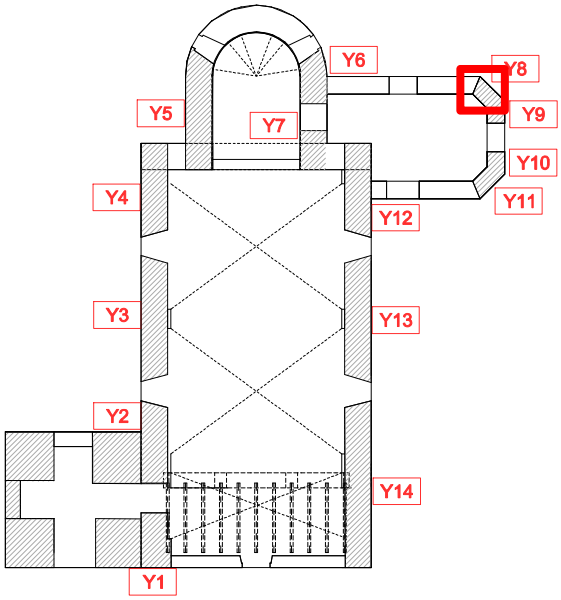


Okvir: V_17
Vektorski presjeci: Nn

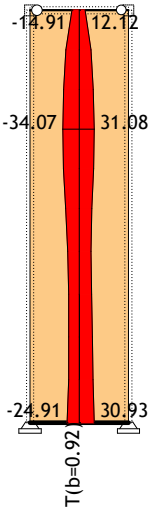
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: V_17
Vektorski presjeci: Nn

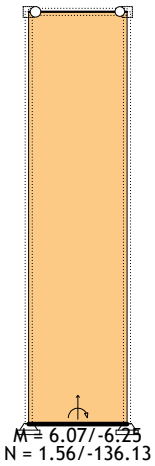


Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



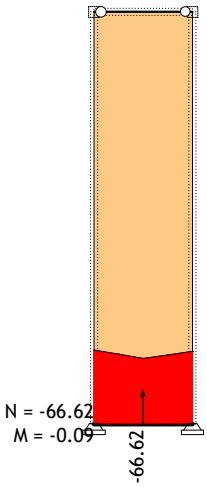
Okvir: K_5
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV

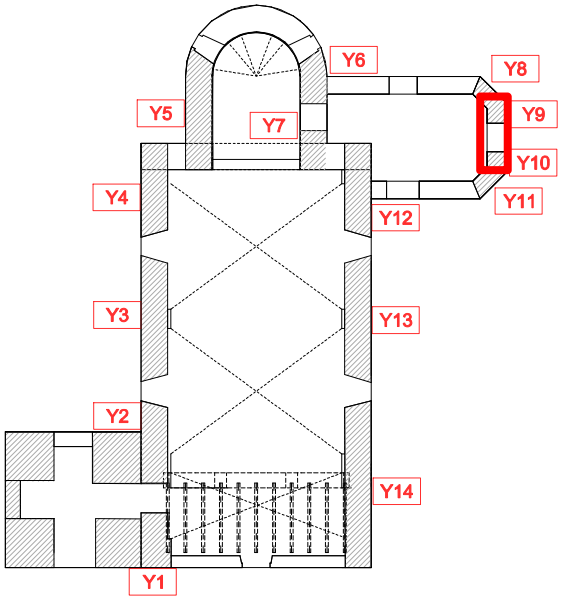


Okvir: K_5
Vektorski presjeci: Nn

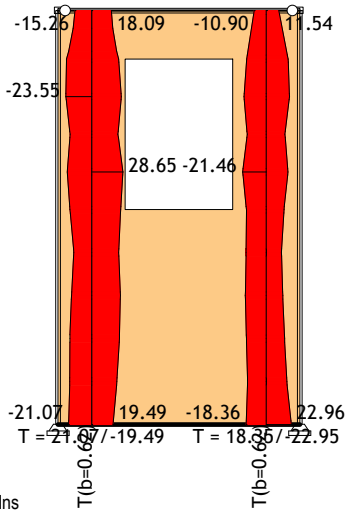
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: K_5
Vektorski presjeci: Nn

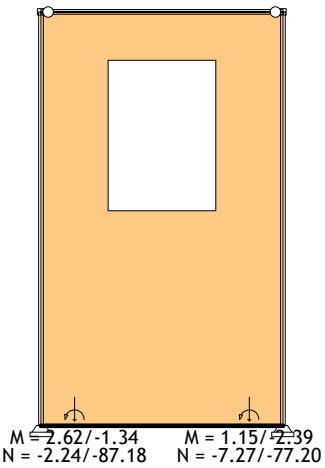


Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



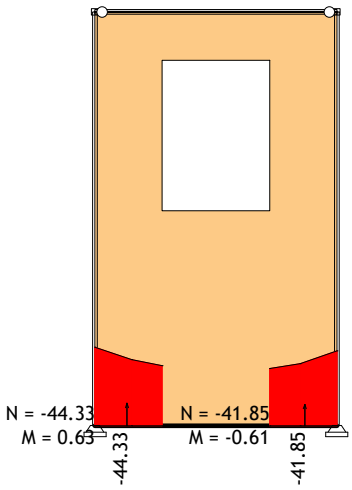
Okvir: V_19
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV

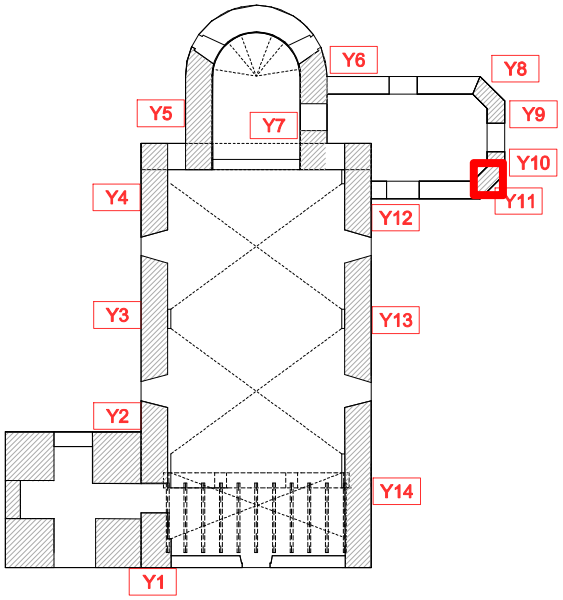


Okvir: V_19
Vektorski presjeci: Nn

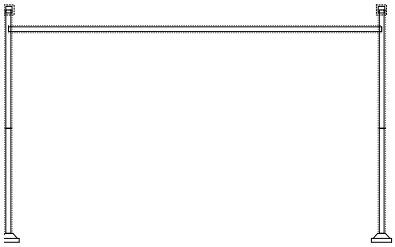
Opt. 1: stalno (g)

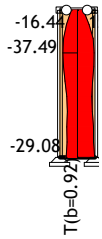


Okvir: V_19
Vektorski presjeci: Nn



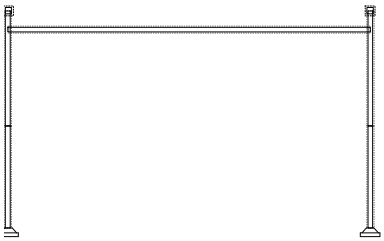
Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV

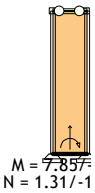




Okvir: K_2
Vektorski presjeci: Nns

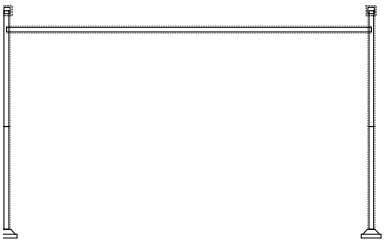
Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV

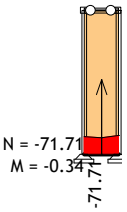




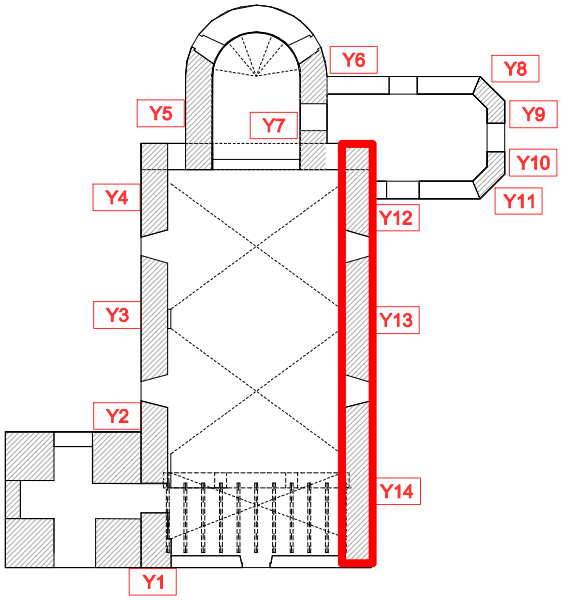
Okvir: K_2
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 1: stalno (g)

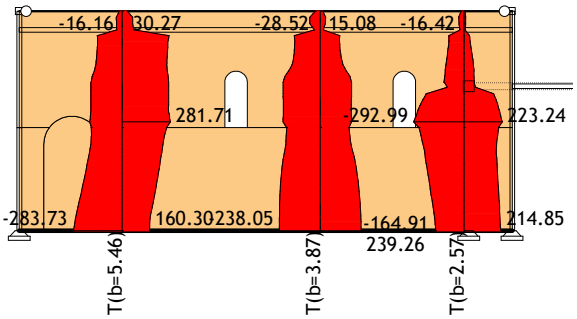




Okvir: K_2
Vektorski presjeci: Nn

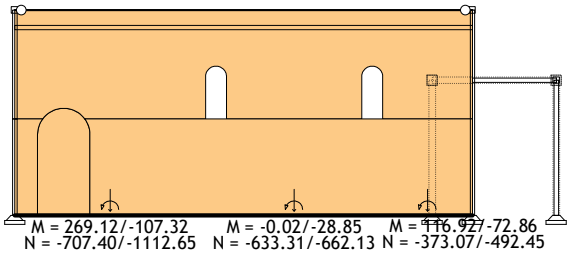


Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



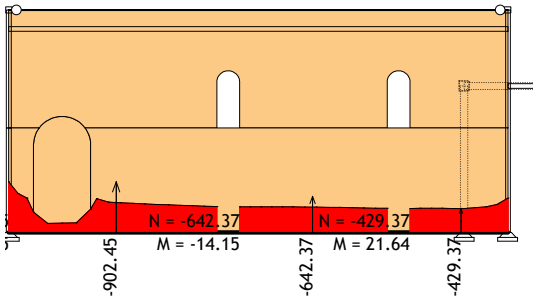
Okvir: V_18
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 7: I+0.3xII+0.3xIII+IV



Okvir: V_18
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 1: stalno (g)



Okvir: V_18
Vektorski presjeci: Nn

4.2.6 Kontrola nosivosti zidova u ravnini

f_{vk0} = 0,05 N/mm² $\sigma_d = N_{Ed}/A$ $V_{Rd} = tL_c f_{vd}$ $f_{vd} = f_{vk}/\gamma_M$ γ_M = 1,5 KL= 2

f_{tk} = 0,08 N/mm² $\tau_{Rd} = (f_{td}/1,5)(1+\sigma_d/f_{td})^{0,5}$ $V_{RHd} = C_r A_m \tau_{Rd}$ $f_{td} = f_{tk}/\gamma_M$ C_r = 0,9 CF= 1,2

zid	L_w [cm]	t [cm]	A [cm²]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_d [N/mm²]	$0,4\sigma_d$	f_{vk} [N/mm²]	τ_{Rd} [N/mm²]	L_c [cm]	V_{Rd} [kN]	V_{Ed}/V_{Rd}	V_{RHd} [kN]	V_{Ed}/V_{RHd}	ΔV_{Ed} [kN]
X1	290	39	11310	**210,6**	**162,3**	**168,5**	0,144	0,057	0,107	0,061	124	**28,7**	7,33	**62,0**	3,40	181,8
X2	290	39	11310	**199,0**	**185,9**	**151,3**	0,164	0,066	0,116	0,064	191	**47,9**	4,16	**65,4**	3,04	151,1
X3	240	90	21600	**215,5**	**265,1**	**146,2**	0,123	0,049	0,099	0,057	195	**96,4**	2,24	**111,7**	1,93	119,1
X4	240	90	21600	**224,1**	**274,7**	**124,2**	0,127	0,051	0,101	0,058	224	**113,2**	1,98	**113,2**	1,98	110,9
X5	150	90	13500	**105,9**	**229,7**	**77,7**	0,170	0,068	0,118	0,065	124	**73,0**	1,45	**79,1**	1,34	32,9
X6	150	90	13500	**138,6**	**212,6**	**66,3**	0,157	0,063	0,113	0,063	131	**74,2**	1,87	**76,7**	1,81	64,3
X7	210	60	12600	**163,4**	**167,1**	**45,1**	0,133	0,053	0,103	0,059	210	**72,1**	2,27	**67,1**	2,44	96,4
X8	200	60	12000	**147,7**	**139,9**	**57,6**	0,117	0,047	0,097	0,056	177	**56,9**	2,60	**60,9**	2,42	90,8
X9	70	60	4200	**73,5**	**75,2**	**19,7**	0,179	0,072	0,122	0,066	26	**10,7**	6,86	**25,1**	2,92	62,7
X10	200	60	12000	**194,4**	**129,2**	**115,0**	0,108	0,043	0,093	0,055	33	**10,3**	18,90	**59,2**	3,28	184,1

$R_z = \min(V_{Rd}, V_{RHd}) / V_{Ed}$

R_z	$R_z \times A$
0,137	1543,85
0,241	2721,11
0,447	9659,68
0,505	10908,94
0,689	9304,50
0,536	7231,59
0,410	5170,57
0,385	4621,02
0,146	612,15
0,053	634,91
$\Sigma(R_z \times A)/\Sigma A$ =	0,392

39,2% 19,6%

zid	L_w [cm]	t [cm]	A [cm²]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_d [N/mm²]	$0,4\sigma_d$	f_{vk} [N/mm²]	τ_{Rd} [N/mm²]	L_c [cm]	V_{Rd} [kN]	V_{Ed}/V_{Rd}	V_{RHd} [kN]	V_{Ed}/V_{RHd}	ΔV_{Ed} [kN]
Y1	185	90	16650	**107,7**	**365,4**	**61,9**	0,219	0,088	0,138	0,072	185	**127,5**	0,85	**108,2**	1,00	
Y2	268	90	24120	**142,1**	**487,4**	**13,5**	0,202	0,081	0,131	0,070	268	**175,3**	0,81	**151,5**	0,94	
Y3	400	90	36000	**151,9**	**632,2**	**44,0**	0,176	0,070	0,120	0,066	400	**240,5**	0,63	**213,6**	0,71	
Y4	300	90	27000	**106,5**	**454,7**	**29,6**	0,168	0,067	0,117	0,065	300	**176,0**	0,60	**157,6**	0,68	
Y5	380	90	34200	**153,0**	**658,7**	**106,0**	0,193	0,077	0,127	0,068	380	**241,4**	0,63	**210,6**	0,73	
Y6	190	90	17100	**179,6**	**394,5**	**64,7**	0,231	0,092	0,142	0,074	190	**135,2**	1,33	**113,5**	1,58	66,1
Y7	130	90	11700	**43,9**	**93,2**	**11,3**	0,080	0,032	0,082	0,050	130	**53,2**	0,82	**52,1**	0,84	
Y8	115	60	6900	**30,3**	**68,4**	**4,4**	0,099	0,040	0,090	0,053	115	**34,4**	0,88	**33,1**	0,92	
Y9	80	60	4800	**20,8**	**41,9**	**1,9**	0,087	0,035	0,085	0,051	80	**22,6**	0,92	**22,0**	0,94	
Y10	80	60	4800	**19,4**	**44,2**	**1,5**	0,092	0,037	0,087	0,052	80	**23,2**	0,84	**22,4**	0,86	
Y11	115	60	6900	**54,1**	**73,3**	**12,9**	0,106	0,043	0,093	0,055	115	**35,5**	1,53	**33,9**	1,60	20,3
Y12	320	90	28800	**207,4**	**428,9**	**124,8**	0,149	0,060	0,110	0,062	320	**175,3**	1,18	**160,2**	1,29	47,2
Y13	430	90	38700	**247,3**	**639,8**	**33,9**	0,165	0,066	0,116	0,064	430	**249,7**	0,99	**224,2**	1,10	23,1
Y14	570	90	51300	**293,1**	**877,5**	**109,6**	0,171	0,068	0,118	0,065	570	**337,5**	0,87	**301,2**	0,97	

R_z	$R_z \times A$
1,004	16720,12
1,066	25715,69
1,406	50611,37
1,480	39954,50
1,377	47076,78
0,632	10803,53
1,188	13904,47
1,093	7540,61
1,060	5089,16
1,157	5553,18
0,626	4318,42
0,772	22240,99
0,907	35091,66
1,028	52720,42
$\Sigma(R_z \times A)/\Sigma A$ =	1,092

109,2% 54,6%

U proračunu kontrole nosivosti zidova korišteni su sljedeći izrazi

L_w	duljina zida
t	debljina zida
A	površina zida
	$A=L_w \times t$
V_{Ed}	Poprečna sila
	Dobivena seizmičkim proračunom
N_{Ed}	Uzdužna sila
	Dobivena seizmičkim proračunom
M_{Ed}	Moment savijanja
	Dobivena seizmičkim proračunom
σ_d	Proračunsko tlačno naprezanje
	$\sigma_d=N_{Ed}/A$
f_{vk}	karateristična posmična čvrstoća ziđa
	$f_{vk}= f_{vk,0}+0,4\times \sigma_d$
$f_{vk,0}$	karakteristična početna posmična čvrstoća ziđa
	dobivena iz literature
τ_{Rd}	Proračunska vrijednost poprečne otpornosti zida
	$\tau_{Rd}=(f_{td} / 1,5) \times (1+ \sigma_d / f_{td})^{0,5}$
f_{td}	Proračunska vrijednost vlačne otpornosti zida
	$f_{td}= f_{tk} / \gamma_m$
f_{tk}	karakteristična vlačna čvrstoća zida
	očitano iz literaure
γ_m	parrcijalni koeficijent za materijale, uključujući nesigurnosti vezane uz geometriju I modelirenje
	U NA EC1998-1, vrijednost ovog koeficijenta je definirana kao ≥1,5
L_c	duljina tlačnog područja zida
	$L_c=3\times[L_w/2-(M_{Ed}/N_{Ed,\,min})]\leq L$ za neomeđeno ziđe
$N_{Ed,\,min}$	minimalna vrijednost unutarnje uzdužne sile u zidu
	Dobivena seizmičkim proračunom (vlastita težina)

V_{Rd}	Poprečna otpornost zida
	$V_{Rd}=(f_{vk}\times t\times L_c)/\ \gamma_m\times CF$
CF	faktor povjerenja
	Uzet iz EC 1998-3, value 1,20 za razinu znanja 2
V_{RHd}	otpornost zida na horizontalnu
	$V_{RHd}=C_r\times A\times \tau_{Rd}$
C_r	faktor smanjenja opterećenja
	Dobiveno iz literature (C_r=0,9)

Razina otpornosti zgrade u odnosu na zahtijevanu otpornost prema važećim propisima je omjer proračunske potresne otpornosti konstrukcije nakon pojačanja i potresne otpornosti propisane za nove građevine.

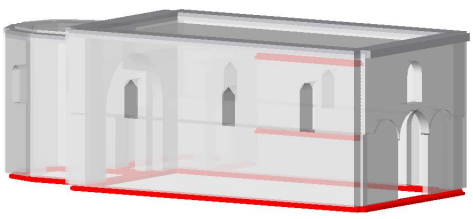
U tablici na prethodnoj stranici stupac R_z prikazuje nosivost zidova izraženu kao omjer mjerodavne otpornosti i horizontalne sile na zid (V_{RHd} / V_{Ed}).
Srednja vrijednost nosivosti zidova je dobivena uzimajući u obzir duljinu i debljinu zidova - stupac $R_z \times A$ i red $(R_z \times A) / \Sigma A$.

Srednje vrijednosti na prethodnoj stranici su srednje vrijednosti nosivosti zidova za potresno opterećenje propisano za 95-godišnji povratni period – 39,2 % za smjer X, i 109,2% za smjer Y.

Proračunska potresna sila za 475-godišnji povratni period je dvostruko veća, stoga su srednje vrijednosti nosivosti zidova upola manje – 19,6% za smjer X, i 54,6% za smjer Y.

Mjerodavni omjer proračunske otpornosti i otpornosti prije pojačanja prema važećim propisima: 19,6%.

Model 2 ima jednake ulazne parametre kao Model 1, uz razliku da su u ovom slučaju zidovi crkve prihvaćeni za zvonik što je modelirano krutim linijskim osloncem u dvije razine u kojima se predviđa prihvaćanje crkve za zvonik zategama. Osnovna premisa predmetnog zahvata i proračunskog pristupa je značajno veći posmični kapacitet zidova zvonika u odnosu na zidove crkve. U drugom dijelu projekta zidovi zvonika dokazani su za ukupnu horizontalnu silu potresa.



Slika 4-6 Crveno označeni ležajevi modela

f_{wk0} = 0,05 N/mm² $\sigma_d = N_{Ed}/A$ $V_{Rd} = tL_c f_{vd}$ $f_{vd} = f_{vk}/\gamma_M$ γ_M = 1,5 KL= 2

f_{tk} = 0,08 N/mm² $\tau_{Rd} = (f_{td}/1,5)\,(1+\sigma_d/f_{td})^{0,5}$ $V_{RHd} = C_r A_m \tau_{Rd}$ $f_{td} = f_{tk}/\gamma_M$ C_r = 0,9 CF= 1,2

$R_z = \min(V_{Rd}, V_{RHd}) / V_{Ed}$

zid	L_w [cm]	t [cm]	A[cm²]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_d [N/mm²]	$0{,}4\sigma_d$	f_{vk} [N/mm²]	τ_{Rd} [N/mm²]	L_c [cm]	V_{Rd} [kN]	V_{Ed}/V_{Rd}	V_{RHd} [kN]	V_{Ed}/V_{RHd}	ΔV_{Ed} [kN]	R_z	$R_z \times A$	95g	475g	Prosjek 475
X1	290	39	11310	**93,4**	**73,9**	**7,1**	0,065	0,026	0,076	0,047	406	**67,0**	1,39	**47,4**	1,97	46,0	0,507	5737,89			
X2	290	39	11310	**35,0**	**167,2**	**11,2**	0,148	0,059	0,109	0,062	290	**68,6**	0,51	**62,7**	0,56		1,793	20275,26			
X3	240	90	21600	**98,2**	**262,6**	**61,4**	0,122	0,049	0,099	0,057	240	**118,4**	0,83	**111,3**	0,88		1,134	24499,06			
X4	240	90	21600	**150,7**	**272,4**	**70,4**	0,126	0,050	0,100	0,058	240	**120,5**	1,25	**112,8**	1,34	37,8	0,749	16176,75			
X5	150	90	13500	**76,9**	**234,1**	**46,9**	0,173	0,069	0,119	0,066	150	**89,5**	0,86	**79,7**	0,97		1,036	13983,84			
X6	150	90	13500	**106,5**	**226,6**	**48,1**	0,168	0,067	0,117	0,065	150	**87,8**	1,21	**78,7**	1,35	27,8	0,739	9976,41			
X7	210	60	12600	**110,9**	**164,1**	**45,0**	0,130	0,052	0,102	0,059	210	**71,5**	1,55	**66,6**	1,66	44,3	0,601	7570,45			
X8	200	60	12000	**83,4**	**141,8**	**23,3**	0,118	0,047	0,097	0,057	200	**64,9**	1,29	**61,2**	1,36	22,2	0,734	8806,69			
X9	70	60	4200	**50,5**	**77,0**	**14,3**	0,183	0,073	0,123	0,067	49	**20,3**	2,49	**25,4**	1,99	30,2	0,401	1685,44			
X10	200	60	12000	**76,9**	**128,6**	**67,9**	0,107	0,043	0,093	0,055	141	**43,8**	1,76	**59,1**	1,30	33,1	0,570	6835,13			
																		$\Sigma(R_z \times A) / \Sigma A$ =	0,865	86,5%	43,2%

zid	L_w [cm]	t [cm]	A[cm²]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_d [N/mm²]	$0{,}4\sigma_d$	f_{vk} [N/mm²]	τ_{Rd} [N/mm²]	L_c [cm]	V_{Rd} [kN]	V_{Ed}/V_{Rd}	V_{RHd} [kN]	V_{Ed}/V_{RHd}	ΔV_{Ed} [kN]	R_z	$R_z \times A$
Y1	185	90	16650	**57,6**	**71,6**	**6,7**	0,043	0,017	0,067	0,042	185	**62,2**	0,93	**62,3**	0,92		1,080	17974,04
Y2	268	90	24120	**94,3**	**146,5**	**34,7**	0,061	0,024	0,074	0,046	268	**99,5**	0,95	**98,9**	0,95		1,049	25304,79
Y3	400	90	36000	**68,3**	**150,6**	**54,8**	0,042	0,017	0,067	0,041	400	**133,5**	0,51	**133,7**	0,51		1,955	70363,21
Y4	300	90	27000	**41,3**	**434,3**	**63,9**	0,161	0,064	0,114	0,064	300	**171,5**	0,24	**154,7**	0,27		3,745	101111,86
Y5	380	90	34200	**63,9**	**435,6**	**64,4**	0,127	0,051	0,101	0,058	380	**191,8**	0,33	**179,3**	0,36		2,807	95985,02
Y6	190	90	17100	**177,7**	**395,0**	**81,9**	0,231	0,092	0,142	0,074	190	**135,3**	1,31	**113,5**	1,57	64,2	0,639	10922,04
Y7	130	90	11700	**21,6**	**92,9**	**6,1**	0,079	0,032	0,082	0,049	130	**53,1**	0,41	**52,1**	0,41		2,410	28197,99
Y8	115	60	6900	**24,6**	**70,3**	**3,1**	0,102	0,041	0,091	0,054	115	**34,8**	0,71	**33,4**	0,74		1,360	9381,31
Y9	80	60	4800	**14,9**	**43,2**	**1,7**	0,090	0,036	0,086	0,052	80	**22,9**	0,65	**22,3**	0,67		1,497	7186,26
Y10	80	60	4800	**15,0**	**45,2**	**1,8**	0,094	0,038	0,088	0,052	80	**23,4**	0,64	**22,6**	0,66		1,506	7228,71
Y11	115	60	6900	**45,2**	**72,2**	**7,7**	0,105	0,042	0,092	0,054	115	**35,2**	1,28	**33,7**	1,34	11,5	0,746	5144,37
Y12	320	90	28800	**131,6**	**435,7**	**71,5**	0,151	0,061	0,111	0,062	320	**176,8**	0,74	**161,2**	0,82		1,225	35273,61
Y13	430	90	38700	**111,2**	**642,2**	**33,1**	0,166	0,066	0,116	0,064	430	**250,2**	0,44	**224,5**	0,50		2,020	78171,56
Y14	570	90	51300	**139,6**	**879,6**	**159,1**	0,171	0,069	0,119	0,065	570	**338,0**	0,41	**301,5**	0,46		2,160	110817,47
																		$\Sigma(R_z \times A) / \Sigma A$ =	1,952	195,2%	97,6%

70,4%

Priložena kontrola nosivosti pokazuje da se rezne sile uslijed potresa preraspodjeljuju te je srednje vrijednosti nosivosti zidova za potresno opterećenje propisano za 95-godišnji povratni period – 86,5 % za smjer X, i 195,2% za smjer Y.

Proračunska potresna sila za 475-godišnji povratni period je dvostruko veća, stoga su srednje vrijednosti nosivosti zidova upola manje – 43,2% za smjer X, i 97,6% za smjer Y.

Zaključak:
Mjerodavni omjer proračunske otpornosti i otpornosti nakon pojačanja prema važećim propisima: 43,2%.

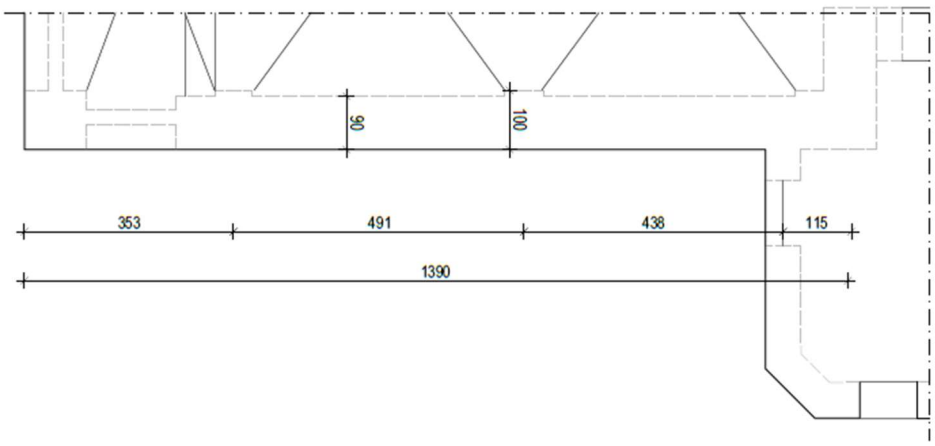
4.2.7 Kontrola nosivosti zidova crkve van ravnine

Problem sakralnih građevina je nosivost zidova van ravnine zbog njihove geometrije.

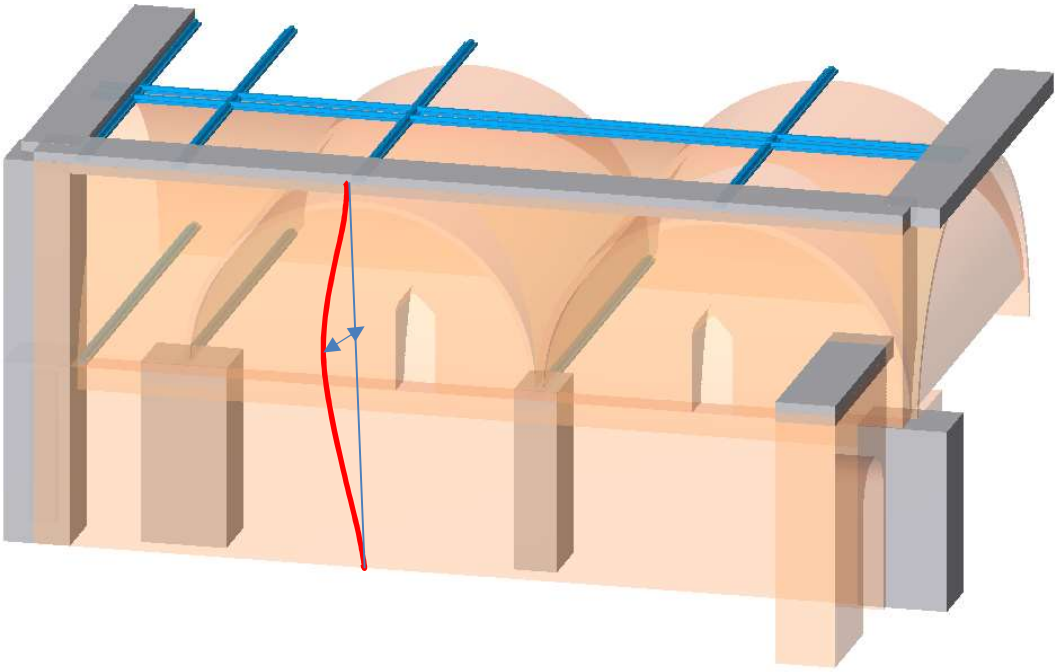
Provjerava se najnepovoljnija situacija, nakon izvedenih pojačanja u obliku zatega te povezivanja slojeva zida inox šipkama. Konstrukcija ima obodni horizontalni serklaž na vrhu zidova.

Ulazni parametri

Visina zida:	570 cm
Debljina zida:	90 cm
Razmak između ukruta:	490 cm
Debljina ukruta:	100 cm



Slika 4-7 Tlocrtni prikaz kritičnog zida



Slika 4-8 Prikaz kritičnog zida- sivo prikazani horizontalni serklaži i ukrute, plavo zatege, crveno mehanizam ponašanja

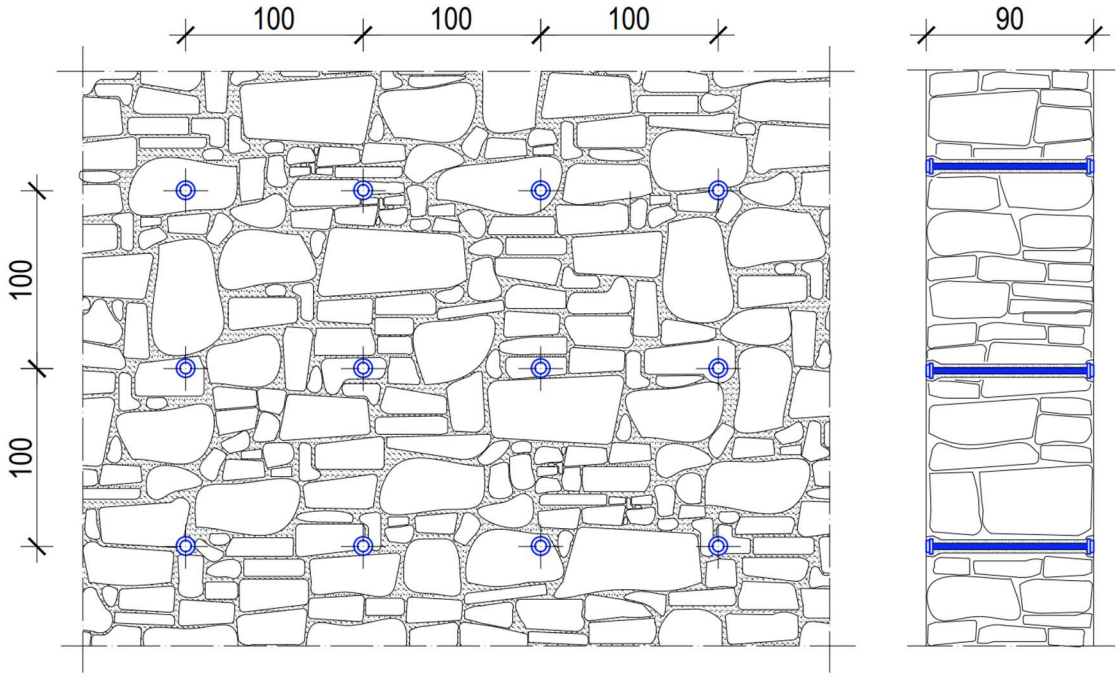
Vitkost zida:

h_{ef} = 570 cm

t_{ef} = 90 cm

h_{ef} / t_{ef} =6,34 ≤ 27

4.3 Povezivanje slojeva ziđa inox šipkama



Slika 4-9. Raspored inox šipki

Povezivanje slojeva zida povećava tlačnu i posmičnu nosivost ziđa.

Tablica 4-1 Mehaničke karakteristike ziđa prema Borriju et. al nakon povezivanja slojeva

Tlačna čvrstoća fm (MPa)	Modul elastičnosti E (MPa)	Posmična čvrstoća T_0 (MPa)
1,5-2,6	1010-1450	0,033-0,050

Uloga inox šipki u ovom slučaju je također i sprezanje čelične konstrukcije sa zidovima zvonika što se prilagodilo rasporedom i geometrijom inox šipki.

Mjerodavna sila za dimenzioniranje šipke (očitano iz proračunskog modela) – 80 kN

Prosječna debljina zida- 120 cm

Odabrana inox šipka- d=22 mm

Vlačna čvrstoća- 500-700 N/mm^2

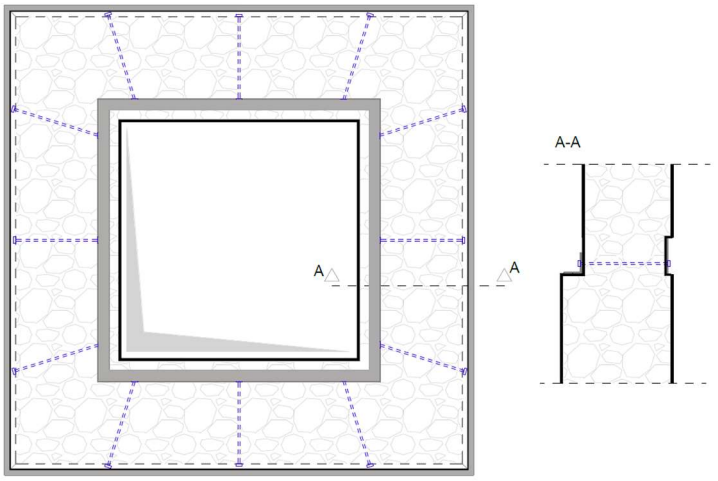
Granica popuštanja- 195 N/mm^2

Produljenje- 35-45%

Računska otpornost inox šipke:

$$P_{Rd}= (0,8\times f_u\times\pi\times d^2/4)/\gamma_u=(0,8\times500\times\pi\times22^2/4)/1,25=152,05\ kN$$

Šipke promjera 22 mm se postavljaju po dijagonali čelične konstrukcije, na razmaku od 100 cm. Način postavljanja je da se izbuši rupa u zidu, postavi šipka, injektira mort u rupu te se šipka zategne s obje strane. Preostale šipke promjera 22 mm postavljaju se na rasteru 1,0×1,0 m po površini zida. One se postavljaju bušenjem rupe, postavljanjem šipke te zatezanjem. Na mjestima međupodesta, inox šipke s unutarnje strane zvonika prolaze kroz čelični L 130×130×12 profil, dok se s vanjske strane hvataju na čelični lim 200×10 mm koji je obujmica zvoniku. Po zidovima crkve, inox šipke postavljaju se konstruktivno na rasteru 1,5×1,5 m.



Slika 4-10. raspored inox šipki na razini međupodesta

4.4 Pojačanje ziđa injektiranjem

Podnožje zvonika, do visine od cca 7,0 m pojačava se injektiranjem cementne smjese u ziđe. Tim se postupkom se čvrstoća ziđa višestruko povećava. Vrijednosti materijala koje će se uzimati u daljnjem proračunu za podnožje zidova zvonika je uzeta iz literature i vrijedi:

Tlačna čvrstoća fm (MPa)	Modul elastičnosti E (MPa)	Posmična čvrstoća T_0 (MPa)
1,8	3000	0,18

4.5 Seizmički proračun i kontrola nosivosti zvonika

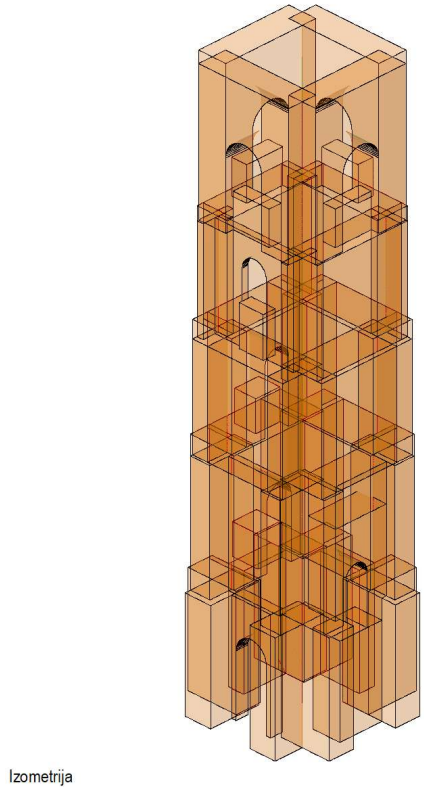
Proračunski 3D model

Prema Tehničkom propisu o izmjeni i dopunama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 75/20), razina obnove 4 „Cjelovita obnova" podrazumijeva izradu građevinskog projekta pri čemu se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade.
U svrhu određivanja seizmičkog djelovanja na građevinu i utjecaja u pojedinim zidovima izrađen je prostorni proračunski model. Model pretpostavlja da je zgrada sanirana i popravljena.

