STUDIO
ARHING

D.O.O. ZA PROJEKTIRANJE I INŽENJERING POSLOVE U GRADITELJSTVU | ĆIRE TRUHELKE 49, ZAGREB | T: 3772 480 | INFO@STUDIO-ARHING.COM | OIB: 17870151363

INVESTITOR

Župa sv. Petra apostola
Vlaška ulica 93, 10 000 Zagreb
OIB: 05995956317

GRAĐEVINA

Župna crkva sv. Petra apostola
Vlaška ulica 93, 10 000 Zagreb
k.č. 5617, k.o. Centar

NAZIV PROJEKTA

PROJEKT POJAČANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE

FAZA PROJEKTA

PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE

STRUKOVNA ODREDNICA PROJEKTA

GRAĐEVINSKI - PROJEKT KONSTRUKCIJE

MAPA

I

BROJ PROJEKTA

102/21

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

102/21

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE

David Anđić, mag.ing.aedif., G5398

Hrvatska komora inženjera građevinarstva G5398

Digitally signed by DAVID ANĐIĆ
Date: 2021.12.20 14:22:44 +01'00'

GLAVNI PROJEKTANT

Anton Biba, dipl. ing arh., A1237

SURADNICI

Tamara Horvat, mag.ing.aedif.
Petar Vrdoljak, mag.ing.aedif.
Juro Adžaga, mag.ing.aedif.
Monika Pranjić, mag.ing.aedif.

DIREKTOR

Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.

JURAJ POJATINA

Digitally signed by JURAJ POJATINA
DN: c=HR, o=HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA, 2.5.4.97=VATHR-65080653676, ou=Identification, sn=POJATINA, givenName=JURAJ, serialNumber=PNOHR-91759379755, cn=JURAJ POJATINA
Date: 2021.12.20 14:26:18 +01'00'

MJESTO

Zagreb

DATUM

studeni, 2021.

Stranica za ovjeru revidenta kvalificiranim elektroničkim potpisom

MILAN NOVKOVIĆ

Digitalno potpisao:
MILAN NOVKOVIĆ
Datum: 2021.12.20
13:45:47 +01'00'

S A D R Ž A J

PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE
PROJEKT POJAČANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE
MAPA I

I. OPĆI DIO 5

1.1 Izvadak iz sudskog registra 6
1.2 Rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva 7
1.3 Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara 10
1.4 Opći podaci o građevinskoj konstrukciji 12
1.5 Popis mapa 12
1.6 Popis projektanata i suradnika 13

II. TEHNIČKI DIO 14

1. Uvod 15

2. Tehnički opis 16

2.1 Postojeće stanje 17
2.2 Pojačano stanje 19
2.2.1 Toranj 19
2.2.2 Crkva 21
2.2.3 Krovište 23

3. Program kontrole i osiguranja kvalitete 33

3.1 Opći podaci i definicije 33
3.2 Zemljani radovi 34
3.3 Betonski i armiranobetonski radovi 35
3.4 Čelična konstrukcija 45
3.5 Drvena konstrukcija 48
3.6 Zidarski radovi 49
3.7 Nadzor 51
3.8 Mjere u slučaju nesukladnosti 53

4. Zatečena potresna otpornost 54

5. Pojačanje građevine 55

5.1 Analiza opterećenja 55
5.1.1 Vertikalna opterećenja 55
5.1.2 Horizontalna opterećenja 56
5.1.3 Geomehanički podaci o tlu 58

5.2 Toranj ... 59
5.2.1 Seizmički proračun tornja ... 59
5.2.2 Geotehnička sidra ... 73
5.2.3 Čelične grede zvona ... 74
5.2.4 Pojačanje stropnih konstrukcija narteksa ... 81
5.2.5 Provjera naprezanja na postojeće temelje ... 83
5.3 Crkva ... 84
5.3.1 Tlačna ploča ... 84
5.3.2 Seizmički proračun crkve ... 91
5.3.3 Provjera zapadnog uzdužnog zida crkve na stabilnost van ravnine ... 100
5.3.4 Velika kupola ... 105
5.3.5 Mala kupola ... 114
5.4 Pojačanje krovišta ... 115

6. Karakteristični izvedbeni detalji ... 173

6.1 Toranj ... 173
6.2 Crkva ... 184
6.4 Krovište ... 193

7. Ocjena potresne otpornosti građevina nakon pojačanja ... 200

8. Mogućnosti i uvjeti uporabe dijelova zgrade prije dovršetka obnove ... 200

9. Posebni tehnički uvjeti obnove ... 201

10. Posebni tehnički uvjeti za gospodarenje građevnim otpadom ... 205

11. Iskaz procijenjenih troškova obnove ... 205

III. TROŠKOVNIČKA SPECIFIKACIJA ... 206

IV. GRAFIČKI PRIKAZ ... 207

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 102 Trgovački sud u Zagrebu

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

1.2 Rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva

REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

KLASA: UP/I-360-01/16-01/85
URBROJ: 500-03-16-2
Zagreb, 22. ožujka 2016. godine

Hrvatska komora inženjera građevinarstva na temelju članka 26. stavka 5. i članka 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju ("Narodne novine", broj 78/15.) odlučujući o zahtjevu koji je podnio **David Anđić, Ivanec, I. G. Kovačića 7,** donosi slijedeće

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se **David Anđić, mag.ing.aedif., Zagreb, Zvonigradska 33 (kod Gudelj), OIB 55851712103,** pod rednim brojem **5398,** s danom upisa **21.03.2016**. godine.

2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva **David Anđić, mag.ing.aedif.,** stječe pravo na uporabu strukovnog naziva **"ovlašteni inženjer građevinarstva"** i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 48., 50., 53. stavak 1. i 2., 55. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje ("Narodne novine", broj 78/15.), te ostala prava i dužnosti sukladno ovom Zakonu, posebnim zakonima i propisima donesenim temeljem tih zakona, te općim aktima Komore.

3. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora inženjera građevinarstva izdaje **"pečat i iskaznicu ovlaštenog inženjera građevinarstva"**, koje su vlasništvo Komore.

Obrazloženje

Dana 15.03.2016. godine David Anđić, mag.ing.aedif., podnio je zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

U prilogu zahtjeva, podnositelj zahtjeva je podnio slijedeću dokumentaciju:
- presliku važećeg osobnog dokumenta,
- presliku diplome,
- presliku suplementa diplome,
- presliku Uvjerenja o položenom stručnom ispitu za obavljanje poslova prostornog uređenja i graditeljstva,
- dokaz o radnom stažu (Elektronički zapis o podacima evidentiranim u matičnoj evidenciji Hrvatskog zavoda za mirovinsko osiguranje),
- popis poslova u struci ovjeren od ovlaštenih inženjera građevinarstva pod čijim je nadzorom obavljao poslove,

- preslike gotovih naslovnica projekata potpisane i ovjerene od odgovornog projektanta na kojima se navode suradnici u projektiranju,
- završno mišljenje mentora u trajanju od 9 mjeseci i 13 dana,
- dokaz o uplati upisnine u iznosu od 1.000,00 kn,
- 70,00 kn Upravne pristojbe (biljezi RH),
- jednu fotografiju veličine 35x45 mm,

Prema odredbi članka 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju pravo na upis u imenik ovlaštenih arhitekata, ovlaštenih arhitekata urbanista, odnosno ovlaštenih inženjera Komore ima fizička osoba koja kumulativno ispunjava sljedeće uvjete:

1. da je završila odgovarajući preddiplomski i diplomski sveučilišni studij ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij i stekla akademski naziv magistar inženjer, ili da je završila

2. odgovarajući specijalistički diplomski stručni studij i stekla stručni naziv stručni specijalist inženjer ako je tijekom cijelog svog studija stekla najmanje 300 ECTS bodova, odnosno da je na drugi način propisan posebnim propisom stekla odgovarajući stupanj obrazovanja odgovarajuće struke,

3. da je po završetku odgovarajućeg diplomskog sveučilišnog studija ili po završetku odgovarajućeg specijalističkog diplomskog stručnog studija provela na odgovarajućim poslovima u struci najmanje dvije godine, da je po završetku odgovarajućeg diplomskog sveučilišnog studija ili odgovarajućeg specijalističkog diplomskog stručnog studija provela na odgovarajućim poslovima u struci najmanje jednu godinu, ako je uz navedeno iskustvo po završetku odgovarajućeg preddiplomskog sveučilišnog ili po završetku odgovarajućeg preddiplomskog stručnog studija stekla odgovarajuće iskustvo u struci u trajanju od najmanje tri godine, odnosno bila zaposlena na stručnim poslovima graditeljstva i/ili prostornoga uređenja u tijelima državne uprave ili jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, te zavodima za prostorno uređenje županije, odnosno Grada Zagreba najmanje deset godina,

4. da je ispunila uvjete sukladno posebnim propisima kojima se propisuje polaganje stručnog ispita.

U postupku koji je prethodio donošenju ovog rješenja izvršen je uvid u priloženu dokumentaciju i utvrđeno je da je zahtjev podnositelja osnovan, te da podnositelj udovoljava kumulativno svim uvjetima za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva koji su propisani člankom 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Podnositelj zahtjeva stekao je pravo na uporabu strukovnog naziva „ovlašteni inženjer građevinarstva" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 48., 50., 53 stavak 1. i 2., 55. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje, te ostala prava i dužnosti sukladno ovom Zakonu, posebnim zakonima i propisima donesenim temeljem tih zakona, te općim aktima Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je izvršavati navedene stručne poslove sukladno zakonu te temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštovati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Pravo na obavljanje navedenih stručnih poslova prestaje s prestankom članstva u Komori, u skladu s člankom 34. i 35. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora inženjera građevinarstva izdaje "pečat i iskaznicu ovlaštenog inženjera građevinarstva", sukladno članku 26. stavku 5. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori inženjera građevinarstva članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore, osim u slučaju mirovanja članstva i privremenog prekida obavljanja djelatnosti, a pri prestanku članstva u Komori dužan je podmiriti sve dospjele financijske

obveze prema Komori, sve sukladno članku 13. stavku 1. točki 5. Statuta Hrvatske komore inženjera građevinarstva.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva putem Hrvatske komore inženjera građevinarstva Potvrdu o polici osiguranja od profesionalne odgovornosti kod odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje na razdoblje od godine dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja plaća se sa članarinom, odnosno uračunava se u iznos članarine, sve u skladu s člankom 55. Stavcima 1. i 2. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je platiti za upis Hrvatskoj komori inženjera građevinarstva upisninu u iznosu od 1.000,00 kn sukladno članku 13. stavku 1. točki 4. Statuta Hrvatske komore inženjera građevinarstva..

Upravna pristojba plaćena je upravnim biljegom emisije Republike Hrvatske koji je zalijepljen na podnesak i poništen, u vrijednosti 20,00 kn (slovima: dvadeset kuna) prema tarifnom br. 1 i u vrijednosti od 50,00 kn (slovima: pedeset kuna), prema tar.br. 2. Zakona o upravnim pristojbama („Narodne novine" br. 8/96. 77/96. 131/97. 69/98. 66/99. 145/99. 116/00. 110/04. 150/05. 153/05. 129/06. 117/07. 25/08. 60/08. 20/10. 69/10. 126/11. 112/12. i 9/13.).

Slijedom navedenog, na temelju članaka 26. i 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju, odlučeno je kao u izreci.

Predsjednik
Hrvatske komore inženjera građevinarstva

Zvonimir Sever, dipl.ing.građ.

Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovog rješenja dopuštena je žalba koja se podnosi Ministarstvu graditeljstva i prostornoga uređenja u roku 15 dana od dana dostave rješenja. Žalba se predaje neposredno ili šalje poštom u pisanom obliku, u tri primjerka, putem tijela koje je izdalo rješenje.

Na žalbu se plaća pristojba u iznosu od 50,00 kuna državnih biljega prema Tar.br. 3. Tarife upravnih pristojbi Zakona o upravnim pristojbama („Narodne novine" broj 8/96, 77/96, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 30/00- Odluka Ustavnog suda, 116/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06, 117/07, 25/08, 60/08, 20/10, 69/10, 126/11, 112/12, 19/13, 80/13, 40/14, 69/14, 87/14, 94/14).

Dostaviti:
1. **David Anđić,**
   10000 Zagreb, Zvonigradska 33 (kod Gudelj)
2. U Zbirku isprava Komore

1.3 Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO KULTURE

UPRAVA ZA ZAŠTITU KULTURNE BAŠTINE
Klasa: UP/I-612-08/20-03/0101
Urbroj: 532-04-01-01-01/6-20-12
Zagreb, 10. srpnja 2020.

Ministarstvo kulture rješavajući o zahtjevu Davida Anđića, mag. ing. aedif. iz Zagreba, na temelju članka 100. stavka 1. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (Narodne novine br. 69/99, 51/03, 157/03, 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 11. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (Narodne novine, br. 98/18), 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. Utvrđuje se da je **David Anđić, mag. ing. aedif. iz Zagreba,** OIB 55851712103, stručno osposobljen za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara iz **članka 2. stavka 1. točke 7.** Pravilnika o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara i to za **izradu idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra** te mu se izdaje dopuštenje za obavljanje navedenih poslova.

2. Osoba iz točke 1. ovoga Rješenja dužna je o svakoj promjeni glede ispunjenja propisanih uvjeta za obavljanje poslova iz točke 1. ovoga Rješenja, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture u roku od 8 dana od nastale promjene.

3. Po izvršnosti ovoga Rješenja, osoba iz točke 1. ovoga Rješenja, upisat će se u Upisnik specijaliziranih fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara pod rednim brojem **3289.**

Obrazloženje

David Anđić, mag. ing. aedif. iz Zagreba podnio je Ministarstvu kulture zahtjev za izdavanje dopuštenja za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, sukladno Pravilniku o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (Narodne novine, br. 98/18).

Navedenom zahtjevu priložena je preslika diplome Građevinskog fakulteta u Zagrebu od 26. rujna 2013., potvrde o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva s danom upisa 21. ožujka 2016., popis poslova obavljenih na kulturnim dobrima te Izjava o poduzimanju potrebnih mjera sukladno članku 7. Pravilnika.

Stručno povjerenstvo je na temelju priložene dokumentacije i mišljenja Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu od 28. svibnja 2020., Konzervatorskog odjela u Slavonskom Brodu od 29. svibnja 2020., Konzervatorskog odjela u Zadru od 1. lipnja 2020., Konzervatorskog odjela u Puli od 22. svibnja 2020., Konzervatorskog odjela u Sisku od 2. lipnja 2020. i Konzervatorskog odjela u Požegi od 20. svibnja 2020., a sukladno članku 2. stavku 2. i članku 11. stavku 1. navedenog Pravilnika, utvrdilo da postoje propisani uvjeti za obavljanje poslova iz čl. 2. st. 1. toč. 7. Pravilnika: izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.

Fizička osoba kojoj je Ministarstvo kulture izdalo dopuštenje, dužna je poslove zaštite i očuvanja kulturnog dobra obavljati sukladno Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara i propisima donesenim na temelju toga Zakona, sukladno članku 13. stavku 1. citiranog Pravilnika. Fizička osoba kojoj je Ministarstvo kulture izdalo dopuštenje, dužna je o svakoj promjeni glede ispunjavanja uvjeta propisanih citiranim Pravilnikom i drugih podataka vezanih uz njezino poslovanje, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture u roku od osam dana od nastanka promjene radi unošenja izmjena u Upisnik, sukladno članku 12. stavku 1. citiranog Pravilnika.

Sukladno članku 100. stavku 5. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara i članku 11. stavku 3. citiranog Pravilnika, a po izvršnosti ovoga Rješenja, upisat će se David Anđić, mag. ing. aedif. u Upisnik specijaliziranih fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, u kojemu će se evidentirati za koje je poslove ista dobila dopuštenje.

Iz gore navedenih razloga riješeno je kao u izreci ovoga Rješenja.

Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovog Rješenja nije dopuštena žalba, ali se može pokrenuti upravni spor tužbom nadležnom Upravnom sudu. Tužba se podnosi u roku od 30 dana od dana dostave ovog rješenja. Tužba se predaje nadležnom Upravnom sudu neposredno u pisanom obliku, usmeno na zapisnik ili se šalje poštom. Uz tužbu se dostavlja izvornik ili preslika ovoga Rješenja za Upravni sud, prijepis tužbe i priloga za tuženika, a ako ih ima i za svaku zainteresiranu osobu.

POMOĆNIK MINISTRICE

Davor Trupković, dipl. ing. arh.

Dostavlja se:
1. David Anđić, mag.ing.aedif., Zvonigradska 33, 10000 Zagreb (s povratnicom)
2. Konzervatorski odjeli Ministarstva kulture, svi
3. Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu
4. Upisnik fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, ovdje
5. Spis predmeta, ovdje

1.4 Opći podaci o građevinskoj konstrukciji

Vlasnik:	Župa sv. Petra apostola
Adresa:	Vlaška ulica 93, 10000 Zagreb
OIB:	05995956317
Naziv građevine:	Župna crkva sv. Petra apostola
Adresa:	Vlaška ulica 93, 10000 Zagreb
Lokacija:	k.č. 5617, k.o. Centar

1.5 Popis mapa

POPIS SVIH PROJEKTANATA KOJI SU SUDJELOVALI U IZRADI PROJEKTA

1.	DAVID ANĐIĆ, mag.ing.aedif	- GRAĐEVINSKI PROJEKT
2.	ANTON BIBA, dipl.ing.arh	- ARHITEKTONSKI PROJEKT
3.	ANTON BIBA, dipl.ing.arh	- IZVEDBENI TROŠKOVNIK

POPIS SVIH MAPA :

I MAPA broj 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT T.D. 102/21
STUDIO ARHING d.o.o., ĆIRE TRUHELKE 49, Zagreb
Projektant: David Anđić, mag.ing.aedif. ovl.inženjer građevinarstva G 5398

II MAPA broj 2 - ARHITEKTONSKI PROJEKT T.D.15/2021
ARBI d.o.o., Kaptol 20, 10000 Zagreb
Projektant: Anton Biba, dipl.ing.arh. ovl.arhitekt A 1237

III MAPA broj 3 – IZVEDBENI TROŠKOVNIK T.D.15/2021
ARBI d.o.o., Kaptol 20, 10000 Zagreb
Projektant: Anton Biba, dipl.ing.arh. ovl.arhitekt A 1237

ZAJEDNIČKA OZNAKA SVIH MAPA (ZOP) : 102/21

GLAVNI PROJEKTANT OBNOVE: Anton Biba, dipl.ing.arh. ovl.arhitekt A 1237

1.6 Popis projektanata i suradnika

Mapa:	I –Građevinski projekt
Projekt:	Projekt obnove konstrukcije zgrade
Projektantski ured:	Studio Arhing d.o.o., Ćire Truhelke 49, Zagreb
OIB:	17870151363
Projektirani dio zgrade:	Projekt pojačanja građevinske konstrukcije
Projektant:	David Anđić, mag.ing.aedif., G5398
Suradnici:	Tamara Horvat, mag.ing.aedif.
	Petar Vrdoljak, mag.ing.aedif.
	Juro Adžaga, mag.ing.aedif.
	Monika Pranjić, mag.ing.aedif.

Projektant :
David Anđić, mag.ing.aedif.



Zagreb, studeni 2021.

II. TEHNIČKI DIO

1. Uvod

Župna crkva sv. Petra apostola smještena u Vlaškoj ulici u Zagrebu na broju 93 oštećena je u potresima u ožujku i prosincu 2020. godine. U brzom pregledu građevina je ocijenjena kao uporabljiva (zelena naljepnica), uz napomenu da treba provesti detaljan pregled radi utvrđivanja svih oštećenja te je privremeno bio zatvoren dio broda crkve. Izvedeni su hitni radovi na koru gdje su poduprijeti lukovi te je postavljena skela unutar broda crkve ispod središnje (velike) kupole. Projekt obnove konstrukcije izvodi se na temelju Elaborata ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije (Studio Arhing d.o.o, listopad 2021.) koji obuhvaća detaljan vizualni pregled s utvrđivanjem pozicija i jačine oštećenja nosive i nenosive konstrukcije zgrade. Zaključak je kako je zgrada u potresu značajno oštećena čime se, prema Tehničkom propisu, zahtijevaju radovi Razine 3, odnosno pojačanje konstrukcije. Sadržaj ovog projekta obnove oblikovan je 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:

- Program kontrole i osiguranja kvalitete
- Tehnički opis
- Zatečena potresna otpornost
- Zahvati pojačanja građevine
- Ocjena potresne otpornosti građevina nakon pojačanja
- Posebni tehnički uvjeti obnove
- Posebni tehnički uvjeti za gospodarenje građevinskim otpadom
- Iskaz procijenjenih troškova obnove
- Troškovnička specifikacija s detaljnim opisom svih neophodnih radova
- Grafički prilog

2. Tehnički opis

Župna crkva sv. Petra apostola nalazi se na adresi Vlaška ulica 93 u Zagrebu, na katastarskoj čestici 5617, k.o. Centar. Čestica svojim oblikom prati geometriju crkve te je površine 800m2. Župna crkva je upisana u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske - Listu pojedinačnih zaštićenih kulturnih dobara pod brojem Z-0673. S obzirom na razred važnosti, građevina je svrstana u razred III, odnosno u zgrade čije je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem (mjesto okupljanja velikog broja ljudi).

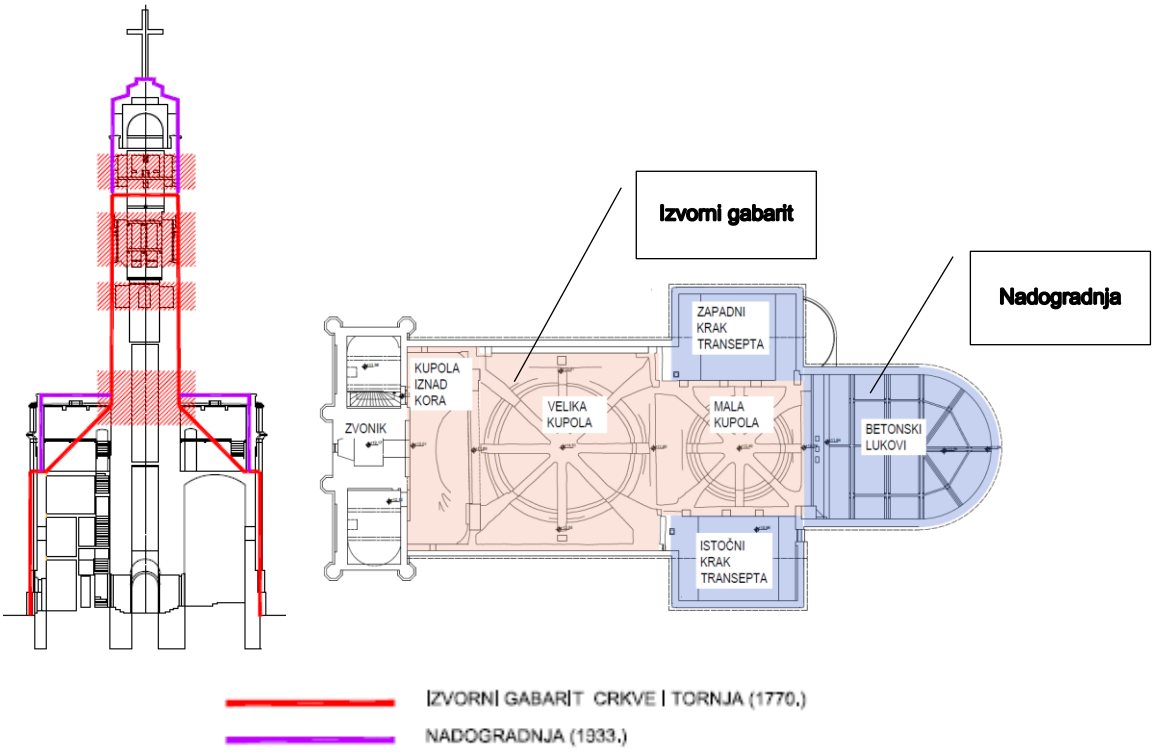


Slika 4-1 Smještaj građevine u prostoru (izvor: katastar.hr)

Tehničko rješenje pojačanja građevinske konstrukcije uključuje betoniranje novih zidova u tornju, torkretiranje nosivih zidova narteksa, izvedbu novih međukatnih konstrukcija narteksa, stabilizacije kupola, dodatno povezivanje postojećih betonskih i zidanih elemenata te popravak i sanaciju pukotina. Također se izvodi pojačanje uzdužnih zidova crkve te globalna stabilizacija krovišta crkve.
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.

2.1 Postojeće stanje

Crkva se sastoji od svetišta, glavnog broda, transepta te ulaznog dijela nad kojim se nalazi toranj te kor crkve. Tlocrtna površina građevne čestice iznosi 800 m^2 te prati gabarite građevine. Dimenzije osnovnog gabarita zgrade (nepravilan pravokutni oblik) približno su 48,70 × 23,30 m (najdulje stranice), a tlocrtna bruto površina je 800,0 m^2. Bruto razvijena površina cijele građevine iznosi 1368,66 m^2. Visina crkve mjerena od najniže kote uređenog terena do vrha sljemena na kosom krovu je 20,30 m, a visine vijenca su približno 11,40 m. Toranj je ukupne visine 42,81 m.
Građevina je sagrađena oko 1770. godine, a dograđivana 1930-ih prilikom čega je dograđen dio tornja, svetište, 2 bočne kapele te novi župni dvor.



Slika 4-2 Povijesna shema faznosti izgradnje

Osnovni nosivi sustav crkve za preuzimanje horizontalnih djelovanja izveden je kao ziđe od opeke u širini 60 - 95 cm, bez vertikalnih i horizontalnih serklaža. Visina zidova crkve iznosi 11,4 m. Debljina zidanog zida tornja iznosi 200 cm u podnožju do 60 cm na vrhu tornja, postepeno se smanjujući visinom. Iznad svetišta nalazi se svod ovješen za armiranobetonske grede, dok se iznad lađe crkve nalaze zidane kupole. Nad krakovima transepta nalaze se armiranobetonski roštiljni sustav. Međukatne konstrukcije narteksa zapadne strane čine, počevši od krovne konstrukcije, armirano betonska ploča debljine 12 cm na gredama b/h= 35/35cm, čelična konstrukcija, drveni grednik b/h/e=14/18/80 cm, armiranobetonska ploča debljine 12 cm. Međukatne konstrukcije narteksa istočne strane čine, počevši od krovne konstrukcije, armirano betonska ploča debljine 12 cm na gredama b/h= 35/35cm, čelična konstrukcija, tlačna armiranobetonska ploča iznad zidanog svoda. Lukovi iznad prezbiterija izvedeni su od armiranog betona. Krovište je drveno, kombinacija visulje i stolice, u dotrajalom stanju. Pokrov građevine je lim.



Slika 4-3 Južno pročelje crkve sa zvonikom (izvor:licegrada.hr)

Elaboratom ocjene postojećeg stanja građevine utvrđeno je da je građevina u potresu značajno oštećena (kategorija III prema EMS 98) te da ne posjeduje potrebnu potresnu otpornost prema važećoj tehničkoj regulativi. U nastavku se daje opis utvrđenih mehanizama oštećenja.

1. Velika vitkost gornjeg dijela tornja – zvonika te neomeđena opečna struktura zidova osnovni je uzrok manjih oštećenja u vidu pukotina na kritičnim područjima visine tornja: vijenac zapadne i istočne dogradnje, područja oslabljenja zidova otvorima - bifora i zvona (vidi shemu na nacrtu)

2. Glavni uzdužni zidovi crkve su bočno nedovoljno kruti, te razmicanjem prema van uzrokuju nestabilnost velike zidane kupole. Pukotine na kupoli su paralelne sa istima, te potvrđuju navedeni mehanizam oštećenja (vidi shemu na nacrtu)

3. Drveno krovište je dotrajalo, te su utvrđena manja odstupanja u geometriji sustava kao i lokalno deformirani elementi. Navedeno nema neposrednog utjecaja na globalnu stabilnost krovišta, ali značajno smanjuje protupotresni kapacitet i nosivost za veća opterećenja snijegom.

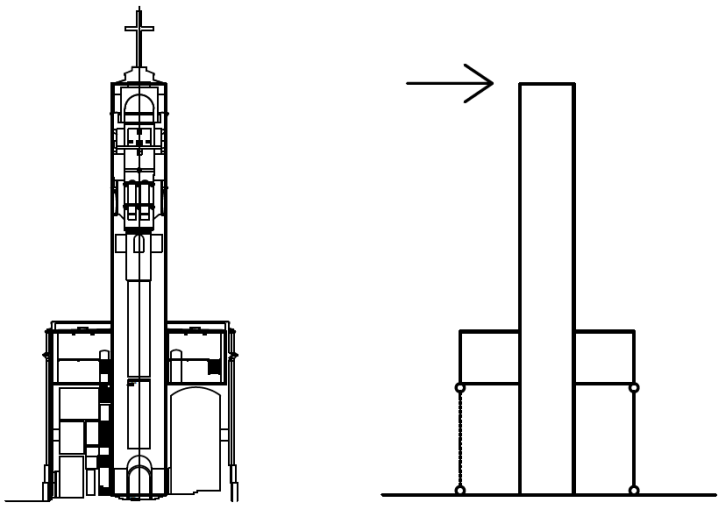
4. Od ostalih značajnih oštećenja ističu se pukotine glavnih lukova crkve u oba ortogonalna smjera većinom u tjemenima, te dodatno u središnjem trećinskom dijelu luka.

Prema Tehničkom propisu o izmjenama i dopunama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije - Prilog III, Razine obnove potresom oštećenih konstrukcija zgrada u odnosu na mehaničku otpornost i stabilnost (NN 17/17, 75/20) te prema Zakonu o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije – (NN 102/20) i (NN 10/21), izvodi se cjelovita obnova zgrade uz popravak konstrukcije uz pojačanja kojima se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade na potresno djelovanje – razina 3. Navedena razina podrazumijeva pojačanje konstrukcije da se postigne mehanička otpornost i stabilnost zgrade u odnosu na potresno djelovanje za poredbenu vjerojatnost premašaja od 20% u 50 godina, tj. povratni period od 225 godina za granično stanje znatnog oštećenja. Projektirani vijek uporabe iznosi 50 godina. Zahvati kojima se postiže navedena mehanička otpornost opisani su u nastavku.

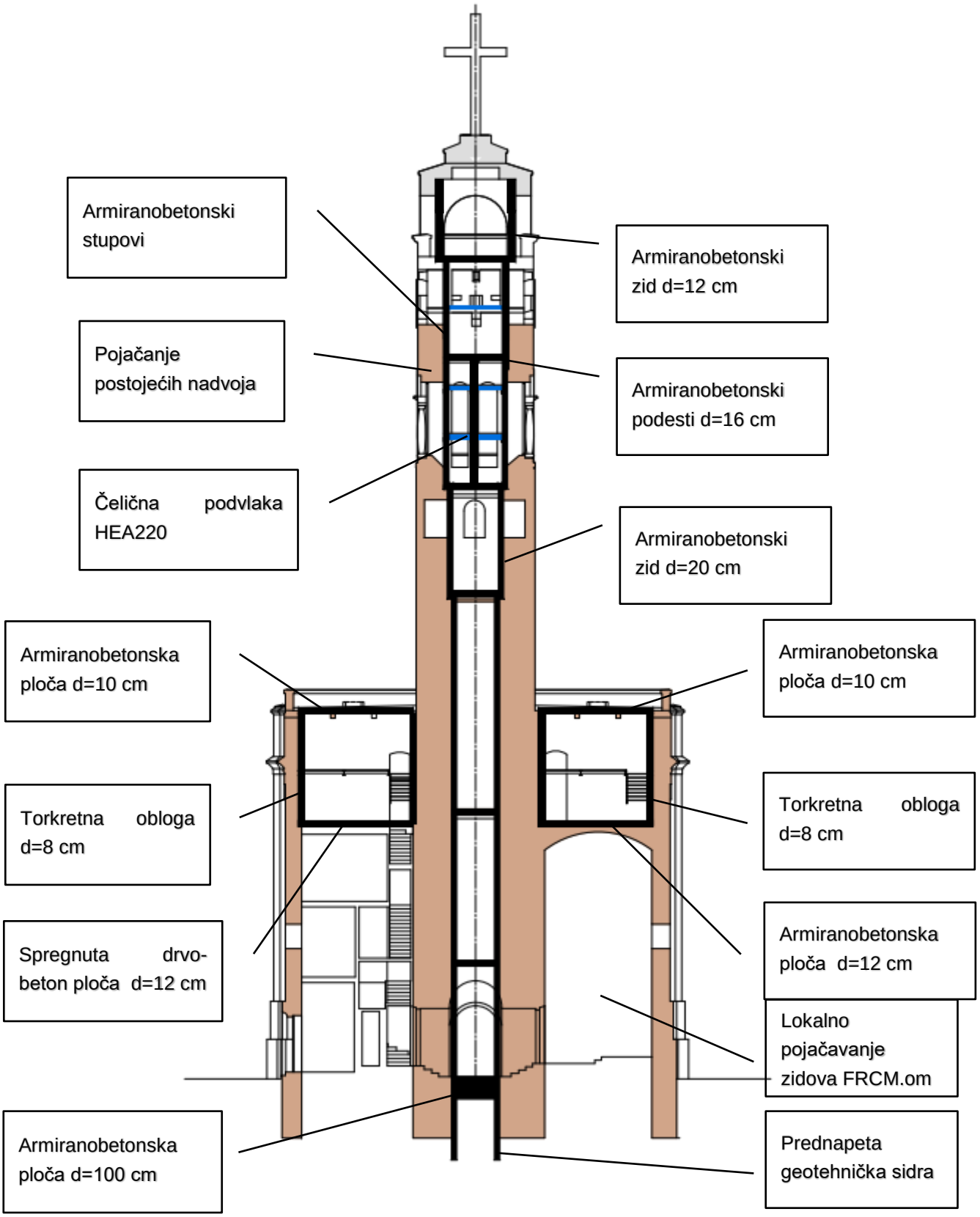
2.2 Pojačano stanje

2.2.1 Toranj

Sa svrhom poboljšanja mehaničke otpornosti i stabilnosti tornja, uz neomeđene zidane zidove, izvode se armiranobetonski zidovi debljine 20 cm s unutrašnje strane tornja do kote +26,88 m nakon čega se izvode stupovi dimenzija 35×40 cm u uglovima te na međuprozorskom stupcu. Stupovi se protežu do visine +37,29m nakon čega se izvode armiranobetonski zidovi debljine 12 cm. Zidovi se u podnožju sidre u novu armiranobetonsku ploču debljine d=100 cm preko kojih se opterećenje prenosi u tlo prednapetnim štapnim sidrima. Na mjestima postojećih podesta zvonika izvode se nove armiranobetonske ploče debljine 16 cm. Kao dio rješenja stabilizacije tornja, izvode se armiranobetonske ploče debljine 16 cm te 12 cm na međukatnim konstrukcijama narteksa. Na zapadnom dijelu, armiranobetonska ploča, debljine 12 cm, spreže se sa postojećim drvenim grednikom, dok se na istočnom dijelu izvodi kao tlačna ploča, debljine 12 cm povrh postojeće međukatne konstrukcije. Zidovi narteksa se iznad novoizvedenih armiranobetonskih elemenata pojačavaju torkretiranjem u debljini 8 cm. Na vrhu narteksa se po postojećoj ploči izvodi tlačna ploča debljine 10 cm. Postojeće pukotine u tornju injektiraju se, dok se svi nadvoji pojačavaju ugradnjom spiralnih čeličnih šipki. Postojeća čelična potkonstrukcija zvona zamjenjuje se čeličnim gredama HEA220.



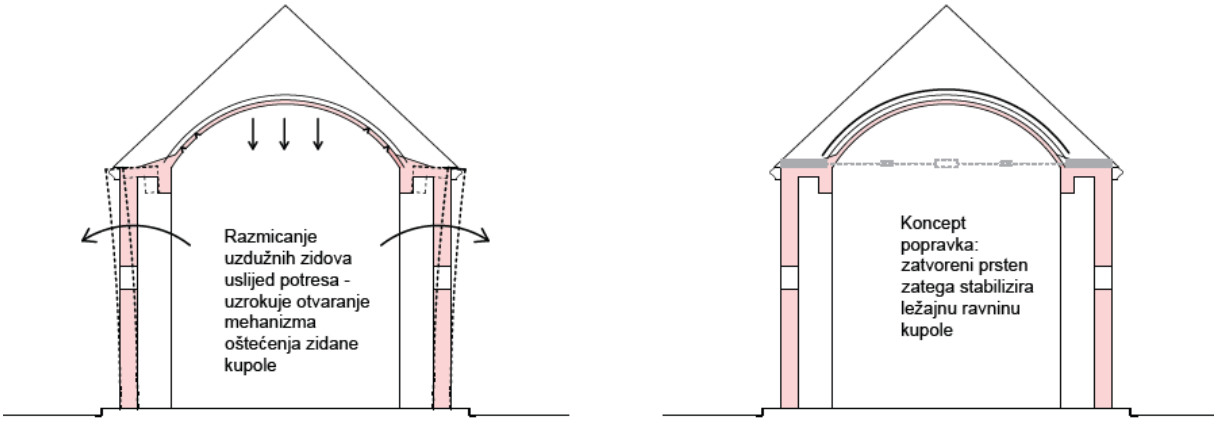
Slika 2-4 Statička shema pojačanja tornja na horizontalna djelovanja



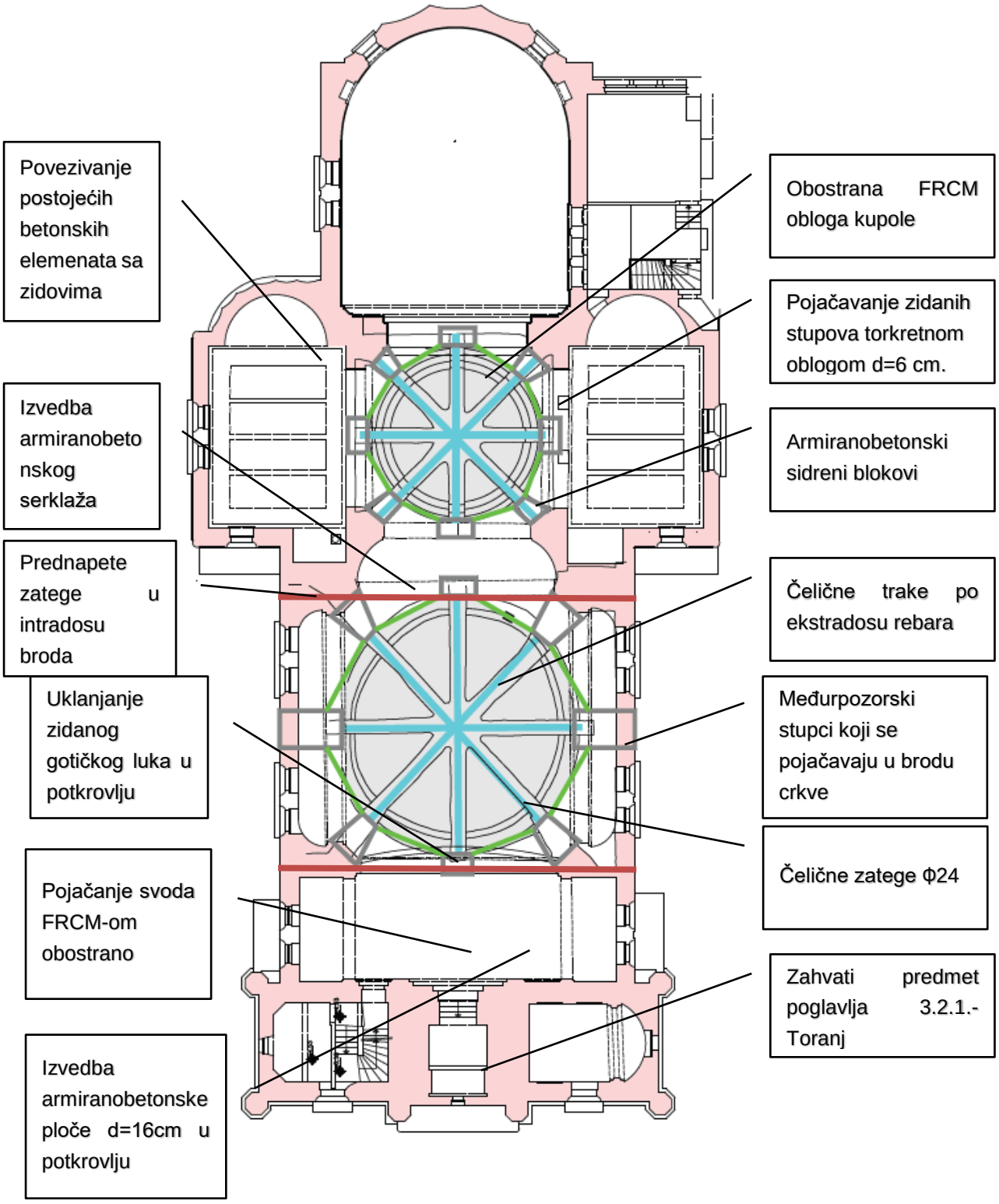
Slika 2-5 Grafički prikaz i opis zahvata na tornju

2.2.2 Crkva

Zahvati na crkvi primarno se odnose na radove u potkrovlju, odnosno na stabilizaciju zidanih kupola crkve. Stabilizacija se izvodi injektiranjem postojećih pukotina, pojačavanjem armiranom žbukom sa obje strane velike i male kupole te svoda kora, postavljanjem čeličnih traka po izvodnicama male i velike kupole, koje se sidre u nove armiranobetonske blokove koji se nalaze na petama izvodnica kupola. Armiranobetonski blokovi djeluju i kao sidrište čeličnim zategama Φ24 koje prate geometriju pete kupole. Blokovi su povezani sa novim horizontalnim serklažima visine 12 cm koji se izvode povrh lukova svodova. Postojeći se betonski elementi dodatno povezuju čeličnim sidrenim šipkama sa zidovima, dok se svod kora pojačava armiranom žbukom. Lukovi oslonci kupola u poprečnom se smjeru pojačavaju prednapetim zategama promjera 19mm u intradosu. Isto se rješenje prilagođava geometriji i primjenjuje na maloj kupoli. U međuprozorskim stupcima otvora na uzdužnim zidovima crkve ugrađuju se armaturne šipke Ø8 u svaku drugu sljubnicu, od poda crkve do visine peta lučnih nadvoja prozora. Postojeće pukotine u lukovima i zidovima injektiraju se, a svi se nadvoji pojačavaju ugradnjom spiralnih čeličnih šipki. Također se uklanja zidani gotički luk koji se nalazi u potkrovlju, na južnom dijelu velike kupole. Prilikom uklanjanja istog potrebno je privremeno pridržati konstrukciju krovišta. Svi se zidani stupovi u potkrovlju crkve pojačavaju torkretnom oblogom debljine 6cm po cijelom plaštu.



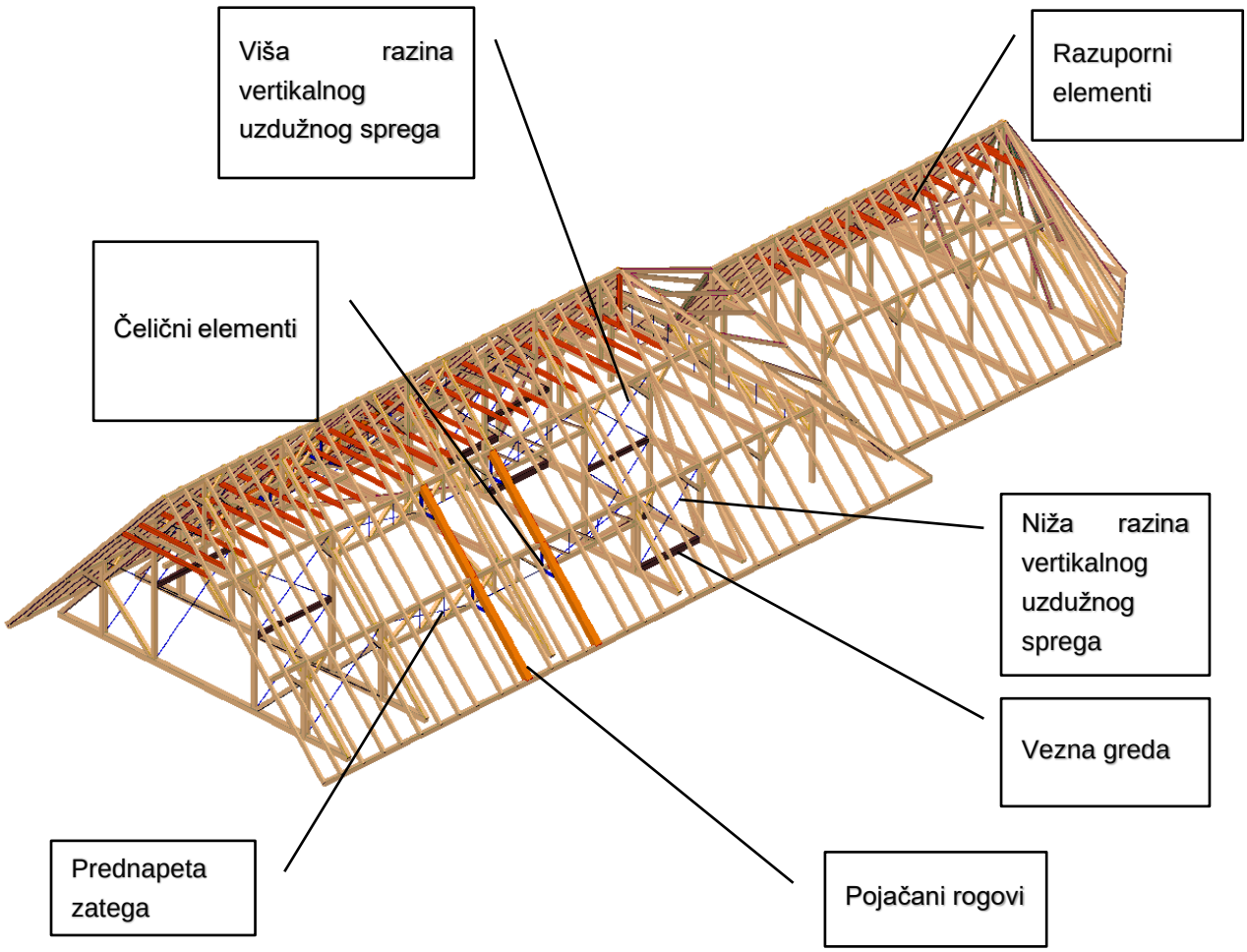
Slika 2-6 Statička shema pojačanja svodova



Slika 2-7 Grafički prikaz i opis zahvata na crkvi

2.2.3 Krovište

Krovište crkve je klasično drveno, sustava visulje i u pojedinim linijama stolice. Spojeve krovišta potrebno je pojačati, te se predviđa segmentna zamjena dotrajale nazidne grede i zamjena veznih greda visulje kod oslonaca u dužini od 150 cm. U cilju globalne stabilizacije krovišta izvode se pojačanja u četiri uzdužne linije. Koriste se postojeće rešetkaste podrožnice koje se pojačavaju ugradnjom čeličnih prednapetih zatega Φ14. Na mjestu promjene kuta novih zatega, vertikalni elementi rešetke pojačavaju se ugradnjom 2 U80 profila te se taj čvor prihvaća za postojeći rog pojačan fosnama debljine 8 cm pomoću čeličnog užeta čeličnog U80 profila. Također se izvode uzdužno vertikalni spregovi Ø16 u dvije razine. U nižoj se razini nalazi jedan spreg, dok u višoj dva sprega. U dijelu krovišta prema crkvi, u polju uzdužnih spregova, postavlja se vezna greda 16/20 cm. Svim postojećim rogovima dodaju se razuporni elementi krovne konstrukcije na visini 2,3 m od sljemena. Provodi se segmentna zamjena dotrajale nazidne grede te zamjena veznih greda visulje u dužini od 150 cm.



Slika 4-1 Grafički prikaz i opis krovišta

Djelovanja na konstrukciju

Prilikom proračuna, u obzir se uzimaju sva predviđena djelovanja, sukladno namjeni građevine: stalno djelovanje, uporabno djelovanje, snijeg, vjetar i potres.

Lokacija ima sljedeće parametre pojedinih djelovanja:

1. snijeg:	s_k = 1,25 kN/m^2	
2. vjetar:	$v_{b,0}$ = 20 m/s	(brzina vjetra, 10-minutna)
3. potres	a_g = 0,25·g m/s^2	(ubrzanje tla, 475 –godišnji povratni period)
	a_g = 0,18·g m/s^2	(ubrzanje tla, 225 –godišnji povratni period)

Materijal, klase izloženosti i zaštitni sloj

Beton:	C25/30, C 30/37 (HRN EN 206-1:2006)	
Armatura:	B500B, B500A (HRN EN 10080:2005)	
Zaštitni slojevi:	temelji	c = 4,0 cm
	zidovi	c = 2,0 cm
Čelik:	S235, S355	
Drvo:	C18, C22	
Užad:	fu=1770 N/mm^2	
Armirana žbuka:	160g/m^2, 200 g/m^2	
Torkret:	C25/30	

Norme za proračun

Važeća tehnička regulativa za sve elemente konstrukcije su norme niza EN (Euronorme), uz primjenu važećih nacionalnih dodataka (NA). Sve norme za proračun su navedene u pripadajućem *Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20).*

Održavanje konstrukcije

Radnje u okviru održavanja konstrukcije treba provoditi prema odredbama *Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20)* i normama na koje upućuje navedeni Propis te odgovarajućom primjenom odredbi ostalih važećih propisa.

Suglasno normi HRN EN 1991-1 konstrukciju građevine koja je predmet projektiranja ovim projektom treba svrstati u treći razred što znači da je zahtijevani proračunski uporabni vijek ove građevine 50 godina.

Redovite preglede konstrukcije u svrhu održavanja iste provoditi ne rjeđe od 10 godina. Redoviti pregled uključuje najmanje: vizualni pregled, utvrđivanje zaštitnog sloja armature, utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata.
Prilikom izvođenja radova pridržavati se mjera zaštite na radu te kontrole kvalitete materijala i izvođenja radova iz programa kontrole i osiguranja kvalitete.

Sastavio:
David Anđić, mag.ing.aedif.

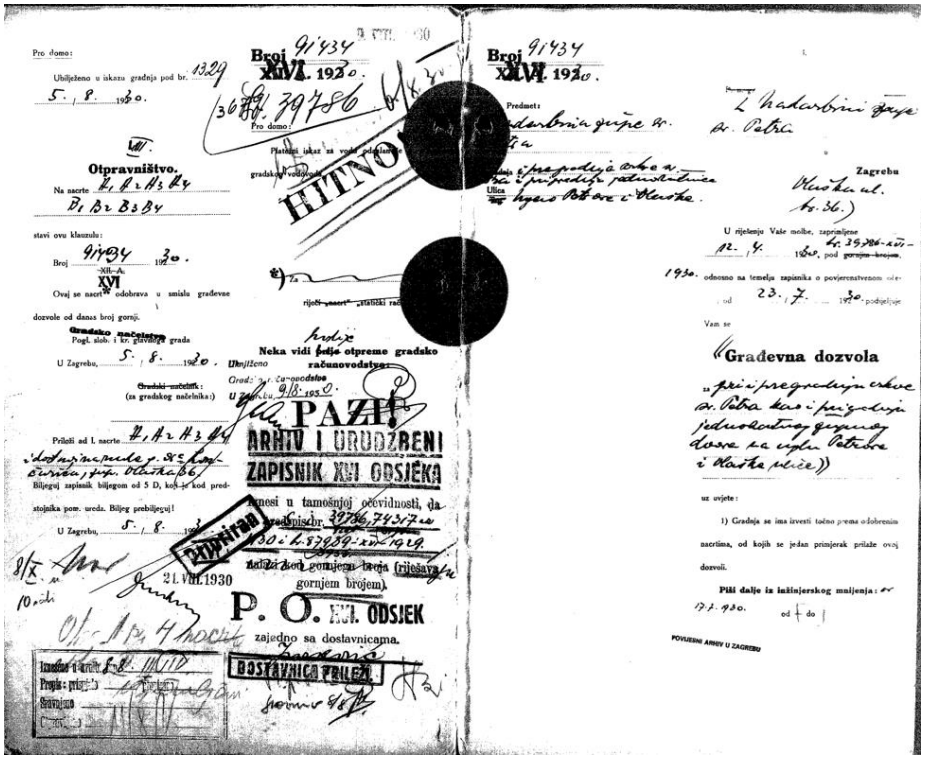


Zagreb, studeni 2021.

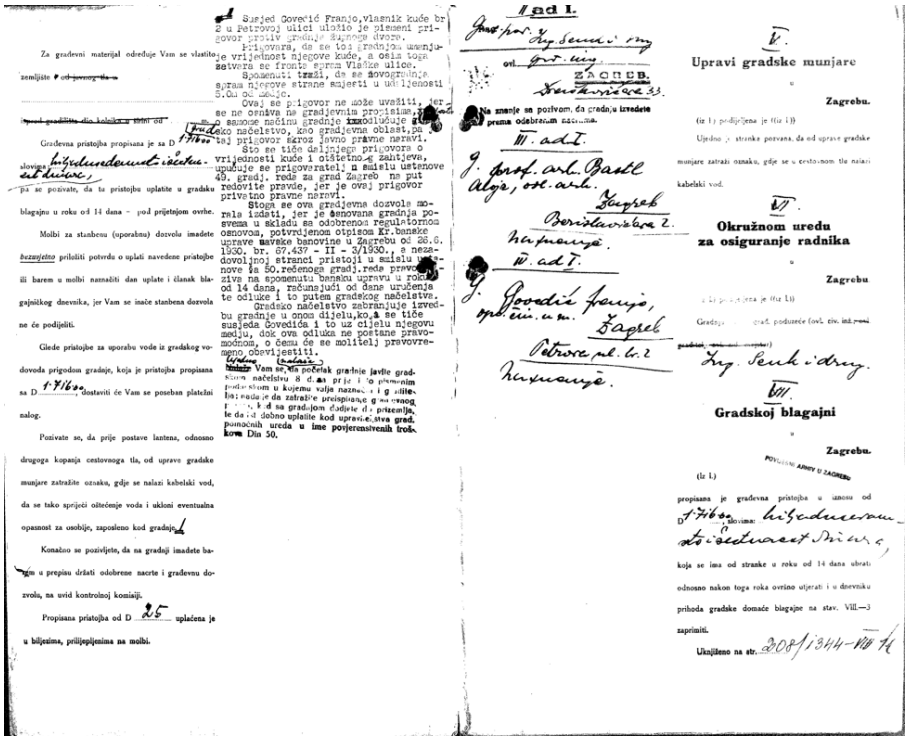
U nastavku se daje dokaz o izgrađenosti na izvatku iz katastra iz 1862. (Habsburška monarhija), originalne građevinska i uporabna dozvola te fotografije prije i nakon dogradnje crkve



Slika 4-8 Katastarske mape Habsburške Monarhije- 1862. godina



Pro domo:
Ubilježeno u iskazu građnja pod br. 1329
5. 8. 1930.
Broj 91434 XXVI. 1930.
Pro domo
Otpravništvo.
Na nacrte I, II, III, IV
V, VI, VII, VIII
stavi ovu klauzulu:
Broj 91434 1930. XII-a. XVI
Ovaj se nacrt odobrava u smislu građevne dozvole od danas broj gornji.
Gradsko načelstvo Pogl. slob. i kr. glavnoga grada
U Zagrebu, 5. 8. 1930.
Gradski načelnik: (za gradskog načelnika:)
Prilozi ad I. nacrte I, II, III, IV
Bilježi zapisnik biljegom od 5 D, koji je kod predstojnika pom. ureda. Biljeg prebilježuj!
U Zagrebu, 5. 8. 1930.
PAZITI
ARHIV I URUDŽBENI
ZAPISNIK XVI ODSJEKA
Primljeno 21. VIII. 1930
P. O. XVI. ODSJEK
zajedno sa doslavnicama.
DOSTAVNICA PRILOŽI.
Izručeno u smislu 5. VIII. 1930
Prepis: prijepis
Sravnjeno
Broj 91434 XXVI. 1930.
Predmet: Građevna dozvola za
Ulica
Zagrebu
U rješenju Vaše molbe, zaprimljene 12. 4. 1930, pod gornjim brojem, odnosno na temelju zapisnika o povjerenstvenom očevidu od 23. 7. 1930. podijeljuje Vam se
Građevna dozvola
uz uvjete:
1) Građnja se ima izvesti točno prema odobrenim nacrtima, od kojih se jedan primjerak pritače ovoj dozvoli.
Pišl dalje iz inžinjerskog mnijenja: 17. 7. 930.
od do
POVJERENI ARHIV U ZAGREBU



Za građevni materijal odredjuje Vam se vlastito zemljište
Građevna pristojba propisana je sa D 1·7160 slovima hiljadusedamsto šezdeset
ju se pozivate, da te pristojbu uplatite u gradsku blagajnu u roku od 14 dana - pod prijetnjom ovrhe.
Molbi za stanbenu (uporabnu) dozvolu imadete bezuvjetno priložiti potvrdu o uplati navedene pristojbe ili barem u molbi nazna iti dan uplate i članak blagajničkog dnevnika, jer Vam se inače stanbena dozvola ne će podijeliti.
Glede pristojbe za uporabu vode iz gradskog vodovoda prigodom gradnje, koja je pristojba propisana sa D 1·7160, dostaviti će Vam se poseban platežni nalog.
Pozivate se, da prije postave lantena, odnosno drugoga kopanja cestovnoga tla, od uprave gradske munjare zatražite oznaku, gdje se nalazi kabelski vod, da se tako sprječi oštećenje vode i ukloni eventualna opasnost za osobije, zaposleno kod gradnje.
Konačno se pozivljete, da na gradnji imadete bezuvjetno u prepisu držati odobrene nacrte i građevnu dozvolu, na uvid kontrolnoj komisiji.
Propisana pristojba od D 25 uplaćena je u biljezima, priliepljenima na molbi.

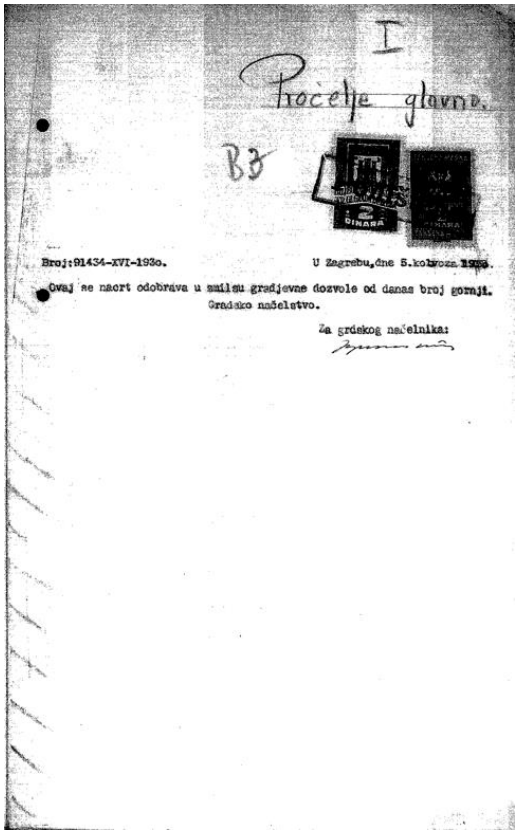
Susjed Govedić Franjo, vlasnik kuće br. 2 u Petrovoj ulici uložio je pismeni prigovor protiv gradnje župnog dvora.
Prigovara, da se toj gradnji umanjuje vrijednost njegove kuće, a osim toga zatvara se front spram Vlaške ulice.
Spominje, traži, da se dovogradnje spram njegove strane saseti u udaljenosti 5.0m od međe.
Ovaj se prigovor ne može uvažiti, jer se ne odnaša na gradjevnim propisima, već samo načinu gradnje uzrokuje gradsko načelstvo, kao gradjevna oblast, pa ovaj prigovor kroz javno pravne neravi.
Što se tiče daljnjeg prigovora o vrijednosti kuće i oštećenju zahtjeva, upućuje se prigovratelj u smislu ustanove 49. građ. reda za grad Zagreb na put redovite pravde, jer je ovaj prigovor privatno pravne naravi.
Stoga se ova gradjevna dozvola morala izdati, jer je sastavna gradnja posvema u skladu sa odobrenom regulatornom osnovom, potvrdjenom otpisom Kr. banske uprave banovine u Zagrebu od 28.6. 1930. br. 67.437 - II - 3/1930., a nezadovoljnoj stranci pristoji u smislu ustanove za 50.redenoga gradj.reda pravo žalbe na spomenutu banalu upravu u roku od 14 dana, računajući od dana uručenja te odluke i to putem gradskog načelstva.
Gradsko načelstvo zabranjuje izvedbu gradnje u onom dijelu,ko,a se tiče susjeda Govedića i to uz cijelu njegovu među, dok ova odluka ne postane pravomoćnom, o čemu će se molitelj pravovremeno obavijestiti.
Vam se na početak gradnje javite gradskom načelstvu 8 d. prije i to pismenim putem, kojemu valja naznačiti ulicu, broj zemljišta; radje je da zatražite preispravak g. ovoga, te da sa gradjom dodjete do prizemlja, dobro uplatite kod uprave grad. punoćnih ureda u ime povjerenstvenih troškova Din 50.

