Ured: Ulica Andrije Kačića Miošića 22
10 000 Zagreb
Tel: +385 (1) 30 20 444
Fax: +385 (1) 30 20 445
E-mail: radionica@statika.hr
MB: 2274167
OIB: 21520453993
IBAN: HR1523600001101986157

RADIONICA
STATIKE

INVESTITOR:	**SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342**
GRAĐEVINA:	**PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU**
LOKACIJA:	**Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**
RAZINA:	**GLAVNI PROJEKT**
T.D.:	**118/2021**
Z.O.P.:	**85/21**

MAPA	**II/1**

GRAĐEVINSKI PROJEKT
PROJEKT KONSTRUKCIJE

GLAVNI PROJEKTANT: **Zora Salopek Baletić, dipl.ing.arh. (A3532)**

elektronički potpis

Zora Salopek Baletić
Digitally signed by Zora Salopek Baletić
Date: 2021.10.27 08:49:19 +02'00'

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE: **Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065)**

elektronički potpis

BRANKO GALIĆ
Digitalno potpisao: BRANKO GALIĆ
DN: c=HR, o=HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA, 2.5.4.97=VATHR-65080653676, ou=Signature, sn=GALIĆ, givenName=BRANKO, serialNumber=PNOHR-24273726044, cn=BRANKO GALIĆ
Datum: 2021.10.26 17:39:00 +02'00'
Verzija programa Adobe Acrobat Reader: 2021.007.20099

SURADNICI:
Anđela Andrić, mag.ing.aedif.
Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif.
Ivana Jurić, mag.ing.aedif.
Vlaho Miljanović, mag.ing.aedif.
mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.građ.
Filip Cvetko, mag.ing.aedif.
Jan Sviben, mag.ing.aedif.
Toma Ćurković, mag.ing.aedif.
dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

DIREKTOR:
Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif.

elektronički potpis

HRVOJE VUKIĆ
Digitalno potpisao: HRVOJE VUKIĆ
DN: c=HR, o=HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA, 2.5.4.97=VATHR-65080653676, ou=Identification, sn=VUKIĆ, givenName=HRVOJE, serialNumber=PNOHR-01674454499, cn=HRVOJE VUKIĆ
Datum: 2021.10.26 17:37:41 +02'00'
Verzija programa Adobe Acrobat Reader: 2021.007.20099

Zagreb, kolovoz 2021.g.

NARUČITELJ :	SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, **EPARHIJA ZAGREBAČKO**–LJUBLJANSKA, **CRKVENA OPĆINA ZAGREB** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342
GRAĐEVINA :	**PROJEKTNO TEHNIČKA** DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU
LOKACIJA :	Ulica Svetog Preobraženja, **k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**
RAZINA PROJEKTA :	GLAVNI PROJEKT
BROJ PROJEKTA :	118/2021
Z.O.P. :	85/21

OVJERA REVIDENTA :

elektronički potpis

Revident za betonske i zidane konstrukcije

elektronički potpis

Revident za metalne i spregnute konstrukcije

NARUČITELJ :	SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA **ZAGREBAČKO**–LJUBLJANSKA, **CRKVENA OPĆINA ZAGREB** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342
GRAĐEVINA :	**PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA** CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU
LOKACIJA :	Ulica Svetog Preobraženja, **k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**
RAZINA PROJEKTA :	GLAVNI PROJEKT
BROJ PROJEKTA :	118/2021
Z.O.P. :	85/21

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA:

POPIS SVIH MAPA I STRUKOVNIH DIJELOVA PROJEKTA

MAPA I/1 Arhitektonski projekt
broj projekta: 85-5/21
glavni projektant: Zora Salopek Baletić, dipl.ing. arh., A 3532
MATRICA ARHITEKTURA d.o.o.

I/2 Prikaz primjenjenih mjera zaštite od požara
broj projekta: 660721
projektant: Martina Gajdek dipl.ing.arh., A 3320
FLAMIT d.o.o.

I/3 Arhitektonski projekt fizike zgrade
Zaštita od buke, Racionalna uporaba energije i toplinska zaštita
broj projekta: FR 49/21
projektant: Nataša Hrsan, dipl.ing.arh. A 2729
NARAVNO d.o.o.