Proračunski model

1. Izrada prostornog modela u programu za proračun metodom konačnih elemenata (Tower 8.2).
2. Elastična krutost elemenata konstrukcije je modelirana s polovicom vrijednosti, što predstavlja učinak raspucavanja.
3. Modalna analiza - provedena za 10 tonova ($T_k \geq 3\sqrt{n}$,)
   - u uzdužnom smjeru (X) aktivirano je 89,34% mase
   - u poprečnom smjeru (Y) aktivirano je 89,08% mase
4. Seizmički proračun - ubrzanje tla a = 0,13 g (za 95-godišnji povratni period)
   - kategorija važnosti objekta: III $\rightarrow \gamma_I = 1$ (zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem)

- faktor ponašanja		q = 1,5
- kategorija tla		C
- poprečna sila u podnožju	smjer X	550,92 kN (13% ukupne težine tornja)
	smjer Y	550,47 kN (13% ukupne težine tornja)



Prikaz proračunskog 3D modela

4.5.1 Ulazni parametri i prikaz konstrukcije

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
POZ 500 T	17.55	4.25
POZ 400 T	13.30	3.15

Naziv	z [m]	h [m]
POZ 300 T	10.15	3.15
POZ 200 T	7.00	3.65

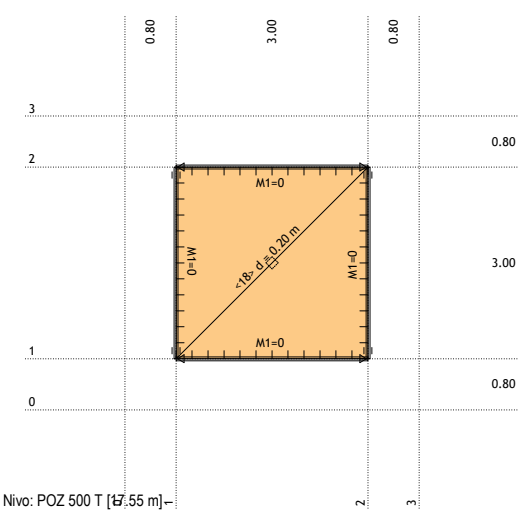
Naziv	z [m]	h [m]
POZ 100 T	3.35	3.35
POZ 000	0.00	

Tabela materijala

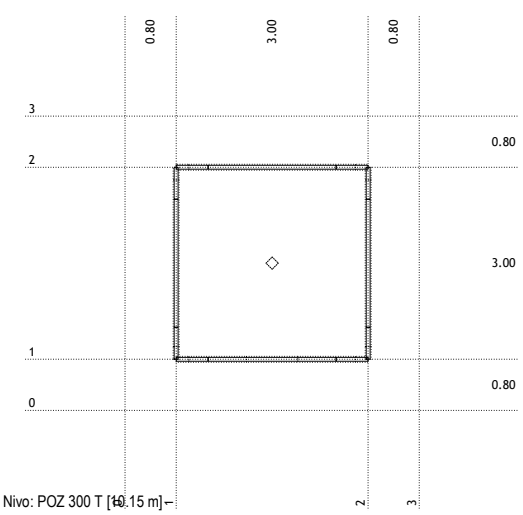
No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	α,t[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Opeka/Blokovi	8.000e+5	0.20	20.00	1.000e-5	8.000e+5	0.20
2	C25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20

Setovi linijskih ležajeva

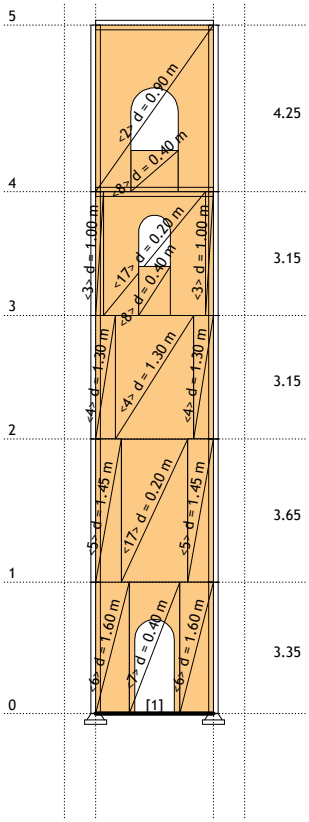
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		



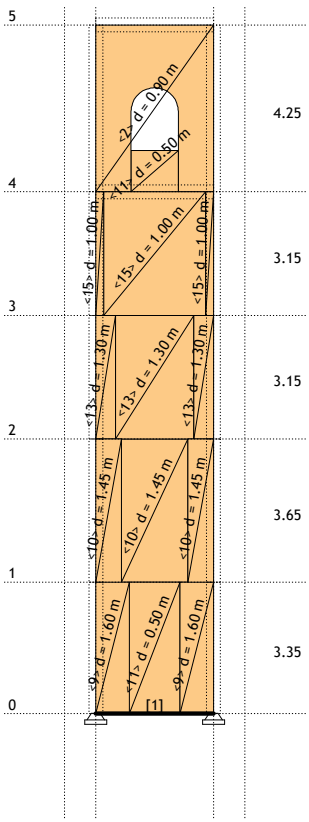
Nivo: POZ 500 T [17.55 m]



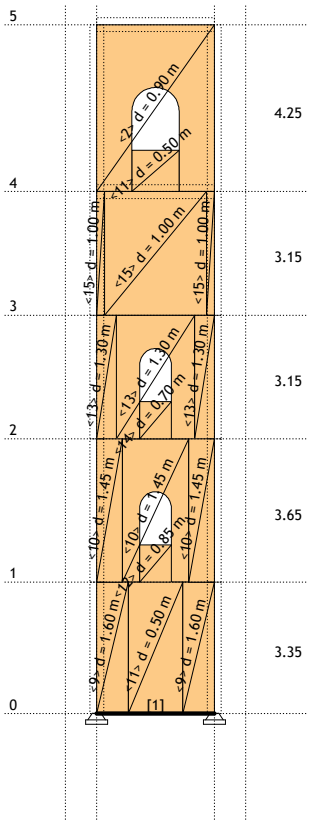
Nivo: POZ 300 T [10.15 m]



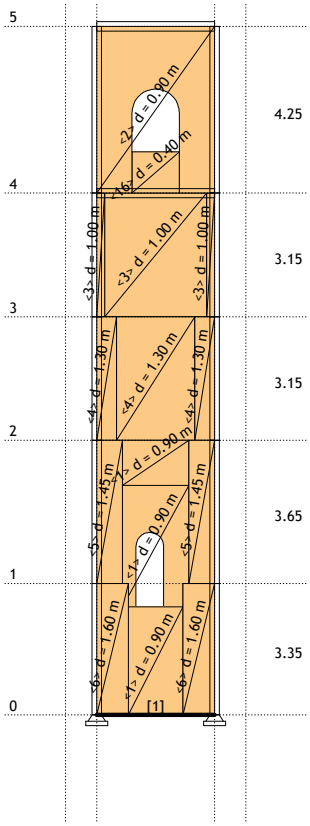
Okvir: H_3



Okvir: H_4



Okvir: V_3



Okvir: V_4

4.5.2 Slučajevi djelovanja

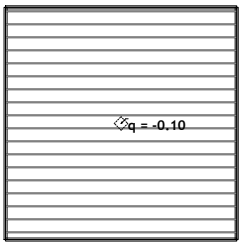
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Stalno (g)
2	Uporabno
3	Potres ex
4	Potres ey

LC	Naziv
5	Komb.: 1.35xI+1.5xII
6	Komb.: I+0.3xII+III+0.3xIV
7	Komb.: I+0.3xII+0.3xIII+IV
8	Komb.: III+0.3xIV

LC	Naziv
9	Komb.: 0.3xIII+IV
10	Komb.: III+IV

Opt. 1: Stalno (g)



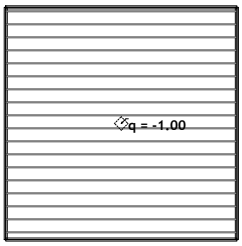
Nivo: POZ 500 T [17.55 m]

Opt. 1: Stalno (g)



Nivo: POZ 400 T [13.30 m]

Opt. 2: Uporabno



Nivo: POZ 500 T [17.55 m]

Opt. 2: Uporabno



Nivo: POZ 400 T [13.30 m]

4.5.3 Modalna analiza

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča
Spriječeno osciliranje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	Stalno (g)	1.00
2	Uporabno	0.00

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
POZ 500 T	17.55	0.50	2.30	42.44	4.72
POZ 400 T	13.30	0.51	2.46	67.21	7.47
POZ 300 T	10.15	0.52	2.41	78.74	
POZ 200 T	7.00	0.50	2.42	101.38	
POZ 100 T	3.35	0.49	2.45	95.29	
POZ 000	0.00	0.54	2.37	44.66	
Ukupno:	8.07	0.51	2.41	429.72	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
POZ 500 T	17.55	0.50	2.30
POZ 400 T	13.30	0.49	2.93
POZ 300 T	10.15	0.50	2.74
POZ 200 T	7.00	0.70	2.46
POZ 100 T	3.35	0.42	2.53
POZ 000	0.00	0.58	2.39

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
POZ 500 T	17.55	0.00	0.00
POZ 400 T	13.30	0.02	0.47
POZ 300 T	10.15	0.02	0.33
POZ 200 T	7.00	0.20	0.05
POZ 100 T	3.35	0.06	0.08
POZ 000	0.00	0.03	0.01

Periodi osciliranja konstrukcije

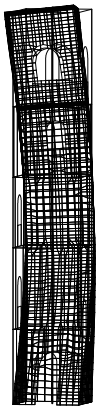
No	T [s]	f [Hz]
1	0.9438	1.0596
2	0.9426	1.0609
3	0.2742	3.6466
4	0.2508	3.9874
5	0.2490	4.0167
6	0.1206	8.2947
7	0.1176	8.5038
8	0.1068	9.3619
9	0.0831	12.0323
10	0.0741	13.5027



Izometrija
Forma osciliranja: 1/10 [T=0.9438sec / f=1.06Hz]



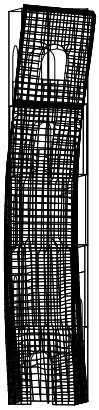
Izometrija
Forma osciliranja: 2/10 [T=0.9426sec / f=1.06Hz]



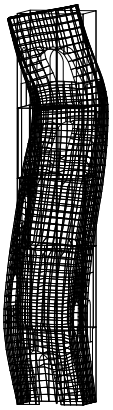
Izometrija
Forma osciliranja: 3/10 [T=0.2742sec / f=3.65Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 4/10 [T=0.2508sec / f=3.99Hz]



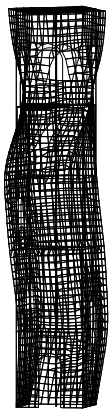
Izometrija
Forma osciliranja: 5/10 [T=0.2490sec / f=4.02Hz]



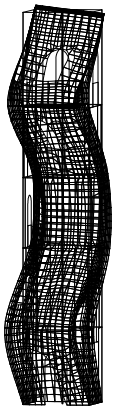
Izometrija
Forma osciliranja: 6/10 [T=0.1206sec / f=8.29Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 7/10 [T=0.1176sec / f=8.50Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 8/10 [T=0.1068sec / f=9.36Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 9/10 [T=0.0831sec / f=12.03Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 10/10 [T=0.0741sec / f=13.50Hz]

4.5.4 Seizmički proračun

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998)

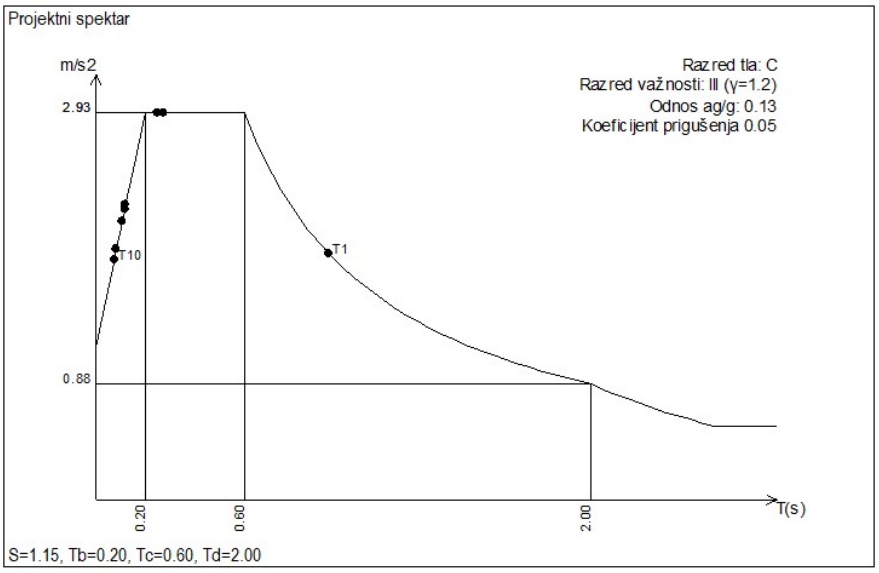
Razred tla:	C
Razred važnosti:	III (γ=1.2)
Odnos ag/g:	0.13
Koeficijent prigušenja	0.05

Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut α[°]	k,α	k,α+90°	kz	Faktor P.
Potres ex	0	1.000	0.000	0.000	1.500
Potres ey	90	1.000	0.000	0.000	1.500

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
Potres ex	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
Potres ey	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000



Potres ex

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 500 T	17.55	126.11	-6.06	0.05	0.28	6.06	0.07	-39.78	-1.23	-0.13
POZ 400 T	13.30	137.63	-6.42	0.02	0.31	6.47	0.00	-3.42	0.11	-0.05
POZ 300 T	10.15	108.82	-5.04	-0.03	0.24	5.11	0.01	34.00	1.05	-0.04
POZ 200 T	7.00	83.55	-3.80	0.01	0.19	3.78	0.02	65.13	2.82	0.28
POZ 100 T	3.35	27.91	-1.15	0.45	0.06	1.14	-0.04	38.49	0.01	0.08
POZ 000	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	484.02	-22.47	0.51	1.08	22.56	0.06	94.42	2.76	0.13

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 500 T	17.55	-1.01	-10.85	-0.55	-61.59	12.36	0.49	23.74	-2.82	-0.04
POZ 400 T	13.30	0.07	1.62	-0.39	3.58	-1.82	0.40	-35.72	4.57	0.03
POZ 300 T	10.15	1.11	10.79	-0.09	66.33	-11.88	0.03	-18.88	3.18	0.46
POZ 200 T	7.00	1.61	15.95	-0.19	98.14	-19.77	0.77	20.14	-4.55	0.34
POZ 100 T	3.35	0.96	8.11	-0.06	59.78	-8.48	0.43	42.24	-6.42	-0.04
POZ 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	2.75	25.63	-1.29	166.23	-29.60	2.12	31.52	-6.04	0.75

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 500 T	17.55	0.80	4.35	0.26	1.32	-1.78	-0.08	-5.66	0.44	0.12
POZ 400 T	13.30	-1.21	-7.31	0.29	0.49	3.37	-0.06	18.97	-1.23	0.17
POZ 300 T	10.15	-0.78	-4.51	-0.15	-9.41	1.11	0.16	-11.99	0.42	0.12
POZ 200 T	7.00	0.84	7.14	-0.22	3.76	-2.92	0.19	-15.23	0.87	-0.11
POZ 100 T	3.35	1.79	9.17	0.01	17.15	-2.65	-0.03	23.99	-0.42	-0.10
POZ 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	1.43	8.84	0.20	13.31	-2.86	0.18	10.08	0.08	0.21

Nivo	Z [m]	Ton 10		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 500 T	17.55	-0.01	-0.15	-0.00
POZ 400 T	13.30	0.02	0.56	-0.01
POZ 300 T	10.15	-0.02	-0.38	-0.01
POZ 200 T	7.00	-0.01	-0.50	-0.00
POZ 100 T	3.35	0.03	0.92	0.00
POZ 000	0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	0.01	0.45	-0.02

Potres ey

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 500 T	17.55	-5.86	0.28	-0.00	5.83	126.63	1.42	-1.16	-0.04	-0.00
POZ 400 T	13.30	-6.39	0.30	-0.00	6.40	135.23	0.02	-0.10	0.00	-0.00
POZ 300 T	10.15	-5.05	0.23	0.00	5.04	106.79	0.19	0.99	0.03	-0.00
POZ 200 T	7.00	-3.88	0.18	-0.00	3.94	79.00	0.36	1.91	0.08	0.01
POZ 100 T	3.35	-1.30	0.05	-0.02	1.34	23.78	-0.78	1.13	0.00	0.00
POZ 000	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-22.47	1.04	-0.02	22.56	471.44	1.20	2.76	0.08	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 500 T	17.55	-9.38	100.99	-5.07	10.97	-2.20	-0.09	-4.55	0.54	0.01
POZ 400 T	13.30	0.69	15.12	-3.67	-0.64	0.32	-0.07	6.85	-0.88	-0.01
POZ 300 T	10.15	10.34	100.48	-0.85	-11.81	2.12	-0.00	3.62	-0.61	-0.09
POZ 200 T	7.00	15.02	148.49	-1.79	-17.47	3.52	-0.14	-3.86	0.87	-0.07
POZ 100 T	3.35	8.96	75.49	-0.60	-10.64	1.51	-0.08	-8.10	1.23	0.01
POZ 000	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
	Σ=	25.63	238.58	-11.99	-29.60	5.27	-0.38	-6.04	1.16	-0.14

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 500 T	17.55	4.95	26.95	1.63	-0.28	0.38	0.02	-0.05	0.00	0.00
POZ 400 T	13.30	-7.50	-45.32	1.80	-0.10	-0.72	0.01	0.15	-0.01	0.00
POZ 300 T	10.15	-4.86	-27.92	-0.93	2.02	-0.24	-0.03	-0.10	0.00	0.00
POZ 200 T	7.00	5.19	44.25	-1.35	-0.81	0.63	-0.04	-0.12	0.01	-0.00
POZ 100 T	3.35	11.07	56.82	0.06	-3.68	0.57	0.01	0.19	-0.00	-0.00
POZ 000	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	8.84	54.77	1.21	-2.86	0.61	-0.04	0.08	0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
POZ 500 T	17.55	-0.24	-6.33	-0.16
POZ 400 T	13.30	0.97	23.43	-0.36
POZ 300 T	10.15	-0.91	-16.02	-0.31
POZ 200 T	7.00	-0.60	-20.67	-0.05
POZ 100 T	3.35	1.23	38.29	0.06
POZ 000	0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	0.45	18.70	-0.82

Faktori participacije - Relativno učešće

Ton \ Naziv	1. Potres ex	2. Potres ey
1	0.601	0.001
2	0.001	0.596
3	0.117	0.000
4	0.003	0.301
5	0.207	0.007
6	0.039	0.001
7	0.002	0.069
8	0.017	0.001
9	0.013	0.000
10	0.000	0.024

Faktori participacije - Sudjelujuće mase

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
1	61.46	0.13
2	0.14	59.85
3	7.68	0.01
4	0.23	19.96
5	13.49	0.43
6	3.44	0.13
7	0.16	6.07
8	1.49	0.07
9	1.26	0.00
10	0.00	2.43
ΣU (%)	89.34	89.08

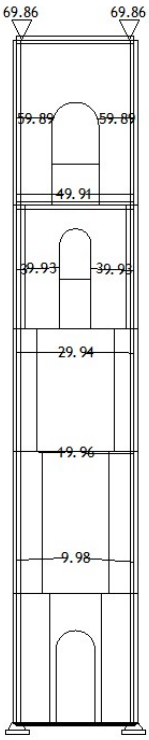
Poprečne sile u tlocrtu

Slučaj opterećenja	Kut α[°]	VtB[kN] (Modal)
Potres ex	0	550.92
Potres ey	90	550.47

4.5.4.1 *Ulazni podaci*

Raspucanost materijala	0,5
Povratni period	95 god
Zapreminska težina ziđa	20 kN/m^3
Prvi ton zvonika	0,94 s
Maksimalni pomak	69,86 mm
Poprečna sila u podnožju	551 kN
Maksimalni moment u podnožju zvonika	6070 kNm
Krak sila	3,5m
Maksimalna vlačna/tlačna sila	1736 kN

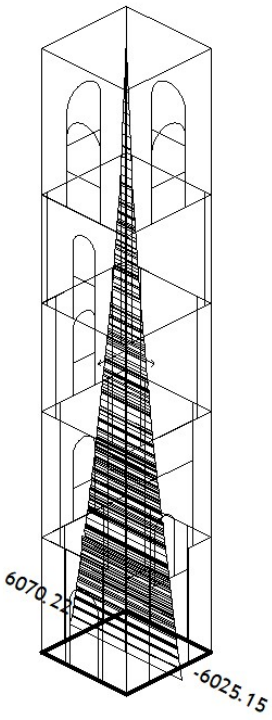
Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV



Okvir: H_3
Utjecaji u ploči: max Xp= 69.86 / min Xp= 0.00 m / 1000

Maksimalni pomak vrha zvonika

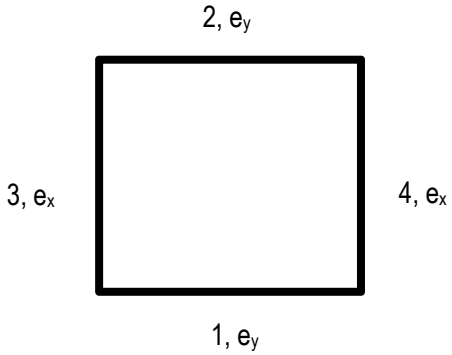
Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV



Izometrija
Dijagram reduktora: max M3= 6070.22 / min M3= -6025.15 kNm

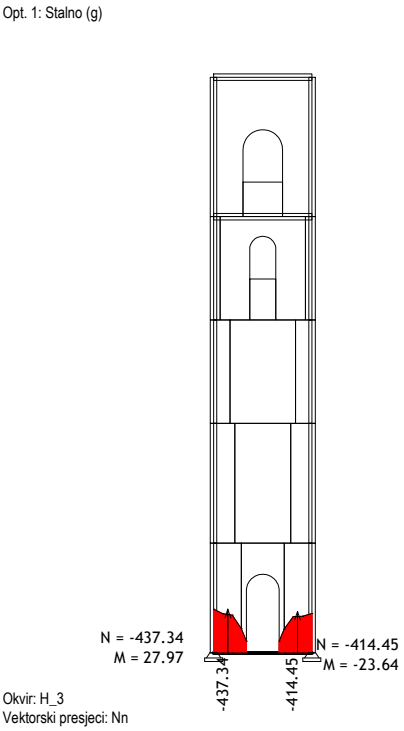
Maksimalni moment u podnožju zvonika

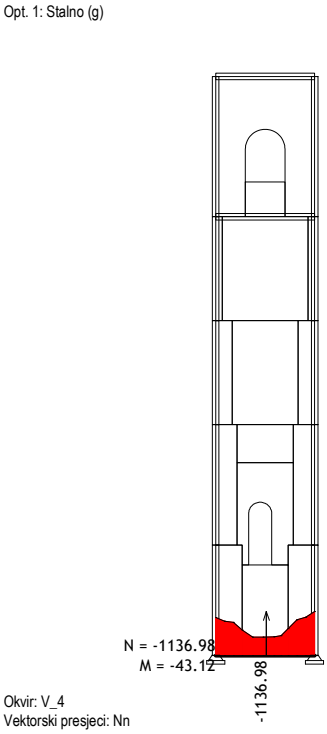
4.5.4.2 Provjera zidova zvonika na vlak



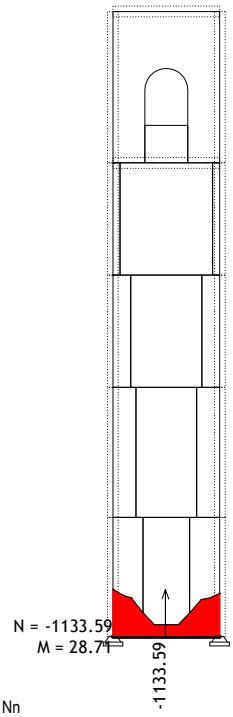
[kN/m]	1	2	3	4
e_x / e_y	636/617	1376	1443	1515
N_{St}	437/414	1134	1084	1137
Razlika	199/203	242	359	**378**

Maksimalan vlak- 378kN/m koji se javlja u podnožju tornja prilikom potresa. Cjelokupnu potresnu silu prenosi čelična rešetka.



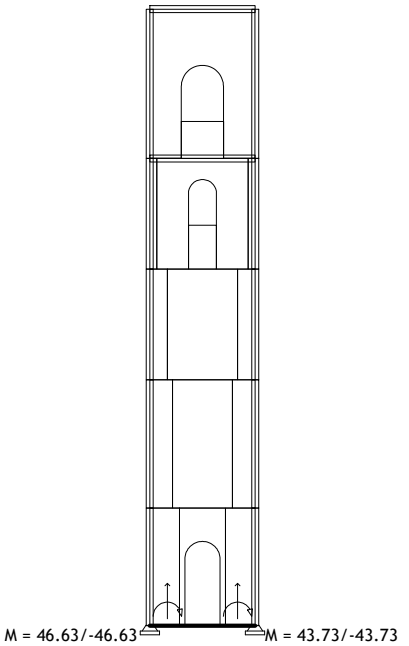


Opt. 1: Stalno (g)



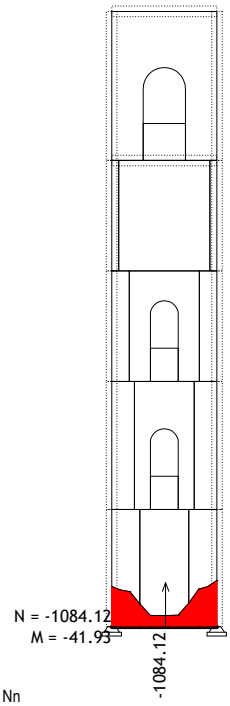
Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 4: Potres ey



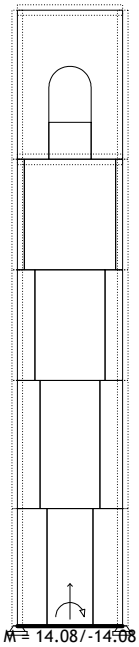
Okvir: H_3
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 1: Stalno (g)



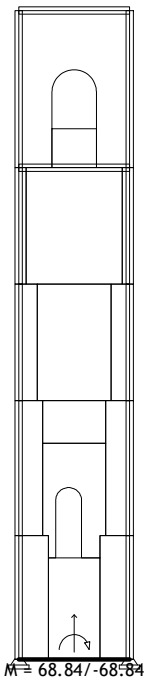
Okvir: V_3
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 4: Potres ey



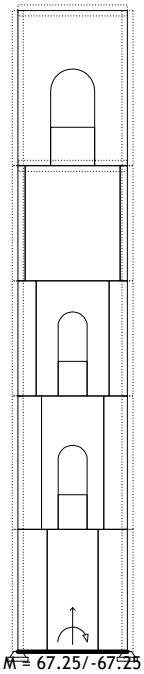
Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 3: Potres ex



Okvir: V_4
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 3: Potres ex



Okvir: V_3
Vektorski presjeci: Nn

4.5.4.3 Provjera zidova zvonika na tlak

Masa zvonika 4200kN ×1,5=5670kN

Površina prizemlja 13,8m^2

σ_{st}=5670/13,8=410,87kN/m2=0,41 N/mm^2

Tlak od potresa F_t=1736kN

Sudjelujuća površina 13,8m2

σ_{po}=1736/6,9=251,59kN/m2=0,25 N/m^2

Suma

σ_{uk} =0,41+0,25=0,66N/mm^2

Dopušteno naprezanje:

σ =1,5-2,6 N/mm2 (Borri)

σ_{dop} =1,5/ (1,5×1,2) =0,833 N/mm^2

Zidovi zvonika zadovoljavaju.

Napomena: vrijednosti dopuštenih naprezanja uzete su kao da su zidovi već pojačani inox šipkama.

4.5.4.4 Provjera zidova zvonika na posmik

τ_{dop} =0,18 N/mm^2 (Sorić) 0,18/(1,5*1,2)= 0,10 N/mm^2

Poprečna sila u podnožju zvonika 550 kN
Sudjelujuća površina 6,4 m^2 (polovica površine podnožja)
τ=550/6,4=85,94 kN/m^2=0,086 N/mm^2

Zidovi zvonika zadovoljavaju.

Napomena: vrijednosti dopuštenih naprezanja uzete su kao da su zidovi već pojačani inox šipkama i injektiranjem.

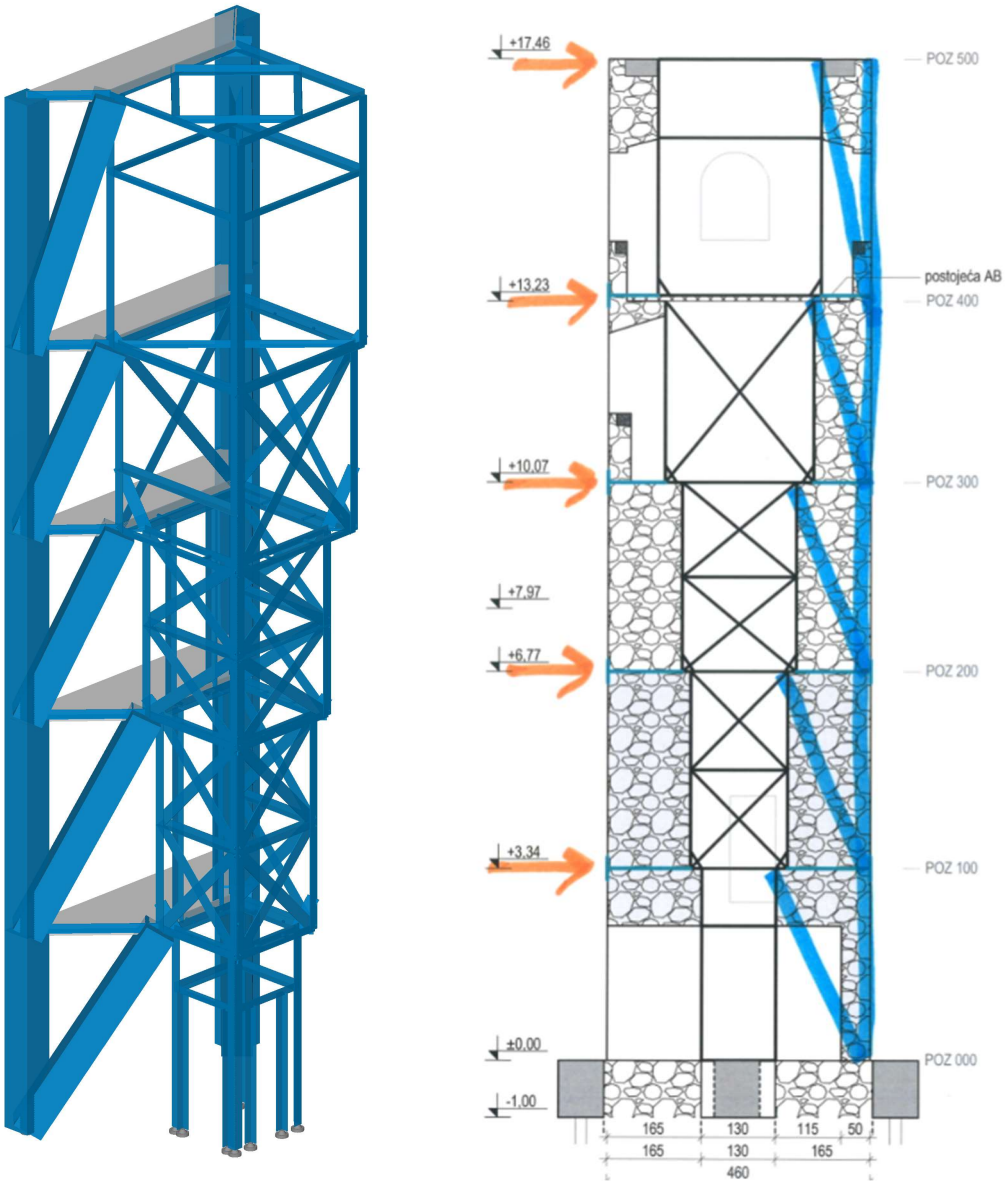
4.6 Proračun čelične konstrukcije

Čelična konstrukcija se ugrađuje u unutrašnjost postojećeg zidanog tornja te se ti dijelovi djelomično sprežu pomoću inox šipki koje služe i kao pojačanje mehaničkih karakteristika ziđa (tlačna, posmična otpornost) povezivanjem slojeva ziđa. Uloga čelične konstrukcije je preuzimanje vlačnih i dijela posmičnih naprezanja koja ziđe ne može prenijeti, kako je dokazano u prethodnom poglavlju.

4.6.1 Ulazni podaci

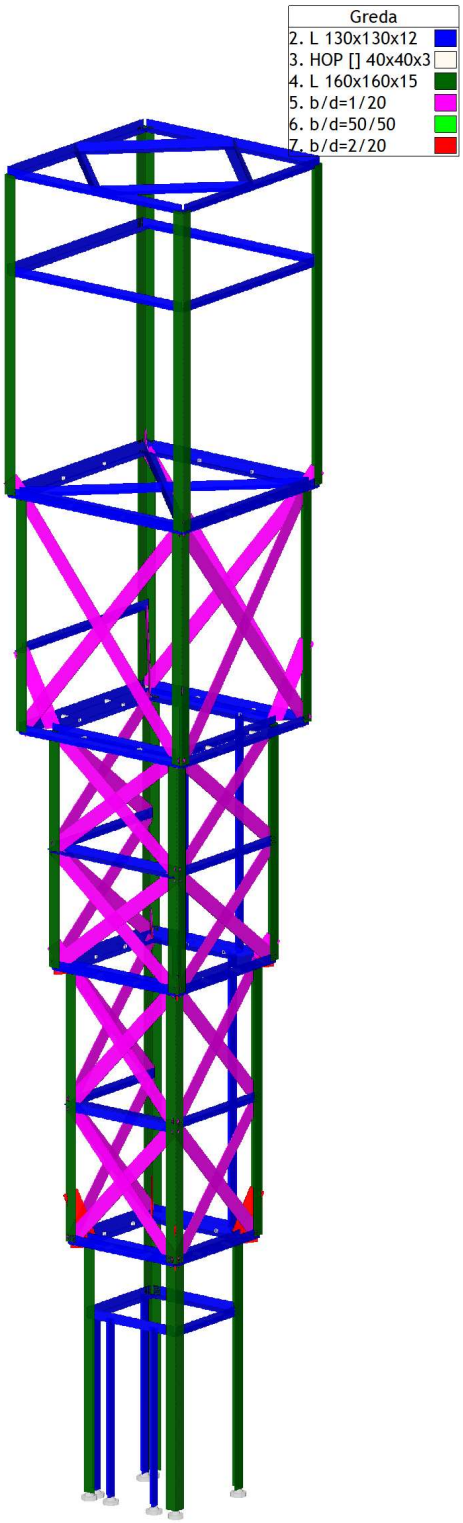
Zbog ograničenosti programa za proračun koji nema mogućnost nelinearnih analiza i spregnutih sustava čelik-ziđe, proračun čelične konstrukcije se provodi na zamjenskom modelu kojeg čini čelična rešetka i zamjenska zidana struktura u vidu tlačnih dijagonala koje predstavljaju konsolidirano i stabilizirano kameno ziđe. Opterećenje potresa se stoga unosi kao ekvivalentno statičko opterećenje u smjeru aktivacije tlačnih dijagonala. Ovaj model je dostatan za dobivanje utjecaja u većini konstrukcijskih elemenata što je kasnije prikazano na nelinearnom Abaqus modelu (vidi poglavlje 4.6.4.)
Temeljem kalibracije modela određeno je kako će se ekvivalentno statičko opterećenje nanijeti linearno, po čvorovima čelične rešetke u iznosu od 550 kN što predstavlja ukupnu potresnu silu koja djeluje na zvonik.
Unos sile je linearan, po čvorovima konstrukcije.