1 ad I.
ZAGREB.
III. adt.
Zagreb
II. adt.
Žagreb
Petrove pl. br. 2
Žagreb

V.
Upravi gradske munjare
Zagrebu.
(iz I.) podijeljena je (iz I.))
Ujedno je stranke pozvana, da od uprave gradske munjare zatraži oznaku, gdje se u cestovnom tlu nalazi kabelski vod.

VI.
Okružnom uredu za osiguranje radnika
Zagrebu.

VII.
Gradskoj blagajni
Zagrebu.
POVJERENI ARHIV U ZAGREBU
(iz I.)
propisana je gradevna pristojba u iznosu od D 1·7160, slovima hiljadusedamsto šezdeset
koja se ima od stranke u roku od 14 dana ubrati odnosno nakon toga roka ovrhino utjerati i u dnevniku prihoda gradske domaće blagajne na stav. VIII.—3 zaprimiti.
Ukjiženo na str. 308/1344-VII 1/1

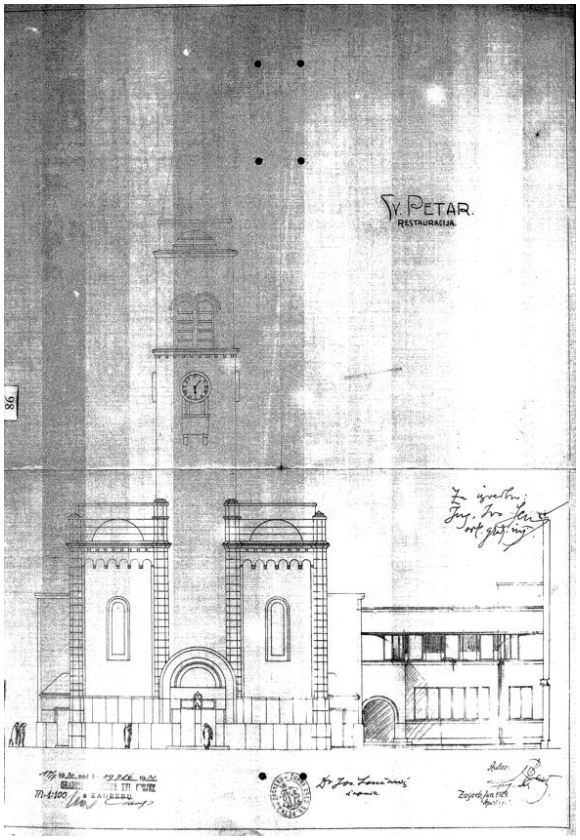

I

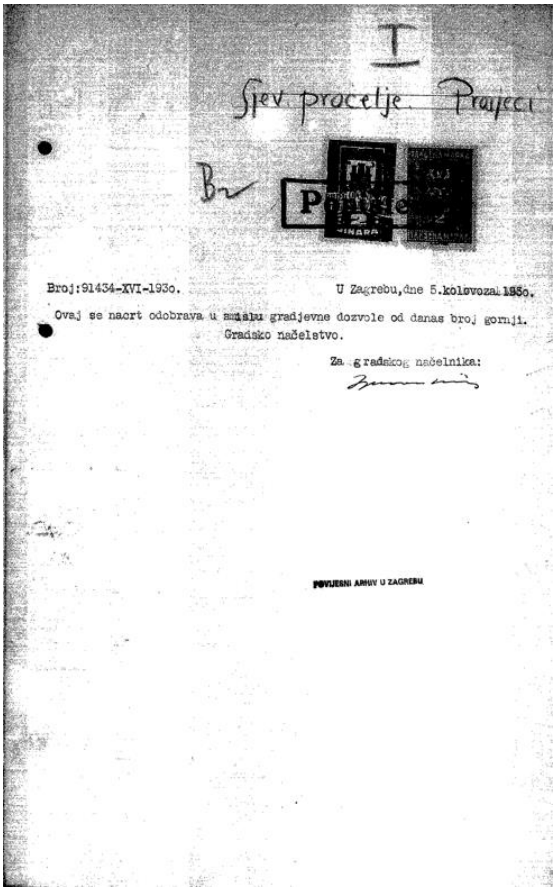
Pročelje glavno.

Broj:91434-XVI-193o. U Zagrebu, dne 5.kolovoza 1930.

Ovaj se nacrt odobrava u smislu gradjevne dozvole od danas broj gornji.
Gradsko načelstvo.

Za gradskog načelnika:




I

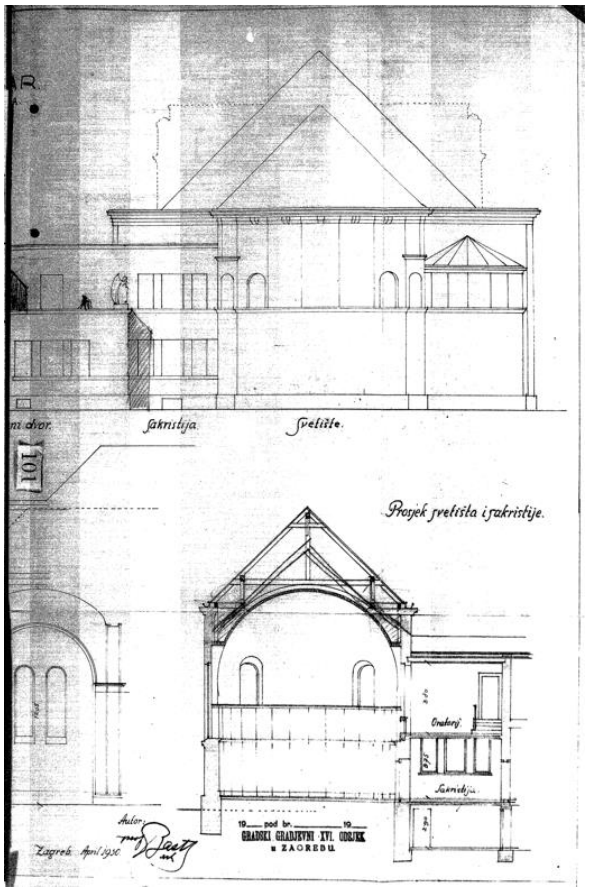
Sjev. pročelje. Prajeci

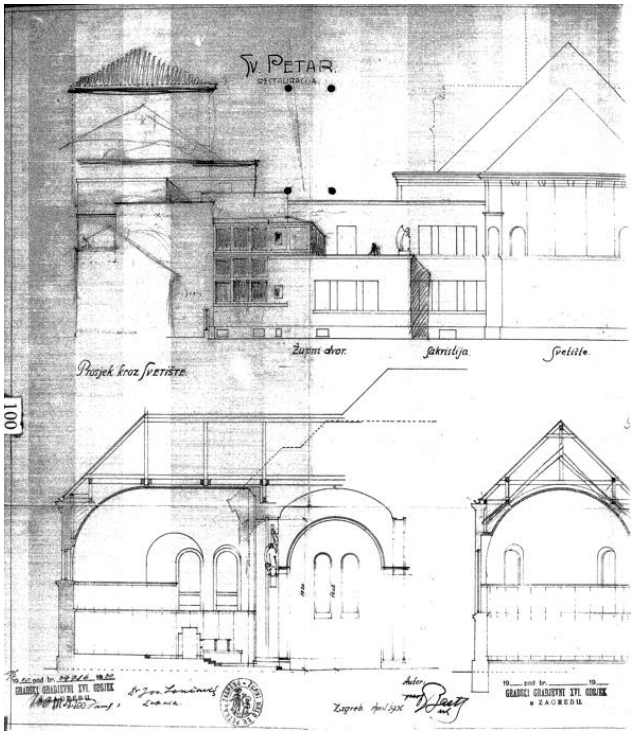
Broj:91434-XVI-193o. U Zagrebu, dne 5.kolovoza 1930.

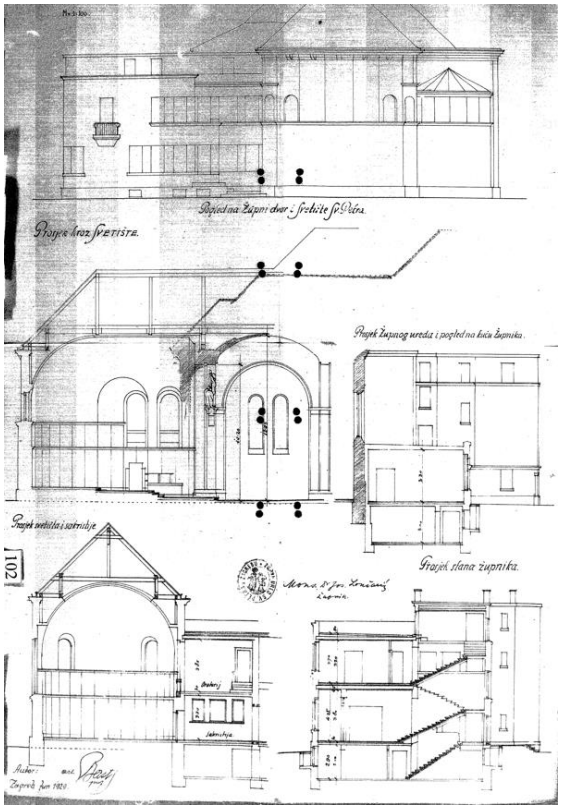
Ovaj se nacrt odobrava u smislu gradjevne dozvole od danas broj gornji.
Gradsko načelstvo.

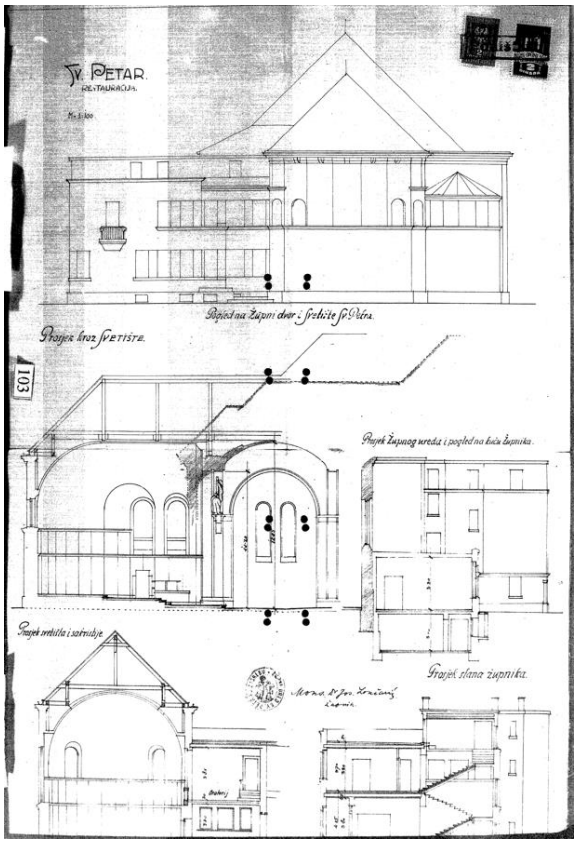
Za gradskog načelnika:

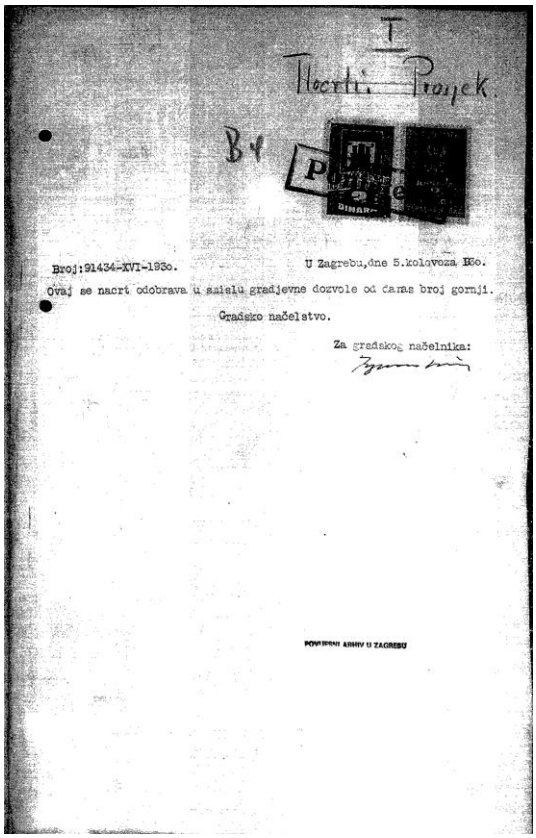
POVIJESNI ARHIV U ZAGREBU

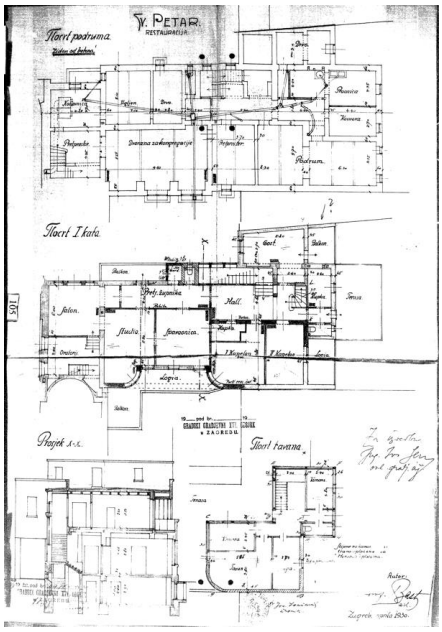


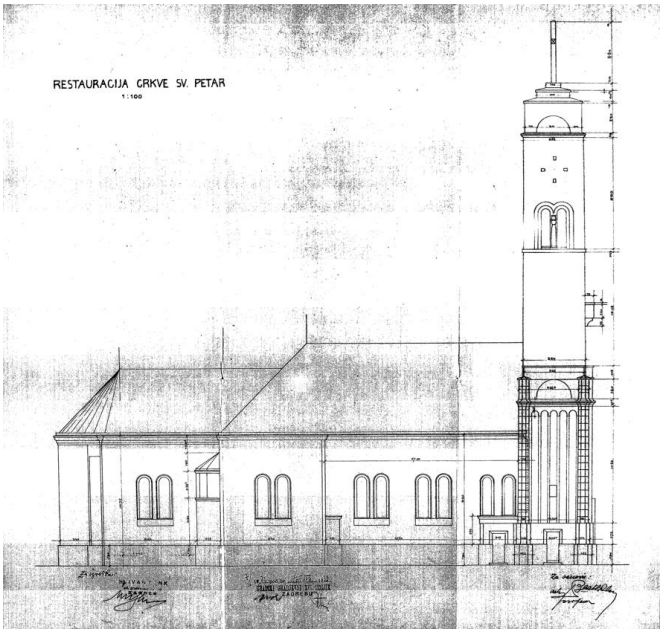

Sv. PETAR
RESTAURACIJA
Župni dvor
Sakristija
Svetište
Presjek kroz SVETIŠTE
100

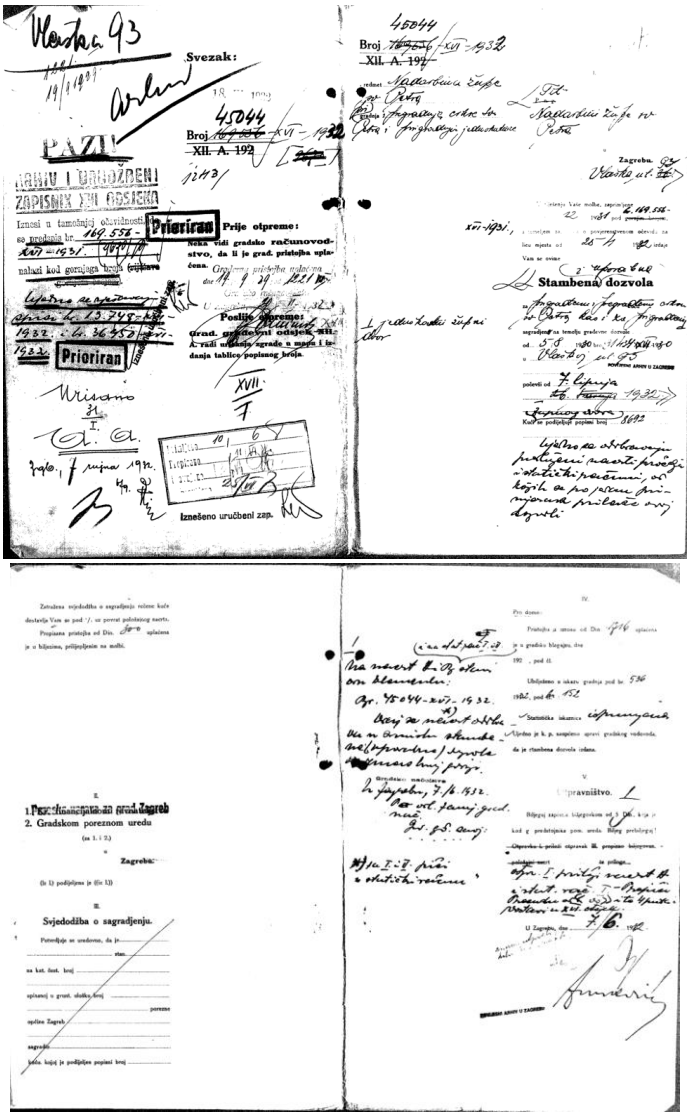

Pogled na Župni dvor i Svetište sv. Petra
Presjek kroz SVETIŠTE
Presjek Župnog ureda i pogled na kuću župnika
Presjek crtilišta i sakristije
Presjek zdana župnika
102


Sv. PETAR
RESTAURACIJA
Pogled na Župni dvor i Svetište sv. Petra
Presjek kroz SVETIŠTE
Presjek Župnog ureda i pogled na kuću župnika
Presjek crtilišta i sakristije
Presjek zdana župnika
103


Tlocrti. Presjek
Broj:91434-XVI-1930.
U Zagrebu, dne 5.kolovoza 1930.
Ovaj se nacrt odobrava u smislu gradjevne dozvole od danas broj gornji.
Gradsko načelstvo.
Za gradskog načelnika:
POVJERENI ARHIV U ZAGREBU







Slika 4.2.1-6 Građevinska i uporabna dozvola



Slika 4-9 1858. godina – crkva s novim tornjem



Slika 4-10 1938. godina – danas zatečeno oblikovanje crkve i zvonika

Za izradu ovog Projekta korištena je sljedeća dokumentacija:

1. Detaljni pregled crkve nakon potresa 22.03.2020. i prijedlog sanacije oštećenih elemenata zgrade I. Faza (ARBI d.o.o., travanj 2020.)
2. Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije (Studio Arhing d.o.o., listopad 2021.)
3. Geotehnički izvještaj (ING-JET d.o.o., srpanj 2021.)
4. Galerija nepokretnih kulturnih dobara RH (www.zagreb.hr)
5. http://www.sveti-petar.hr/o-crkvi-i-zupi/ objavljeno 2014. godine

Propisi i norme:

1. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 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, NN 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. Program mjera obnove zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (NN 17/2021, 99/2021)
6. HRN EN 1990 – Osnove projektiranja konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodatkom - norma HRN EN 1990/NA
7. Niz normi HRN EN 1991 – Djelovanja na konstrukcije s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1991/NA
8. Niz normi HRN EN 1992 – Projektiranje betonskih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1992/NA
9. Niz normi HRN EN 1993 – Projektiranje čeličnih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1993/NA
10. Niz normi HRN EN 1994 – Projektiranje spregnutih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1994/NA
11. Niz normi HRN EN 1995 – Projektiranje drvenih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1995/NA
12. Niz normi HRN EN 1996 – Projektiranje zidanih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1996/NA
13. Niz normi HRN EN 1998 – Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1998/NA

3. Program kontrole i osiguranja kvalitete

3.1 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

3.2 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.

3.3 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
10>T>5[3)]	3,0	6,0	10,0	15,0

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.

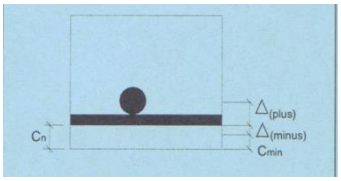
1.3.4.8. Geometrijske tolerancije

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
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: ≤ 1 m > 1 m	8mm 8 mm/m, ali ne više od 20 mm
h	otvori u ulošci	Δ_1 ; Δ_2 ; Δ_3	± 25 mm

3.4 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 oplošteне 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.

3.5 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.

3.6 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.

3.7 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.

3.8 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.

4. Zatečena potresna otpornost

Građevina je pretrpjela oštećenja koja upućuju na smanjenje zatečene mehaničke otpornosti i stabilnosti. Provjerom lokalnih mehanizama otkazivanja koji mogu ugroziti globalnu otpornost i stabilnost građevine određuje se globalna otpornost građevine. **Ista iznosi 24% aktualnom normom zahtijevane potresne otpornosti** (HRN EN 1998), a mjerodavno je lokalno otkazivanje zida na neuravnoteženu horizontalnu razupornu komponentu kupole.

Za potrebe elaborata ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije provedeni su istražni radovi na građevinskoj konstrukciji te su ocijenjene mehaničke karakteristike ugrađenih materijala koje svojim vrijednostima zadovoljavaju propisane zahtjeve i uvjete.

	Vertikalno	Van ravnine	U ravnini	ANALIZA
Kategorija	A	A	A	
M_i				
MQI	8,0	7,5	7,5	
Meh. karakteristike (min-max)	fm (MPa)	E (MPa)	τ_0 (MPa)	
	2,4-4,0	1200-1800	0,06-0,09	

Slika 4-1 Vrijednost mehaničkih karakteristika ziđa

Građevina se ocjenjuje kao prikladna za obnovu kao cjelina.

5. Pojačanje građevine

5.1 Analiza opterećenja

5.1.1 Vertikalna opterećenja

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

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

$\mu_1 = 0{,}8(60 - \alpha)/30$ –koeficijent oblika
$\alpha = 42°$ –nagib krova
$s_k = 1{,}25\text{kN/m}^2$ –karakteristično opterećenje za područje 3 (kontinentalna Hrvatska)

$C_e = 1{,}0$ –koeficijent izloženosti
$C_t = 1{,}0$ –temperaturni koeficijent zbog zagrijavanja zgrade

---

s_k = 0,6 kN/m²

Krovište			
pokrovni lim		0,10	kN/m²
daske		0,10	kN/m²
letve		0,10	kN/m²
drveni grednici (450 kg/m³)(uzeti u obzir u softveru)			
Ukupno stalno	**g_k =**	**0,30**	**kN/m²**
Uporabno (snijeg)	**q_k =**	**0,6**	**kN/m²**
Kupola			
čelične trake 8mm (7900 kg/m³)		0,65	kN/m²
armirana žbuka 1cm (2400 kg/m³)		0,24	kN/m²
opeka (1800 kg/m³) (uzeta u obzir u softveru)			
Ukupno stalno	**g_k =**	**0,90**	**kN/m²**
Spregnuta ploča			
obloga 2 cm (2200 kg/m³)		0,50	kN/m²
estirh armiranobetonska monolitna ploča (2500 kg/m³) (uzeta u obzir u softveru)		1,50	kN/m²
drveni grednici (450 kg/m³)(uzeti u obzir u softveru)			
Ukupno stalno	**g_k =**	**2,00**	**kN/m²**
Uporabno (kategorija A)	**q_k =**	**2,00**	**kN/m²**

5.1.2 Horizontalna opterećenja

Potres



Slika 5-1 Karta potresnih područja Hrvatske (izvor: seizkarta.gfz.hr)

– potresno područje:¸ a_g = 0,254 g (475 god)
a_g = 0,183 g (225 god)
a_g = 0,127 g (95 god)
– razred tla (pretpostavka): → C
– razred važnosti: → III
– faktor ponašanja – nearmirano zide: → q = 1,5
- zide sa interpoliranim AB elementima→ q = 2,0

Vjetar

Opterećenje vjetrom (HRN EN 1991-1-4 2012)

-osnovna brzina vjetra $v_{b,0}$:

$v_{b,0}$= 25 m/s

-brzina vjetra v_b:

v_b= 25 m/s

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \quad (4.1)$$

-faktor izloženosti:

$c_e(z)$= 1,65

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} \quad (4.9)$$

-osnovno opterećenje vjetrom:

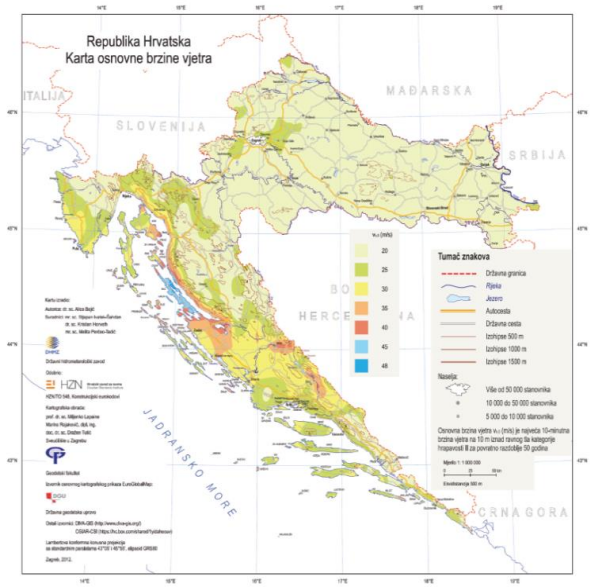
q_b= 0,39 kN/m^2

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (4.10)$$

-vršno opterećenje vjetrom $q_{p(z)}$:

$q_{p(z)}$= 0,64 kN/m^2

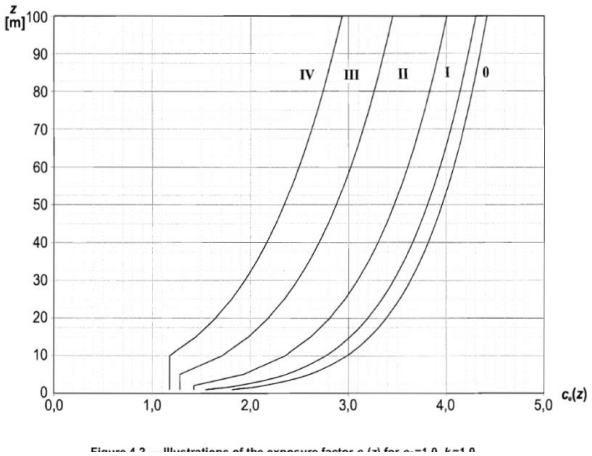
$$q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot I_v(z)\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b \quad (4.8)$$



Slika: Osnovna brzina vjetra

h= 20 m

kategorija terena 4



5.1.3 Geomehanički podaci o tlu

Geotehnički izvještaj
Crkva sv. Petra Apostola
ING-JET d.o.o., 026-2021
Zagreb, srpanj 2021.



Slika 5-2 Prikaz lokacija istražnih bušotina

Tlo se na lokaciji može svrstati u razred C po Eurokodu 8, dokumentu HRN EN 1998-1:2011.

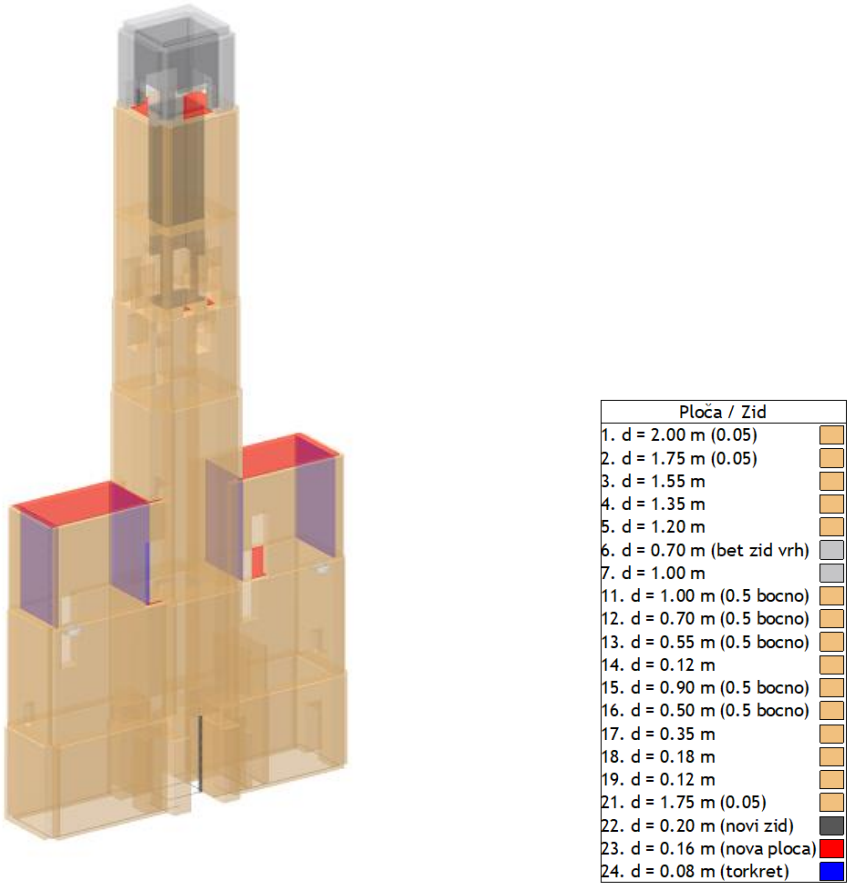
Tip temeljnog tla	Opis stratigrafskog profila	Parametri		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPP} (udara / 30cm)	c_u (kPa)
C	Debele naslage rahlo zbijenih do srednje zbijenih pijesaka, šljunaka i polučvrstih glina, debljine od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara	180 - 360	15 - 50	70 – 250

Pojava ii razina podzemne vode - Za vrijeme terenskih istražnih radova u bušotini B-026-2021-2 registrirana je pojava podzemne vode (PPV) na dubini -9,00 m od kote ušća bušotine, odnosno razina podzemne vode (RPV) na dubini -8,50 m. Dok u bušotini B-026-2021-1 nije registrirana pojava podzemne vode (PPV), odnosno razina podzemne vode (RPV).

5.2 Toranj

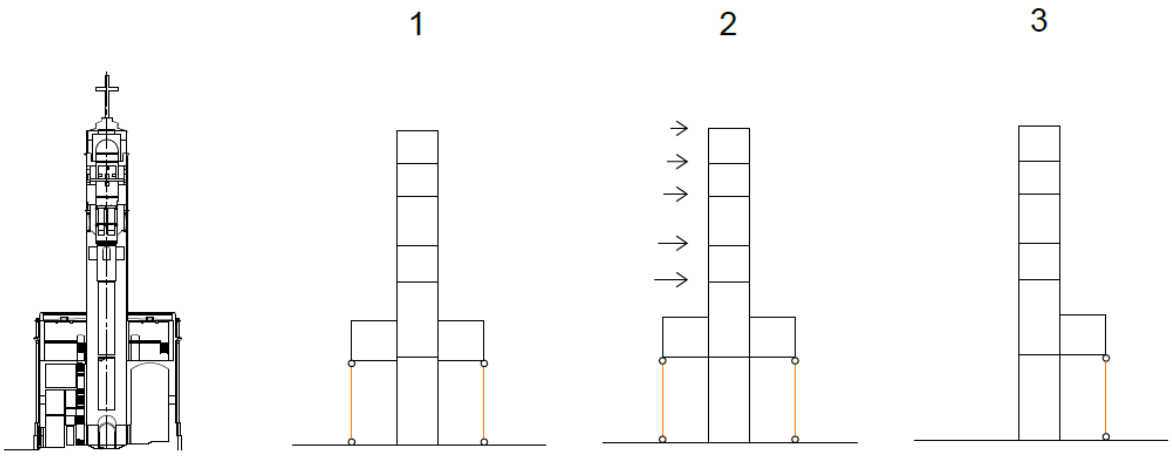
5.2.1 Seizmički proračun tornja

Zvonik visine 42,8 m izveden je u dva takta. Donji dio tornja, do visine 37,3 m, izveden je od neomeđenog ziđa, dok je vrh zvonika armiranobetonski. Debljina zidova postepeno se smanjuje od 200 cm u prizemlju do 60 cm na vrhu tornja.
Na zvoniku se nalazi nekoliko kritičnih zona. Prva je linija smanjenja poprečnog presjeka tornja, druga je u području naknadno zazidanih otvora, treća je u visini položaja zvona, a četvrta je u liniji prijelaza iz neomeđenog ziđa u armirani beton (zbog različitih karakteristika materijala).



5-3 Prikaz tornja

Za potrebe proračuna napravljeno je više proračunskih modela tornja. Na skicama u nastavku, crnim su linijama označeni postojeći i novi armiranobetonski elementi, dok smeđa boja predstavlja zidane zidove.



Slika 5-4 Simbolički prikaz proračunskih modela

Proračunski model 1

- Težina križa na vrhu zvonika te težina zvona nanesene su kao opterećenje
- Zidovi crkve uzeti u obzir elastičnim ležajevima
- Elastična krutost ziđa tornja modelirana je sa 50%-tnom vrijednosti
- Elastična krutost novih armiranobetonskih zidova modelirana je sa 50%-tnom vrijednosti
- Model za određivanje perioda te pomaka
- Model za provjeru zidanih zidova tornja

Proračunski model 2

- Težina križa na vrhu zvonika te težina zvona nanesene su kao opterećenje
- Zidovi crkve uzeti u obzir elastičnim ležajevima
- Ziđe naneseno kao seizmičko opterećenje na armiranobetonske zidove tornja
- Elastična krutost novih armiranobetonskih zidova modelirana je sa 50%-tnom vrijednosti
- Model za dimenzioniranje armiranobetonskih zidova

Proračunski model 3

- Težina križa na vrhu zvonika te težina zvona nanesene su kao opterećenje
- Zidovi crkve uzeti u obzir elastičnim ležajevima
- Elastična krutost ziđa tornja modelirana je sa 50%-tnom vrijednosti
- Elastična krutost novih armiranobetonskih zidova modelirana je sa 50%-tnom vrijednosti
- Model za provjeru zidanih zidova

Ulazni podaci za seizmički proračun

Proračunski model 1

1. Modalna analiza-- provedena za 15 tonova ($T_k \geq 3\sqrt{n}$,)
   - u uzdužnom smjeru (X) aktivirano je 87% mase
   - u poprečnom smjeru (Y) aktivirano je 99% mase

2. Seizmički proračun- ubrzanje tla a = 0,18 g (za 225-godišnji povratni period)
   - kategorija važnosti objekta: III → γ_I = 1,2
   - faktor ponašanja q = 1,5
   - kategorija tla C
   - poprečna sila u podnožju smjer X 3681 kN (14% težine tornja)
     smjer Y 5177 kN (19% težine tornja)

Modalna analiza i seizmički proračun:

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	φ
2	uporabno	0.30	φ

Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	1.0881	0.9190
2	0.8034	1.2447
3	0.2443	4.0934
4	0.2139	4.6741
5	0.1775	5.6346
6	0.1307	7.6520
7	0.1229	8.1394
8	0.1182	8.4628
9	0.0947	10.5582
10	0.0794	12.5962
11	0.0736	13.5790
12	0.0653	15.3225
13	0.0638	15.6794
14	0.0578	17.2923
15	0.0535	18.6988

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998)

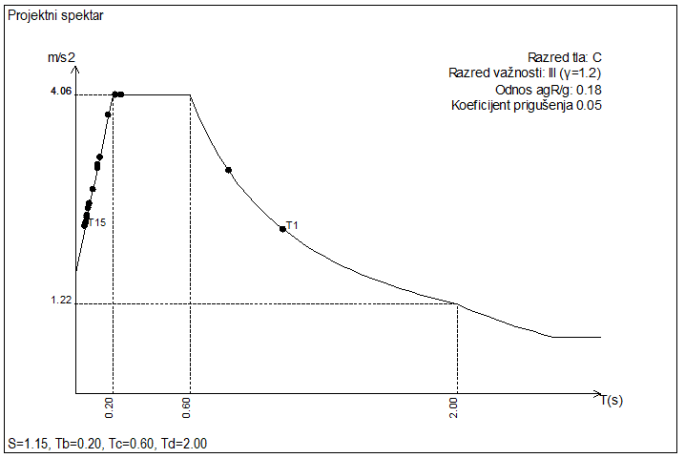
Razred tla:	C
Razred važnosti:	III (γ=1.2)
Odnos agR/g:	0.18
Koeficijent prigušenja	0.05

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

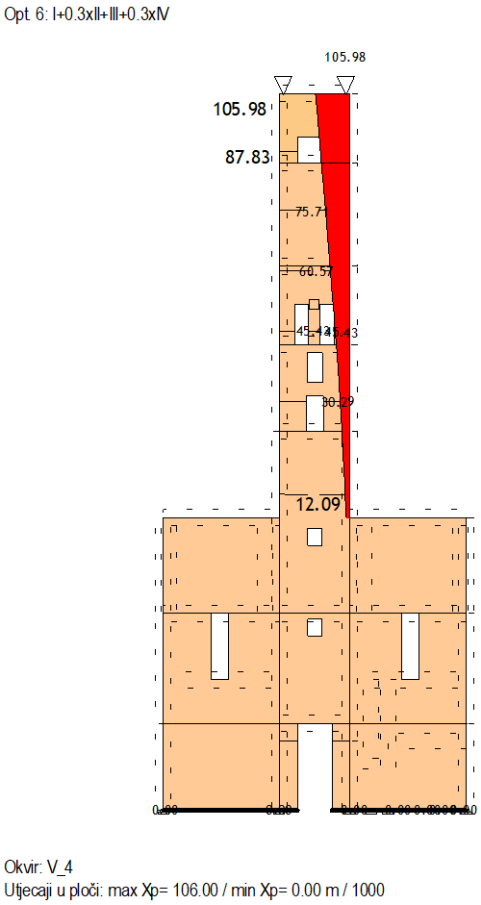


Faktori participacije - Sudjelujuće mase								
Ton	U [α=0°]	U [α=90°]	Ton	U [α=0°]	U [α=90°]	Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
U obzir se uzima samo masa iznad kote temelja			4	0.00	40.38	11	0.00	7.37
Kota temelja:	0.20 m		5	0.00	0.02	12	0.10	0.00
Ukupna masa iznad temelja:	2610.04 T		6	0.00	0.77	13	0.00	0.00
Ukupna masa cijelog objekta:	2610.04 T		7	23.26	0.00	14	0.65	0.04
1	31.69	0.00	8	0.00	16.04	15	0.02	2.92
2	0.00	30.89	9	8.91	0.00	ΣU (%)	86.90	98.44
3	22.26	0.00	10	0.00	0.01			

Poprečne sile u tlocrtu		
Slučaj opterećenja	Kut α[°]	VtB[kN]
Potres x	0	3680.83
Potres y	90	5176.30

Analiza rezultata seizmičkog proračuna:

Raspucanost materijala:	0,5
Povratni period	225 god
Faktor ponašanja	1,5
Zapreminska težina ziđa	19 kN/m^3
Zapreminska težina betona	25 kN/m^3
Prvi ton zvonika	1,1 s
Maksimalni pomak	105,98 mm



Slika 5-5 Maksimalan pomak na vrhu za mjerodavnu potresnu kombinaciju

Provjera pomaka – uvjet ograničenja oštećenja

Pomak na vrhu zadnje etaže:	105,98 mm
Pomak na dnu zadnje etaže:	87,83 mm
Katni pomak:	18,15 mm
Visina etaže (h):	4,0 m
Ograničenje međukatnog pomaka:	
0,0075h = 30 mm > 18,15 mm	Zadovoljava!
Ograničenje progiba konzole:	
l/180 = 24300/180=135 mm >105,98 mm	Zadovoljava!

Provjera zidova na vlak u podnožju

Površina polovice zidanih zidova u prizemlju (bočno)	10 m2
Maksimalni moment u podnožju tornja	15039 kNm
Krak sila	4,5 m

F_V=M/z=15039/4,5 =3342 kN
Σ=3342/10=334 kN/m2=0,03 N/mm2 ≤ 0,1 N/mm2 Zadovoljava!

Provjera zidova na tlak

Ukupna težina tornja	15215 kN
Površina zidova prizemlja	20 m2
σ_{st}=15215/20=761 kN/m2=0,76 N/mm^2	
Tlak od potresa	3342 kN
Površina polovice zidova u prizemlju	10 m2
σ_{po}=3342/10=334 kN/m2=0,3 N/mm^2	

σ_{uk} =0,76 +0,3=1,06 N/mm^2 < 2,0 N/mm2 Zadovoljava!

Proračunski model 2

U proračunski modelu 2 analizira se kapacitet postojećeg ziđa tornja na posmik te se armiranobetonski presjek dimenzionira na postotak sile koju ziđe ne može prenijeti. U proračunskom se modelu zidano ziđe nanosi kao horizontalno točkasto opterećenje na razini međukatnih konstrukcija za seizmičku kombinaciju.

Analiza posmične otpornosti:

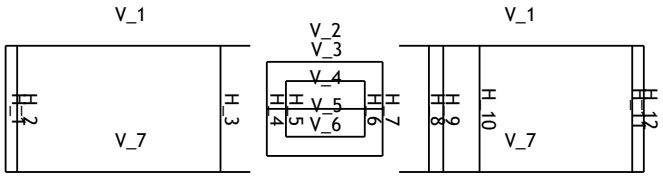
Masa konzolnog dijela tornja	13450 kN
Površina poprečnog presjeka postojećeg ziđa na kritičnom presjeku	25m2
Naprezanje u zidu	13450/25=0,05 kN/cm2
Ukupna masa tornja	15000 kN
Poprečna sila u podnožju (20% težine)	3000 kN po smjeru
Poprečna sila na jednom zidu	3000/2=1500 kN
Površina zida u jednom smjeru	1,5×5=7,5 m2
Posmično naprezanje	1500/7,5=0,2 N/mm2
Posmična otpornost	0,1 N/mm2

0,1/0,2=0,50 – 50% poprečne sile u podnožju potrebno je preuzeti armiranobetonskim zidovima

Ukupna sila koja se nanosi na model	0,50×3000=1500 kN

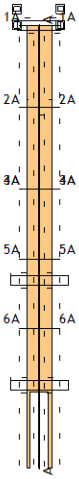
Dimenzioniranje novih armiranobetonskih zidova:

Armiranobetonske elemente potrebno je armirati simetrično zbog seizmičkog djelovanja. Iz ispod prikazanog dimenzioniranja elemenata odabire se mjerodavna armatura koja se usvaja za sve armiranobetonske elemente.





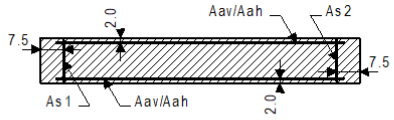




Okvir: H_6
Dispozicija presjeka

Okvir: H_6
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje jednog slučaja opterećenja:
1.00xI+1.00xIII

Presjek 1A - 1A (Z=26.70m)



b/d = 20/155 cm Ab = 3100 cm²

Med =	-18.51	kNm	
Ned =	1290.04	kN	
Ved =	-10.00	kN	(Vrd,max = 1401.84 kN)

εb/εa = 0.823/25.000 ‰

As1 =	12.14	cm²	(min:3.10)
As2 =	12.14	cm²	(min:3.10)
Aav =	±2.19	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±0.09	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 2A - 2A (Z=21.75m)
b/d = 20/155 cm Ab = 3100 cm²

Med =	-24.78	kNm	
Ned =	3043.85	kN	
Ved =	6.88	kN	(Vrd,max = 1401.84 kN)

εb/εa = 0.872/25.000 ‰

As1 =	28.40	cm²	(min:3.10)
As2 =	28.40	cm²	(min:3.10)
Aav =	±5.12	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±0.06	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 3A - 3A (Z=16.80m)
b/d = 20/155 cm Ab = 3100 cm²

Med =	23.52	kNm	
Ned =	5093.75	kN	
Ved =	-0.37	kN	(Vrd,max = 1401.84 kN)

εb/εa = 0.927/25.000 ‰

As1 =	47.07	cm²	(min:3.10)
As2 =	47.07	cm²	(min:3.10)
Aav =	±8.48	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±0.00	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 4A - 4A (Z=16.80m)
b/d = 20/155 cm Ab = 3100 cm²

Med =	23.52	kNm	
Ned =	5093.75	kN	
Ved =	-0.37	kN	(Vrd,max = 1401.84 kN)

εb/εa = 0.927/25.000 ‰

As1 =	47.07	cm²	(min:3.10)
As2 =	47.07	cm²	(min:3.10)
Aav =	±8.48	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±0.00	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 5A - 5A (Z=12.60m)
Mjerodavni presjek za savijanje
b/d = 20/155 cm Ab = 3100 cm²

Med =	38.52	kNm	
Ned =	7059.79	kN	
Ved =	16.41	kN	(Vrd,max = 1401.84 kN)

εb/εa = 0.920/25.000 ‰

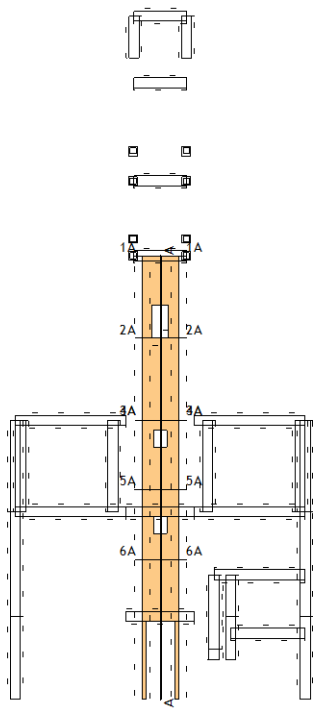
As1 =	65.31	cm²	(min:3.10)
As2 =	65.31	cm²	(min:3.10)
Aav =	±11.77	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±0.14	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 6A - 6A (Z=8.40m)
Mjerodavni presjek za posmik
b/d = 20/155 cm Ab = 3100 cm²

Med =	-13.43	kNm	
Ned =	3765.98	kN	
Ved =	74.91	kN	(Vrd,max = 1401.84 kN)

εb/εa = 0.909/25.000 ‰

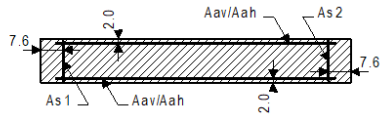
As1 =	34.91	cm²	(min:3.10)
As2 =	34.91	cm²	(min:3.10)
Aav =	±6.29	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±0.65	cm²/m	(min:±2.00)



Okvir: V_3
Dispozicija presjeka

Okvir: V_3
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje jednog slučaja opterećenja:
1.00xl+1.00xIII

Presjek 1A - 1A (Z=26.70m)



b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	1162.88	kNm	
Ned =	-234.90	kN	
Ved =	1028.01	kN	(Vrd,max = 2033.88 kN)

εb/εa = -3.098/25.000 ‰

As1 =	4.33	cm²	(min:4.33)
As2 =	4.33	cm²	(min:4.33)
Aav =	±3.23	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±6.29	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 2A - 2A (Z=21.75m)
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	1105.87	kNm	
Ned =	-289.00	kN	
Ved =	851.22	kN	(Vrd,max = 2045.77 kN)

εb/εa = -3.087/25.000 ‰

As1 =	3.81	cm²	(min:4.33)
As2 =	3.81	cm²	(min:4.33)
Aav =	±2.85	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±5.21	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 3A - 3A (Z=16.80m)
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	2759.55	kNm	
Ned =	-300.84	kN	
Ved =	732.12	kN	(Vrd,max = 2037.97 kN)

εb/εa = -3.500/13.856 ‰

As1 =	12.34	cm²	(min:4.33)
As2 =	12.34	cm²	(min:4.33)
Aav =	±9.22	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±4.48	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 4A - 4A (Z=16.80m)
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	2759.55	kNm	
Ned =	-300.84	kN	
Ved =	732.12	kN	(Vrd,max = 2037.97 kN)

εb/εa = -3.500/13.856 ‰

As1 =	12.34	cm²	(min:4.33)
As2 =	12.34	cm²	(min:4.33)
Aav =	±9.22	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±4.48	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 5A - 5A (Z=12.60m)
Mjerodavni presjek za savijanje
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	3743.88	kNm	
Ned =	-360.66	kN	
Ved =	713.01	kN	(Vrd,max = 2042.60 kN)

εb/εa = -3.500/10.698 ‰

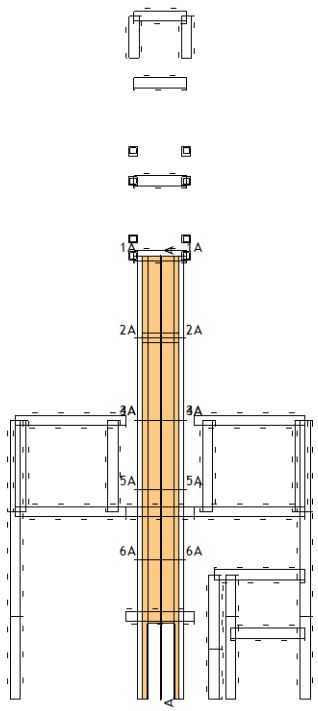
As1 =	17.66	cm²	(min:4.33)
As2 =	17.66	cm²	(min:4.33)
Aav =	±13.19	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±4.36	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 6A - 6A (Z=8.40m)
Mjerodavni presjek za posmik
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	2213.68	kNm	
Ned =	-391.12	kN	
Ved =	-1631.97	kN	(Vrd,max = 2058.39 kN)

εb/εa = -3.500/15.878 ‰

As1 =	9.05	cm²	(min:4.33)
As2 =	9.05	cm²	(min:4.33)
Aav =	±6.76	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±9.98	cm²/m	(min:±2.00)

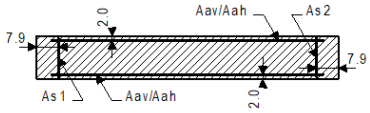


Okvir: V_5
Dispozicija presjeka

Okvir: V_5
Dispozicija presjeka

Okvir: V_5
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
Kutna armatura S500N
Uzdužna armatura S500N
Dimenzioniranje jednog slučaja opterećenja:
1.00xI+1.00xIII

Presjek 1A - 1A (Z=26.70m)



b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	1102.43	kNm	
Ned =	-280.60	kN	
Ved =	1001.24	kN	(Vrd,max = 2040.66 kN)

εb/εa = -3.090/25.000 ‰

As1 =	3.84	cm²	(min:4.33)
As2 =	3.84	cm²	(min:4.33)
Aav =	±2.88	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±6.13	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 2A - 2A (Z=21.75m)
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	1690.95	kNm	
Ned =	-278.23	kN	
Ved =	607.99	kN	(Vrd,max = 2036.49 kN)

εb/εa = -3.500/20.827 ‰

As1 =	6.79	cm²	(min:4.33)
As2 =	6.79	cm²	(min:4.33)
Aav =	±5.09	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±3.73	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 3A - 3A (Z=16.80m)
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	2853.46	kNm	
Ned =	-334.81	kN	
Ved =	739.28	kN	(Vrd,max = 2040.13 kN)

εb/εa = -3.500/13.231 ‰

As1 =	12.76	cm²	(min:4.33)
As2 =	12.76	cm²	(min:4.33)
Aav =	±9.57	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±4.53	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 4A - 4A (Z=16.80m)
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	2853.46	kNm	
Ned =	-334.81	kN	
Ved =	739.28	kN	(Vrd,max = 2040.13 kN)

εb/εa = -3.500/13.231 ‰

As1 =	12.76	cm²	(min:4.33)
As2 =	12.76	cm²	(min:4.33)
Aav =	±9.57	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±4.53	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 5A - 5A (Z=12.60m)
Mjerodavni presjek za savijanje
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

Med =	3926.57	kNm	
Ned =	-380.67	kN	
Ved =	762.68	kN	(Vrd,max = 2041.39 kN)

εb/εa = -3.500/10.199 ‰

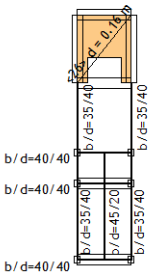
As1 =	18.70	cm²	(min:4.33)
As2 =	18.70	cm²	(min:4.33)
Aav =	±14.01	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±4.67	cm²/m	(min:±2.00)

Presjek 6A - 6A (Z=8.40m)
Mjerodavni presjek za posmik
b/d = 20/216.5 cm Ab = 4330 cm²

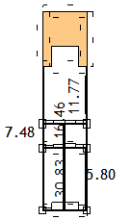
Med =	2137.65	kNm	
Ned =	-434.64	kN	
Ved =	-1876.40	kN	(Vrd,max = 2064.09 kN)

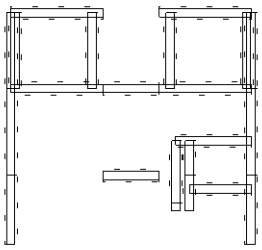
εb/εa = -3.500/15.907 ‰

As1 =	8.49	cm²	(min:4.33)
As2 =	8.49	cm²	(min:4.33)
Aav =	±6.36	cm²/m	(min:±1.50)
Aah =	±11.50	cm²/m	(min:±2.00)



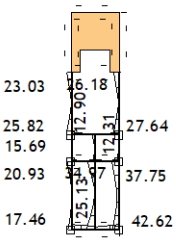
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500N

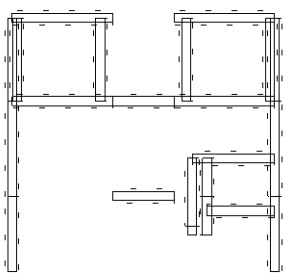




Okvir: V_2
Armatura u gredama: max Asw = 30.83 cm²

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500N

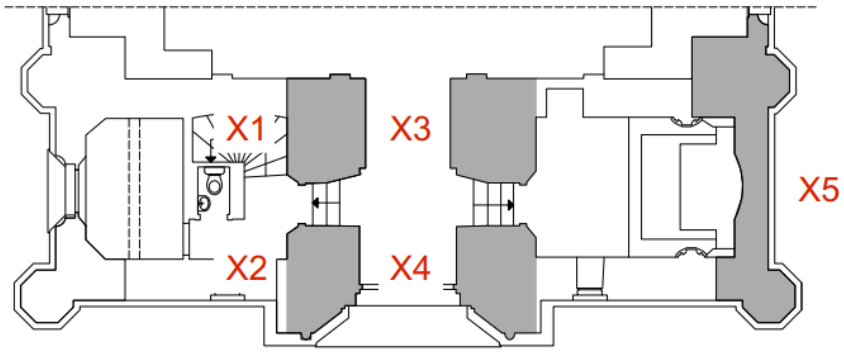




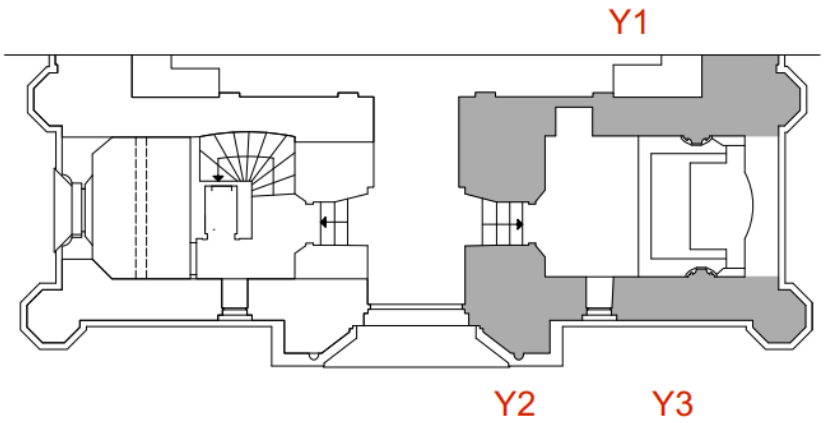
Okvir: V_2
Armatura u gredama: max ΣAa = 42.62 cm²

Proračunski model 3

U proračunskom modelu 3 analizira se nosivost zidanih zidova tornja na potresno djelovanje. U modelu je korištena raspucalost svih materijala na 50 % te je korišten faktor ponašanja q=2,0.
Tlocrtni položaj zidova dan je u nastavku.



Slika 5-6 Proračunski zidovi x smjera



Slika 5-7 Proračunski zidovi y smjera

f_{wd} = 0,20 N/mm² $\sigma_d = N_{Ed}/A$ $V_{Rd} = t L_c f_{vd}$ $f_{vd} = f_{vk}/\gamma_M$ γ_M = 2,0 KL= 1 1 - faktor povećanja otpornosti zbog armirane žbuke

f_{vk} = 0,10 N/mm² $\tau_{Rd} = (f_{td} / 1,5) (1+\sigma_d / f_{td})^{0,5}$ $V_{Rmd} = C_r A_m \tau_{Rd}$ $f_{td} = f_{tk}/\gamma_M$ C_r = 0,9 CF= 1 $R_z = min(V_{Rd}, V_{Rmd}) / V_{Ed}$

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_{Rmd} [kN]	V_{Ed} / V_{Rmd}	ΔV_{Ed} [kN]	R_z	$R_z \times A$
X3	270	180	48600	362,3	2092,7	212,3	0,431	0,172	0,372	0,103	270	904,5	0,40	452,0	0,80		1,248	60636,04
X4	284	160	45440	363,4	2089,7	212,9	0,460	0,184	0,384	0,106	284	872,3	0,42	435,3	0,83		1,198	54433,49
X5	272	203	55216	292,7	1500,5	153,8	0,272	0,109	0,309	0,085	272	852,3	0,34	420,2	0,70		1,436	79268,99
X6	270	180	48600	307,3	1530,7	144,2	0,315	0,126	0,326	0,090	270	792,1	0,39	393,9	0,78		1,282	62297,15
X7	760	126	95760	891,9	1581,2	320,6	0,165	0,066	0,266	0,069	760	1273,8	0,70	595,9	1,50	296,0	0,668	63977,89
																	$\Sigma(R_z \times A) / \Sigma A$ =	1,092	109,2%

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_{Rmd} [kN]	V_{Ed} / V_{Rmd}	ΔV_{Ed} [kN]	R_z	$R_z \times A$
Y2	835	155	129425	1000,0	4200,0	1960,0	0,325	0,130	0,330	0,091	835	2134,3	0,47	1062,6	0,94		1,063	137532,59
Y5	303	190	57570	460,0	1604,5	440,0	0,279	0,111	0,311	0,085	303	896,6	0,51	442,8	1,04	17,2	0,963	55420,89
Y6	477	112	53424	400,0	1050,0	330,0	0,197	0,079	0,279	0,074	477	744,2	0,54	355,9	1,12	44,1	0,890	47532,82
																	$\Sigma(R_z \times A) / \Sigma A$ =	1,000	100,0%
																	Srednje		104,6%

U proračunu kontrole nosivosti zidova korišteni su sljedeći izrazi

L_w	duljina zida
t	debljina zida
A	površina zida
	$A=L_c \times t$
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	parcijalni 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 popravka i pojačanja i potresne otpornosti propisane za nove građevine.

Stupac R_z uz tablicu dimenzioniranja zidova 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 $\Sigma(R_z \times A) / \Sigma A$.

Zaključak:

Srednje vrijednosti iskazane uz tablicu dimenzioniranja zidova su srednje vrijednosti nosivosti zidova za potresno opterećenje propisano za 225-godišnji povratni period– 109,2% za smjer X, i 100,0% za smjer Y. Srednja vrijednost otpornosti zidova smjera x i y koja se uzima kao otpornost građevine i iznosi 104,6%.

5.2.2 Geotehnička sidra

Geotehnička prednapeta sidra ugrađuju se ispod novoizvedenih armiranobetonskih zidova te se proračunski pretpostavlja da sidra preuzimaju sveukupnu vlačnu silu.