MAPA II/1 Građevinski projekt – projekt konstrukcije
broj projekta: TD 118/2021
projektant: Branko Galić, dipl.ing. građ., G 3065
RADIONICA STATIKE d.o.o.

II/2 Građevinski projekt – projekt hidroinstalacija
broj projekta: TD 42/2021
projektant: Milan Bobanac, ing.građ., G 2150
BOBANAC d.o.o.

MAPA **III/1** **Elektrotehnički projekt – projekt instalacija jake i slabe struje**
broj projekta: KK-CC-43/21
projektant: Alen Farago, dipl.ing.el., E 2054
ETS FARAGO d.o.o.

MAPA **IV/1** **Strojarski projekt – projekt strojarskih instalacija**
broj projekta: 2021/016/SI
projektant: Neven Budija, dipl.ing. stroj., S 1867
URED TRI T d.o.o.

PRILOG **Elaborat zaštite na radu**
broj elaborata: 670721
projektant: Martina Gajdek dipl.ing.arh., A 3320
FLAMIT d.o.o.

NARUČITELJ :	SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, **EPARHIJA ZAGREBAČKO**–LJUBLJANSKA, **CRKVENA OPĆINA ZAGREB** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342
GRAĐEVINA :	**PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA** CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU
LOKACIJA :	Ulica Svetog Preobraženja, **k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**
RAZINA PROJEKTA :	GLAVNI PROJEKT
BROJ PROJEKTA :	118/2021
Z.O.P. :	85/21

SADRŽAJ PROJEKTA :

A/ OPĆI DOKUMENTI

A/1. PRESLIKA IZVATKA IZ SUDSKOG REGISTRA
A/2. RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA
A/3. PRESLIKA RJEŠENJA O UPISU PROJEKTANTA U HKIG
A/4. PRESLIKA RJEŠENJA MIN. KULTURE ZA RAD NA NEPOKRETNOM KULTURNOM DOBRU
A/5. IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA SA ZAKONIMA I TEHNIČKOM REGULATIVOM

B/ OPĆI TEHNIČKI UVJETI IZVOĐENJA RADOVA I PROGRAM KONTROLE KVALITETE

C/ TEHNIČKI DIO

C/1. TEHNIČKI OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE I PRIKAZ OŠTEĆENJA
C/2. PROJEKTIRANI VIJEK GRAĐEVINE
C/3. ANALIZA OPTEREĆENJA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU, STATIČKI PRORAČUN SPIRALNOG STUBIŠTA I DRVENE KONSTRUKCIJE KROVIŠTA
C/4. DOKAZ MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI KONSTRUKCIJE CJELOVITE OBNOVE
C.4.1. STATIČKI PRORAČUN GLOBALNE STABILNOSTI NA 3D MODELU
C.4.2. NELINEARNI PRORAČUN POJAČANE KONSTRUKCIJE CRKVE PUSHOVER METODOM

D/ NACRTI POSTOJEĆEG STANJA

E/ NACRTI OJAČANJA NOSIVE KONSTRUKCIJE

F/ PROCJENA TROŠKOVA

NARUČITELJ :	SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, **EPARHIJA ZAGREBAČKO**–LJUBLJANSKA, **CRKVENA OPĆINA ZAGREB** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342
GRAĐEVINA :	**PROJEKTNO TEHNIČKA** DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU
LOKACIJA :	Ulica Svetog Preobraženja, **k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**
RAZINA PROJEKTA :	GLAVNI PROJEKT
BROJ PROJEKTA :	118/2021
Z.O.P. :	85/21

A/ OPĆI DOKUMENTI

A/1. PRESLIKA IZVATKA IZ SUDSKOG REGISTRA

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Pandža Sanda
Zagreb, Kačićeva 9

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
080623760

OIB:
21520453993

EUID:
HRSR.080623760

TVRTKA:
1 RADIONICA STATIKE d.o.o. za usluge

1 RADIONICA STATIKE d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:
6 Zagreb (Grad Zagreb)
Ulica Andrije Kačića Miošića 22

ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:
8 radionica@statika.hr

PRAVNI OBLIK:
1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

1	*	- kupnja i prodaja robe
1	*	- obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
1	*	- zastupanje stranih tvrtki
1	*	- projektiranje, građenje i nadzor nad građenjem
4	*	- savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
4	*	- računalne i srodne djelatnosti
4	*	- izrada, održavanje i dizajniranje web stranica i portala
4	*	- istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja
4	*	- pružanje usluga informacijskog društva
4	*	- promidžba (reklama i propaganda)
4	*	- poslovanje nekretninama
4	*	- poslovi upravaljanja nekretninom i održavanje nekretnina
4	*	- posredovanje u prometu nekretnina
4	*	- stručni poslovi prostornog uređenja
4	*	- stručni poslovi zaštite okoliša
4	*	- tehničko isptivanje i analiza
4	*	- turističke usluge u nautičkom turizmu
4	*	- turističke usluge u ostalim oblicima turističke ponude
4	*	- ostale turističke usluge
4	*	- turističke usluge koje uključuju športsko-rekreativne ili pustolovne aktivnosti
4	*	- pružanje usluga smještaja

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

Izrađeno: 2021-01-27 14:49:43 D004
Podaci od: 2021-01-27 Stranica: 1 od 3

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Pandža Sanda
Zagreb, Kačićeva 9

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
eu	/	14.05.2012	elektronički upis
eu	/	28.06.2013	elektronički upis
eu	/	07.10.2014	elektronički upis
eu	/	29.03.2017	elektronički upis
eu	/	24.07.2017	elektronički upis
eu	/	16.06.2018	elektronički upis
eu	/	30.06.2019	elektronički upis
eu	/	30.06.2020	elektronički upis

Pristojba:_____

Nagrada:_____

JAVNI BILJEŽNIK
Pandža Sanda
Zagreb, Kačićeva 9

Ja, javni bilježnik **SANDA PANDŽA**, Zagreb, Kačićeva 9,
temeljem članka 5. Zakona o sudskom registru po uvidu u sudski registar kojeg sam današnjeg dana izvršila elektroničkim putem,

i z d a j e m

Izvadak iz sudskog registra za:

RADIONICA STATIKE d.o.o., MBS 080623760, OIB 21520453993, Zagreb (Grad Zagreb), Ulica Andrije Kačića Miošića 22

Izvadak se sastoji od 3 stranice.

Javnobilježnička pristojba za ovjeru po tar. br. 11. st. 1. ZJP naplaćena u iznosu 10,00 kn. Javnobilježnička nagrada po čl. 31. a PPJT zaračunata u iznosu od 15,00 kn uvećana za PDV u iznosu od 3,75 kn.

Broj: OV-483/2021
Zagreb, 27.01.2021.

Javni bilježnik
SANDA PANDŽA

REPUBLIKA HRVATSKA – ZAGREBA – SANDA PANDŽA – JAVNI BILJEŽNIK

ZA JAVNOG BILJEŽNIKA
JAVNOBILJEŽNIČKI PRISJEDNIK
SNJEŽANA PAVIĆEVIĆ RAJČEVIĆ

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Pandža Sanda
Zagreb, Kačićeva 9

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

5 BRANKO GALIĆ, OIB: 24273726044
Zagreb, Strojarska cesta 28
7 - jedini član d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

5 BRANKO GALIĆ, OIB: 24273726044
Zagreb, STROJARSKA CESTA 28
1 - direktor
1 - zastupa samostalno i pojedinačno

9 Hrvoje Vukić, OIB: 01674454499
Zagreb, Slavujevac 6
9 - direktor
9 - zastupa samostalno i pojedinačno, od 11.12.2020. godine

TEMELJNI KAPITAL:

1 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

1 Društveni ugovor o osnivanju RADIONICA STATIKE d.o.o. od 05. rujna 2007. godine.
4 Odlukom članova društva od 22.03.2012. godine Društveni ugovor o osnivanju RADIONICA STATIKE d.o.o. od 05.09.2007. godine zamijenjen je novim aktom pod nazivom Društveni ugovor društva RADIONICA STATIKE d.o.o. od 22.03.2012. godine. Društveni ugovor od 22.03.2012. godine dostavljen u zbirku isprava.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	30.06.20	2019	01.01.19 - 31.12.19	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-07/9996-2	17.09.2007	Trgovački sud u Zagrebu
0002	Tt-09/7666-5	17.07.2009	Trgovački sud u Zagrebu
0003	Tt-10/10710-2	28.09.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0004	Tt-12/5004-2	30.03.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0005	Tt-15/24559-1	26.08.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0006	Tt-15/34737-2	01.12.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0007	Tt-18/336-2	12.01.2018	Trgovački sud u Zagrebu
0008	Tt-20/30516-2	07.09.2020	Trgovački sud u Zagrebu
0009	Tt-20/50728-2	14.01.2021	Trgovački sud u Zagrebu
eu	/	19.08.2009	elektronički upis
eu	/	09.09.2010	elektronički upis
eu	/	15.06.2011	elektronički upis