4.6.2 Unutarnje sile, dimenzioniranje



Slika 4-11 Prikaz čelične konstrukcije i proračunskog modela (proračunski tlačni elementi za simulaciju utjecaja obodne zidne strukture u formi „outrigger“ rešetke

Ulazni podaci:

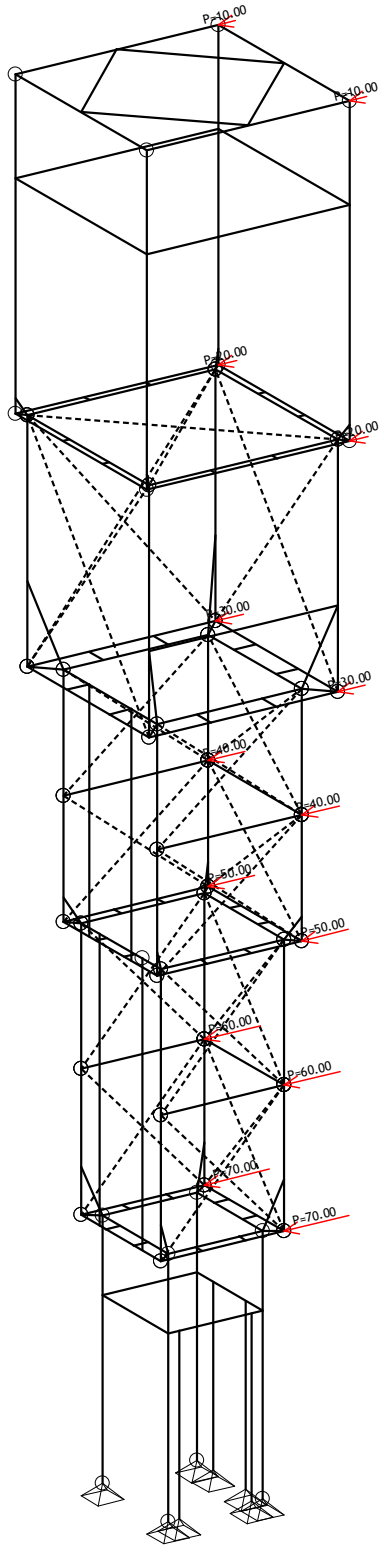


Setovi numeričkih podataka
Greda (2-7)

Materijal: čelik S355JR

Opterećenja:

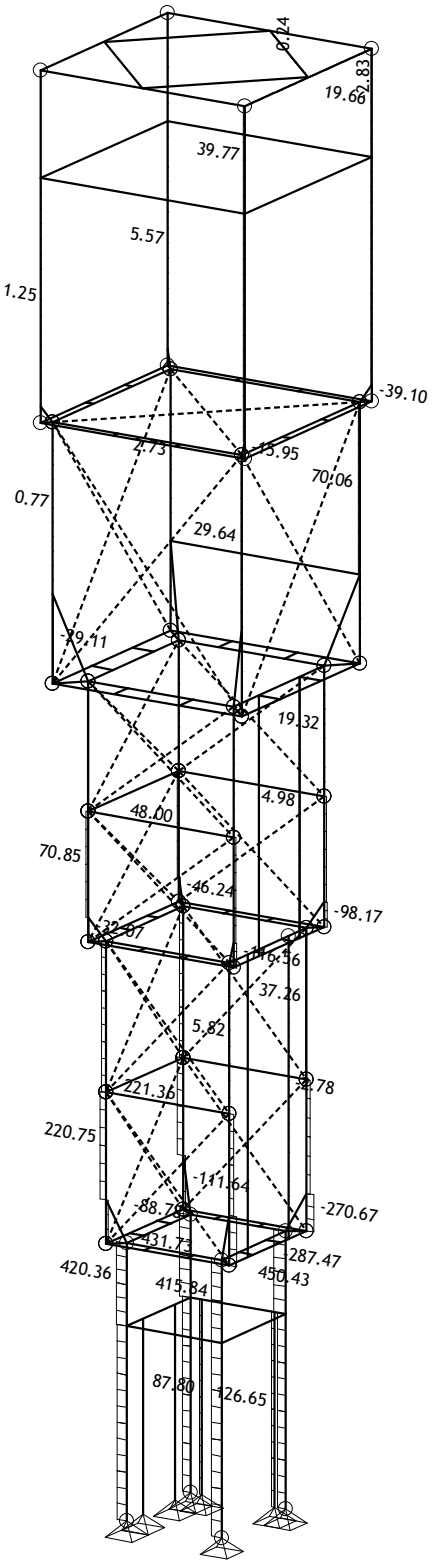
Opt. 2: uporabno



Grupa: triger

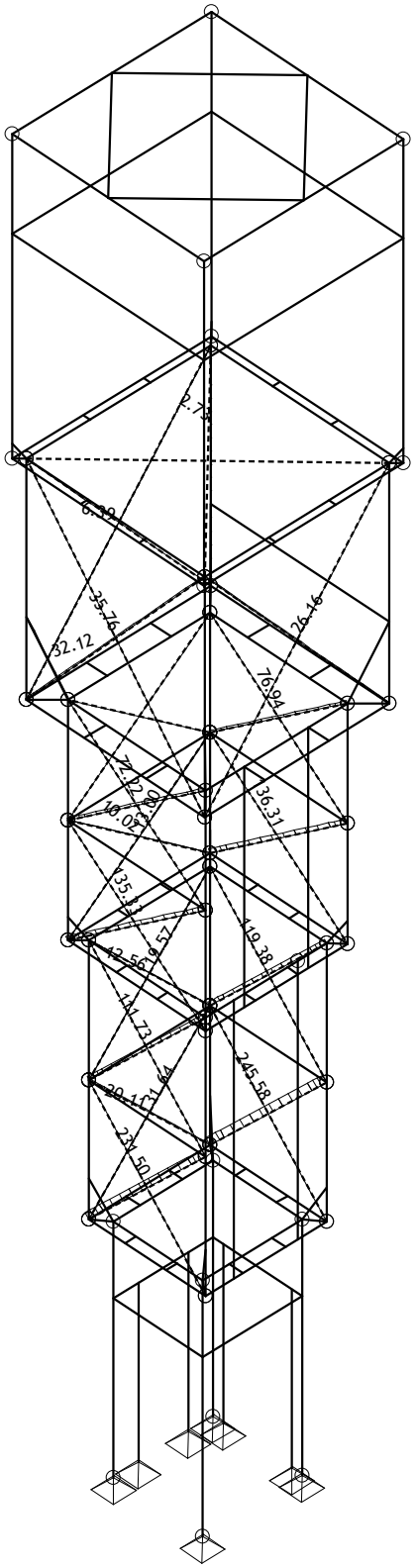
Unutarnje sile:

Opt. 2: uporabno



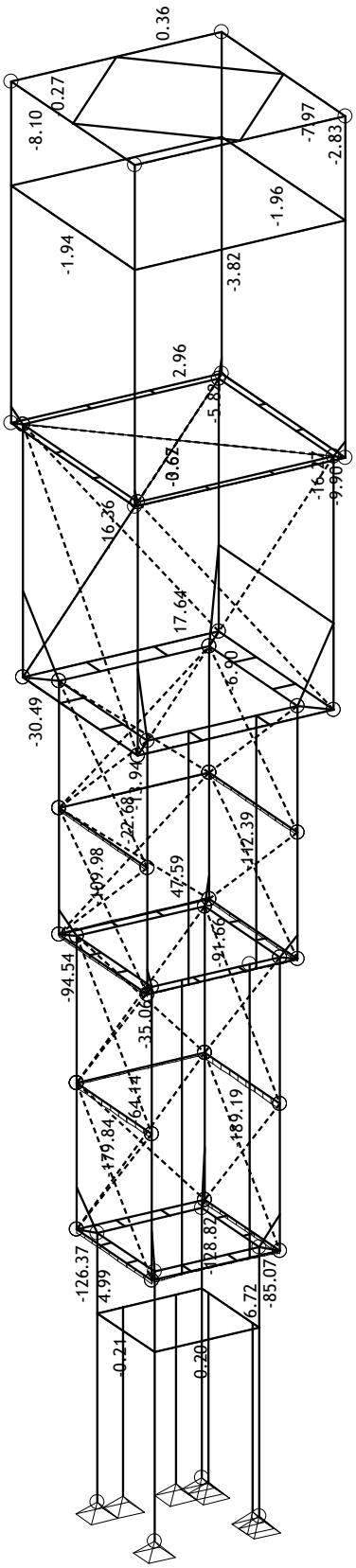
Grupa: triger
Utjecaji u gredi: max N1= 450.43 / min N1= -753.60 kN

Opt. 2: uporabno



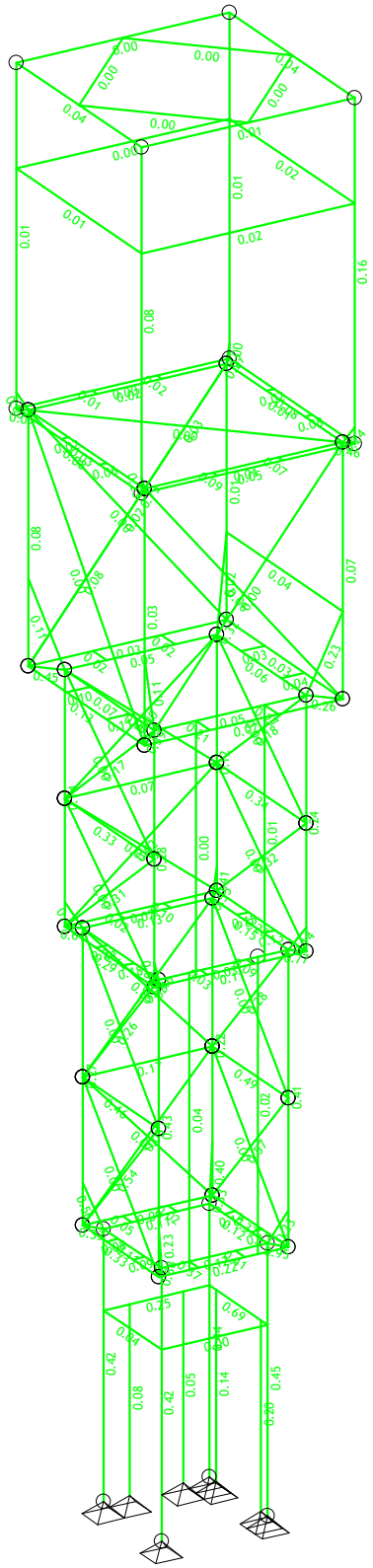
Grupa: triger
Utjecaji u gredi: max N1= 450.43 / min N1= -753.60 kN

Opt. 2: uporabno

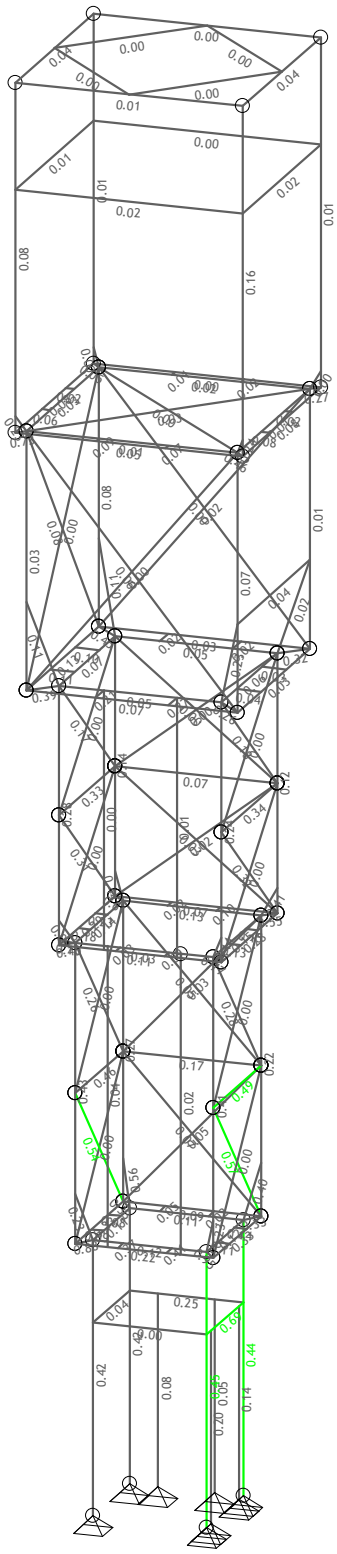


Grupa: triger
Utjecaji u gredi: max N1= 450.43 / min N1= -753.60 kN

Dimenzioniranje:



Grupa: triger
Kontrola stabilnosti

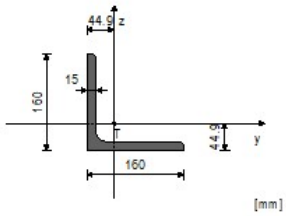


Grupa: triger
Kontrola stabilnosti

Najopterećenija pojasnica:

ŠTAP 10-366
POPREČNI PRESJEK: L 160x160x15 [S 355] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	46.100 cm2
Ay =	24.000 cm2
Az =	24.000 cm2
Ix =	36.000 cm4
Iξ =	453.00 cm4
Iη =	1750.0 cm4
Iy =	1101.5 cm4
Iz =	1101.5 cm4
Wy =	95.699 cm3
Wz =	95.699 cm3
Wy,pl =	175.69 cm3
Wz,pl =	207.47 cm3
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
3. γ=0.45

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	675.91 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	14.486 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.081 kN
Sistemska dužina štapa	L =	335.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	$N_{pl,Rd}$ =	1487.8 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	$N_{u,Rd}$ =	1523.5 kN
Računska otp. na vlak	$N_{t,Rd}$ =	1487.8 kN

Uvjet 6.5: N_{Ed} <= $N_{t,Rd}$ (675.91 <= 1487.77)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	447.18 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	447.18 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.08 <= 447.18)

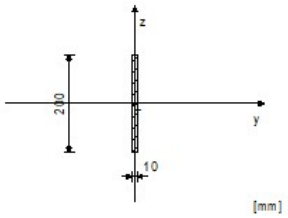
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	447.18 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	447.18 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (14.49 <= 447.18)

Najopterećenija dijagonala:

ŠTAP 644-676
POPREČNI PRESJEK: Pravokutni [S 355] [Set: 5]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	20.000 cm2
Ay =	20.000 cm2
Az =	20.000 cm2
Ix =	6.457 cm4
Iy =	666.67 cm4
Iz =	1.667 cm4
Wy =	66.667 cm3
Wz =	3.333 cm3
Wy,pl =	100.00 cm3
Wz,pl =	5.000 cm3
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
3. γ=0.57

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	368.33 kN
Sistemska dužina štapa	L =	249.41 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.3 Vlak

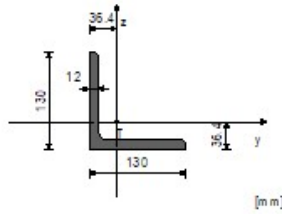
Plast.rač.otpornost bruto presjeka	$N_{pl,Rd}$ =	645.45 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	$N_{u,Rd}$ =	660.96 kN
Računska otp. na vlak	$N_{t,Rd}$ =	645.45 kN

Uvjet 6.5: N_{Ed} <= $N_{t,Rd}$ (368.33 <= 645.45)

Najopterećenija prečka:

ŠTAP 197-423
POPREČNI PRESJEK: L 130x130x12 [5 355] [Set: 2]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[m m]

Ax =	30.000 cm2
Ay =	15.600 cm2
Az =	15.600 cm2
Ix =	14.980 cm4
Iξ =	194.00 cm4
Iη =	750.00 cm4
Iy =	472.00 cm4
Iz =	472.00 cm4
Wy =	50.427 cm3
Wz =	50.427 cm3
Wy,pl =	92.904 cm3
Wz,pl =	109.46 cm3
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
3. γ=0.69

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 3, na 115.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	10.089 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.236 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	200.07 kN
Sistemska dužina štapa	L =	130.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	$N_{pl,Rd}$ =	968.18 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	$N_{u,Rd}$ =	991.44 kN
Računska otp. na vlak	$N_{t,Rd}$ =	968.18 kN

Uvjet 6.5: N_{Ed} <= $N_{t,Rd}$ (10.09 <= 968.18)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	290.67 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	290.67 kN

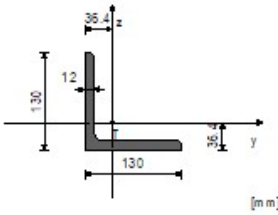
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (200.07 <= 290.67)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	290.67 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	290.67 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.24 <= 290.67)

ŠTAP 910-676
POPREČNI PRESJEK: L 130x130x12 [5 355] [Set: 2]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[m m]

Ax =	30.000 cm2
Ay =	15.600 cm2
Az =	15.600 cm2
Ix =	14.980 cm4
Iξ =	194.00 cm4
Iη =	750.00 cm4
Iy =	472.00 cm4
Iz =	472.00 cm4
Wy =	50.427 cm3
Wz =	50.427 cm3
Wy,pl =	92.904 cm3
Wz,pl =	109.46 cm3
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
3. γ=0.49

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-283.78 kN
Moment torzije	M =	0.016 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	170.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 4
Nož. 130.0mm X 12.0mm [96.8%] 3.2%
Reb. 118.0mm X 12.0mm [96.8%] 3.2%

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	A_{eff} =	28.816 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	929.97 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (283.78 <= 929.97)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{cr}\xi$ =	170.00 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.857
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α_ξ =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	5378.8 kN
Redukcijski koeficijent	χ_ξ =	0.626
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	582.31 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (283.78 <= 582.31)

Dužina izvijanja η-η	$l_{cr}\eta$ =	170.00 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.436
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α_η =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ_η =	0.878
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	816.57 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (283.78 <= 816.57)

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

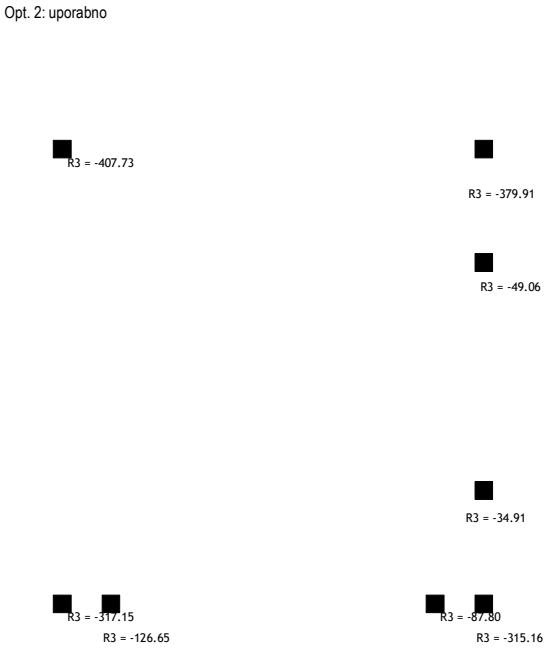
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	170.00 cm
Krivulja izvijanja:	α_{LT} =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	1391.3 kN
Redukcijski koeficijent	χ_{LT} =	0.688
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	640.19 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (283.78 <= 640.19)

4.6.3 Temelj čelične konstrukcije

Za novu se čeličnu konstrukciju izvodi novi temelj koji prenosi vlačne sile iz tornja, preko čelične konstrukcije, u tlo.

Reakcija čelične konstrukcije (uporabno opterećenje):



Ulazni podaci:

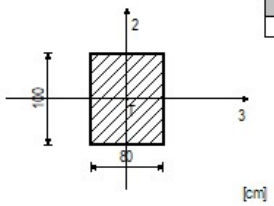
Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	C25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=80/100, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C25/30	8.000e-1	6.667e-1	6.667e-1	8.759e-2	4.267e-2	6.667e-2

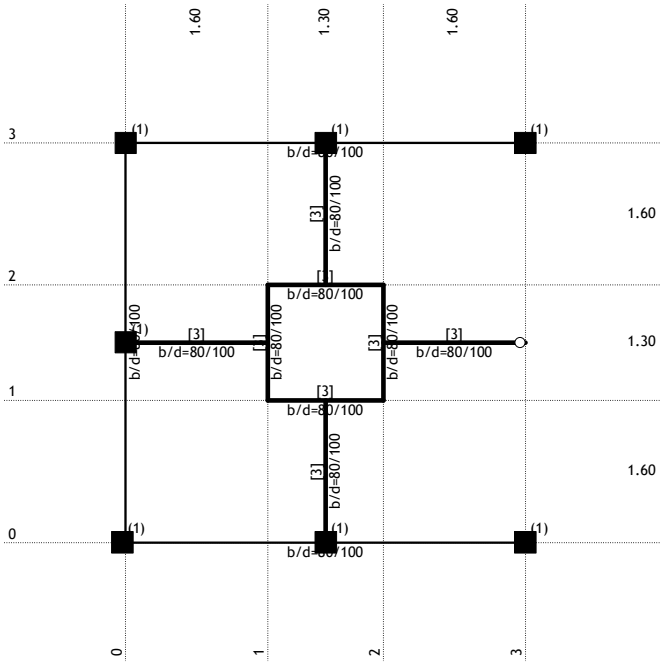


Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
3		6.000e+3			

Setovi točkastih ležajeva

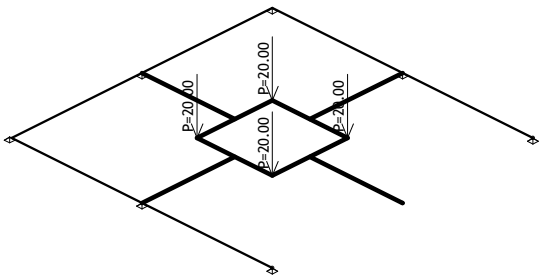
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			



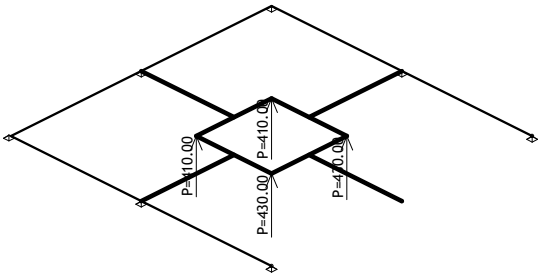
Opterećenja:

Lista slučajeva opterećenja	
LC	Naziv
1	stalno (g)
2	uporabno

LC	Naziv
3	Komb.: 1.35xI+1.5xII
4	Komb.: I+II



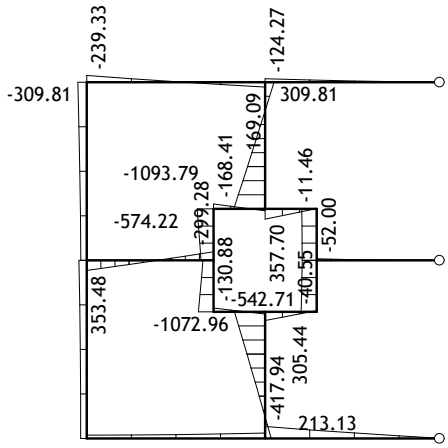
Opt. 1: stalno (g)



Opt. 2: uporabno

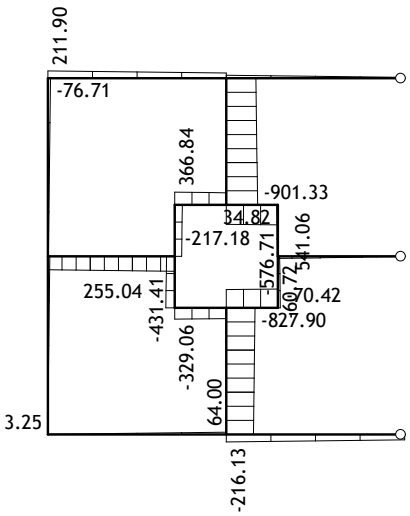
Dimenzioniranje:

Opt. 3: 1.35xI+1.5xII



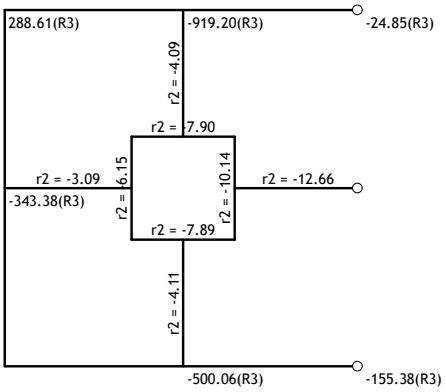
Utjecaji u gredi: max M3= 357.70 / min M3= -1093.79 kNm

Opt. 3: 1.35xI+1.5xII



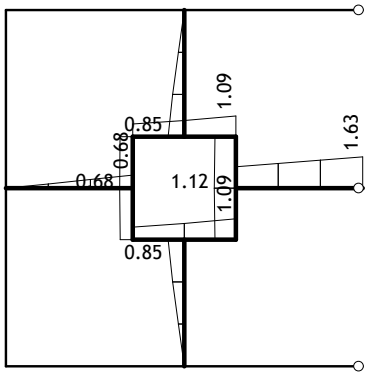
Utjecaji u gredi: max T2= 541.06 / min T2= -901.33 kN

Opt. 3: 1.35xI+1.5xII



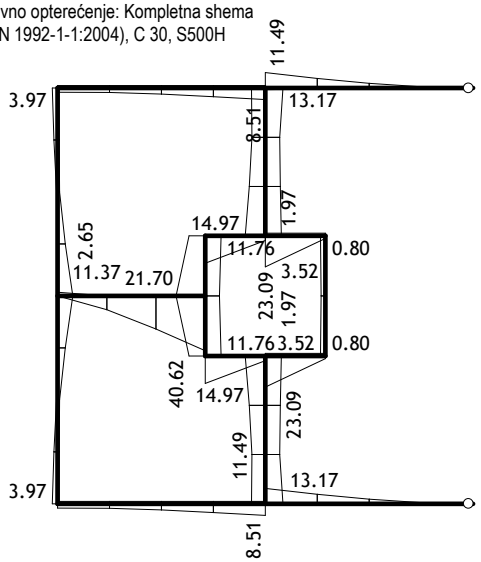
Reakcije ležajeva

Opt. 4: I+II



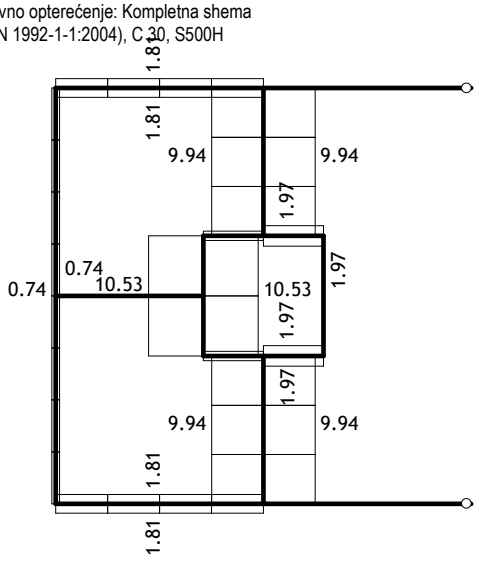
Utjecaji u lin. ležaju: max s,tla= 1.63 / min s,tla= 0.00 m / 1000

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H



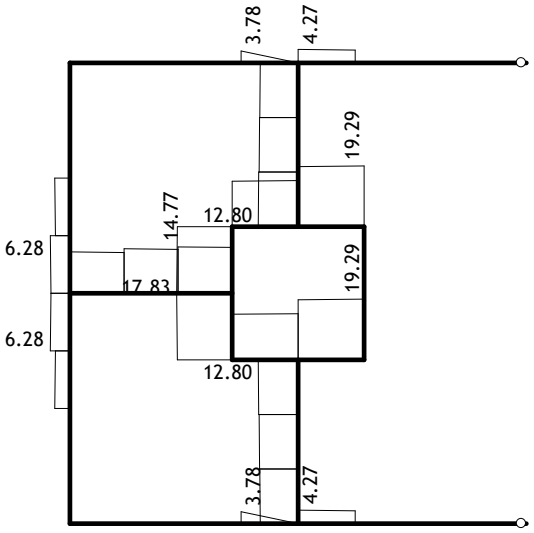
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 21.70 / 40.62 cm²

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H



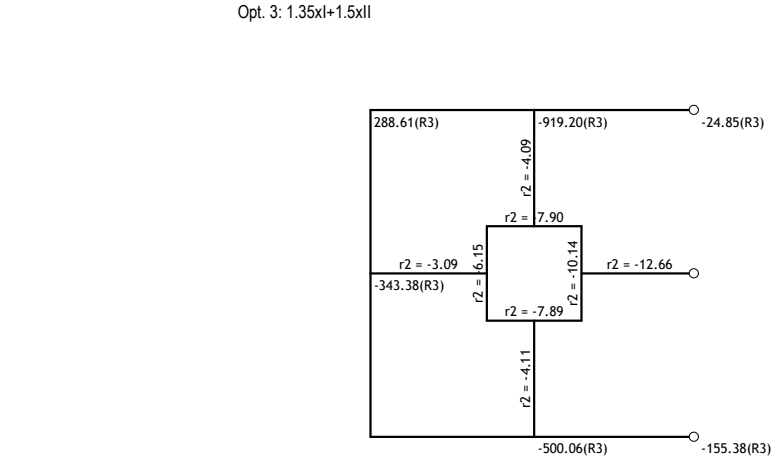
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 10.53 / 10.53 cm²

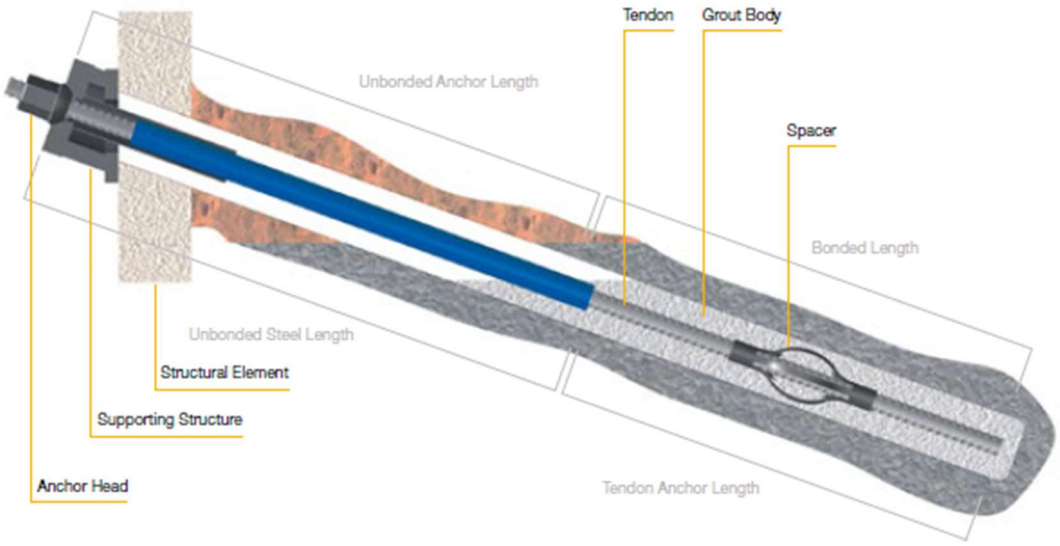
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H



Armatura u gredama: max Asw= 19.29 cm²

Na mjestima točkastih ležajeva ugrađuju se geotehnička sidra dubine 7,0 m. Ista su odabrana s obzirom na maksimalnu većinu reakcije koja iznosi 919,20 kN. Prijedlog su DYWIDAG Threadbar Anchors Φ50 ili istovrijedna.





Slika 4-12 Prikaz geotehnilkog DYWIDAG Threadbar sidra

Tablica 4-2 Odabrano geotehničko sidro

***GEWI*® B500B Threadbar**

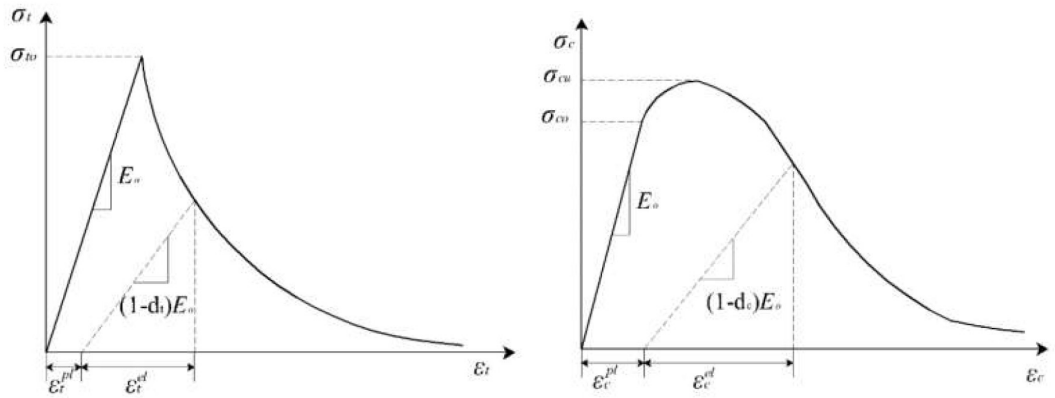
Nominal diameter Ø [mm]	Yield strength / tensile strength $f_{p0,2k}/f_{tk}$ [N/mm²]	Cross-sectional area A [mm²]	Load at yield F_{yk} [kN]	Ultimate load F_{tk} [kN]	Weight [kg/m]	Weight DCP [kg/m]	Approval
32	500/550	804	402	442	6.31	9.5	
40	500/550	1,257	628	691	9.86	13.6	△
50	500/550	1,963	982	1,080	15.41	21.0	△
63.5	555/700	3,167	1,758	2,217	24.86	32.4	△

4.6.4 Proračun zvonika sa ojačanjem

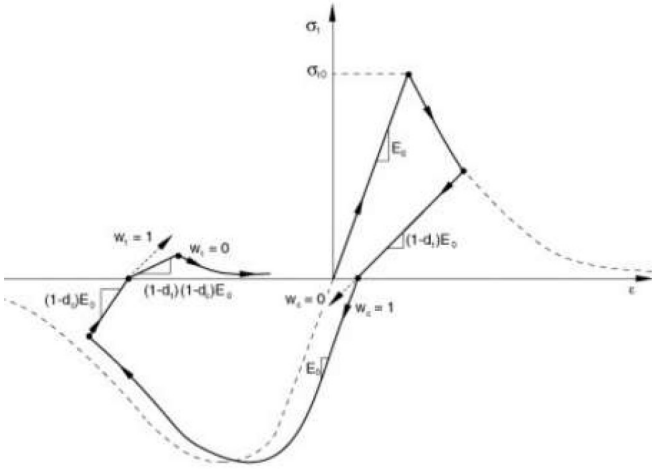
Proračuni konstrukcije su provedeni u programskom paketu Abaqus Standard. Proračun je utemeljen na metodi konačnih elemenata te je provedena dinamička nelinearna analiza konstrukcije. Frekvencijski spektar korištenih potresnih zapisa odgovara trenutno važećem propisu u Republici Hrvatskoj. Zbog geometrije i složenosti modela korišteni su volumni konačni elementi.

Proračun ponašanja tornja i svoda crkve je napravljen u sklopu znanstvenog projekta „Analiza seizmičke otpornosti karakterističnih zgrada na području Grada Zagreba“ financiranog od Sveučilišta u Zagrebu kroz kratkoročnu financijsku potporu istraživanju. Analiza procjene ponašanja tornja i svoda nije još u potpunosti završena te su ovdje preuzeti trenutni rezultati.

Za simuliranje ponašanje ziđa korišten je model CDP (engl. Concrete Damage Plasticity) u programskom paketu Abaqus koji dobro opisuje ponašanje ziđa pri dinamičkom opterećenju. Odabranim se modelom mogu dovoljno dobro s obzirom na raspoložive podatke opisati mehanizmi otkazivanja konstrukcije pri složenu stanju naprezanja. Konstitucijski model ziđa pretpostavlja dva tipa mehanizma sloma, a to su vlačno raspucavanje i drobljenje materijala u tlaku. U tlaku je veza naprezanja i deformacija linearna do određene točke nakon koje slijedi očvršćenje do maksimalnoga naprezanja, a potom slijedi omekšavanje materijala uz neelastične deformacije. Pri vlačnomu naprezanju model slijedi linearnu vezu do pojave pukotine u materijalu. Nakon toga dolazi do omekšavanja s lokalizacijom deformacija u elementu. Ponašanje ziđa u raspucanomu stanju podrazumijeva definiranje poslijekritičnoga naprezanja kao funkcije ovisne o pukotinskim vlačnim deformacijama. Na opisano ponašanje u vlaku i tlaku, dodatno je definirana funkcija plohe popuštanja kojom se uzima u obzir (složeno) troosno stanje naprezanja. Mreža konačnih elemenata formirana je tetraedrima i heksaedrima približno jednake veličine i pravilnih oblika i usklađena je s ponašanjem materijala u poslijekritičnomu vlačnom području u kojemu je sustav nestabilan i postaje osjetljiv na izbor mreže. CDP model koristi se za monotona, ciklička i dinamička opterećenja materijala. Napredovanje po plohi popuštanja kontrolirano je pomoću dvije varijable: tlačna plastična deformacija εcpl i vlačna plastična deformacija ε_{tpl}. Na slikama je prikazano ponašanje betona pri jednoosnom stanju naprezanja u vlaku i tlaku. Pri vlaku model slijedi linearnu vezu do naprezanja pri lomu σ_{t0}, koje odgovara pojavi pukotine u materijalu. Nakon toga dolazi do omekšavanja s lokalizacijom deformacija u elementu.

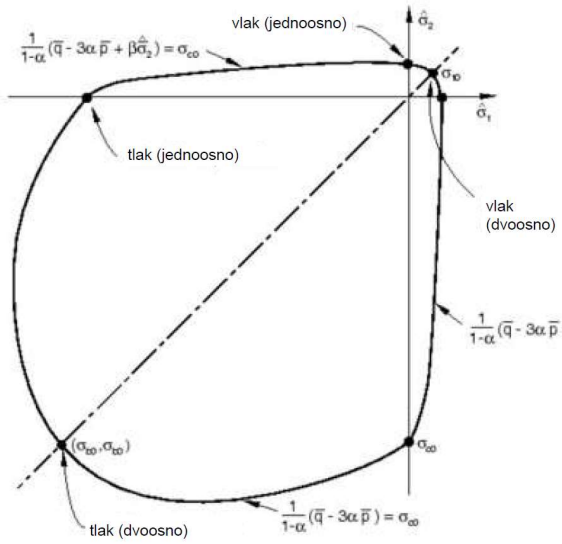


Slika 4-13 Ponašanje betona pri jednoosnom stanju naprezanja u vlaku i tlaku



Slika 4-14 Ciklično ponašanje betona u vlaku i tlaku

Širenje plohe popuštanja kontroliraju varijable očvršćivanja ε_{tpl} i ε_{cpl}. Funkcija popuštanja ima oblik:



$$F = \frac{1}{1-\alpha}(\bar{q} - 3\alpha\bar{p} + \beta(\varepsilon^{pl})\langle\bar{\sigma}_{max}\rangle - \gamma\langle-\bar{\sigma}_{max}\rangle) - \bar{\sigma}_c(\varepsilon_c^{pl}) = 0,$$

$$\alpha = \frac{(\sigma_{b0}/\sigma_{c0}) - 1}{2(\sigma_{b0}/\sigma_{c0}) - 1}, \qquad 0 \le \alpha \le 0{,}5,$$

$$\beta = \frac{\bar{\sigma}_c(\varepsilon_c^{pl})}{\bar{\sigma}_t(\varepsilon_t^{pl})}(1-\alpha) + (1+\alpha),$$

$$\gamma = \frac{3(1-K_c)}{2K_c - 1},$$

Slika 4-15 Ploha popuštanja u ravnini naprezanja

pri čemu je:

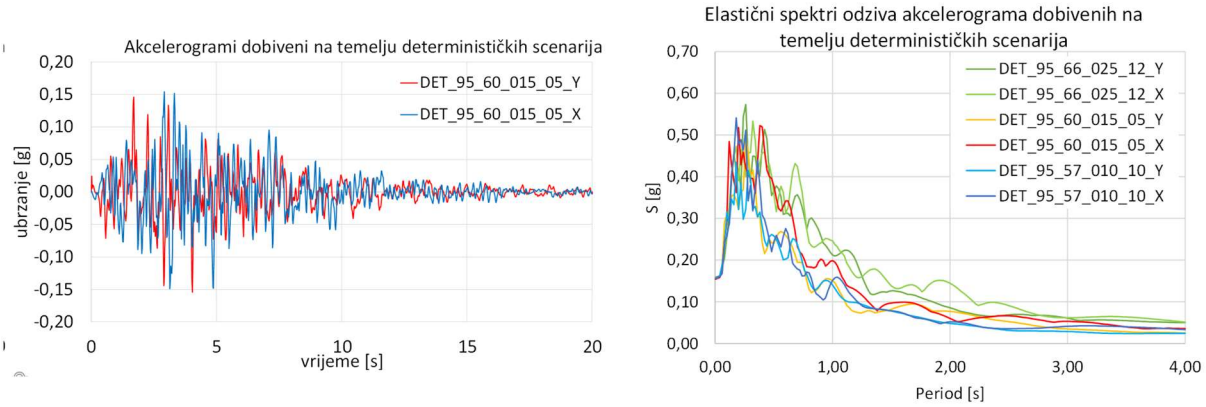
$\bar{\sigma}_{max}$	maksimalno glavno naprezanje,
σ_{b0}/σ_{c0}	omjer inicijalnog dvoosnog tlačnog i jednoosnog tlačnog naprezanja pri popuštanju,
K_c	omjer druge invarijante naprezanja na vlačnom (q_{TM}) i tlačnom meridijanu (q_{TM}).
$\bar{\sigma}_t(\varepsilon_{tpl})$	efektivno vlačno kohezijsko naprezanje,
$\bar{\sigma}_c(\varepsilon_{cpl})$	efektivno tlačno kohezijsko naprezanje.