Maksimalna vlačna sila 3342 kN
Broj sidara 3342/300=9,3 – odabrano 12 kom radi simetričnog rasporeda

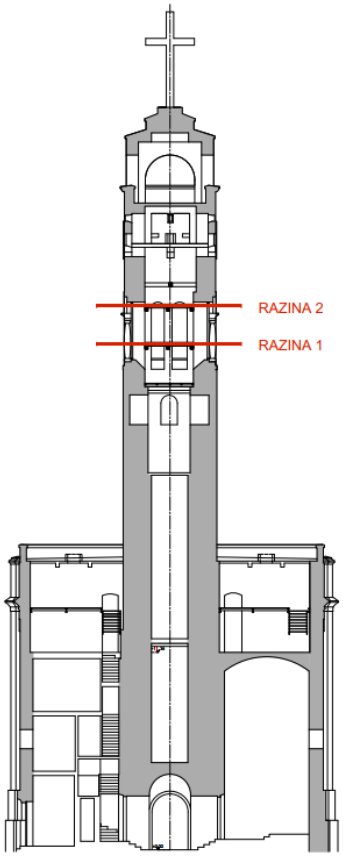
PRODUCT SPECIFICATION AND CARACTERISTIC LOAD-BEARING CAPACITIES OF THE HOLLOW BAR SYSTEM

Line	Parameter		Type R							Type T					
			R25	R32L	R32N	R32S	R38N	R51L	R51N	T51S	T63N	T76N	T76S	T111L	T111N
1	Nominal diameter $D_{a,nom}$	mm	25	32	32	32	38	51	51	51	63	76	76	111	111
2	Outer diameter D_a	mm	24.7	31.3	31.3	31.3	38.0	50.0	50.0	51.9	64.9	75.4	75.4	111.0	111.0
3	Inner diameter D_i [1]	mm	14.0	20.6	18.5	15.0	19.0	33.3	30.2	26.6	40.6	51.0	44.0	85.0	75.5
4	Nominal cross sectional erea S_0 [2]	mm^2	300	350	430	520	750	900	1070	1325	1720	1870	2400	3185	4395
5	Nominal mass m [3]	kg/m	2.35	2.75	3.4	4.1	5.9	7.05	8.4	10.4	13.5	14.7	18.85	25.0	34.5
6	Relative rib area f_R	-				0.12							0.24		
7	Nominal yiel load $F_{p0.2,nom}$	kN	150	160	230	280	400	450	630	750	900	1200	1500	2000	2750
8	Nominal tensile load-bearing capacity $F_{m,nom}$ [4]	kN	200	210	280	360	500	550	800	1050	1400	1800	1900	2640	3650
9	Yield strength $R_{p0.2}$ [5]	N/mm^2	500	460	530	530	530	500	590	570	520	640	630	630	630
10	Tensile strength R_m [5]	N/mm^2	670	600	650	680	660	610	750	790	810	960	790	830	830
11	$R_m / Rp_{0.2}$ [6]	-							≥1.15						
12	Total elongation at maximum load A_{gt}	%	≥2.5						≥5.0						
13	Fatique strength $2x\sigma_a$ [7]	N/mm^2				≥120							≥100		
14	Notch effect according to EN 1993-1-9	N/mm^2				90							70		
15	Bond strength t_{dk} [8]	N/mm^2				≥2.8							≥5.3		
16	Moment of inertia I [9]	mm^4	11 200	25 800	29 800	33 300	75 700	179 000	211 000	215 000	480 000	863 000	977 000	3 580 000	4 110 000
17	Thread	-			ISO 10208			ISO 1720					Factory Standard		

Sidra se izvode kroz novoizvedenu temeljnu ploču debljine 100 cm u dubini od 12,0 m. Prije izvođenja sidara, potrebno je in-situ izvesti pokusno testirano sidro kojim se potvrđuje proračunska nosivost istog.

5.2.3 Čelične grede zvona

Postojeća drvena nosiva konstrukcija četiriju zvona u tornju, koja se nalaze na dvije razine, bit će zamijenene novom čeličnom konstrukcijom koja se sastoji od HEA 220 profila. Okomito na nosač na kojeg su ovješena zvona postavit će se bočna stabilizacija, u sredini nosača. Na gornjoj razini nalaze se dva zvona, svaki mase 1500 kg, dok se na donjoj razini nalazi jedno manje zvono od 1500 kg te jedno veće zvono težine 2200 kg. Prilikom oslanjanja čeličnih nosača u novi AB zid, potrebno je predvidjeti elastomerne ležajeve radi vibracija koje se javljaju uslijed gibanja zvona.



Slika 7– 8 Položaj čeličnih greda zvona

Razina 1

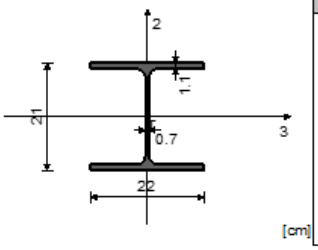
Ulazni podaci:

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Setovi greda

Set: 1 Presjek: IPBl 220, Fiktivna ekscentričnost

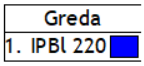


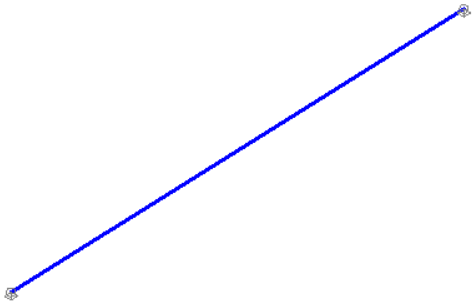
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	6.430e-3	2.063e-3	4.367e-3	2.860e-7	1.950e-5	5.410e-5

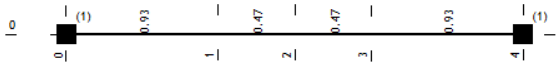
Setovi točkastih ležajeva

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

Dispozicija:





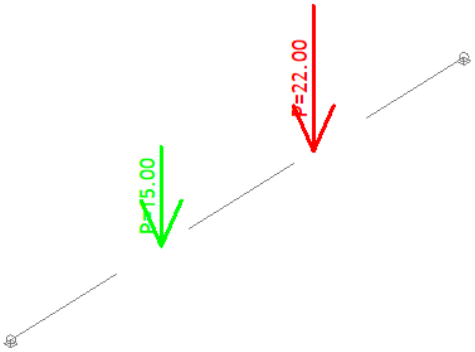


Setovi numeričkih podataka
Greda (1)

Opterećenja:

Opt. 1: Stalno (g)

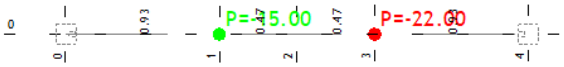
Točkasto opterećenje	
1. P = -15.00 kN	
2. P = -22.00 kN	



Setovi numeričkih podataka
Točkasto opterećenje (1,2)

Opt. 1: Stalno (g) /

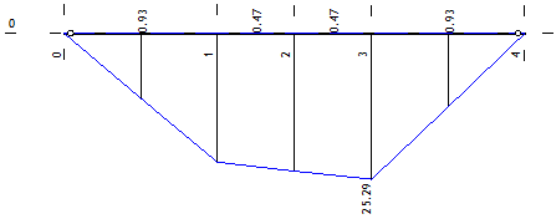
Točkasto opterećenje	
1. P = -15.00 kN	
2. P = -22.00 kN	



Setovi numeričkih podataka
Točkasto opterećenje (1,2)

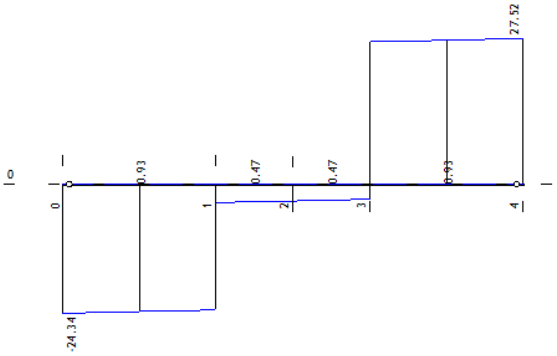
Granično stanje nosivosti:

Opt. 2: 1.35xl



Utjecaji u gredi: max M3= 25.29 / min M3= 0.00 kNm

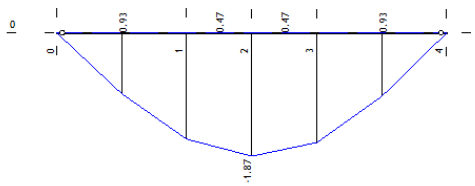
Opt. 2: 1.35xl



Utjecaji u gredi: max T2= 27.52 / min T2= -24.34 kN

Granično stanje uporabivosti:

Opt. 2: 1.35xl

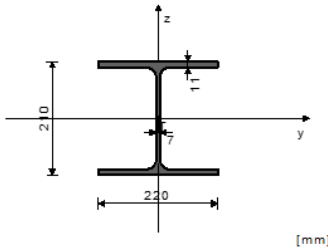


Utjecaji u gredi: max Zp= -0.00 / min Zp= -1.87 m / 1000

Dimenzioniranje:

ŠTAP 2-1
POPREČNI PRESJEK: IPBl 220 [S 355] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	64.300	cm2
Av =	43.670	cm2
Az =	20.630	cm2
Ix =	28.600	cm4
Iy =	5410.0	cm4
Iz =	1950.0	cm4
Wy =	515.24	cm3
Wz =	177.27	cm3
Wy,pl =	553.05	cm3
Wz,pl =	266.20	cm3
γM0 =	1.000	
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
2. γ=0.16

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 2, na 187.0 cm od početka štapa)

Poprečna sila u z pravcu	VEd,z =	26.882 kN
Momenat savijanja oko y osi	MEd,y =	25.294 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	280.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	Wy,eff =	440.65 cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	156.43 kNm

Uvjet 6.12: MEd,y <= Mc,Rd,y (25.29 <= 156.43)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	Vpl,Rd,z =	269.73 kN
Računska nosivost na posmik	Vc,Rd,z =	269.73 kN

Uvjet 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (26.88 <= 269.73)

6.2.8 Savijanje i posmik
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: VEd,z <= 50%Vpl,Rd,z

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	-10.500 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	140.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	1.93e+5 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	3822.4 kNm
Odgovarajući moment otpora	Wy =	553.05 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.227
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.994
Računska otpornost na izvijanje	Mb,Rd =	177.44 kNm

Uvjet 6.54: MEd,y <= Mb,Rd (25.29 <= 177.44)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 2, na 261.4 cm od početka štapa)

Poprečna sila u z pravcu	VEd,z =	27.388 kN
Momenat savijanja oko y osi	MEd,y =	5.088 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	280.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	Vpl,Rd,z =	269.73 kN
Računska nosivost na posmik	Vc,Rd,z =	269.73 kN

Uvjet 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (27.39 <= 269.73)

Razina 2

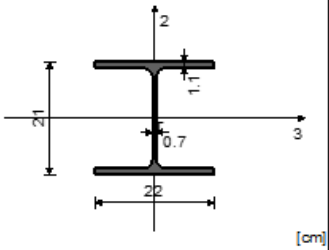
Ulazni podaci:

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Setovi greda

Set: 1 Presjek: IPBl 220, Fiktivna ekscentričnost

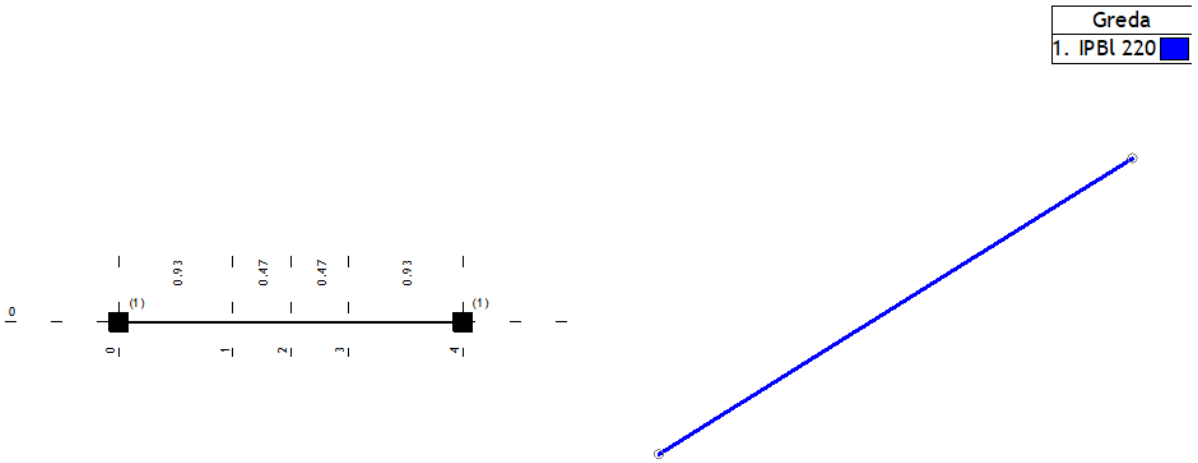


Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	6.430e-3	2.063e-3	4.367e-3	2.860e-7	1.950e-5	5.410e-5

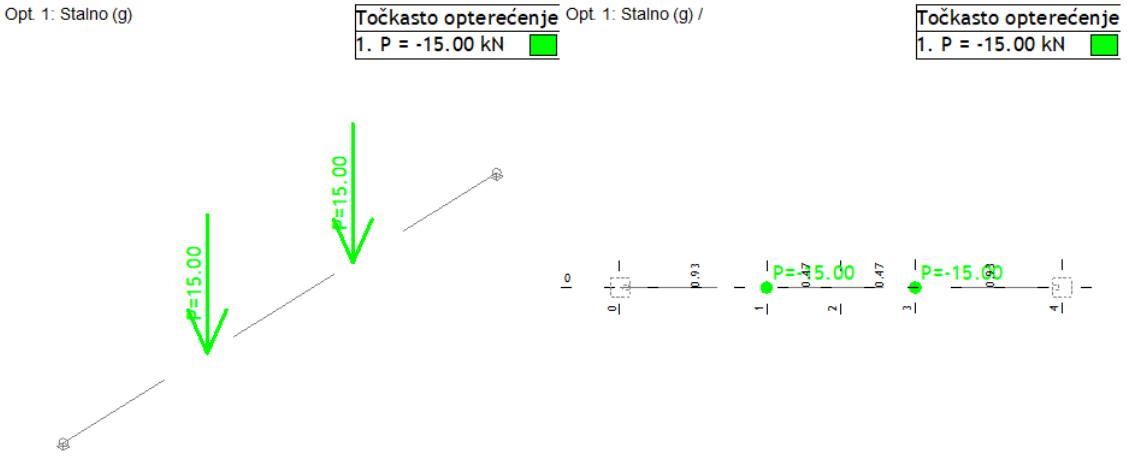
Setovi točkastih ležajeva

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

Dispozicija:



Opterećenja:

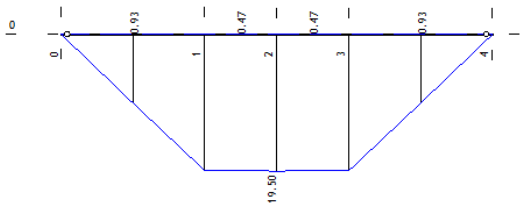


Setovi numeričkih podataka
Točkasto opterećenje (1)

Setovi numeričkih podataka
Točkasto opterećenje (1)

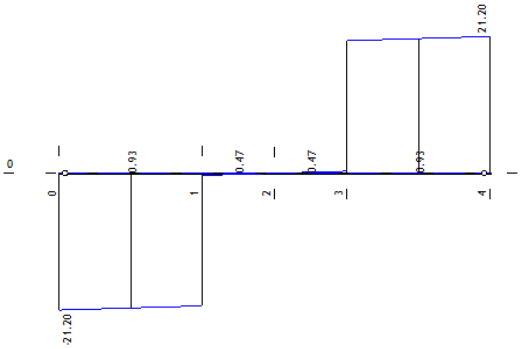
Granično stanje nosivosti:

Opt. 2: 1.35xl



Utjecaji u gredi: max M3= 19.50 / min M3= 0.00 kNm

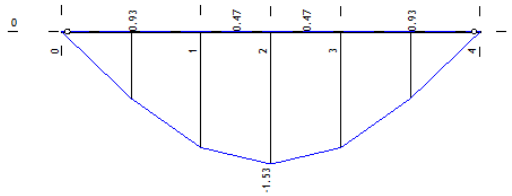
Opt. 2: 1.35xl



Utjecaji u gredi: max T2= 21.20 / min T2= -21.20 kN

Granično stanje uporabivosti:

Opt. 2: 1.35xl

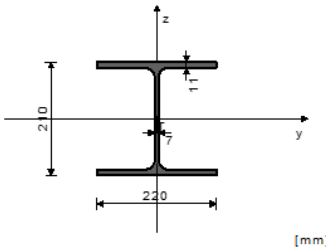


Utjecaji u gredi: max Zp= -0.00 / min Zp= -1.53 m / 1000

Dimenzioniranje:

ŠTAP 2-1
POPREČNI PRESJEK: IPBl 220 [S 355] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	64.300	cm2
Ay =	43.670	cm2
Az =	20.630	cm2
Ix =	28.600	cm4
Iy =	5410.0	cm4
Iz =	1950.0	cm4
Wy =	515.24	cm3
Wz =	177.27	cm3
Wy,pl =	553.05	cm3
Wz,pl =	266.20	cm3
γM0 =	1.000	
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
2. γ=0.12

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 2, na 130.6 cm od početka štapa)

Poprečna sila u z pravcu	VEd,z =	-0.064 kN
Momenat savijanja oko y osi	MEd,y =	19.485 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	280.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	Wy,eff =	440.65 cm3
Računska otpornost na savijanje	Mc,Rd =	156.43 kNm

Uvjet 6.12: MEd,y <= Mc,Rd,y (19.49 <= 156.43)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	Vpl,Rd,z =	269.73 kN
Računska nosivost na posmik	Vc,Rd,z =	269.73 kN

Uvjet 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (0.06 <= 269.73)

6.2.8 Savijanje i posmik
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: VEd,z <= 50%Vpl,Rd,z

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	-10.500 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	140.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	1.93e+5 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	3822.4 kNm
Odgovarajući moment otpora	Wy =	553.05 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT =	0.227
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.994
Računska otpornost na izvijanje	Mb,Rd =	177.44 kNm

Uvjet 6.54: MEd,y <= Mb,Rd (19.49 <= 177.44)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 2, na 18.6 cm od početka štapa)

Poprečna sila u z pravcu	VEd,z =	-21.077 kN
Momenat savijanja oko y osi	MEd,y =	3.914 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	280.00 cm

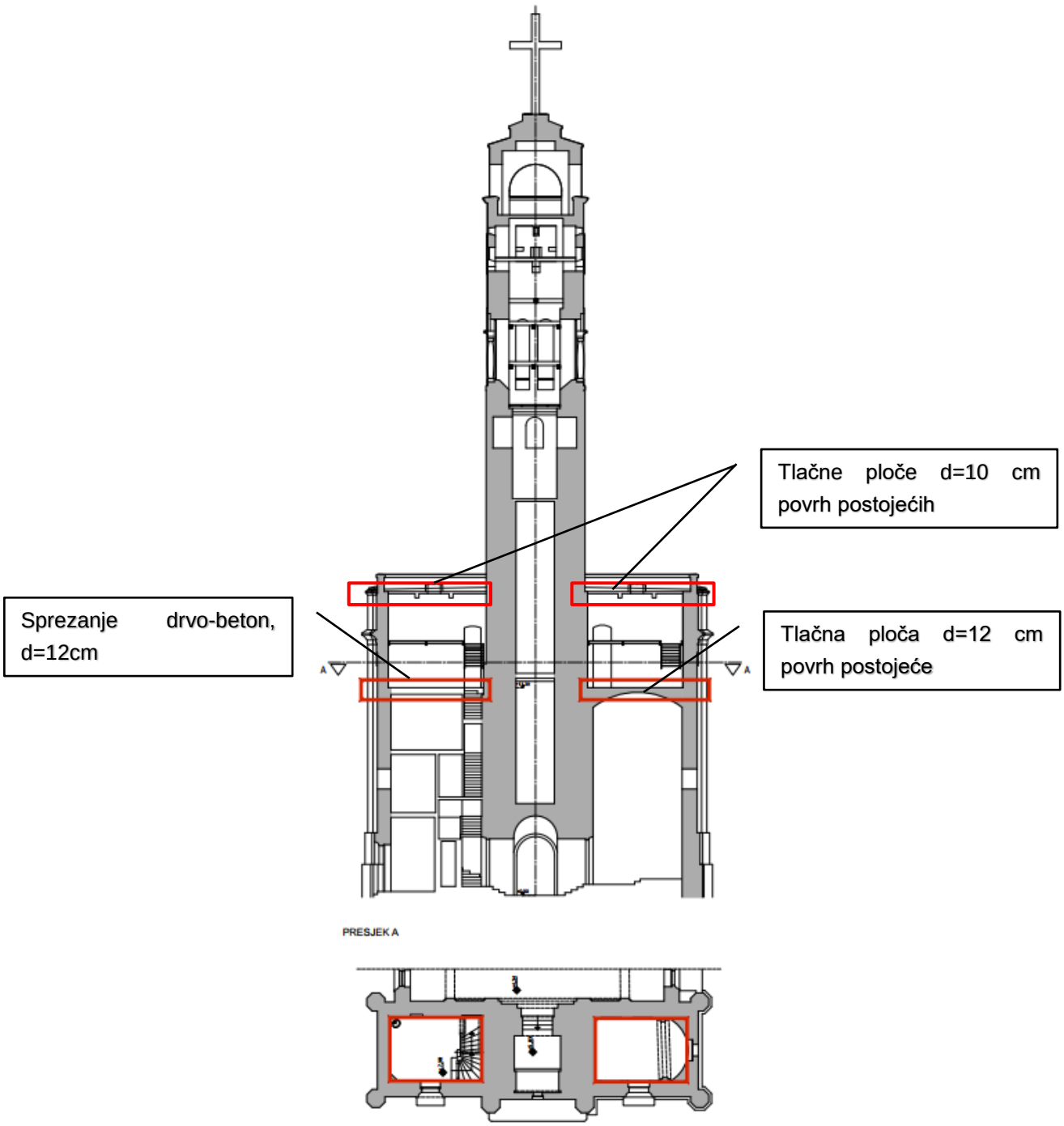
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	Vpl,Rd,z =	269.73 kN
Računska nosivost na posmik	Vc,Rd,z =	269.73 kN

Uvjet 6.17: VEd,z <= Vc,Rd,z (21.08 <= 269.73)

5.2.4 Pojačanje stropnih konstrukcija narteksa

Na koti 11,37 m nalazi se međukatna konstrukcija izvedena od drvenih grednika na zapadnoj strani, a na istočnoj strani svod kapelice. Na zapadnoj će se strani izvesti tlačna ploča debljine 12 cm na drvenim grednicima te će se s istima spregnuti vijcima promjera 7 mm te duljine 240 mm, na razmaku od 125 mm. Na istočnoj se strani izvodi tlačna ploča debljine 12 cm povrh već postojeće betonske ploče. Stropne ploče narteksa pojačavaju se tlačnim pločama debljine 10cm.



Slika 7 – 9 Položaj pojačanja elemenata narteksa

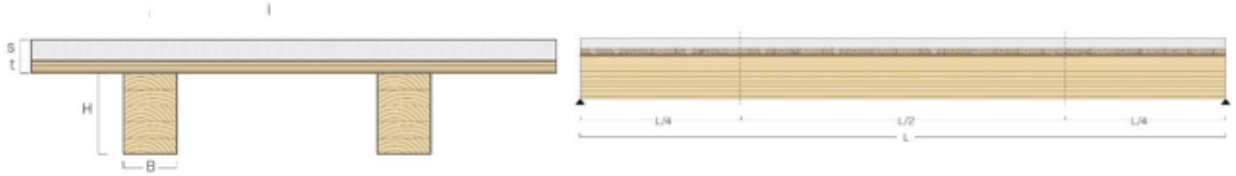
Spregnuti strop drvo-beton (zapadna strana)

Ulazni parametri za proračun:

Vrsta drva:	meko drvo
Kvaliteta materijala prema današnjim standardima	C20
Dodatno stalno opterećenje:	3 kN/m^2
Uporabno opterećenje:	3 kN/m^2

1.1 GEOMETRIC DATA

Beam width	B	140	mm
Beam height	H	180	mm
Use of SILENT FLOOR Foil:		NO	
Concrete slab thickness	S	120	mm
Formwork	t	24	mm
Beam span	L	3,50	m
Beam spacing	i	0,80	m



1.2 LOAD ANALYSIS

Uniformly distributed load on span:

LOADS ACTING ON FLOOR SURFACE	[kN/m^2]		
Dead load	$g_{1,k}$	3,34	kN/m^2
Permanent non-structural load	$g_{2,k}$	3,00	kN/m^2
Live load	q_k	3,00	kN/m^2
LOADS ON COMPOSIT BEAM	[kN/m]		
Beam spacing	i	0,80	m
Effective width	i_{eff}	0,80	m
Dead load	$G_{1,k}$	2,67	kN/m
Permanent non-structural load	$G_{2,k}$	2,40	kN/m
Live load	Q_k	2,40	kN/m

1.3 TIMBER

Timber strength class: C20 (EN 338:2016)

Production subject to continuous control (COV < 15%)

Personalizied material

1.4 CONCRETE SLAB

Concrete strength class: C25/30

Personalizied material

Welded steel mesh selection: B450C — Ø10 15x15

1.5 FASTENERS TYPE

Wood-concrete fastener type: CTC7240

N° fastener rows: 1

Connector Arrangement: Inclined parallel fasteners 45° ///

Min spacing	s_{min}	100	mm
Max spacing (central beam part)	s_{max}	200	mm
Equivalent spacing	s_{eq}	125	mm

FASTENER DESIGN SHEAR RESISTANCE	91%	VERIFIED*
WORST CASE VERIFICATION: FASTENER DESIGN SHEAR RESISTANCE [t=∞]	91%	VERIFIED*

*Please see points 5 and 6 for more details.

5.2.5 Provjera naprezanja na postojeće temelje

Uvođenjem novih horizontalnih i vertikalnih armiranobetonskih elemenata u tornju povećava se ukupna masa tornja, a time i naprezanja na postojeće temelje. Ukoliko je povećanje mase manje od 10 %, temelje nije potrebno provjeravati.

Ukupna masa tornja prije zahvata pojačanja:

Rekapitulacija količina materijala

Materijal	γ [kN/m³]	P [m²]	V [m³]	m [T]
Beton MB 15	25.000	159.17	62.448	159.20
Opeka	19.000	1141.3	1173.7	2273.9
	Ukupno:	1300.5	1236.1	2433.1

Ukupna masa tornja nakon zahvata pojačanja:

Rekapitulacija količina materijala

Materijal	γ [kN/m³]	P [m²]	V [m³]	m [T]
C25/30	25.000	513.50	86.847	221.40
Beton MB 15	25.000	97.920	52.528	133.91
Opeka	19.000	1141.3	1173.7	2273.9
	Ukupno:	1752.8	1313.0	2629.2

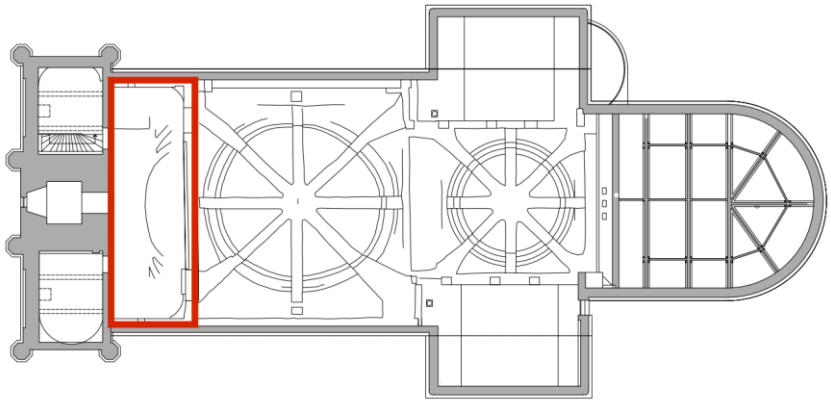
Povećanje ukupne mase tornja: 2629,2/2433,1 = 1,08

Ukupna masa tornja povećala se za 8% što je u dopuštenim granicama.

5.3 Crkva

5.3.1 Tlačna ploča

Na koti +12,17 m izvodi se tlačna ploča debljine 16 cm. Kako horizontalne nosive konstrukcije crkve čine svodovi, ova se ploča izvodi u svrhu ravnomjernije preraspodjele potresne sile tornja na zidove crkve. Ploča je dimenzionirana na način da je okomito na svoju ravninu opterećena stalnim i uporabnim opterećenjem, dok je u svojoj ravnini opterećena kontinuiranim opterećenjem. Iznos kontinuiranog opterećenja dobiven je očitavanjem sile na osloncu postavljenom na tornju, u razini ploče, s krutosti ekvivalentnoj krutosti ploče (slika 7.5.1-2). Ovu je ploču potrebno armirati u skladu s oba slučaja opterećenja.



Slika 7 – 10 Položaj tlačne ploče

Dimenzioniranje ploče na opterećenja van ravnine

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

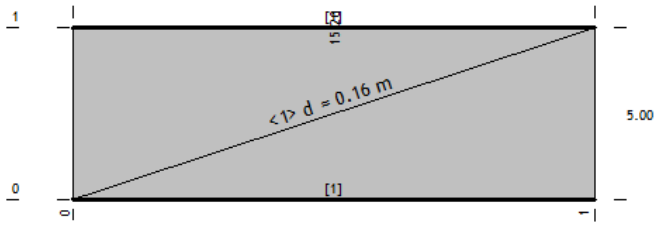
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.160	0.080	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi linijskih ležajeva

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

Dispozicija:



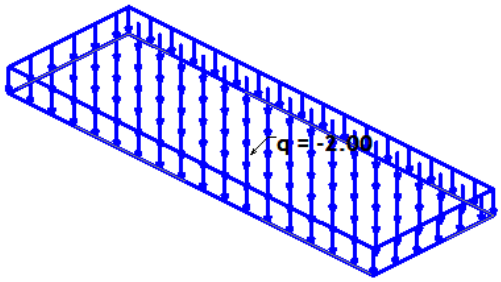
Opterećenja:

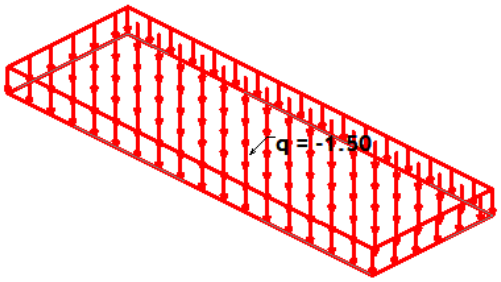
Opt. 1: Stalno (g)

Površinsko opterećenje
2. p=-2.00 kN/m²

Opt. 2: Uporabno

Površinsko opterećenje
1. p=-1.50 kN/m²



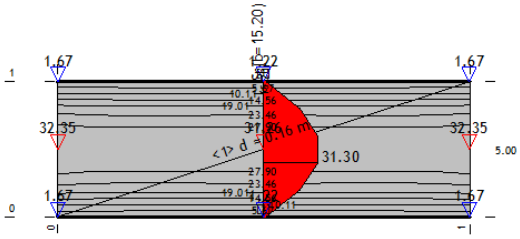


Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (2)

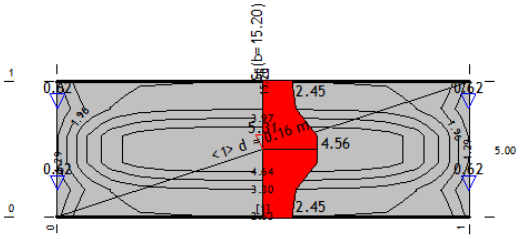
Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (1)

Granično stanje nosivosti:

Opt. 3: 1.35xl+1.5xll



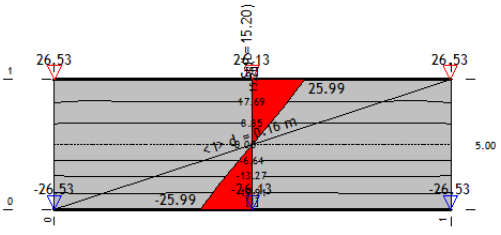
Opt. 3: 1.35xl+1.5xll



Utjecaji u ploči: max My= 32.35 / min My= 1.22 kNm/m
Opt. 3: 1.35xl+1.5xll

Utjecaji u ploči: max Mx= 5.31 / min Mx= 0.62 kNm/m
Opt. 3: 1.35xl+1.5xll

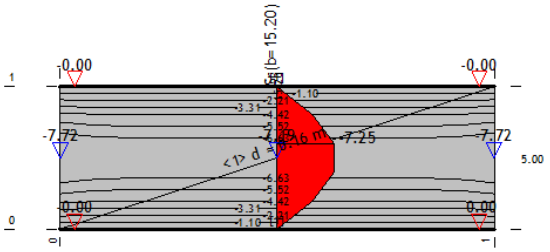
Utjecaji u ploči: max My= 32.35 / min My= 1.22 kNm/m
Opt. 3: 1.35xl+1.5xll



Utjecaji u ploči: max Tz,y= 26.53 / min Tz,y= -26.53 kN/m

Granično stanje uporabivosti:

Utjecaji u ploči: max Mx= 5.31 / min Mx= 0.62 kNm/m
Opt. 3: 1.35xI+1.5xII

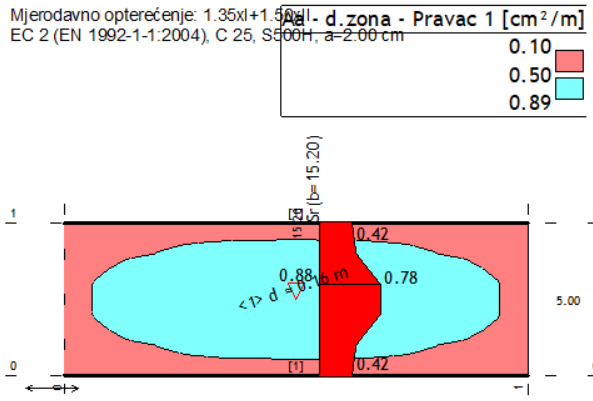


Kontrola progiba:
L/250 = 5000/250 = 20 mm > 7,72 mm

Utjecaji u ploči: max Zp= -0.00 / min Zp= -7.72 m / 1000

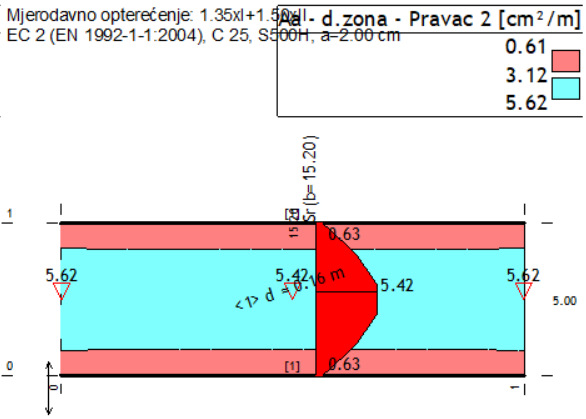
Dimenzioniranje:

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.5xII
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H, a=2.00 cm



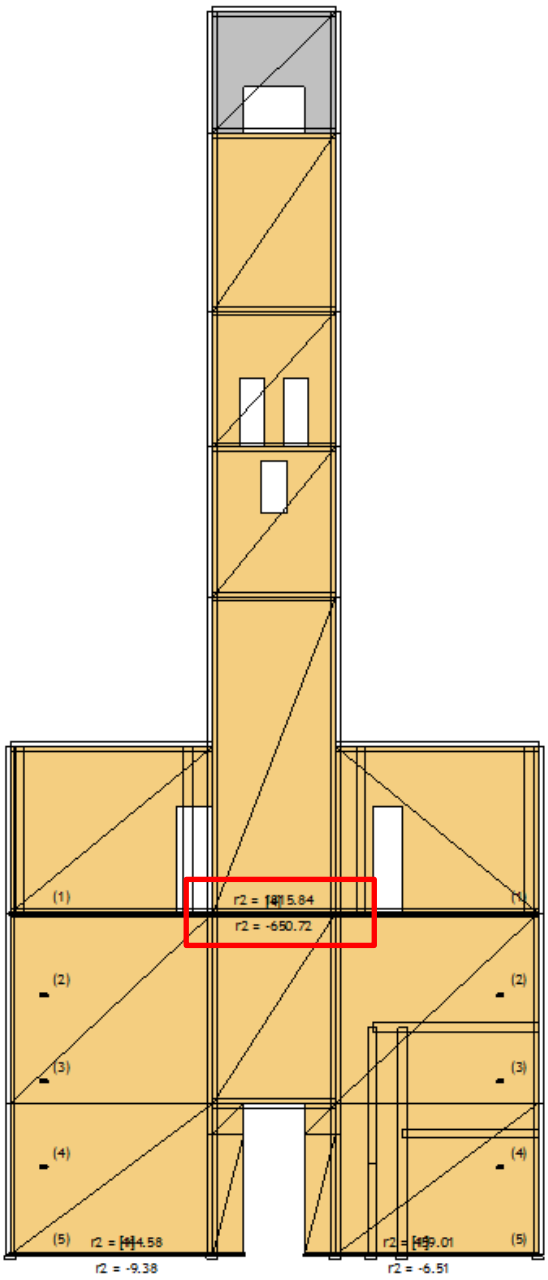
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 0.88 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.5xII
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500H, a=2.00 cm



Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 5.62 cm²/m

Dimenzioniranje ploče na opterećenje u ravnini



Slika 7 – 11 Prikaz reakcije linijskog oslonca na položaju tlačne ploče

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

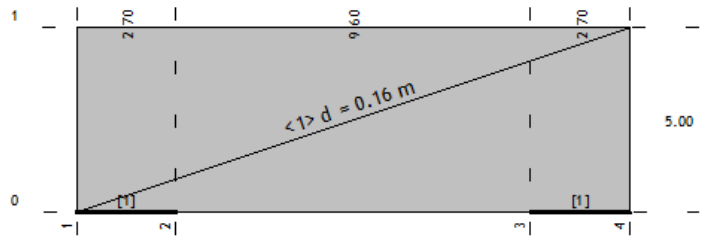
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.160	0.080	1	Tanka ploča	Izotropna			

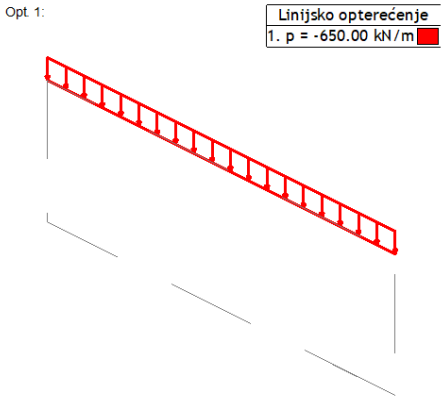
Setovi linijskih ležajeva

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

Dispozicija:



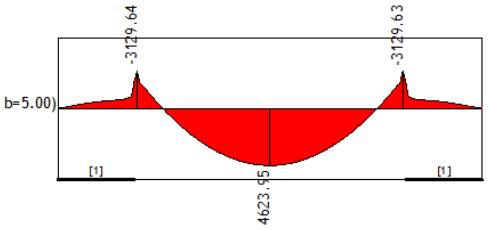
Opterećenja:



Setovi numeričkih podataka
Linijsko opterećenje (1)

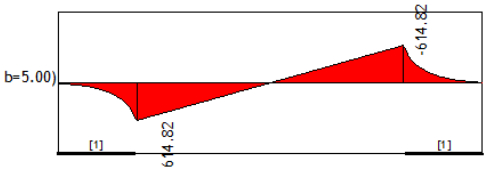
Granično stanje nosivosti:

Opt. 1:



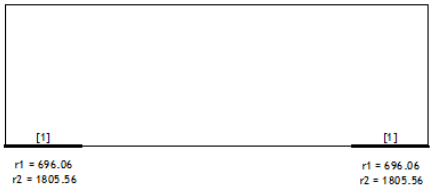
Vektorski presjeci: Ns
Opt. 1:

Opt. 1:

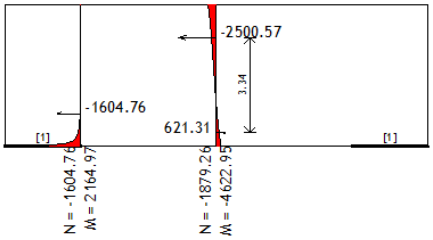


Vektorski presjeci: Nns
Opt. 1:

Vektorski presjeci: Ns
Opt. 1:



Vektorski presjeci: Nns
Opt. 1:



Reakcije ležajeva

Vektorski presjeci: Nn

Dimenzioniranje:

Ploča je za opterećenja u ravnini dimenzionirana kao visokostijeni nosač čiji su oslonci zidovi crkve.

beton	C25/30	
f_{cd} =	1,67	kN/cm^2
f_{ctm} =	0,26	kN/cm^2

Analiza opterećenja

		zid	
debljina	b_w =	16	*cm*
visina	h_w =	500	*cm*
duljina zida	L=	15	*m*
opterećenje	**q' =**	**650,0**	*kN/m'*

Horizontalna armatura u polju

Očitano s dijagrama dobivenih u software-u

z= 3,34 *m*

M_{Ed} = 4624 *kNm* → $A_s = \frac{M_{Ed}}{z \times f_{yd}}$ A_s = 31,84 *cm^2*

F_{Ed} = 621 *kN* → $A_s = \frac{F_{Ed}}{f_{yd}}$ A_s = 14,28 *cm^2*

$A_{s,min} = \frac{k \times h_w \times b_w \times f_{ctm}}{f_{yk}}$ $A_{s,min}$ = 8,32 *cm^2*

ODABRANO: **11Ø20** ($A_{s,prov}$ = 34,56 cm^2)

Armatura po visini zida

$A_{s,db,min} = 0,1\% \cdot Ac$ = 1,60 > 1,5 cm^2/m'

ODABRANO: **Q385** ($A_{s,prov}$ = 3,85 cm^2) → iz proračuna zidova

Ograničenje veličine reakcije nad osloncem

Krajnji oslonac A

$R_{A,Ed}$ = 4876 kN

$R_{A,Ed,max} = 0,8 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot (c + h_f)$ = 5772 kN → zadovoljava!

Armatura u blizini ležaja

Očitano s dijagrama dobivenih u softwareu

V_{Ed} = 615 kN

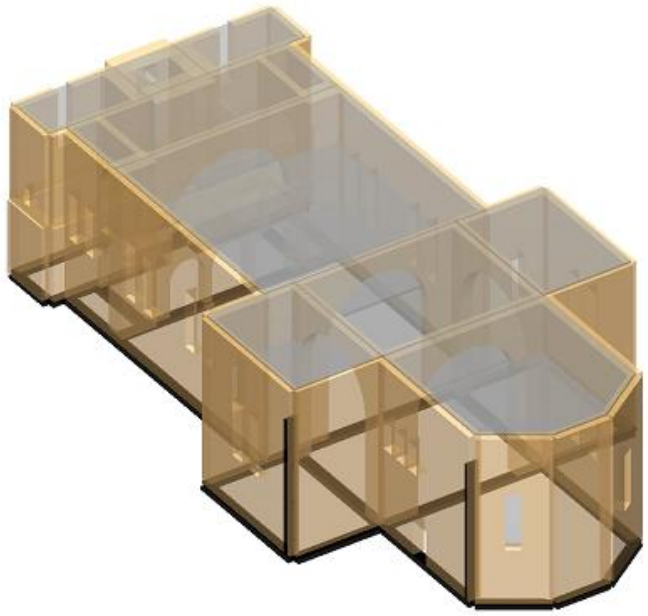
$V_{Ed,max} = 0,1 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h$ = 1336 kN → zadovoljava!

$V_{Ed} \geq \frac{1}{3} V_{Ed,max}$ 445 kN → potrebna dodatna armatura!

$A_{Sv} = \frac{V_{Ed}}{f_{yd}}$ 14,15 cm^2

$A_{sh} = 0,8 \cdot A_{sv}$ = 11,32 cm^2

5.3.2 Seizmički proračun crkve



Slika 7 – 12 Građevina nakon pojačanja

Model seizmičkog proračuna za pojačano stanje pojednostavljeni su tako da:

- Drveno krovište nije modelirano, nanosi se kao opterećejne
- Toranj je modeliran do razine krova narteksa, gornji dio nanesen je kao opterećenje
- Postojeći model raspucan je na 50 % svoje krutosti
- Pojačana kupola modelirana je pločom ekvivalentne mase
- Na mjestu svećeničkog doma postavljeni su elastični ležajevi

Ulazni parametri proračuna:

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+II
7	Komb.: I+0.3xII+III+0.3xIV
8	Komb.: I+0.3xII+0.3xIII+IV

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Opeka	5.000e+6	0.30	19.00	1.000e-5	5.000e+6	0.30
2	Beton MB 15	2.700e+7	0.20	25.00	1.000e-5	2.700e+7	0.20
3	C25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20
4	Opeka	5.000e+6	0.30	19.00	1.000e-5	2.100e+8	0.30
5	C12/16	2.700e+7	0.20	0.00	1.000e-5	2.700e+7	0.20

Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	3.125e+6	3.125e+6		
3	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		

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	φ
2	uporabno	0.30	φ

Periodi osciliranja konstrukcije:

Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.1876	5.3313
2	0.1650	6.0595
3	0.1166	8.5797
4	0.1057	9.4621
5	0.1029	9.7189
6	0.0972	10.2878
7	0.0962	10.3979
8	0.0837	11.9531
9	0.0744	13.4331
10	0.0703	14.2295

Seizmički proračun:

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998)

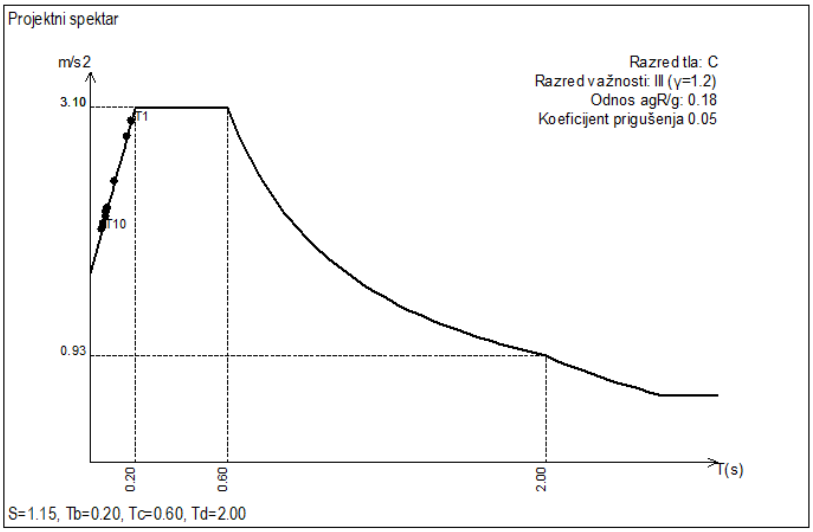
Razred tla:	C
Razred važnosti:	III (γ=1.2)
Odnos agR/g:	0.18
Koeficijent prigušenja	0.05

Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut α[°]	k,α	k,α+90°	kz	Faktor P.
Potres x	0	1.000	0.000	0.000	2.000
Potres Y	90	1.000	0.000	0.000	2.000

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



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:	5583.81 T	
Ukupna masa cijelog objekta:	6341.38 T	

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]	Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
1	10.26	61.62	7	0.15	0.52
2	63.96	6.60	8	10.66	1.09
3	0.19	18.60	9	0.13	0.03
4	8.71	0.03	10	0.03	2.30
5	1.82	0.00	ΣU (%)	96.31	92.53
6	0.39	1.73			

Poprečne sile u tlocrtu

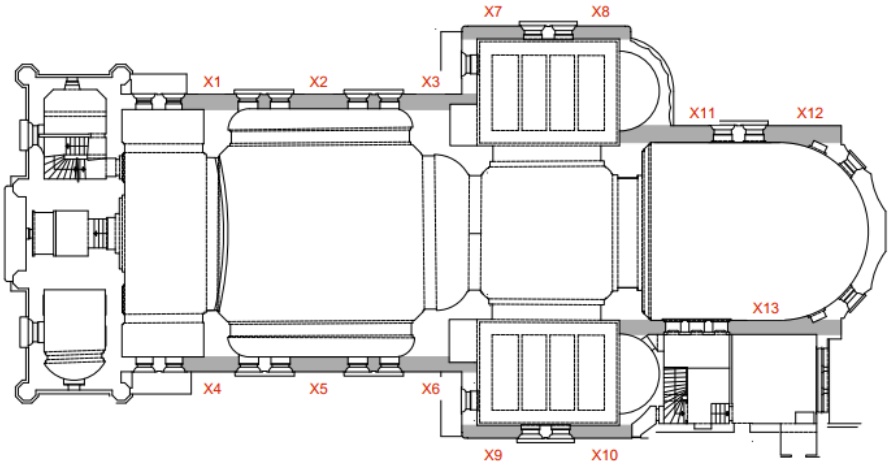
Slučaj opterećenja	Kut α[°]	VtB[kN]
Potres x	0	11043.29
Potres y	90	11063.05

Zaključak:

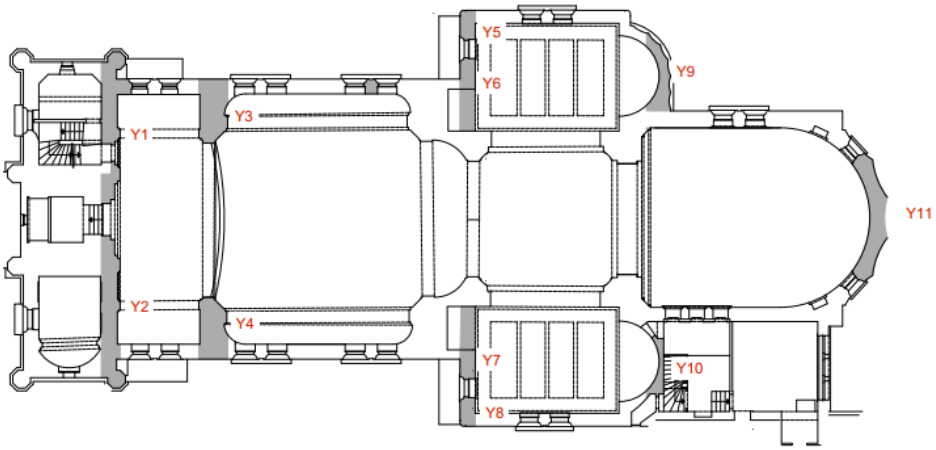
Modalna analiza - provedena za 10 tonova (T1 = 0,19 s)
- aktivirano je ~ 95% mase u oba smjera

Seizmički proračun - ubrzanje tla a = 0,18 g (za 225-godišnji povratni period)
- faktor ponašanja q = 2,0
-ukupna masa iznad temelja 63414 kN
- poprečna sila u podnožju smjer X 11043 kN (17% mase zgrade)
smjer Y 11063 kN (17% mase zgrade)

Kao provjera otpornosti građevine na potresno djelovanje provodi se analiza nosivosti zidova. Način iščitavanja unutarnjih sila u zidovima prikazan je na primjeru 2 zida. Tlocrtni položaj svih zidova dan je u nastavku. Narteks i toranj crkve predmet su zasebnog proračuna u poglavlju 7.2. te su izuzeti iz proračuna u nastavku.



Slika 7 – 13 Proračunski zidovi x smjera

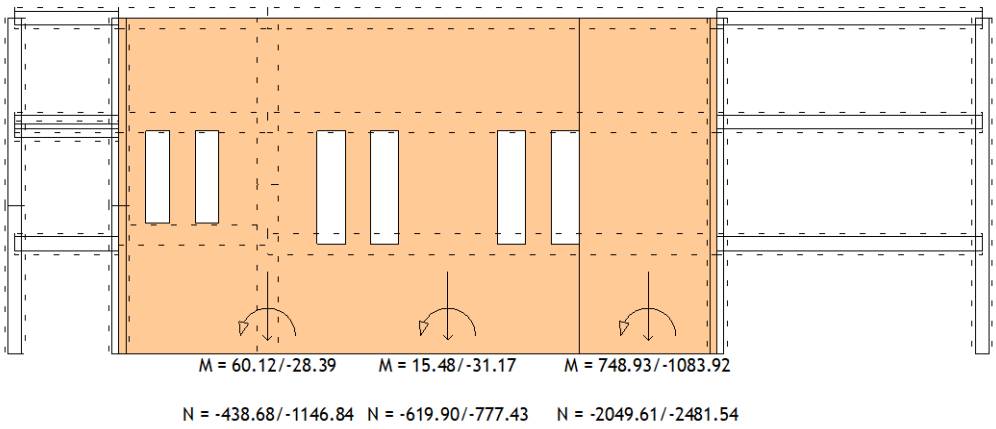


Slika 7 – 14 Proračunski zidovi y smjera

Zidovi X1- X3 – Potres X (1×stalno + 0,3×uporabno + 1×potres x + 0,3×potres y)

Moment

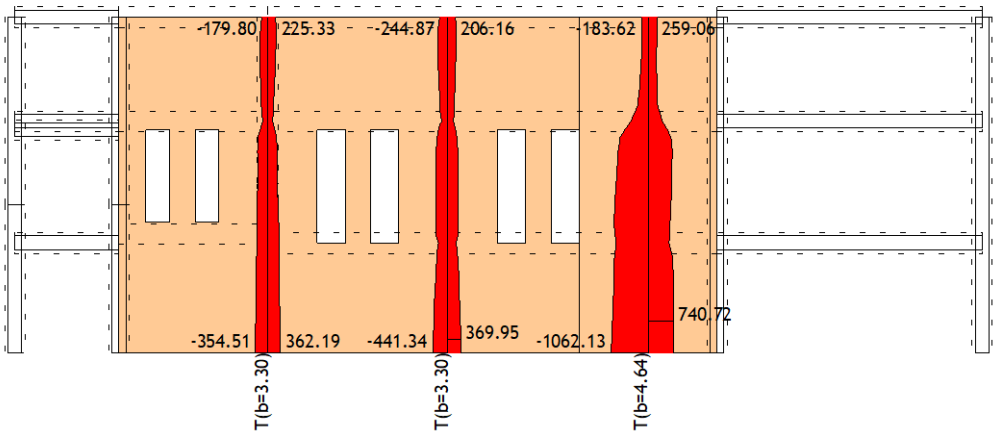
Opt. 6: I+0.3xII+III+0.3xIV



Okvir: H_19
Vektorski presjeci: Nn

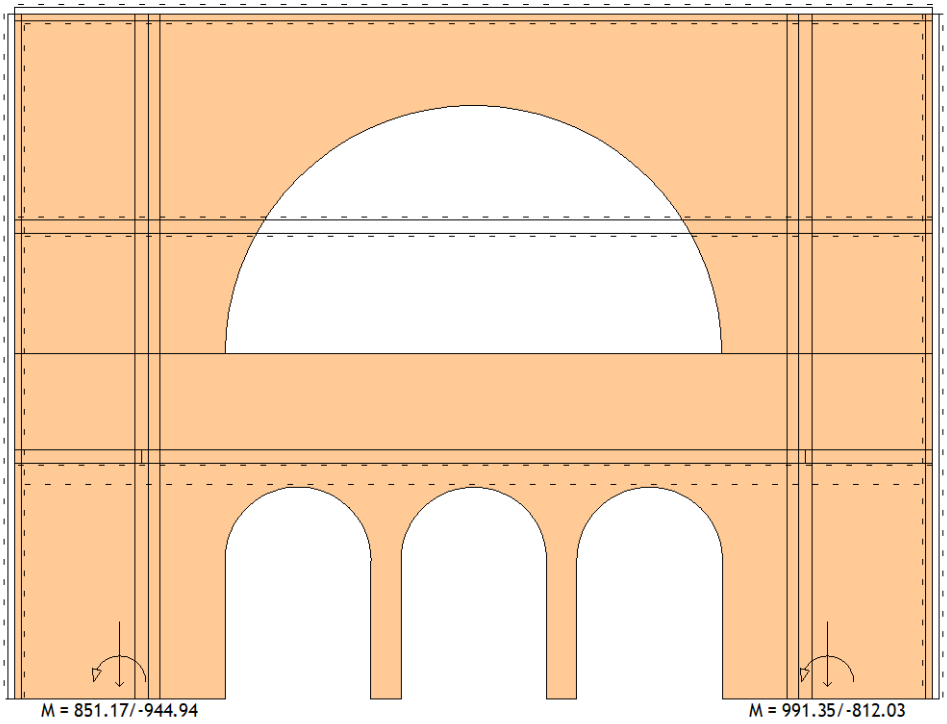
Poprečna sila

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



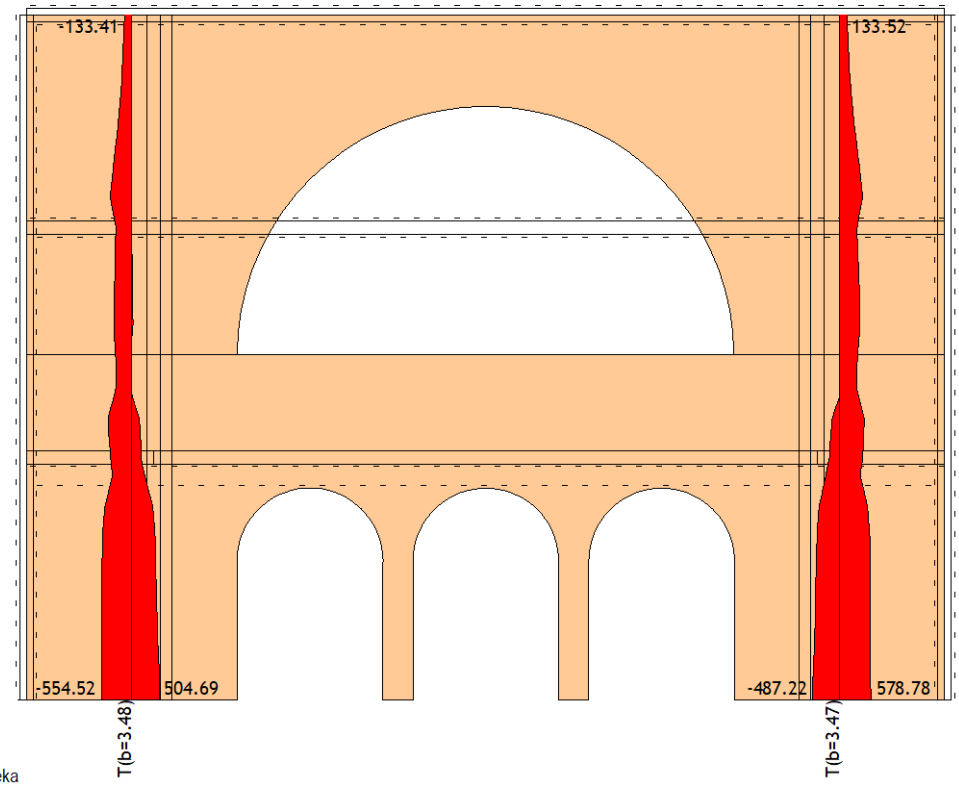
Okvir: H_19
Vektorski presjeci: Nns

Zidovi Y3- Y4 – Potres Y (1×stalno + 0,3×uporabno + 0,3×potres x + 1,0×potres y)
Moment



Okvir: V_12
Dispozicija presjeka

Poprečna sila



Okvir: V_12
Dispozicija presjeka

f_{wk0} = 0,10 N/mm² $\sigma_d = N_{Ed}/A$ $V_{Rd} = t L_c f_{vd}$ $f_{vd} = f_{vk}/\gamma_M$ γ_M = 2,0 KL = 1 1 - faktor povećanja otpornosti zbog armirane žbuke

f_{tk} = 0,10 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= 1,00 $R_z = \min(V_{Rd}, V_{RHd}) / V_{Ed}$

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	$R_z \times A$
X1	330	86	28380	**362,2**	**789,9**	**60,1**	0,278	0,111	0,211	0,085	330	**299,9**	1,21	**218,2**	1,66	144,0	0,602	17095,42
X2	330	86	28380	**370,0**	**693,3**	**31,2**	0,244	0,098	0,198	0,081	330	**280,6**	1,32	**206,6**	1,79	163,4	0,558	15845,54
X3	520	230	119600	**1062,1**	**2252,2**	**1083,9**	0,188	0,075	0,175	0,073	520	**1048,4**	1,01	**783,3**	1,36	278,8	0,737	88204,96
X4	330	83	27390	**375,5**	**758,1**	**68,0**	0,277	0,111	0,211	0,085	330	**288,6**	1,30	**210,1**	1,79	165,4	0,559	15322,39
X5	330	83	27390	**397,3**	**687,4**	**24,5**	0,251	0,100	0,200	0,082	330	**274,4**	1,45	**201,6**	1,97	195,7	0,507	13899,01
X6	520	230	119600	**828,2**	**2197,2**	**812,4**	0,184	0,073	0,173	0,072	520	**1037,4**	0,80	**775,7**	1,07	52,4	0,937	112025,69
X7	352	72	25344	**309,3**	**601,0**	**97,5**	0,237	0,095	0,195	0,080	352	**246,9**	1,25	**182,2**	1,70	127,1	0,589	14931,23
X8	325	72	23400	**277,8**	**626,9**	**137,9**	0,268	0,107	0,207	0,084	325	**242,4**	1,15	**177,0**	1,57	100,8	0,637	14908,24
X9	333	72	23976	**138,2**	**465,0**	**114,2**	0,194	0,078	0,178	0,074	333	**212,9**	0,65	**158,9**	0,87		1,150	27560,55
X10	400	72	28800	**122,6**	**126,1**	**57,9**	0,044	0,018	0,118	0,046	400	**169,2**	0,72	**118,3**	1,04	4,2	0,965	27801,67
X11	590	140	82600	**456,7**	**1531,8**	**881,1**	0,185	0,074	0,174	0,072	590	**719,4**	0,63	**537,7**	0,85		1,177	97258,70
X12	440	94	41360	**325,2**	**718,1**	**94,4**	0,174	0,069	0,169	0,070	440	**350,4**	0,93	**262,4**	1,24	62,8	0,807	33376,26
X13	630	80	50400	**196,3**	**324,5**	**252,0**	0,064	0,026	0,126	0,050	630	**316,9**	0,62	**228,7**	0,86		1,165	58724,18
X14	630	130	81900	**179,6**	**1131,2**	**783,1**	0,138	0,055	0,155	0,065	630	**635,7**	0,28	**476,6**	0,38		2,654	217354,59

$\Sigma (R_z \times A) / \Sigma A$ = 1,065 106,5%

zid	L_w [cm]	t [cm]	A [cm^2]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_d [N/mm^2]	$0{,}4\sigma_d$	f_{vk} [N/mm^2]	τ_{Rd} [N/mm^2]	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	775	120	70668,9	**2140,0**	**3316,0**	**6340,1**	0,469	0,188	0,388	0,107	589	**1369,9**	1,56	**683,2**	3,13	1456,8	0,319	22561,04
Y2	750	120	71455,5	**2156,0**	**3237,0**	**5713,7**	0,453	0,181	0,381	0,106	595	**1362,0**	1,58	**679,9**	3,17	1476,1	0,315	22534,44
Y3	340	137	33448,6	**578,0**	**1118,3**	**991,0**	0,334	0,134	0,334	0,092	244	**558,1**	1,04	**278,2**	2,08	299,8	0,000	16099,70
Y4	340	135	35215,7	**554,0**	**1137,8**	**944,9**	0,323	0,129	0,329	0,091	261	**579,7**	0,96	**288,6**	1,92	265,4	0,000	18344,86
Y5	162	85	13770	**568,1**	**773,8**	**106,1**	0,562	0,225	0,425	0,117	162	**292,5**	1,94	**144,5**	3,93	423,6	0,254	3502,97
Y6	570	270	152413	**902,7**	**3171,1**	**3070,7**	0,208	0,083	0,283	0,076	564	**2158,3**	0,42	**1038,8**	0,87		1,151	175396,58
Y7	570	270	148016	**867,5**	**3340,2**	**3415,8**	0,226	0,090	0,290	0,078	548	**2148,2**	0,40	**1042,6**	0,83		1,202	177906,51
Y8	164	85	13940	**81,8**	**653,7**	**92,2**	0,469	0,188	0,388	0,107	164	**270,1**	0,30	**134,7**	0,61		1,648	22973,43
Y9	750	160	120000	**493,4**	**3075,8**	**2827,7**	0,256	0,103	0,303	0,083	750	**1815,2**	0,27	**891,1**	0,55		1,806	216726,45
Y10	750	160	98297	**699,3**	**1775,3**	**3021,8**	0,181	0,072	0,272	0,072	614	**1338,0**	0,52	**633,3**	1,10	66,0	0,906	89014,40
Y11	644	96	61824	**107,6**	**548,5**	**51,8**	0,089	0,035	0,235	0,056	644	**727,9**	0,15	**308,9**	0,35		2,870	177439,67

$\Sigma(R_z \times A) / \Sigma A =$ 1,151 115,1%

Srednje 110,8%

U proračunu kontrole nosivosti zidova korišteni su sljedeći izrazi

L_w	duljina zida
t	debljina zida
A	površina zida
	$A=L_c \times t$
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	parcijalni 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)

Otpornost zidova X2 i X5 povećava se armiranjem sljubnica.

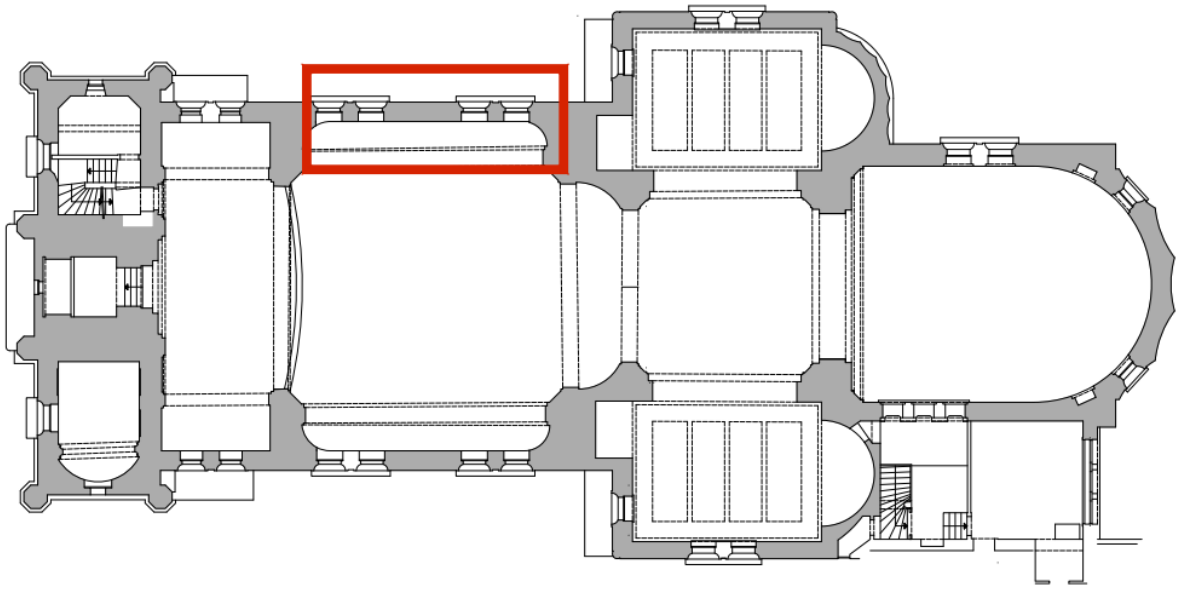
Razina otpornosti zgrade u odnosu na zahtijevanu otpornost prema važećim propisima je omjer proračunske potresne otpornosti konstrukcije nakon popravka i pojačanja i potresne otpornosti propisane za nove građevine.

Stupac R_z uz tablicu dimenzioniranja zidova 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 $\Sigma(R_z \times A) / \Sigma A$.

Zaključak:

Srednje vrijednosti iskazane uz tablicu dimenzioniranja zidova su srednje vrijednosti nosivosti zidova za potresno opterećenje propisano za 225-godišnji povratni period– 106,5% za smjer X, i 115,1% za smjer Y. Srednja vrijednost otpornosti zidova smjera x i y koja se uzima kao otpornost građevine i iznosi 110,8%.

5.3.3 Provjera zapadnog uzdužnog zida crkve na stabilnost van ravnine



Slika 7-15 Položaj zapadnog uzdužnog zida crkve

Nearmirano ziđe izloženo bočnom opterećenju

U graničnom stanju nosivosti proračunska vrijednost momenta savijanja zbog bočnog opterećenja, M_{Ed} , mora biti manja ili jednaka proračunskoj otpornosti na moment savijanja, M_{Rd} , tako da je:

$$M_{Ed} \le M_{Rd}$$

Prividna čvrstoća na savijanje;

$$f_{xd1,app} = f_{xd1} + \sigma_d$$

f_{xd1} -$\left(f_{xd1} / \gamma_M \right)$ proračunska čvrstoća na savijanje kad je slom u ravnini usporednoj s horizontalnim sljubnicama morta (*slika 7.12*).

σ_d - proračunsko tlačno naprezanje ziđa

Proračunski moment otpornosti ziđa za bočno (lateralno) opterećenje, za širinu ziđa: b = 1,0 m, kada je ravnina otkazivanja (sloma) paralelna horizontalnim sljubnicama, iznosi:

$$M_{Rd1} = f_{xd1,app} \cdot z$$

Proračunski moment nosivosti (na savijanje) ziđa za bočno (lateralno) opterećenje, za širinu ziđa: b = 1,0 m, kada je ravnina otkazivanja (sloma) okomita horizontalnim sljubnicama, iznosi:

$$M_{Rd2} = f_{xd2,app} \cdot z$$

gdje je:

f_{xd2} -$\left(f_{xd2} / \gamma_M \right)$ proračunska čvrstoća na savijanje kad je slom u ravnini okomit na horizontalne sljubnice morta (*slika 7.13*).

Z - elastični moment otpora na određenoj visini ili duljini ziđa *b*: $Z = \left(b \cdot t^2 \right) / 6$

Kad se ziđe oslanja na 3 ili 4 ruba, proračun djelujućeg momenta, M_{Edi} , određuje se za sljedeće slučajeve:

- kad je ravnina sloma usporedna s horizontalnim sljubnicama

$M_{Ed1} = \alpha_1 \cdot W_{Ed} \cdot l^2$ po jedinici duljine ziđa

- kad je ravnina sloma okomita na horizontalne sljubnice morta

$M_{Ed2} = \alpha_2 \cdot W_{Ed} \cdot l^2$ po jedinici visine ziđa

gdje su:

α_1, α_2 - koeficijent momenta savijanja koji ovise o stupnju upetosti na rubovima ziđa i omjeru visine i duljine ziđa. Vrijednosti koeficijenata savijanja α_2 dane su u tablici (*slika 7.14*), dok je vrijednost koeficijenata $\alpha_1 = \mu \cdot \alpha_2$.

Koeficijent μ predstavlja omjer proračunskih čvrstoća ziđa na savijanje u ortogonalnim smjerovima:

$$\mu = \frac{f_{xd1,app}}{f_{xd2}} \leq 1,0$$

W_{Ed} - proračunsko bočno opterećenje po jedinici ploštine. $W_{Ed} = W \cdot \gamma_Q$ pa slijedi da je granično bočno opterećenje: $W = W_{Ed} / \gamma_Q$.

l - duljina ziđa

Tablica 3.13 Vrijednosti f_{xk1} za ravninu sloma usporednu s horizontalnim sljubnicama [3.H1]

Zidni elementi	f_{xk1} (N/mm²)			
	Mort opće namjene		Tankoslojni mort	Lagani mort
	$f_m < 5$ (N/mm²)	$f_m \geq 5$ (N/mm²)		
Opečni	0,10	0,10	0,15	0,10
Vapnenosilikatni	0,05	0,10	0,20	ne rabi se
Betonski	0,05	0,10	0,20	ne rabi se
Porasti beton	0,05	0,10	0,15	0,10
Umjetni kamen	0,05	0,10	ne rabi se	ne rabi se
Obrađeni prirodni kamen	0,05	0,10	0,15	ne rabi se

Slika 5-6 Vrijednost f_{xk1} za ravninu sloma usporednu s horizontalnim sljubnicama

Tablica 3.14 Vrijednosti f_{xk2}, za ravninu sloma okomitu na horizontalne sljubnice [3.H1]

Zidni elementi		f_{xk2} (N/mm²)			
		Mort opće namjene		Tankoslojni mort	Lagani mort
		$f_m < 5$ (N/mm²)	$f_m \geq 5$ (N/mm²)		
Opečni		0,20	0,40	0,15	0,10
Vapnenosilikatni		0,20	0,40	0,30	ne rabi se
Betonski		0,20	0,40	0,30	ne rabi se
Porasti beton	$\rho < 400$kg/m³	0,20	0,20	0,20	0,15
	$\rho \geq 400$kg/m³	0,20	0,40	0,30	0,15
Umjetni kamen		0,20	0,40	ne rabi se	ne rabi se
Obrađeni prirodni kamen		0,20	0,40	0,15	ne rabi se

Slika 5-7 Vrijednost f_{xk2} za ravninu sloma okomitu na horizontalne sljubnice

Skica ziđa	μ	h/L							
		0,30	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
E	1,00	0,008	0,018	0,030	0,042	0,051	0,059	0,066	0,071
	0,90	0,009	0,019	0,032	0,044	0,054	0,062	0,068	0,074
	0,80	0,010	0,021	0,035	0,046	0,056	0,064	0,071	0,076
	0,70	0,011	0,023	0,037	0,049	0,059	0,067	0,073	0,078
	0,60	0,012	0,025	0,040	0,053	0,062	0,070	0,076	0,081
	0,50	0,014	0,028	0,044	0,057	0,066	0,074	0,080	0,085
	0,40	0,017	0,032	0,049	0,062	0,071	0,078	0,084	0,088
	0,35	0,018	0,035	0,052	0,064	0,074	0,081	0,086	0,090
	0,30	0,020	0,038	0,055	0,068	0,077	0,083	0,089	0,093
	0,25	0,023	0,042	0,059	0,071	0,080	0,087	0,091	0,096
	0,20	0,026	0,046	0,064	0,076	0,084	0,090	0,095	0,099
	0,15	0,032	0,053	0,070	0,081	0,089	0,094	0,098	0,103
	0,10	0,039	0,062	0,078	0,088	0,094	0,100	0,103	0,106
	0,05	0,054	0,076	0,090	0,098	0,103	0,107	0,109	0,110
F	1,00	0,008	0,016	0,026	0,034	0,041	0,046	0,051	0,054
	0,90	0,008	0,017	0,027	0,036	0,042	0,048	0,052	0,055
	0,80	0,009	0,018	0,029	0,037	0,044	0,049	0,054	0,057
	0,70	0,010	0,020	0,031	0,039	0,046	0,051	0,055	0,058
	0,60	0,011	0,022	0,033	0,042	0,048	0,053	0,057	0,060
	0,50	0,013	0,024	0,036	0,044	0,051	0,056	0,059	0,062
	0,40	0,015	0,027	0,039	0,048	0,054	0,058	0,062	0,064
	0,35	0,016	0,029	0,041	0,050	0,055	0,060	0,063	0,066
	0,30	0,018	0,031	0,044	0,052	0,057	0,062	0,065	0,067
	0,25	0,020	0,034	0,046	0,054	0,060	0,063	0,066	0,069
	0,20	0,023	0,037	0,049	0,057	0,062	0,066	0,068	0,070
	0,15	0,027	0,042	0,053	0,060	0,065	0,068	0,070	0,072
	0,10	0,032	0,048	0,058	0,064	0,068	0,071	0,073	0,074
	0,05	0,043	0,057	0,066	0,070	0,070	0,075	0,077	0,078
G	1,00	0,007	0,014	0,022	0,028	0,033	0,037	0,040	0,042
	0,90	0,008	0,015	0,023	0,029	0,034	0,038	0,041	0,043
	0,80	0,008	0,016	0,024	0,031	0,035	0,039	0,042	0,044
	0,70	0,009	0,017	0,026	0,032	0,037	0,040	0,043	0,045
	0,60	0,010	0,019	0,028	0,034	0,038	0,042	0,044	0,046
	0,50	0,011	0,021	0,030	0,036	0,040	0,043	0,046	0,048
	0,40	0,013	0,023	0,032	0,038	0,042	0,045	0,047	0,049
	0,35	0,014	0,025	0,033	0,039	0,043	0,046	0,048	0,050
	0,30	0,016	0,026	0,035	0,041	0,044	0,047	0,049	0,051
	0,25	0,018	0,028	0,037	0,042	0,046	0,048	0,050	0,052
	0,20	0,020	0,031	0,039	0,044	0,047	0,050	0,052	0,054
	0,15	0,023	0,034	0,042	0,046	0,047	0,051	0,053	0,055
	0,10	0,027	0,038	0,045	0,049	0,052	0,053	0,055	0,057
	0,05	0,035	0,044	0,050	0,053	0,055	0,056	0,057	0,058
H	1,00	0,005	0,011	0,018	0,024	0,029	0,033	0,036	0,039
	0,90	0,006	0,012	0,019	0,025	0,030	0,034	0,037	0,040
	0,80	0,006	0,013	0,020	0,027	0,032	0,035	0,038	0,041
	0,70	0,007	0,014	0,022	0,028	0,033	0,037	0,040	0,042
	0,60	0,008	0,015	0,024	0,030	0,035	0,038	0,041	0,043
	0,50	0,009	0,017	0,025	0,032	0,036	0,040	0,043	0,045
	0,40	0,010	0,019	0,028	0,034	0,039	0,042	0,045	0,047
	0,35	0,011	0,021	0,029	0,036	0,040	0,043	0,046	0,047
	0,30	0,013	0,022	0,031	0,037	0,041	0,044	0,047	0,049
	0,25	0,014	0,024	0,033	0,039	0,043	0,046	0,048	0,051
	0,20	0,016	0,027	0,035	0,041	0,054	0,047	0,049	0,052
	0,15	0,019	0,030	0,038	0,043	0,047	0,049	0,051	0,053
	0,10	0,023	0,034	0,042	0,047	0,050	0,052	0,053	0,054
	0,05	0,031	0,041	0,047	0,051	0,053	0,055	0,056	0,056

Slika 5-16 Koeficijenti momenta savijanja α_2 za bočno opterećeno ziđe

Proračunava se zid dimenzija *h/L/t* = 11,4/10,4/0,8 [m], koji se nalazi na razmaku e = 14,8 [m] od susjednog zida.

Analiza opterećenja

Stalno opterećenje:

krovište = 10,0 [kN/m']

zid (d=80 cm) 18 [kN/m^3] · 0,8 [m] · 11,3 [m] = 162,0 [kN/m']

g = 172,0 [kN/m']

Uporabno opterećenje: q = 1,0 [kN/m^2] · 9,2 [m] = 9,2 [kN/m']

Kombinacija opterećenja:

$$E_{d,p} = \gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot q = 1{,}0 \cdot 172 + 1{,}0 \cdot 0{,}3 \cdot 9{,}2 = 174\ [kN/m']$$

$$E_{d,p} = 174 \cdot 10{,}3 = 1792\ [kN]$$

Bočna sila koja djeluje na zid (potres):

$S_d\,(T_1) = a_g \cdot S \cdot 2{,}5/q = 0{,}18 \cdot g \cdot 1{,}15 \cdot 2{,}5/2 = 0{,}25g$

$$F_h = \mathrm{Sd}\,(\mathrm{T1}) \cdot \mathrm{Guk/g} \cdot \lambda = 0{,}25\mathrm{g} \cdot 1792/\mathrm{g} \cdot 0{,}85 = 380\ [kN]$$
$$f_h = \frac{F_h}{L \cdot h} = \frac{380}{10{,}3 \cdot 11{,}4} = 3{,}2\ [kN/m^2]$$

Vertikalno stalno opterećenje na sredini zida iznosi:

$$N_g = 10\ [kN/m']$$
$$N_g = g_{zid}/2 = 162{,}0/2{,}0 = 81\ [kN/m']$$
$$\sigma_d = \frac{N_g}{t \cdot L} = \frac{81}{80 \cdot 100} = 0{,}011\ [kN/cm^2]$$

Parcijalni koeficijent sigurnosti za ziđe u seizmičkim područjima:

$$\gamma_{M,s} = (2/3) \cdot \gamma_M = \left(\frac{2}{3}\right) \cdot 2{,}0 = 1{,}3 < 1{,}5$$

Karakteristične čvrstoće na savijanje:

$$f_{xk1} = 0{,}1[N/mm^2] = 0{,}01[kN/cm^2]$$
$$f_{xk2} = 0{,}2[N/mm^2] = 0{,}02[kN/cm^2]$$

Proračunske čvrstoće na savijanje:

$$f_{xd1} = f_{xk1}/\gamma_{M,s} = 0{,}01/1{,}5 = 0{,}007[kN/cm^2]$$
$$f_{xd2} = f_{xk2}/\gamma_{M,s} = 0{,}02/1{,}5 = 0{,}014[kN/cm^2]$$

Prividna čvrstoća na savijanje na sredini zida:

$$f_{xd1,app} = f_{xd1} + \sigma_d = 0{,}007 + 0{,}011 = 0{,}018\ [kN/m^2]$$

Omjer proračunskih čvrstoća ziđa na savijanje u ortogonalnim smjerovima za sredinu zida:

$$\mu = \frac{f_{xd1,app}}{f_{xd2}} = \frac{0{,}018}{0{,}014} = 1{,}3 > 1{,}0 \Rightarrow \mu = 1$$

$\frac{h}{l} = \frac{11{,}4}{10{,}3} = 1{,}1$ ziđe je tipa E pa je $\alpha_2 = 0{,}044$ (dobiveno linearnom interpolacijom, slika 7.14.)

$$\alpha_1 = \mu \cdot \alpha_2 = 1 \cdot 0{,}044 = 0{,}044$$

Elastični moment otpora:

$$Z = \frac{b \cdot t^2}{6} = \frac{100 \cdot 80^2}{6} = 106666{,}7[cm^3]$$

Proračunski moment nosivosti kad je ravnina sloma usporedna s horizontalnim sljubnicama:

$$M_{Rd1} = f_{xd1,app} \cdot Z = 0{,}018 \cdot 106667 = 1920\left[\frac{kNcm}{m}\right] = 19{,}2\ [kNm/m]$$
$$W_{Ed1} \le M_{Rd1}/(\alpha_1 \cdot l^2) = 19{,}2/(0{,}044 \cdot 10{,}36^2) = 4{,}1\ [kN/m^2]$$

Proračunski moment nosivosti kad je ravnina sloma okomita na horizontalne sljubnice:

$$M_{Rd2} = f_{xd2} \cdot Z = 0{,}014 \cdot 106667 = 1495\left[\frac{kNcm}{m}\right] = 15{,}0\ [kNm/m]$$
$$W_{Ed2} \le M_{Rd2}/(\alpha_2 \cdot l^2) = 15{,}0/(0{,}044 \cdot 10{,}36^2) = 3{,}2\ [kN/m^2]$$

Proračunsko bočno opterećenje:
$W_{Ed} = 3{,}2\ [kN/m^2]$

Granično bočno opterećenje:

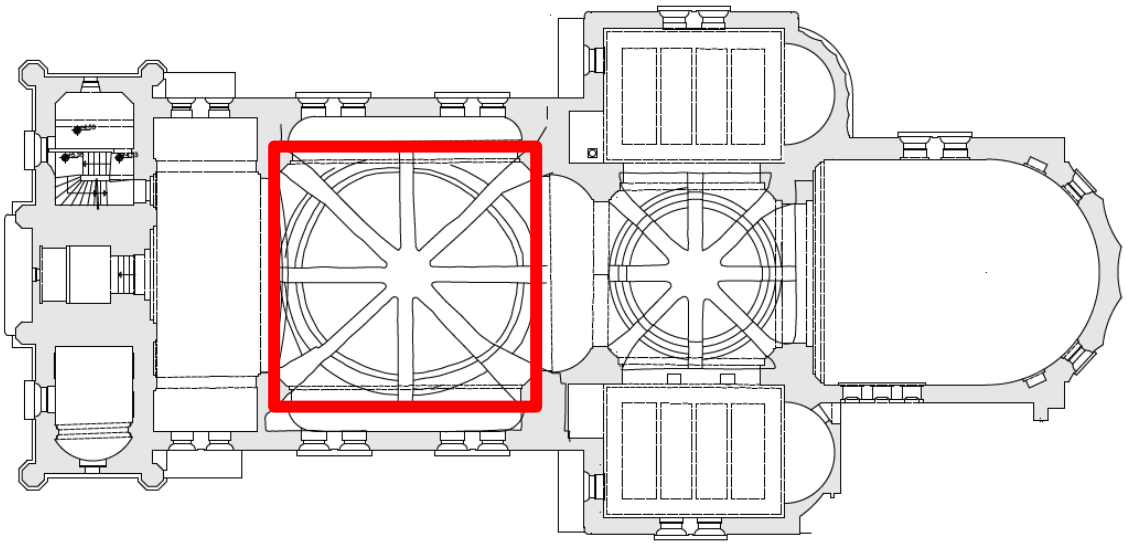
$$w = \frac{W_{Ed}}{\gamma_Q} = \frac{3{,}2}{1{,}0} = 3{,}0\ [kN/m^2]$$

$$f_h \leq w$$
$$3{,}2\ [kN/m^2] \leq 3{,}2\ [kN/m^2]$$

Zaključak:
Nosivost ziđa za granično bočno opterećenje i za povratni period od 225 godina je zadovoljeno.
Proračun je proveden prema normi HRN EN 1996-1-1.

5.3.4 Velika kupola

Velika kupola crkve koja nadsvođuje brod crkve zadobila je teža oštećenja uslijed razdvajanja oslonaca (uzdužnih zidova crkve). Kupola je raspona 12 m, sa 8 rebara na ekstradosu koja razdjeljuju kupolu na jednake dijelove. Pojačanje kupole izvodi se na način da se horizontalna reakcija svoda preuzima čeličnim prstenom sastavljenom od čeličnih zatega Φ24 koje su prihvaćene za novoizvedene betonske blokove na peti svakog rebra. Betonski blok izvodi se povrh već izvedenog zidanog elementa te se povezuje sa novoizvedenim AB serklažom. Na ekstradosu kupole izvodi se pojačanje armiranom žbukom, te se povrh svakog rebra postavljaju čelične trake 0,8×20 cm koje se sidre u već spomenute armiranobetonske blokove.



Slika 5-17 Položaj velike kupole



Izometrija

Stalno opterećenje:

Armirana žbuka (FRCM) (5 cm)	1,10	kN/m^2
lukovi (uzeti u obzir u software-u)	-	kN/m^2
Kupola (uzeta u obzir u software-u)	-	kN/m^2
Ukupno stalno:	1,10	kN/m^2

Ulazni podaci -Konstrukcija:

Tabela materijala

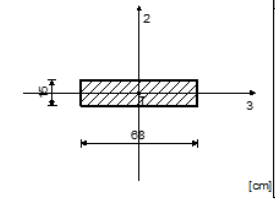
No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Opeka/Blokovi	8.000e+5	0.20	18.00	1.000e-5	8.000e+5	0.20

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<2>	0.260	0.130	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 0.001, E x 0.001, γ x 1; SE: Em x 0.001, E x 0.001, γ x 1;							

Setovi greda

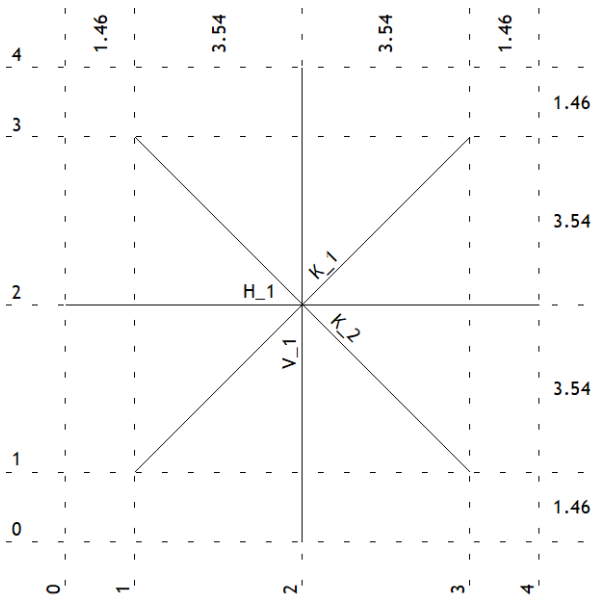
Set: 2 Presjek: b/d=68/15, Fiktivna ekscentričnost



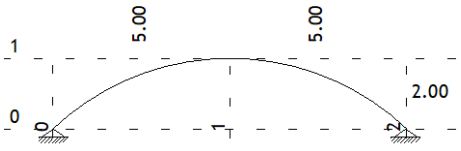
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Opeka/Blokovi	1.020e-1	8.500e-2	8.500e-2	6.587e-4	3.930e-3	1.913e-4

Setovi točkastih ležajeva

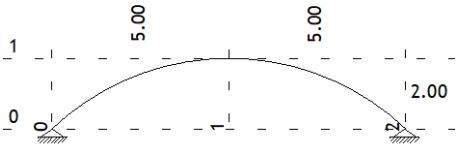
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			



Dispozicija okvira



Okvir: H_1



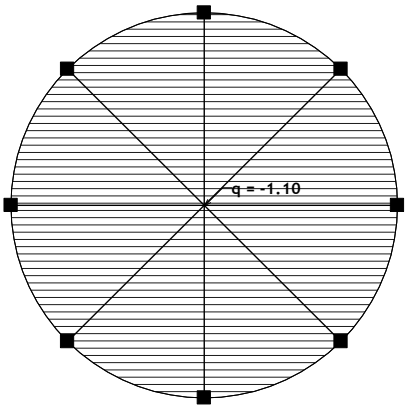
Okvir: V_1

Opterećenja:

Lista slučajeva opterećenja

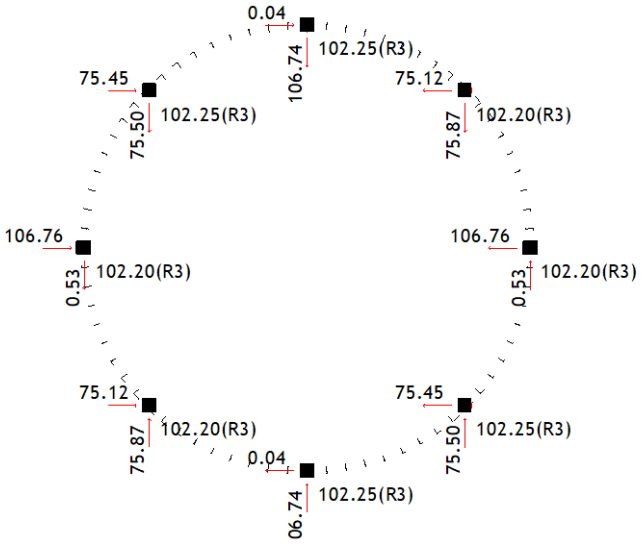
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Stalno + dodatno stalno (g)	0.00	0.00	-607.51
2	Komb.: 1.35xl	0.00	0.00	-820.13

Opt. 1: Stalno + dodatno stalno (g)



Reakcije:

Opt. 2: 1.35xl



Nivo: [0.00 m]
Reakcije ležajeva

Provjera spoja armiranobetonskog i zidanog bloka:

Navojne šipke promjera 16 mm izvode se u kvaliteti 8.8.

Otpornost navojne šipke po jednoj posmičnoj površini:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \, x \, f_{ub} \, x A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6x800 \times 157,0}{1,25} = 60,29\,kN$$

Ukupna posmična površina:

$$\sum F_{b,Rd,n} = n\,x\,F_{v,Rd} = 6\,x\,60,29 = 361,74\,kN$$

Uvjet iskoristivosti:

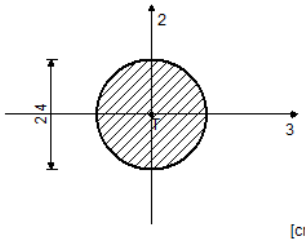
$$\frac{f_{Ed}}{\sum F_{b,Rd,n}} = \frac{106,67}{361,74} = 0,30$$ Iskoristivost 30%

Iznos sile u zatezi

Setovi greda

Set: 1 Presjek: D=2.4, Fiktivna ekscentričnost

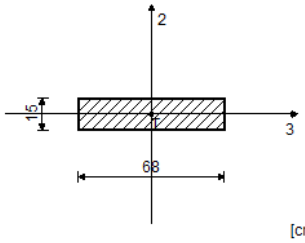
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik - uže	4.524e-4	4.072e-4	4.072e-4	3.257e-8	1.629e-8	1.629e-8



[cm]

Set: 2 Presjek: b/d=68/15, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Opeka/Blokovi	1.020e-1	8.500e-2	8.500e-2	6.587e-4	3.930e-3	1.913e-4



[cm]

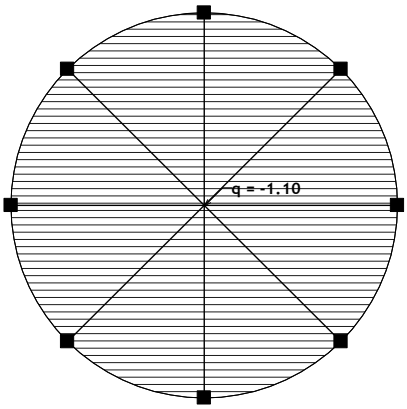


Izometrija

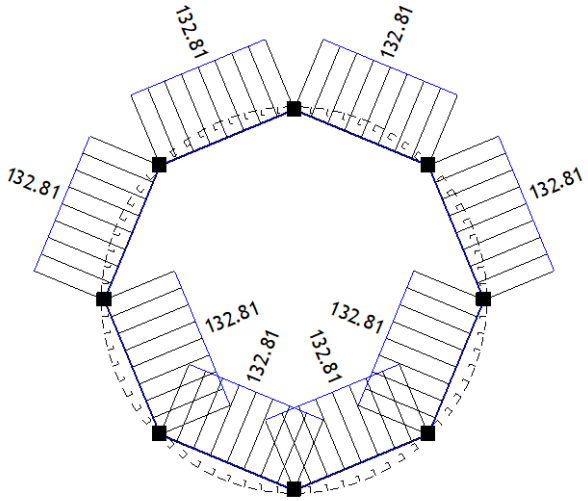
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Stalno + dodatno stalno (g)	0.00	0.00	-607.51
2	Komb.: 1.35xl	0.00	0.00	-820.13

Opt. 1: Stalno + dodatno stalno (g)



Opt. 2: 1.35xl



Nivo: [0.00 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 132.81 / min N1= 132.81 kN

S obzirom da se radi o postojećoj strukturi, unutar koje su reakcije kupole već prihvaćene postojećom zidanom konstrukcijom, novi prihvatni prsten dimenzionira se na 70% ukupne reakcije.

132,81×0,7= 92,97 kN

Dimenzioniranje:

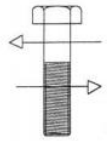
Iznos sile u čeličnoj zatezi:

F_{zatega} = 92,97 kN

Kvaliteta čelika: S355
Čelična zatega: Φ24
Površina jezgre vijka: A_s = 3,53 cm^2

Tablica IX.-4.

KARAKTERISTIČNA POSMIČNA OTPORNOST ZA JEDAN VIJAK I JEDNU POSMIČNU POVRŠINU U [kN]



$F_{v.Rk} = C_1 \cdot f_{ub} \cdot A_s$

gdje je: C_1=0.6 za klasu 4.6, 5.6 i 8.8
C_1=0.5 za klasu 4.8, 5.8, 6.8 i 10.9

PROMJER VIJKA	d [mm]	12	16	20	22	24	27	30	36
PROMJER RUPE	d_0 [mm]	13	18	22	24	26	30	33	39
POVRŠINA JEZGRE VIJKA	A_s [mm^2]	84.3	157	245	303	353	459	561	817

Slika 5-8 Površina jezgre vijka (Metalne konstrukcije 1)

$$F_{zatega} = \frac{A_s \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$93,97 = \frac{3,53 \times 35,5}{1,25}$$

$$93,97 < 100,25$$

$$\frac{93,97}{100,25} = 0,94$$

Iskoristivost 94%

Pojačanje kupole

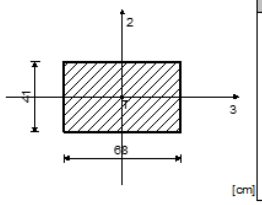
Ulazni podaci:

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Opeka/Blokovi	1.500e+6	0.20	18.00	1.000e-5	8.000e+5	0.20

Setovi greda

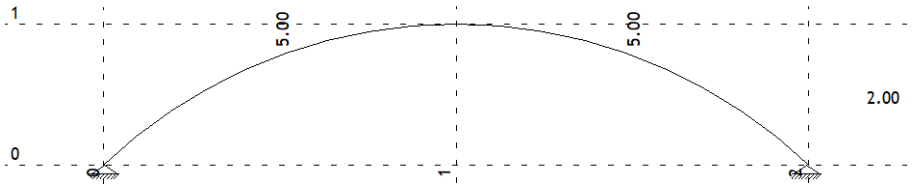
Set: 1 Presjek: b/d=68/41, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Opeka/Blokovi	2.788e-1	2.323e-1	2.323e-1	9.753e-3	1.074e-2	3.906e-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			





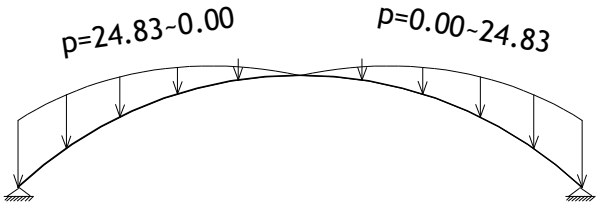
Izometrija

Opterećenja:

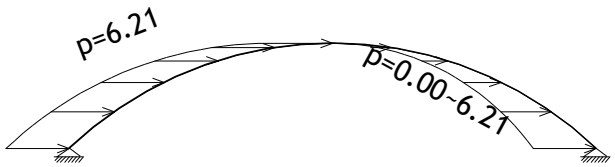
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Stalno + dodatno stalno (g)
2	Potres X
3	Komb.: 1.35xl
4	Komb.: I+II

Opt. 1: Stalno + dodatno stalno (g)

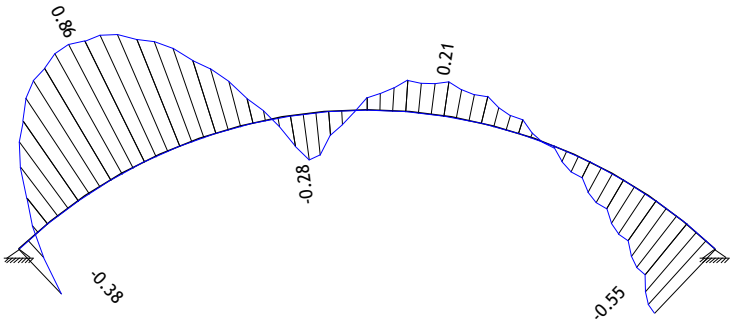


Opt. 2: Potres X



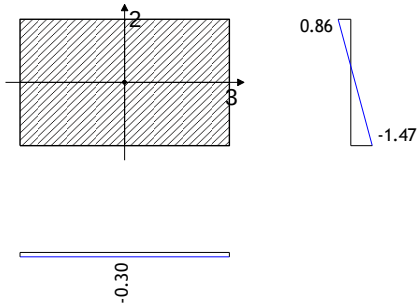
Proračun:

Opt. 4: I+II



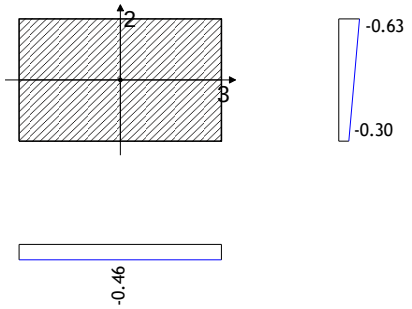
Utjecaji u gredi: max σ,max= 0.86 / min σ,max= -0.55 MPa

Opt. 4: I+II



Dijagram napona u poprečnom presjeku grede 1 - 11, x=2.01m [MPa]

Opt. 4: I+II



Dijagram napona u poprečnom presjeku grede 11 - 21, x=4.41m [MPa]

Površina čelične trake:
$A = 0,8 \times 2 = 16\ cm^2$

Iznos vlačnog naprezanja na ekstradosu luka:
$\sigma = 8,60\ kN/cm^2$

Dopušteno naprezanje u čeličnim trakama:

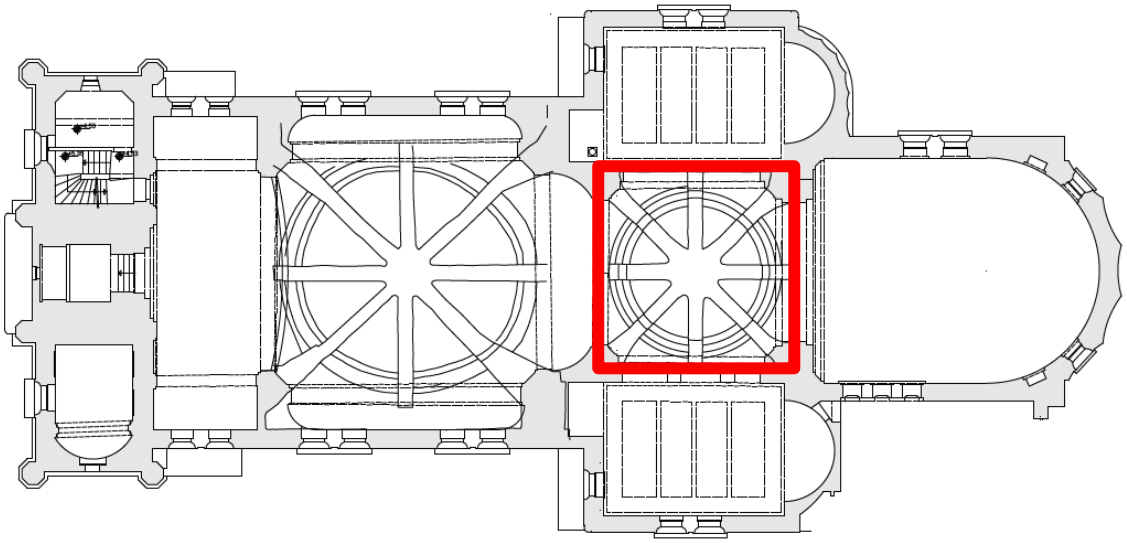
$$\sigma_{dop} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{16 \times 35,5}{1,1} = 516\ kN/cm^2$$

$8,60\ kN/cm^2 < 516\ kN/cm^2$

Zadovoljava!

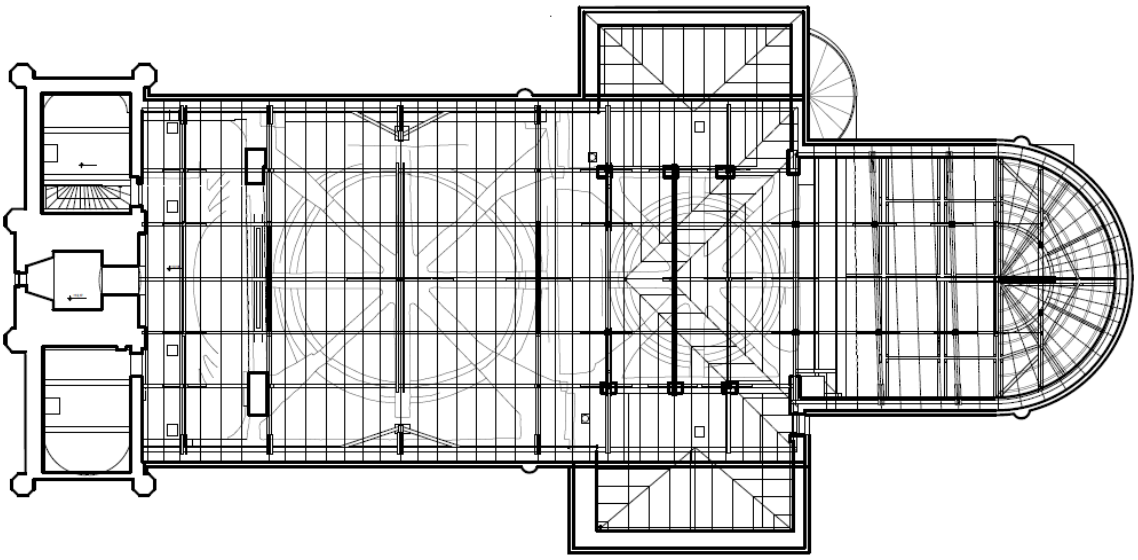
5.3.5 Mala kupola

Mala kupola koja se nalazi na križištu broda i transepta crkve, istog je sustava kao i velika kupola te se usvaja jednako pojačanje.

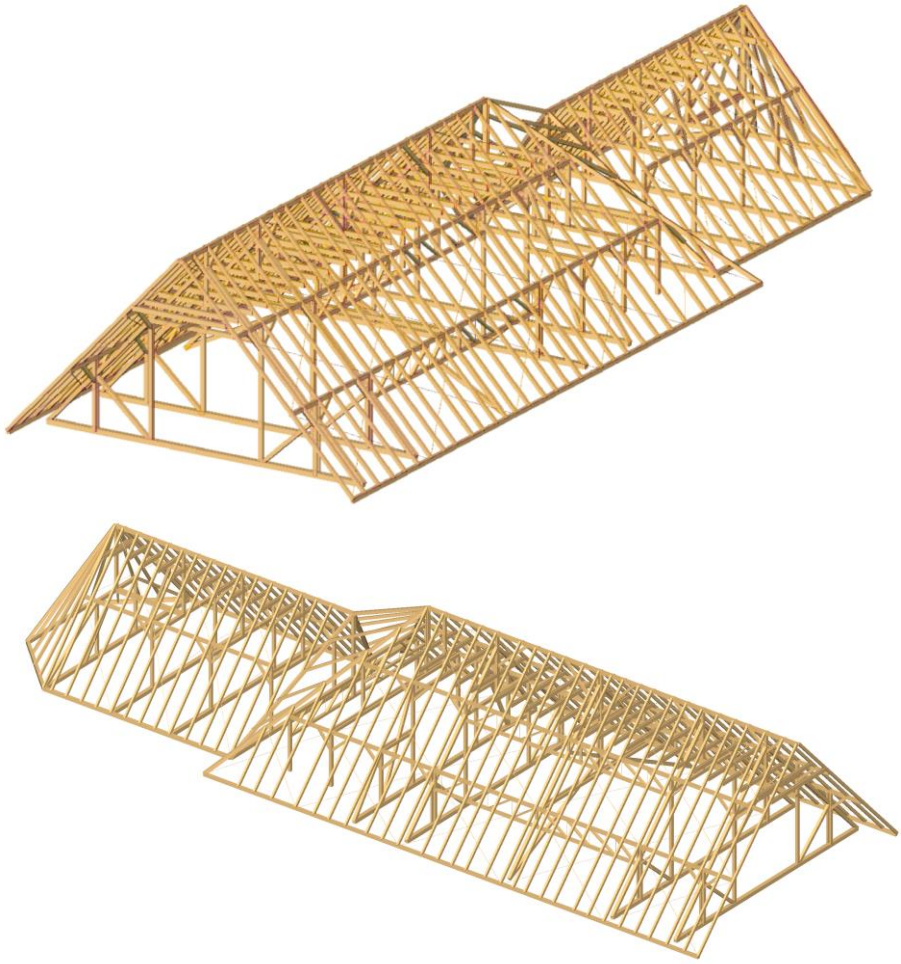


Slika 5-15-9 Položaj male kupole

5.4 Pojačanje krovišta

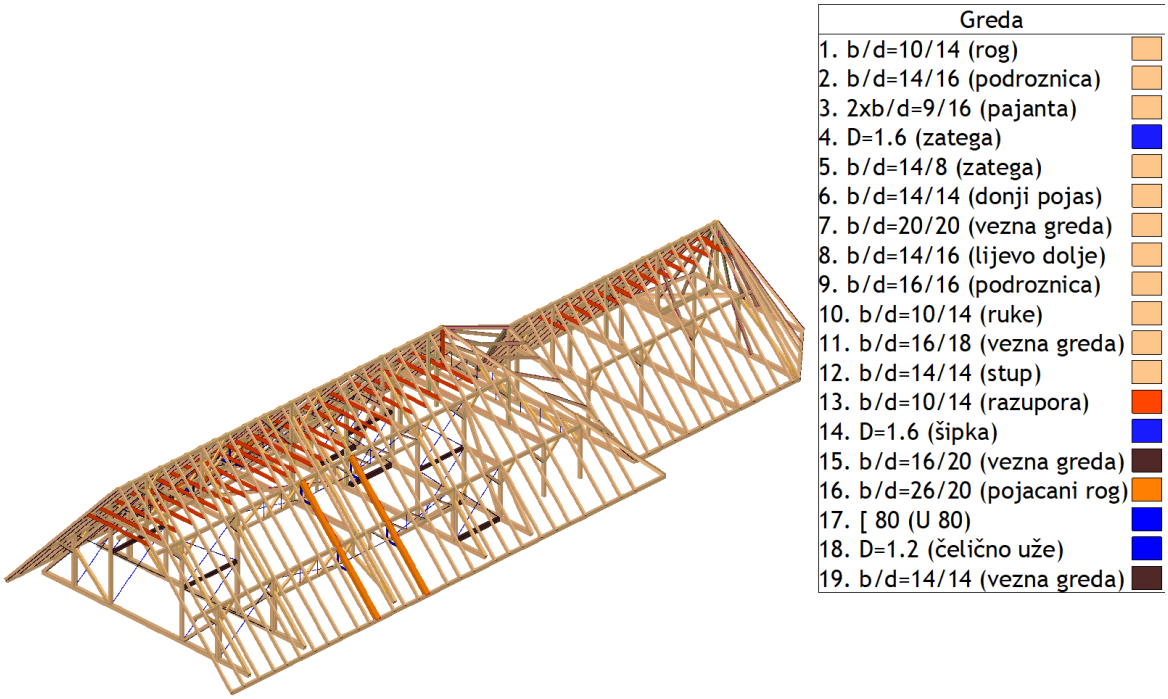


Slika 5-15-10 Tlocrtni prikaz krovišta



Slika 5-11 Izometrijski prikaz zatečenog stanja krovišta

Krovište crkve je klasično drveno, sustava visulje i u pojedinim linijama stolice. Pojačavaju se spojevi krovišta, uz djelomičnu zamjenu dotrajalih dijelova. Globalna se stabilnost povećava izvedbom vertikalnih uzdužnih spregova te pojačanjem rešetkastih podrožnica u četiri uzdužne linije. Proračun i točna geometrija slijede u nastavku.



Slika 7-21 Izometrijski prikaz novog stanja krovišta

Program TOWER 8.4

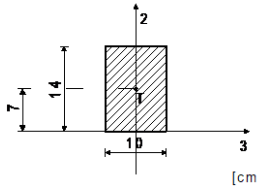
Prikaz modela,
proračun i dimenzioniranje
krovišta

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Drvo-C18	9.000e+6	0.20	3.80	1.000e-5	9.000e+6	0.20
2	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30
3	Drvo-C22	1.000e+7	0.20	3.80	1.000e-5	1.000e+7	0.20

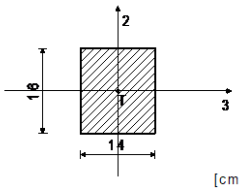
Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=10/14, Fiktivna ekscentričnost, rog



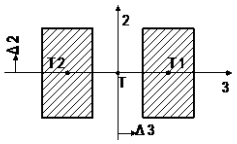
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	1.400e-2	1.167e-2	1.167e-2	2.612e-5	1.167e-5	2.287e-5

Set: 2 Presjek: b/d=14/16, Fiktivna ekscentričnost, podroznica



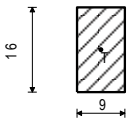
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	2.240e-2	1.867e-2	1.867e-2	6.961e-5	3.659e-5	4.779e-5

Set: 3 Presjek: 2xb/d=9/16, Fiktivna ekscentričnost, pajanta



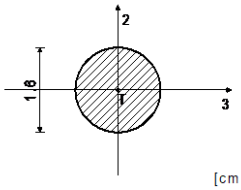
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	2.880e-2	2.400e-2	2.400e-2	5.043e-5	2.527e-4	6.144e-5

No	Presjek	Δ3 [cm]	Δ2 [cm]	α	Mat.
1	b/d=9/16	9.00	0.00	0.00	1
2	b/d=9/16	-9.00	0.00	0.00	1



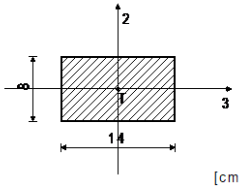
b/d=9/16

Set: 4 Presjek: D=1.6, Fiktivna ekscentričnost, zatega



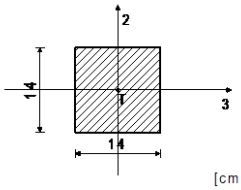
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	2.011e-4	1.810e-4	1.810e-4	6.434e-9	3.217e-9	3.217e-9

Set: 5 Presjek: b/d=14/8, Fiktivna ekscentričnost, zatega



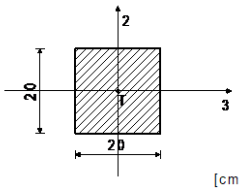
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	1.120e-2	9.333e-3	9.333e-3	1.537e-5	1.829e-5	5.973e-6

Set: 6 Presjek: b/d=14/14, Fiktivna ekscentričnost, donji pojas



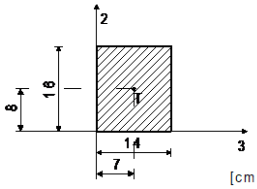
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	1.960e-2	1.633e-2	1.633e-2	5.410e-5	3.201e-5	3.201e-5

Set: 7 Presjek: b/d=20/20, Fiktivna ekscentričnost, vezna greda



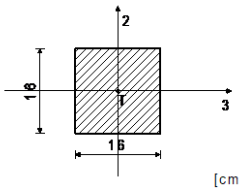
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	4.000e-2	3.333e-2	3.333e-2	2.253e-4	1.333e-4	1.333e-4

Set: 8 Presjek: b/d=14/16, Fiktivna ekscentričnost, lijevo dolje



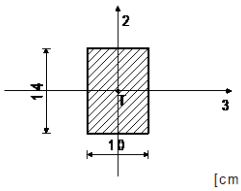
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	2.240e-2	1.867e-2	1.867e-2	6.961e-5	3.659e-5	4.779e-5

Set: 9 Presjek: b/d=16/16, Fiktivna ekscentričnost, podroznica



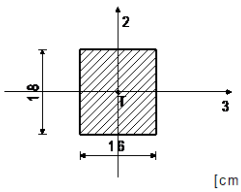
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	2.560e-2	2.133e-2	2.133e-2	9.230e-5	5.461e-5	5.461e-5

Set: 10 Presjek: b/d=10/14, Fiktivna ekscentričnost, ruke



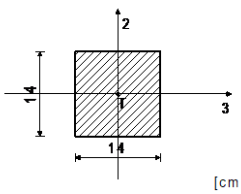
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	1.400e-2	1.167e-2	1.167e-2	2.612e-5	1.167e-5	2.287e-5

Set: 11 Presjek: b/d=16/18, Fiktivna ekscentričnost, vezna greda



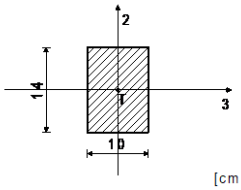
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	2.880e-2	2.400e-2	2.400e-2	1.153e-4	6.144e-5	7.776e-5

Set: 12 Presjek: b/d=14/14, Fiktivna ekscentričnost, stup



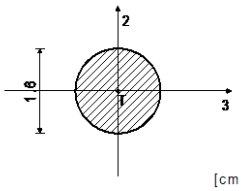
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	1.960e-2	1.633e-2	1.633e-2	5.410e-5	3.201e-5	3.201e-5

Set: 13 Presjek: b/d=10/14, Fiktivna ekscentričnost, razupora



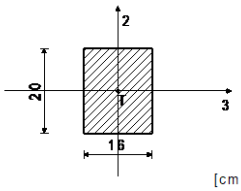
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Drvo-C22	1.400e-2	1.167e-2	1.167e-2	2.612e-5	1.167e-5	2.287e-5

Set: 14 Presjek: D=1.6, Fiktivna ekscentričnost, šipka



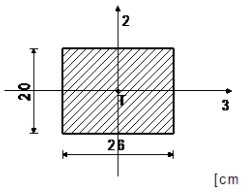
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	2.011e-4	1.810e-4	1.810e-4	6.434e-9	3.217e-9	3.217e-9

Set: 15 Presjek: b/d=16/20, Fiktivna ekscentričnost, vezna greda



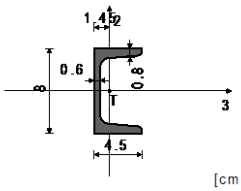
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Drvo-C22	3.200e-2	2.667e-2	2.667e-2	1.401e-4	6.827e-5	1.067e-4

Set: 16 Presjek: b/d=26/20, Fiktivna ekscentričnost, pojacani rog



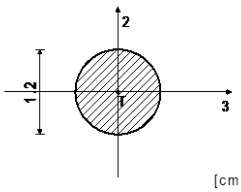
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Drvo-C22	5.200e-2	4.333e-2	4.333e-2	3.671e-4	2.929e-4	1.733e-4

Set: 17 Presjek: [80, Fiktivna ekscentričnost, U 80



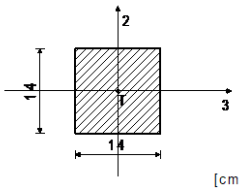
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	1.100e-3	4.600e-4	6.400e-4	2.160e-8	1.940e-7	1.060e-6

Set: 18 Presjek: D=1.2, Fiktivna ekscentričnost, čelično uže



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	1.131e-4	1.018e-4	1.018e-4	2.036e-9	1.018e-9	1.018e-9

Set: 19 Presjek: b/d=14/14, Fiktivna ekscentričnost, vezna greda



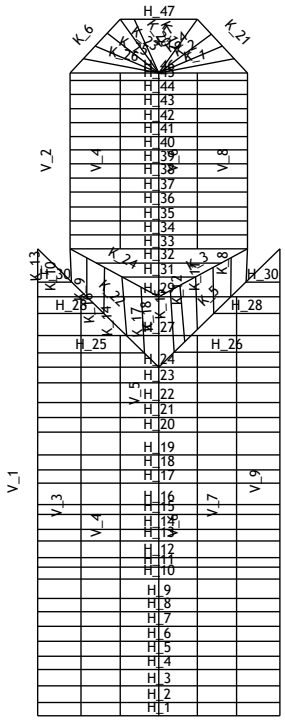
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-C18	1.960e-2	1.633e-2	1.633e-2	5.410e-5	3.201e-5	3.201e-5

Setovi linijskih ležajeva

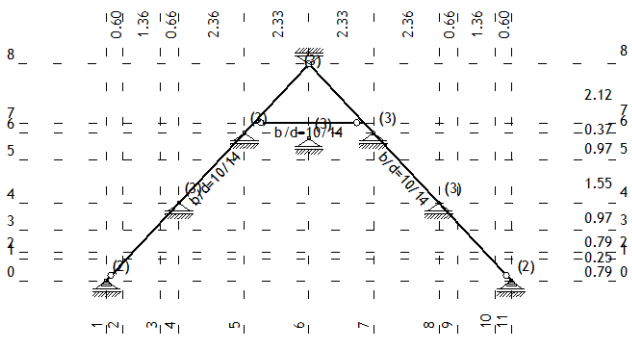
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1		1.000e+10			

Setovi točkastih ležajeva

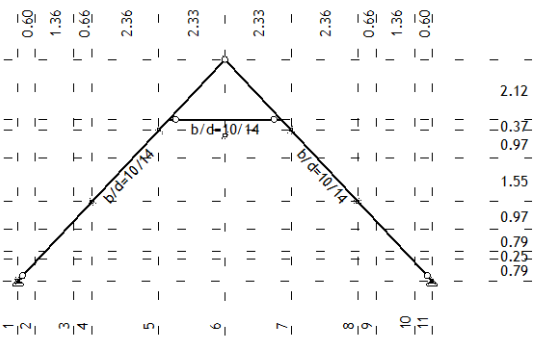
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2		1.000e+10	1.000e+10			
3			1.000e+10			