Ulazni podaci za model

Za proračun su korišteni sintetički akcelerogrami za istraživanu lokaciju. Za lokaciju su razmotrena po tri deterministička potresna scenarija za svako povratno razdoblje:

- 95 godina
  - epicentralna udaljenost D = 10 km, dubina žarišta h = 10 km, magnituda M = 5,7
  - epicentralna udaljenost D = 15 km, dubina žarišta h = 5 km, magnituda M = 6,0
  - epicentralna udaljenost D = 25 km, dubina žarišta h = 12 km, magnituda M = 6,6

Za svaki od tih potresa generirani su sintetički akcelerogrami za dvije međusobno okomite horizontalne komponente i pripadajući spektri odziva uz prigušenje od 5% kritičnoga te je napravljen popravak osnovne linije. Na slici su prikazane komponente zapisa ubrzanja za koji su prikazani mjerodavni rezultati. Također su prikazani i spektri odgovora tih zapisa. Vršno ubrzanje na temelju je a_g=0,15g.



Slika 4-16 Dio zapisa ubrzanja tla u vremenu i pripadne spektralne krivulje

U nastavku si prikazani ulazni parametri materijala za konstitutivni model koji je korišten u proračunu (CDP model)

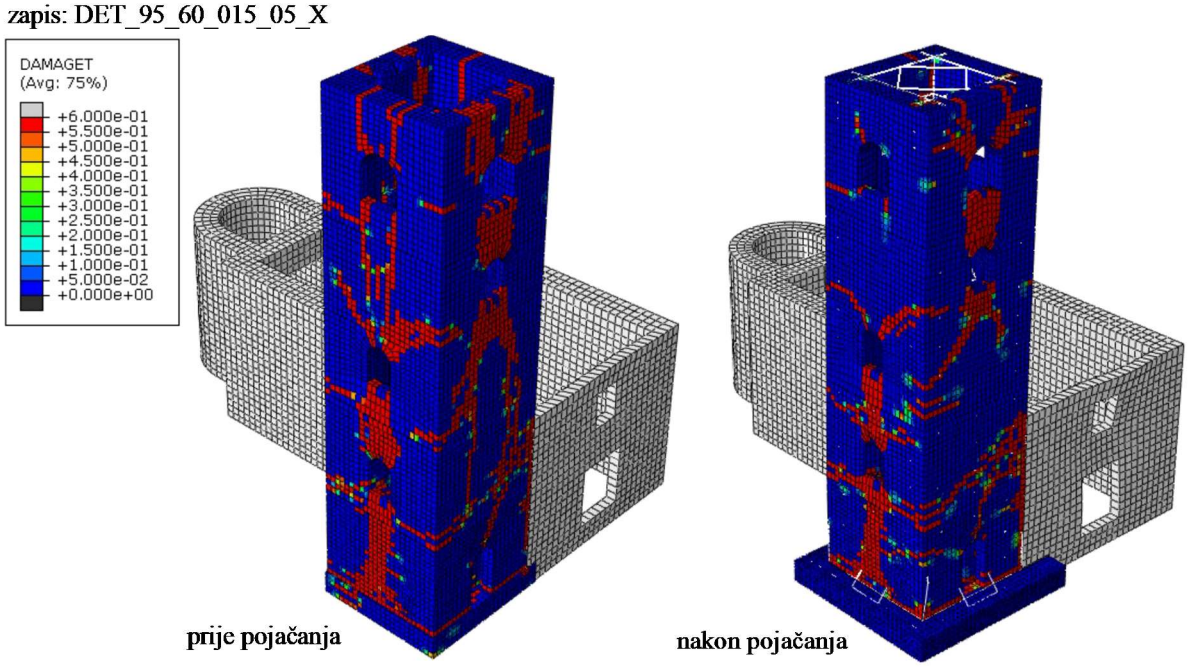
modul elastičnosti	specifična težina	Poissonov koeficijent	dilatation angle	Eccentricity	fb0/fc0	K	Viscosity parameter
1200	1,80E-09	0,4	34	0,1	1,16	0,67	0,001

Isti su ulazni podaci i za proračun križnih svodova (Poglavlje 4.7)

Zbog složenosti i količine rezultata u nastavku su izdvojeni karakteristični rezultati proračuna.

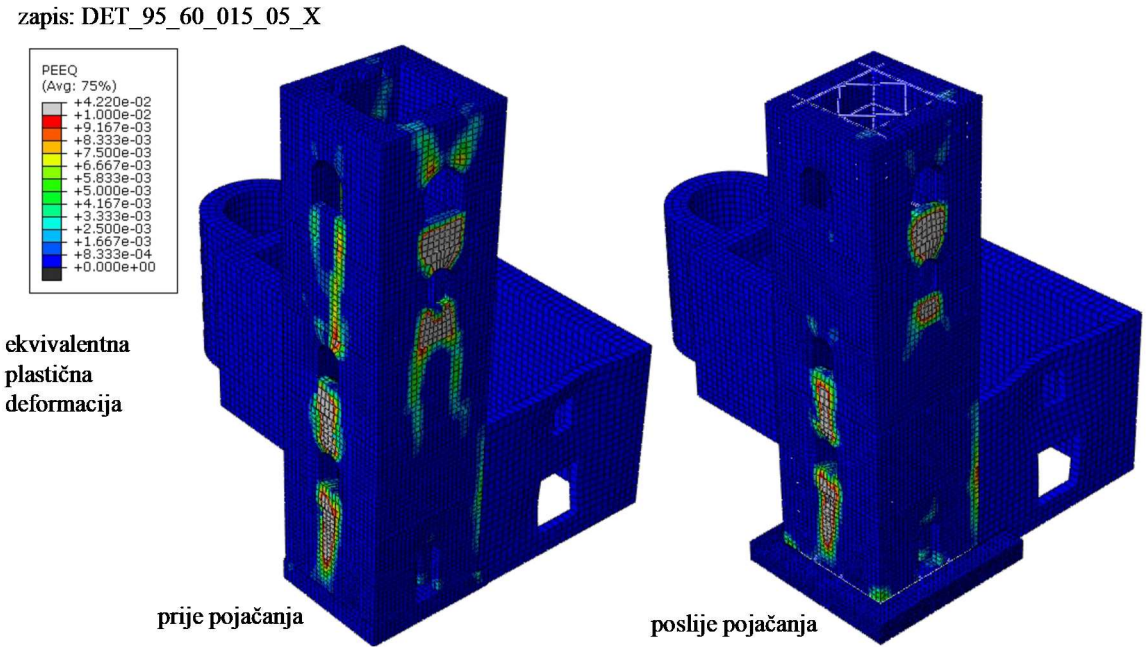
Može se uočiti da numerički model relativno dobro reproducira pukotine koje su se pojavile na tornju. Treba naglasiti da velik dio pukotina na konstrukciji nije vidljiv zbog fasade ili zato što je u unutrašnjosti zida. Također, numerički su pokazane i mikropukotine koje se potencijalno s vremenom mogu razviti u šire i ozbiljnije pukotine. Pri sljedećim manjim potresima je poseban naglasak na praćenju razvoja tih pukotina.

Slika u nastavku pokazuje razinu degradacije materijala pri cikličkom opterećenju na kraju djelovanja potresa. Iako je došlo u oba slučaja do degradacije materijala, ipak je ona manja kod modela nakon pojačanja. Bitno je da su pukotine manje i distribuirane na šire područje kako će se vidjeti kasnije iz dijgrama širine pukotina.



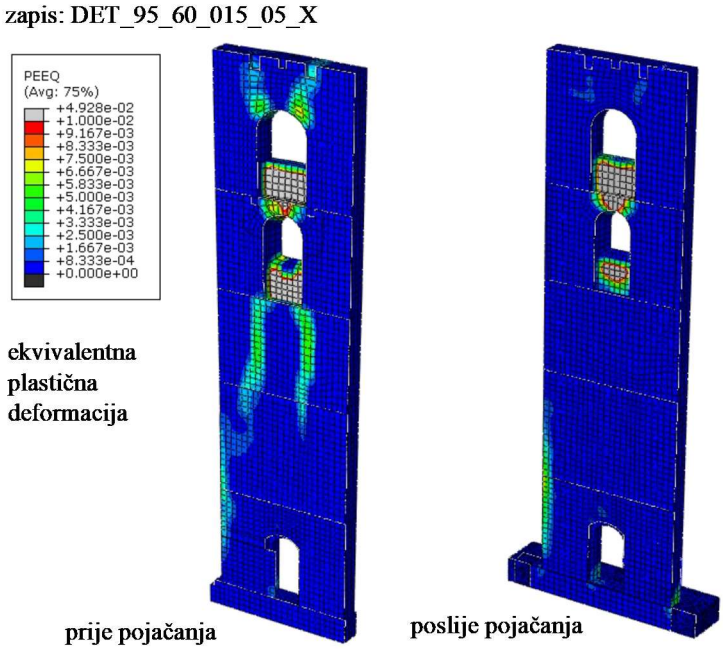
Slika 4-17 Rasprostiranje oštećenja tornja zbog vlačnih naprezanja (a) prije pojačanja (b) nakon pojačanja

U nastavku je prikazana raspodjela ekvivalentne plastične deformacije čijom se integracijom može odrediti širina i smjer pukotina. Zbog jednakog mjerila se može uočiti da su pukotine manje amplitude u modelu nakon pojačanja.



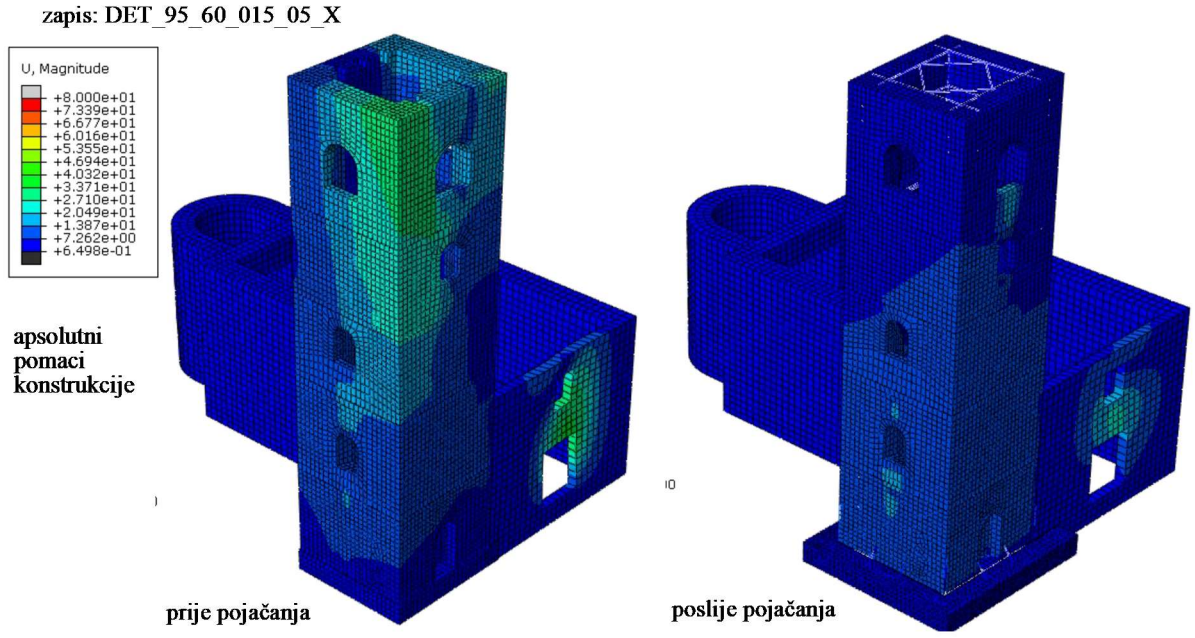
Slika 4-18 Ekvivalentne plastične deformacije (a) prije pojačanja (b) nakon pojačanja

U nastavku je prikazan presjek kroz zapadni zid tornja gdje se također može uočiti manji intenzitet pukotina i njihova manja širina. Kod pojačanog modela je koncentracija pukotina na slabim mjestima nadvoja i parapeta i tu će doći do oštećenja, ali globalna struktura nije ugrožena.



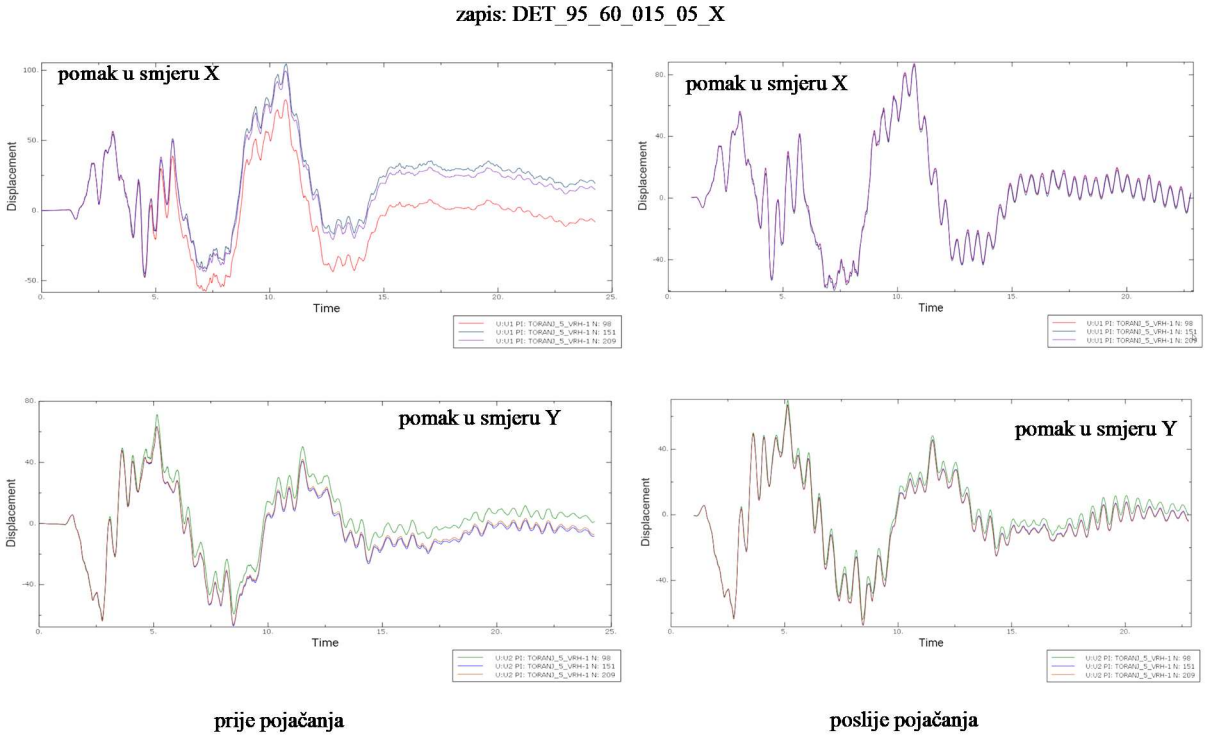
Slika 4-19 Ekvivalentne plastične deformacije unutar zapadnog zida tornja (a) prije pojačanja (b) nakon pojačanja

U nastavku su prikazani zaostali pomaci konstrukcije nakon djelovanja potresa. Može se uočiti da model bez pojačanja ima znatno veće zaostale pomake što znači da je došlo do degradacije strukture zidova. Ojačani model je ostao globalno kompaktan osim lokalno na mjestima nadvoja i parapeta.



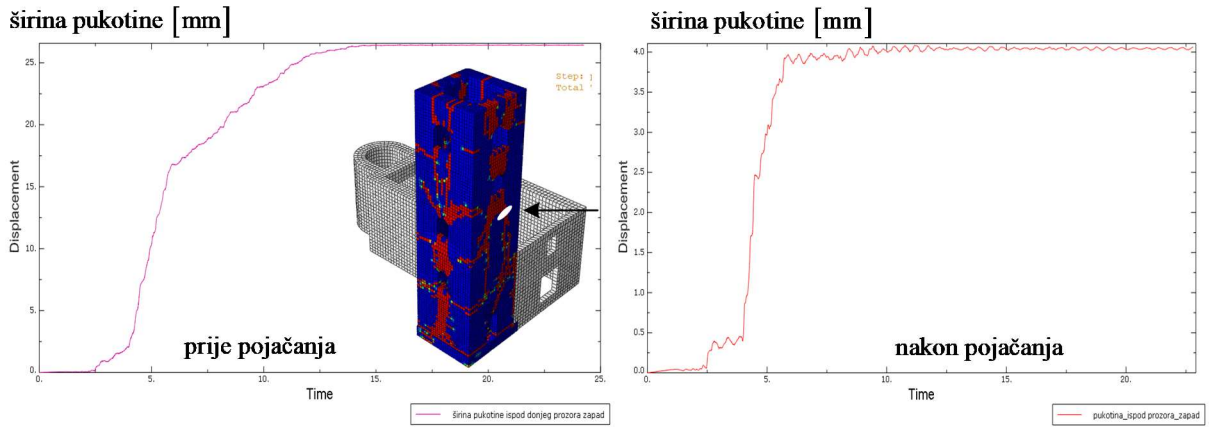
Slika 4-20 Zaostali pomaci konstrukcije nakon djelovanja potresa (a) prije pojačanja (b) nakon pojačanja

Amplitude pomaka točaka vrha tornja se mogu vidjeti na sljedećim dijagramima. Može se uočiti da su dominantno zaostali pomaci u smjeru X, tj. sjever-jug.

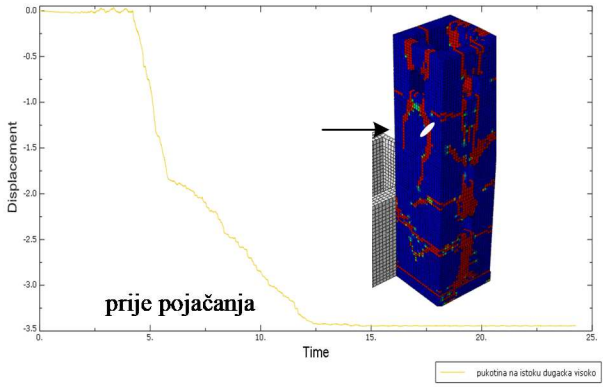


Slika 4-21 Zaostali pomaci konstrukcije u smjeru X i Y nakon djelovanja potresa (a) prije pojačanja (b) nakon pojačanja

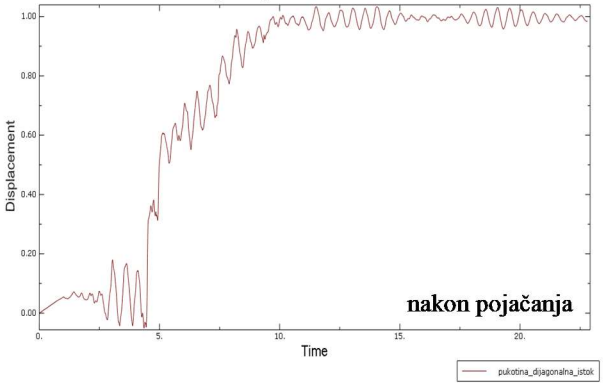
Prikazane su širine karakterističnih pukotina na tornju prije i nakon pojačanja. Označena su tek poneka mjesta gdje su se pojavile značajnije pukotine te gdje se one očekuju. Pojavu pukotina je nemoguće spriječiti, ali je bitno da ne dođe do njihovog nekontroliranog širenja i otkazivanja konstrukcije.



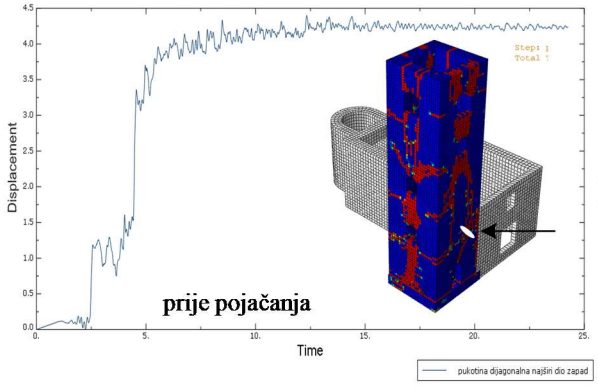
širina pukotine [mm]



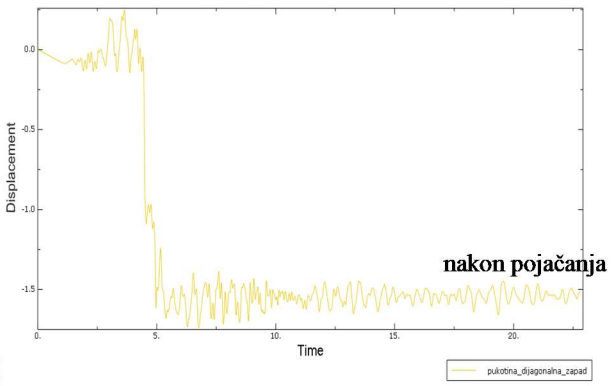
širina pukotine [mm]



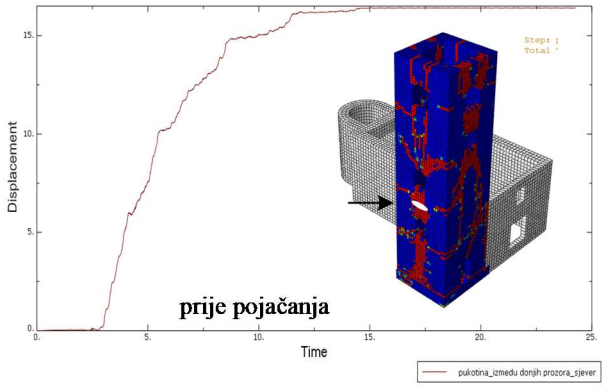
širina pukotine [mm]



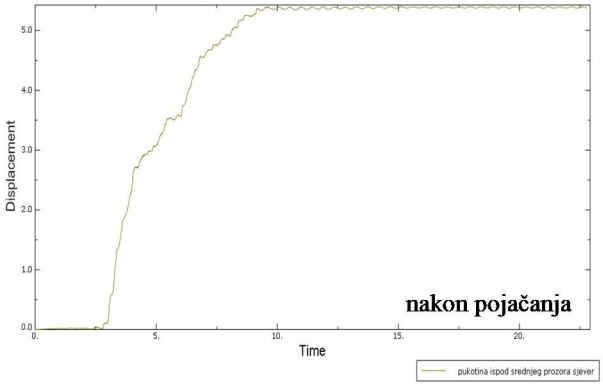
širina pukotine [mm]

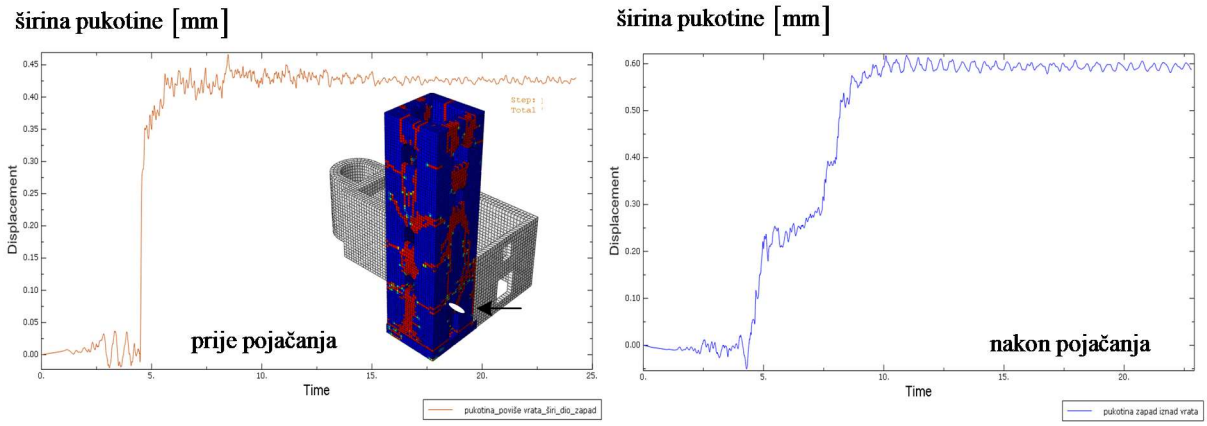


širina pukotine [mm]



širina pukotine [mm]





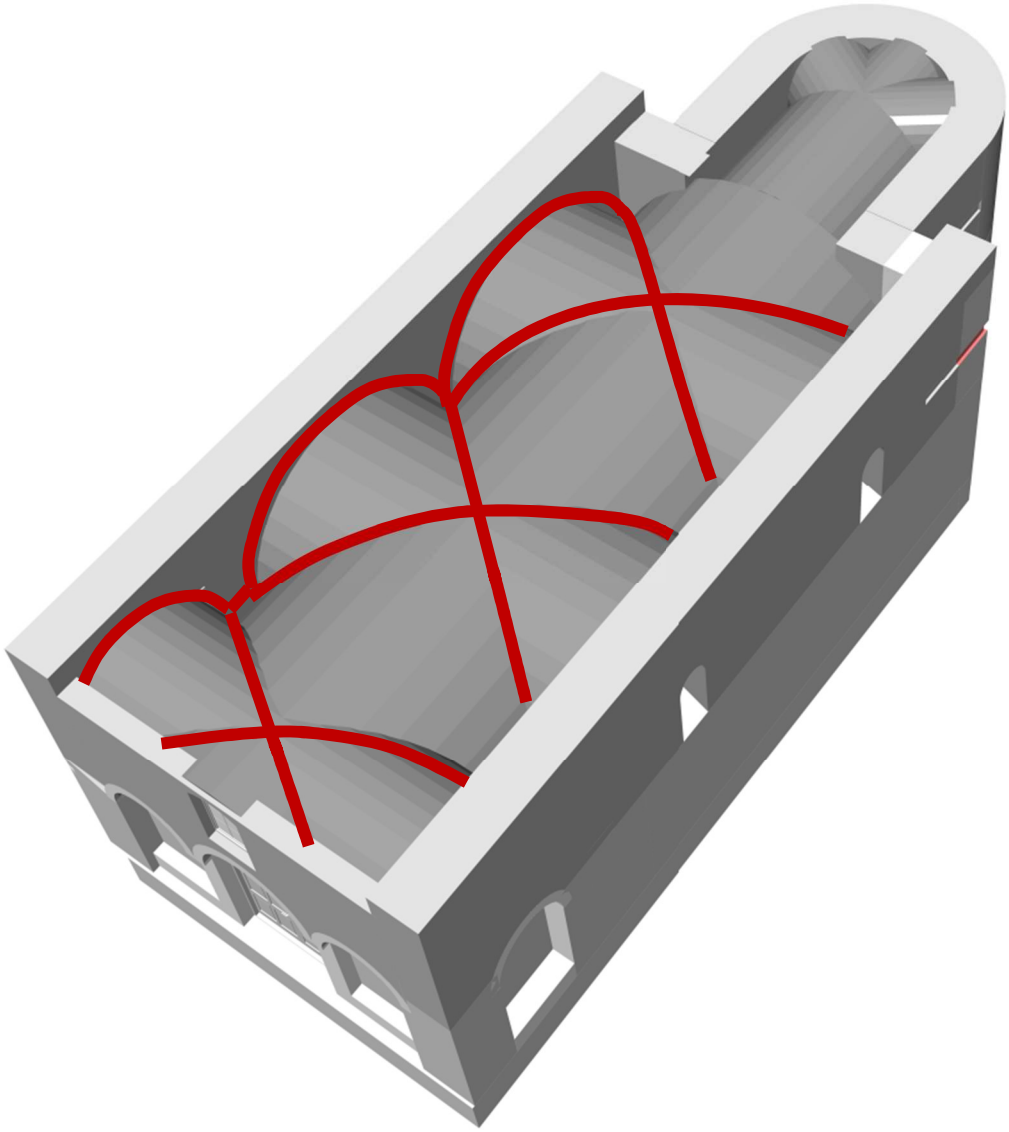
Slika 4-22 Širine karakterističnih pukotina na tornju prije i nakon pojačanja

Može se uočiti da i nakon pojačanja postoje područja razvoja pukotina i njihovog širenja. Međutim, to područje je značajno lokalizirano i ograničeno. Nadalje, prema amplitudi plastičnih deformacija se može vidjeti da su one bitno manje i uže. Iako je područje oštećenja i nakon pojačanja tornja slično i zahvaća slične kritične elemente, ipak u njima dominiraju mikropukotine ograničene širine te se zbog elemenata pojačanja događa preraspodjela naprezanja unutra materijala što sprječava raspad zida ili nadvoja.

Kritični elementi su dijelovi između otvora (nadvoji i parapeti) koji su sastavni dio konstrukcije, ali ne preuzimaju dominantno stalno opterećenje, a ni opterećenje potresom. Stoga je bitno je sačuvati njihov integritet u potresu.

4.7 Križni svodovi

FRP trake na križnim svodovima suprotstavljaju se relativnoj rotaciji na zonama mogućnosti pojava zglobova koji se razvijaju gdje je najmanja tlačna sila. Postavljaju se po izvodnicama križnih svodova.



Slika 4-23. Položaj FRP traka

Odabrane FRP trake:

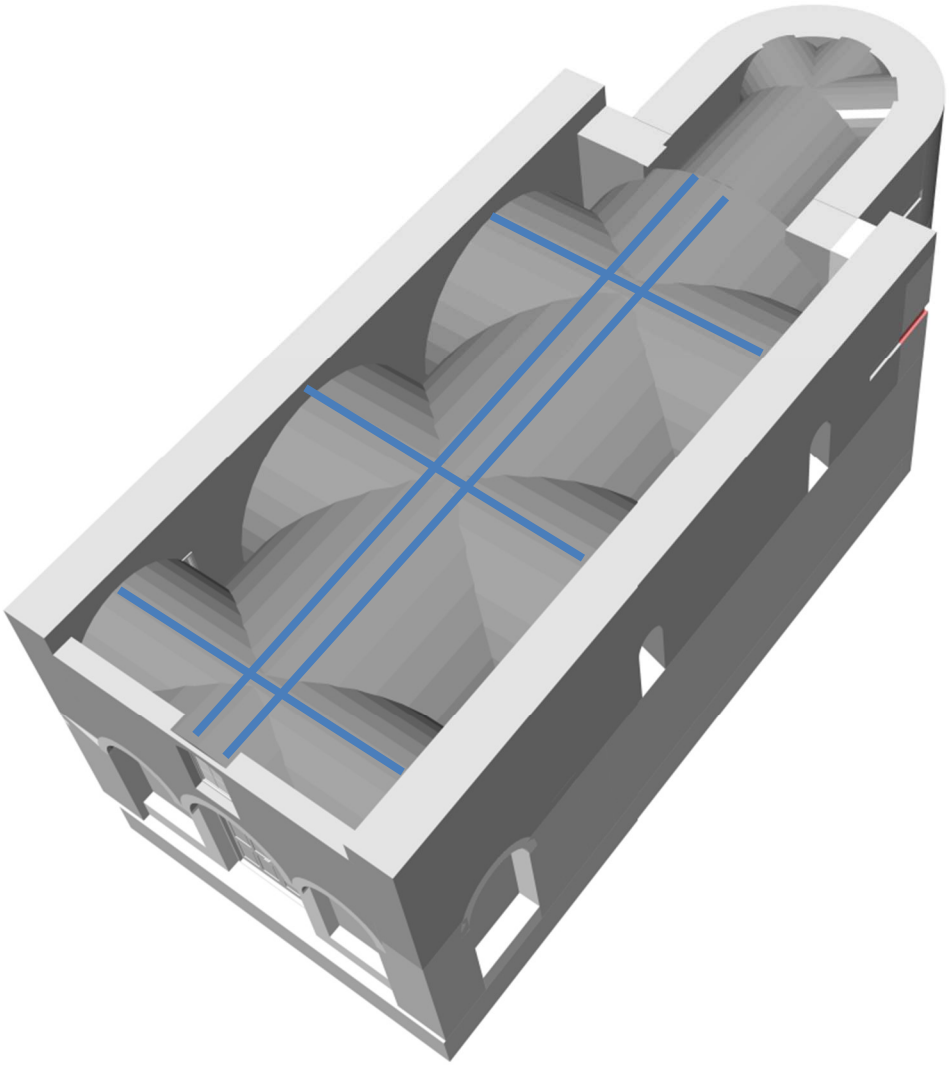
Uže od karbonskih vlakana u jednom smjeru, SikaWrap 231C, širine 30 cm ili jednakovrijedno. Mehaničke karateristike slijede u nastavku:

Tehnički podaci

Promjer impregniranog užeta	10 mm
Gustoća	1.82 g/cm^3
Vlačna čvrstoća vlakana	4800 MPa
Modul elastičnosti vlakana	240 GPa
Izduženje pri slomu vlakana	2,0 %
Efektivni presjek užeta	27,3 mm^2
Vlačna čvrstoća impregniranog užeta	1900 MPa

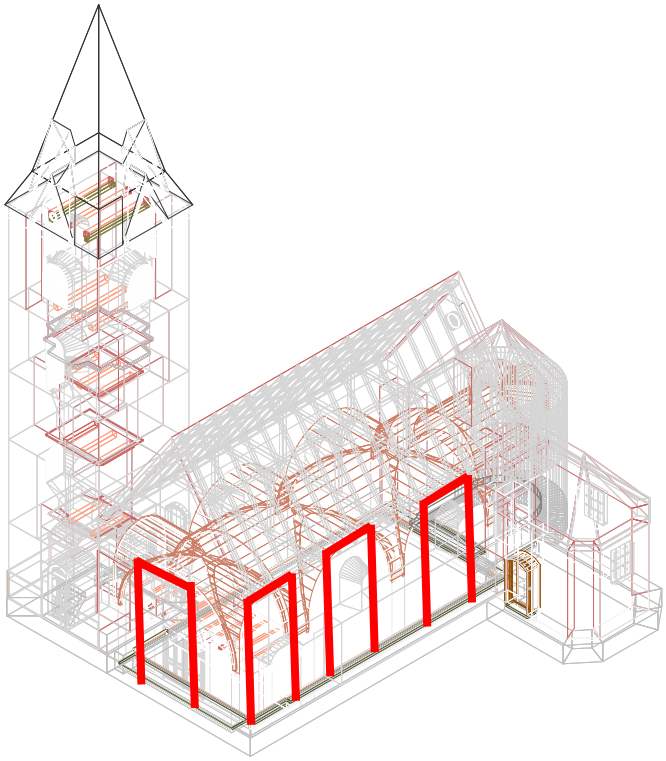
Prilikom postavljanja prvo je potrebno detaljno očistiti i pripremiti podlogu, nakon toga postavljanje ljepila i samih traka. Potrebno je paziti na upute proizvođača vezano uz sve korake postavljanja.

Povezivanje zidova čeličnim zategama

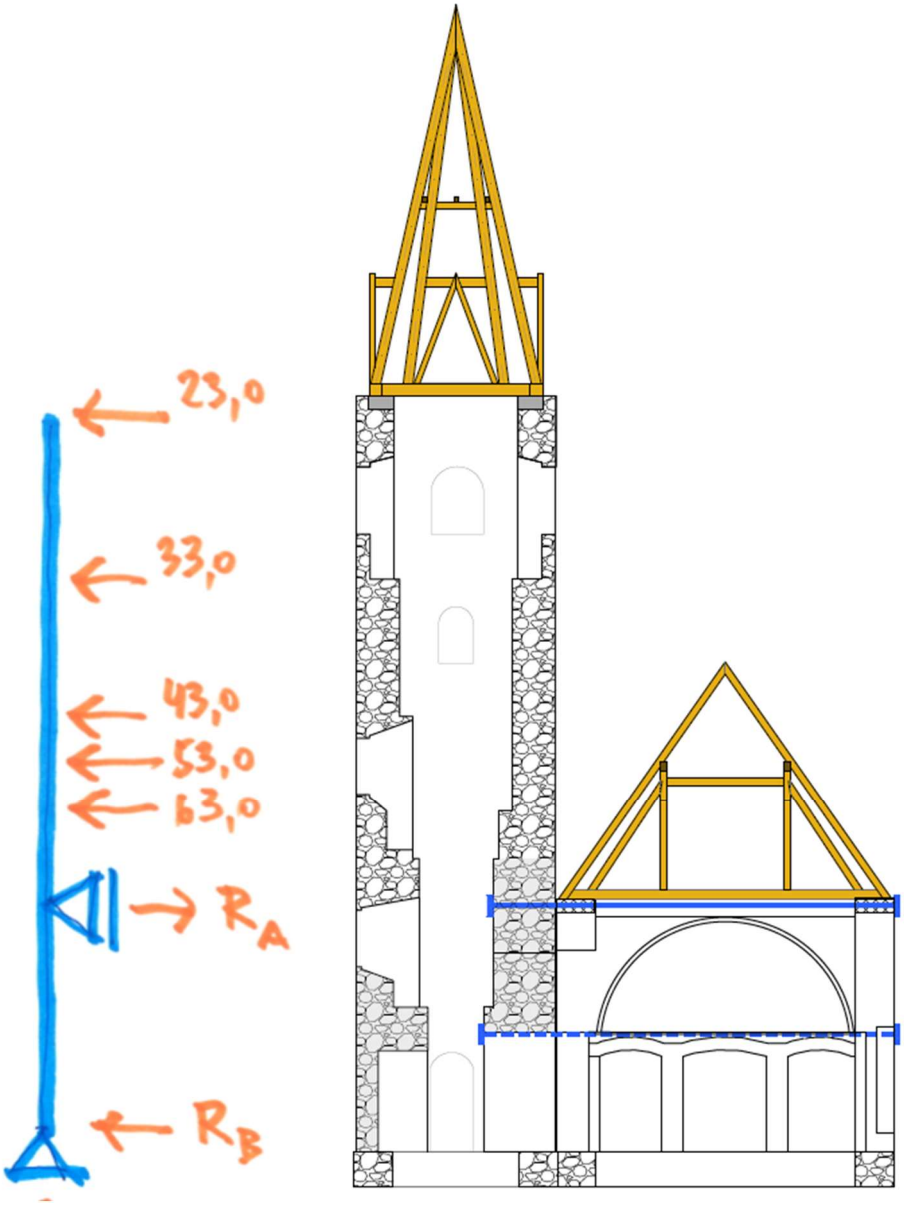


Slika 4-24. Položaj zatega iznad svodova

S obzirom na to da je došlo do razdvajanja paralelnih zidova, zbog čega su se pojavile pukotine na spoju svodova i zidova, odnosno, na spojevima starijih i novog svoda, potrebno je povezati i stegnuti zidove kako bi se ponašali kao cjelina. Povezivanje će se izvršiti zategama s gornje strane svodova. Iste zatege će se primijeniti prilikom prihvaćanja crkve za zvonik u razini poda kora. Svodovi crkve već imaju prije ugrađene zatege te su stoga površine zidova koje nove zatege trebaju preuzeti prikazane na slici ispod. Zatege na ulaznom dijelu crkve prihvaćaju crkvu za zvonik te je sila na mjestu najviše točke spoja crkve za zvonik mjerodavna za dimenzioniranje zatega.