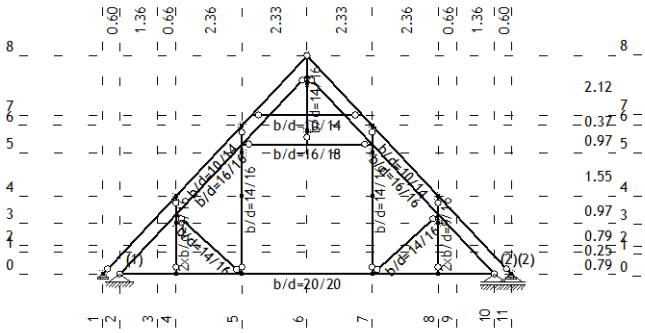
Dispozicija okvira



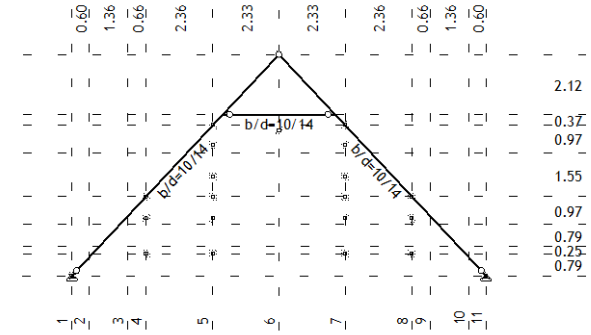
Okvir: H_1



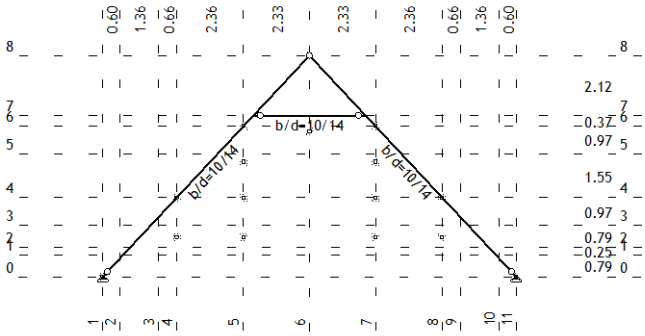
Okvir: H_2



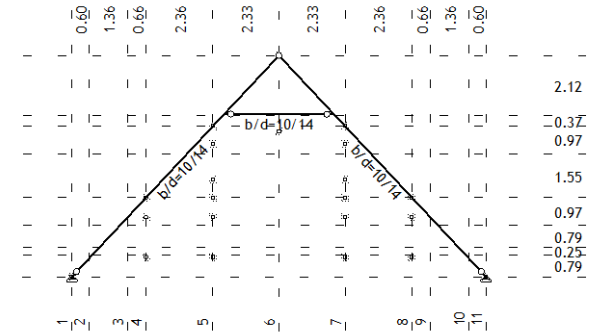
Okvir: H_3



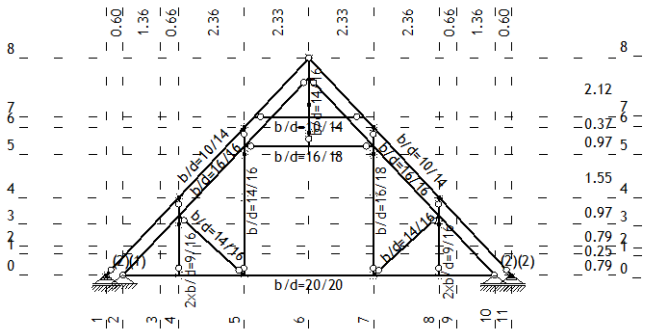
Okvir: H_4



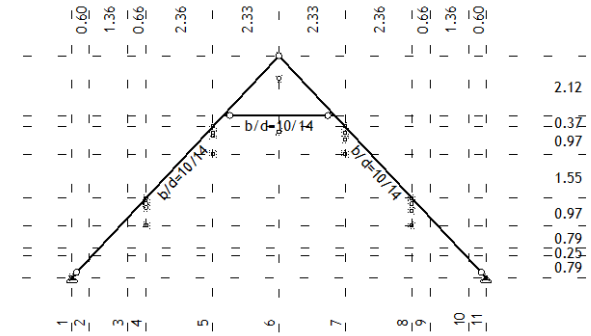
Okvir: H_5



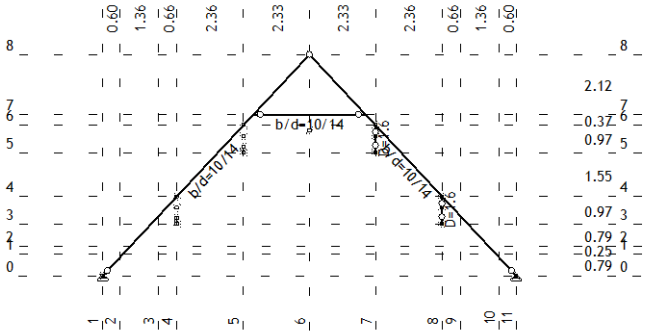
Okvir: H_6



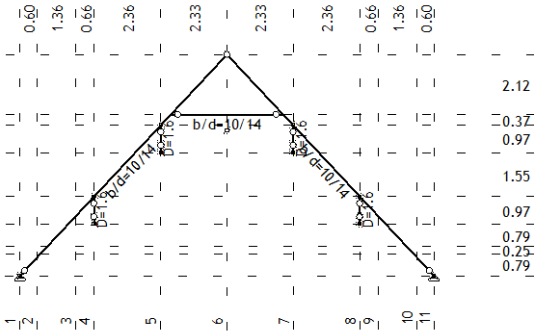
Okvir: H_7



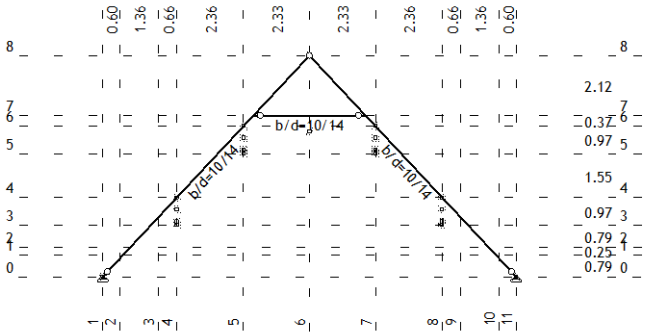
Okvir: H_8



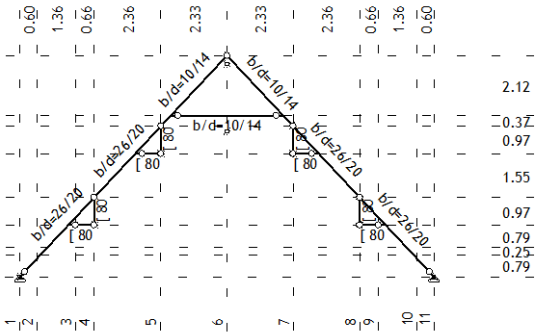
Okvir: H_9



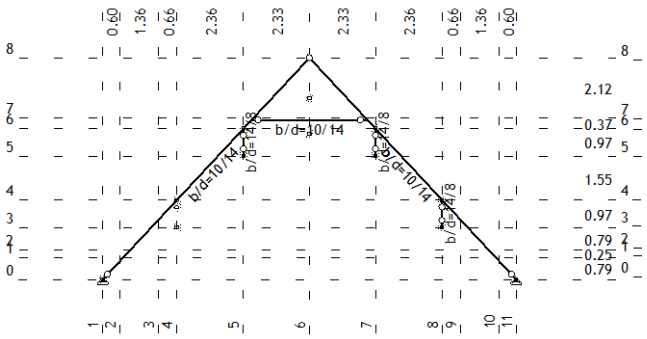
Okvir: H_10



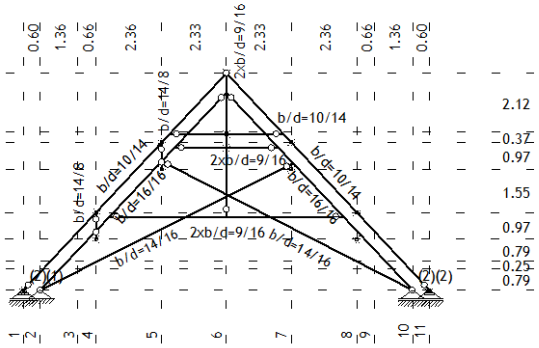
Okvir: H_11



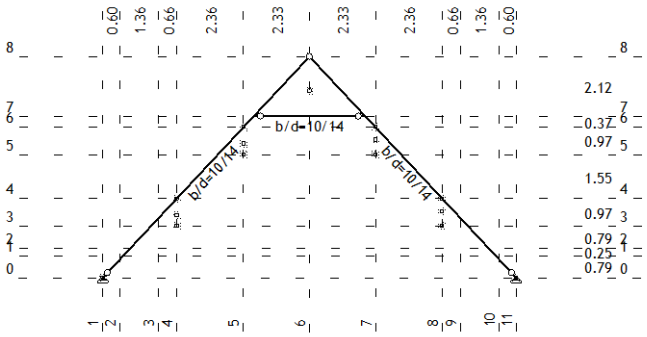
Okvir: H_12



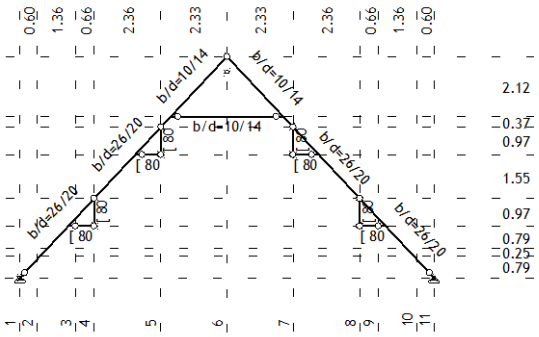
Okvir: H_13



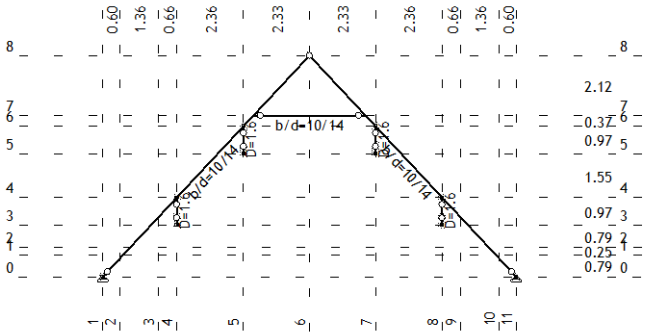
Okvir: H_14



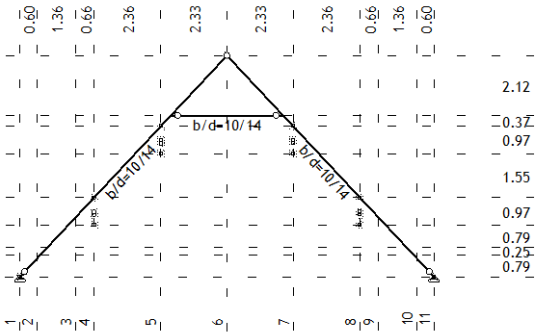
Okvir: H_15



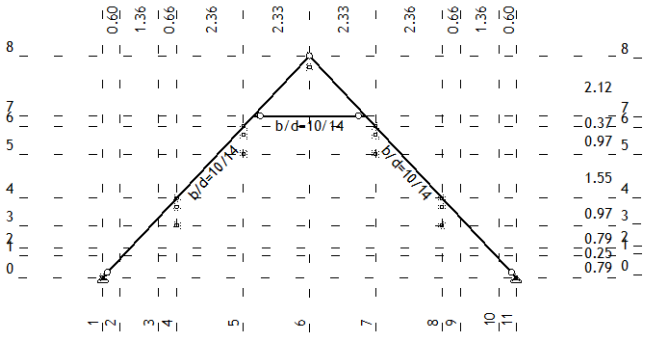
Okvir: H_16



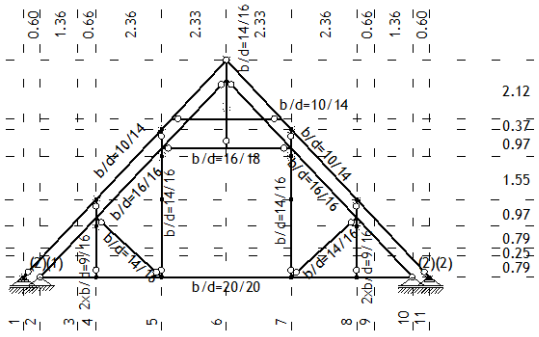
Okvir: H_17



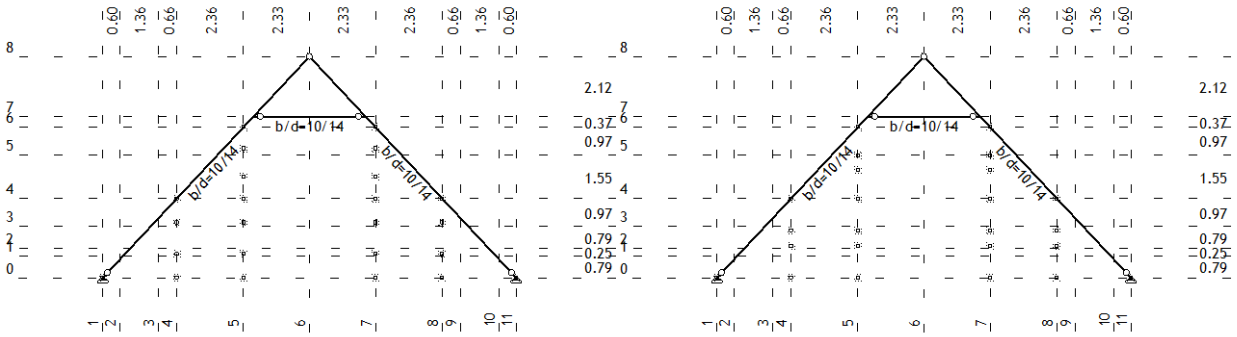
Okvir: H_18



Okvir: H_19

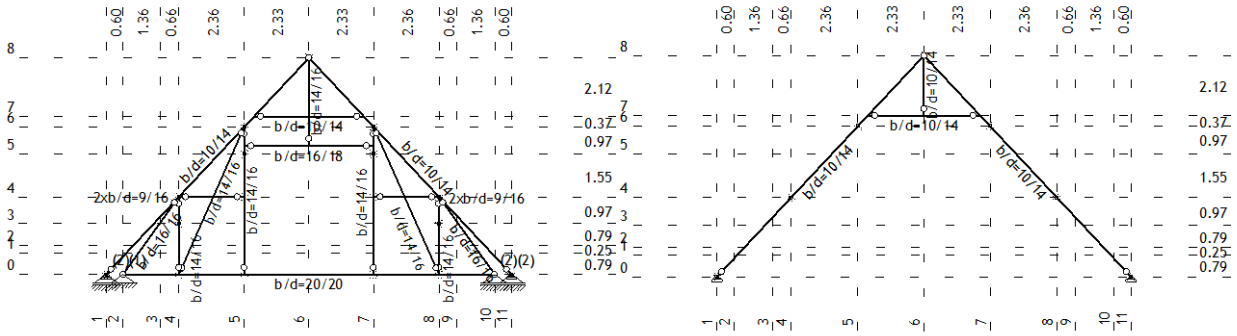


Okvir: H_20



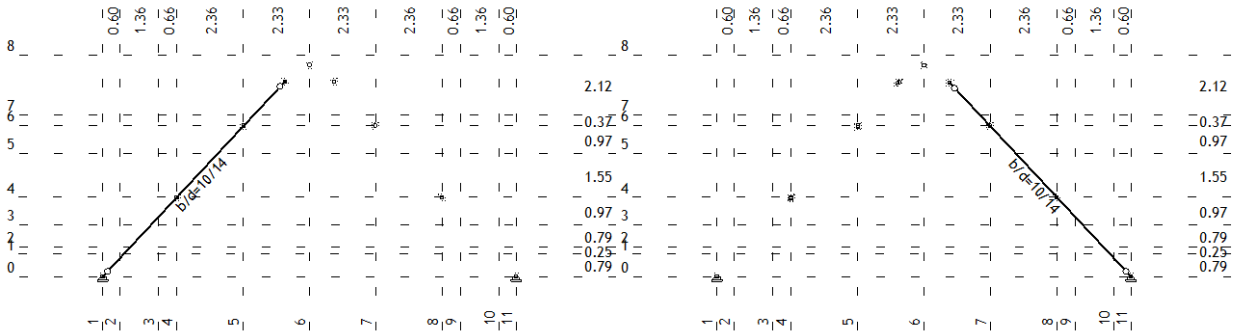
Okvir: H_21

Okvir: H_22



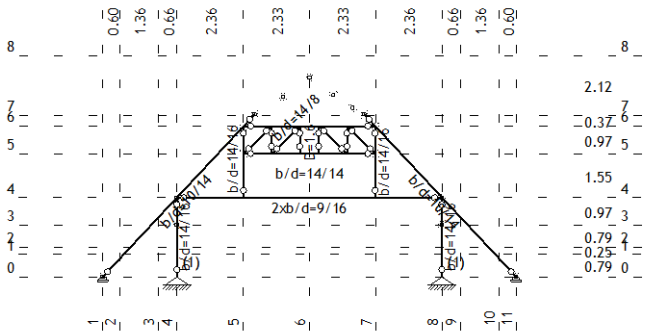
Okvir: H_23

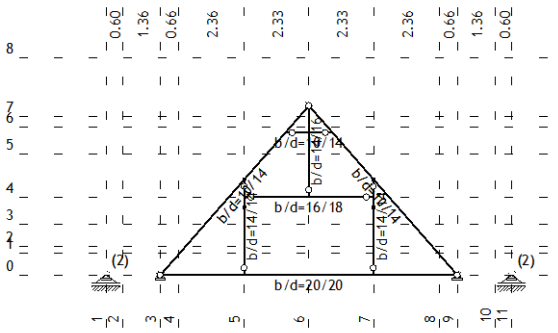
Okvir: H_24



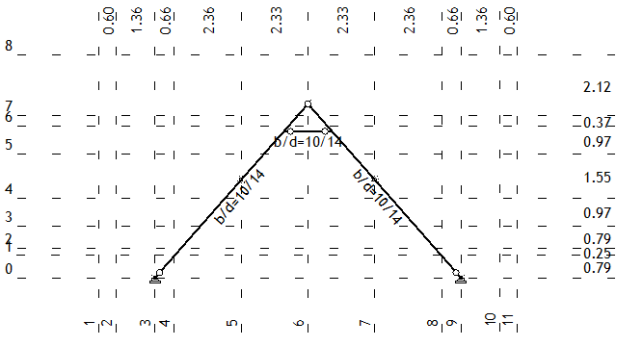
Okvir: H_25

Okvir: H_26

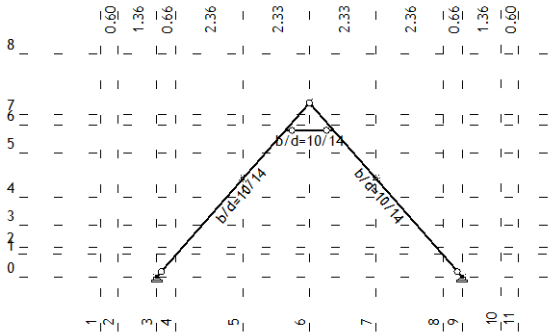

b/d=14/14
2xb/d=9/16
b/d=14/8
b/d=14/16
b/d=14/18
b/d=10/14
b/d=14/14
b/d=14/16
b/d=14/14
b/d=14/16
b/d=10/14
b/d=10/14
b/d=10/14



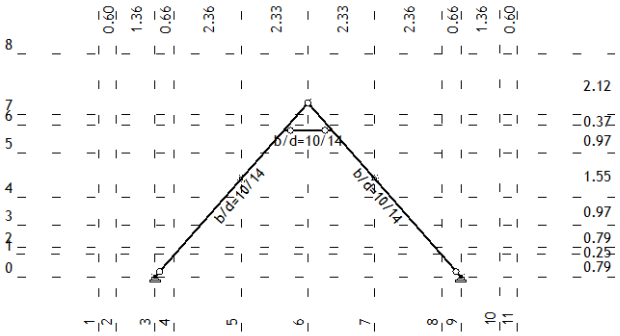
Okvir: H_33



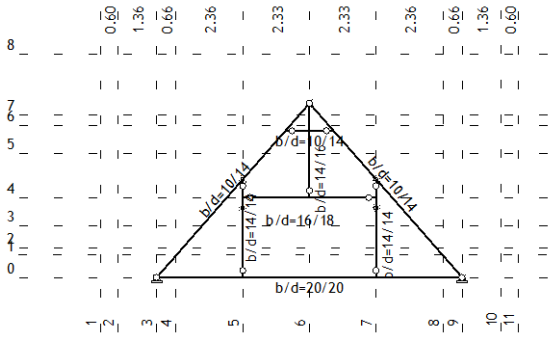
Okvir: H_34



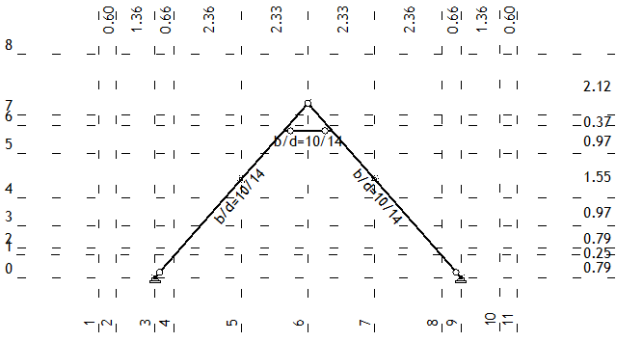
Okvir: H_35



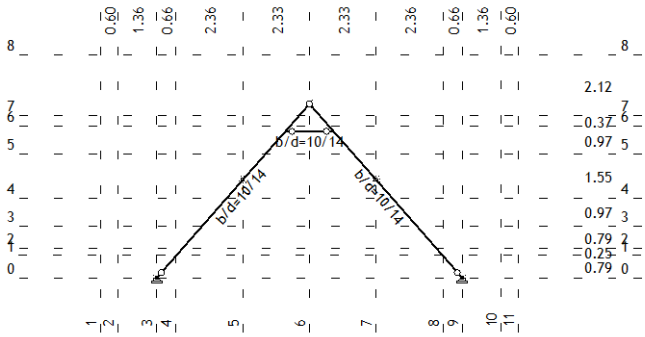
Okvir: H_36



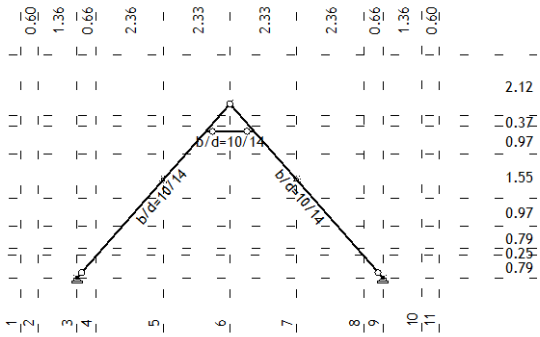
Okvir: H_37



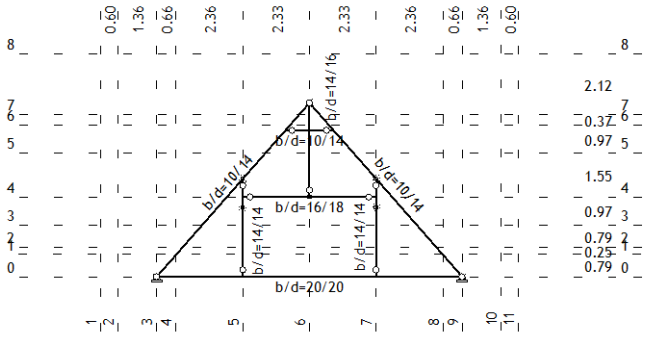
Okvir: H_38



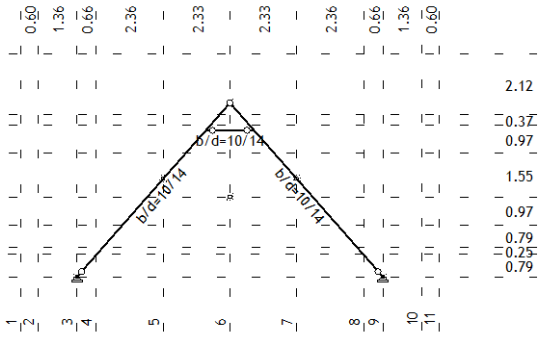
Okvir: H_39



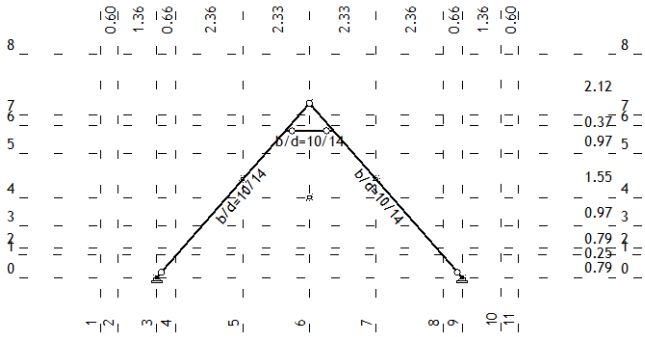
Okvir: H_40



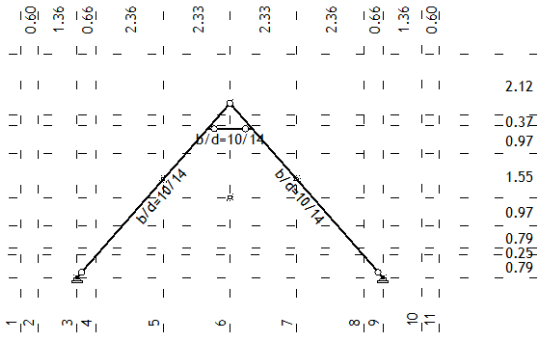
Okvir: H_41



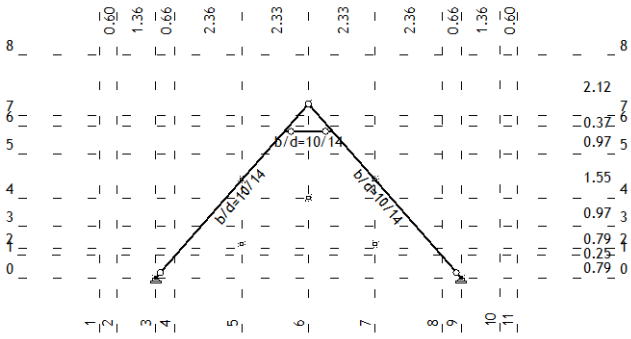
Okvir: H_42



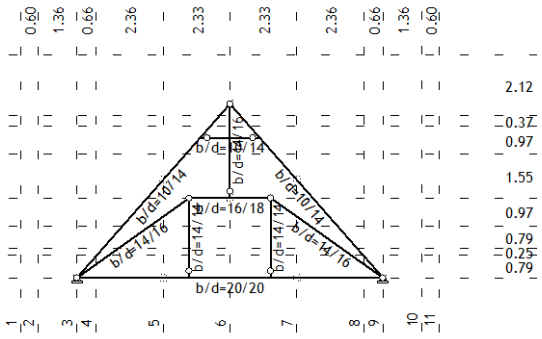
Okvir: H_43



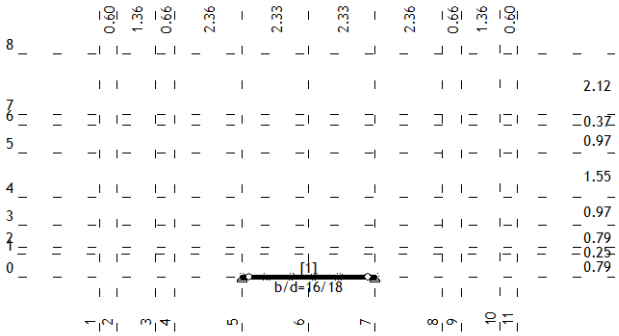
Okvir: H_44



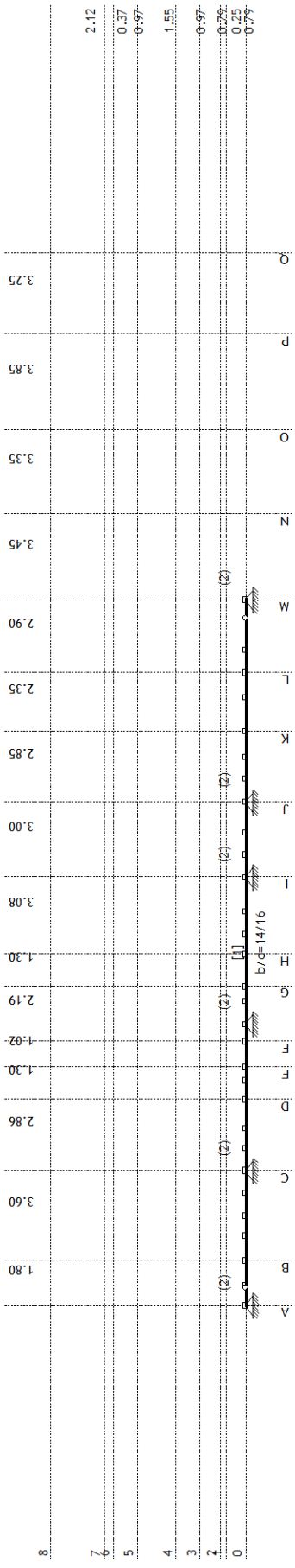
Okvir: H_45



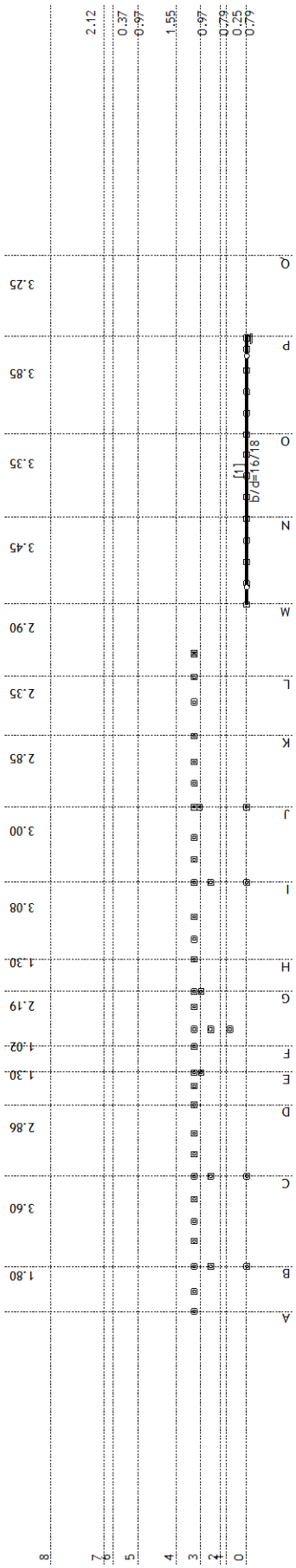
Okvir: H_46



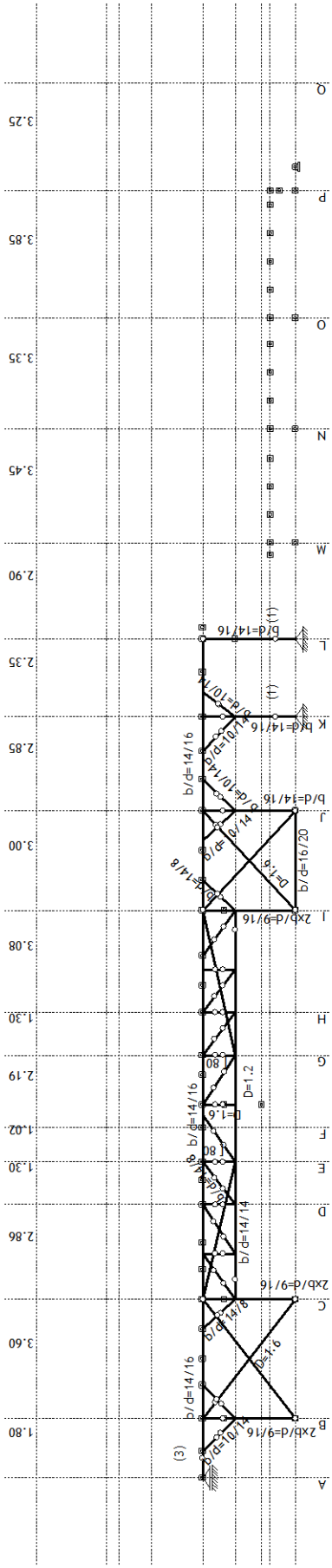
Okvir: H_47


2.12
0.37
0.97
1.55
0.97
0.79
0.25
0.79
Q
P
O
N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A
3.25
3.85
3.35
3.45
2.90
2.35
2.85
3.00
3.08
1.30
2.19
1.02
1.30
2.86
3.60
1.80
(2)
(1)
b/d=14/16
8
7
6
5
4
3
2
0

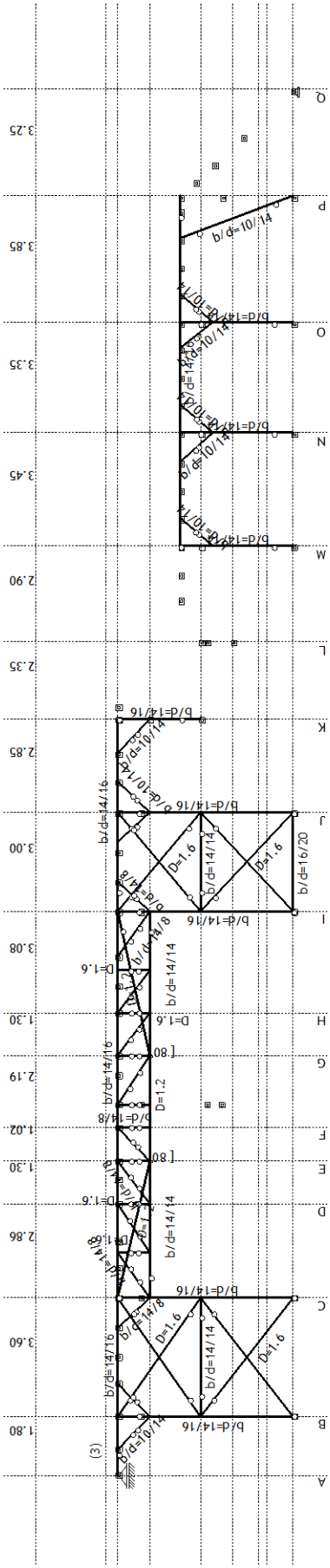
Okvir: V_1


2.12
0.37
0.97
1.55
0.97
0.79
0.25
0.79
Q
P
O
N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A
3.25
3.85
3.35
3.45
2.90
2.35
2.85
3.00
3.08
1.30
2.19
1.02
1.30
2.86
3.60
1.80
B/d=16/18
8
7
6
5
4
3
2
1
0

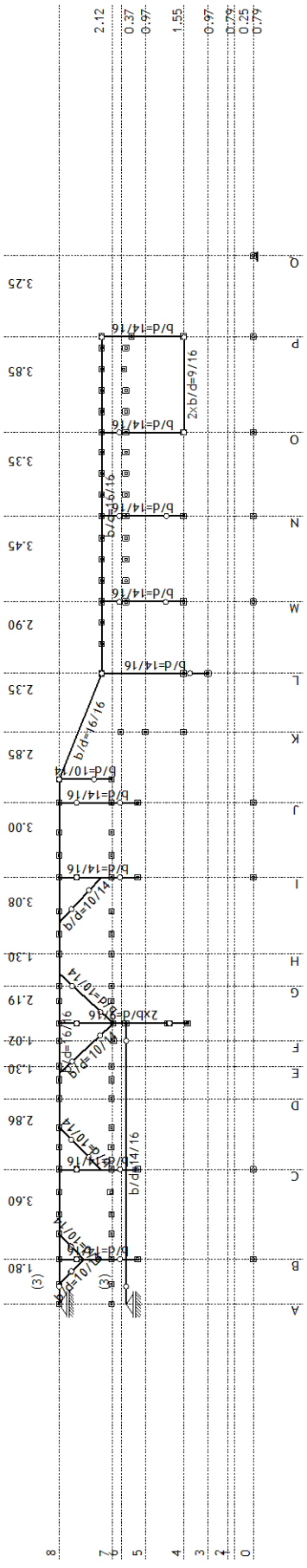
Okvir: V_2


Q
P
O
N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A
3.25
3.85
3.35
3.45
2.90
2.35
2.85
3.00
3.08
1.30
2.19
1.02
1.30
2.86
3.60
1.80
b/d=14/16
b/d=10/14
2xb/d=9/16
b/d=16/20
b/d=14/14
b/d=14/8
D=1.6
D=1.2
L 80
(1)
(3)

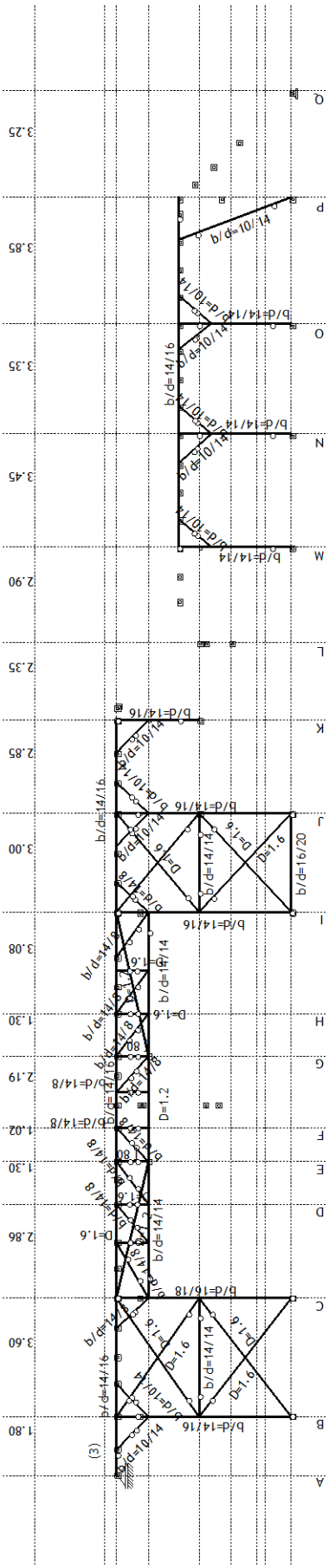
Okvir: V_3


Q
P
O
N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A
3.25
3.85
3.35
3.45
2.90
2.35
2.85
3.00
3.08
1.30
2.19
1.02
1.30
2.86
3.60
1.80
b/d=10/14
b/d=14/16
b/d=14/14
b/d=14/8
b/d=16/20
D=1.6
D=1.2
(3)

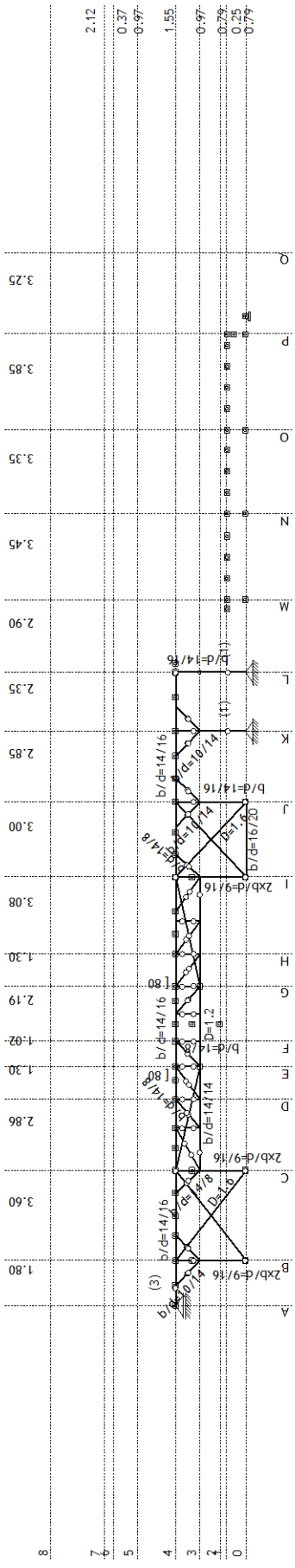
Okvir: V_4


2.12
0.37
0.97
1.55
0.97
0.79
0.25
0.79
Q
P
O
N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A
3.25
3.85
3.35
3.45
2.90
2.35
2.85
3.00
3.08
1.30
2.19
1.02
1.30
2.86
3.60
1.80
b/d=14/16
2xb/d=9/16
b/d=16/16
b/d=10/14
2xb/d=8/16
b/d=14/14
(3)
8
7
6
5
4
3
2
0

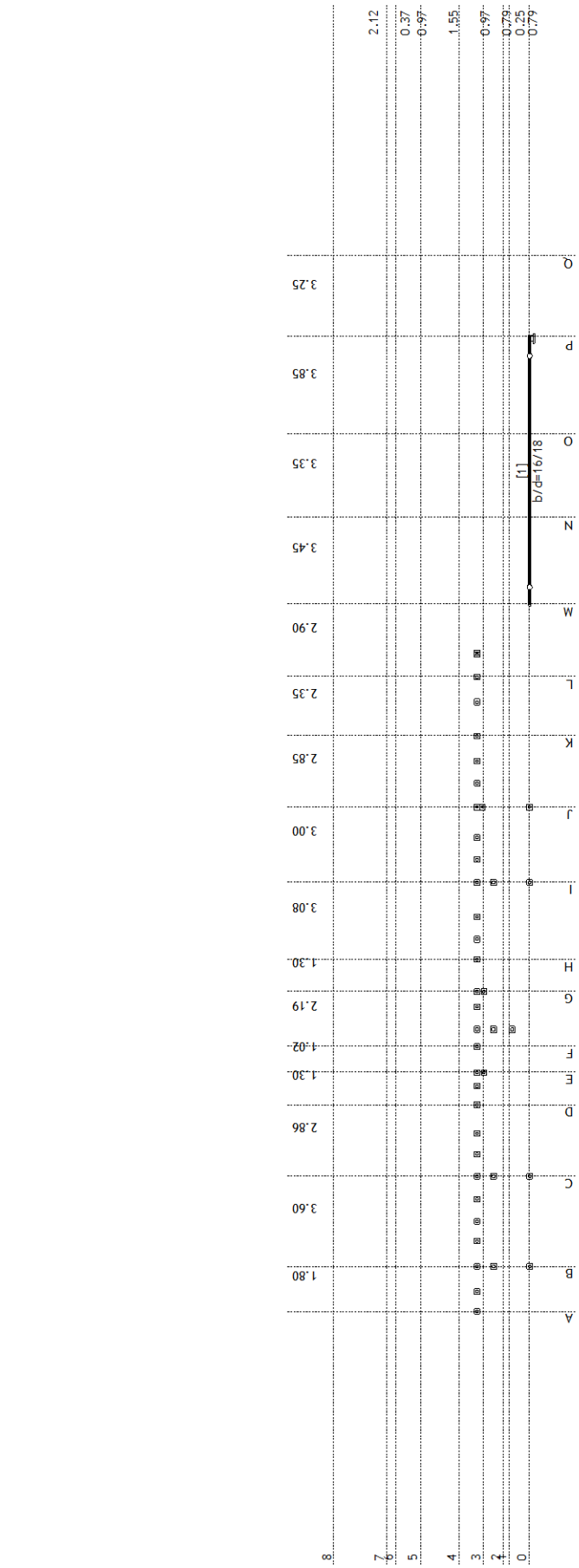
Okvir: V_5


Q
P
O
N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A
3.25
3.85
3.35
3.45
2.90
2.35
2.85
3.00
3.08
1.30
2.19
1.02
1.30
2.86
3.60
1.80
b/d=10/14
b/d=14/14
b/d=14/16
b/d=14/16
b/d=16/20
b/d=16/18
b/d=14/8
D=1.6
D=1.2
(3)

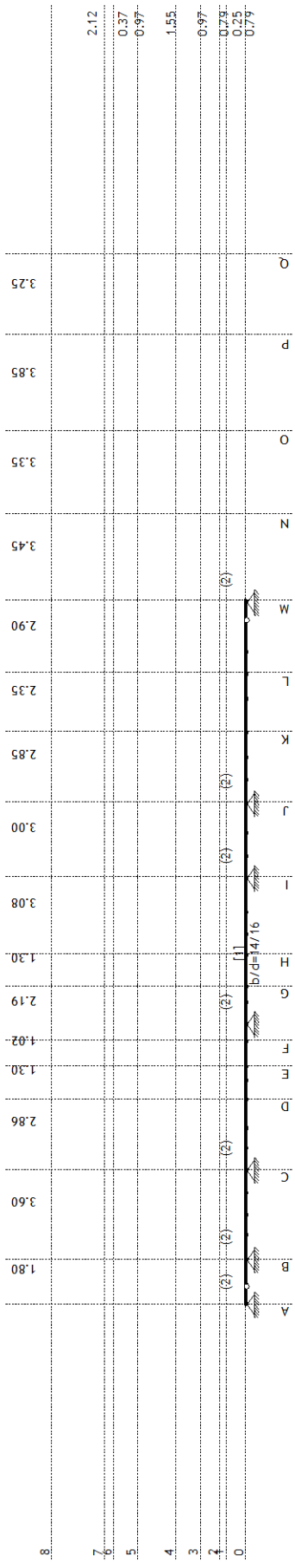
Okvir: V_6


2.12
0.37
0.97
1.55
0.97
0.79
0.25
0.79
Q
P
O
N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A
3.25
3.85
3.35
3.45
2.90
2.35
2.85
3.00
3.08
1.30
2.19
1.02
1.30
2.86
3.60
1.80
8
7
6
5
4
3
2
1
0
b/d=14/16
b/d=10/14
b/d=14/18
D=1.6
b/d=16/20
2xb/d=9/16
b/d=14/14
D=1.2
2xb/d=9/16
D=1.6
(1)
(3)

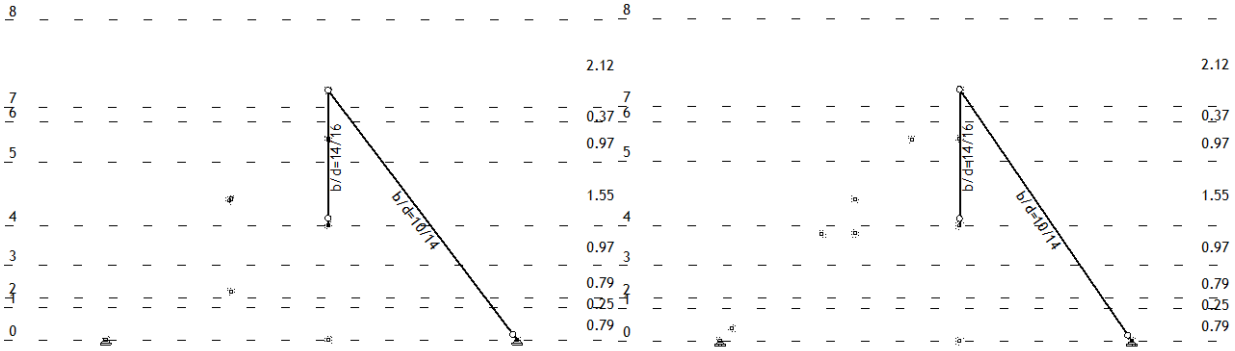
Okvir: V_7


2.12
0.37
0.97
1.55
0.97
0.79
0.25
0.79
Q
P
O
N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A
3.25
3.85
3.35
3.45
2.90
2.35
2.85
3.00
3.08
1.30
2.19
1.02
1.30
2.86
3.60
1.80
[1]
b/d=16/18
8
7
6
5
4
3
2
1
0

Okvir: V_8

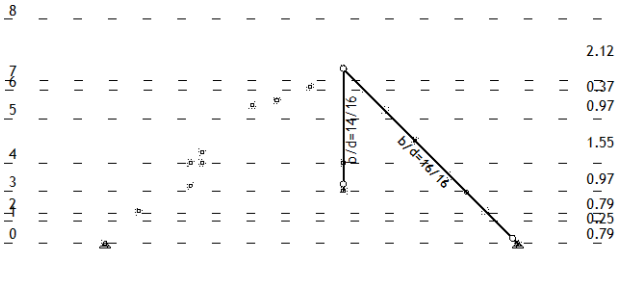

2.12
0.37
0.97
1.55
0.97
0.79
0.25
0.79
Q
P
O
N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A
3.25
3.85
3.35
3.45
2.90
2.35
2.85
3.00
3.08
1.30
2.19
1.02
1.30
2.86
3.60
1.80
(2)
(1)
b/d=14/16
8
7
6
5
4
3
2
0

Okvir: V_9

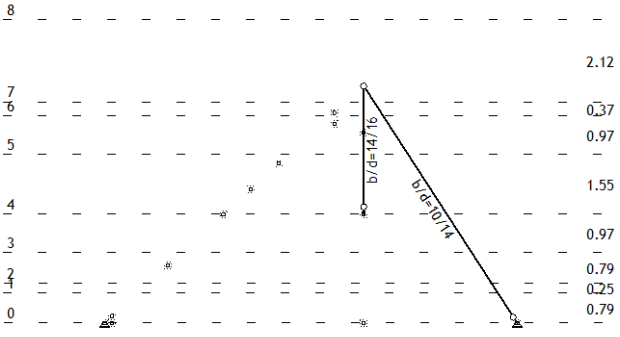


Okvir: K_1

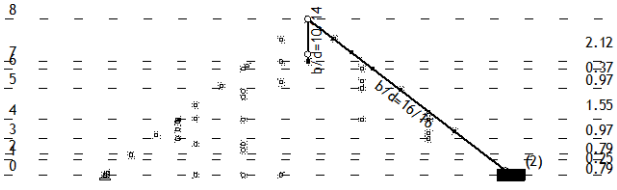
Okvir: K_2



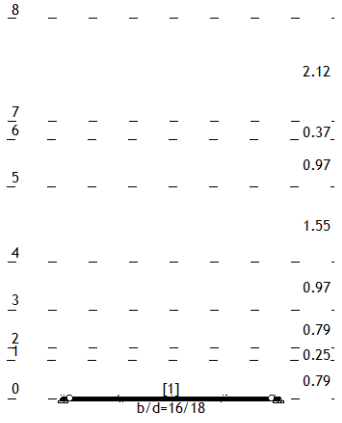
Okvir: K_3



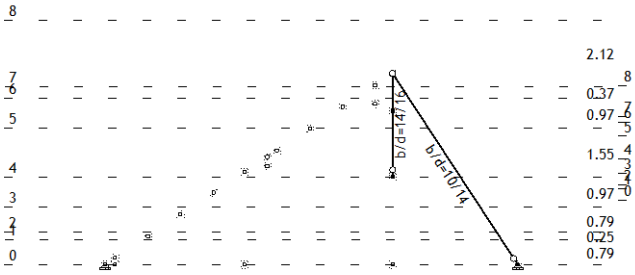
Okvir: K_4



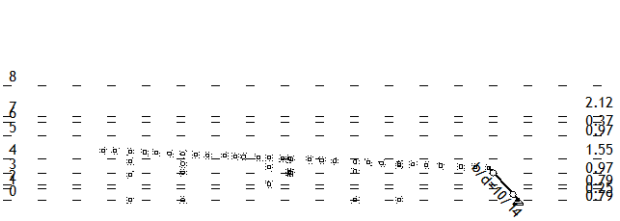
Okvir: K_5



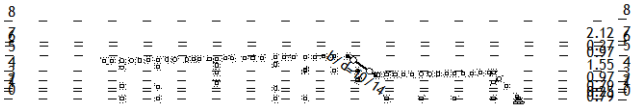
Okvir: K_6



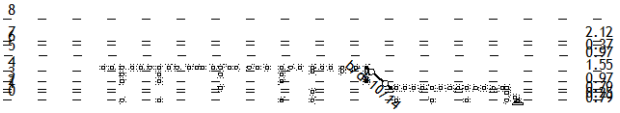
Okvir: K_7



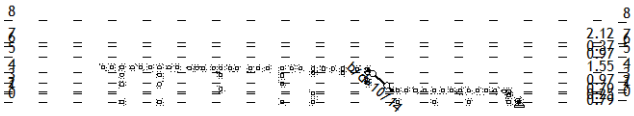
Okvir: K_8



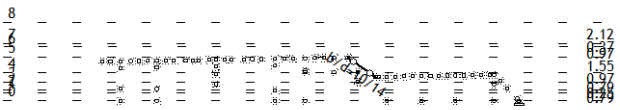
Okvir: K_9



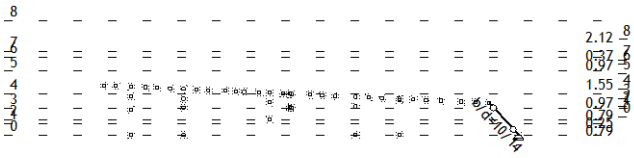
Okvir: K_10



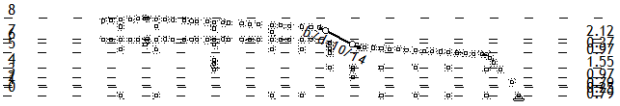
Okvir: K_11



Okvir: K_12



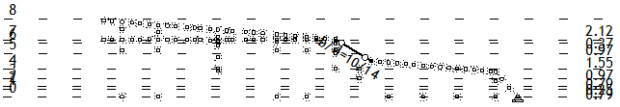
Okvir: K_13



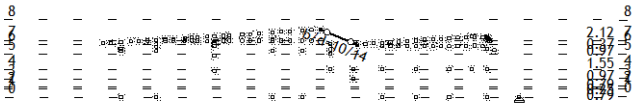
Okvir: K_14



Okvir: K_15



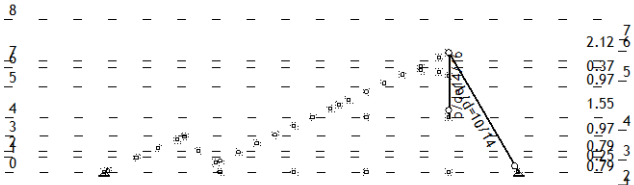
Okvir: K_16



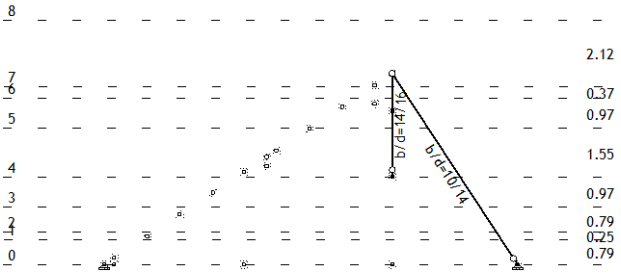
Okvir: K_17



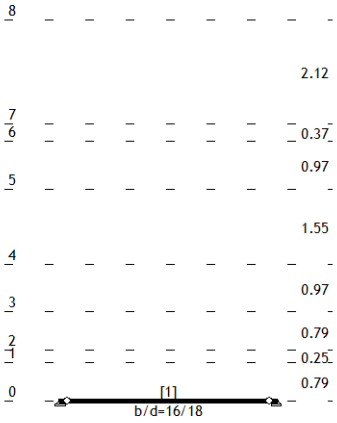
Okvir: K_18



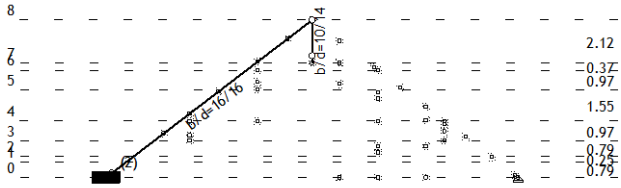
Okvir: K_19



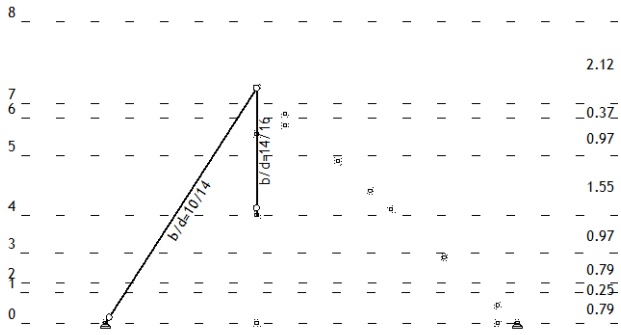
Okvir: K_20



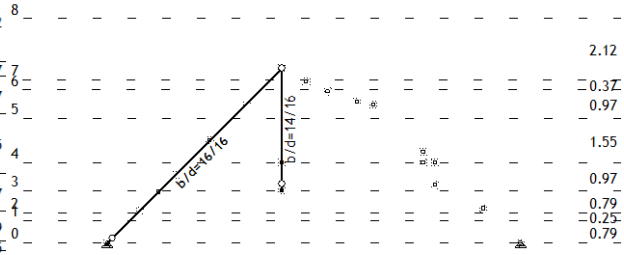
Okvir: K_21



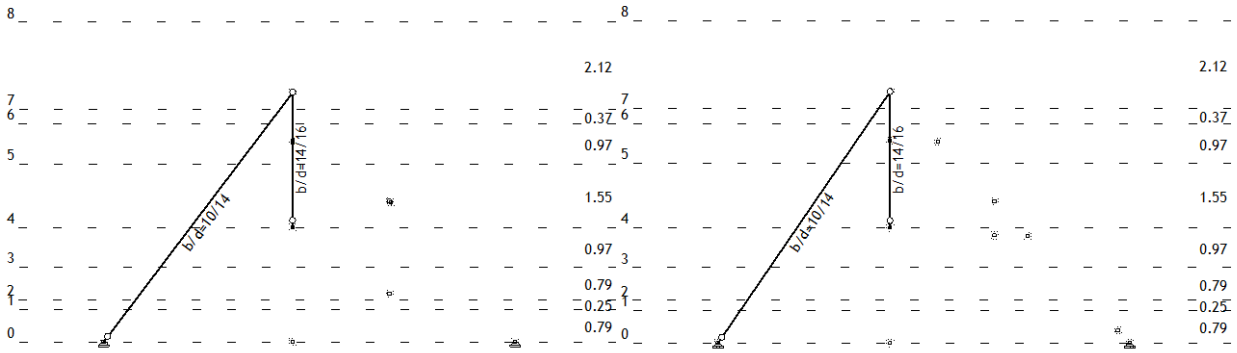
Okvir: K_22



Okvir: K_23



Okvir: K_24

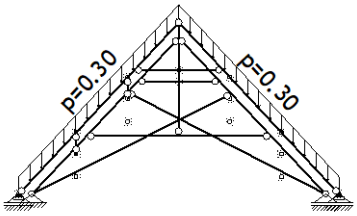


Okvir: K_26

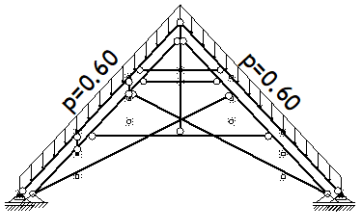
Okvir: K_25

Lista slučajeva opterećenja

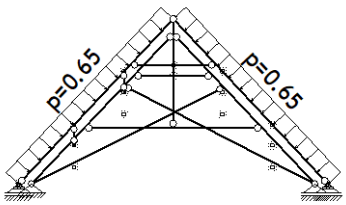
LC	Naziv
1	stalno (g)
2	snijeg
3	vjetar
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII
5	Komb.: 1.35xI+0.75xII+1.5xIII



Opt. 1: stalno (g)



Opt. 2: snijeg



Opt. 3: vjetar

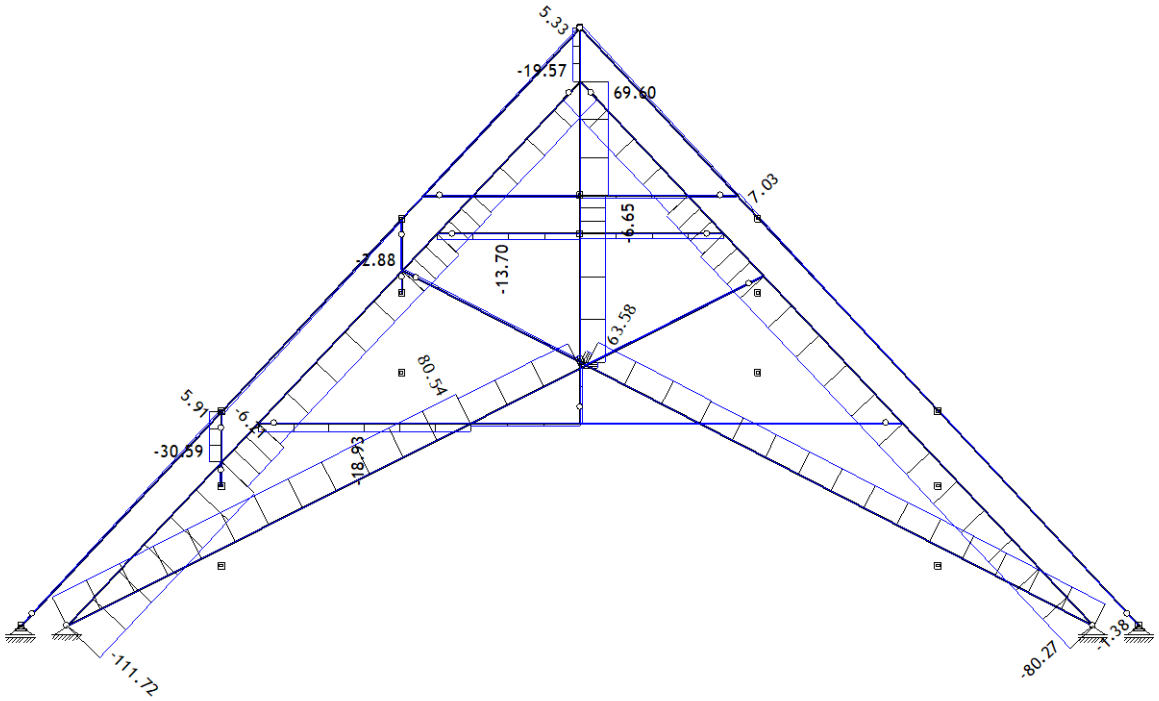
Okvir: H_14

Okvir: H_14

Okvir: H_14

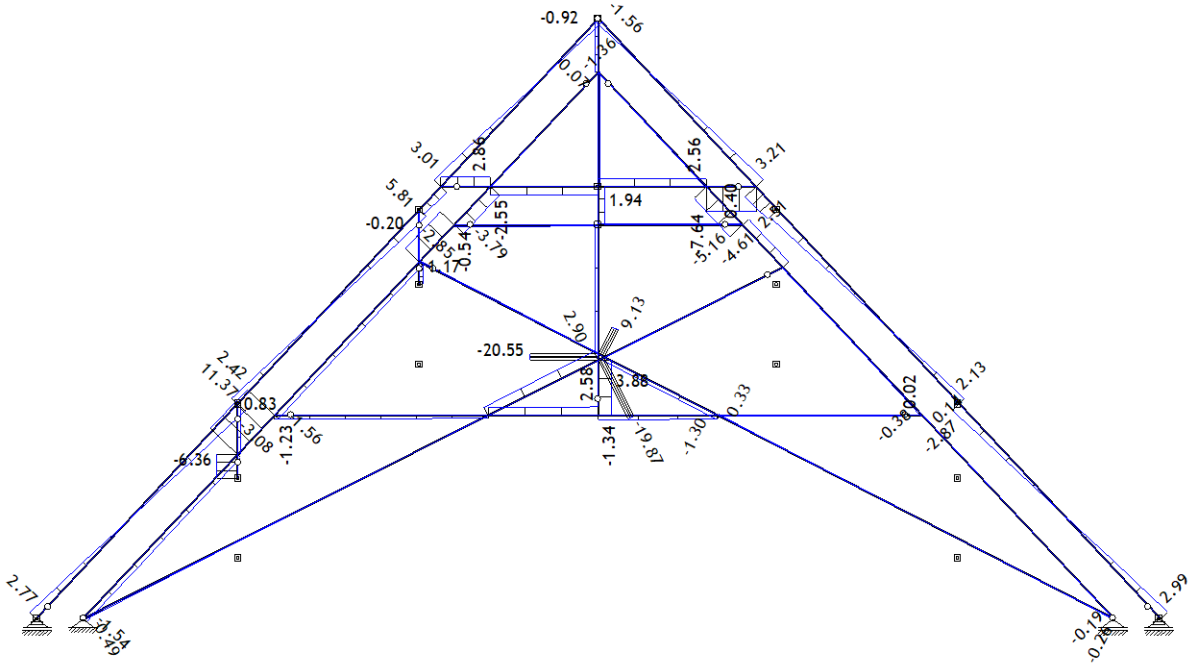
UTJECAJI U ELEMENTIMA

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



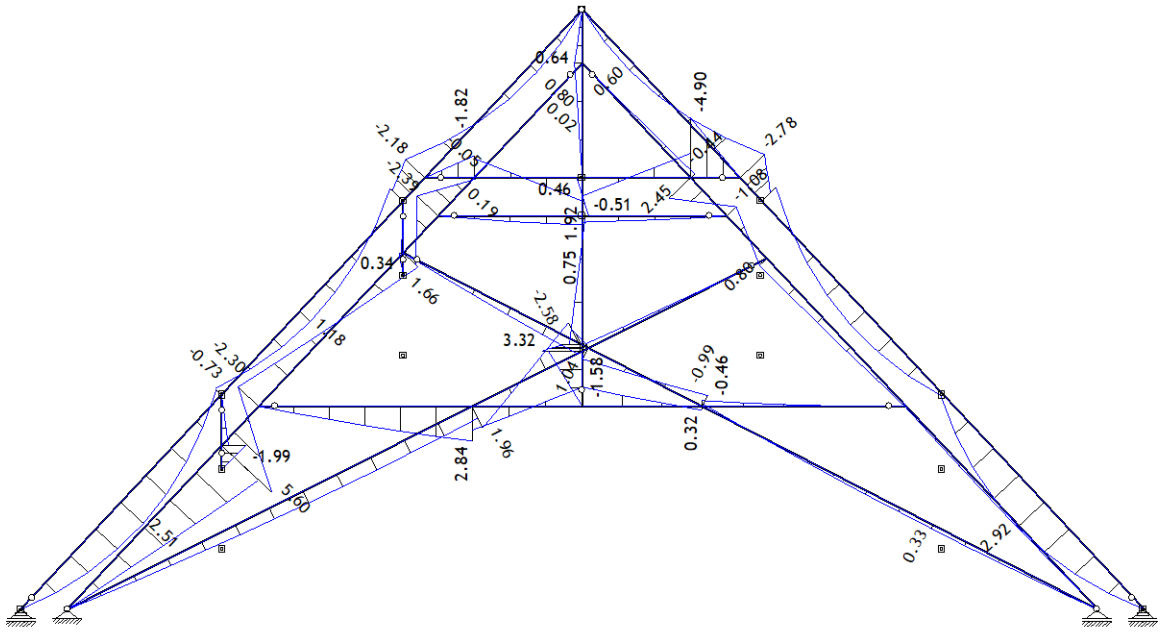
Okvir: H_14
Utjecaji u gredi: max N1= 80.54 / min N1= -111.72 kN

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



Okvir: H_14
Utjecaji u gredi: max T2= 11.37 / min T2= -20.55 kN

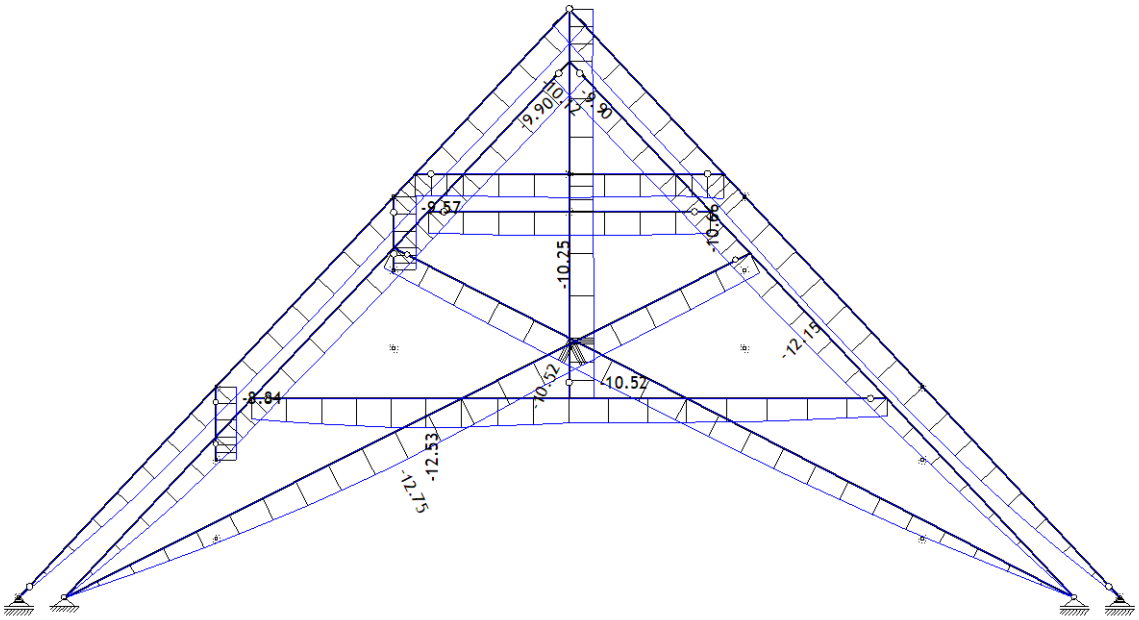
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



Okvir: H_14
Utjecaji u gredi: max M3= 5.60 / min M3= -4.90 kNm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Opt. 6: I+II



Okvir: H_14
Utjecaji u gredi: max Zp= -0.00 / min Zp= -12.75 m / 1000

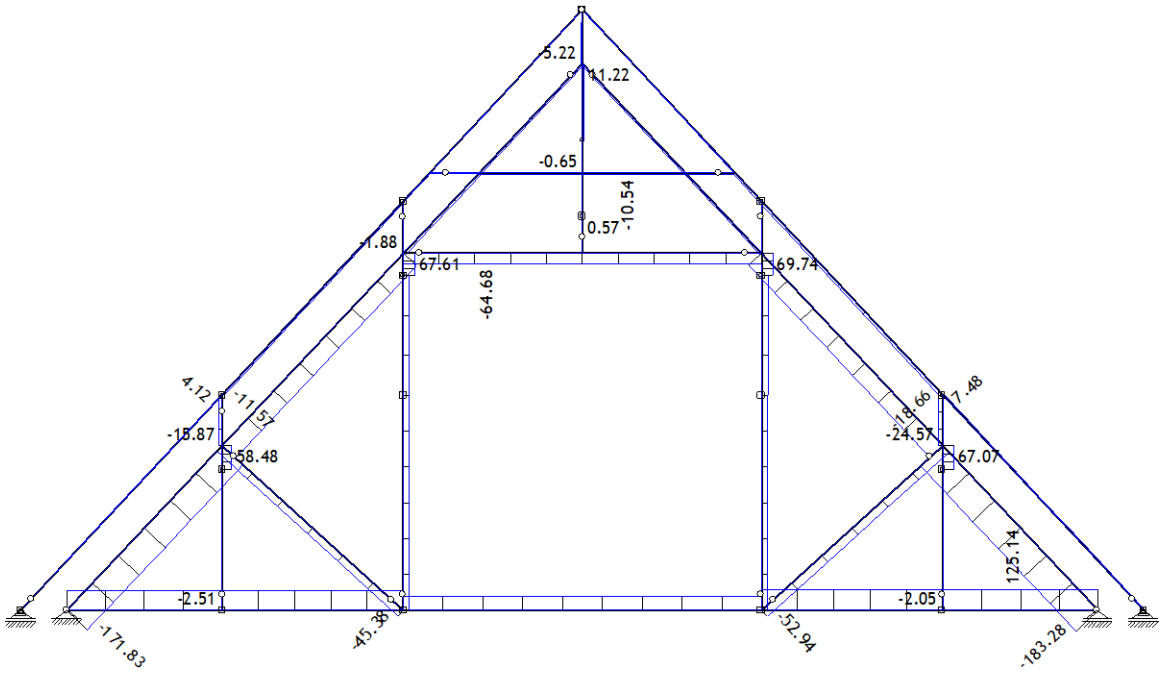
Granični progib (iz tab.A1.5 HRN EN1990:2011/NA)

-greda

$w_{max} = L/250; L = 10,20m$

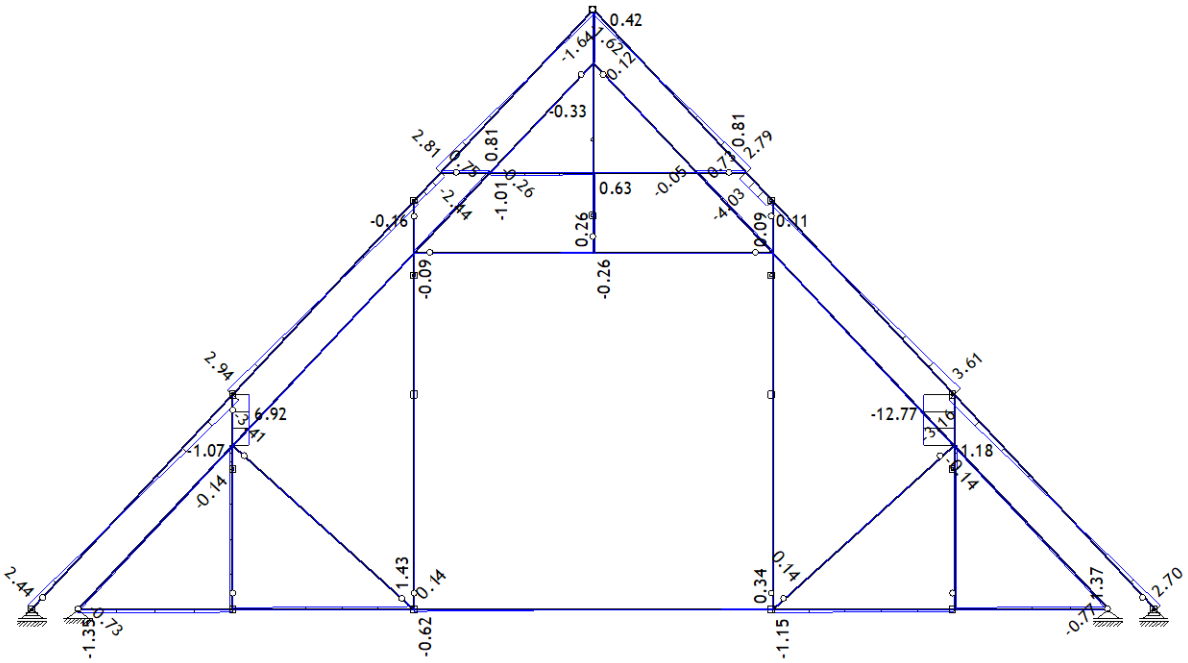
$w_{max} = (12,75/2) = 6,4mm = 0,6cm \leq 970/250 = 4,06cm \rightarrow ZADOVOLJAVA$

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



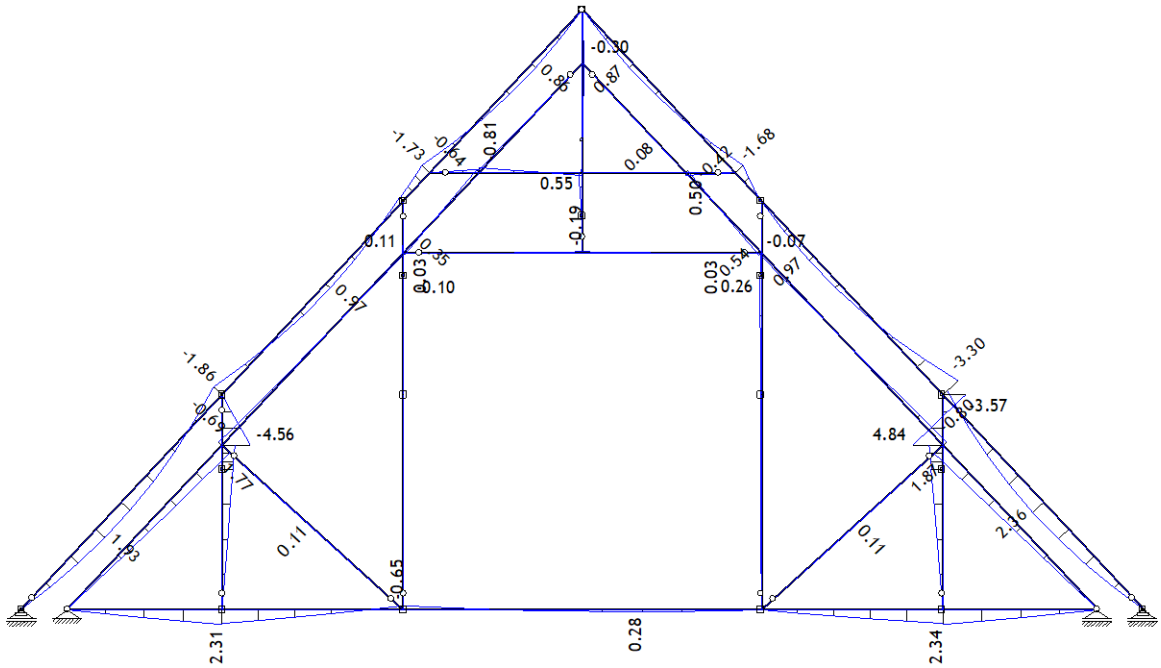
Okvir: H_7
Utjecaji u gredi: max N1= 125.14 / min N1= -183.28 kN

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



Okvir: H_7
Utjecaji u gredi: max T2= 6.92 / min T2= -12.77 kN

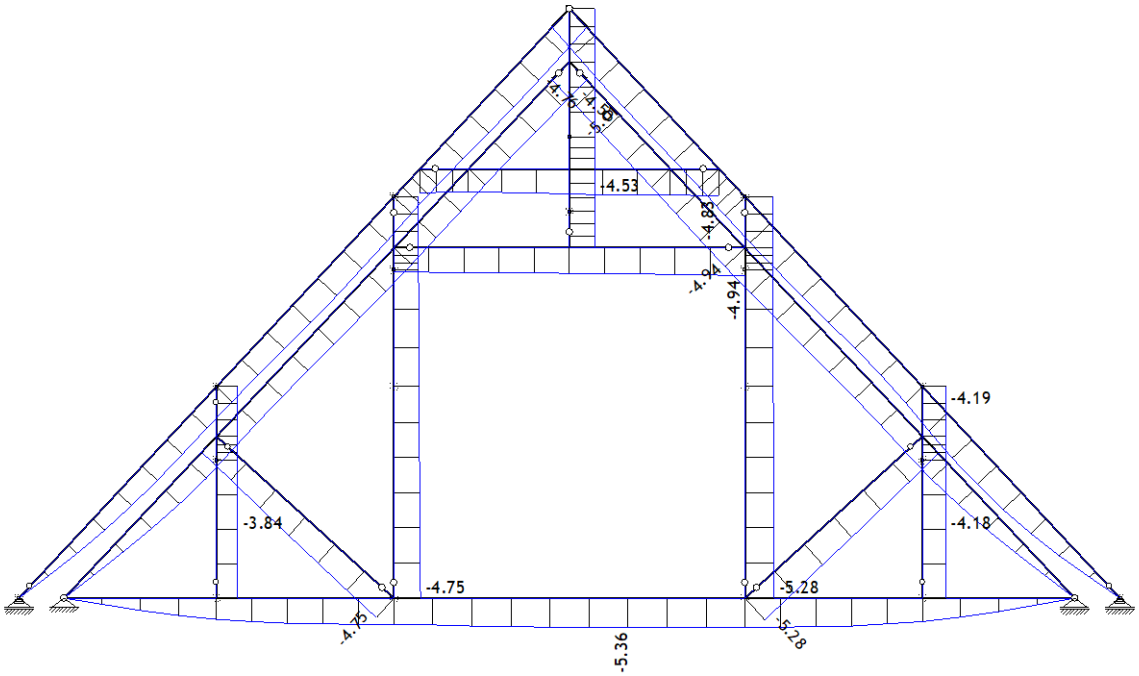
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



Okvir: H_7
Utjecaji u gredi: max M3= 4.84 / min M3= -4.56 kNm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Opt. 6: I+II



Okvir: H_7
Utjecaji u gredi: max Zp= 0.00 / min Zp= -5.36 m / 1000

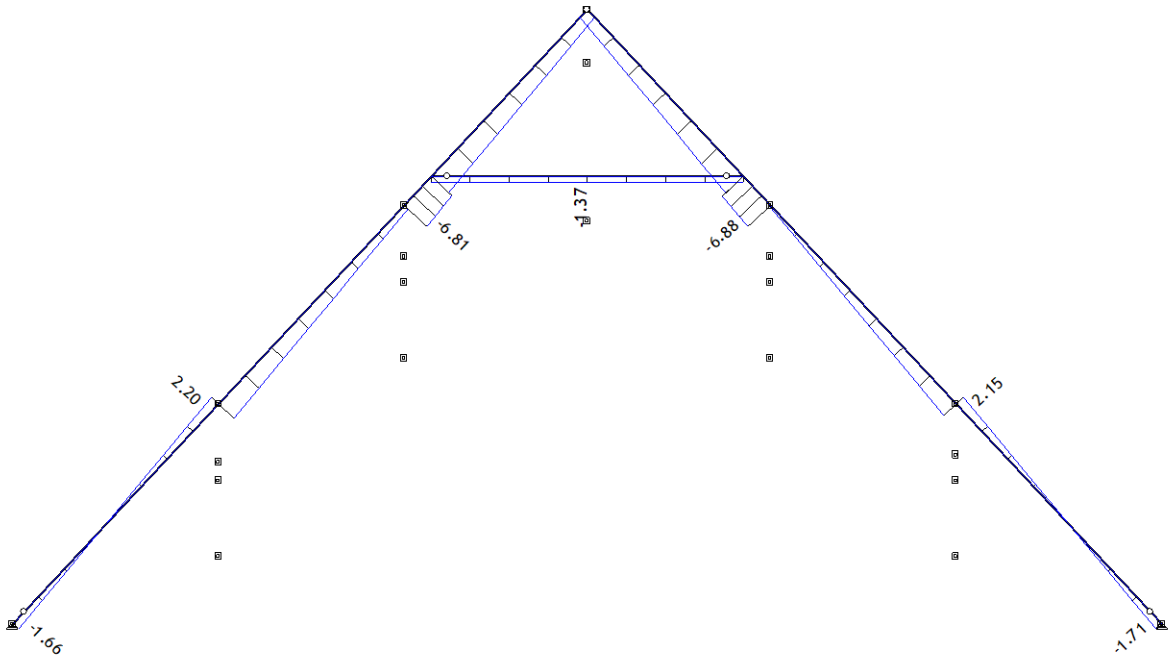
Granični progib (iz tab.A1.5 HRN EN1990:2011/NA)

-greda

$w_{max} = L/250; L = 13,40m$

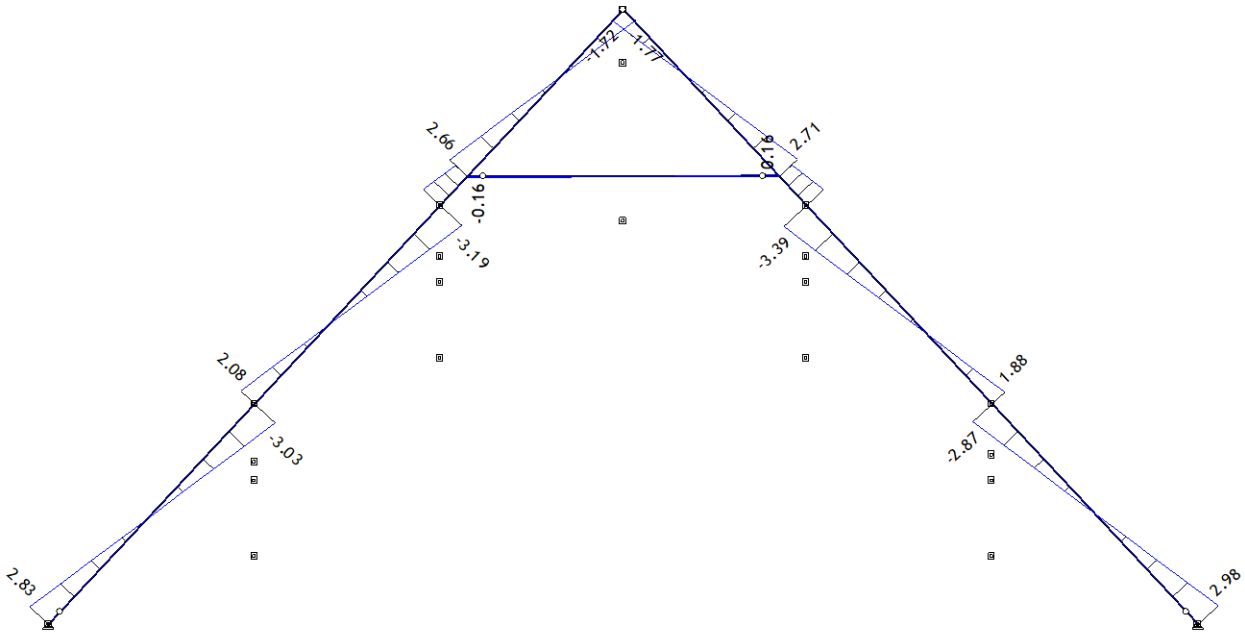
$w_{max} = 5,36 = 5,36mm = 0,5cm \leq 1340 / 250 = 5,36cm \rightarrow ZADOVOLJAVA$

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



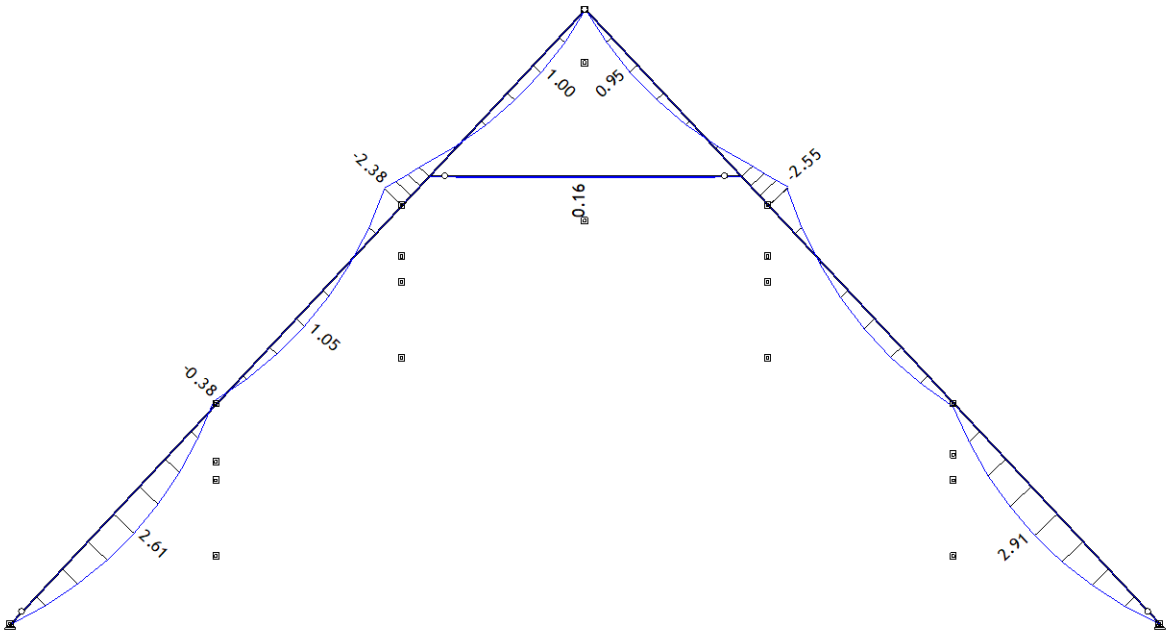
Okvir: H_12
Utjecaji u gredi: max N1= 2.20 / min N1= -6.88 kN

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



Okvir: H_12
Utjecaji u gredi: max T2= 2.98 / min T2= -3.39 kN

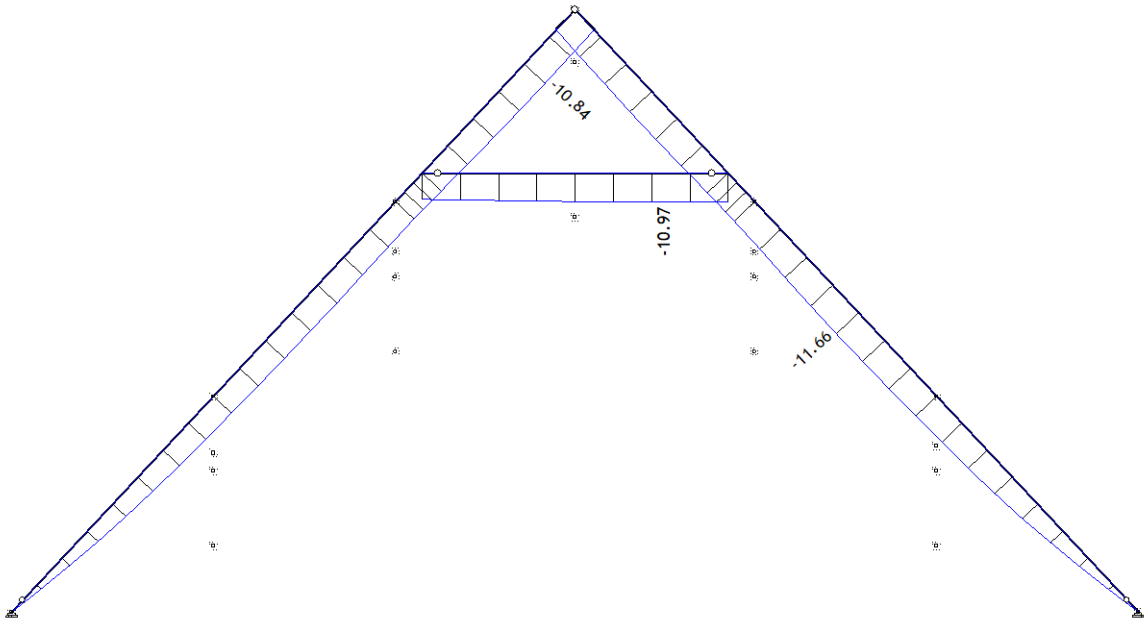
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



Okvir: H_12
Utjecaji u gredi: max M3= 2.91 / min M3= -2.55 kNm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Opt. 6: I+II



Okvir: H_12
Utjecaji u gredi: max Zp= -0.00 / min Zp= -11.66 m / 1000

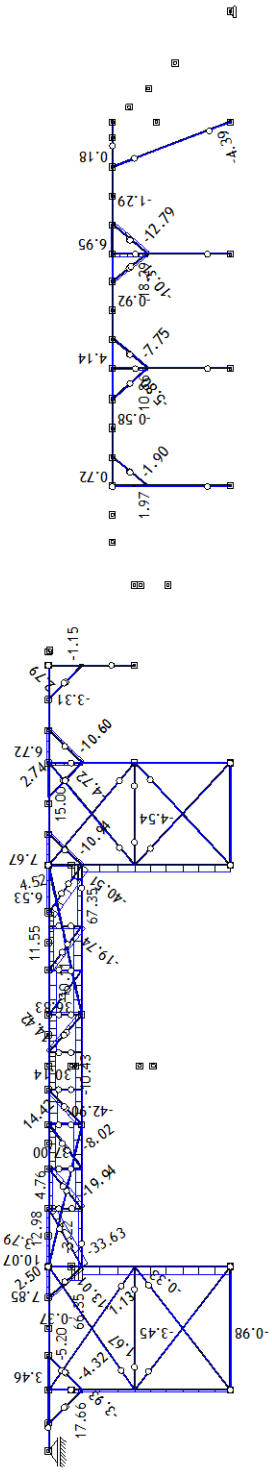
Granični progib (iz tab.A1.5 HRN EN1990:2011/NA)

-greda

$w_{max} = L/250; L = 11,75m$

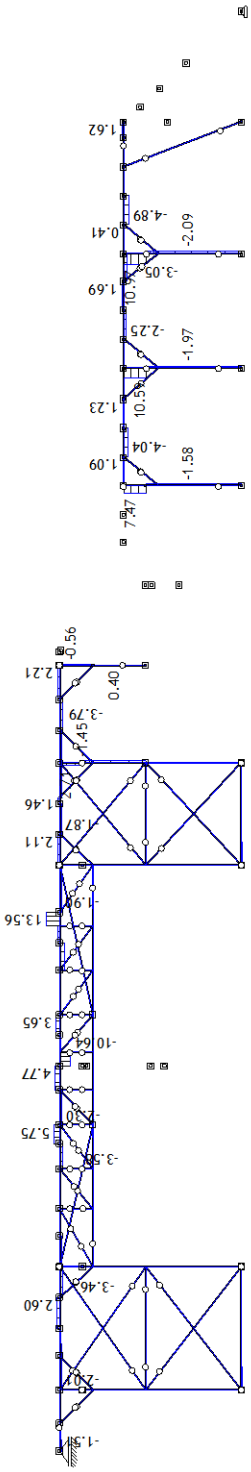
$w_{max} = (11,66/2) \cdot 4 = 5,83mm = 0,6cm \leq 1175/250 = 4,7cm \rightarrow ZADOVOLJAVA$

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



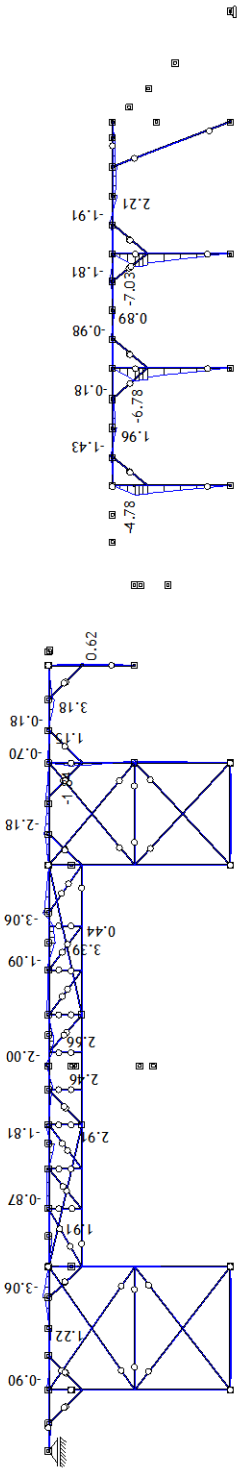
Okvir: V_6
Utjecaji u gredi: max N1= 67.35 / min N1= -42.90 kN

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



Okvir: V_6
Utjecaji u gredi: max T2= 13.56 / min T2= -10.64 kN

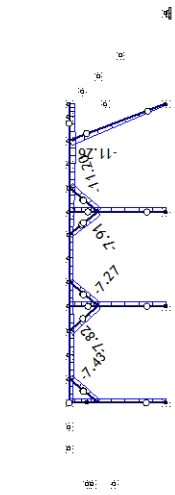
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII

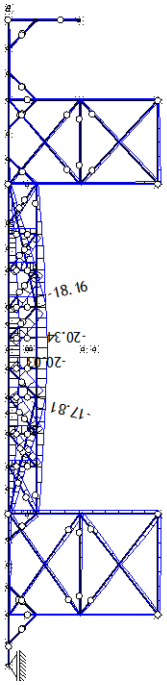


Okvir: V_6
Utjecaji u gredi: max M3= 3.39 / min M3= -7.03 kNm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Opt. 6: I+II





Okvir: V_6
Utjecaji u gredi: max Zp= -0.00 / min Zp= -20.34 m / 1000

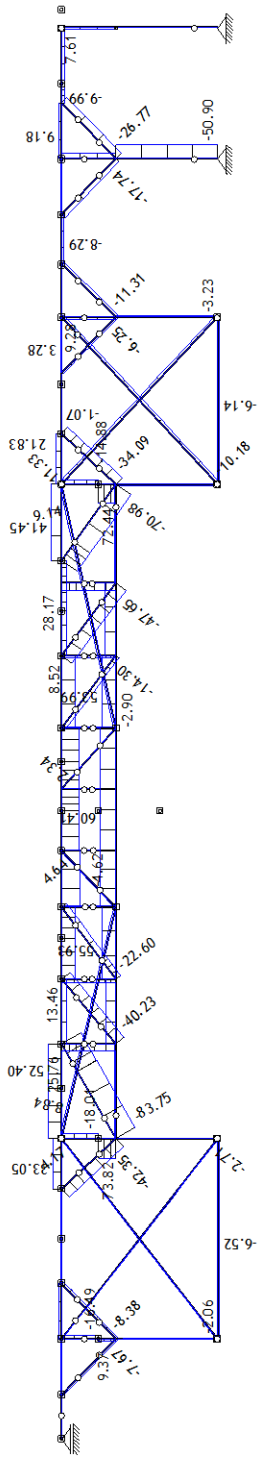
Granični progib (iz tab.A1.5 HRN EN1990:2011/NA)

-greda

$w_{max} = L/250; L = 10,70m$

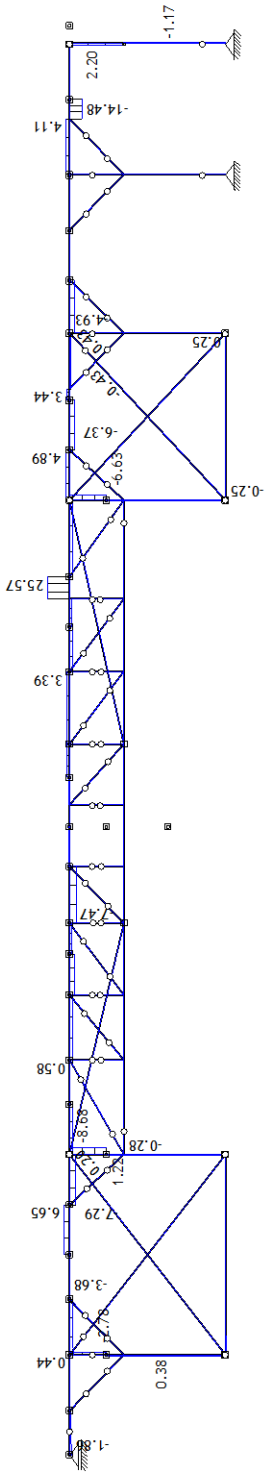
$w_{max} = 20,34mm = 2,3cm \leq 1070 / 250 = 4,28cm \rightarrow ZADOVOLJAVA$

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



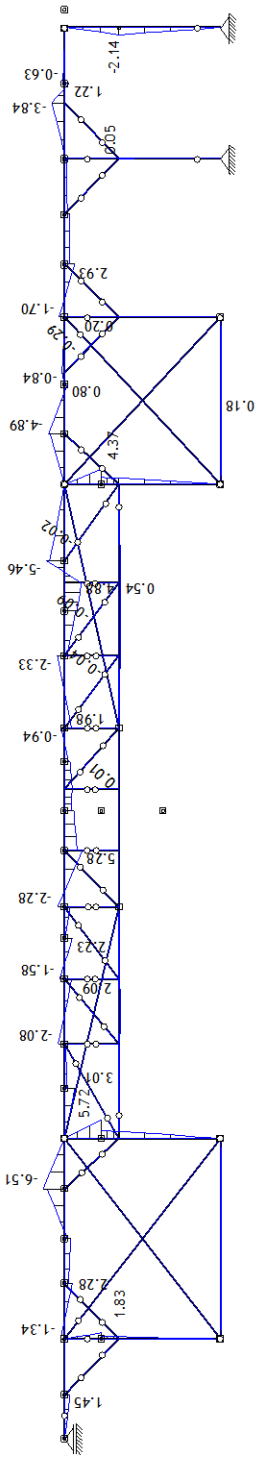
Okvir: V_7
Utjecaji u gredi: max N1= 73.82 / min N1= -83.75 kN

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



Okvir: V_7
Utjecaji u gredi: max T2= 25.57 / min T2= -14.48 kN

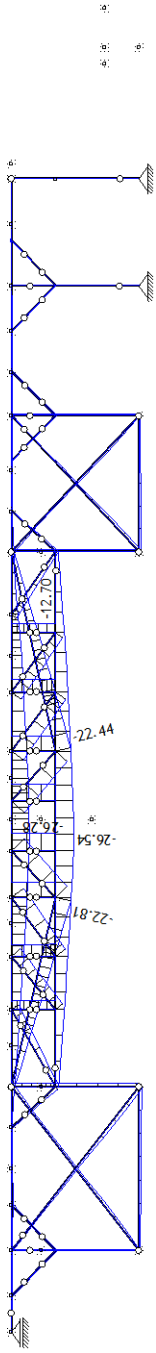
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII



Okvir: V_7
Utjecaji u gredi: max M3= 5.72 / min M3= -6.51 kNm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Opt. 6: I+II



Okvir: V_7
Utjecaji u gredi: max Zp= 0.58 / min Zp= -26.54 m / 1000

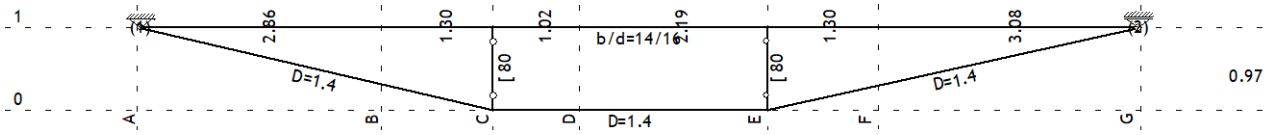
Granični progib (iz tab.A1.5 HRN EN1990:2011/NA)

-greda

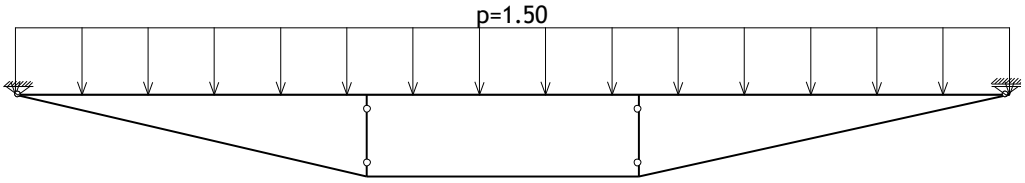
$w_{max} = L/250; L = 11,75m$

$w_{max} = 26,54mm = 2,7cm \leq 1070 / 250 = 4,7cm \rightarrow ZADOVOLJAVA$

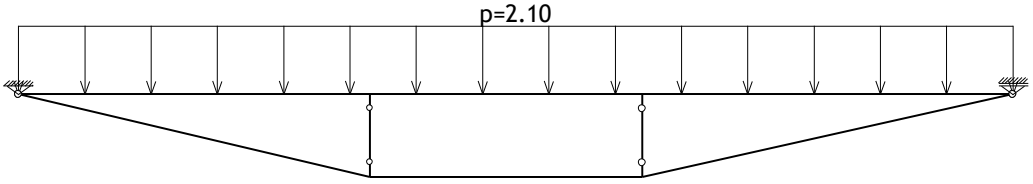
REŠETKASTA PODROŽNICA



Opt. 1: stalno (g)

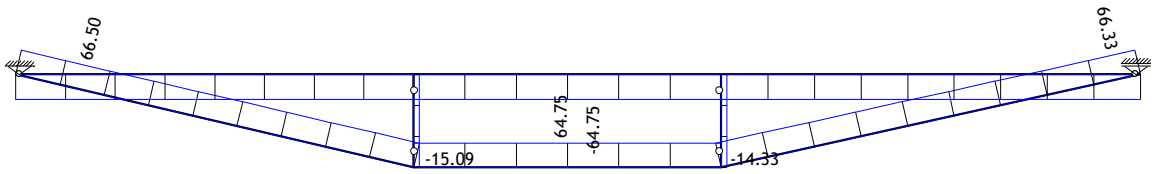


Opt. 2: snijeg

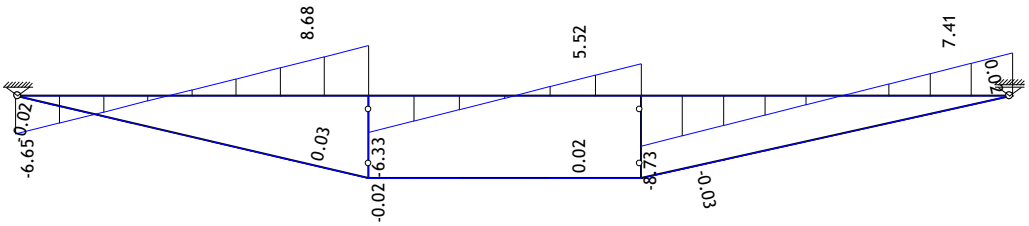


UTJECAJI U ELEMENTIMA

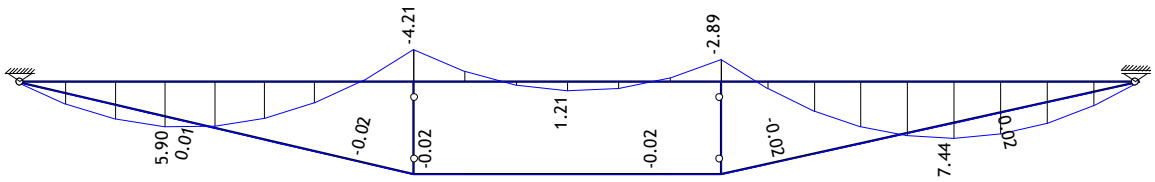
Opt. 4: I+II



Utjecaji u gredi: max N1= 66.50 / min N1= -64.75 kN
Opt. 4: I+II



Utjecaji u gredi: max T2= 8.68 / min T2= -8.73 kN
Opt. 4: I+II



Utjecaji u gredi: max M3= 7.44 / min M3= -4.21 kNm

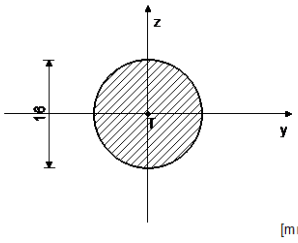
ZAKLJUČAK:

U uže se unosi sila prednaprezanja u iznosu minimalno utjecaju od stalnog opterećenja.

ŠIPKA 16 mm

ŠTAP 346-462
POPREČNI PRESJEK: Kružni [S 235] [Set: 14]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	2.011	cm2
Ay =	1.810	cm2
Az =	1.810	cm2
Ix =	0.643	cm4
Iy =	0.322	cm4
Iz =	0.322	cm4
Wy =	0.402	cm3
Wz =	0.402	cm3
Wy,pl =	0.683	cm3
Wz,pl =	0.683	cm3
γM0 =	1.100	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
5. γ=0.10 4. γ=0.08 6. γ=0.03

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 5, početak štapa)

Računska uzdužna sila	NEd =	4.364 kN
Sistemska dužina štapa	L =	410.56 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.3 Vlak

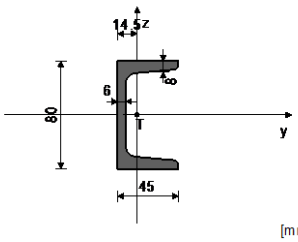
Plast.rač.otpornost bruto presjeka	Npl,Rd =	42.954 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	Nu,Rd =	46.904 kN
Računska otp. na vlak	Nt,Rd =	42.954 kN

Uvjet 6.5: NEd <= Nt,Rd (4.36 <= 42.95)

U 80

ŠTAP 275-295
POPREČNI PRESJEK: [80 [S 235] [Set: 17]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	11.000	cm2
Ay =	6.400	cm2
Az =	4.600	cm2
Ix =	2.160	cm4
Iy =	106.00	cm4
Iz =	19.400	cm4
Wy =	26.500	cm3
Wz =	6.361	cm3
Wy,pl =	32.064	cm3
Wz,pl =	13.284	cm3
γM0 =	1.100	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
4. γ=0.06 5. γ=0.05 6. γ=0.04

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 4, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	NEd =	-9.579 kN
Sistemska dužina štapa	L =	97.279 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	Nc,Rd =	235.00 kN

Uvjet 6.9: NEd <= Nc,Rd (9.58 <= 235.00)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	97.279 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.334
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	Ncr,y =	2321.6 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.932
Računska otpornost na izvijanje	Nb,Rd,y =	218.99 kN

Uvjet 6.46: NEd <= Nb,Rd,y (9.58 <= 218.99)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	97.279 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.780
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.675
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd,z =	158.56 kN

Uvjet 6.46: NEd <= Nb,Rd,z (9.58 <= 158.56)

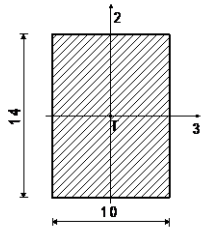
6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	97.279 cm
Krivulja izvijanja:	αT =	0.490
Elastična kritična sila	Ncr,T =	424.90 kN
Redukcijski koeficijent	χ,T =	0.675
Računska otpornost na izvijanje	Nb,Rd,T =	158.56 kN

Uvjet 6.46: NEd <= Nb,Rd,T (9.58 <= 158.56)

ROG

ŠTAP 446-432
Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C18
Klasa uporabljivosti 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
5. γ=0.85 4. γ=0.76 6. γ=0.29

KONTROLA NORMALNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 5, na 686.8 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-11.360	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	3.249	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed ≈	0.000	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	0.332	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	2.140	kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2	Kh_2 =	1.084	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3	Kh_3 =	1.014	
Faktor oblika (za pravokutni presjek)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna čvrstoća	fc,0,k =	18.000	MPa
Računska tlačna čvrstoća	fc,0,d =	11.077	MPa
Karakteristična čvrstoća na savijanje	fm,k =	18.000	MPa
Računska čvrstoća na savijanje - os 2	fm,2,d =	12.013	MPa
Računska čvrstoća na savijanje - os 3	fm,3,d =	11.231	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	0.065	
Relativna vitkost	λrel,3 =	1.467	
Normalni tlačni napon	σc,0,d =	0.811	MPa
Moment otpora	W2 =	233.33	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 2	σm2,d =	1.424	MPa

σm2,d <= fm,2,d (1.424 <= 12.013)
Iskorištenje presjeka je 11.9%

Moment otpora	W3 =	326.67	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	6.550	MPa

σm3,d <= fm,3,d (6.550 <= 11.231)
Iskorištenje presjeka je 58.3%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija	βc =	0.200
Koeficijent	k3 =	1.692
Koeficijent	k2 =	0.479
Koeficijent	kc,3 =	0.394
Koeficijent	kc,2 =	1.050

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,3,d) +
+ σm2,d / fm,2,d <= 1 (0.597 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 59.7%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,3,d +
+ km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1 (0.852 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 85.2%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2	lef =	1070.5	cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	6000.0	MPa
5% fraktil modula posmika G	G0.05 =	370.00	MPa
Torzijski momenat inercije	Itor =	2593.6	cm4
Moment inercije	I2 =	1166.7	cm4
Moment otpora	W3 =	326.67	cm3
Kritični napon izvijanja	σm,crit =	23.285	MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λrel =	0.879	
Koeficijent	k_krit =	0.901	
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	6.550	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (6.550 <= 10.114)
Iskorištenje presjeka je 64.8%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 5, na 686.8 cm od početka štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-3.626	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed ≈	0.000	kN

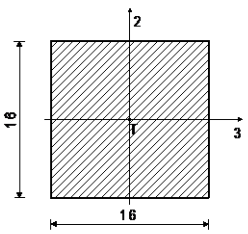
KONTROLA NAPONA - POSMIK
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Karakteristični posmični napon	fv,k =	3.400	MPa
Računska posmična čvrstoća	fv,d =	2.092	MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	140.00	cm2
Korekcijski koeficijent neto/bruto presjeka	Kn =	0.800	
Površina neto presjeka	An =	112.00	cm2
Stvarni posmični napon(os 2)	τ2,d =	0.486	MPa

τ2,d <= fv,d (0.486 <= 2.092)
Iskorištenje presjeka je 23.2%

KOSNIK VISULJE

ŠTAP 307-323
Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C22
Klasa uporabljivosti 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
4. γ=0.85 5. γ=0.70 6. γ=0.52

KONTROLA NORMALNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 4, na 773.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-72.034	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-5.098	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-3.634	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	1.599	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-2.445	kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2	Kh_2 =	1.000	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3	Kh_3 =	1.000	
Faktor oblika (za pravokutni presjek)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna čvrstoća	fc,0,k =	20.000	MPa
Računska tlačna čvrstoća	fc,0,d =	12.308	MPa
Karakteristična čvrstoća na savijanje	fm,k =	22.000	MPa
Računska čvrstoća na savijanje	fm,d =	13.538	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	1.280	
Relativna vitkost	λrel,3 =	1.280	
Normalni tlačni napon	σc,0,d =	2.814	MPa
Moment otpora	W2 =	682.67	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 2	σm2,d =	2.342	MPa

σm2,d <= fm,d (2.342 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 17.3%

Moment otpora	W3 =	682.67	cm3

Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	3.582	MPa

σm3,d <= fm,d (3.582 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 26.5%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija	βc =	0.200	
Koeficijent	k3 =	1.417	
Koeficijent	k2 =	1.417	
Koeficijent	kc,3 =	0.494	
Koeficijent	kc,2 =	0.494	

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,d) +
+ σm2,d / fm,d <= 1 (0.821 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 82.1%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,d +
+ km x (σm2,d / fm,d) <= 1 (0.849 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 84.9%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2			
	lef =	978.36	cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	6700.0	MPa
5% fraktil modula posmika G	G0.05 =	420.00	MPa
Torzijski momenat inercije	Itor =	9230.4	cm4
Moment inercije	I2 =	5461.3	cm4
Moment otpora	W3 =	682.67	cm3
Kritični napon izvijanja	σm,crit =	56.023	MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λrel =	0.627	
Koeficijent	k_krit =	1.000	
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	3.582	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (3.582 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 26.5%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 4, na 704.9 cm od početka štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-5.160	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-3.634	kN

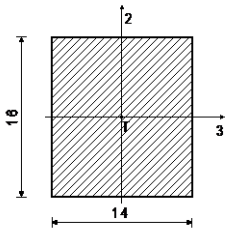
KONTROLA NAPONA - POSMIK
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Karakteristični posmični napon	fv,k =	3.800	MPa
Računska posmična čvrstoća	fv,d =	2.338	MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	256.00	cm2
Korekcijski koeficijent neto/bruto presjeka	Kn =	0.800	
Površina neto presjeka	An =	204.80	cm2
Stvarni posmični napon(os 2)	τ2,d =	0.378	MPa
Stvarni posmični napon(os 3)	τ3,d =	0.266	MPa
Superpozicija utjecaja od poprečne sile			
(2)	τ2,d / fv,d =	0.162	
(3)	τ3,d / fv,d =	0.114	

(2)2 + (3)2 <= 1 (0.045 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 4.5%

STUP VISULJE

ŠTAP 127-46
Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C22
Klasa uporabljivosti 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
4. γ=0.23 5. γ=0.23 6. γ=0.15

KONTROLA NORMALNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 4, na 68.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-5.260	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-0.277	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-1.070	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	0.728	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-0.188	kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2			
	Kh_2 =	1.014	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3			
	Kh_3 =	1.000	
Faktor oblika (za pravokutni presjek)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna čvrstoća	fc,0,k =	20.000	MPa
Računska tlačna čvrstoća	fc,0,d =	12.308	MPa
Karakteristična čvrstoća na savijanje	fm,k =	22.000	MPa
Računska čvrstoća na savijanje - os 2	fm,2,d =	13.727	MPa
Računska čvrstoća na savijanje - os 3	fm,3,d =	13.538	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	2.367	
Relativna vitkost	λrel,3 =	2.071	
Normalni tlačni napon	σc,0,d =	0.235	MPa
Moment otpora	W2 =	522.67	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 2	σm2,d =	1.392	MPa

σm2,d <= fm,2,d (1.392 <= 13.727)
Iskorištenje presjeka je 10.1%

Moment otpora	W3 =	597.33	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	0.315	MPa

σm3,d <= fm,3,d (0.315 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 2.3%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija	βc =	0.200	
Koeficijent	k3 =	2.821	
Koeficijent	k2 =	3.507	
Koeficijent	kc,3 =	0.211	
Koeficijent	kc,2 =	0.164	

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,3,d) +
+ σm2,d / fm,2,d <= 1 (0.234 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 23.4%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,3,d +
+ km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1 (0.185 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 18.5%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 5, na 68.0 cm od početka štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed ≈	0.000	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-2.225	kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Karakteristični posmični napon	fv,k =	3.800	MPa
Računska posmična čvrstoća	fv,d =	2.338	MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	224.00	cm2
Korekcijski koeficijent neto/bruto presjeka	Kn =	0.800	
Površina neto presjeka	An =	179.20	cm2
Stvarni posmični napon(os 3)	τ3,d =	0.186	MPa

τ3,d <= fv,d (0.186 <= 2.338)
Iskorištenje presjeka je 8.0%

DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA
(slučaj opterećenja 6, na 68.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-3.182	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-0.406	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-0.560	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	0.381	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-0.276	kNm

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2			
	lef =	532.74	cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	6700.0	MPa

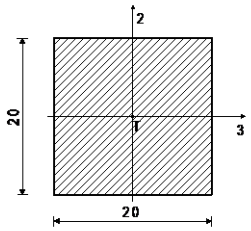
5% fraktil modula posmika G	G0.05 =	420.00	MPa
Torzijski momenat inercije	Itor =	6965.4	cm4
Moment inercije	I2 =	3658.7	cm4
Moment otpora	W3 =	597.33	cm3
Kritični napon izvijanja	σm,crit =	83.601	MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λrel =	0.513	
Koeficijent	k_krit =	1.000	

Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	0.462	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (0.462 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 3.4%

VEZNA GREDA VISULJE

ŠTAP 6-106
Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C22
Klasa uporabljivosti 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
5. γ=0.60 4. γ=0.44 6. γ=0.14

KONTROLA NORMALNIH I POSMIČNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 5, na 1140.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	49.169	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	0.179	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	3.747	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	7.570	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-0.780	kNm

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2			
	Kh_2 =	1.000	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3			
	Kh_3 =	1.000	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak			
	Kh_t =	1.000	
Karakteristična vlačna čvrstoća	ft,0,k =	13.000	MPa
Računska vlačna čvrstoća	ft,0,d =	8.000	MPa
Faktor oblika (za pravokutni presjek)	km =	0.700	
Karakteristična čvrstoća na savijanje	fm,k =	22.000	MPa
Računska čvrstoća na savijanje	fm,d =	13.538	MPa
Normalni vlačni napon	σt,0,d =	1.229	MPa
Moment otpora	W2 =	1333.3	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 2	σm2,d =	5.677	MPa

σm2,d <= fm,d (5.677 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 41.9%

Moment otpora	W3 =	1333.3	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	0.585	MPa

σm3,d <= fm,d (0.585 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 4.3%

σt,0,d / ft,0,d + km x (σm3,d / fm,d) + σm2,d / fm,d <= 1
(0.603 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 60.3%

σt,0,d / ft,0,d + σm3,d / fm,d + km x (σm2,d / fm,d) <= 1
(0.490 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 49.0%

KONTROLA NAPONA - POSMIK
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Karakteristični posmični napon	fv,k =	3.800	MPa
Računska posmična čvrstoća	fv,d =	2.338	MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	400.00	cm2
Stvarni posmični napon(os 2)	τ2,d =	0.007	MPa
Stvarni posmični napon(os 3)	τ3,d =	0.141	MPa
Superpozicija utjecaja od poprečne sile			
(2)	τ2,d / fv,d =	0.003	
(3)	τ3,d / fv,d =	0.060	

(2)2 + (3)2 <= 1 (0.000 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 0.0%

DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA
(slučaj opterećenja 4, na 202.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	54.132	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	0.470	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	0.276	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	3.236	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-1.124	kNm

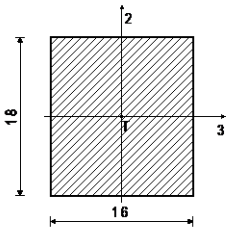
DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2			
	lef =	1342.0	cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	6700.0	MPa
5% fraktil modula posmika G	G0.05 =	420.00	MPa
Torzijski momenat inercije	Itor =	22535	cm4
Moment inercije	I2 =	13333	cm4
Moment otpora	W3 =	1333.3	cm3
Kritični napon izvijanja	σm,crit =	51.053	MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λrel =	0.656	
Koeficijent	k_krit =	1.000	
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	0.843	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (0.843 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 6.2%

RAZUPORNA GREDA VISULJE

ŠTAP 340-428
Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C22
Klasa uporabljivosti 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
4. γ=0.59 5. γ=0.56 6. γ=0.39

KONTROLA NORMALNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 4, na 233.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-58.403	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	0.272	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed ≈	0.000	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	0.233	kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2			
	Kh_2 =	1.000	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3			
	Kh_3 =	1.000	
Faktor oblika (za pravokutni presjek)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna čvrstoća	fc,0,k =	20.000	MPa
Računska tlačna čvrstoća	fc,0,d =	12.308	MPa
Karakteristična čvrstoća na savijanje	fm,k =	22.000	MPa
Računska čvrstoća na savijanje	fm,d =	13.538	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	1.755	
Relativna vitkost	λrel,3 =	1.560	
Normalni tlačni napon	σc,0,d =	2.028	MPa
Moment otpora	W3 =	864.00	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	0.270	MPa

σm3,d <= fm,d (0.270 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 2.0%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija	βc =	0.200
Koeficijent	k3 =	1.842
Koeficijent	k2 =	2.185
Koeficijent	kc,3 =	0.354
Koeficijent	kc,2 =	0.287

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,d) + + σm2,d / fm,d <= 1 (0.588 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 58.8%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,d + + km x (σm2,d / fm,d) <= 1 (0.485 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 48.5%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 5, na 233.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-50.353	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	0.276	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-0.224	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	0.521	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	0.243	kNm

KONTROLA NAPONA - POSMIK
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Karakteristični posmični napon	fv,k =	3.800	MPa
Računska posmična čvrstoća	fv,d =	2.338	MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	288.00	cm2
Korekcijski koeficijent neto/bruto presjeka	Kn =	0.800	
Površina neto presjeka	An =	230.40	cm2
Stvarni posmični napon(os 2)	τ2,d =	0.018	MPa
Stvarni posmični napon(os 3)	τ3,d =	0.015	MPa
Superpozicija utjecaja od poprečne sile			
(2)	τ2,d / fv,d =	0.008	
(3)	τ3,d / fv,d =	0.006	

(2)2 + (3)2 <= 1 (0.000 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 0.0%

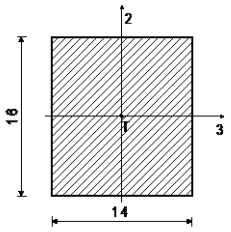
DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2			
	lef =	466.00	cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	6700.0	MPa
5% fraktil modula posmika G	G0.05 =	420.00	MPa
Torzijski momenat inercije	Itor =	11542	cm4
Moment inercije	I2 =	6144.0	cm4
Moment otpora	W3 =	864.00	cm3
Kritični napon izvijanja	σm,crit =	110.23	MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λrel =	0.447	
Koeficijent	k_krit =	1.000	
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	0.281	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (0.281 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 2.1%

GORNJI POJAS REŠETKE

ŠTAP 200-435
Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C22
Klasa uporabljivosti 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
5. γ=0.85 4. γ=0.84 6. γ=0.42

KONTROLA NORMALNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 5, na 1038.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-41.822	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	21.220	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-5.058	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	1.957	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	3.927	kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2			
	Kh_2 =	1.014	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3			
	Kh_3 =	1.000	
Faktor oblika (za pravokutni presjek)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna čvrstoća	fc,0,k =	20.000	MPa
Računska tlačna čvrstoća	fc,0,d =	12.308	MPa
Karakteristična čvrstoća na savijanje	fm,k =	22.000	MPa
Računska čvrstoća na savijanje - os 2	fm,2,d =	13.727	MPa
Računska čvrstoća na savijanje - os 3	fm,3,d =	13.538	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	0.861	
Relativna vitkost	λrel,3 =	0.753	
Normalni tlačni napon	σc,0,d =	1.867	MPa
Moment otpora	W2 =	522.67	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 2	σm2,d =	3.744	MPa