Slika 4-25. Površine zidova koje preuzimaju nove zatege



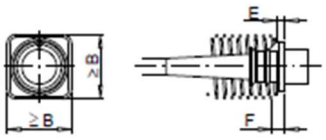
Vrijednosti ekvivalentnih statičkih sila (u kN) kojima je horizontalno opterećen model od potresnom djelovanja dobivene su kao postotak mase pripadajućeg segmenta. Prema analizi opterećenja procjena postotka iznosi 20%.

Zatege će se prednapeti te se za to koriste BBR VT Cona CME 0706-150-1860.

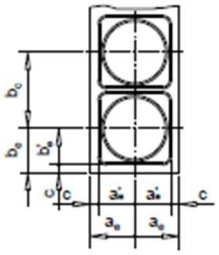
OiB Member of EOTA

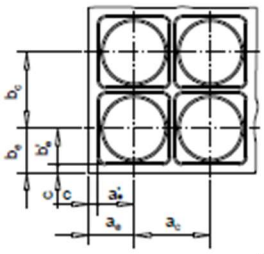
Stressing and fixed anchorage or coupler

Centre spacing and edge distance



$a_e = a'_e + c$
$b_e = b'_e + c$
c … Concrete cover





Technical data of anchorages																	
BBR VT CONA CME			04					07					09				
Strand arrangement																	
Strand [1]		mm²	150					150					150				
Cross-sectional area		mm²	600					1 050					1 350				
Charact. tensile strength	R_m	MPa	1 860					1 860					1 860				
Charact. maximum force	F_m	kN	1 116					1 953					2 511				
0.90 · $F_{p0.1}$		kN	886					1 550					1 993				
0.95 · $F_{p0.1}$		kN	935					1 636					2 103				
Helix and additional reinforcement																	
Min. concrete strength, cube	$f_{cm,0}$	MPa	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43
Min. concrete strength, cylinder	$f_{cm,0}$	MPa	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35
Helix																	
Outer diameter		mm	180	160	160	160	155	230	200	200	200	200	280	260	255	250	250
Bar diameter [2]		mm	10	10	10	10	10	12	12	12	12	12	14	12	12	12	12
Length, approx.		mm	185	185	185	185	185	254	256	231	231	231	282	281	281	281	281
Pitch		mm	45	45	45	45	45	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Number of pitches		—	5	5	5	5	5	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6
Distance	E	mm	15	15	15	15	15	18	18	18	18	18	20	20	20	20	20
Additional reinforcement																	
Number of stirrups		—	3	3	4	4	3	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5
Bar diameter [2]		mm	12	12	10	10	12	14	14	12	14	14	12	14	12	14	14
Spacing		mm	60	55	45	45	55	55	60	55	55	55	60	55	55	65	55
Distance from bearing trumplate	F	mm	30	30	30	30	30	33	33	33	33	33	35	35	35	35	35
Outer dimensions	B × B	mm	220	200	190	190	190	290	270	240	240	240	330	300	290	290	290
Centre spacing and edge distance																	
Min. centre spacing	a_c, b_c	mm	235	215	210	210	205	310	285	260	255	255	350	320	310	310	310
Min. edge distance, plus c	a'_e, b'_e	mm	110	100	95	95	95	145	135	120	120	120	165	150	145	145	145

[1] Prestressing strand with nominal diameter of 15.3 mm, cross-sectional area of 140 mm² or with characteristic tensile strength below 1 860 MPa may also be used.
[2] Bar diameter of 14 mm can be replaced by 16 mm.

BBR CONA CME

External Post-tensioning System
Anchorage zone – Dimensions
Helix and additional reinforcement and spacing

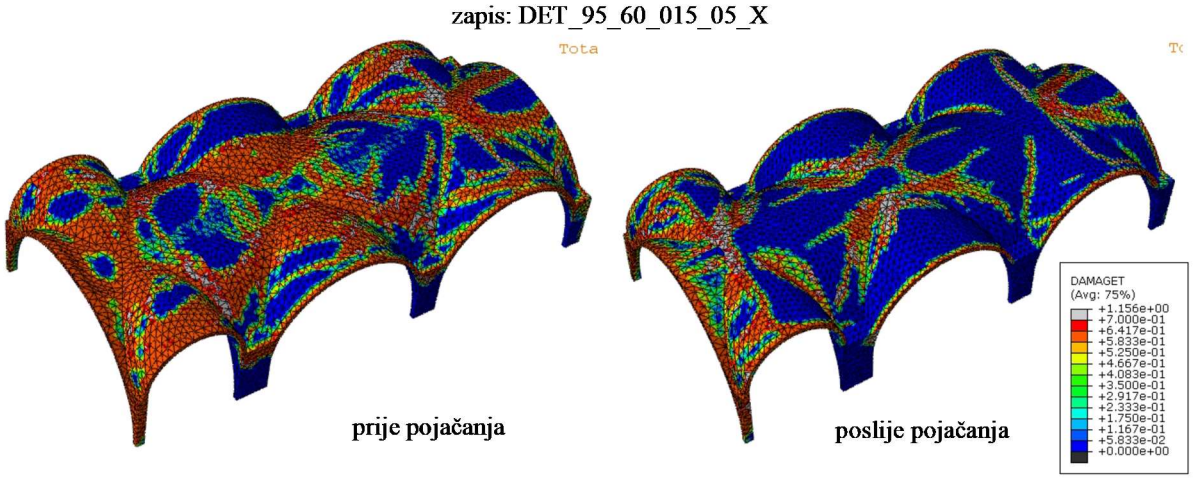
Annex 18
of European Technical Assessment
ETA-07/0168 of 18.12.2017

CONA CME n06-150

Number of strands	Nominal cross-sectional area of prestressing steel	Nominal mass of prestressing steel	Characteristic value of maximum force of tendon	
			f_{pk} = 1 770 MPa	f_{pk} = 1 860 MPa
n	A_p	M	F_{pk}	F_{pk}
—	mm²	kg/m	kN	kN
04	600	4.7	1 064	1 116
07	1 050	8.2	1 862	1 953
09	1 350	10.5	2 394	2 511
12	1 800	14.1	3 192	3 348
15	2 250	17.6	3 990	4 185
19	2 850	22.3	5 054	5 301
22	3 300	25.8	5 852	6 138
24	3 600	28.1	6 384	6 696
27	4 050	31.6	7 182	7 533
31	4 650	36.3	8 246	8 649
37	5 550	43.4	9 842	10 323
42	6 300	49.2	11 172	11 718
43	6 450	50.4	11 438	11 997
48	7 200	56.3	12 768	13 392
55	8 250	64.5	14 630	15 345
61	9 150	71.5	16 226	17 019

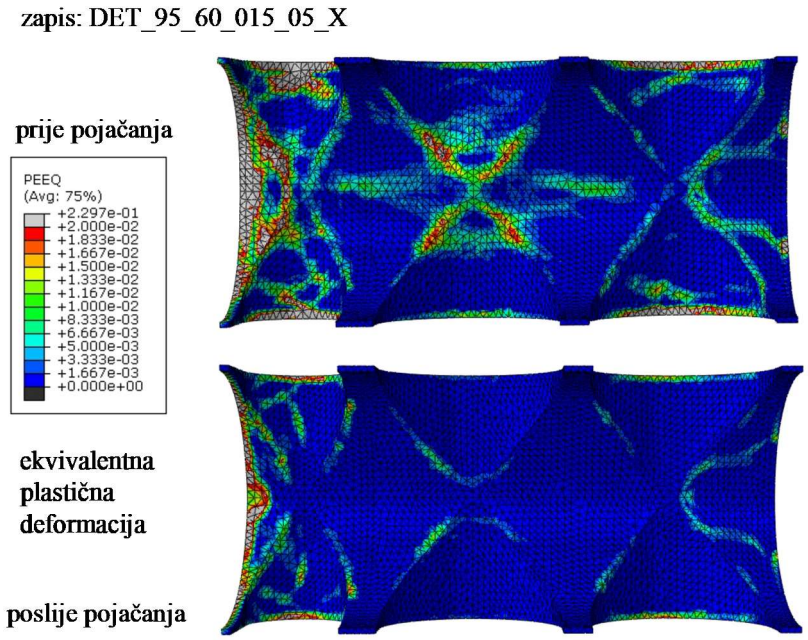
4.7.1 Proračun svodova sa pojačanjima

U nastavku su prikazani karakteristični rezultati proračuna svoda crkve. Može se uočiti da numerički model relativno dobro reproducira pukotine koje su se pojavile na svodu. Numeričkim modelom su pokazana kritična mjesta i pukotine koje se potencijalno s vremenom mogu razviti u šire i ozbiljnije pukotine. Pri sljedećim manjim potresima je poseban naglasak na praćenju razvoja tih pukotina. Područja oštećenja materijala (drobljenje materijala i vlačno raspucavanje) s gornje strane svoda crkve su vizualno teže uočljive zbog samog sastava i slojeva svoda s gornje strane. Međutim, takva oštećenja su opasna jer predstavljaju mjesta propagacije pukotina čak i za stalno opterećenje što vodi na mehanizam otkazivanja konstrukcije svoda koja je vitka i osjetljiva na bilo koje dinamičke i horizontalne utjecaje. Uslijed svoje vitkosti, ovakvi svodovi nisu znatno direktno pobuđeni potresom. Njihov vlastiti period titranja je znatno veći od dominantnog perioda potresnog djelovanja. Međutim, izuzetno su osjetljivi na nejednolike pomake oslonaca uslijed potresa. Za ostvariti kompaktnu strukturu pri potresu, nužno je osigurati krutost ležajnih oslonaca. Također, zbog svoje vitkosti, presjek svoda je podložan raspucavanju i oštećenju što ne mora nužno voditi prema urušavanju. Svod je inicijalno opterećen tlačnim silama od vlastite težine koje mu daju stabilnost. Iz ovih razloga je u nastavku prikazana usporedba modela svoda bez krute grede (obodnog prstena) koja mu osigurava značajno manje relativne pomake i modela svoda sa armiranobetonskom krutom gredom postavljenom po obodu zidova crkve. Slika u nastavku pokazuje razinu degradacije materijala pri cikličkom opterećenju na kraju djelovanja potresa. Oštećenje su znatno manja kod modela nakon pojačanja.



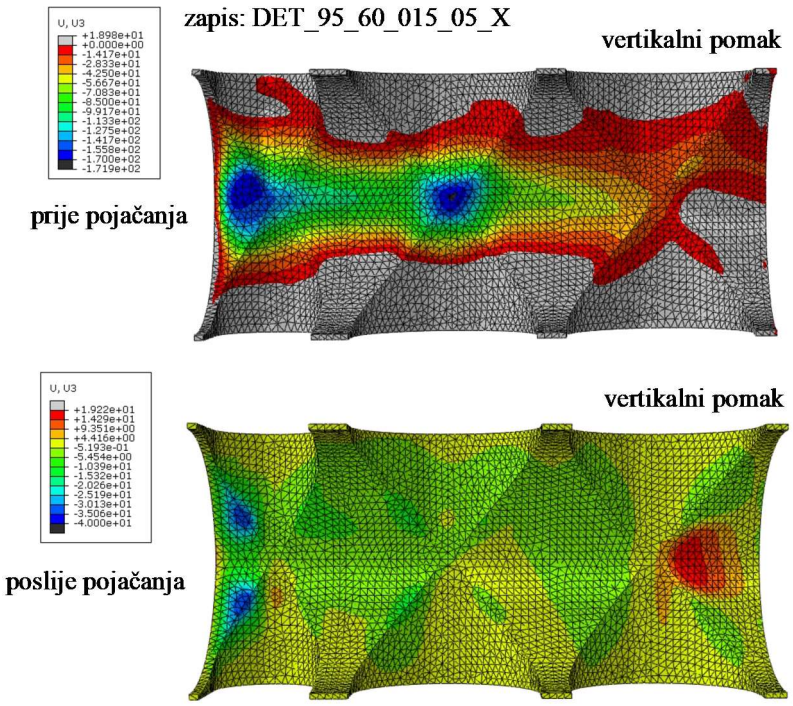
Slika 4-26 Područje rasprostiranja pukotina svoda crkve prikazanog preko degradacije materijala u vlaku (a) bez rubne grede (b) s rubnom gredom

U nastavku je prikazana raspodjela ekvivalentne plastične deformacije na donjem licu svoda crkve. Zbog jednakog mjerila se može uočiti da su pukotine manje amplitude u modelu sa armiranobetonskom rubnom gredom.



Slika 4-27 Područje rasprostiranja pukotina svoda crkve prikazanog preko ekvivalentnih plastičnih deformacija (a) bez rubne grede (b) s rubnom gredom

U nastavku su prikazani zaostali vertikalni pomaci konstrukcije nakon djelovanja potresa. Može se uočiti da model bez rubne grede ima znatno veće zaostale pomake što znači da je došlo do degradacije strukture i „propadanja“ svodova. Model s rubnom gredom je ostao globalno kompaktan.

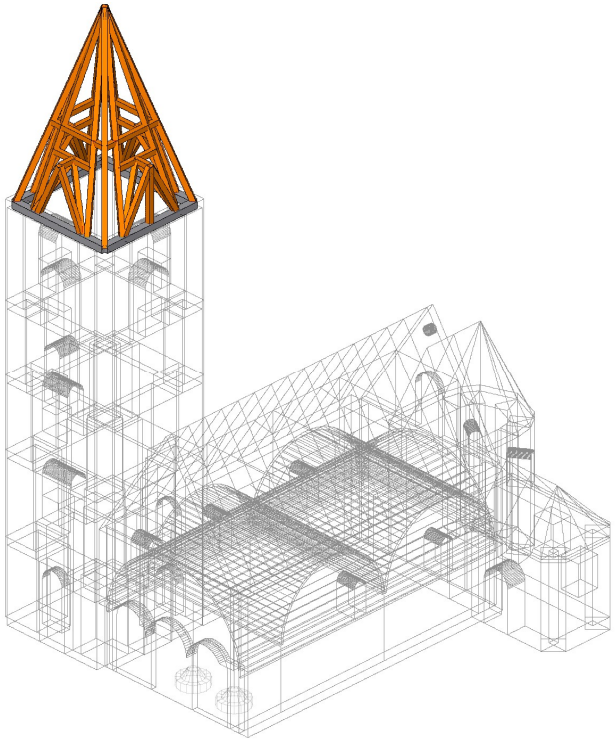


Slika 4-28 Zaostali vertikalni pomaci svoda nakon djelovanja potresa (a) bez rubne grede (b) s rubnom gredom

4.8 Pojačanje drvenih krovišta

4.8.1 Krovište zvonika

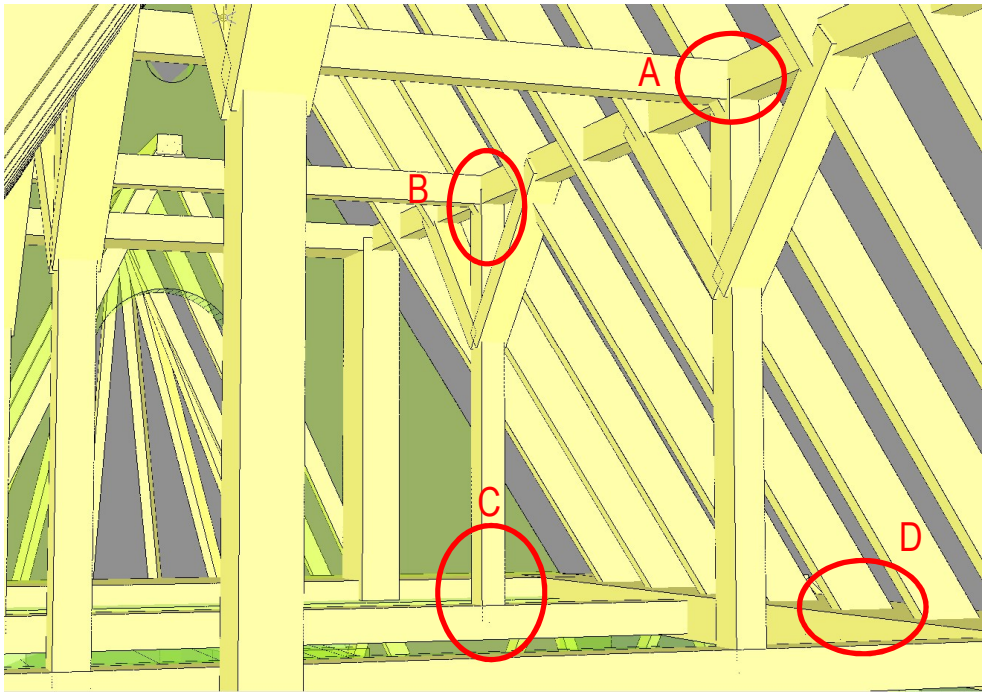
Krovište zvonika izvodi se novo kao rekonstrukcija postojećeg uz izvedbu novog AB serklaža dimenzija 60×30cm na vrhu zidova zvonika.



Slika 4-29. Prikaz krovišta zvonika sa AB serklažem

4.8.2 Krovište crkve

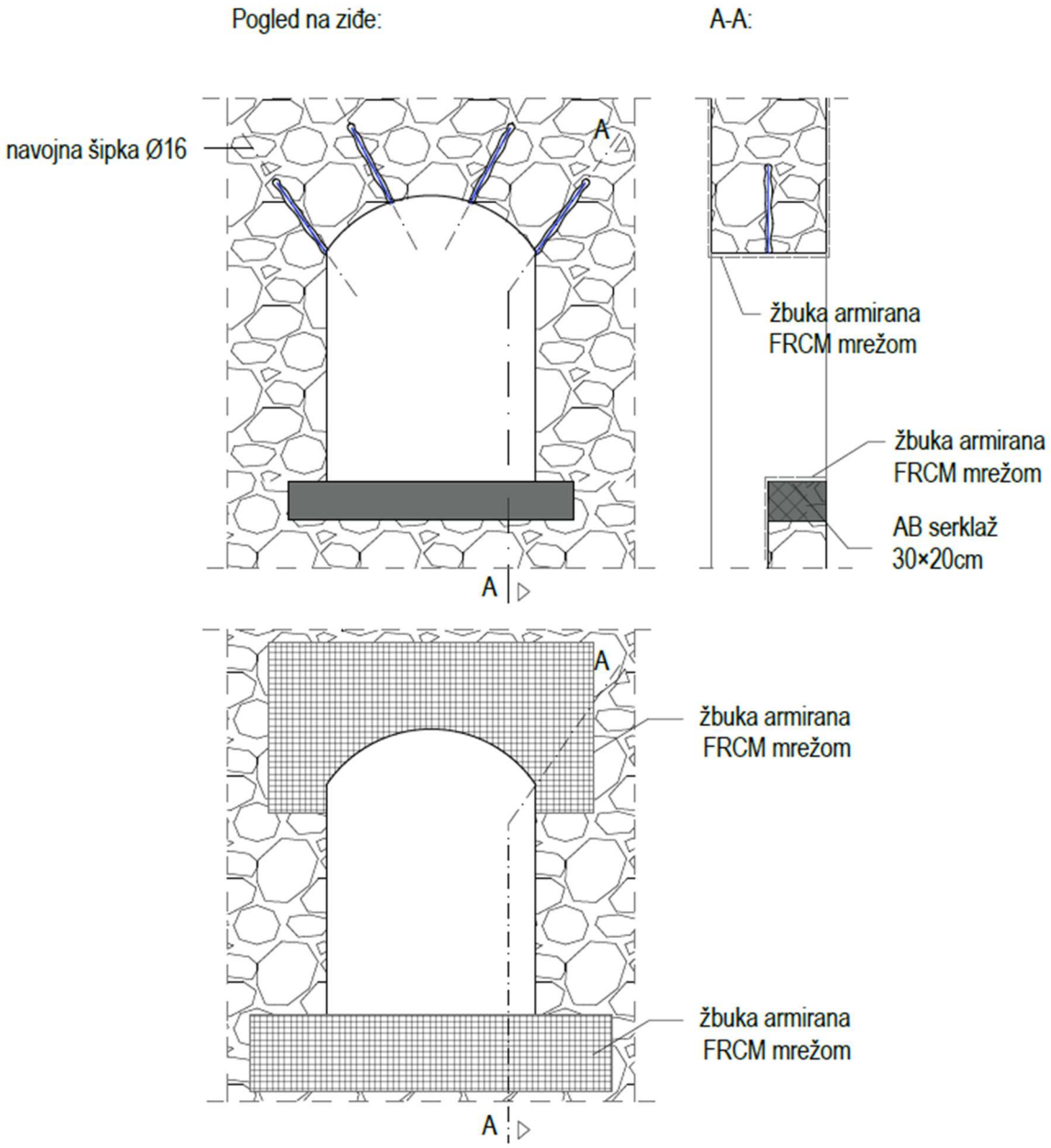
Na drvenom krovištu crkve potrebni su zahvati pojačanja pojedinih detalja. Svi detalji su prikazani na nacrtu u nastavku projekta.



Slika 7.7. Aksonometrijski prikaz krovišta sa označenim detaljima koji zahtijevaju pojačanje

4.9 Ostali radovi

Od ostalih radova potrebno je pojačati nadvoj vrata i u ankes te pojačati otvore prozora. Isto se izvodi navojnim šipkama Φ16, sve prema detaljima danim u nastavku. Parapeti prozora zvonika ojačavaju se armiranobetonskim serklažima dimenzija 20×20 cm na svom vrhu.



Slika 4-30. Pojačanje otvora

4.10 Zaključak i ocjena potresne otpornosti zgrade

S obzirom na status građevine kao pojedinačno štićenog kulturnog dobra, primaran cilj Projekta obnove je uklanjanje glavnih konceptualnih nedostataka građevine interdisciplinarnim pristupom kojim se čuva kulturna baština, a ujedno i pojačava građevina koristeći danas dostupne materijale koji su skladni sa ugrađenim materijalima. S obzirom da je cilj očuvati građevinu za buduće generacije, predviđeni zahvati su reverzibilni te se mogu zamijeniti novim rješenjima ukoliko tijekom vremena dođe do novih spoznaja ili materijala vezanih uz obnove povijesnih zgrada.

Prilikom proračuna crkve sv. Mihaela Arkanđela u Gračanima uzete su obzir stvarne karakteristike materijala, intervencije na građevini kroz povijest te međudjelovanje arhitektonskih dijelova građevine. Proračun građevine proveden je različitim metodama (ručni proračuni, metoda konačnih elemenata, nelinearne metode) za umanjeno potresno djelovanje od onog propisanog za nove zgrade. Uzrok tome jest da se građevina obnovi nakon posljednjeg potresa te pojača do razine koja se ekonomski može podnijeti te da se izvedu konstrukcijski zahvati koji su prihvatljivi za pojedinačno štićeno kulturno dobro.

Nakon svih izvedenih pojačanja opisanij u prethodnim poglavljima, zaključuje se da crkva i zvonik zadovoljavaju na očekivana potresna opterećenja te da su uklonjeni konceptualni nedostaci građevine.

5. Mogućnosti i uvjeti uporabe dijelova zgrade prije dovršetka obnove

S obzirom na nove potrese koji su u prosincu 2020. i siječnju 2021. zadesili petrinjsko, a posljedično i zagrebačko područje, crkva i njeno dvorište su zatvoreni za javnost zbog mogućnosti rušenja zvonika. Preporuka je izvoditi radove na zvoniku i crkvi istovremeno te crkvu držati zatvorenom za javnost do završetka izvođenja radova..

6. Posebni tehnički uvjeti obnove

S obzirom na to da je crkva svetog Mihaela Arkanđela zaštićeno kulturno dobro, prije izrade projekta obnove konstrukcije zgrade potrebni su posebni uvjeti konzervatora koji se nalaze u nastavku. Posebni uvjeti detaljnije su obrađeni (Mapa 2). Tehničko rješenje projekta obnove konstrukcije zgrade u skladu je sa navedenim konzervatorskim uvjetima.

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

KLASA: 612-08/21-028/23
URBROJ: 251-18-01/005-21-02
Zagreb, 6.8.2021.

FORETIĆ & SINOVI d.o.o.
Kozinska 57
10370 Dugo Selo

Predmet: Župna crkva sv. Mihaela Arkanđela,
Zagreb – Gračani, Isce
k.č.br. 2686 k.o. Gračani
- cjelovita obnova kulturnog dobra
- posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra

Grad Zagreb, Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode, na temelju članka 6. stavka 1. točke 12. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (Narodne novine 69/99, 151/03 i 157/03-ispr., 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 44/17, 90/18, 32/20 i 62/20) i članka 19. Zakona o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (Narodne novine 102/20 i 10/21) povodom zahtjeva Zagrebačke nadbiskupije, Župe sv. Mihaela Arkanđela u Gračanima, Isce 33a, Zagreb, zastupane po FORETIĆ & SINOVI d.o.o. iz Dugog Sela, Kozinska 57, za cjelovitu obnovu potresom oštećenog kulturnog dobra Župne crkva sv. Mihaela Arkanđela, Garčani – Isce, na k.č. br. 2686 k.o. Gračani, utvrđuje

posebne uvjete zaštite kulturnog dobra

Za crkvu sv. Mihaela Arkanđela u Gračanima, u Zagrebu, rješenjem Ministarstva kulture, Klasa: UP-I-612-08/01-01/0915 od. 31.01.2003. godine, utvrđeno je svojstvo kulturnog dobra, upisano u Registar nepokretnih kulturnih dobara RH, Listu zaštićenih kulturnih dobara pod reg. br. Z-0723. Također, u crkvi se nalaze orgulje zagrebačkog orguljara Pavla Pumppa iz 1846. za koje je rješenjem Ministarstva kulture, Klasa: UP-I-612-08/09-06/0082 od. 06.05.2009. godine, utvrđeno svojstvo kulturnog dobra, upisano u Registar kulturnih dobara RH, Listu zaštićenih kulturnih dobara pod reg. br. Z-4169. Stoga podliježe svim odredbama Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (Narodne novine 69/99, 151/03, 157/03 - ispr., 87/09, 88/10, 61/1, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 44/17, 90/18, 32/20 i 62/20).

Crkva sv. Mihaela Arhanđela izgrađena je na uzvisini uz ulicu Isce, u najstarijem dijelu naselja Gračani (Isce). Nekadašnja grobna kapela, okružena je cinktorom s naglašenim ulaznim portalom. Prema zapisima vizitatora, kapela sv. Mihaela sagrađena je 1610. godine. 1882. crkva

je proširena prema zapadu, izgrađen je novi kor, a 1899. izgrađena je nova sakristija. Crkva je jednobrodna, s polukružno zaključenim svetištem, sakristijom s južne strane, te zvonikom iz 1750. sa sjeverne strane - u ravnini glavnog pročelja.

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

S obzirom na oštećenja kulturnog dobra u potresu od 22. ožujka 2020. te dodatno u potresima 28. i 29.12.2020., na dostavljeni Elaborat ocjene postojećeg stanja konstrukcije, ovaj Zavod izdao je konzervatorske smjernice KLASA: 612-08/21-05/51, od 2.3.2021.god.

Za planiranu cjelovitu obnovu crkve sv. Mihaela Arkanđela u Gračanima, na temelju dostavljene dokumentacije:

- Idejnog projekta obnove konstrukcije – građevinski projekt br. 09/21, iz svibnja 2021., izrađenog po „STUDIO ARHING“ d.o.o., Ćire Truhelke 49, Zagreb
- Idejnog projekta obnove konstrukcije – arhitektonski projekt (s troškovnikom) T.D.571-21/20 iz lipnja 2021., izrađenog po FORETIĆ & SINOVI d.o.o., Kozinska 57, Dugo Selo
- Snimke postojećeg stanja T.D. 571-21/20 iz siječnja 2021., izrađene po FORETIĆ & SINOVI d.o.o., Kozinska 57, Dugo Selo
- Elaborata ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije br. 48/20 iz prosinca 2020. izrađenog po „STUDIO ARHING“ d.o.o., Ćire Truhelke 49, Zagreb
- Izvješća o izvedenim konzervatorsko-restauratorskim istražnim radovima na zvoniku i fasadi crkve sv. Mihaela iz srpnja 2015. izrađenim po RESTAURIRANJE REBERSKI, Vojakovačka 9, Zagreb
- Rezultata istražnih radova slikanih slojeva na crkvi sv. Mihaela iz ožujka 2012. izrađenih po restauratorskom timu: Josip Jerković, Jelena Perić i Mijo Jerković

utvrđuju se sljedeći posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra:

- sukladno mjerama zaštite za pojedinačno zaštićena kulturna dobra te izdanim konzervatorskim smjernicama ovog Zavoda, predloženim zahvatom cjelovite obnove i rekonstrukcije zgrade potrebno je max. očuvanje, obnova i prezentacija izvornih graditeljskih i oblikovnih karakteristika građevine, te je potrebno predvidjeti metode protupotresnog ojačanja građevine koje su minimalno invazivne za povijesne konstrukcije i korisnički prostor zgrade, korištenjem primjerenih materijala za statička ojačanja povijesnih zgrada,
- predloženo seizmičko ojačanje na razinu 4 prema tehničkom propisu za građevinske konstrukcije na način predviđen dostavljenim Idejnim projektom, prihvatljivo je sa stajališta zaštite kulturnih dobara. Projektom se predviđa: pojačanje pojedinih detalja drvene građe krovišta crkve, izvedba novog krovišta zvonika, zamjena drvenih podesta

zvonika te izvedba skrivenog serklaža u visini vijenca zvonika, zatim povezivanje uzdužnih zidova crkve čeličnim zategama iznad svodova, saniranje pukotina ,te pojačanje svodova FRP trakama s gornje strane, konsolidacija zidova injektiranjem te ugradnjom inox šipki, pojačanje otvora ugradnjom kosih sidrnih šipki i izvedbom horizontalnih serklaža u parapetima, pojačanje nadvoja iznad ulaza, povezivanje zategama zida zvonika sa zategama u razini krova i kora te kao najveći zahvat, izvedba čelične konstrukcije unutar zvonika, te novih betonskih temelja s pilotima oko i unutar zvonika, radi prihvaćanja čelične konstrukcije.

Pri razradi detalja predloženih zahvata potrebno je predvidjeti slijedeće:

- pažljivo otvaranje postojećih kamenih doprozornika od strane restauratora te razmotriti mogućnost njihovog očuvanja ili izrade replike
- nakon postave skele, prije i tijekom otucanja recentne žbuke na zvoniku i po potrebi na zidovima crkve, otvoriti dodatne sonde radi provjere eventualno sačuvane izvorne žbuke i kamenih detalja
- ukoliko se na cijelo krovište i pročelje postavlja nova bakrena limarija, moguće je razmotriti i zamjenu pokrova zvonika bakrenim limom.
- na mjestu pukotina na oslikanim i nedavno restauriranim zidovima i svodovima u unutrašnjosti crkve predvidjeti otucanje žbuke oko pukotina u minimalnoj površini, te žbukanje i rabiciranje pukotina kompatibilnim materijalima (po mogućnosti na bazi vapna), a nakon toga vraćanje oslika prema zatećenom stanju sa svim predviđenim predradnjama, prema pravilima restauratorske struke
- predviđenu zamjenu drvenih vrata, drvenog poda kora te ugradnju novih prozora na zvoniku potrebno je detaljno razraditi prema propozicijama službe zaštite i uz suradnju konzervatora.
- kako je rečeno u konzervatorskim smjernicama za orgulje na koru i utvrđivanje stanja njihovog instrumentalnog ustroja potreban je detaljan pregled organologa, putem Povjerenstva za orgulje Ministarstva kulture i medija Republike Hrvatske. Daljnju cjelovitu zaštitu orgulja potrebno je provesti prema pravilima struke i u suradnji s organologom. Posebno se to odnosi na prijedlog privremene demontaže krune drvenog korpusa orgulja.
- isto tako, sukladno konzervatorskim smjernicama, prije početka radova potrebno je iz crkve izmjestiti sav pokretni inventar, a oltarne menze primjereno zaštititi. Prilikom evakuacije osobitu pažnju posvetiti slici Sv. Mihovil pobjeđuje Sotonu, oko 1677. pripisanu radionici majstora Hansa Georga Geigera koja se nalazi u prostoru svetišta, kao i slikama nepoznatih autora datiranih u drugu polovinu 18.st., s prikazima Majke Božje Pomoćnice i Sv. Ivana evanđelista, koje se nalaze na čeonim stranama trijumfalnog luka. Sa slikama je potrebno pažljivo postupati, preventivno ih zaštititi i privremeno pohraniti u mikroklimatski i sigurnosno primjerenom prostoru.

U procesu cjelovite obnove crkve sv. Mihaela Arkanđela, što je prema Zakonu o obnovi obveza za pojedinačno zaštićena kulturna dobra, prije početka radova potrebno je izraditi zakonom propisanu projektno-tehničku dokumentaciju za cjelovitu obnovu kulturnog dobra.

Projekt obnove zgrade za cjelovitu obnovu potrebno je dostaviti ovom Zavodu na uvid, kako bi se mogla utvrditi usklađenost projektne dokumentacije s izdanim posebnim uvjetima, te provoditi konzervatorski nadzor pri izvođenju radova. Također je potrebno dostaviti Odluku vlasnika o obnovi zgrade sukladno članku 41. Zakona o obnovi.

Projekt obnove zgrade za cjelovitu obnovu zgrade - kulturnog dobra, kojom se zgrada dovodi u stanje potpune građevinske uporabljivosti do razine koju zahtijevaju pozitivni propisi

i s tim u vezi norme kao i pravila struke, treba biti izrađen sukladno utvrđenim posebnim uvjetima i sadržavati sljedeće:

- arhitektonski projekt s troškovnikom svih građevinsko-obrtničkih i restauratorskih radova za zahvate u interijeru, na pročeljima i krovištima s karakterističnim detaljima
- građevinski projekt s pripadajućom arhitektonskom mapom i detaljnim obrazloženjem projektiranog načina konstruktivne sanacije i utjecaja istog na cjelovitu strukturu zgrade, a u grafičkom dijelu prikazati karakteristične detalje konstrukcije.

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

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

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

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

PROČELNICA
Marijana Sironić, dipl.ing.arh.

Dostaviti:
1. Naslovu
2. Zagrebačka nadbiskupije,
   Župa sv. Mihaela Arkanđela u Gračanima, Isce 33a, Zagreb
3. Ministarstvo kulture i medija
   Uprava za zaštitu kulturne baštine
   10000 Zagreb, Runjaninova 2
4. Evidencija, ovdje
5. Pismohrana, ovdje

7. Procjena troškova

S obzirom na odabranu razinu obnove, površinu, vrstu obnove te namjenu zgrade, procjenjuju se troškovi obnove.

Obračunska površina:	451 m^2
Odabrana razina obnove:	4
Vrsta obnove:	cjelovita
Procjena uporabljivosti:	privremeno neuporabljiva
Namjena zgrade:	kulturno-povijesni objekt (Odluka o donošenju Prvog programa mjera obnove zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije, Poglavlje 11. Dodatak, NN 102/20) zgrada javne i društvene namjene – D8 (Generalni urbanistički plan Grada Zagreba, izmjene i dopune, 2016.) razred važnosti III (HRN EN 1998-1, Tablica 4.3.)

Procjena troškova cjelovita obnova: 2.993.602,70 kn + PDV

Procjena troškova obnova konstrukcije: **2.394.882,16 kn + PDV**

Napomena:
Udio radova obnove konstrukcije iznosi 80% radova cjelovite obnove.

P r o j e k t a n t :

Juraj Pojatina, dipl. ing. građ.

U Zagrebu, lipanj 2021.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3870

III. TROŠKOVNIK

0 UVJETI IZGRADNJE

Prije početka radova potrebno je pribaviti građevinsku dozvolu, u svemu prema čl.153 Zakona o gradnji (NN br.153/2013, 20/2017, 39/2019 i 125/2019).
Izvoditelj je dužan detaljno proučiti Projekt obnove konstrukcije zgrade, koji sadrži opis i snimak postojećeg stanja, te podatke o zahtijevanim radovima.

Prilikom izvođenja radova strogo se pridržavati mjera za sprečavanje emisije prašine i drugih opasnih tvari te postupka manipulacijom građevinskim otpadom.

Prije početka radova obavezno je potrebno odvojiti sve instalacije prisutne na građevini, tj. isključiti struju, vodu, kanalizaciju, plin i razne telekomunikacijske vodove.

U dogovoru sa Investitorom potrebno je odrediti mjesto za privremeno odlaganje materijala nastalog u procesu izvođenja radova.

Za sve radove treba primjenjivati tehničke propise, građ. norme, a upotrebljeni materijal, koji izvođač dobavlja i ugrađuje, mora odgovarati standardima (HRN). Izvedba radova treba biti prema nacrtima, općim uvjetima i opisu radova, detaljima i prema pravilima zanata. Eventualna odstupanja treba prethodno dogovoriti s nadzornim inženjerom i projektantom za svaki pojedini slučaj.
Tolerancije mjera izvedenih radova određene su uzancama zanata, odnosno prema odluci projektanta i nadzorne službe. Sva odstupanja od dogovorenih tolerantnih mjera dužan je izvođač otkloniti o svom trošku. To vrijedi za sve vrste radova, kao što su građevinski, obrtnički i montažerski, opremanje i ostali radovi.
Uskladištenje materijala treba provesti tako da materijal bude osiguran od vlaženja i lomova, jer se samo neoštećen i kvalitetan smije ugrađivati. Ovo se odnosi na sve gotove prefabrikate, obrtničke proizvode i materijal za obrtničke radove. Vezna sredstva također moraju biti prvorazredna. Cement, opeka, kameni agregat, pijesak, bitumen i sl. treba ispitati prema važećim tehničkim propisima i ateste predočiti nadzornom inženjeru.

Rad obuhvaća osim opisanog u troškovniku, još i prijenose, prijevoz, dizanje, utovar i istovar materijala unutar gradilišta, pripremanje morta i betona, zaštićivanje konstrukcije od štetnih atmosferskih utjecaja, sve pomoćne radove kao: skupljanje rasutog materijala, održavanje čistoće gradilišta.

Skele, podupore i razupore treba također predvidjeti u cjelini. Skele moraju biti u skladu s propisima HTZ. Iskopane rovove treba u načelu podupirati ako su dubine preko jednog metra. Osim toga, treba ukalkulirati sve potrebne zaštitne ograde, te rampe i mostove za prijevoz materijala po gradnji.

Pomoć obrtnicima i instalaterima, kojima treba osigurati prostoriju za smještaj alata i pohranu materijala, ustupanje radne snage za dubljenje, probijanje i bušenje, te popravak žbuke nakon završenih keramičarskih, kamenorezačkih, kamenarskih, parketarskih, stolarskih i bravarskih, a prije soboslikarsko-ličilačkih radova. Izvođač građevinskih radova dužan je obrtnicima i instalaterima dati potrebne skele za radove na visini većoj od dva metra.

Provoditi čišćenje gradilišta od blata i odvođenje oborinske vode. Završni radovi, kao uklanjanje ograda i baraka te poravnanje terena.
Izvesti krpanje žbuke, popravak obojenih ploha, te sve popravke, oštećenja koja su nastala tokom gradnje, a trebaju se obaviti u garantnom roku.
Prethodno provoditi ispitivanje ugrađenog materijala, vodovodne instalacije, odnosno sve u vezi s dobavljanjem potrebnih atesta (nalaza).
Svi radovi moraju biti izvedeni solidno prema opisu, izvedbenim i armaturnim nacrtima i statičkom proračunu. Sve se ovo odnosi i na radove obrtnika. Zbog toga je potrebno da izvođač ugovara radove s obrtnicima u smislu ovih općih uvjeta.