σm2,d <= fm,2,d (3.744 <= 13.727)
Iskorištenje presjeka je 27.3%

Moment otpora	W3 =	597.33	cm3

Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	6.575	MPa

σm3,d <= fm,3,d (6.575 <= 13.538)
Iskorištenje presjeka je 48.6%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija	βc =	0.200	
Koeficijent	k3 =	0.829	
Koeficijent	k2 =	0.926	
Koeficijent	kc,3 =	0.851	
Koeficijent	kc,2 =	0.788	

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,3,d) + + σm2,d / fm,2,d <= 1 (0.805 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 80.5%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,3,d + + km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1 (0.855 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 85.5%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 4, na 1038.0 cm od početka štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	22.357	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-3.442	kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Karakteristični posmični napon	fv,k =	3.800	MPa
Računska posmična čvrstoća	fv,d =	2.338	MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	224.00	cm2
Korekcijski koeficijent neto/bruto presjeka	Kn =	0.800	
Površina neto presjeka	An =	179.20	cm2
Stvarni posmični napon(os 2)	τ2,d =	1.871	MPa
Stvarni posmični napon(os 3)	τ3,d =	0.288	MPa
Superpozicija utjecaja od poprečne sile			
(2)	τ2,d / fv,d =	0.800	
(3)	τ3,d / fv,d =	0.123	

(2)2 + (3)2 <= 1 (0.739 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 73.9%

DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA
(slučaj opterećenja 5, na 997.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-41.822	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-4.234	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-5.058	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed ≈	0.000	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-4.657	kNm

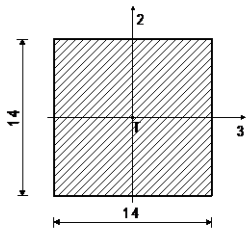
DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2	lef =	1175.5	cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	6700.0	MPa
5% fraktil modula posmika G	G0.05 =	420.00	MPa
Torzijski momenat inercije	Itor =	6965.4	cm4
Moment inercije	I2 =	3658.7	cm4
Moment otpora	W3 =	597.33	cm3
Kritični napon izvijanja	σm,crit =	37.889	MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λrel =	0.762	
Koeficijent	k_krit =	0.988	
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	7.797	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (7.797 <= 13.383)
Iskorištenje presjeka je 58.3%

DONJI POJAS REŠETKE

ŠTAP 174-419
Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C22
Klasa uporabljivosti 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
5. γ=0.59 4. γ=0.53 6. γ=0.23

KONTROLA NORMALNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 5, na 518.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	47.630	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-0.747	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed ≈	0.000	kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	0.143	kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-1.263	kNm

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2	Kh_2 =	1.014	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3	Kh_3 =	1.014	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak	Kh_t =	1.014	
Karakteristična vlačna čvrstoća	ft,0,k =	13.000	MPa
Računska vlačna čvrstoća	ft,0,d =	8.111	MPa
Faktor oblika (za pravokutni presjek)	km =	0.700	
Korekcijski koeficijent neto/bruto presjeka	Kn =	0.800	
Površina neto presjeka	An =	156.80	cm2
Karakteristična čvrstoća na savijanje	fm,k =	22.000	MPa
Računska čvrstoća na savijanje	fm,d =	13.727	MPa
Normalni vlačni napon	σt,0,d =	2.430	MPa
Moment otpora	W2 =	457.33	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 2	σm2,d =	0.312	MPa

σm2,d <= fm,d (0.312 <= 13.727)
Iskorištenje presjeka je 2.3%

Moment otpora	W3 =	457.33	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	2.762	MPa

σm3,d <= fm,d (2.762 <= 13.727)
Iskorištenje presjeka je 20.1%

σt,0,d / ft,0,d + km x (σm3,d / fm,d) + σm2,d / fm,d <= 1 (0.538 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 53.8%

σt,0,d / ft,0,d + σm3,d / fm,d + km x (σm2,d / fm,d) <= 1 (0.592 <= 1)
Iskorištenje presjeka je 59.2%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2	lef =	1175.5	cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	6700.0	MPa
5% fraktil modula posmika G	G0.05 =	420.00	MPa
Torzijski momenat inercije	Itor =	5410.7	cm4
Moment inercije	I2 =	3201.3	cm4
Moment otpora	W3 =	457.33	cm3
Kritični napon izvijanja	σm,crit =	40.799	MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λrel =	0.734	
Koeficijent	k_krit =	1.000	
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	2.762	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (2.762 <= 13.727)
Iskorištenje presjeka je 20.1%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 5, na 286.0 cm od početka štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-1.086	kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed ≈	0.000	kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Karakteristični posmični napon	fv,k =	3.800	MPa
Računska posmična čvrstoća	fv,d =	2.338	MPa

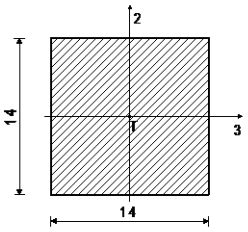
Površina poprečnog presjeka	A =	196.00	cm2
Korekcijski koeficijent neto/bruto presjeka	Kn =	0.800	
Površina neto presjeka	An =	156.80	cm2
Stvarni posmični napon(os 2)	τ2,d =	0.104	MPa

τ2,d <= fv,d (0.104 <= 2.338)

Iskorištenje presjeka je 4.4%

VEZNA GREDA VERTIKALNOG SPREGA

ŠTAP 401-462
Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C22
Klasa uporabljivosti 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
4. γ=0.05 5. γ=0.05 6. γ=0.02

KONTROLA NORMALNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 4, na 140.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-4.068	kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	0.000	kN
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-0.111	kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2	Kh_2 =	1.014	
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3	Kh_3 =	1.014	
Faktor oblika (za pravokutni presjek)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna čvrstoća	fc,0,k =	20.000	MPa
Računska tlačna čvrstoća	fc,0,d =	12.308	MPa
Karakteristična čvrstoća na savijanje	fm,k =	22.000	MPa
Računska čvrstoća na savijanje	fm,d =	13.727	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	1.291	
Relativna vitkost	λrel,3 =	1.291	
Normalni tlačni napon	σc,0,d =	0.208	MPa
Moment otpora	W3 =	457.33	cm3
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	0.242	MPa

σm3,d <= fm,d (0.242 <= 13.727)

Iskorištenje presjeka je 1.8%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija	βc =	0.200
Koeficijent	k3 =	1.432
Koeficijent	k2 =	1.432
Koeficijent	kc,3 =	0.487
Koeficijent	kc,2 =	0.487

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,d) +
+ σm2,d / fm,d <= 1 (0.047 <= 1)

Iskorištenje presjeka je 4.7%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,d +
+ km x (σm2,d / fm,d) <= 1 (0.052 <= 1)

Iskorištenje presjeka je 5.2%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2	lef =	300.00	cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	6700.0	MPa
5% fraktil modula posmika G	G0.05 =	420.00	MPa
Torzijski momenat inercije	Itor =	5410.7	cm4
Moment inercije	I2 =	3201.3	cm4
Moment otpora	W3 =	457.33	cm3
Kritični napon izvijanja	σm,crit =	159.86	MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λrel =	0.371	
Koeficijent	k_krit =	1.000	
Normalni napon savijanja oko osi 3	σm3,d =	0.242	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (0.242 <= 13.727)

Iskorištenje presjeka je 1.8%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 4, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-0.151	kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK
Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

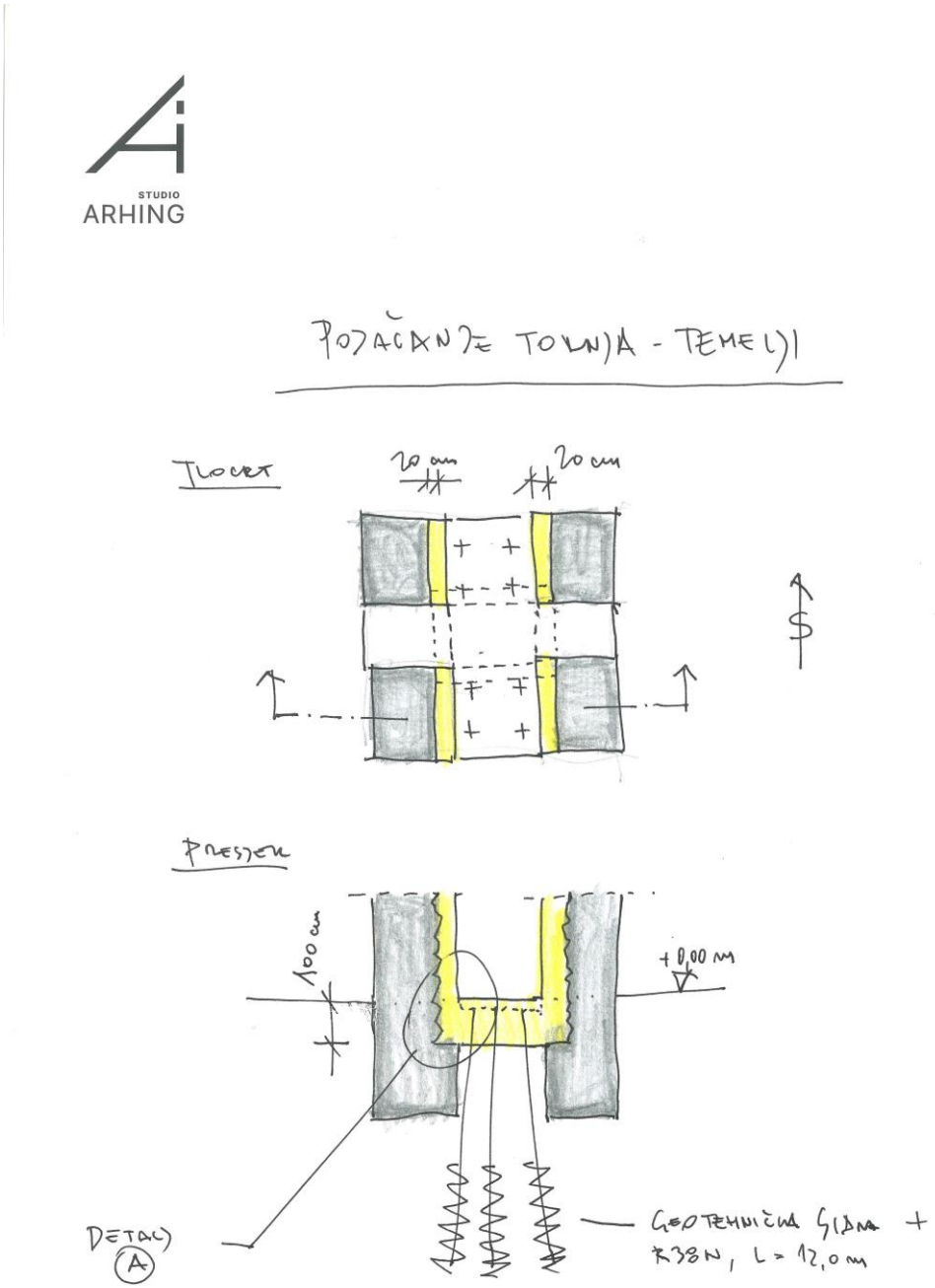
Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800	
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γm =	1.300	
Karakteristični posmični napon	fv,k =	3.800	MPa
Računska posmična čvrstoća	fv,d =	2.338	MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	196.00	cm2
Korekcijski koeficijent neto/bruto presjeka	Kn =	0.800	
Površina neto presjeka	An =	156.80	cm2
Stvarni posmični napon(os 2)	τ2,d =	0.014	MPa

τ2,d <= fv,d (0.014 <= 2.338)

Iskorištenje presjeka je 0.6%

6. Karakteristični izvedbeni detalji

6.1 Toranj

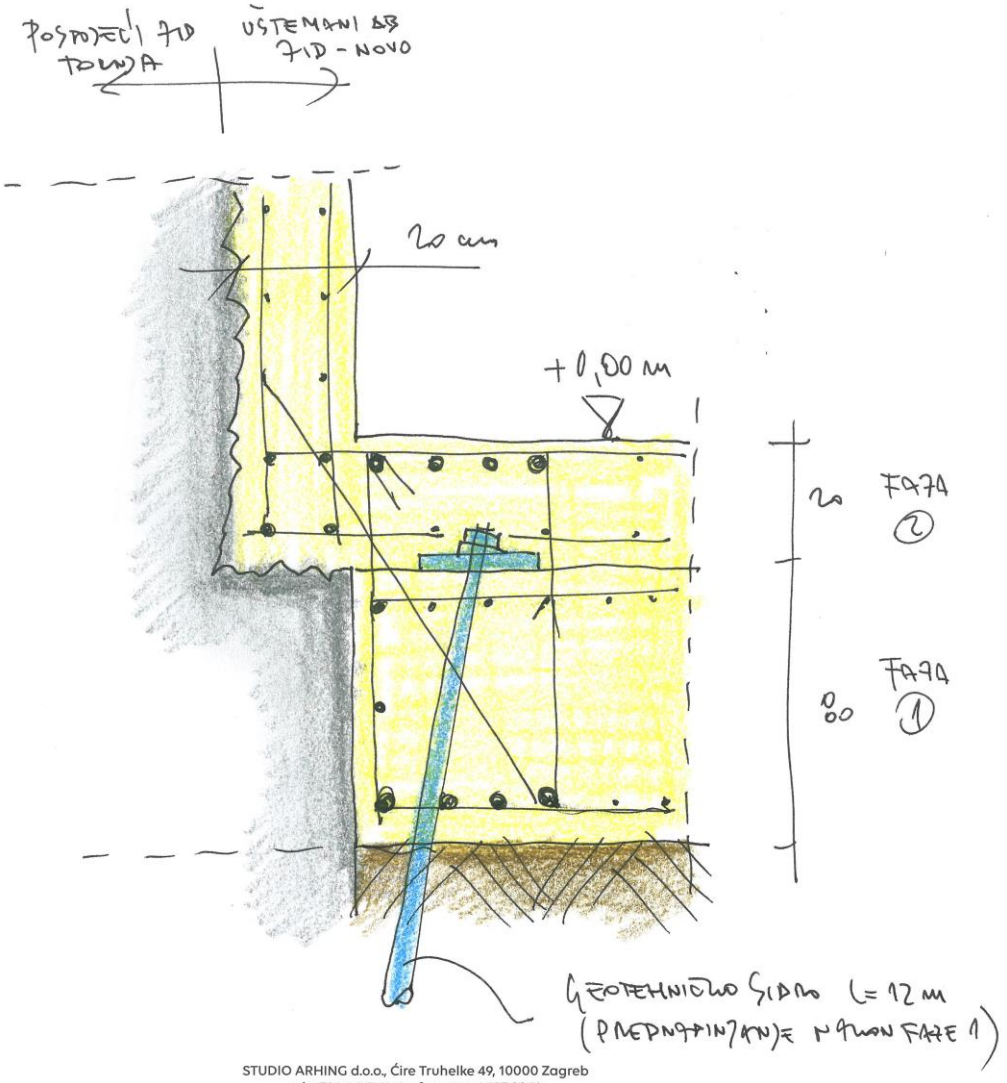


STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com
www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

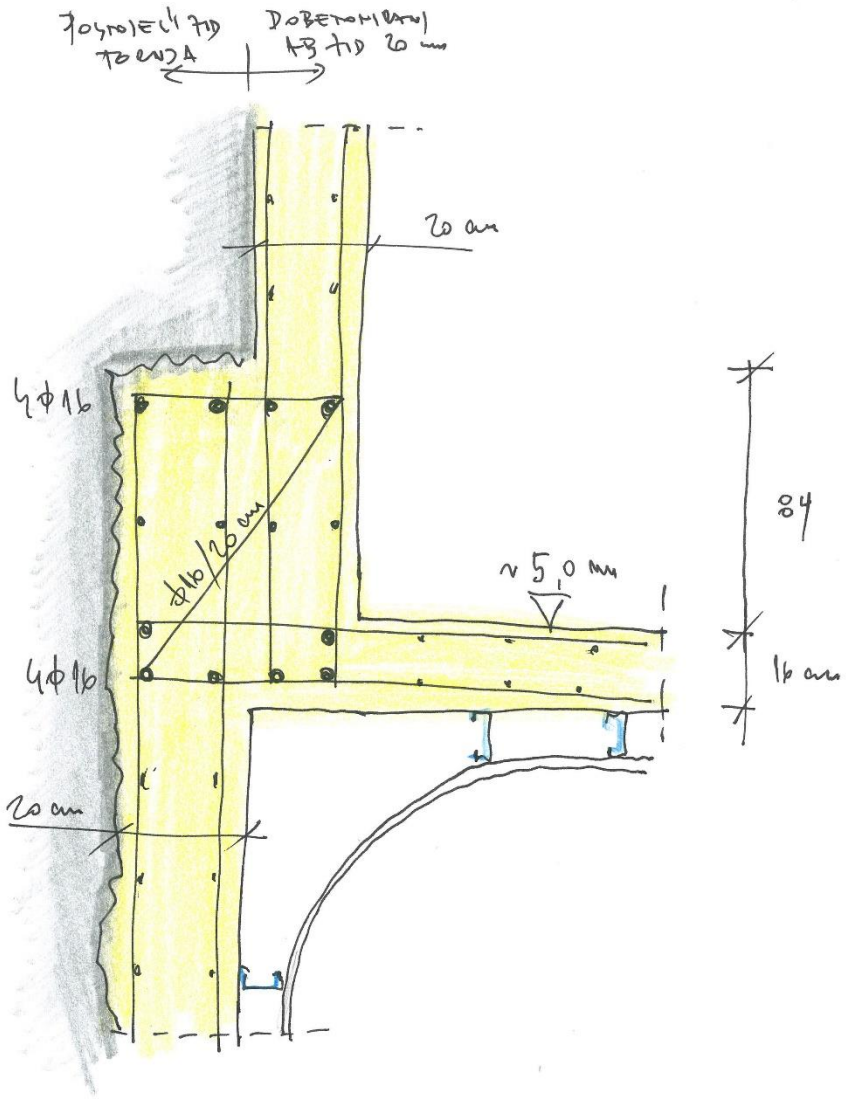
POJAČANJE TORNJA - TEMELJ

DETALJ (A)



STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

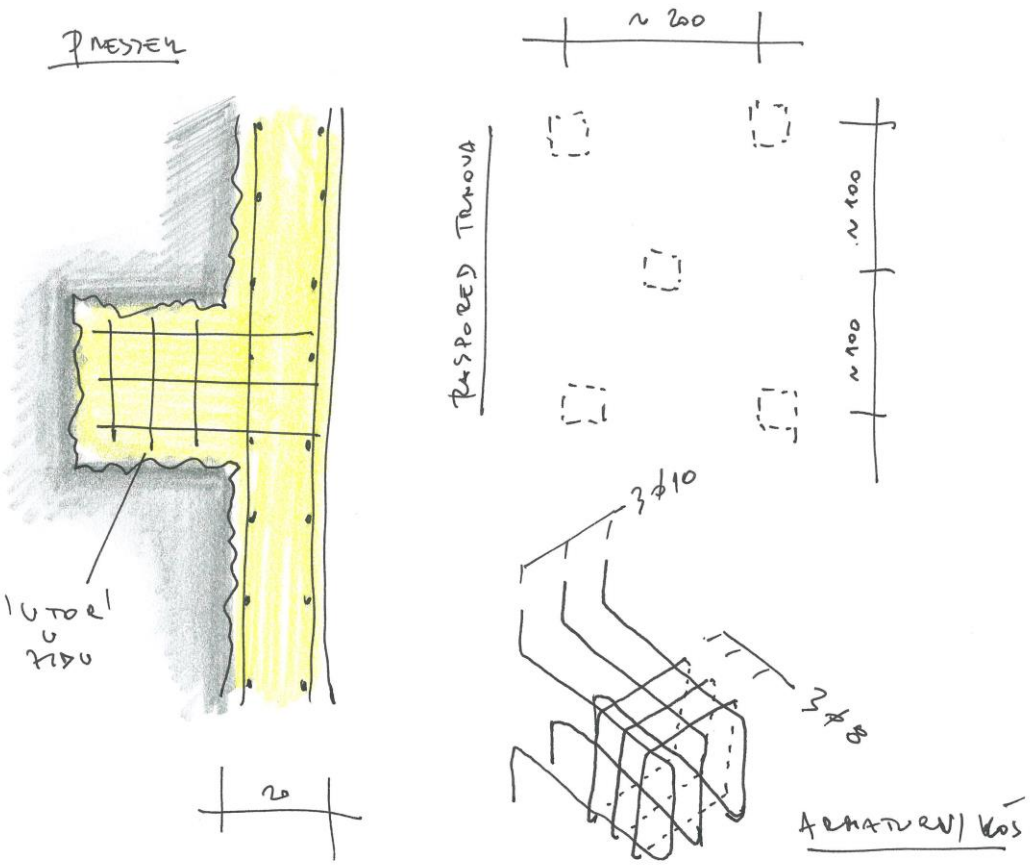


STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

POJAČANJE TORNJA - VEZA SA ZIDOM (1)



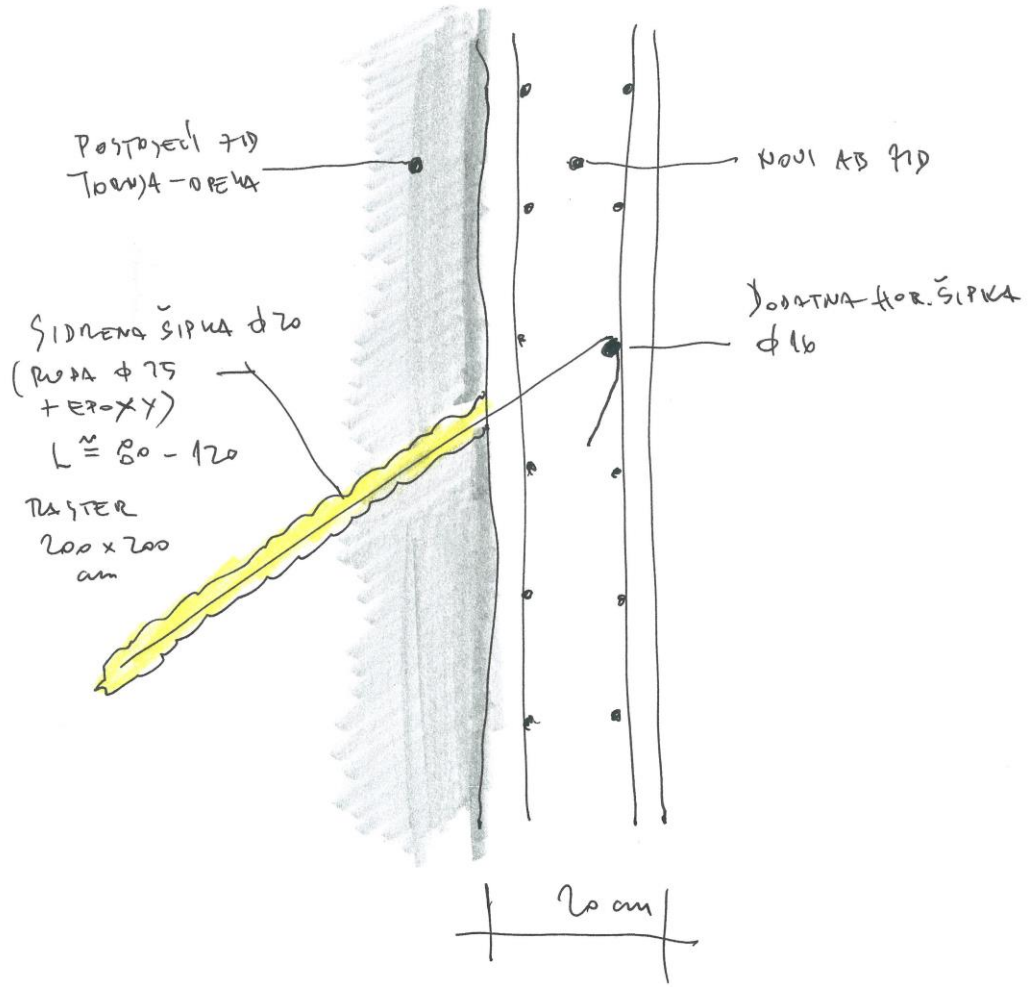
DIMENZIJA UTORA 40 x 30 x 75 cm

STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

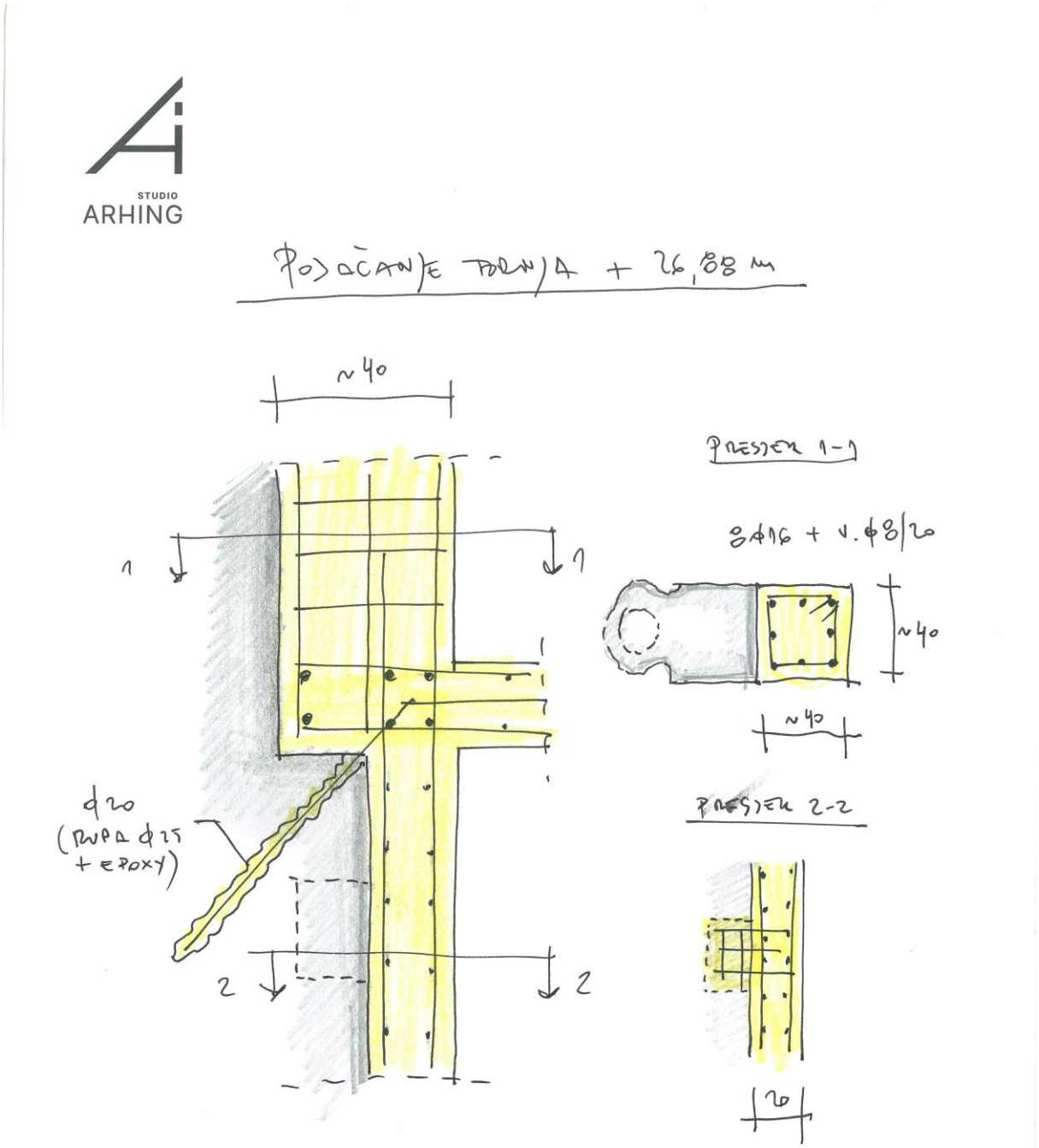
STUDIO ARHING

DODATNO TORNJA - VEZA SA TIDOM (2)



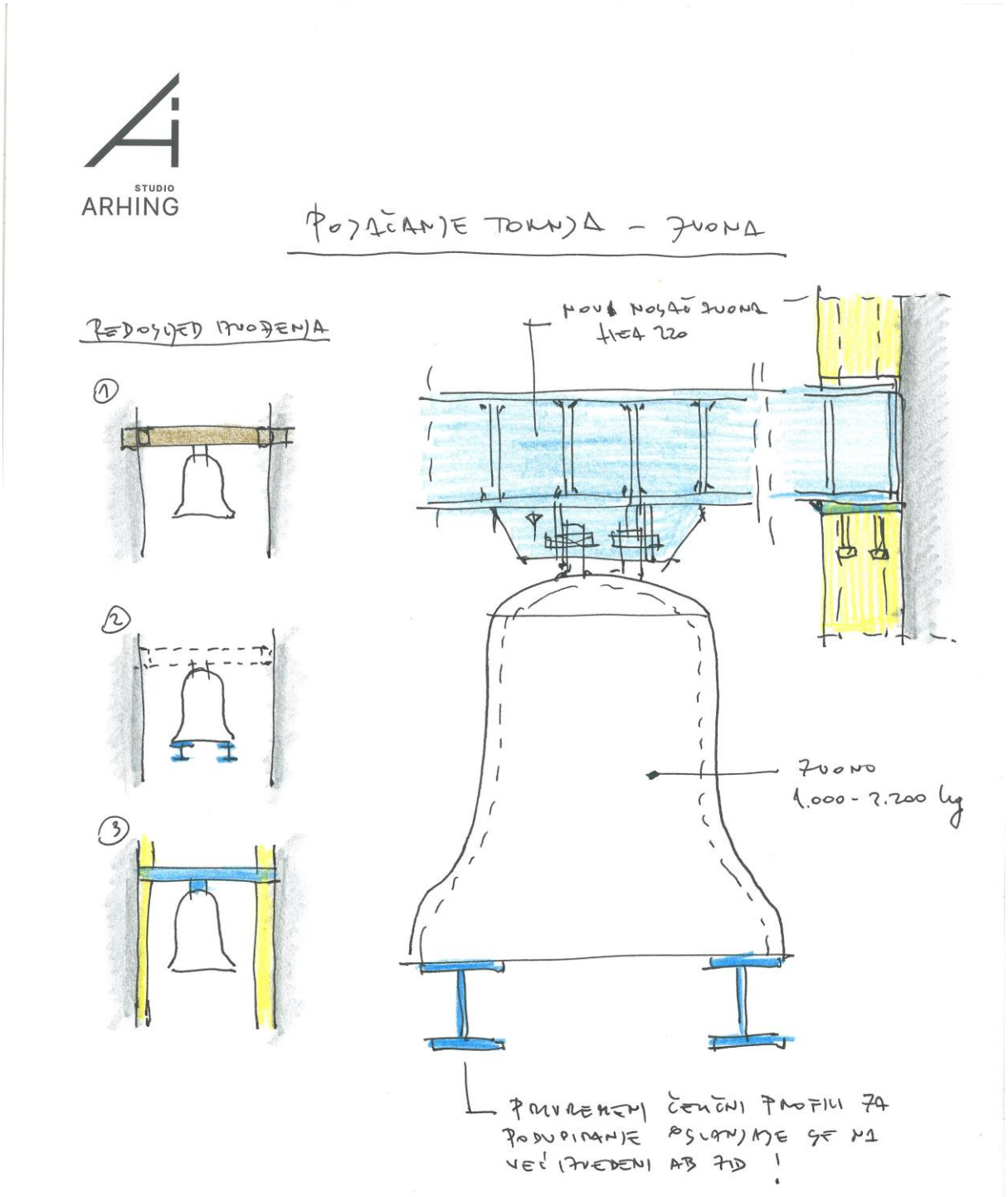
STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr



STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

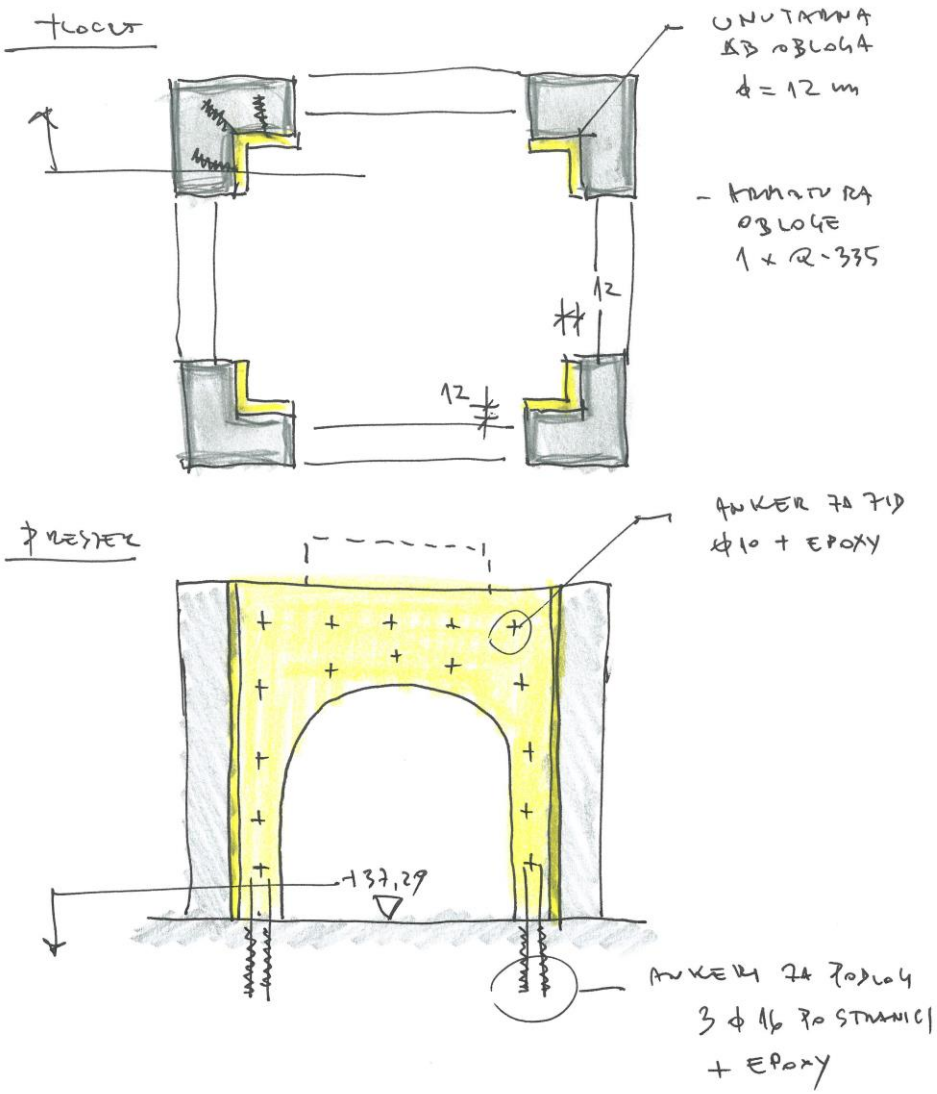


STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

POZIČANJE TORNJA - KAPA



STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

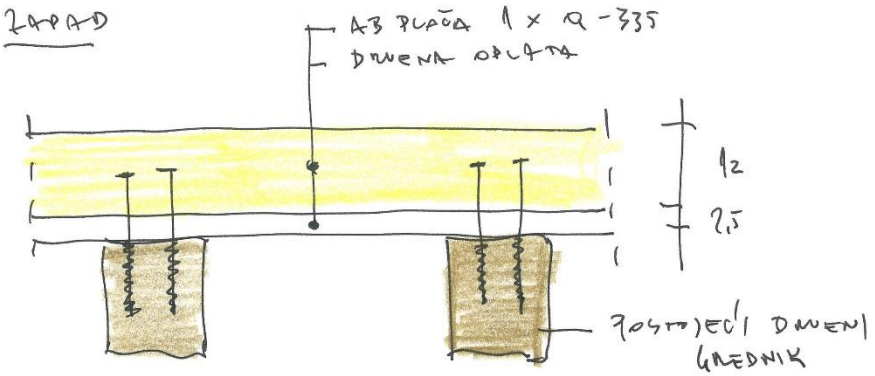
www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

POJAČANJE TORNJA - NARTEKS (1)

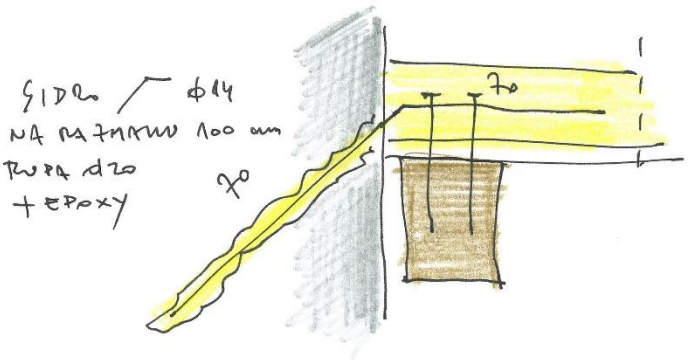
+ 11,38

ZAPAD



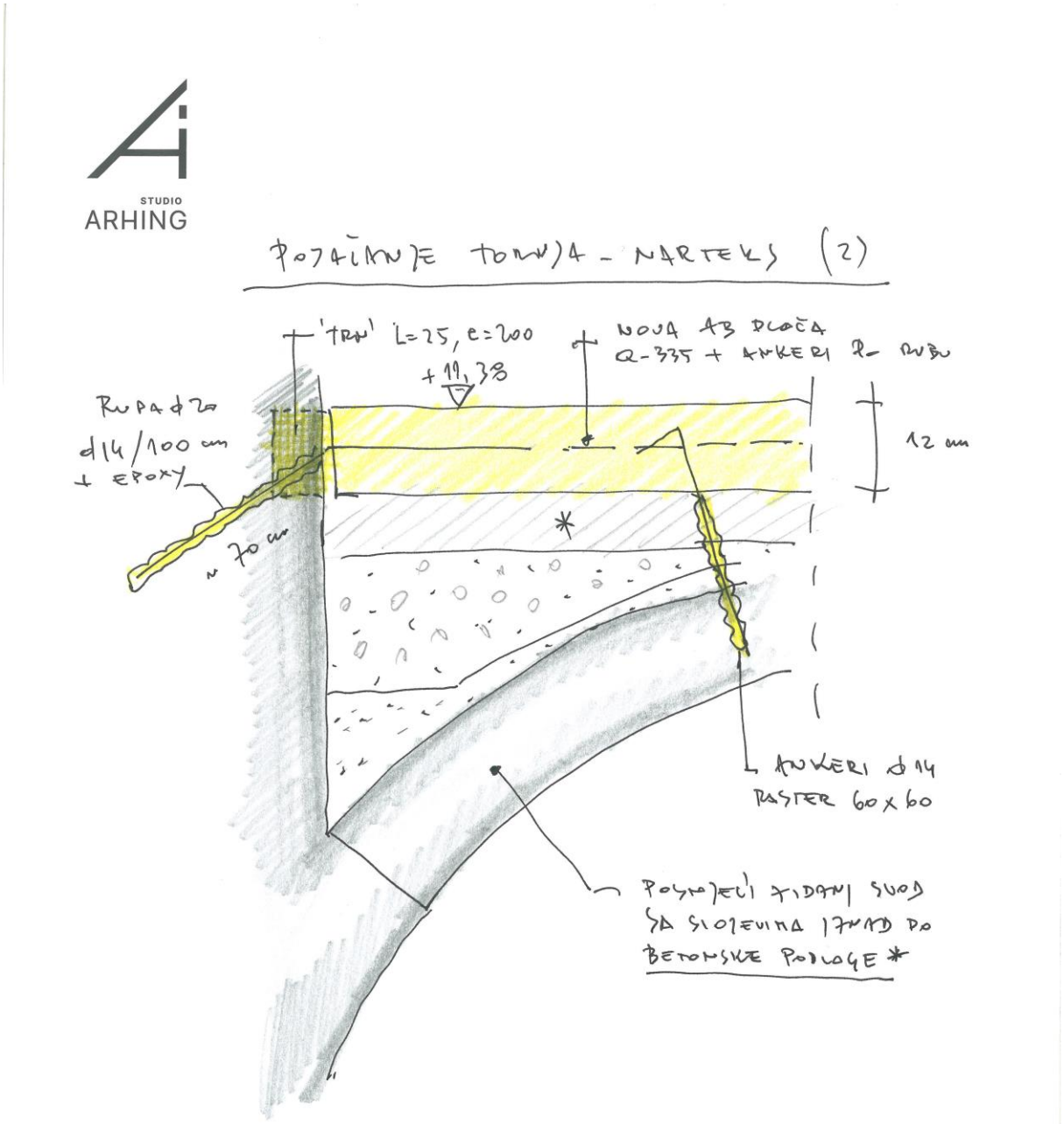
VIDI TK SPAJANJE DNO BETON: 2 kom / 15 cm / 30 cm
(0 - 1/4 - 1/2)

DETALJ U2 TK



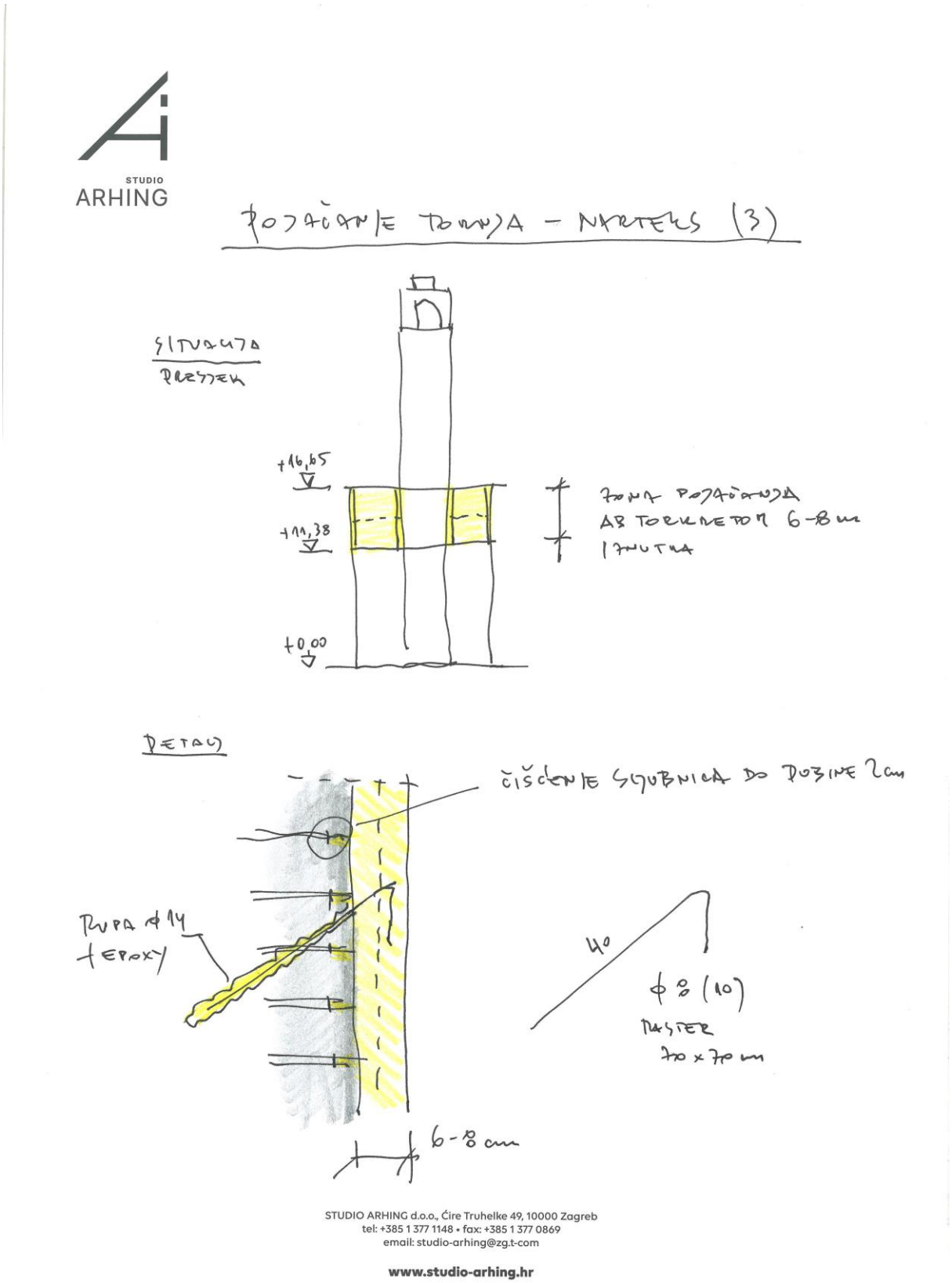
STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr



STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

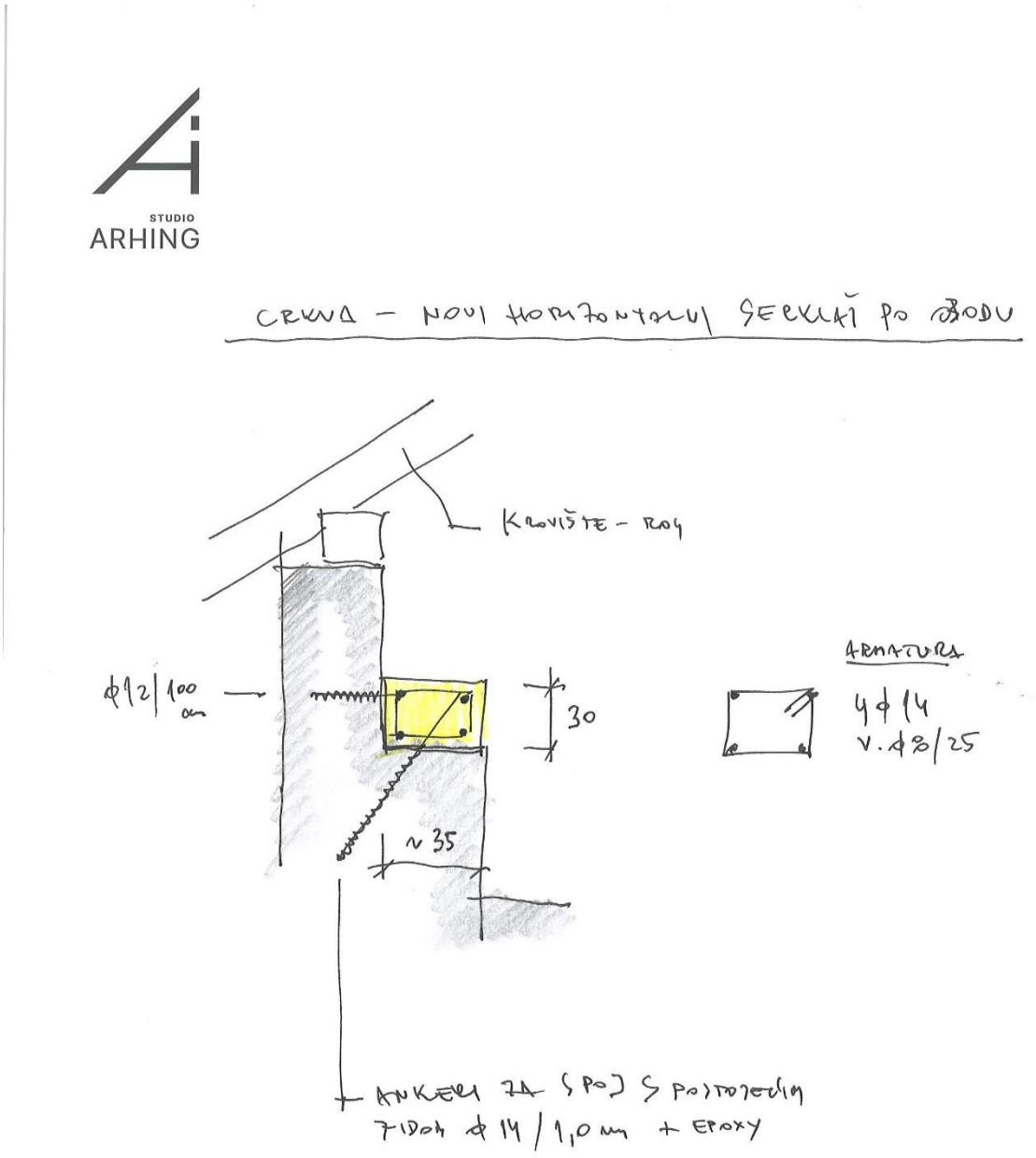
www.studio-arhing.hr



STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

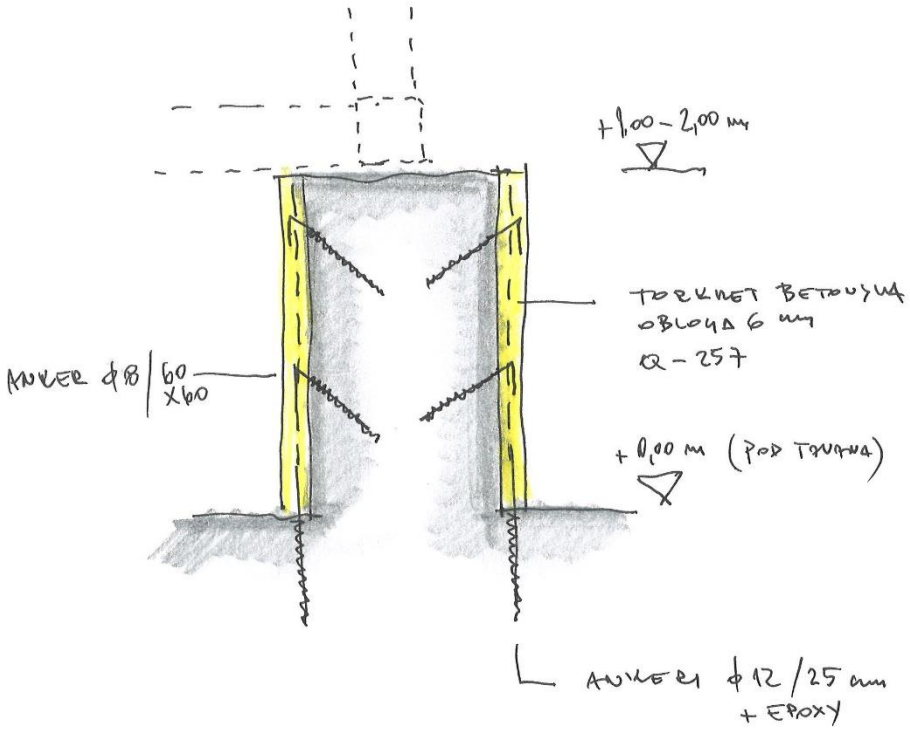
6.2 Crkva



STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com
www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

CRKVA – POJAČANJE TIJANIH STUPOVA TAVANA

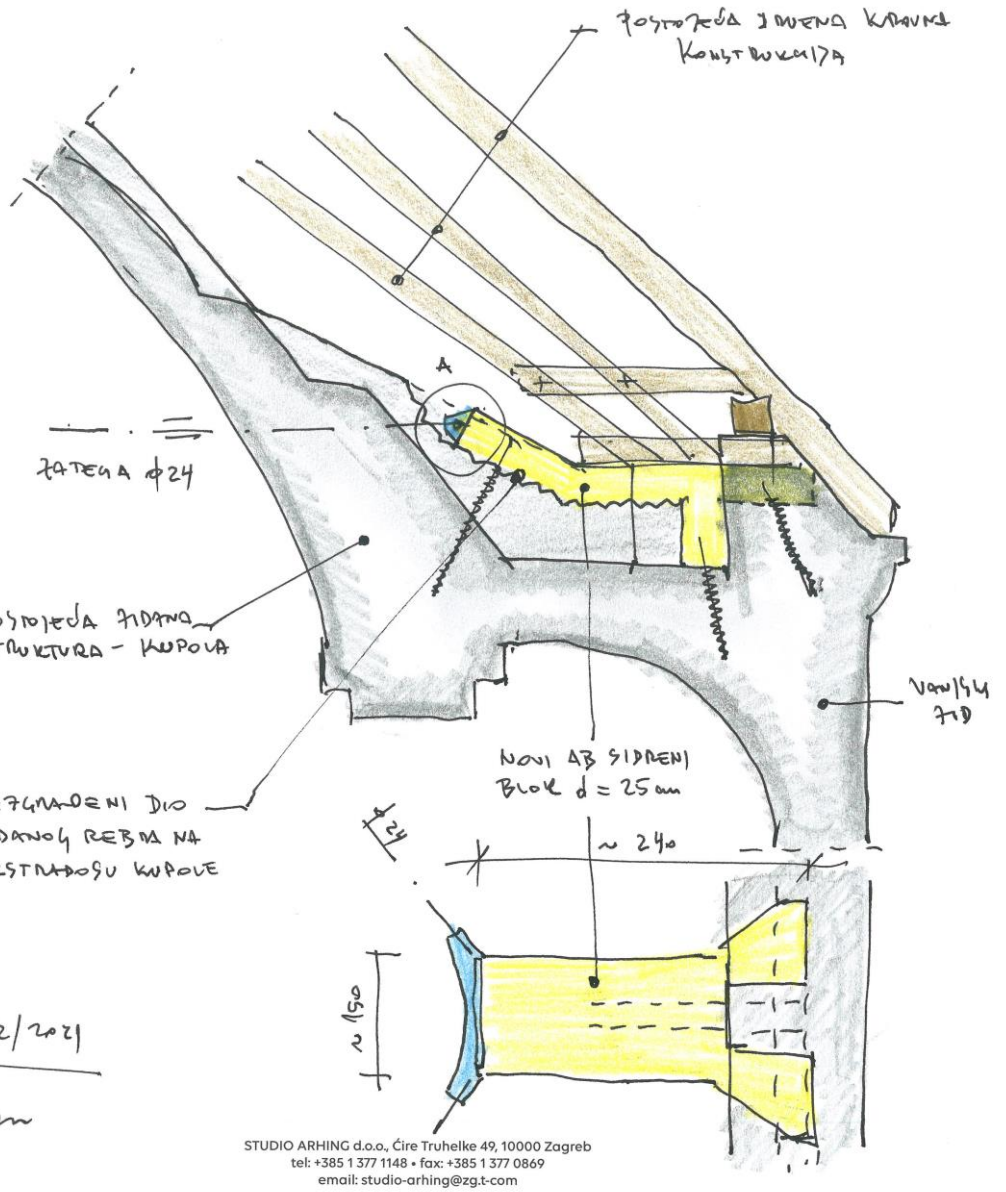


STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

CRKVA – SIDRENI BLOKOVI V. KUPOLE (1)



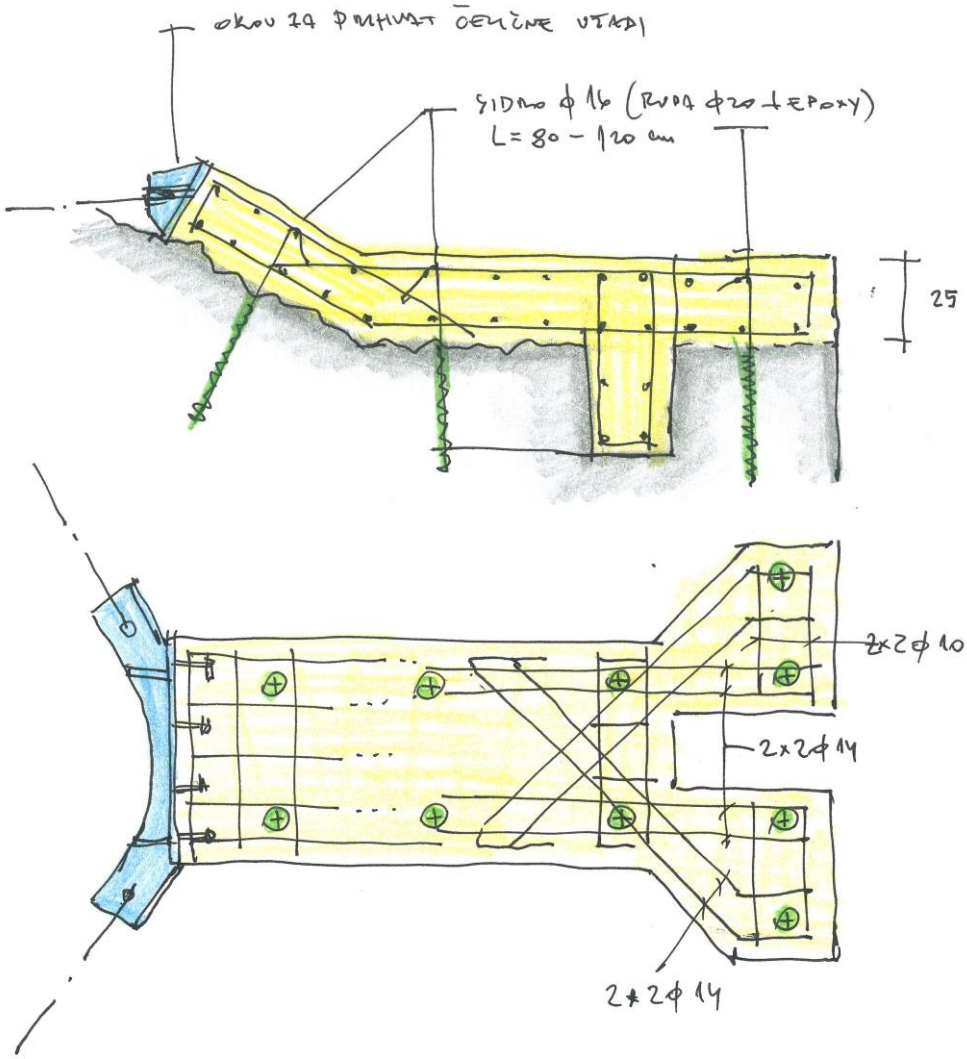
09/12/2021

STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

CRKVA - SIDRENI BLOKOVI V. KUPOLE (2)

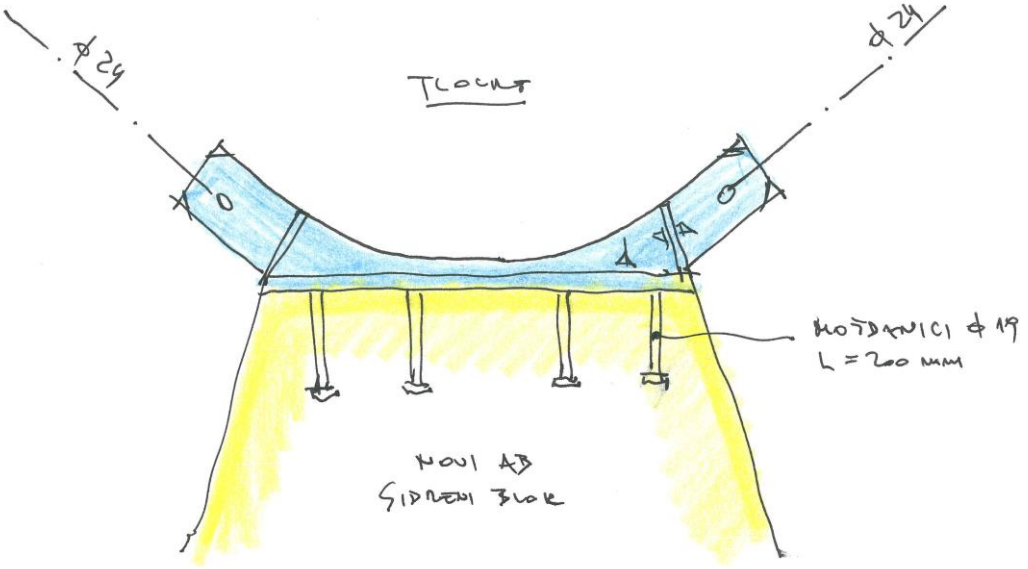


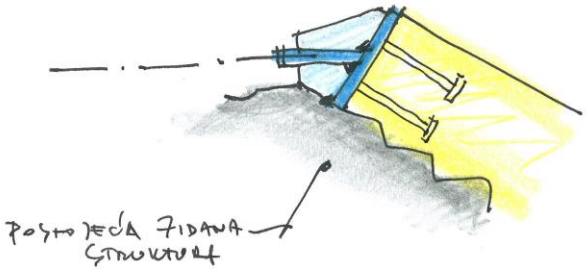
STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

CRKVA – SIDRENI BLOKOVI U. KUPOLE (3)