OPĆA NAPOMENA
Svi odvozi viška materijala, šute, smeća i ambalaža previđeni su u svakoj stavci zasebno. Projektant troškovnikom predviđa i stavku "Prijevoz ostatka materijala od rušenja i čišćenja na gradsku planirku" koja obuhvaća nepredvidive dodatne količine materijala za odvoz, a obračunava se isključivo prema stvarnim količinama materijala dokumentiranih Građevinskim dnevnikom te ovjerenih od strane Nadzora. Dodatni radovi čišćenja, te odvozi viška materijala, šute, smeća i ambalaža koji nisu predviđeni stavkama neće se priznavati.

OPĆI UVJETI ZA IZVOĐENJE GRAĐEVINSKIH RADOVA, PRIPREMNIH RADOVA, UREĐENJE GRADILIŠTA I POMOĆNIH RADOVA

PRIPREMNI RADOVI

Izvođač je dužan prije početka radova sprovesti sve pripremne radove da se izvođenje može nesmetano odvijati. U tu svrhu izvođač je dužan detaljno proučiti investicijsko tehničku dokumentaciju, te izvršiti potrebne računske kontrole. Potrebno je proučiti sve tehnologije izvedbe pojedinih radova radi optimalne organizacije građenja, nabavke materijala, kalkulacije i sl.
Izvođač i njegovi kooperanti dužni su svaki dio investicijsko tehničke dokumentacije pregledati, te dati primjedbe na eventualne tehničke probleme koji bi mogli prouzročiti slabiju kvalitetu, postojanost ugrađenih elemenata ili druge štete. U protivnom bit će dužan ovakve štete sanirati o svom trošku. Naročitu pažnju kod toga treba posvetiti usaglašavanju građevinskih i instalaterskih nacrta. Ako ustanovi neke razlike u mjerama, nedostatke ili pogreške u podlogama, dužan je pravovremeno obavijestiti nadzornog inženjera i odgovornog projektanta, te zatražiti rješenja.

UREĐENJE GRADILIŠTA

Uređenje gradilišta dužan je izvođač izvesti prema shemi organizacije gradilišta koju je obavezan dostaviti uz ponudu. U organizaciji gradilišta izvođač je dužan uz ostalo posebno predvidjeti:

- Izvođač je dužan gradilište sa svim prostorijama i cijelim inventarom redovito održavati i čistiti,
- Sve materijale izvođač mora redovito i pravovremeno dobaviti da ne dođe do bilo kakvog zastoja gradnje,
- Sve otpadne materijale (šuta, lomovi, mort, ambalaža i sl.) treba odmah odvesti. Troškove treba ukalkulirati u režiju i faktor. Ukoliko se isti neće izvršavati investitor ima pravo čišćenja i odvoz otpada povjeriti drugome, a na teret izvođača radova,
- Izvođač je dužan bez posebne naplate osigurati investitoru i projektantu potrebnu pomoć kod obilaska gradilišta i nadzora, uzimanju uzoraka i sl., potrebnim pomagalima i ljudima,
- Na gradilištu moraju biti poduzete sve HTZ mjere prema postojećim propisima.

MATERIJAL

Pod tim nazivom se podrazumijeva samo cijena materijala tj. dobavna cijena i to kako glavnog materijala, tako i pomoćnog, veznog i slično. U tu cijenu uključena je i cijena transportnih troškova bez obzira na prijevozno sredstvo sa svim prijenosima, utovarima i istovarima, te uskladištenje i čuvanje na gradilištu od uništenja (prebacivanje, zaštita i slično). Tu je uključeno i davanje potrebnih uzoraka kod izvjesnih vrsta materijala.

RAD

U kalkulaciji rada treba uključiti sav rad, kako glavni, tako i pomoćni, te sav unutarnji transport. Ujedno treba uključiti sav rad oko zaštite gotovih konstrukcija i dijelova objekta od štetnog utjecaja vrućine, hladnoće i slično.

SKELE

Sve lake, pokretne, pomoćne skele, bez obzira na visinu, ulaze u jediničnu cijenu dotičnog rada, osim fasadne skele za obradu fasade, koja se obračunava kao posebna stavka. Skela mora biti na vrijeme postavljena kako ne bi nastao zastoj u radu. Pod pojmom skela podrazumijeva se i prilaz istoj, te ograda. Kod zemljanih radova u jediničnu cijenu ulaze razupore, te mostovi za prebacivanje iskopa većih dubina. Ujedno su tu uključeni i prilazi, te mostovi za betoniranje konstrukcije i slično.

IZMJERE

Ukoliko nije u pojedinoj stavci dat način obračuna radova, treba se u svemu pridržavati prosječnih normi u građevinarstvu.

FAKTORI

Na jediničnu cijenu radne snage izvođač ima pravo zaračunati faktor prema postojećim privrednim instrumentima na osnovu zakonskih propisa. Povrh toga izvođač ima faktorom obuhvatiti i slijedeće radove, koji se neće zasebno platiti, kao naknadni rad, i to:

- kompletnu režiju gradilišta, uključujući dizalice, sitnu mehanizaciju i slično,
- najamne troškove za posuđenu mehanizaciju, koju izvođač sam ne posjeduje, a potrebna mu je pri izvođenju rada,
- sva ispitivanja materijala,
- barake za smještaj radnika i kancelarije gradilišta,
- uskladištenje materijala i elemenata za obrtničke i instalaterske radove do njihove ugradbe,
- uređenje gradilišta po završetku rada, sa otklanjanjem svih otpadaka, šute, ostataka građevnog materijala, inventara, pomoćnih objekata itd.

Sve navedeno važi za obrtničke i instalaterske radove s tim, što izvođač graditeljskih radova prima kao naknadu određeni postotak na ime pokrića režijskih i manipulativnih troškova na fakturne iznose, a što se ima regulirati ugovorom.

Prije početka gradnje zemljište se mora očistiti od raslinja, smeća i otpadaka.
Tlo na mjestu građenja potrebno je isplanirati i iskolčiti. Prilikom iskopa izvođač je dužan obavijestiti geomehaničara koji mora izvršiti kontrolu svojstava tla i napraviti kontrolu statičkog proračuna.
Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete gradiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se ustvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna.
Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja. Sve radove, kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehaničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik.
Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm.
Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebnog s gradilišta.

ZEMLJANI RADOVI

Prije početka gradnje zemljište se mora očistiti od raslinja, smeća i otpadaka.
Tlo na mjestu građenja potrebno je isplanirati i iskolčiti. Prilikom iskopa izvođač je dužan obavijestiti geomehaničara koji mora izvršiti kontrolu svojstava tla i napraviti kontrolu statičkog proračuna.
Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete gradiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se ustvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna.
Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja. Sve radove, kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehaničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik.
Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm.
Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebnog s gradilišta.

BETONSKI RADOVI

- PRIMJENJU SE I NA:

ZIDARSKI RADOVI

Kod izvedbe betonskih i armirano-betonskih radova treba se u svemu pridržavati postojećih propisa, standarda te Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (NN br. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12) i tehničkih uvjeta propisanih projektom konstrukcije.

BETON

a. Beton proizveden prema odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (NN br. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12) i ovih tehničkih uvjeta ugrađuje se u betonsku konstrukciju prema projektu, normi HRN EN 13670-1, normama na koje ta norma upućuje.
U projektu je specificiran razred tlačne čvrstoće (marka betona prema prilogu H TPBK iz NN 139/09, 14/10, 125/10 i 136/12), i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1.

b. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670:2010 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.
c. Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670:2010 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

d. Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača.
d.1. Ako je količina ugrađenog betona veća od 100 m³, za svakih slijedećih ugrađenih 100 m³ uzima se po jedan dodatni uzorak betona.
d.2. Podaci o istovrsnim elementima betonske konstrukcije izvedenim od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača evidentiraju se uz navođenje podataka iz otpremnice tog betona, a podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz obvezno navođenje oznake pojedinačnog elementa betonske konstrukcije i mjesta u elementu betonske konstrukcije na kojem se beton ugrađivao u trenutku uzimanja uzoraka.
d.3. Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija iz Dodataka B norme HRN EN 206-1 »Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće«.
e. Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ugrađenog u pojedini elemenbetonske konstrukcije u slučaju sumnje, provodi se kontrolnim ispitivanjem na mjestu koje se određuje natemelju podataka iz točke d.2..
f. Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1 i ocjenu sukladnosti prema HRN EN 13791.

MATERIJAL ZA IZRADU SVJEŽEG BETONA I SVJEŽI BETON

Cement:

- Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN br. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12). Kontrola cementa provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za predgotovljene elemente i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1.

Za izradu betona predviđa se prirodno granulirani šljunak ili drobljeni agregat. Kameni agregat mora biti dovoljno čvrst i postojan, ne smije sadržavati zemljanih i organskih sastojaka, niti drugih primjesa štetnih za beton i armaturu.

Kameni agregat:

- HRN EN 12620:2013 Agregati za beton (EN 12620:2013)
- HRN EN 13055-1:2003/AC:2006 Lagani agregati – 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje (EN 13055-1:2002/AC:2004).

Voda:

- HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona – Specifikacija za uzrokovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona kao vode za pripremu betona (EN 1008:2002).

Dodaci betonu moraju zadovoljavati uvjete kvalitete prema HRN EN 480. Za upotrebu bilo kojeg dodatka betonu mora se pribaviti mišljenje projektanta konstrukcije.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona određuje se odnosno provode prema normi HRN EN 206-1:2006 Beton - 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost.
Tehnička svojstva betona moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu betona i moraju biti specificirane prema normi HRN EN 206-1.
Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstva svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstva o čvrsnulog betona prema normama niza HRN EN 12390.
Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona određuje se odnosno provode prema normi
HRN EN 206-1:2006 Beton - 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost.
Tehnička svojstva betona moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu betona i moraju biti specificirane prema normi HRN EN 206-1.
Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstva svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstva o čvrsnulog betona prema normama niza HRN EN 12390.

SKELE I OPLATE

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:
• otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,
• dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije.
• oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplate te njihovim uklanjanjem.
• skele i oplate moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme.

Kontrolu kakvoće ugrađenog betona treba vršiti ovlaštena organizacija uzimanjem betona na pojedinim konstruktivnim elementima.
Dovoljno je ispitivanje tlačne čvrstoće kocaka s bridom 20 cm i starosti 28 dana. Kocke moraju biti izrađene i njegovane na način određen čl. 17 i čl. 20 PBAB.
Program uzimanja uzoraka treba izraditi organizacija koja će vršiti ispitivanje, a u dogovoru s izvođačem radova i na osnovu plana izvedbe.
(Beton za ispitivanje mora se uzeti sa mjesta ugrađivanja u serijama od po 3 kocke. Kocke za ispitivanje potrebno je uzeti za marke betona ispod 20 na svakih 100 m³, a za marke 20 i više na svakih 50 m³ betona.)

ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE

a. Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670, normama na koje ta upućuje.
b. Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje, projekta betonske konstrukcije te odredbama ovoga Priloga.
c. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.
d. Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:
d.1. provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik zaarmiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije,
d.2. provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu s Prilozima »B« te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete HRN EN 10080 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.
Sidreni i spojni elementi trebaju zadovoljavati uvjete EN 1992-1-1, priznatih propisa navedenih u TPBK i uvjete projekta.

ZIDARSKI RADOVI

Zidarske radove izvesti u svemu prema troškovniku. Ako koja stavka nije izvođaču jasna, mora prije ponude tražiti objašnjenje od projektanta. Eventualne izmjene materijala, te način izvedbe tokom gradnje mora se izvršiti isključivo pismenim dogovorom s projektantom i nadzornim organom.
Sav materijal upotrebljen za zidarske radove mora odgovarati postojećim propisima i standardima.
Puna opeka od gline - HRN B.D1.011
Fasadna puna opeka - HRN B.D1.013
Šuplja opeka i blokovi od gline - HRN B.D1.015
Šuplje pregradne ploče od gline - HRN B.D1.022
Puni blokovi od laganog betona - HRN U.N1.011
Šuplji blokovi od laganog betona - HRN U.N1.020
Šuplji betonski blokovi - HRN U.N1.100
Blokovi za montažne stropove - HRN B.D1.030
Mort za zidanje - HRN U.m².010
Mort za žbukanje - HRN U.m².012
Cement - HRN B.C1.010, 011, 012
Gašeni kreč - HRN B.O1.020
Pijesak - HRN U.m².010, 012
Voda - HRN U.m².010

Jedinična cijena zidarskih radova mora sadržavati:

sav rad, uključivo prijenos, alat i mašine,
sav materijal, uključivo vezni,
svu potrebnu skelu, bez obzira na visinu i vrstu sa prolazima,
transportne troškove materijala,
potrebna oplata za zidarske svodove,
zaštita zidova od utjecaja vrućine, hladnoće, atmosferskih nepogoda,
čišćenje prostorija i zidnih površina po završetku zidanja, žbuke sa odvozom otpada,
poduzimanje mjera po HTZ i drugim postojećim propisima.

Žbukanje

Žbukanje zidova u pogodno vrijeme i kad su zidovi i stropovi potpuno suhi. Po velikoj zimi i vrućini treba izbjegavati žbukanje, jer tada može doći do smrzavanja odnosno pucanja uslijed sušenja. Prije žbukanja treba plohe dobro očistiti i navlažiti. Spojnice moraju biti udubljene cca 2 cm od plohe zida. Površine žbuke moraju biti glatke i ravne bez pukotina i visova. Uglovi i završeci oštri, ravni, okomiti, vodoravni ili u pravcu označenim u nacrtima. Sudar žbuka sa svim elementima ugrađenim u zid mora biti potpuno zatvoren i fino obrađen. Ploha žbuke ne smije prekoračiti ravnine ugrađenih okvira, doprozornika i dovratnika. Svi uglovi i sudari moraju biti oštro i ravno odrezani i pod ravnim kutem izvedeni.

Jedinična cijena kod žbukanja odnosno obrade fasade treba sadržavati:
sav potreban rad uključujući prenose, alat i mašine, sav poteban materijal,
svu potrebnu skelu, bez obzira na vrstu i visinu,
kvašenje i pačokiranje površine, gdje je to po gornjem opisu potrebno, izrada uzoraka od fasadne žbuke,
čišćenje prostorija po završenom radu sa odnosom šute,
poduzimanje mjera po HTZ i drugim postojećim propisima.

Ovi opći uvjeti se mijenjaju ili dopunjuju opisom pojedine stavke troškovnika.

IZOLATERSKI RADOVI

Sav materijal za izolaciju treba biti prvorazredne kvalitete, te odgovarati postojećim propisima i standardima HRN-i.

hladni premaz - HRN U.m³.240
vrući premaz - HRN U.m³.224, 244
ljepenka - HRN U.m³.232, 221, 226
bitumenizirana juta - HRN A.3.026, 027

Ukoliko je opis koje stavke izvođaču nejasan, treba pravovremeno prije predaje ponude tražiti objašnjenje od projektanta. Eventualne izmjene materijala, te način izvedbe tokom gradnje moraju se izvršiti isključivo pismenim dogovorom sa projektantom i nadzornim organom. Sve više radnje, koje neće biti na taj način utvrđene, neće se priznati u obračunu.

Podloga za hidroizolaciju mora biti suha i čvrsta, ravna i bez šupljina na površini, te očišćena od prašine i raznih nečistoća. Svi spojevi izvedeni su potrebnim preklopima min. 10 cm, pažljivo izvesti savijanje, jer će sve manjkavosti i štete nastale lošom izvedbom izolacije snositi izvođač.

Ukoliko se traži stavkom troškovnika materijal koji nije obuhvaćen propisima, ima se u svemu izvesti prema uputama proizvođača, te garancijom i atestima za to ovlaštenih ustanova (IGH ili sl.).

Ukoliko se naknadno ustanovi tj. pojavi vlaga zbog nesolidne izvedbe, ne dozvoljava se krpanje, već se mora ponovno izvesti izolacija cijele površine na trošak izvođača. Izvođač mora u tom slučaju o svom trošku izvesti i popravak pojedinih građevinskih i obrtničkih radova, koji se prilikom ponovne izvedbe oštete ili moraju demontirati.

Obračun se vrši prema postojećim normama GN 301,5.

Jedinična cijena treba sadržavati:

- sav rad, uključivo prenose, prijevoze, grijanja itd.,
- sav potreban matreijal,
- transport,
- poduzimanje mjera po HTZ i drugim postojećim propisima,
- uklanjanje svih otpada nakon izvedenih radova.

Prije montaže na gradilištu, izvođač je dužan izgraditi razradu detalja izrade (ugradbe) pridržavajući se pravila dobrog zanata i uvažavajući klimatske uvjete, te dati ih na ovjeru projektantu i nadzoru.
Za atestirane detalje proizvođača nije potrebna suglasnost projektanta. Ovo se ne odnosi na posebne detalje koji su projektom već definirani.

b) Termoizolacija

Termoizolacija se izvodi od materijala koji imaju osobine da slabo provode toplinu (proračunom je određena vrijednost toplinske izolacije). Izvode se prema opisu troškovnika, kvalitetno i prema HRN-a, te tehničkim propisima za toplinsku i zvučnu izolaciju.

Prije ugradnje izolacijskih materijala potrebno je ispitati ili dokazati atestom vrijednosti koeficijanata provodljivosti topline i difuznog otpora za sve materijale koji su korišteni u proračunima prolaza topline i otpora difuziji vodene pare, na osnovu podataka danih u U.J5.600. U slučaju potrebe zamjene bilo kojeg predviđenog materijala nekim drugim, treba tražiti uz potrebne ateste suglasnost projektanta.

Obračun radova vrši se po m² površine.

Jedinična cijena treba sadržavati:

- sav rad i transport,
- sav materijal uključivo pomoćni i vezni,
- kompletnu ugradbu,
- sve zaštite od temperaturnih i atmosferskih nepovoljnih utjecaja,

- zaštita na radu,
- poravak štete na svojim i tuđim radovima,
- uklanjanje svih ostataka i čišćenje nakon rada.

Ovi uvjeti mijenjaju se ili dopunjuju pojedinim stavkama troškovnika.

ČELIČNA KONSTRUKCIJA

IZRADA I MONTAŽA ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Kod izrade i montaže konstrukcije izvođač se mora držati odredbi Tehničkog propisa za čelične konstrukcije (NN br. 112/08, 125/10, 73/12, 136/12), odnosno pravila i standarda navedenih u prilozima A – F istog propisa, te tehničkih uvjeta propisanih projektom konstrukcije.

Kako bi se osigurao traženi kvalitet, izrada i montaža konstrukcije mora se povjeriti izvoditelju koji je poznat po već izvedenim sličnim građevinama, i koja posjeduje opremu i stručni kadar za kvalitetnu izradu iste.

Cijenom moraju biti obuhvaćeni svi troškovi vezani na nabavu i izradu (u skladu s projektnom dokumentacijom) kao i svi ostali potrebni (direktni i indirektni) radovi, postupci i materijali neophodni za ispravnu izvedbu i montažu konstrukcije.

Tehničkom dokumentacijom predviđena je vrsta i kvalitet materijala za izradu konstrukcije. Materijal druge vrste i kvalitete nego li je predviđen , može se koristiti samo po prethodnom pismenom odobrenju projektanta. Pri tome projektant daje garancije samo za stabilnost i konstruktivnu ispravnost rješenja , a sve ostale razlike u težinama, potrebne dorade i izmjene dogovaraju međusobno izvođač radova i investitor.

Izvođač radova (izrada konstrukcije i montaža) dužan je prije početka radova na izradi (montaži) predočiti nadzornom inženjeru:
- planove slijeda zavarivanja s točnim odredbama u pogledu rasporeda i redoslijeda svakog pojedinog vara,
- plan montaže konstrukcije s detaljno razrađenim načinom i slijedom montaže, plan montaže mora biti prihvaćen i ovjeren od strane projektanta.
- ateste materijala od kojeg je izrađena,
- ateste za spojni materijal (vijci i elektrode),
- ateste zavarivača koji su radili na izradi čelične konstrukcije.

Osim navedenog izvođač mora imati:
- brojeve atesta materijala (osnovnog i spojnog) iz kojeg je svaka pojedina pozicija izrađena

- oznake varova s brojem atesta elektroda i oznakom zavarivača koji je to zavario.

Limovi koji se ugrađuju trebaju biti kontrolirani ultrazvukom na dvoslojnost, a nadzorni organ može u slučaju sumnje na kvalitet materijala dati da se pojedine šarže ponovo ispitaju.

Izvođač radova mora dati projekt tehnologije zavarivanja, imajući u vidu raspoloživu opremu i debljine elemenata koji se spajaju, a kao rezultat se moraju pojaviti spojevi čija mehanička svojstva nisu slabija od osnovnog materijala. Naročitu pozornost potrebno je obratiti na žilavost, te na koncentraciju napona uslijed zavarivanja, koji se moraju svesti na neznatne veličine. Tehnološki postupak je dio tehničke dokumentacije i prije početka radioničkih radova moraju imati suglasnost kontrolnog organa investitora.

Kompletan postupak izrade mora osigurati projektirane dimenzije konstrukcije uvažavajući dopuštene tolerancije. Svi zavari moraju odgovarati kvalitetu označenom u nacrtima. Ukoliko u nacrtu nema posebne oznake zavara, podrazumijeva se da je isti II klase.

Izvođač je obavezan izraditi detaljan plan tehnološkog procesa izrade koji u skladu s projektom sadrži:
- raspored limova i radioničkih nastavaka,
- oblik i dimenzije zavara,
- način radioničkog sklapanja,

- postupak zavarivanja s karakterističnim uputstvima svih faza od početka do završetka radioničkih radova.

Poslije završenih radioničkih radova vrši se geometrijska i ostale dogovorene kontrole. Pri otpremi na gradilište izvođač je dužan da odredi mjere, kako se konstrukcija ili njeni dijelovi ne bi deformirali prilikom transporta. Konstrukcija se isporučuje potpuno oličena.

Materijal koji se upotrebljava za nosive čelične konstrukcije mora biti u skladu s HR normama.

I. Vruće valjani proizvodi

UNP profili ČN 24, HRN C. B. 0501
bešavne cijevi ČN 35, HRN C. B. 0501
čelični lim ČN 25 HRN C. B. 0501

ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA

Antikorozivnu zaštitu izvesti za klasu 2 i sistem zaštite 2 (konstrukcija zgrada, uređaja, stupova, cjevovoda, rezervoara i slično u otvorenom prostoru, za sredine s industrijskim atmosferskim uvjetima).

Priprema površina:

Ukoliko je potrebno, površine prvo odmastiti, a zatim izvršiti čišćenje pjeskarenjem - mlazom abraziva do stupnja 2.5 prema švedskom standardu SIS 055900/1967. Manje i teško dostupne površine mogu se očistiti ručno rotacionim četkama.

Premazi:

Svi premazi se nanose u radionici slijedećim redoslijedom:
- prvi osnovni premaz na temelju cinkovog oksida
- drugi osnovni premaz na temelju željeznog oksida
- prvi završni alkidni premaz
- drugi završni alkidni premaz

Debljina suhog zaštitnog filma mora minimalno iznositi t = 30+30+40+30 = 130 mm.

Radovi na premazivanu ne smiju se izvoditi ako je :
1. čelična površina vlažna
2. relativna vlažnost zraka iznad 60%
3. pijesak ili prašina nanijeta na svježe premazanu površinu
4. temperatura zraka ispod +5° ili iznad + 40°

Prvi osnovni premaz se u pravilu nanosi u radionici neposredno nakon pripreme čelične površine.
Prije nanošenja slijedećeg sloja oštećeni dijelovi moraju se ponovo očistiti i premazati istim slojem premaznog sredstva.
Za vrijeme nanošenja premaznih sredstava i kontrola njihovog stanja moraju se registrirati i unositi u dnevnik radova podaci o vlažnosti zraka, temperaturi, vjetru i atmosferskim padavinama.

MONTAŽA ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Izvođač montažnih radova je obavezan izraditi projekt montaže, koji mora biti ovjeren od strane projektanta, kao i kontrolnog organa investitora.
Za sve montažne nastavke važe opći uvjeti za izradu konstrukcije.

Svakodnevno se mora voditi građevinski dnevnik. Mora biti osiguran brz i siguran transport svih elemenata do mjesta rada.
Izvođač montažnih radova je dužan da pri organiziranju radova preuzme sve potrebne mjere za zaštitu postojećih javnih uređaja, objekata i postrojenja koji se nalaze na gradilištu, kao i zaštitu radnika.

TEHNIČKI PREGLED I ISPITIVANJE ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Tehnički pregled i ispitivanje čelične konstrukcije obavlja se poslije završene montaže prema tehničkim propisima za pregled i ispitivanje nosivih čeličnih konstrukcija.
Održavanje čelične konstrukcije:

1. Redovni pregled svake godine
2. Glavni pregled svake 10-te godine
3. Dopunski pregled prema potrebi
4. Održavanje se vrši radi sigurnosti čelične konstrukcije.

SKELE

OPĆI UVJETI

Materijal za izradu skela mora biti potpuno ispravan. Odgovorna osoba dužna je izvršiti pregled materijala prije ugradbe. Skele moraju biti izvedene po mjerama i na način označen u statičkom računu i crtežima za skele. Izvedene skele moraju biti sposobne podnijeti predviđeno opterećenje, moraju biti stabilne, otporne i ukrućene da se ne bi izvile, povile, prevrnule ili popustile u ma kom pravcu.
Skele moraju biti izvedene tako da se mogu skinuti lako, bez potresa i oštećenja konstrukcije koju podupiru ili uz koju su izvedene.

Odgovorna osoba dužna je prije upotrebe, jednom mjesečno u toku upotrebe i nakon dužeg prekida rada izvršiti pregled skele.

Izvedba lakih pokretnih skela do 2 m¢ uključena je u standardnoj izvedbi ostalih građevinskih radova i ne obračunavaju se posebno. Pod lakim i pokretnim skelama, kao i nepokretnim, te fasadnim konzolnim skelama podrazumjevaju se skele izrađene sa svrhom da podnesu manja opterećenja radnika, alata i manjih količina materijala kod ugradbe i montaže.

Pod nosivim skelama podrazumjevaju se skele izrađene sa svrhom da podnesu opterećenja oplate kod betonskih i armirano-betonskih radova, zidanih svodova i sličnih konstrukcija ili radi pridržavanja teških elemenata kod montaže i slično.

OPIS RADA

Izrada skela prema opisu i pojedinim stavkama s izradom radnih podova, zaštitnih ograda (ako u pojedinim stavkama nije drugačije određeno), sidrenjem, podupiranjem i ukrućenjem skele.

Prijenos svega potrebnog materijala (drvene građe, željeznih bešavnih cijevi, spojnih sredstava) od deponija do mjesta izrade skele, skidanje skele sa spuštanjem materijala. Čišćenje materijala, vađenje čavala, prijenos na deponiju i sortiranje.

Izvedba svih pripremnih i pomoćnih radova na izradi skele kao: primjena odredaba važećih propisa zaštite na radu, uzimanje mjera na gradilištu, pregled prije ugradbe.

NAČIN OBRAČUNA

- Lake pokretne, lake nepokretne i konzolne skele obračunavaju se po m² horizontalne projekcije skele.
- Prilaz na skele obračunava se po m² mjereno po visini.
- Zaštitne oplate na skelama obračunavaju se po m² razvijene površine oplate.
- Fasadne skele obračunavaju se po m² vertikalne projekcije skele mjereno po vanjskom rubu i 1 m¢ nad najvišom površinom.
- Nosive skele obračunavaju se po m³ zapremnine skele, mjereno po vanjskim konturama skele.
- Zaštitne ograde računaju se po m¢ ograde.

GIPSKARTONSKI I SUHOMONTAŽNI RADOVI

Svi materijali za pregradne stijene moraju biti prvoklasni, moraju odgovarati važećim standardima, te moraju posjedovati ateste, a moraju se izvoditi prema uputama proizvođača elemenata od kojih se radovi izvode.

STOLARSKI RADOVI

Sav upotrebljeni materijal i finalni građevinski proizvodi moraju odgovarati postojećim tehničkim propisima i normama.
Prilikom izvedbe stolarskih radova treba se u svemu pridržavati slijedećih propisa i normi:

- Pravilnik o zaštiti na radu u građevinarstvu,
- Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za završne radove u građevinarstvu,
- Tehnički uvjeti za izvođenje stolarskih radova
- Norme :
- HRN D.E1.011 kvaliteta materijala za unutrašnju stolariju,
- HRN D.E1.012 osnovni materijali za vanjsku stolariju,
- građevna stolarija D.E1.001, 009 do 192,
- puno drvo za izvedbu D.C5.020 do 041,
- razne ploče za izvedbu (furnir, stolarske kombinirane) D.C5.040 do 042 i 044,
- staklo B.E1.011, 050, 080
- okov (brave, štitnici, spojnice, zatvarači, zasuni, prihvatne ploče, vodilice) M.K3.020 do 022; 025 do 031; 032 do 324,
- zaštita stolarije D.T4.027, 028, 039,
- završna obrada stolarije H.C.002, H.C1.001, 002; 010 do 034, H.C5.020, H.C6.050, H.C7.031 do 035, 050; H.C8.030 do 064, 201 do 214,
- ljepila H.K1.041 do 045, H.K2.021 do 025, H.K8.020 do 026,
- ispitivanje stolarije D.E8.001 do 193, 235,
- staklarski kit H.C6.050

Elemente ugrađivati po principu suhe ugradbe, sa svim potrebnim odgovarajućim letvama, sidrima i ispunom izolacionim materijalom za brtvljenje, te trajnoelastičnim kitom. Metalni dijelovi zaštićeni antikorozivno.
Sve stolarske radove potrebno je izvesti prema šemama, detaljima i uputama projektanta. Izvođač mora nuditi kompletnu izvedbu s ostakljenjem, okovom, spojnim sredstvima i vanjskom zaštitom, što sve ulazi u cijenu stavke. Izvođač radova mora izraditi detaljne nacrte za svaku poziciju i riješiti način pričvršćenja pri ugradbi, a nacrte ovjeriti kod projektanta ili nadzornog inženjera i uskladiti s ostalim projektima. Eventualne zidarske pripomoći kod ugradnje snosi izvođač stolarije, osim ako to nije drugačije navedeno. Sve mjere zidarskih otvora potrebno je OBAVEZNO prekontrolirati na građevini prije izrade stolarskih elemenata. Sva brtvljenja na spoju sa zidom izvesti PURPEN-om

Obrada stolarskih stavaka:

- unutarnja vrata izvesti tipska, šperana, puna ili ostakljena; ostakljene nadsvijetla ravnim vučenim staklom,
- pokrivne letvice i letvice za ostakljenje izvesti od punog drveta,
- unutarnje dovratnike i vratna krila ličiti lak poluretanskim bojama, po odabiru pojektanta, sve u radionici / termo lakirnici

U cijenu pojedine stolarske stavke ulazi:

- izrada i ugradnja stolarskih elemenata,
- sav vanjski i unutarnji, vertikalni i horizontalni transport,
- ostakljenje,
- okov i spojna sredstva,
- ličenje i bojenje sa svim predradnjama,
- sav sitni i spojni materijal i naknada za alat i strojeve.
- čišćenje po završnom radu, s odvozom vtpadaka na gradsku deponiju,
- popravci štete na vlastitim i drugim radovima nastali zbog nepažnje,
- troškovi zaštite na radu,
- troškovi atesta.

BRAVARSKI RADOVI

Materijal i elementi koje izvođač isporučuje i ugrađuje na objektu moraju biti u skladu sa propisima HRN-i, a oni za koje ne postoje moraju posjedovati ateste od odgovarajućih ustanova da odgovaraju predviđenoj mjeri.

Opći građevinski čelici - HRN C.B.0.500
Kvadratni čelici vruće valjani - HRN C.B.3.024
Plosni čelici vruće valjani - HRN C.B.3.025
Okrugli čelici vruće valjani - HRN C.B.021
Čelični ravnokraki ugaonici sa zaobljenim
rubovima vruće valjani - HRN C.B.3.101
Vučeni čelici tehnički propisi za
izradu i isporuku - HRN C.B.3.402
Betonsko željezo okruglo vruće valjano - HRN C.K.020
Toplovaljani rebrasti lim oblik i mjere - HRN C.B.4.114
Čelične cijevi bez šava tehnički uvjeti
za izradu i isporuku - HRN C.B.5.020
Profil šipke i žica od aluminijskih legura
i aluminija - HRN C.C.3.120
Ravnokraki ugaonici od aluminija i
aluminijskih legura - HRN C.C.3.202
U-profili od aluminija i aluminijske legure - HRN C.C.3.203
Specijalno složeni profili od aluminijskih
legura prešani - HRN C.C.3.220
Limovi i trake od aluminija - HRN C.C.4.020

Pocinčani limHRN C.B.4.081 i HRN C.E.4.020
Čelični lim - HRN C.B.4.011 - 017, HRN C.B.4.030 i HRN C.B.4.110 - 113
Osnovno premazno sredstvo s minijem - HRN C.T.7.326 i HRN C.T.7.327
Osnovni minij po standardu - HRN H.C.1.023
Cinkov kromat - HRN H.1.034

Prilikom izrade dotičnih radova ovog troškovnika izvođač mora u potpunosti zadovoljiti uvjetima opisa pojedine stavke troškovnika, kao i propise propisane Sl. listom:

Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za završne radove u građevinarstvu 49/70.
Tehničkim uvjetima za izvođenje bravarskih radova,čeličnih i aluminijskih konstrukcija.
Tehničkih uvjeta za izvođenje radova na antikorozivnoj zaštiti.
Pravilnik o zaštiti na radu u građevinarstvu Sl. list br.42 od 16.10.1968.
Svih ostalih HRN-i u vezi ispitivanja prozora, vrata i okova.
Jedinična cijena stavke ovog troškovnika pored opisanih radova svake stavke i ovih uvjeta treba obuhvatiti i sve prateće radove koji se neće posebno naplačivati.

Prema tehničkim uvjetima za izvođenje bravarskih radova čeličnih i aluminijskih konstrukcija - prateći radovi (tj. svi oni radovi koji bez posebnog navođenja spadaju u bravarske radove i obavezni su za izvođenje).

Sve bravarske radove izvesti iz kvalitetnog materijala, a prema detaljima i ovom opisu.

Svi spojevi trebaju biti vareni, obrađeni odnosno nitani prema propisu za te vrste radova. Upotrijebiti se mora točno odgovarajući profil i debljina lima.

U jediničnoj cijeni uključena je nabava materijala, izrada u radionici, sav unutarnji i vanjski transport do mjesta ugradbe, te ugradba i dotjerivanje do besprijekornog funkcioniranja svih pokretnih dijeloova. Također je u jediničnoj cijeni uključena izrada prototipa, ukoliko se radi o elementima koji treba da se izvedu u većem broju. Zatim izrada, upasivanje i provizorno pričvršćenje na mjestima uz zidove i stropove, obostrano pričvršćenje oko čeličnih elemenata, brtvljenje svih spojeva sa drugim elementima trajno elastičnim kitom i dr. Svi elementi moraju biti zaštičeni anikorozivnim premazom i to: priprema podloge, miniziranje, ličenje uljenom bojom, u tonu i po izboru projektanta.

Ukoliko pojedinom stavkom nije drugačije propisano, ugradba će se izvesti upucavanjem na dozvoljenom broju mjesta, te će se smatrati da je sav materijal i rad za ovakav način ugradbe uračunat u jediničnu cijenu. Okov po izboru projektanta.
Cijena radova treba obuhvaćati kompletan rad.

Napomena:

- Izvođač radova prije izvedbe predlaže detalj konstrukcije (radioničke nacrte) i način ugradbe i daje na uvid i odobrenje projektantu ili nadzornom inženjeru, zatim mora dobiti i od projektanta pismeno odobrenje za izvedbu i ugradbu istog. Nakon izrade izvedbenih projekata, projektant zadržava pravo izmjene stavki zbog usklađenja sa projektom bez naknade u cijeni za izvođača radova.
- Mjere iz troškovnika i projekta obavezno kontrolirati u naravi prije izvedbe.
- Obračun pojedinih stavaka troškovnika kako je predviđeno u opisu pojedine stavke troškovnika.

SOBOSLIKARSKO-LIČILAČKI RADOVI

Sve radove treba izvoditi po izvedbenim nacrtima, opisima radova u troškovniku, te uputama projektanta i nadzornog organa. Sav upotrebljeni materijal treba zadovoljavati postojeće uzance i propise, a posebno:
Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za završne radove u građevinarstvu,

Tehnički uvjeti za izvođenje soboslikarskih -ličilačkih radova HRN U.F.2.015.

Ukoliko opis neke od vrste dovodi do sumnje u način izvedbe, izvođač treba pravovremeno tražiti objašnjenje od projektanta.

U jediničnu cijenu svake vrste radova treba uklkjučiti: osnovni i pomoćni materijal, rastur materijala, transport do gradilišta i na gradilištu, trošak za izradu skela i ostalih pomoćnih konstrukcija, trošak održavanja kvalitete izvedenog rada i zaštite dopremljenog materijala na gradilište, uklanjanja nečistoća ili šteta pruzrokovanih vlastitim radom, kao i trošak otpreme materijala. Jedinična cijena prema tome treba obuhvatiti sve troškove za izvedbu jedinice vrste rada prema opisu u troškovniku.
Izvedeni rad i upotrebljeni materijal mora u svemu (vrsti, boji i kvaliteti) biti jednak uzorku, što ga odabere projektant od najmanje 5 uzoraka, koje proizvođač izrađuje bez naplete. Materijal za izvedbu soboslikarskih-ličilačkih radova je naveden u stavkama troškovnika.

Od primjenjenih se materijala traži da imaju prionljivost za podlogu, po mogućnosti da penetriraju u podlogu, da se njima jednostavno radi, da dobro "pokrivaju", da su im boje stalne, da su otporni na utjecaj sredine kojima su izloženi, da se ne brišu sa ploha na koje su naneseni, da su bezopasni za okolinu, da se premazi njima mogu obnavljati bez posebnih prethodnika i sl.

Prije početka radova izvođač mora ustanoviti kvalitetu podloge za izvođenje soboslikarskih radova i ako ona nije pogodna za taj rad, mora o tome pismeno obavijestiti svog naručioca radova, kako bi se na vrijeme mogla popraviti i prirediti za soboslikanje i ličenje. Kasnije povezivanje i opravdanje da kvalitet nije dobar radi loše podloge, neće se uzimati u obzir. Na neuredne podloge ne može se izvoditi rad dok se podloge ne urede. Predviđa se da se svi stropovi i zidovi koji budu bojeni prethodno obrade glet masom i potpuno zaglade, a zatim da ih se boji bojom za unutarnje radove.

Betonske površine zidova, stropova, podova, obradit će se prema potrebi gletafiksom, a zatim bojiti premazom betonplastike.
Svi premazi izvode se najmanje s tri premazivanja i to: osnovnim ili podložnim slojem, zaštitnim premazom i završnim premazom, ako to u troškovniku nije drugačije označeno. Svako od tih premazivanja mora biti čvrsto povezano za podlogu na koju se nanosi.

Prilikom izvođenja, utvrđivanja kvalitete izvedbe i obračuna vrijede uvjeti iz knjižice SB "Soboslikarsko-ličilački radovi" izdanje R. Hrvatske.

DOBAVE I UGRADBE, PROTUPOŽARNA ZAŠTITA

Sve ugradbe izvesti točno po propisima i na mjestu označenom po projektu, a u vezi opisa pojedine stavke. Kod stavaka, gdje je uz ugradbu označena i dobava, istu treba uključiti, a također i eventualnu izradu pojedinih elemenata, koji se izvode na gradilištu i ugrađuju montažno.
U cijenu treba uračunati svu zidarsku pripomoć obrtnicima, instalaterima, nošenje izuzetno teških predmeta, pripomoć kod raznih ugradbi, te materijal za ugradbu.

Jedinična cijena za razne graditeljske radove treba sačinjavati:

- sav rad i transport, sav materijal (uključujući sav pomoćni materijal za ugradbe kao mort, ljepenka, skobe itd.),
- sva potrebna bušenja i dubljenja,
- izrada i postava drvenih podmetača potrebnih za ugradbu,
- svu potrebnu skelu,
- sva potrebna bušenja i dubljenja kod raznih ugradbi,
- čišćenje objekta tokom gradnje i po završetku gradnje.

Ugradbu treba vršiti tako, da se ne čini šteta na ostalom dijelu objekta.

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

GRAĐEVINSKO OBRTNIČKI RADOVI

Radovi su podijeljeni u dvije faze. Prva faza radova su građevinsko obrtnički radovi Obnove konstrukcije, a druga faza su radovi koji ne pripadaju obnovi konstrukcije, te je potrebno izraditi dvije zasebne rekapitulacije radova unutar jednog troškovnika.

Radovi se odvijaju paralelno na zvoniku i crkvi. Nakon isključenja svih instalacija, potrebno je očistiti područje rada (uključujući međupodeste zvonika te potkrovlje crkve) od šute i sličnih materijala koji se ondje nalaze.
Nakon toga slijedi skidanje drvenih prozorskih okvira sa zvonika te uklanjanje drvenog krovišta zvonika. Demontaža čelične konstrukcije koja drži zvona te samih zvona. Moguće je odvijanje radova autodizalicom, kranom ili sustavom kolotura. Nakon toga slijedi čišćenje površine zidova zvonika s unutarnje strane te priprema za unos nove čelične konstrukcije.

Uklanjanju se drveni i betonski međupodesti te stepenice na ulaznom dijelu. Mogućnost spajanja konstrukcije in-situ ili spuštanje predgotovljene čelične konstrukcije u zvonik dizalicom. S vanjske strane tornja postavljena je skela te skinuta fasada tornja, pripremljena površina zida za pojačanje inox šipkama. Nakon postavljanja čelične konstrukcije postavljaju se inox šipke prema rasporedu danom u projektu, s posebnim naglaskom na raspored kroz dijagonale čelične konstrukcije te na mjestima međupodesta zvonika.
Nakon toga slijedi postavljanje novog drvenog krovišta koje je rekonstrukcija postojećeg, pojačavanje otvora ugradnjom čeličnih šipki i izvedbom horizontalnog serklaža, postavljanje prozora i vrata te izvedba fasade.
Radovi na crkvi kreću postavljanjem skele na mjestima zidova određenih projektom te pripremom podloge za inox šipke i postavljanje istih. Unutar crkve razgrađuje se pod kora te se postavljaju čelične prednapete zatege u toj razini te konstrukcija crkve prihvaća za zvonik, prema nacrtima danim u projektu. U krovištu crkve čiste se svodovi te postavljaju FRP trake prema uputstvima danim od izvođača. Nakon toga postavljaju se čelične prednapete zatege, četiri u poprečnom te dvije u uzdužnom smjeru, prateći projekt. Sve zatege kotve se s vanjske strane zidova. Pojačavaju se spojevi krovišta.

Otvori na crkvi pojačavaju se ugradnjim čeličnih šipki prema projektu te armiranobetonskim horizontalnim serklažima na vrhu parapeta prozora. Nakon svih izvedenih radova izvodi se fasada.

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

Sva bušenja kroz zidnu masu izvesti isključivo krunskim bušenjem, korištenje kompresorskih bušilica (vibrirajućih) nije dozvoljeno.

I. PRIPREMNI RADOVI, RUŠENJA I DEMONTAŽE, ZAVRŠNI RADOVI

OPĆA NAPOMENA:

- Preporuka svim ponuditeljima je obilazak lokacije prije davanja ponude, a nakon potpisivanja ugovora, te prije uvođenja u posao, ponuditlj je obavezan pregledati postojeće stanje na licu mjesta, te izraditi plan aktivnosti, pripremnih radova i organizacije pristupa gradilištu.

- Radove je obavezan izvršiti izvođač prije početka radova, a osobito je važno provesti pregled konstrukcije i ostalih elemenata koje odredi stručna osoba, kako bi se ocijenilo stanje i potrebna sanacija ili zamjena, a što je prilikom snimanja bez razgradnje i dekonstrukcije bilo nemoguće točno utvrditi.
- Radovi na zgradi izvode se u svemu prema projektu i detaljima projektanta, a sve radnje vezano za stabilnost konstrukcije potrebno je putem nadzornog inženjera ili investitora, usuglasiti s projektantom konstrukcije nakon provjere postojećeg stanja.
- Gradilište ograditi zaštitnom ogradom, na fasadnu skelu postaviti zaštitnu tkaninu.
- Prilikom izvođenja radova izvođač je dužan pridržavati se svih potrebnih mjera zaštite na radu i osigurati rad na siguran način.
- Tijekom izvođenja radova potrebno je osigurati sve pomoćne i zaštitne skele, radne podove i manipulativne rampe, te pomoćne konstrukcije za pridržanje dijela zidova u fazi rušenja, a do izvedbe međukatnih konstrukcija, što se smatra uključenim u cijenu pojedine ponuđene stavke i neće se posebno obračunavati.
- Sve pomoćne i zaštitne skele, radni podovi i manipulativne rampe obuhvatiti cijenom svake stavke.
- Prilikom nuđenja u sve stavke sa odvozom materIjala potrebno je uključiti i propisane pristojbe koje naplaćuje gradski deponij.
- Cijenom svake stavke obuhvatiti sve potrebne transporte - horizontalne i vertikalne na parceli, kao i prijevoz materijala od rušenja i demontaža na gradski deponij udaljenosti do 10km, pa se to neće ponovno navoditi u svakoj pojedinačnoj stavci.

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

- Kod svih radova izvođač je dužan držati se Općih Uvjeta Troškovnika (OUT), važećih zakona i propisa iz pojedine grupe radova, tehničkih uputa pojedinih proizvođača, koji moraju biti u skladu sa HRN i EU normama.
- Prije početka uklanjanja obavezno je potrebno odvojiti sve instalacije prisutne na građevini, tj. isključiti struju, vodu, kanalizaciju, plin i razne telekomunikacijske vodove.

NAPOMENE KONSTRUKTERA UZ TROŠKOVNIČKE STAVKE UKLANJANJA

KROVIŠTE ZVONIKA
- propisati redoslijed rušenja:
  - limarija
  - instalacija gromobrana
  - pokrov
  - oplata
  - rogovi
  - sljemene podrožnice

- sva građa od 10/10 cm do 30/30 cm
- limarija obična pocinčana na limenim kukama
- pokrov žljebnjaci na oplati i mortu (kupa kanalica)
- oplata daske 24 mm
- obavezna napomena o "radu na siguran način" (HTZ)
- prilikom razgradnje zidova, srušeni materijal se mora sukcesivno skidati sa potkrovlja (zabranjeno nagomilavanje

MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE ZVONIKA (DRVENI GREDNICI)

- drvene daske debljine 24mm
- drveni grednik (grede 20/24 cm na razmaku cca 40 cm)

MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA ZVONIKA (BETONSKA PLOČA)

- betonska ploča debljine 10cm
- drveni grednik (grede 20/24 cm na razmaku cca 40 cm)

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

A. PRVA FAZA RADOVA

NAPOMENA: sve stavke radova prve faze trebaju predvidjeti sve potrebne transporte na gradilištu, čišćenja i odvoz materijala na deponij te odlaganje na propisani način.
Sve stavke radova koji se vrše pomoću skele ne uključuju troškove skele, već je skela zasebna stavka zajednička za sve radove pri kojima se koristi.
Svi radovi koji nisu predviđeni stavkama ovog troškovnika vrše se isključivo po nalogu Nadzora, te u dogovoru s Investitorom.

1. Pripremni radovi

Izrada plana aktivnosti i sheme gradilišta, organizacija pristupa gradilištu i određivanje pozicije dnevne gradilišne deponije, iskolčenje elemenata rekonstrukcije, određivanje točnih geodetskih visina i osi s povezivanjem na najbliži reper, potrebni radovi i materijal za osiguranje mjera zaštite prolaznika i zaštite prostora koji se ne uređuju u predmetnoj fazi rekonstrukcije. Radove je obavezan izvršiti izvođač radova prije nego pristupi izvođenju. Izrada sheme organizacije gradilišta prema predviđenoj mehanizaciji Izvoditelja unutar zaštitne zone i uz suglasnost koordinatora II, kojeg imenuje Investitor.

komplet 1,00

2. Montaža ograde i table gradilišta

Dobava, montaža i demontaža montažne pune ograde oko zone zahvata uključujući i table gradilišta s natpisom na kojoj se ističe da se operacija financira iz FSEU, amblem Europske unije, te tekst „Europska unija“. Ograda visine minimalno 2,20 m sa uključivo jednim pješačkim vratima vel. 1,00/2,20 m i dvoja kolna dvokrilna ili klizna ulazna vrata vel. 3,00/2,20 m u svemu prema shemi organizacije gradilišta. Ograda mora biti učvršćena na propisan način i osigurana od prevrtanja. Predviđena duljina ograde je 15 metara.

m1 20,00

3. Dovođenje građevine u beznaponsko stanje

Dovođenje građevine u beznaponsko stanje, tj. odvajanje postojećih priključnih instalacija građevine
a) Glavni priključni elektro kabela
(otpajanje izvesti u TS-u)

komplet 1,00

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
4.	**Čišćenje podesta zvonika** Čišćenje podesta zvonika od šute i ostalog otpada, utovar i odvoz na gradski depo ili mjesto zbrinjavanja.	m2	15,00		
5.	**Demontaža limenih opšava zvonika** Demontaža opšava oko zvonika te odlaganje materijala u prostoru gradilišta prema uputama Investitora ili Nadzora. Obračun po metru opšavnog elementa. U cijenu je uključeno spuštanje demontiranog materijala, te svi potrebni pomoćni radovi. Potrebna skela je zasebna stavka. Kataloški broj otpada: 17 04 04 Sve bakreni lim d=0,7mm, RŠ prosječno 33cm Obračun po duljini opšava uz spoj zvonika sa krovnom konstrukcijom crkve - 40x40cm	m'	7,00		
6.	**Demontaža gromobranske trake** Demontaža gromobranske instalacije sa istočnog pročelja zvonika, te pročelja crkve, uključivo hvataljki, križnih i mjernih spojeva izvedene od pocinčane trake, utovar i prijevoz na gradski depo ili mjesto zbrinjavanja. Potrebna skela je predviđena zasebnom stavkom. U cijenu je uključeno spuštanje demontiranog materijala, svi transporti, utovar u kamion te odvoz i zbrinjavanje na gradsku deponiju. Obračun po metru dužnom trake sa nosačima. Kataloški broj otpada: 17 04 04				
	Zvonik	m'	30,00		
	Crkva	m'	50,00		
7.	**Uklanjanje pokrova zvonika** Uklanjanje pokrovnog bakrenog lima zvonika, te odlaganje na gradilištu prema uputama Investitora ili Nadzora koji će vršiti zbrinjavanje otpada. Potrebna skela za izvršenje rada zasebna je stavka. U cijenu je uključena demontaža i spuštanje demontiranog materijala. Obračun po m2 razvijene površine.	m2	85,00		

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
8.	**Uklanjanje daščane oplate krovišta** Uklanjanje daščane oplate krovišta zvonika debljine 2,5cm. U cijenu je uključeno spuštanje demontiranog materijala, utovar u kamion te odvoz na gradsku deponiju. Obračun po m2 kose površine. Demontirani materijal sukcesivno skidati s potkrovlja - zabranjeno nagomilavanje na jednom mjestu!	m2	85,00		
9.	**Uklanjanje krovne konstrukcije zvonika** Razgradnja konstrukcije krovišta zvonika po definiranom redoslijedu. Konstrukcija krovišta je crnogoričke građe. Demontirati rogove dimenzija 22/22cm u uglovima krovišta te sljemene i nazidne podrožnice. Obračun po m2 tlocrtne projekcije (brutto površina etaže). Stavka uljučuje razgradnju, te sve vertikalne i horizontalne transporte, utovar i prijevoz na gradski deponij ili mjesto zbrinjavanja.	m2	22,00		
10.	**Demontaža dijela pokrova crkve** Demontaža dijela pokrova od glinenog crijepa na krovnoj letvi. Demontiranje u površini dovoljnoj za odvijanje radova na zvoniku. Skela potrebna za izvršavanje rada zaseba je stavka. U cijenu je uključeno spuštanje demontiranog materijala te horizontalni transport do mjesta skladištenja na parceli do ponovne ugradnje.				
	-crijep	m2	60,00		
11.	**Demontaža dijela letvi i daščane oplate krovišta crkve** Demontaža letvi i daščane oplate krovišta. Skela potrebna za izvršavanje rada zaseba je stavka. U cijenu je uključeno spuštanje demontiranog materijala te horizontalni transport do mjesta skladištenja na parceli do ponovne ugradnje.	m2	60,00		
12.	**Razgradnja vrha zidova zvonika** Djelomična razgradnja vrha zidova zvonika, dimenzije 60×30cm sredinom zidova kako bi se izveo skriveni AB serklaž na vrhu zidova. U cijenu uključeni vertikalni i horizontalni transport te odvoz na gradski deponij.	m3	3,00		

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
13.	**Demontaža zvona i čelične konstrukcije** Pažljiva demontaža zvona i čelične konstrukcije koja drži zvona. Prvo odspojiti elemente iz sustava opskrbom električnom energijom. Odizanje i prenošenje elemenata autodizalicom ili sustavom kolotura te transport do mjesta privremene pohrane uključeno u cijenu. Skladištenje na graidlištu ili u prostoru privremene čuvaonice (udaljenost 500 m) do ponovne ugradnje prema uputama Investitora ili Nadzora.				
	Zvona				
	veliko zvono	kom	2,00		
	malo zvono	kom	2,00		
	Čelična konstrukcija				
	postojeća, sastavljena od L profila	kom	1,00		
14.	**Uklanjanje međukatnih konstrukcija zvonika** Demontaža međukatnih konstrukcija zvonika - drvene grede i daske. Grede dimenzija U cijenu uključiti potrebnu skelu. U cijenu je uključeno spuštanje demontiranog materijala, utovar u kamion te odvoz na gradsku deponiju. Obračun po m2 brutto površine etaže.				
		m2	20,00		
15.	**Uklanjanje AB međukatne konstrukcije zvonika** Uklanjanje najviše međukatne konstrukcije zvonika - armiranobetonska ploča debljine 10 cm. Ploča se ruši na način da se ručnim strojnim čekičem razgradi (odštema) betonska ploča, te se nakon transporta mateirjala i odvoza na deponij uklanja drvena podkontrukcija od dasaka i drvenih greda kao na ostalim međupodestima. U cijenu uključen rad, vertikalni i horizontlni transport te odvoz viška materijala na gradski deponij. Vertikalni transport može se vršiti preko sele koja je zasebna stavka. Obračun po m3 uklonjenog materijala.				
	Kataloški broj otpada: 17 01 07				
	rušenje AB ploče	m3	3,00		
16.	**Uklanjanje stuba i podesta zvonika** Demontaža - rušenje stuba i podesta zvonika - betonske stube i podest u podnožju zvonika (kota +0.68). Ploča i stube se razgrađuju alatima za razbijanje, materijal se transportira izvan zvonika i odvozi kamionom na deponij. Cijena obuhvaća kompletnu razgradnju ploče, sve transporte na gradilištu, te odvoz na deponij. Obračun po m3 uklonjenog materijala.				
	Kataloški broj otpada: 17 01 07				
	rušenje ploče i stuba	m3	20,00		

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
17.	**Demontaža drvenog poda kora crkve** Demontaža drvenog poda kora. Daske debljine 25 mm. Horizontalni i vertikalni transport uključen u cijenu jednako kao i prijevoz na gradski depo ili mjesto zbrinjavanja. Pažljiva demontaža oko orgulja koje ostaju na postojećoj poziciji uz savjetovanje s konzervatorima.	m2	15,00		
18.	**Razgradnja nasipa u petama svodova** Uklanjanje materijala u petama svodova radi ugradnje FRP traka. Sav rad, transport i čišćenje uključeni u cijenu.	m3	4,00		
19.	**Demontaža fasadnih čeličnih vrata** Demontaža fasadnih čeličnih rešetkastih vrata u prizemlju zvonika, uključivo demontaža okova radi radova oko temelja zvonika. Odlaganje do ponovne ugradnje na gradilištu prema dogovoru s Investitorom ili Nadzorom				
	Veličina ~110/230 cm (prizemlje)	kom	1,00		
20.	**Demontaža stropnih ili zidnih rasvjetnih tijela** Demontaža postojeće rasvjete zvonika zajedno sa vidljivim razvodom instalacija i pokrovnim kanalicama. Prethodno odspojiti instalaciju rasvjete. Zbrinjavanje otpada prema propisima. Transport i odlaganje na deponiju uključeni u cijenu. Kataloški broj otpada: 17 01 07	kom	2,00		
21.	**Demontaža stolarije - vrata** Demontaža drvenih vrata kora i drvenih vrata ulaza u aneks, sanacijski premaz drvene površine, te skladištenje do ponovne ugradnje. Obračun po komadu. Demontažu kao i sanaciju vršiti uz konzultacije s konzervatorima, te u dogovoru s Investitorom ili Nadzorom.	kom	2,00		
22.	**Demontaža stolarije - grilje** Demontaža fasadnih drvenih grilja sa pročelja zvonika - utovar i odvoz na gradski deponij. Dimenzije grilja 120x160 cm. Obračun po komadu. Kataloški broj otpada: 17 02 01				
	Zvonik	kom	7,00		

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
23.	**Razgradnja parapeta prozora** Djelomična razgradnja vrha parapetnog zida ispod prozora, dimenzije 30×20cm u duljini prozora+sidrenje budućeg AB serklaža 30 cm sa svake strane. Vertikalni i horizontalni transport te odvoz na deponij uključen u cijenu. Radove razgradnje vršiti vrlo pažljivo, prema uputama GZZSK iz Posebnih uvjeta zaštite kulturnog dobra, kako bi kameni elementi ostali neoštećeni. Uklanjanje kamenih elemenata zasebna je stavka klesarskih radova. Ovu stavku obavezno izvoditi paralelno sa stavkom "uklanjanja kamenih elmenata" iz dijela troškovnika "klesarski radovi".				
	Zvonik, 7 prozorskih otvora	m3	1,00		
24.	**Otucanje žbuke sa vanjskih zidova zvonika** Rezanje i obijanje fasadne žbuke i mrežice debljine 5-8 cm. Stavka uključuje skidanje, utovar i prijevoz na gradski deponij. Uklanjanje u potpunosti cijelim opsegom i visinom pročelja zvonika, za ugradnju inox sidara i nove sanacijske žbuke. U cijeni su horizontalni i vertikalni transporti, utovar na kamion te odvoz na gradsku deponiju. Potreban skela zaseba je stavka. Obračun po m2. Prozorski otvori nisu odbijeni od zbroja površine.				
		m2	280,00		
25.	**Otucanje žbuke sa vanjskih zidova crkve** Lokalno rezanje fasadne žbuke i mrežice debljine 5-8 cm do opeke, tj. kamena. Uklanjanje točkasto u površini od 30×30cm za postavljenja inox sidara (razmak sidara u rasteru 150×150 cm). Stavka obuhvaća horizontalne i vertikalne transporte, utovar na kamion te odvoz na gradsku deponiju. Potrebna skela je zasebna stavka [cca. 220 kom x (0.3x0.3)]				
		m2	20,00		

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
26.	**Otucanje žbuke i boje sa unutarnjih ploha** Potrebno je ukloniti sve slojeve obloge zidova i svodova unutrašnjosti na kojima su uočena oštećenja u obliku pukotina i odlamanja zaštitnog sloja. Neoštećene površine je potrebno prekucati čekićem kako bi se utvrdilo je li došlo do odlamanja žbuke od podloge. Ukoliko se prekucavanjem ne utvrdi odlamanje, očistiti 30-50 cm oko pukotina do dolaska do stabilnog sloja žbuke. Površinu ziđa detaljno očistiti žičanim četkama te ispuhati komprimiranim zrakom. Pregledati ziđe i svodove radi postojanja eventualnih oštećenja (pukotina). Stavka obuhvaća otucanje, horizontalne i vertikalne transporte, odvoz na deponij. Skela potrebna za rad zasebna je stavka. Prema uputama iz Posebnih uvjeta zašite kulturog dobra uklanjanje žbuke podgleda svodova vršiti pažljivo i u minimalnoj potrebnoj površini. Obračun po m2. Kataloški broj otpada: 17 01 01	m2	30,00		
27.	**Razgradnja postojećih temeljnih traka zvonika** Djelomična razgadnja temeljnih traka zvonika prema projektu konstrukcije, dimenzije 80×100cm kako bi se omogućilo povezivanje novog vanjskog i unutarnjeg temelja zvonika. Mogućnost postojanja betonskih traka s vanjske strane postojećih temelja. Iste razgraditi. Stavka obuhvaća razbijanje, sve transporte te odvoz materijala na deponij. Obračun po m3 razgrađenog materijala.	m3	15		0
28.	**Skidanje betonskih opločnika** Privremeno skidanje pješačkih staza oko građevine u širini od 1,5 m te deponiranje opločnika na građevinsku deponiju po odabiru izvođača, do ponovne postave. Ponovna postava obračunata u posebnoj stavci. Betonsko opločenje tipskim betonskim opločnicima 30x30, debljine 8 cm, postavljenim u pješčanu podlogu. U cijeni potrebno sortianje i paletianje demontiranih opločnika, te deponiranje i čuvanje do ponovne ugradnje.	m2	30,00		

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
29.	**Prijevoz ostatka materijala od rušenja i čišćenja na gradsku planirku** Utovar i prijevoz materijala od rušenja na gradsku planirku obuhvaćen je svakom pojedinačnom stavkom (vidi uvodnu napomenu!) pa se ovdje ne iskazuje. Ovom stavkom obuhvatiti nepredvidive radove koji se mogu pojaviti tijekom rekonstrukcije, a koje će upisom u dnevnik izričito odobriti glavni nadzorni inženjer. Obračun po stvarno izvršenim radovima ovjerenim u građevinskom dnevniku. Procjenjuje se 10 m3.	m3	10,00		
	I. PRIPREMNI RADOVI, RUŠENJA I DEMONTAŽE UKUPNO:				
	II. ZEMLJANI RADOVI				
1.	**Pripremni radovi i iskolčenje** Iskolčenje elemenata građevine, određivanje točnih geodetskih visina i osi (krov zvonika), te povezivanje na najbliži reper. Radovi se evidentiraju u građevinskom dnevniku uz odobrenje nadzorne službe. Obračun po m2 okoliša koji se uređuje.	m2	100,00		
2.	**Iskop oko zidova zvonika za izvedbu temeljnih traka** Iskop traka za temelje iznutra i izvana u podnožju zvonika. Iskop širine 1,5m, dubine 2,0 m. Utovar i odvoz preostalog zemljanog i šljunčanog materijala od iskopa na gradski deponij.	m3	60,00		
3.	**Izvedba štapnih sidara ispod novoizvedenog betonskog temelja zvonika** Samobušiva štapna sidra karakteristika prema zahtjevima proračuna iz građevinskog projekta, promjera Φ50mm, duljine L=10 m. Sidra su okomita na horizontalu. Stavka obuhvaća nabavu, dopremu, po potrebi privremeno skladištenje, međutransporte i ugradnju sidra, uključivo bušenje i injektiranje, sav potrebni materijal (sidra, pločice, navrtke, distancere, injekcijsku smjesu i dr.) i rad na izvedbi. Sidra se ugrađuju prema pozicijskom prikazu na grafičkom prilogu projekta. Obračun po komadu izvedenih sidara.	kom	7,00		
	II. ZEMLJANI RADOVI UKUPNO:				

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

III. BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI

OPĆA NAPOMENA:

Cijenom radova svake stavke obuhvatiti izradu betona, dostavu i ugradnju, njegu, svu potrebnu oplatu, eventualnu dodatnu radnu skelu, horizontalne i vertikalne transporte i podupornja. Sve izvesti u glatkoj oplati! Armatura posebna stavka.

Svi betoni u nosivim konstrukcijama razreda tlačne čvrstoće:

- C25/30 -grede
- temeljne trake razred izloženosti XC4.

Podložni betoni minimalnog razreda tlačne čvrstoće C16/20.

Armatura: B500B

Zaštitni slojevi:

- Temeljne trake 5,0 cm
- zidovi 2,5 cm

1. AB temeljne trake

Izvedba novih armiranobetonskih temeljnih traka zvonika u dvostranoj oplati. Geometrija i položaj traka određene su projektom. Kvaliteta materijala C25/30, armatura B500B. Trake se sastoje od dva prstena. Unutarnji prsten, dimenzija 80×100 cm nalazi se s unutarnje strane zvonika te se u njega sidri čelična konstrukcija. U uglove unutarnjeg prstena ubetoniravaju se čelične papuče kojima se prihvaća nova čelična konstrukcija. Vanjski se prsten nalazi s vanjske strane zidova zvonika. Dimenzije temeljnih traka su 80×100cm. S unutarnjim je prstenom povezan temeljnim trakama dimenzija 80×100 koje prolaze kroz postojeće temelje zvonika koji se na tim mjestima razgrađuju. Ispod vanjskog prstena nalaze se 7 pilota Φ50mm, obračunati u zasebnoj stavci.

beton		m3	35,00		
oplata		m2	50,00		

2. Zapunjavanje peta svodova lakoagregatnim betonom

Nakon postavljanja FRP traka, zapunjavanje prethodno razgrađenih peta svodova lakoagregatnim betonom sa granulama EPS-a tj. materijalom do 700 kg/m3. Sav materijal, rad i transport uključeni u cijenu.

beton		m3	4,00		

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
	3. AB serklaž na vrhu zvonika				
	Izvedba "skrivenog" serklaža dimenzija 60×30cm na samom vrhu zidova zvonika. Stavka obuhvaća materijal, rad, njegu betona. Armatura je zasebna stavka.				
	beton	m3	5,00		
	oplata	m2	15,00		
	4. AB serklaž parapeta prozora				
	Izvedba horizontalnih serklaža dimenzija 30×20 cm na parapetima prozorskih otvora zvonika. Oslanjanje 30 cm sa svake strane. Serklaže izvesti pažljivo ispod postojećeg kamenog elementa okvira prozora. Stavka obuhvaća materijal, rad, njegu betona. Armatura je zasebna stavka.				
	beton	m3	1,00		
	oplata	m2	10,00		
	5. AB međupodest zvonika				
	Izvedba armiranobetonske ploče debljine 10 cm na najvišem podestu zvonika, ispod čelične konstrukcije zvona. Stavka obuhvaća materijal, rad, njegu betona. Armatura je zasebna stavka.				
	a) beton	m3	1,20		
	b) oplata	m2	15,00		
	6. AB stepenice i podest zvonika				
	Izvedba armiranobetonskog stubišta i podesta na ulazu u zvonik. Materijal C25/30, armatura B500B. Stavka obuhvaća materijal, rad, njegu betona. Armatura je zasebna stavka.				
	beton	m3	25,00		
	oplata	m2	20,00		

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
7.	**Injektiranje zidova zvonika do visine od cca 7m** Injektiranje se izvodi injekcijskom smjesom spravljenom od prirodnog hidrauličnog vapna (NHL5) i kamenog brašna veličine zrna od 0-1 mm. Omjer smjese je 1:4. Pretpostavlja se potrošnja injekcione smjese od 10% do 15% injektiranog volumena. Injektiranje se izvodi do visini od cca 7m. Injekcijska smjesa se utiskuje gravitacijski, ne pod pritiskom. Prije injektiranja potrebno je urediti sljubnice. Predviđa se čišćenje sljubnica od raspucalog i olabavljenog morta na unutarnjem licu zidova. Komprimiranim zrakom sljubnice se ispuhuju, dobro navlaže i ispune mortom. Mort je vapneni, spravljen od bijelog cementa, prirodnog hidrauličnog vapna (NHL5) i agregata najvećeg zdna do 4mm, omjera smjese 1:3:9. Predviđa se uređenje cca 50% sljubnica. Injektiranje mora izvoditi poduzeće referentnog iskustva na istim poslovima. Uključen sav rad i materijal. Uređenje sljubnica s obja lica zida: Potrebno je urediti cca 50% reški. Obračun po m2. Pretpostavlja se potrošnja injekcijske smjese od 10% - 15% injektiranog volumena **Injekcijska smjesa**	m2 m3	130,00 30,00		
8.	**Sanacija pukotina svodova:** Pukotine su širine do 10 mm. Uklanjanje žbuke oko pukotine cca 30-50 cm s obje strane, do stabilnog sloja. Čišćenje zida od prašine. Isprašiti i navlažiti pukotine. Postavljanje rabic pletiva- punktirano pletivo žica >Ø1 mm, oko < 25x25 mm. Žbukanje zida produžnom žbukom u debljini najmanje 2 cm U cijeni stavke sav rad i materijal. Potrebna skela zasebna je stavka. Obračun po m2.	m2	30,00		

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
9.	**Sanacija pukotina - injektiranje:** Injektiranje svodova i zidova na mjestima pukotina. Injekcijska smjesa pripremit će se od bijelog cementa, hidrauličkog vapna (NHL5) i kamenog agregata veličine zdrna 0 do 2mm- Omjer smjese 1:3:9. Injektirati krajnje pažljivo zbog oslikanih ploha svodova, vodeći računa da se sljubnice ne mogu ispunjavati. Veličine pritisaka prilikom injektiranja odredit će se na probama uz odobrenje nadzornog inženjera, uz mogućnost i samo gravitacijskog nalijevanja injekcijske smjese u pukotine. Injektiranje mora izvoditi poduzeće referentnog iskustva na istim poslovima. Uključen sav potrebni rad i materijal. Skela je zasebna stavka. Obračun po m' (procjena)	m'	100,00		
III.	**BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI UKUPNO:**				

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

IV. ARMIRAČKI RADOVI I SEIZMIČKA OJAČANJA

1. Dobava, izrada i postava armature

Dobava, izrada, sječenje, savijanje postava i vezivanje armature kvalitete **B500B S 235 JR**. Izrada prema statičkom računu i nacrtima savijanja armature. Količine u troškovniku računate u odnosu na m3 ugrađenog betona.Stvarne količine će se obračunavati temeljem nacrta savijanja, računajući teoretske težine. Obračun po kg ugrađene armature. Predvidivo:

B500B — kg — 7.000,00

2. Pojačanje zidova - povezivanje lica zida inox šipkama

Dobava i ugradnja INOX navojnih šipki promjera 22mm.
Ukupna dužina šipke: 100 -160 cm na zvoniku, 60-90 na crkvi.
Na oba kraja šipke se postavlja matica i podložna pločica promjera odnosno 40 mm. Šipka se ugrađuje u prethodno izbušenu rupu u zidu promjera 24 mm orijentiranu horizontalno.
Raspored šipki prema shemi. Šipke se postavljaju u zidove zvonika prema shemi danoj u projektu. Raster postavljanja na crkvi je 150×150 cm, dok se na zvoniku postavlja na mjestima međukatnih konstrukcija (Kroz L-profil u unutrašnjosti te čeličnu obujmicu s vanjske strane).
Po ugradbi se prostor oko šipke naknadno injektira cementnim mortom.
U cijeni sav rad i materijal; bušenje rupa i ugradba navojnih šipki, podložne pločice i matice, injekcijska smjesa sve prema uputama iz projekta konstrukcije.
Obračun prema komadu.

- čišćenje površine zidova zvonika i crkve s unutarnje i vanjske strane
- ugradnja inox šipki Ø22 prema projektu sanacije
- ubrizgavanje produžnog morta oko šipki

inox šipke — kom — 430,00

3. Pojačanje svodova crkve- FRP trake

Pojačanje svodova crkve FRP trakama po izvodnicama križnog svoda odozgor, prema projektu. Odabrane FRP trake trebaju biti jednosmjerno tkane tkanine od karbonskih vlakana visoke čvrstoće, namijenjene za ugradnju koristeći suhi ili vlažni proces ugradnje, širine 30cm.

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
	Dobava i ugradnja FRP tkanine na bazi jednosmjernih karbonskih vlakana ″suhim″ postupkom koristeći dvokomponentnu epoksidnu smolu za impregnaciju tkanine i ljepljenje na podlogu. Karakteristike tkanine: širina tkanina e min. 300 mm, specifična težina: min. 235 g/m2 ± 10 g/m2, specifična debljine: min. 0.129 mm, gustoća vlakana: min. 1,82 g/cm3, vlačna čvrstoća vlakana: min. 4900 N/mm2 (EN 2561 ili jednakovrijedan), vlačni modul elastičnosti vlakana: min.230 000 N/mm2 (EN 2561 ili jednakovrijedan), izduženje pri slomu: min. 1.7% (EN 2561 ili jednakovrijedan), prosječna vlačna čvrstoća ugrađene tkanine: min. 4300 N/mm2 (EN 2561 ili jednakovrijedan), prosječni vlačni modul elastičnosti ugrađene tkanine: min.225 kN/mm2 (EN 2561 ili jednakovrijedan). Tkanine se lijepe na pripremljenu podlogu u obliku slova U, koristeći epoksidno ljepilo u sustavu proivođača materijala. Prionjivost završne obloge / žbuke na epoksidnu smolu osigurati posipavanjem suhog kvarcnog pijeska granulacije 0.7-1.2mm. Radove pripreme i ugradnje podloge izvesti prema uputama proizvođača materijala. Svi proizvodi trebaju biti kompatibilni. Dokaz kompatibilnosti dostaviti projektantu / nadzornom inženjeru.				
	Cijena materijala:	m'	110,00		
	Cijena rada:	m'	110,00		
4.	**Sanacija nadvoja**				
	Sanacija oštećenih zidanih nadvoja i lukova u nosivim zidovima crkve i zvonika (L = 100 - 165 cm) - čišćenje sljubnica do dubine 1 cm - ugradnja sidara Ø12 - 4 kom. po nadvoju/luku, u epoxi - žbukanje armiranom produžnom žbukom (FRCM mreža)	m2	40,00		
	IV. ARMIRAČKI RADOVI I SEIZMIČKA OJAČANJA UKUPNO:				

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

V. ČELIČNA KONSTRUKCIJA

OPĆA NAPOMENA:

Konstrukcijski čelik:
Vijci: k. č. 8.8

Sve mjere kontrolirati na terenu.
Sve detalje dogovoriti s projektantom!
Sve načine obrade dodatno dogovoriti s projektantom!
Sve detalje ugradbe i tehnička rješenja naknadno riješiti u suradnji s projektantom!
Obavezna izmjera na licu mjesta!
Radne i montažne skele su u jediničnoj cijeni svake stavke!
Prije izvođenja radova izraditi radioničke nacrte i osigurati ovjeru projektanta konstrukcije!
Konstrukcijski čelik:
S355 JR(H) (HRN EN 10210)
Vijci: k. č. 8.8
Zavari kvalitete prema normi HRN EN ISO 5817.

Nosiva čelična konstrukcija se izrađuje u zavarenoj izvedbi (ukrute, prihvatni limovi) te se potom vijčano sastavlja na gradilištu.
Klasa izvedbe: čeličnog dijela zgrade je EXC2.

AKZ čelične konstrukcije
- na unutarnjim dijelovima čelične konstrukcije

-pogledati opće uvjete troškovnika

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
1.	**Čelična konstrukcija zvonika** Dobava materijala, izrada i montaža čelične konstrukcije zvonika Čelična konstrukcije zvonika sastoji se od L profila koji prate geometriju untarnjih stijenki zvonika, kvadratnih profila koji spajaju vertikalne stupove te horizontalne prečke na skokovima u geometriji te plosnati čelični elementi kao spregovi konstrukcije koji se za postojeću konstrukciju zvonika spajaju inox šipkama. Na mjestima skokova u geometiriji izvodi se prsten koji spaja unutarnje i vanjsko lice zvonika te se također prihvaća inox šipkama. Konstrukcija se izvodi nakon detaljne in-situ izmjere geometrije. Prije izvođenja očistiti zidove s unutarnje i vanjske strane, te kontaktnu plohu s čeličnim profilom poravnati reparaturnim mortom (do maksimalno 15 cm razlike). Može se izvoditi na mjestu ugradnje ili se dizalicom unositi i montažno pričvršćivati u tvornici izvedeni dijelovi konstrukcije. Na mjestima trenutnih međupodesta izvest će se novi čelični podesti koji će biti povezani metalnim ljestvama. - izrada i montaža čelične konstrukcije, podesta i ljestvi	kg	11.000,00		
2.	**Užad za naknadno napinjanje** Dobava i ugradnja čeličnog užeta za naknadno napinjanje Ø15 iznad svodova te u razini kora. Povezuju se uzdužni zidovi crkve, poprečni zidovi crkve te spajanje crkve i zvonika. Uže kao npr. BBR VT Cona CME 0706-150-1860 (ili jednakovrijedno). promjera 20mm, maksimalne karakteristične vlačne čvrstoće 1860 MPa. Sidrenje s vanjske strane preko čeličnog profila obračunatog u zasebnoj stavci. Užad prolazi kroz zidove te se nakon toga zapunjava epoksi ljepilom. Užad prolazi kroz uzdužne zidove crkve te zid zvonika, odnosno kroz poprečne zidove crkve. Položaj prema nacrtu u projektu. Uže se pomoću preše prednapinje do sile od 30kN nakon čega se sustav fiksira u projektiranom položaju. Napinjanje je potrebno provesti vrlo oprezno uz kontrolu da ne bi došlo do oštećenja opečnih zidova. Sav materijal i rad, uključujući izrade prodora, predapinjanje i kotve ulaze u cijenu. Obračun po m' čeličnog užeta.	m'	90,00		

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
	3. Čelični profil za prihvat užeta sa strane crkve Dobava i ugradnja čeličnog profila UPN200 (L = 80 cm) za prihvat čeličnog užeta, upuštenog 4 cm u lice zida. Obračun po m1 profila.	m'	10,00		
	4. Čelični profil za prihvat užeta unutar zvonika Dobava i ugradnja čelične trake 200×10 mm s unutarnje strane zvonika za prihvat čeličnog užeta. Traka se postavlja kao prsten na sve strane zvonika. Obračun po m1 profila.	m'	15,00		
	V. ČELIČNA KONSTRUKCIJA UKUPNO:				
	VI. IZOLACIJE				
	1. PE folija Dobava i polaganje PE folije, debljine 0,3 mm za novu krovnu konstrukciju zvonika te ponovnu montažu dijela krovišta crkve. Preklopi min. 10 cm. Obračun po m2 (preklopi nisu uračunati).	m2	150,00		
	2. Bitumenska ljepenka Dobava i polaganje krovne bitumenske ljepenke na mjestima postave opšava, fasadnih vijenaca, vrha zidanih parapeta terasa, opšava atike i sl. Preklopi minimalno 15 cm, lijepljeni resitolom. Kompletan rad i materijal. Obračun po m2.	m2	10,00		
	VI. IZOLACIJE UKUPNO:				

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

VII. ZIDARSKI RADOVI

OPĆA NAPOMENA:
Cijenom radova svake pojedine stavke obuhvatiti kompletan rad i materijal, sve potrebne horizontalne i vertikalne prijenose i transporte na parceli. Radna skela je zasebna stavka.