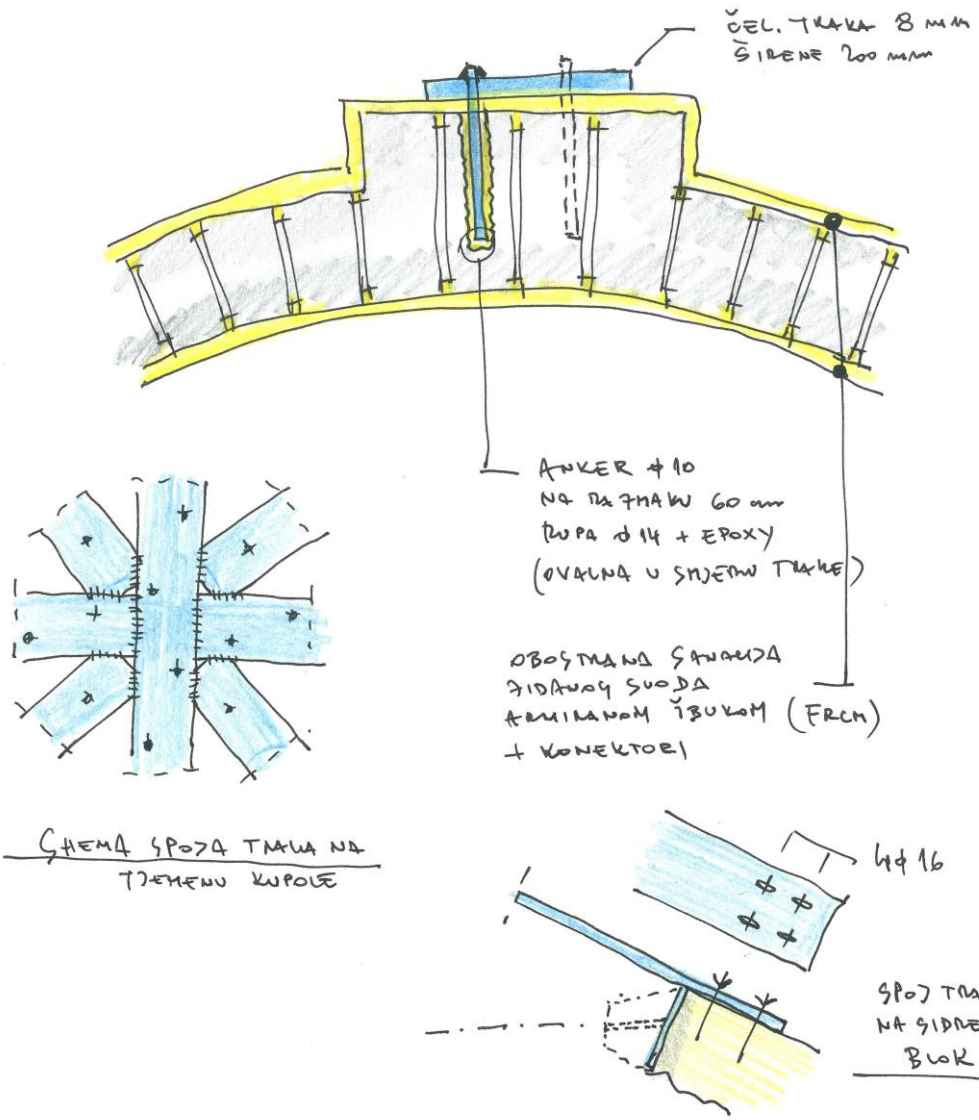


STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

CRKVA – POJAČANJE KUPOLA – REBRA



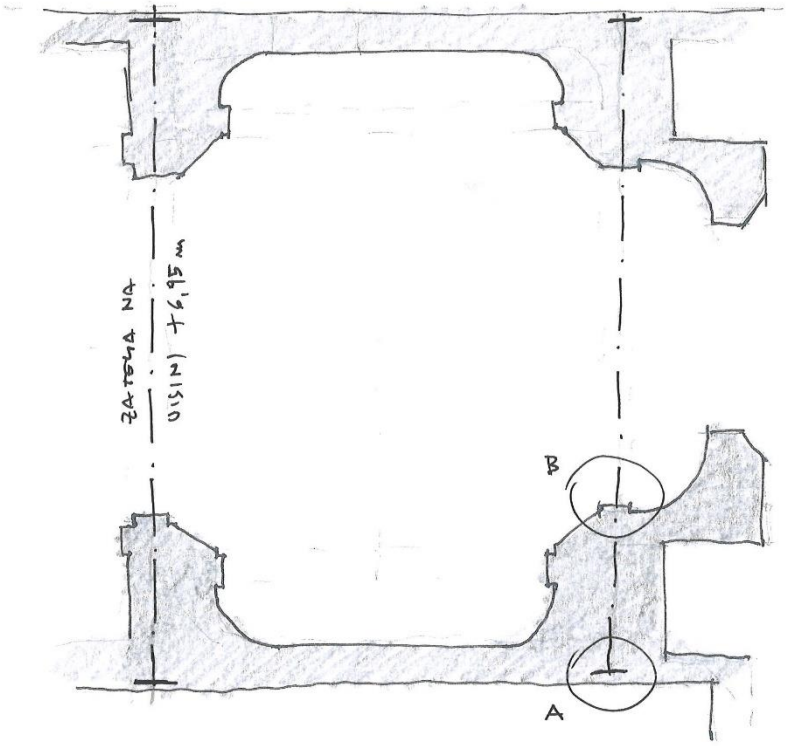
SHEMA SPOJA TRAKA NA TJEMENU KUPOLE

STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

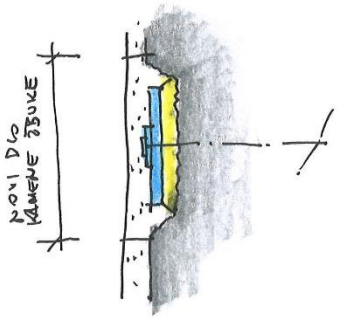
www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

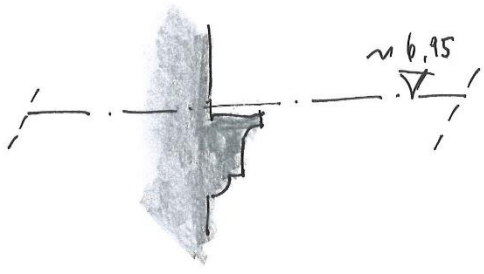
CRKVA - ZATEČENO U UNUTRAŠNJOSTI
(NIVO PETA GLAVNIH LUKOVA)



DETALJ A



DETALJ B

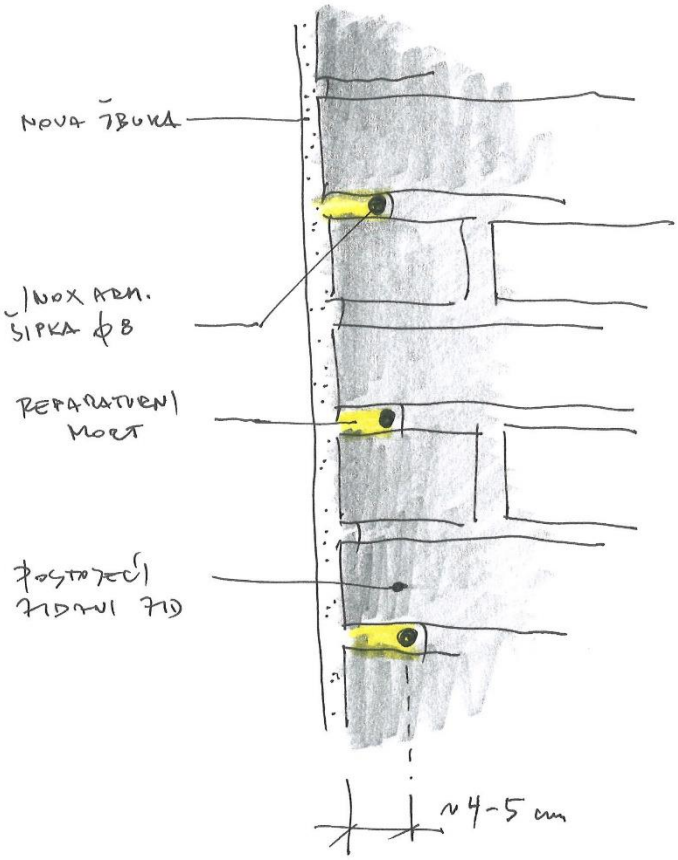


STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

CRKVA - OJAČANJE MEĐUPROSTORSKOG STUPCA

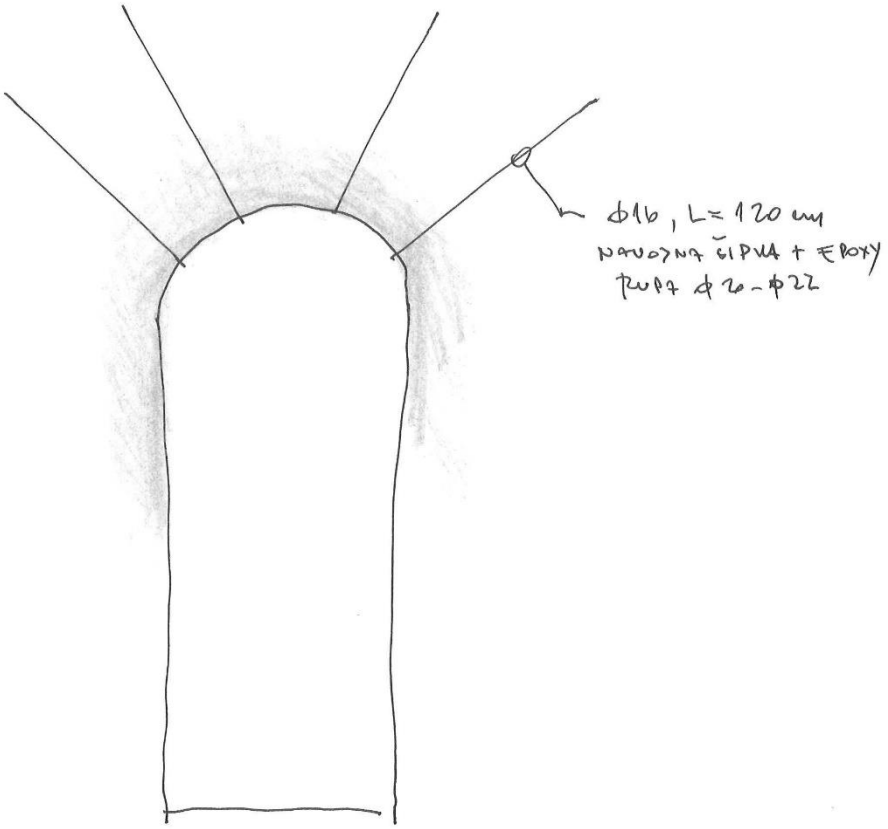


STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

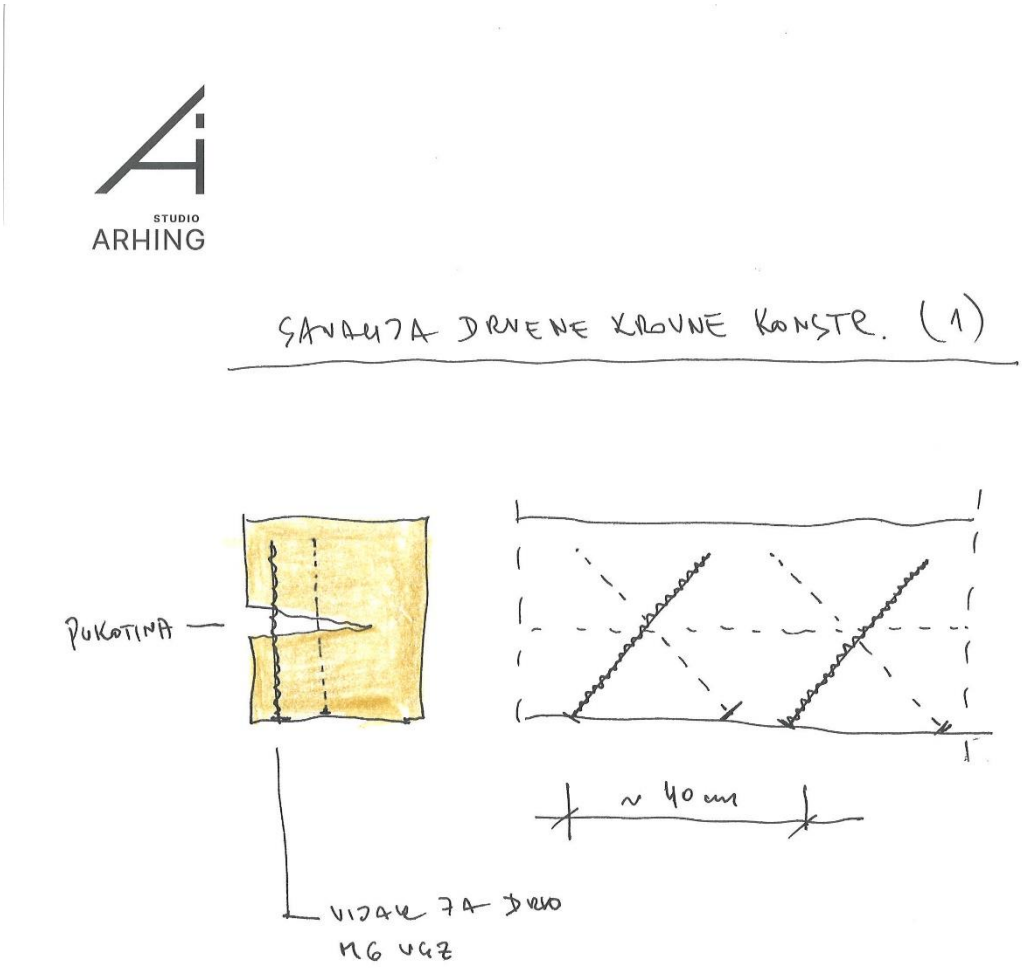
CRKVA - POJAČANJE LUKA IZNAD OTVORA



STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

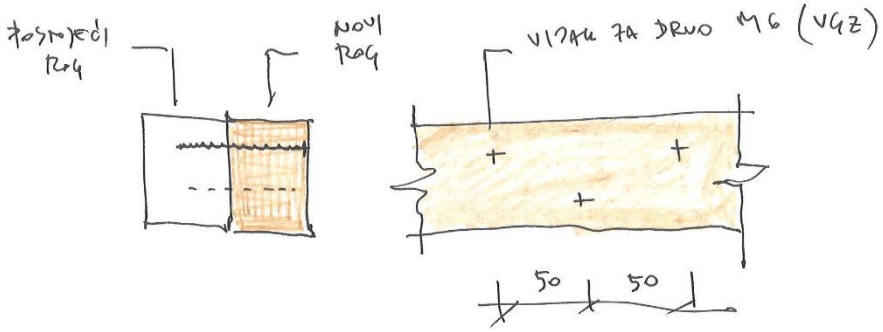
6.4 Krovište



STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com
www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

CRKVA – ZAMJENA ROGOVA

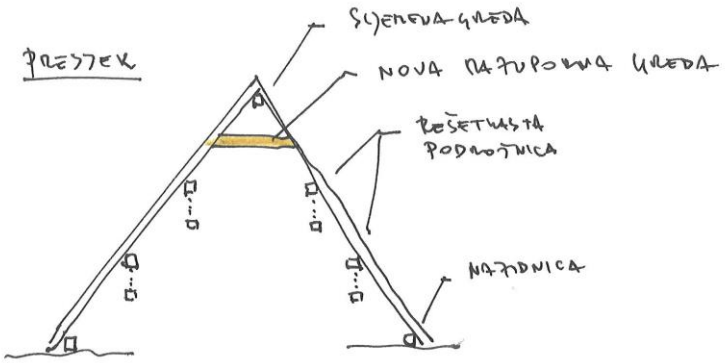


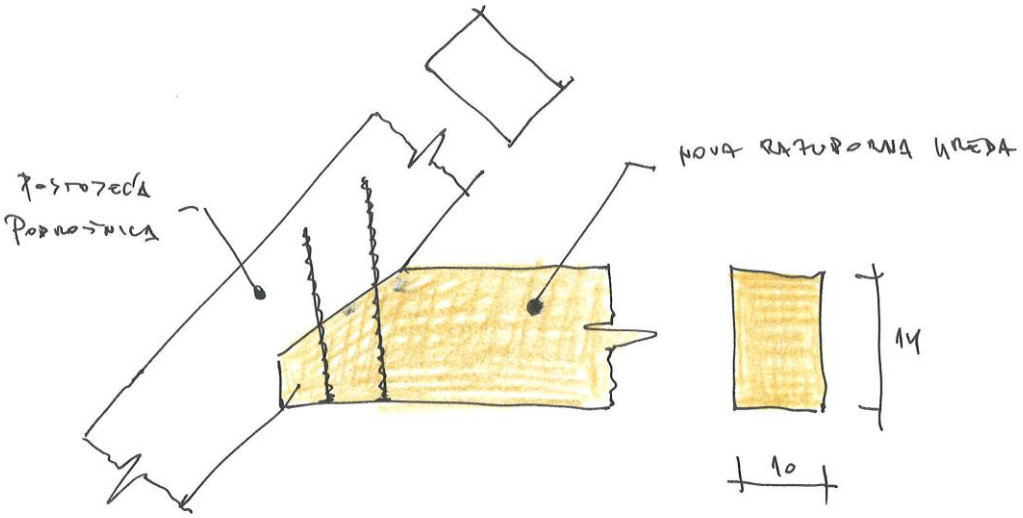
STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

SANACIJA DRVENE KROVNE KONSTRUKCIJE (?)

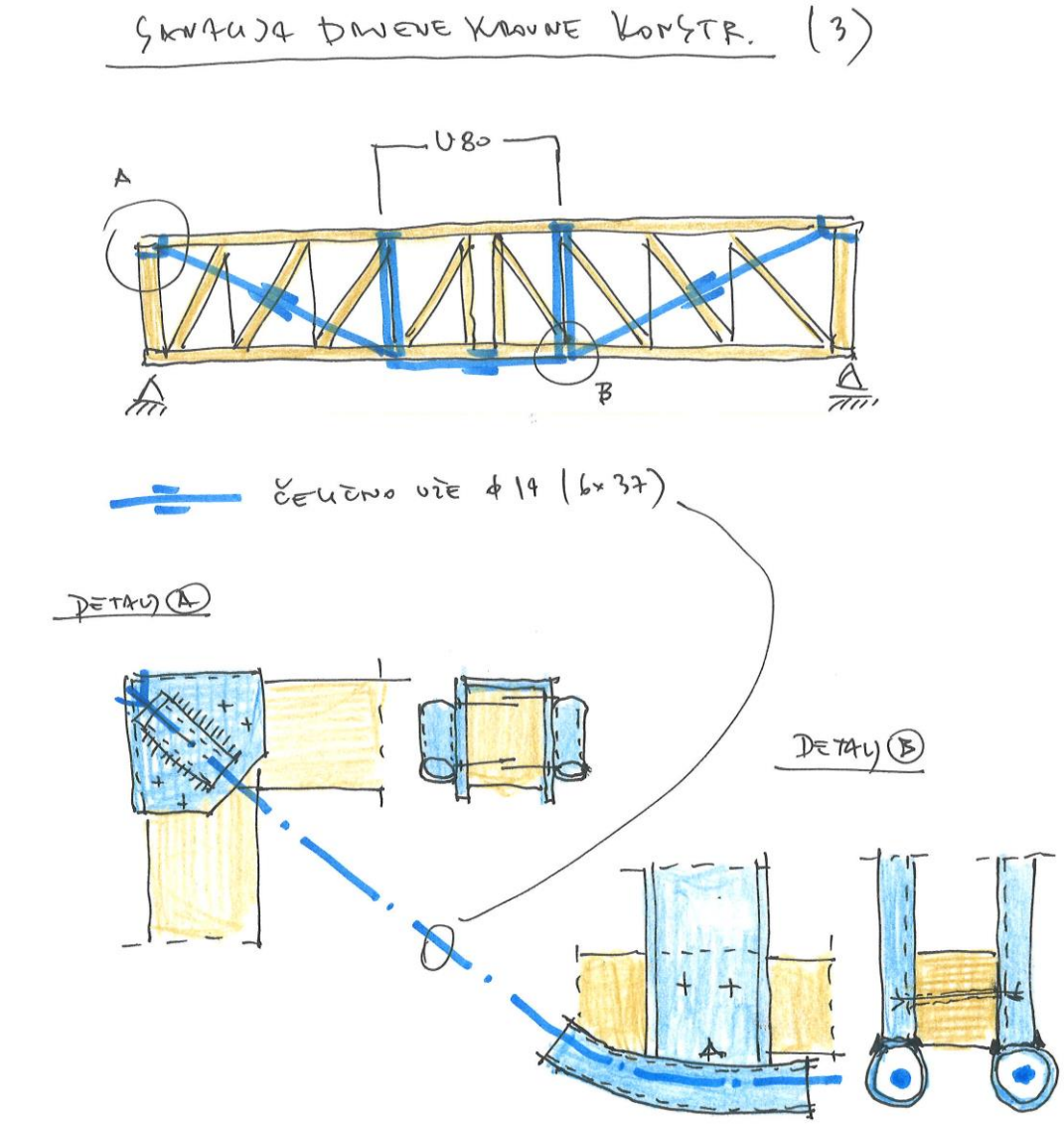




STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

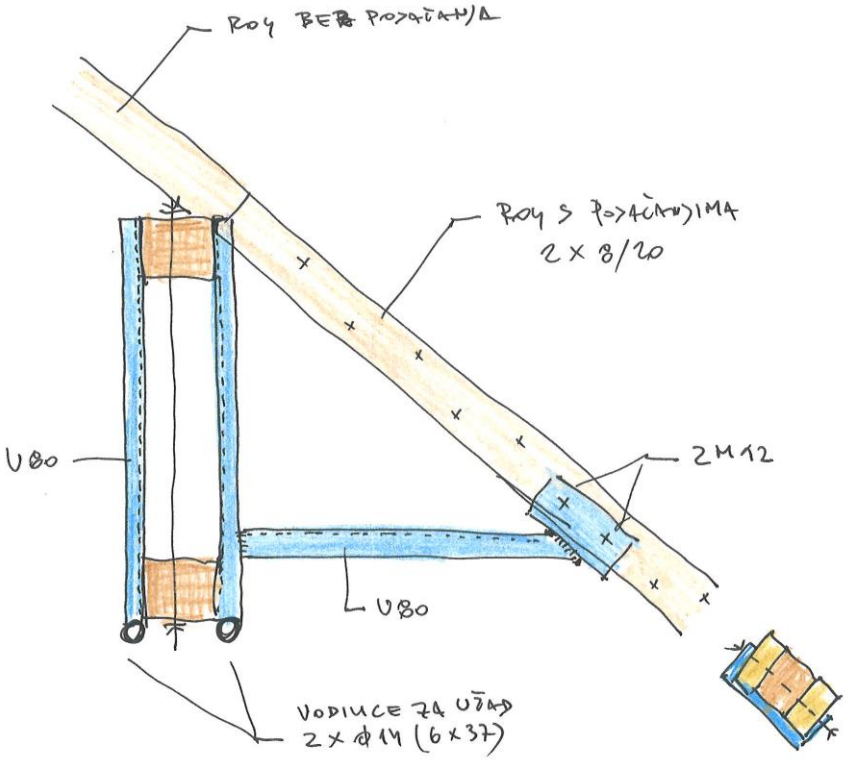


STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

CRKVA – BOČNI PRIHVAT POJAČANE REŠETK. RODE.

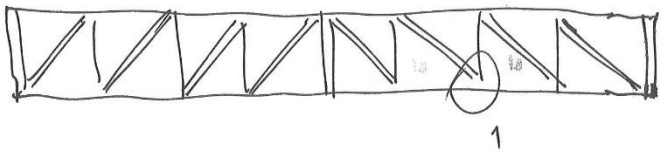


STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

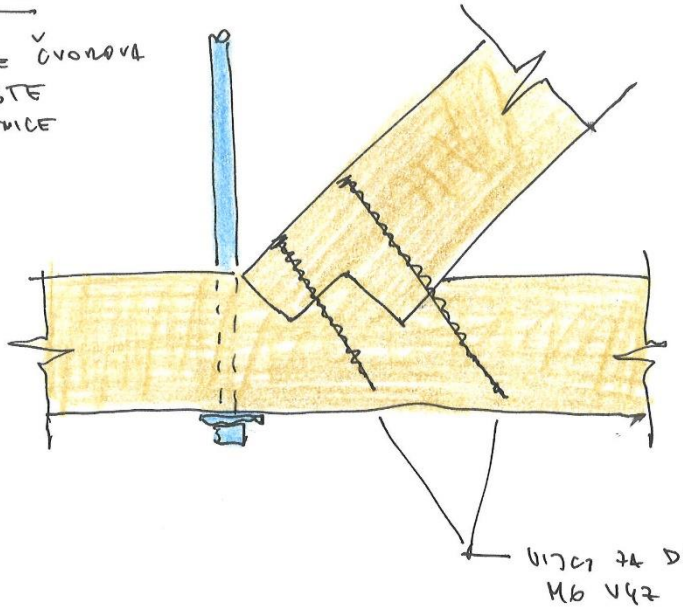
SANACIJA DRVENE KROVNE KONSTRUKCIJE (4)



1

DETALJ ①

POJAČANJE ČVOROVA REŠETKASTE DONJE POJASNICE



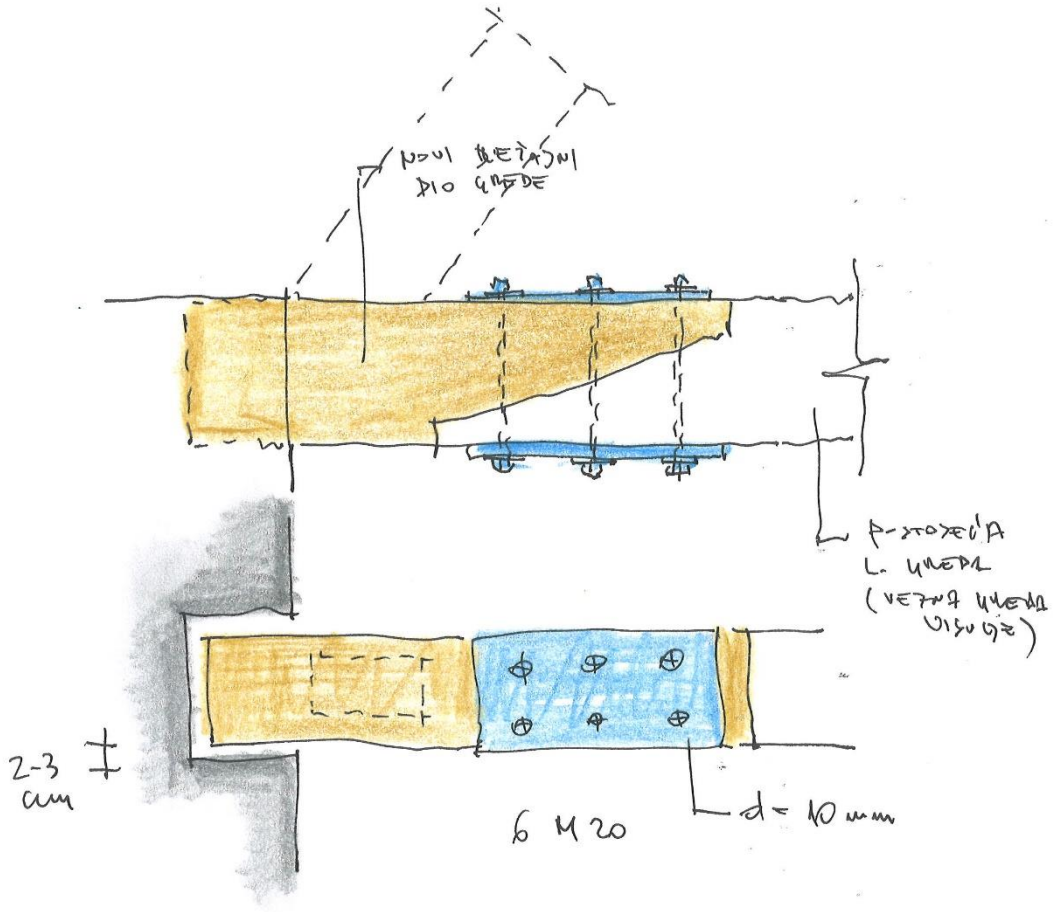
VIJCI ZA DRVO M6 V42

STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

STUDIO ARHING

SANACIJA DONJE RUBNE KONSTRUKCIJE (5)



STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb
tel: +385 1 377 1148 • fax: +385 1 377 0869
email: studio-arhing@zg.t-com

www.studio-arhing.hr

7. Ocjena potresne otpornosti građevina nakon pojačanja

S obzirom na status građevine kao pojedinačno štićenog kulturnog dobra, primaran cilj Projekta obnove je uklanjanje glavnih konceptualnih nedostataka građevina interdisciplinarnim pristupom kojim se čuva kulturna baština, a ujedno i pojačava građevina
Proračun građevine proveden je različitim metodama (ručni proračuni, metoda konačnih elemenata).

Nakon pojačanja građevine otpornost građevine iznosi 104,6% za potresno opterećenje propisano za 225-godišnji povratni period koji je propisan za Razinu 3 obnove konstrukcije.

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

8. Mogućnosti i uvjeti uporabe dijelova zgrade prije dovršetka obnove

Ovisno o organizaciji radova i gradilišta, moguća je uporaba dijelova građevine, ali preporuka je privremeno iseljavanje korisnika građevine.

9. Posebni tehnički uvjeti obnove

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

KLASA: 612-08/21-028/48
URBROJ: 251-18-01/005-21-04
Zagreb, 6.12.2021.

ŽUPA SV. PETRA APOSTOLA
Vlaška ulica 93
Zagreb

Predmet: ŽC. SV. PETRA APOSTOLA
Vlaška 93, Zagreb
k.č.br. 5617 k.o. Centar
- 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 117/21) i članka 19. Zakona o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (Narodne novine 102/20, 10/21 i 117/21) povodom zahtjeva župe sv. Petra Apostola, Vlaška 93, Zagreb, utvrđuje

posebne uvjete zaštite kulturnog dobra

Za crkvu sv. Petra i župni dvor u Vlaškoj 93 u Zagrebu, rješenjem Ministarstva kulture, Klasa: UP-I-612-08/01-01/0963 od 31.1.2003. godine, utvrđeno je svojstvo kulturnog dobra, upisano u Registar nepokretnih kulturnih dobara RH, Listu zaštićenih kulturnih dobara pod reg. br. Z-0673 (Narodne novine 63/03), a ujedno se nalazi unutar prostornih međa kulturnog dobra Povijesna urbana cjelina Grad Zagreb, broj Registra: Z-1525 (Narodne novine 92/11), 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 i 117/21).

Župna crkva sv.Petra sagrađena je oko 1770. zaslugom biskupa Franje Thauzija na mjestu stare župne crkve. Novi crkveni toranj sagrađen je 1856.-57. prema projektu Mihaela Strohmayera. Pregradnjom 1930. prema projektu Aloisa Bastla sagrađeno je novo svetište i prigrađene dvije bočne kapele s polukružnim apsidama i novi župni dvor. Ovaj kompleks odlikuje se kulturno-povijesnom, graditeljsko-tipološkom, arhitektonskom i urbanističkom kvalitetom.Mjerama zaštite za pojedinačno zaštićena kulturna dobra određena je obveza očuvanja izvornih obilježja u vanjštini i unutrašnjosti građevine, mjerila, oblikovanja, graditeljskih i konstruktivnih elemenata, posebno pročelja, krovišta, stubišta te osnovnog konstruktivnog sustava. Svi zahvati trebaju omogućiti očuvanje, sanaciju i obnovu svih izvornih arhitektonskih, tipoloških i oblikovnih karakteristika građevine te pripadajuće parcele. Nisu dopuštene intervencije koje mogu ugroziti spomenički karakter, bilo da se radi o rekonstrukciji, preoblikovanju ili prenamjeni. Eventualna preinaka za suvremene potrebe, treba se prilagoditi

očuvanoj građevnoj strukturi. Nije dopuštena ugradnja i zamjena građevnih elemenata, materijala i opreme koji nisu primjereni povijesnom i spomeničkom karakteru građevine. Za rekonstrukcijske i sanacijske zahvate te adaptacije koje zadiru u konstruktivni sustav povijesnih građevina, posebno onih spomeničke vrijednosti, obvezna je provedba detaljnijih istražnih radova (konzervatorskih, restauratorskih, arheoloških) i statička ekspertiza građevinsko-konstruktivnog stanja i ugroženosti od vlage.

S obzirom na oštećenja kulturnog dobra u potresu od 22. ožujka 2020. ovo je tijelo utvrdilo mjere zaštite kulturnog dobra rješenjem KLASA: UP/I-612-08/21-014/18, od 9. ožujka 2021.

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

- Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije br. 97/21 od listopada 2021. izrađen po STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhele49, Zagreb
- Izvješće o konzervatorsko restauratorskim istraživačkim radovima u interijeru crkve TD 15/2021 od srpnja 2021. izrađeno po ARBI d.o.o., Kaptol 20, Zagreb (viši resturator Vjekoslav Varšić)
- Idejno rješenje operacija – konstruktivna sanacija crkve sv. Petra u Zagrebu, TD 15/2021 od srpnja 2021. izrađeno po ARBI d.o.o., Kaptol 20, Zagreb ARBI d.o.o., Kaptol 20, Zagreb
- Elaborat obnove pokretnog inventara crkve – I faza, TD 15/2021 od srpnja 2021. izrađen po ARBI d.o.o., Kaptol 20, Zagreb

Župa sv. Petra Apostola, Vlaška 93, Zagreb, korisnik je sredstava za operacije koje se financiraju iz Fonda solidarnosti Europske unije za izradu projektne dokumentacije i provedbu mjera zaštite župne crkve sv. Petra Apostola u Zagrebu sukladno Ugovoru o dodjeli bespovratnih financijskih sredstava Ministarstva kulture i medija, broj: 74-0037-21.

Za planiranu cjelovitu obnovu crkve sv. Petra Apostola u Zagrebu na temelju dostavljenog Idejnog rješenja operacija – konstruktivna sanacija crkve sv. Petra u Zagrebu, TD 15/2021 od srpnja 2021. izrađeno po ARBI d.o.o., Kaptol 20, Zagreb, 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 crkve, potrebno je max. očuvanje, obnova i prezentacija izvornih graditeljskih i oblikovnih karakteristika građevine, te je potrebno predvidjeti metode protupotresnog ojačanja građevine koje sů minimalno invazivne za povijesne konstrukcije i korisnički prostor zgrade, korištenjem primjerenih materijala za statička ojačanja povijesnih zgrada,
- seizmičko ojačanje objekta na razinu 3 prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije na način predložen dostavljenim Idejnim rješenjem, prihvatljivo je sa stajališta zaštite kulturnih dobara. Projektom se predviđa trajna stabilizacija tornja, stabilizacija i povezivanje glavnih uzdužnih zidova crkve, lokalni popravak i pojačanje zidanih kupola te popravak i pojačanje krovišta, Navedeni zahvati provest će se ugradnjom unutarnjeg plašta zvonika (AB zida debljine do 16-20 cm), izvedbom AB dijafragme na mjestu podesta zvoninka, rekonstrukcijom podvlaka zvona, izvedbom AB ploča i zidova u prostorijama bočno od zvonika u nivou gornje etaže, zatim ugradnjom čeličnog prstena zatega oko kupola crkve s gornje strane, postavljanjem čeličnih traka

na svim rebrima kupola, postavljanjem čeličnih zatega iznad lukova u uzdužnom smjeru, te njihovim povezivanjem s uzdužnim zidovima, ugradnjom armirane FRCM žbuke na obje plohe kupola, svoda iznad kora i lukova, injektiranjem svih pukotna, ugradnjom sidrenih šipki na potrebnim pozicijama.

Pri razradi predloženih zahvata potrebno je predvidjeti sljedeće:

- projektom obnove zgrade za cjelovitu obnovu potrebno je predvidjeti provedbu restauratorskih i obrtničkih radova kojima će kulturno dobro biti vraćeno u stanje prije potresa. Potrebno je dokumentiranje (veće i dodatne sonde) i restauriranje otkrivenog polikromnog sloja oslika radi njegove prezentacije te eventualnog vraćanja i naone pozicije gdje će biti nužno postavljanja FRCM žbuke, sve sukladno uputama službe zaštite.
- zahvati ojačanja na vanjskim zidovima koji se mogu reflektirati na izgled pročelja, moraju biti izvedeni tako da oplošje ostane istovjetno originalu (opeka, žbuka, kamena žbuka, svi detalji)
- postupanje s pokretnim sakralnim inventarom potrebno je provesti na način kako je opisano u dokumentaciji *Elaborat obnove pokretnog inventara crkve-I.faza, Zagreb, srpanj 2021.*, koju je izradila tvrtka ARBI d.o.o. iz Zagreba, Kaptol 20, a sukladno mjerama zaštite ovog Zavoda, Klasa: UP/I-612-08/21-014/18, Ur. broj: 251-18-01/002-21-01 od 9. ožujka 2021. Aktivnosti vezane uz provedbu mjera zaštite potrebno je provesti u suradnji restauratora, izvođača radova i ovog Zavoda
- za cjelovite konzervatorsko-restauratorske radove koji će se izvoditi na potresom oštećenim dijelovima inventara (oltar sv. Križa, kip sv. Petra) potrebno je izraditi posebnu i detaljniju dokumentaciju koja će, uz opis stanja, obuhvatiti prijedlog radova s troškovnikom.
- postupanje s orguljama u crkvi (op. M.Heferer, op. 254 iz 1924.) potrebno je provesti sukladno *Ponudi* tvrtke Heferer iz svibnja 2021., koja je sastavni dio Elaborata, u suradnji između izvođača radova, majstora orguljara i ovog Zavoda.

U procesu cjelovite obnove crkve sv. Petra Apostola u Zagrebu, 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 za cjelovitu obnovu zgrade potrebno je dostaviti ovom Zavodu na suglasnost kako bi se mogla utvrditi usklađenost projektne dokumentacije s izdanim posebnim uvjetima, te provoditi konzervatorski nadzor pri izvođenju radova.

Projekt obnove za cjelovitu obnovu 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
- građevinski projekt s pripadajućom arhitektonskom mapom i detaljnim obrazloženjem projektiranog načina konstruktivne sanacije i utjecaja istog na cjelovitu strukturu zgrade, s grafičkim prikazom karakterističnih detalja konstrukcije.

Za zahvate za koje je u sklopu cjelovite obnove zaključen Ugovor o dodjeli bespovratnih financijskih sredstava Ministarstva kulture i medija, broj: 74-0037-21, omogućuje se fazna

izrada projektne dokumentacije i izvedba radova, na način da su u konačnici zadovoljeni svi uvjeti cjelovite obnove zgrade u skladu s ovim uvjetima.

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

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

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

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

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

PROČELNICA

Marijana Sironić, dipl.ing.arh.

Dostaviti:
1. Naslovu
2. ARBI d.o.o., Kaptol 20, Zagreb
3. Ministarstvo kulture i medija
   Uprava za zaštitu kulturne baštine
   10000 Zagreb, Runjaninova 2
4. Evidencija, ovdje
5. Pismohrana, ovdje

10. Posebni tehnički uvjeti za gospodarenje građevnim otpadom

Tijekom obnove konstrukcije zgrade, ne predviđa se pojavljivanje opasnog otpada.
Tijekom obnove konstrukcije zgrade potrebno je sukcesivno odvoziti otpad na za to predviđene deponije ili reciklažna dvorišta. Za potrebe izvođenja radova i skladištenja materijala i opreme, postoji mogućnost formiranja odgovarajuće deponije u dvorištu građevine. Nakon izvođenja radova treba izvršiti radove čišćenja gradilišta, odnosno dovođenja gradilišta u stanje uporabivosti. Potrebno je odvesti višak građevinskog otpada sa skladišnog prostora, očisiti cijelo gradilište od smeća i otpadnog materijala, sve ograde, stepenice i sl. oštećene tijekom gradnje popraviti. Prilikom gospodarenja građevinskim otpadom koristiti Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/2016) te razvrstavati otpad prema Katalogu otpada.

11. Iskaz procijenjenih troškova obnove

S obzirom na predložene zahvate, troškovi radovi procjenjuju se na

Toranj

5.700.000,00 kn + PDV

Crkva

8.500.000,00 kn + PDV

P r o j e k t a n t :

David Anđić, mag.ing.aedif.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
David Anđić
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5398

Zagreb, studeni 2021.

III. TROŠKOVNIČKA SPECIFIKACIJA

Mapa broj III

IV. GRAFIČKI PRIKAZ

- Katastarski plan
- Zatečeno stanje
- Zahvati sanacije i pojačanja konstrukcije

REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA

NESLUŽBENA VERZIJA

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1: 1000

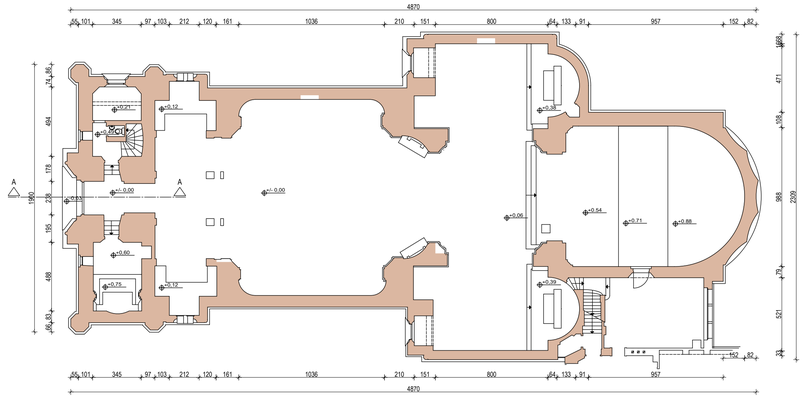


Datum ispisa: 29.11.2021

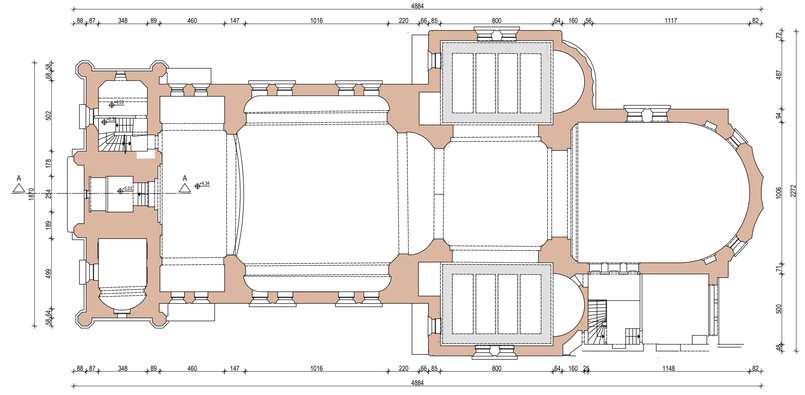
HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
David Anđić
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5398

broj revizije: 0	opis:		datum:
STUDIO ARHING D.O.O. ZA PROJEKTIRANJE I INŽENJERING POSLOVE U GRADITELJSTVU ĆIRE TUHELKE 49, 10000 ZAGREB	građevina: Župna crkva sv. Pavla Apostola Vlaška ulica 93, 10 000 Zagreb k.č. 5617, k.o. Centar	sadržaj: KATASTARSKI PLAN	
	investitor: Župa sv. Pavla Apostola Vlaška ulica 93, 10 000 Zagreb OIB: 05995956317	suradnici: Anton Biba, dipl.ing.arh. Anđelina Novosel, ing.građ. Tamara Horvat, mag.ing.aedif. Petar Vrdoljak, mag.ing.aedif. Juro Adžaga, mag.ing.aedif.	mjerilo: 1:1000 ± 0,00 = 117,0 mnv
	projektant: David Anđić, mag.ing.aedif., G5398	direktor: Juraj Pojatina dipl.ing.građ.	list br: 01
	projekt: PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE	TD: 102/21	datum: studeni, 2021.

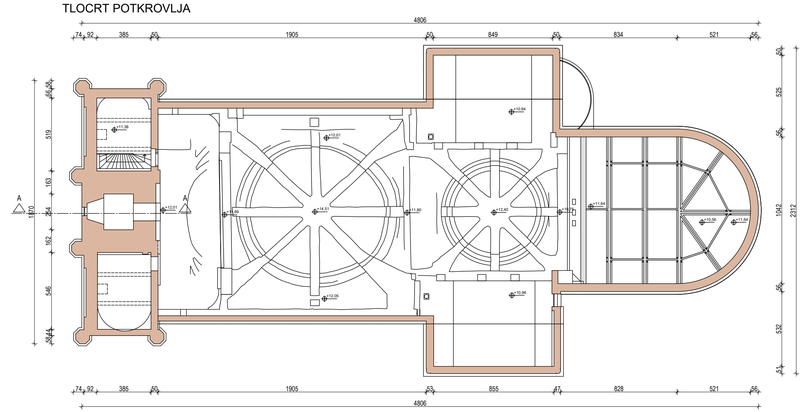
TLOCRT PRIZEMLJA



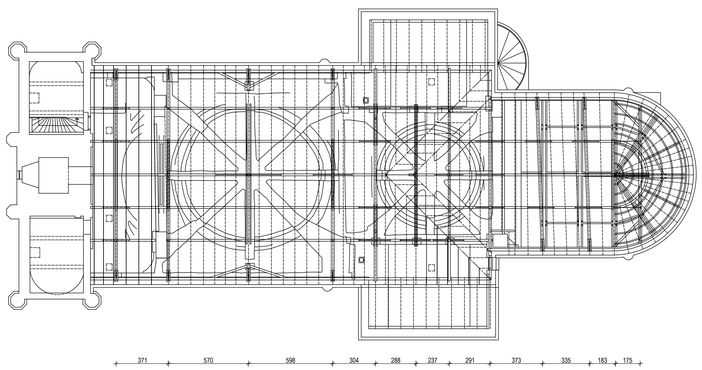
TLOCRT KORA



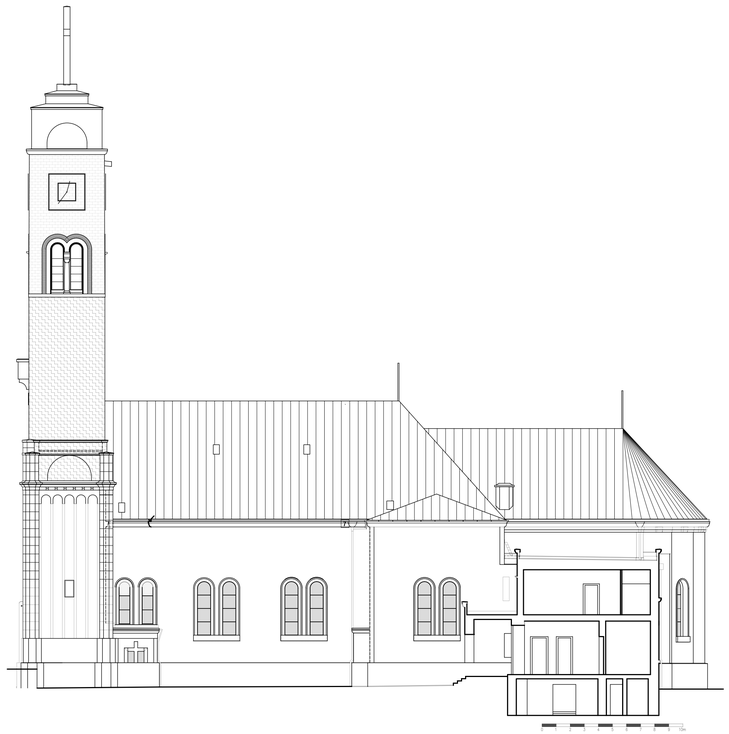
TLOCRT POTKROVLJA



TLOCRT KROVIŠTA



ISTOČNO PROČELJE



ZAPADNO PROČELJE

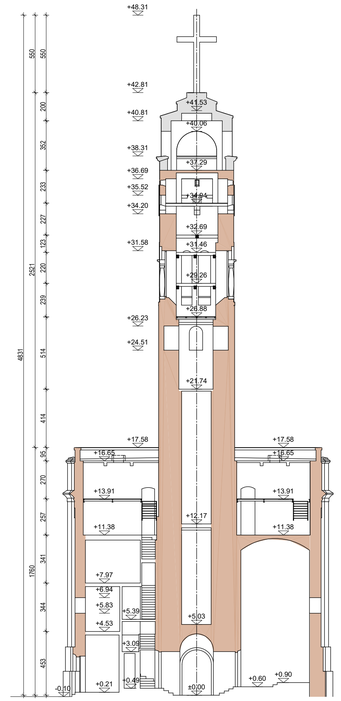


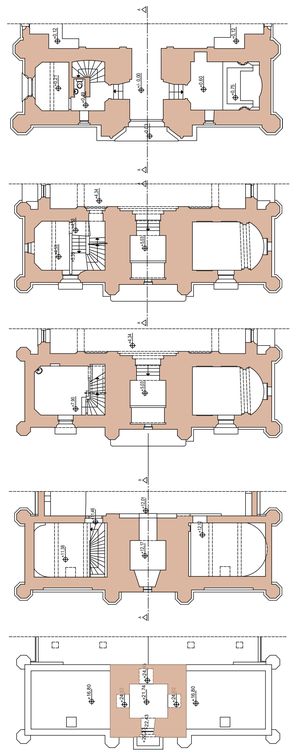
LEGENDA:

BETON

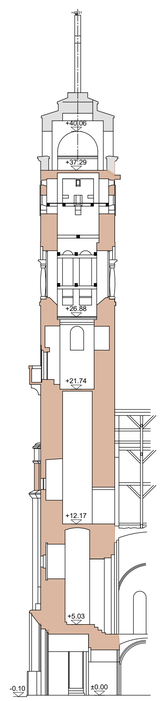
OPEČNI ZID

PRESJEK B

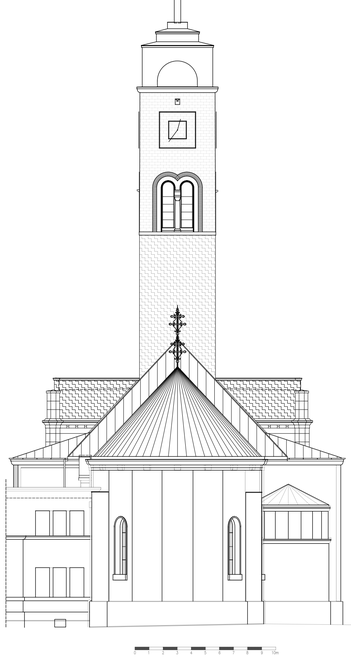




PRESJEK A



SJEVERNO PROČELJE



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
David Andić
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5398

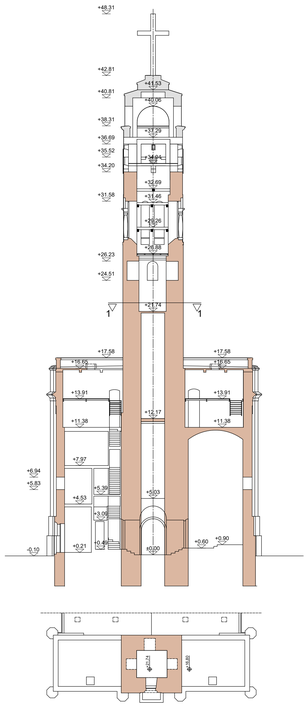
broj revizije: 0	opis:		datum:
građevina:	Župna crkva sv. Pavla Apostola Vladka ulica 93, 10 000 Zagreb k.č. 5617, k.o. Centar	sadržaj:	PRIKAZ ZATEČENOG IZVEDENOG STANJA
investitor:	Župa sv. Pavla Apostola Vladka ulica 93, 10 000 Zagreb OIB: 05995095317	suradnici:	Anton Biba, dipl.ing.arh. Monika Pranjić mag.ing.aedif. Anđelina Novoselj, ing.građ. Tamara Horvat, mag.ing.aedif. Petar Vrbošjak, mag.ing.aedif. Juro Ašćaga, mag.ing.aedif.
projektant:	David Andić, mag.ing.aedif., G5398	direktor:	Juraj Pojatina dipl.ing.građ.
projekt:	PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE	TD: 102/21	datum: studeni, 2021.

STUDIO ARHING
D.O.O. ZA PROJEKTIRANJE I INŽENJERING U GRAĐEVINARSTVU
ČIRE TUHELJAK 49, 10000 ZAGREB

mjerilo: 1:200
± 0.00 = 117,0 mnv
list br: 02

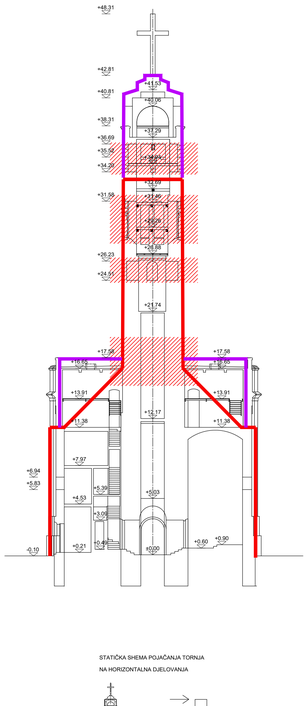
TORANJ

POSTOJEĆE STANJE



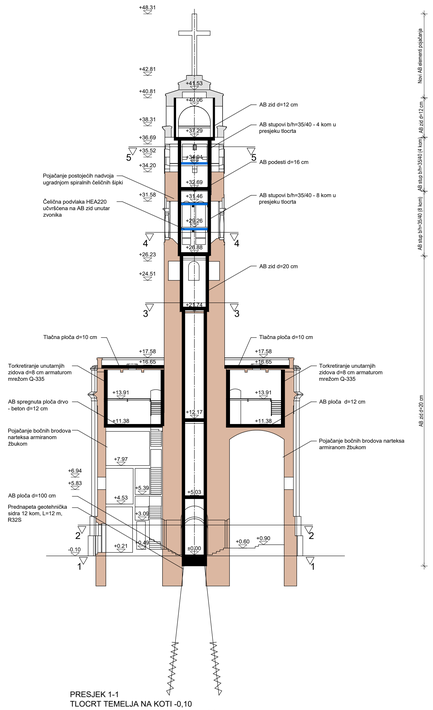
TORANJ

ANALIZA STANJA



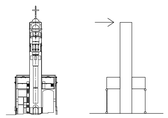
TORANJ

POJAČANO STANJE



STATIČKA SHEMA POJAČANJA TORNJA

NA HORIZONTALNA DJELOVANJA



POSTOJEĆI ZIDANI ZIDOVI I SVODOVI

POSTOJEĆI AB ZIDOVI

KRITIČNE ZONE TORNJA

(OSLABLJENJA, OŠTEĆENJA, PROMJENE KRUTOSTI)

IZVORNI GABARIT CRKVE I TORNJA (1770.)

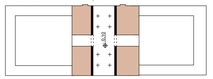
NADOGRADNJA (1933.)

NOVI ARMIRANOBETONSKI ZIDOVI I PLOČE

ČELIČNE PODVLAKE (PLATFORME I ZVONA)

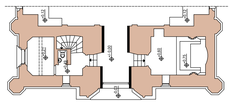
PRESJEK 1-1

TLOCRT TEMELJA NA KOTI -0,10



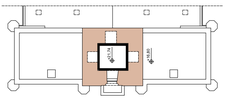
PRESJEK 2-2

TLOCRT PRIZEMLJA NA KOTI +/- 0,00



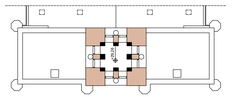
PRESJEK 3-3

TLOCRT KATA NA KOTI +21,74



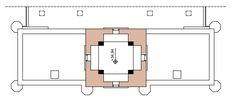
PRESJEK 4-4

TLOCRT KATA NA KOTI +29,26

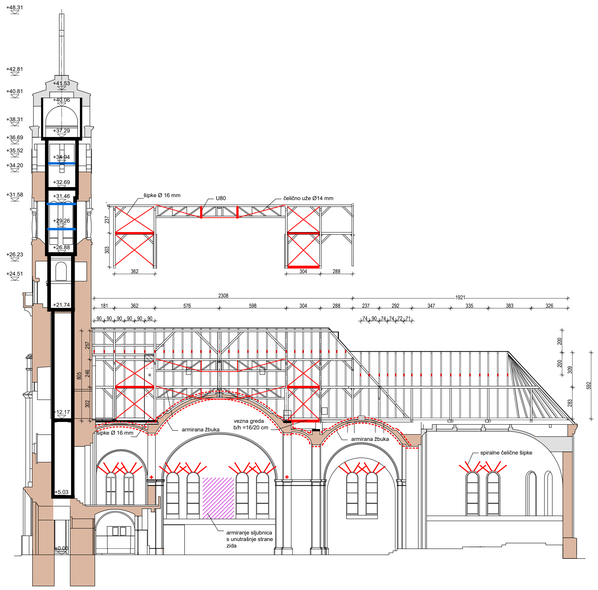


PRESJEK 5-5

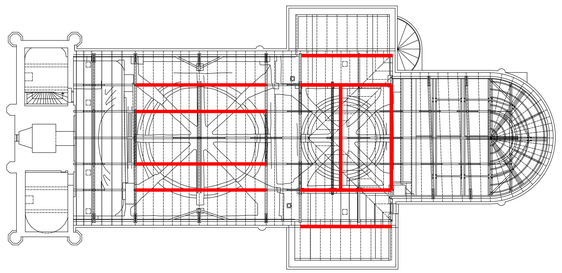
TLOCRT KATA NA KOTI +34,94



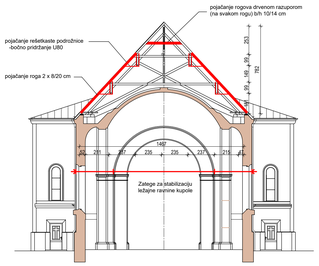
KROVIŠTE - SHEMA STATIČKOG POJAČANJA



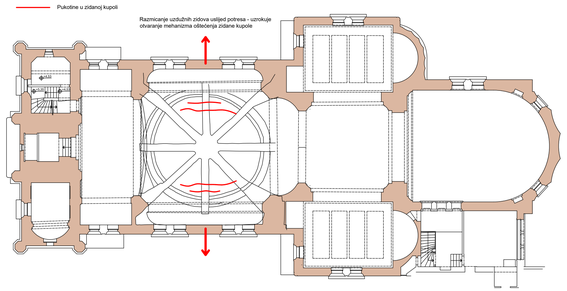
TLOCRT KROVIŠTA

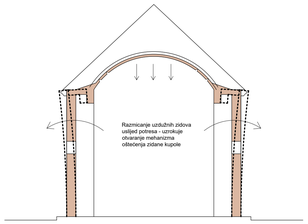


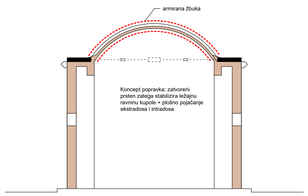
Linije pojačanja rešetkastih podrožnica



OŠTEĆENJA I ANALIZA STANJA

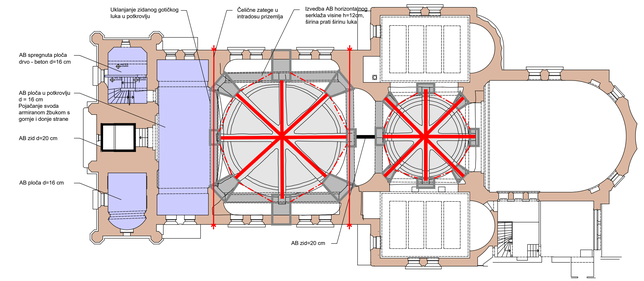






CRKVA - VELIKA KUPOLA

SHEMA STATIČKOG POJAČANJA



Sustav čeličnih zatega sa sidrenim blokovima

Zatege u interijeru na visini 6,95 m

Čelične trake debljine 8 mm na ekstradosu kupole

Pojačanje armiranom Žbukom s gornje i donje strane kupole

AB horizontalni serklaž

Napomena:
-Sve izmjene provjeriti u naravi.
-Izvođač je dužan izraditi radioničku dokumentaciju za drvenu i čeličnu konstrukciju.
-Pregled konstrukcije prije napinjanja zatega od strane projektanta.

Materijali:

-beton:	C25/30, C30/37
-armatura:	B500B, B500A
-čelik:	S235, S355
-drvo:	C18, C22
-užad:	fu=1770 N/mm²
-armirana Žbuka:	160 g/m², 200 g/m²
-torkret:	C25/30

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
David Anđić
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5398

broj revizije: 0	opis:		datum:
ARHING d.o.o. za projektiranje inženjerino poslovne djelatnosti ZUNE TOMELJE 49, 10000 ZAGREB	građevina:	sadržaj:	ZAHVATI SANACIJE I POJAČANJA KONSTRUKCIJE
	investitor: Župa sv. Pavla Apostola Vlaška ulica 93, 10 000 Zagreb OIB: 05969596317	suradnici: Anton Biba, dipl.ing.arh. Andelina Novosel, ing.građ. Tamara Horvat, mag.ing.aedif. Petar Vrdoljak, mag.ing.aedif. Juro Ađaga, mag.ing.aedif. Monika Pranjić, mag.ing.aedif.	mjerilo: 1:200 1:100 1:17,0 mm
	projektant: David Anđić, mag.ing.aedif., G5398	direktor: Juraj Pojatina dipl.ing.građ.	list br: 03
	projekt: PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE	TD: 102/21	datum: studeni, 2021.