1. Zidarski popravci zidova zvonika

Po potrebi sanacija opečnih zabatnih zidova krovišta zvonika. Nakon demontaže krovne podkonstrukcije ocijeniti stanje nadozida te po potrebi sanirati otpale opeke i ojačati napukle sudarnice mortom.

m3 4,00

Prilikom skidanja žbuke i mrežice postojeće fasade se očekuje se ispadanje pojedinih opeka i kamenja miješanog ziđa tornja. Po potrebi predviđaju se potrebne radnje sanacije dijelova zida punom opekom, žbukom, čeličnim ankerima. Obračun po m2. Predvidivo:

m2 8,00

2. Žbukanje pročelja -

Grubo i fino žbukanje zidova pročelja zvonika i crkve grubom i glatkom cementnom žbukom. U cijeni je sav rad materijal i rad. Grubom žbukom potrebno je potpuno prekriti sve intervencije na zidovima, a nakon sušenja se radi završni fini sloj glatke žbuke.

- žbukanje fasadnog platna m2 300,00

3. Žbukanje ploha u unutrašnjosti crkve

Na mjestima otucanja žbuke te izvedbe injektiranja pukotina izvodi se žbukanje produžnom žbukom (vapnena žbuka omjera 1:3) s gašenim i odležanim vapnom i agregatom veličine zrna do 1-3 mm, u tri sloja uz obaveznu provjeru na kontrolnom klinu. Prvim slojem zatvaraju se sljubnice između kamenih blokova i prekriva cijela površina ukupne debljine 0,5cm, ručnim nabacivanjem. Agregat veličine zrna 0-1mm. Drugi sloj je gruba žbuka koja se nanosi nakon laganog sušenja prvog sloja (1 dan) u debljini od 1,0 cm. Omjer smjese je 1:3, najvećeg zrna agregata do 3mm- Treći sloj je fina žbuka debljine 5-7 mm, uz agregat 0-2mm.

m2 30,00

VII. ZIDARSKI RADOVI UKUPNO:

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

VIII. TESARSKI RADOVI

1. Fasadna skela

Dobava, izrada i postava kompletne vanjske zaštitne i radne skele od cijevnih profila i mosnica, ili modularne zajedno sa svim potrebnim ukrućenjima za objekt, potrebnom ogradom, prilazima i radnim podovima. Skela se postavlja punom visinom i opsegom zvonika te uz zidove crkve do visine dovoljne za rad na fasadi. Obračun po m2 vertikalne projekcije (pogleda).
Za skelu je nužno pribaviti sve potrebne projekte i ateste prema važećim zahtjevima zaštite na radu. Obračun po m2.

m2 550,00

2. Radna skela

Dobava, izrada i postava kompletne unutarnje zaštitne i radne skele od cijevnih profila i mosnica, zajedno sa svim potrebnim ukrućenjima za objekt, potrebnom ogradom, prilazima i radnim podovima. Skela se postavlja unutar crkve duž svih zidova te do ispod svodova. Za skelu je nužno pribaviti sve potrebne projekte i ateste prema važećim zahtjevima Zaštite na radu. Obračun po m3.

m3 330,00

3. Zaštita otvora

Izrada improvizirane zaštite na mjestu demontiranih otvora objekta, koja se izvodi od drvenih letava 3/5 cm koje se kao okvir pričvršćuju na građevinski otvor. Na letve se u dva sloja napinje dvoslojno PVC folija te se dodatno ukrućuje križno letvama preko polovine raspona otvora. Obračun po m2.

m2 30,00

4. Izrada krovne konstrukcije zvonika

Izvedba novog krovišta zvonika prema projektu. Korišteni materijali i izolacije prema projektu. Noov krovište replika je postojećeg.
Nakon potpunog uklanjanja elemenata starog drvenog krovišta ugrađuje se novo, čiju konstrukciju čine rogovi 22/22cm u uglovima krovišta, nagib krova 77°. U gornjoj ravnini rogovi su povezani punom daščanom oplatom, d=2,5cm. Nazidnicu 30/30cm sidriti u novoizvedeni skriveni AB horizontalni serklaž vijcima M16 na razmaku 1,8m. Svi detalji prema izvedbenom projektu konstrukcije. U cijenu ulazi sav materijal, sav rad i svi transporti građe. Drvena građa treba biti od jel ili smreke, odgovarajuće kvalitete i suhoće građe. Skela je zasebna stavka. Obračun drvene građe po m3.

m3 10,00

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
	5. Ponovna montaža dijela krova crkve Ponovna ugradnja daščane oplate i letvi krovišta crkve debljine. U cijenu je uključen sav materijal, transporti, rad, vezna sredstva. Obračun po m2 kose površine.	m2	60,00		
	6. Pojačanje konstrukcije drvenog krovišta crkve Pojačanje konstrukcije drvenog krovišta prema projektu.				
	čelični okov- debljine 6mm, S235	kg	150,00		
	Vijci prema projektu	kom	60,00		
	7. Rekonstrukcija poda kora Rekonstrukcija poda kora nakon ugradnje čeličnih zatega u pod. Ugradnja daski debljine 25 mm na grede dimenzija b×h=10×15cm na rasteru 60cm. Isto izvesti u suradnji s konzervatorima obzirom na rad oko orgulja. Sav potrošni materijal i transporti uključeni u cijenu.				
	daske	m2	15,00		
	grede	m3	1,00		
	VIII. TESARSKI RADOVI UKUPNO:				

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

IX. LIMARSKI RADOVI

NAPOMENA:
NAPOMENA:
Svi opšavi izvode se od bakrenog lima d= 0,8mm, ako u stavci nije drugačije navedeno.
Vanjske prozorske klupčice isti lim, ali d=1mm.
Cijenom radova obuhvatiti dobavu, izradu i montažu, potrebnu radnu skelu, pričvrsni i spojni materijal, silikoniziranje spojeva i potrebne pokrovne lajsne.

1. Opšav vanjskog ruba krova - rubni okapni lim

Dobava materijala, izrada i postava okapnog lima - na mjestu spoja zvonika i crkve, razvijene širine do 25 cm. Obračun po m' opšava

m1 7,00

2. Limene klupčice

Izrada i postava limenih opšava na fasadnim profiliranim vijencima i okapnicama, sve prema detaljima u izvedbenom projektu, RŠ prosječno 25 cm.

m1 50,00

3. Montaža čelične konstrukcije i zvona

Demontirana čelična konstrukcija sa zvonima ponovno se transportira autodizalicom ili sustavom kolotura na najvišu razinu zvonika, na novoizvedenu AB ploču.

Zvona

veliko zvono kom 2,00
malo zvono kom 2,00

Čelična konstrukcija

postojeća kom 1,00

4. Instalacija gromobrana

Montaža gromobranske instalacije, uključivo hvataljki, križnih i mjernih spojeva izvedene od pocinčane trake. Sav rad, materijal i transporti uključeni u cijenu.

zvonik m' 70,00
crkva m' 90,00

IX. LIMARSKI RADOVI

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
X.	**STOLARSKI RADOVI**				
	NAPOMENA: Predviđenu zamjenu vrata i prozora na zvoniku potrebno prema Posebnim uvjetima zaštite kulturnog dobra detaljno razraditi prema propozicijama službe zaštite i u suradnji s konzervatorom.				
1.	**Fasadni prozori zvonika-grilje** Nabava i montaža novih fasadnih drvenih grilja od smreke ili ariša oblika prema postojećem. Montaža svih elemenata prozora dimenzija 1,20×1,50m, zaobljeni na vrhu. Stavka obuhvaća sav materijal za izradu i zaštitu, rad, transport i ugradnju. Zvonik	kom	7,00		
2.	**Vrata** Ugradnja obnovljenih vrata - ulaz u kor te u aneks. Korištenje postojećih elemenata - prema dogovoru s investitorom i u suradnji s konzervatorom.	kom	2,00		
X.	**STOLARSKI RADOVI UKUPNO:**				
XI	**BRAVARSKI RADOVI**				
1.	**Fasadna čelična vrata** Montaža fasadnih čeličnih vrata, uključivo montaža praga, okova i opšavnih limova. 110×230cm	kom	1,00		
XI	**BRAVARSKI RADOVI UKUPNO:**				

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
XII.	**KROVOPOKRIVAČKI RADOVI**				
1.	**Pokrov - zvonik** Nabava i montaža pokrovnog bakrenog lima zvonika. U cijenu uključiti troškove nabave, prijevoza do gradilišta, sve dodatne materijale potrebne za ugradnju. Skela je zasebna stavka.Obračun po m2 razvijene površine krovne obloge.				
	- pokrivanje krova	m2	80,00		
2.	**Pokrov - crkva** Ponovna montaža dijela pokrova od glinenog crijepa - uroreni glineni crijep na krovnoj letvi. U cijenu uključiti troškove skele za izvršenje rada.				
	Crijep	m2	60,00		
	Krovna letva	m2	20,00		
XII.	**KROVOPOKRIVAČKI RADOVI UKUPNO:**				

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

XIII. OSTALI RADOVI I DOBAVE

NAPOMENA:

- U cijenu uključiti sve troškove rada, materijala i transporta!
- Svi izvedbeni detalji u dogovoru s projektantom!

- pogledati opće uvjete troškovnika!

1. Ponovno provođenje struje

Ponovno provođenje električne mreže po zvoniku. U cijenu uključeni kablovi, instalacijske cijevi i sav preostali materijal i rad. Obračun po m'

m' 30,00

2. Ponovno spajanje na mrežu

Ponovno spajanje postojećih priključnih instalacije građevine

Glavni priključni elektro kabela komplet 1,00

XIII. OSTALI RADOVI I DOBAVE UKUPNO:

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
XIV.	**UREĐENJE DVORIŠNOG TRGA**				
1.	**Ponovno opločenje** Ponovno opločenje pješačkih staza oko građevine u širini od 1,5m. Transport od mjesta skladištenja i ugradnja uključeni u cijenu. Prije postavljanja ponovno nabiti tlo i obaviti sve potrebne pripremne radove.	m2	60,00		
2.	**Popravci dvorišnih površina** Nepredviđeni radovi popravaka dvorišta crkve. Radovi se vrše i obračunavaju isključivo uz nalog nadzornog inženjera, te se obračunava po stvarno izvršenim radnim satima kvalificiranog radnika. Preedviđeno:	sat	20,00		
XIV.	**UREĐENJE DVORIŠNOG TRGA UKUPNO:**				

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

XV. KLESARSKI RADOVI

NAPOMENA:
pažljivo otvaranje kamenih doprozornika na zvoniku od strane restauratora, te obavezno razmotriti mogućnost očuvanja kamenih elemenata, u suprotnom izrada replike uz konzultacije s projektantom i nadležnim konzervatorskim tijelom.

1. Zamjena kamenih elemenata

Pažljivo otklanjanje žbuke, odklesavanje, demontaža postojećih kamenih doprozornika za koje se procjeni da nije moguće obnoviti te montaža novih elemenata, replika postojećih kamenih doprozornika na zvoniku, prozorskim okvirima i klupčicama.
Stavka obuhvaća otklesavanje, prijenos, utovar i odvoz šute na gradsku deponiju, te dobavu novih elemenata sa ugradnjom. Svi kameni elementi se sidre u zid sa sidrima Ø 10;12 ili 14 mm prosječne dužine l = 30-50 cm. Točan broj sidara i način sidrenja određuje nadzor uz konzultaciju projektanta i konstruktera. Sva sidrenja treba izvršiti sa sidrima od nekorodirajučeg čelika Č 4572 spomenutih profila. Kao vezivo za zaljevanje sidara upotrijebiti će se epoksidni mort u omjeru 1:1 (epoksi smola i kvarcni pijesak) ili rastaljeno olovo. Stavka obuhvaća i nabavu, spremanje i ugradnju gotovog produžnog morta s dodatkom pucolana. Obračun po m3,
Predviđeno za cijelu količinu kamenih elemenata doprozornika.

	m3	3,00		

XV. KLESARSKI RADOVI

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

a. REKAPITULACIJA - GRAĐEVINSKO OBRTNIČKI RADOVI

I. PRIPREMNI RADOVI, RUŠENJA I DEMONTAŽE
II. ZEMLJANI RADOVI
III. BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI
IV. ARMIRAČKI RADOVI I SEIZMIČKA OJAČANJA KARBONSKIM VLAKNIMA
V. ČELIČNA KONSTRUKCIJA
VI. IZOLACIJE
VII. ZIDARSKI RADOVI
VIII. TESARSKI RADOVI
IX. LIMARSKI RADOVI
X. STOLARSKI RADOVI
XI. BRAVARSKI RADOVI
XII. KROVOPOKRIVAČKI RADOVI
XIII. OSTALI RADOVI I DOBAVE
XIV. UREĐENJE DVORIŠNOG TRGA
XV. KLESARSKI RADOVI

SVEUKUPNO - GRAĐ.OBRTNIČKI RADOVI I INTERIEUR (bez PDV-a)	

Red.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena

B. DRUGA FAZA RADOVA

NAPOMENA: sljedeći obrtnički radovi ne pripadaju radovima predviđenim u **Obnovi konstrukcije.** Potrebno ih je u ponudi zbrojiti u zasebnoj rekapitulaciji "druge faze radova", te će se izvođenje tih radova ugovarat zasebnim ugovorom.

B.1. FASADERSKI RADOVI (2. FAZA)

R.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
1.	Na već postavljenu žbuku nakon ugradnje inox šipki, ugradnja mrežice i gletanje. Stavka uključuje dobavu i ugradnju mrežice, gletanje te ličenje bojom koja se podudara sa postojećom. U cijenu uključiti potrebni materijal, rad i pokretnu skelu. Zvonik 280 m2 + crkva 20 m2 (+ ukupno oplošje crkve 350 m2)				
	mrežica i gletanje	m2	300,00	- kn	- kn
	boja	m2	650,00	- kn	- kn

B.1. FASADERSKI RADOVI UKUPNO: - kn

B.2. KONZERVATORSKO – RESTAURATORSKI RADOVI NA SVODU I ZIDOVIMA (2. FAZA)

Napomena:
Stavke konzervatorsko – restauratorskih radova na svodu i zidovima izradila ovlaštena konzervatorica Marija Reberski, dipl. konzervator, restaurator kipar

R.br.	OPIS RADOVA	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
1.	**Sanacija oštećenja na svodovima i zidovima**				
	Pripremni radovi	sat	8,00	- kn	- kn
	Dokumentiranje zatečenog stanja	sat	8,00	- kn	- kn
	Podljepljivanje i fiksiranje slikanog sloja	sat	80,00	- kn	- kn
	Opšivanje pukotina	sat	56,00	- kn	- kn
	Nadoknada u osnovi	sat	56,00	- kn	- kn
	konsolidacija slikanog sloja (priprema za retuš)	sat	32,00	- kn	- kn
	Retuš, ujednačavanje s originalom	sat	64,00	- kn	- kn
	Završna zaštita – impregnacija	sat	8,00	- kn	- kn
	Ukupni materijalni troškovi	komplet	1,00	- kn	- kn
	Pisana i foto dokumentacija s elaboratom	sat	16,00	- kn	- kn

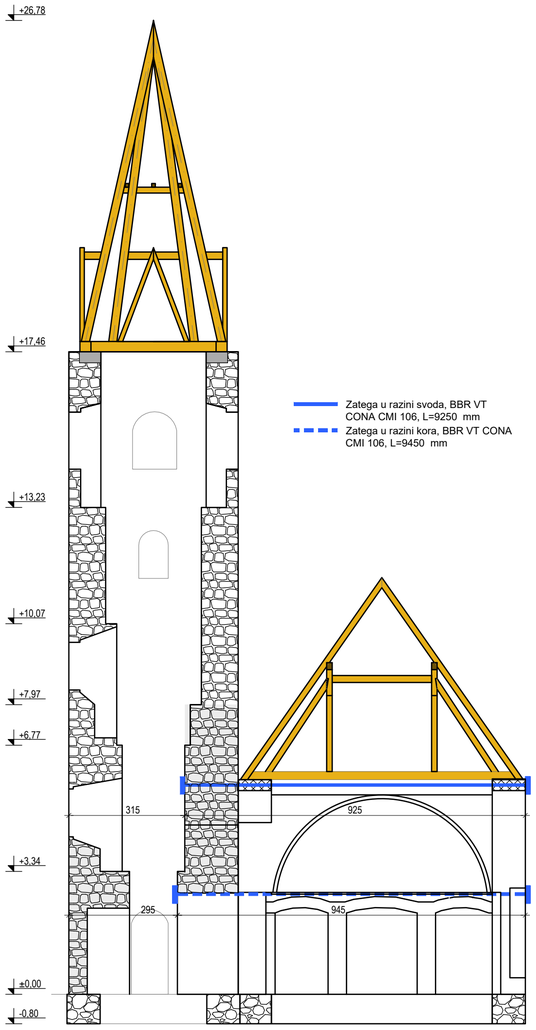
B.2. KONZERVATORSKO – RESTAURATORSKI RADOVI NA SVODU I ZIDOVIMA (2. FAZA) - kn

Red.br.	O P I S R A D O V A	Jed. mjera	Količina	Jed. cijena	Ukupna cijena
B.	**REKAPITULACIJA OBRTNIČKI RADOVI FAZA 2.**				
B.1.	**FASADERSKI RADOVI (2.FAZA)**				- kn
B.2.	**KONZERVATORSKO – RESTAURATORSKI RADOVI NA SVODU I ZIDOVIMA (2. FAZA)**				- kn
FAZA 2 SVEUKUPNO - GRAĐ.OBRTNIČKI RADOVI FAZA 2. (bez PDV-a)					**- kn**

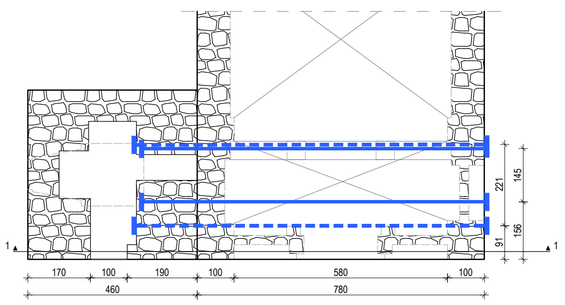
IV. GRAFIČKI PRIKAZ

POVEZIVANJE ZIDOVA ČELIČNIM ZATEGAMA

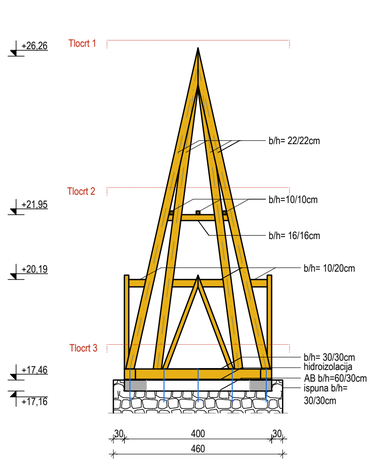
Presjek 1



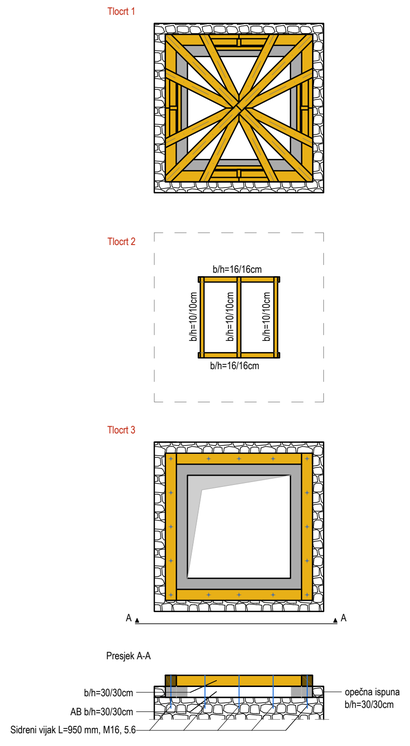
Tlocrt



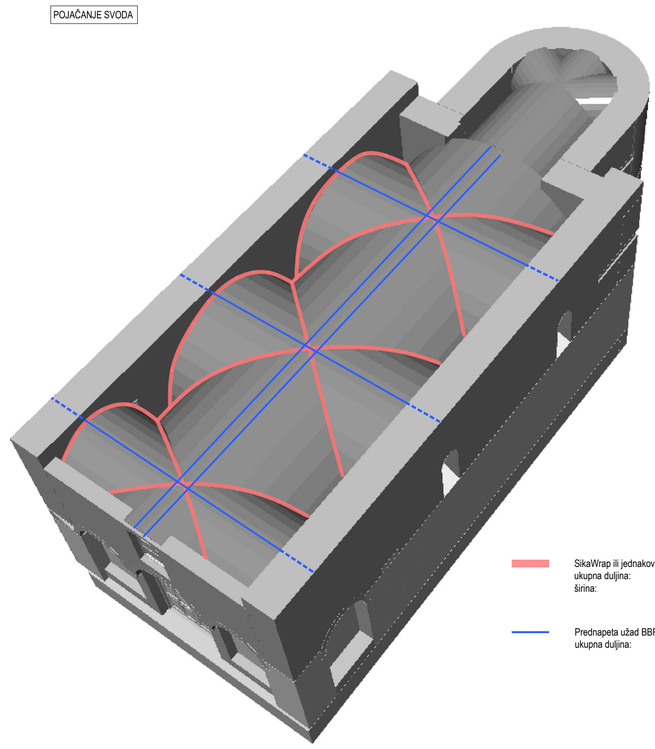
KROVIŠTE ZVONIKA



Na koti 17,16 m, a u visini 30 cm, vrši se razgradnja presjeka tornja te se izvodi skriveni horizontalni AB serklaž dimenzija 30/30 cm koji se zatim sakriva opečnom ispunom u ravnini fasade tornja.



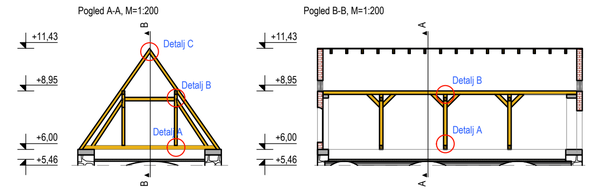
POJAČANJE SVODA

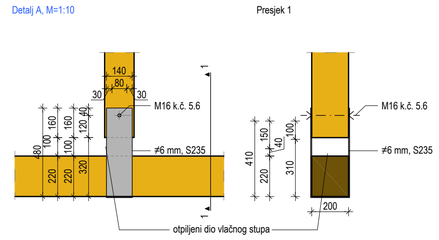


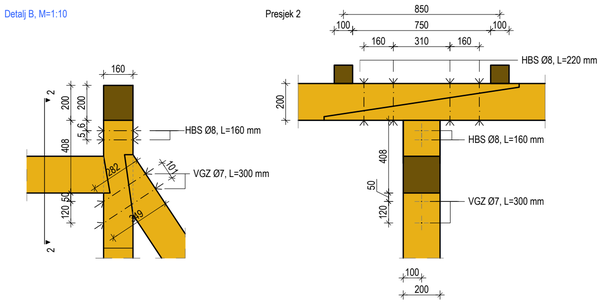
SikaWrap ili jednakovrijedno
ukupna duljina: 53,0 m
širina: 300 mm

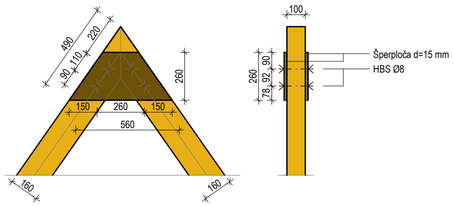
Prednapeta užad BBR VTE Cona
ukupna duljina: 39,0 m

KROVIŠTE CRKVE



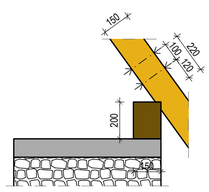




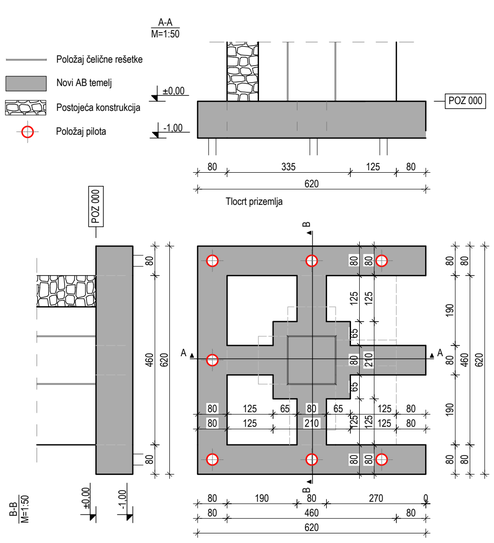


KROVIŠTE APSIDE

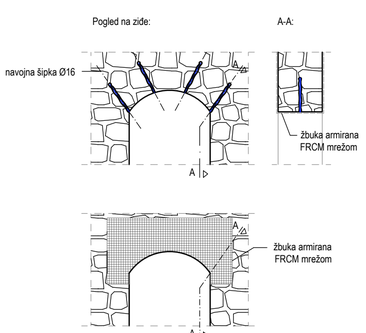
Detalj spoja podrožnice i grede M=1:10



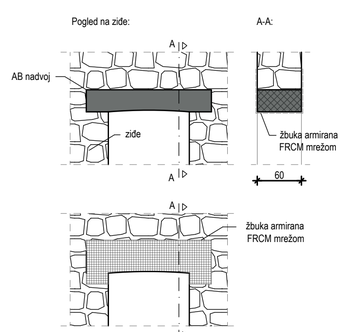
TEMELJ ZVONIKA

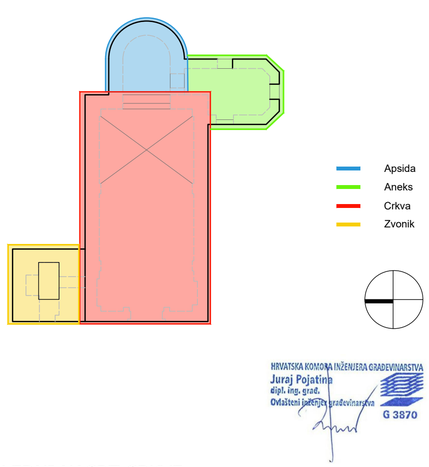


POJAČANJE NADVOJA OTVORA, M=1:50



ANEKS - POJAČANJE NADVOJA ULAZNIH VRATA, M=1:50





HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3870

PREGLEDNI NACRT CRKVE

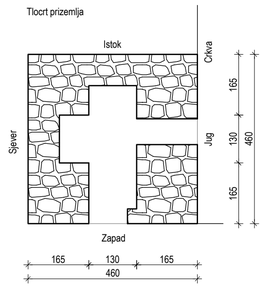
0,00= 270,00 mnm

NAPOMENA:
Prije izrade radioničke dokumentacije izmjeriti konstrukciju na licu mjesta.

STUDIO ARHING D.O.O. ZA INŽENJERING POSLOVE U GRADITELJSTVU, ZAGREB, ĆIRE TRUHELKE 49	NAZIV NACRTA	Pregledni nacrt crkve
INVESTITOR Zagrebačka nadbiskupija Župa sv. Mihaela Arkanđela Gračani, Isce 33a, 10000 Zagreb OIB: 45008624867	GLAVNI PROJEKTANT	DAMIR FORETIĆ, ing.grad.
	PROJEKTANT	JURAJ POJATINA, dipl.ing.građ.
	SURADNICI	DAVID ANDIĆ, mag.ing.aedif. TAMARA HORVAT, mag.ing.aedif. KARLA MUSTAPIĆ, mag.ing.aedif.
GRAĐEVINA CRKVA SV. MIHAELA ARKANĐELA k.č.br. 2686, k.o. 335363 Gračani	DIREKTOR	JURAJ POJATINA, dipl.ing.građ.
	TD	09/21
FAZA PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE	MJ 1:100 / DATUM lipanj, 2021. / REV 0 / 1.0	

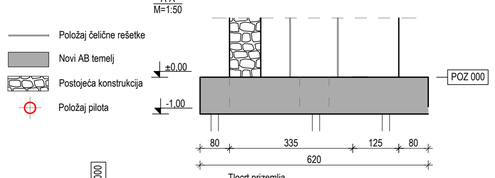
ČELIČNA KONSTRUKCIJA ZVONIKA

Tlocrt prizemlja

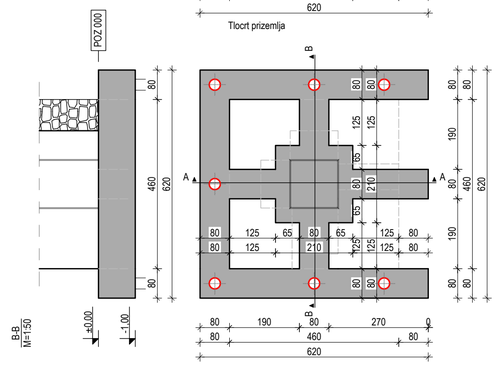


TEMELJ ZVONIKA

A-A
M=1:50

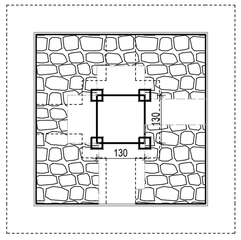


Tlocrt prizemlja

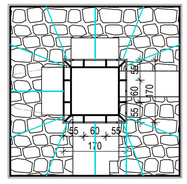


NIVOI ČELIČNE KONSTRUKCIJE

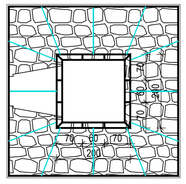
POZ 000



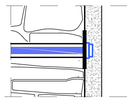
POZ 100



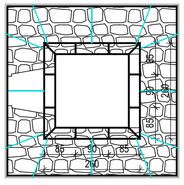
POZ 200



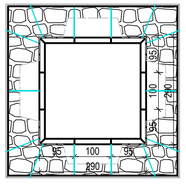
DETALJ SIDRENJA



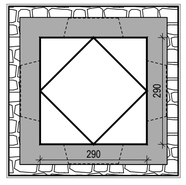
POZ 300



POZ 400

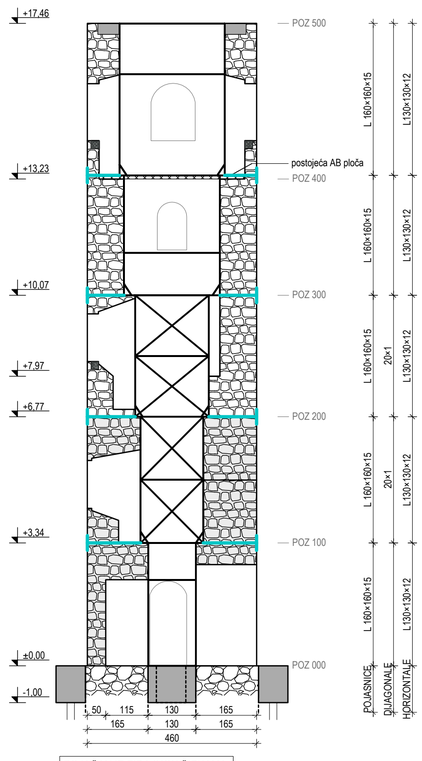


POZ 500

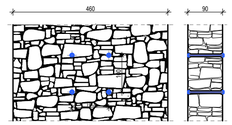


Zapadna unutarnja ploha

M. 1:50

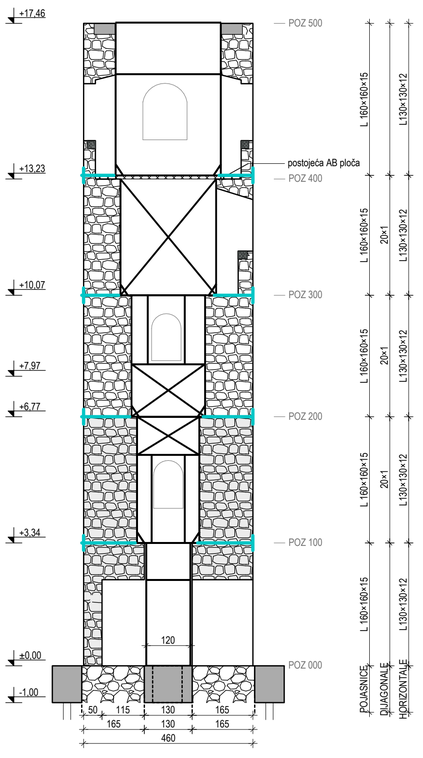


POJAČANJE ZIĐA INOX ŠIPKAMA



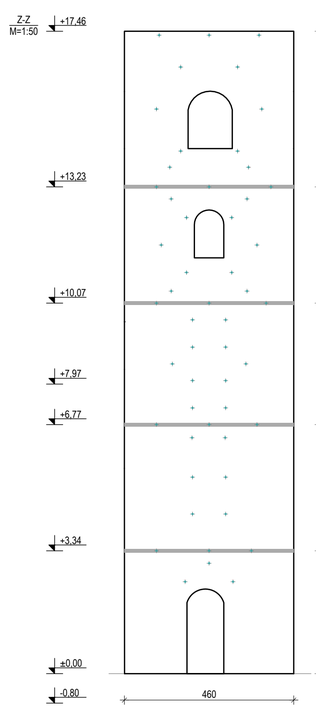
Sjeverna unutarnja ploha

M. 1:50



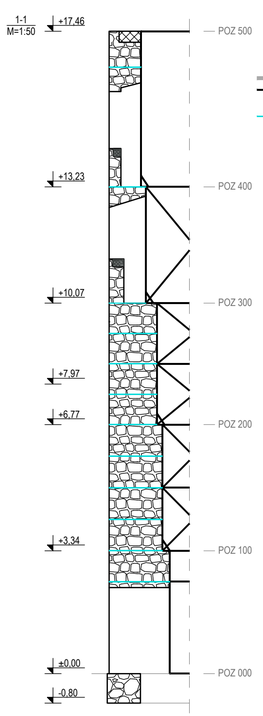
Z-Z

M=1:50



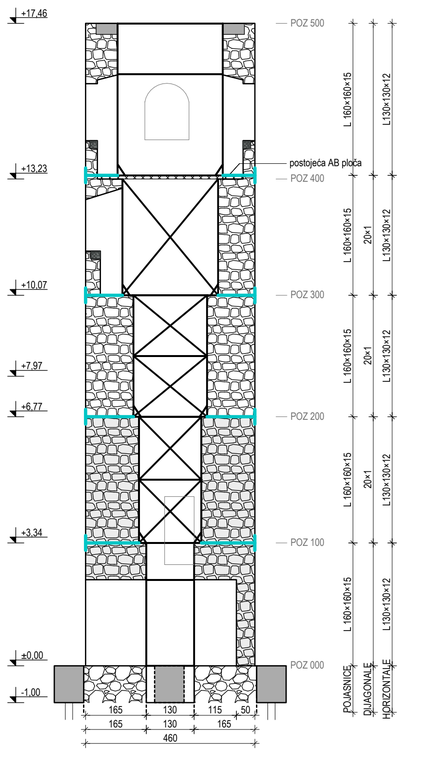
1-1

M=1:50



Južna unutarnja ploha

M. 1:50



POJAČANJE ZIDOVA- Povezivanje lica zidova inox šipkama

Čelična obujmica
Čelična konstrukcija
INOX šipke: promjer - 22 mm
duljina šipke - 90, 100, 145 i 165 cm

Šipke promjera 22 mm postavljaju se po dijagonali čelične konstrukcije, na razmaku od 100 cm. Preostale šipke promjera 22 mm postavljaju se na rasteru 1,0×1,0 m po površini zida.

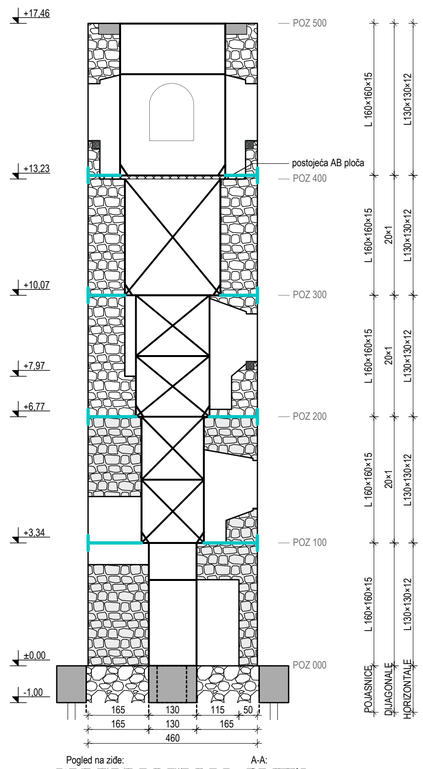
Način postavljanja:

1. Izbušiti rupu u zidu
2. Postaviti šipku
3. Injektirati mort u rupu
4. Zategnuti šipku s obje strane

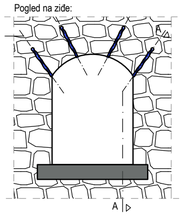
Na mjestima međupodesta, inox šipke s unutarnje strane zvonika prolaze kroz čelični profil, dok se s vanjske strane hvataju na čelični lim koji je obujmica zvonika.

Istočna unutarnja ploha

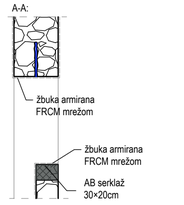
M. 1:50

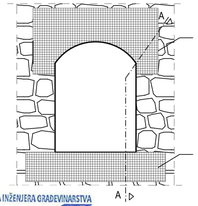


Pogled na zide:



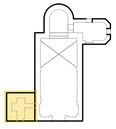
A-A:





HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl.ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3870

Toranj



ČELIČNA KONSTRUKCIJA ZVONIKA

0,00= 270,00 mnm

NAPOMENA:
Prije izrade radioničke dokumentacije izmjeriti konstrukciju na licu mjesta.

STUDIO ARHING D.O.O. ZA INŽENJERING POSLOVE U GRADITELJSTVU, ZAGREB, ĆIRE TRUHELKE 49	NAZIV NACRTA	Čelična konstrukcija zvonika	
INVESTITOR Zagrebačka nadbiskupija Župa sv. Mihaela Arkanđela Gračani, Isce 33a, 10000 Zagreb OIB: 45008624867	GLAVNI PROJEKTANT	DAMIR FORETIĆ, ing.grad.	
	PROJEKTANT	JURAJ POJATINA, dipl.ing.građ.	
	SURADNICI	DAVID ANĐIĆ, mag.ing.aedif. TAMARA HORVAT, mag.ing.aedif. KARLA MUSTAPIĆ, mag.ing.aedif.	
GRAĐEVINA CRKVA SV. MIHAELA ARKANĐELA k.č.br. 2686, k.o. 335363 Gračani	DIREKTOR	JURAJ POJATINA, dipl.ing.građ.	
	TD	09/21	
FAZA PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE	MJ 1:100	DATUM lipanj, 2021.	REV 0 / 2.0