RADIONICA STATIKE
Ulica Andrije Kačića Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA U ZAGREBU,** Ulica Svetog preobraženja, k.č.br.2258 i 2259, k.o. Centar

NARUČITELJ: **SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB,** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

Stranica: 7

Datum: **kolovoz 2021.**

A/2. RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA

Temeljem čl. 49. i čl. 51. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i čl. 17. i čl. 22. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/2019) donosi se sljedeće:

R J E Š E NJ E

Br. R-P-118/2021

kojim se imenuje **Branko Galić, dipl.ing.građ**.,

upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva pod rednim brojem 3065, s danom upisa 12.07.2001. g.

za projektanta PROJEKT CJELOVITE OBNOVE NOSIVE KONSTRUKCIJE

Građevina: PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU

Lokacija: Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar

Naručitelj: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

Broj projekta: 118/2021

Z.O.P: 85/21

Ovo rješenje vrijedi do završetka projektiranja ili do opoziva.

U Zagrebu, kolovoz 2021. g.

Direktor:

Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif.

RADIONICA STATIKE d.o.o. Ulica Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb

REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-360-01/01-01/ 3065
Urbroj: 314-01-01-1
Zagreb, 12. srpnja 2001.

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 40/99 i 112/99) i Pravilnika o upisima u strukovne razrede Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a na temelju Odluke Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 12.07.2001. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis GALIĆ BRANKA, dipl.ing.građ., SESVETE , TRG ANTUNA MIHANOVIĆA 1, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi

RJEŠENJE

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva** upisuje se **GALIĆ BRANKO** , (JMBG 3009966330218), dipl.ing.građ., SESVETE, pod rednim brojem **3065**, s danom upisa **12.07.2001**. godine.

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

3. Ovlašteni inženjer građevinarstva stječe pravo na **"inženjersku iskaznicu"** i **"pečat"**.

4. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno.

5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda.

Obrazloženje

GALIĆ BRANKO, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 12.07.2001. godine postupak u povodu dostavljenog Zahtjeva, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 4. i člankom 20. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 40/99 i 112/99), donio Odluku o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Predmetna Odluka dostavljena je stručnoj službi Komore na dovršetak postupka i na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva može obavljati poslove projektiranja i/ili stučnog nadzora u samostalnom uredu ili u projektantskom društvu, odnosno u drugoj pravnoj osobi registriranoj za poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora obavljati stvarno i stalno sukladno članku 25. stavku 2. Zakona o gradnji "Narodne novine", br. 52/99).

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu.

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

Pouka o pravnom lijeku

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

PREDSJEDNIK KOMORE

Damir Delač, dipl.ing.geod.

Dostaviti:

1. BRANKO GALIĆ, 10360 SESVETE, TRG ANTUNA MIHANOVIĆA 1
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

A/3. PRESLIKA RJEŠENJA O UPISU PROJEKTANTA U HKIG

RADIONICA STATIKE
Ulica Andrije Kačića Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA U ZAGREBU,** Ulica Svetog preobraženja, k.č.br.2258 i 2259, k.o. Centar

NARUČITELJ: **SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB,** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

Stranica: 9

Datum: **kolovoz 2021.**

A/4. PRESLIKA RJEŠENJA MINISTARSTVA KULTURE O UPISU U UPISNIK SPECIJALIZIRANIH PRAVNIH I FIZIČKIH OSOBA KOJE IMAJU DOPUŠTENJE ZA OBAVLJANJE POSLOVA NA ZAŠTITI I OČUVANJU KULTURNIH DOBARA

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO KULTURE
UPRAVA ZA ZAŠTITU KULTURNE BAŠTINE
Klasa: UP/I-612-08/17-03/0092
Urbroj: 532-04-01-01-01/7-17-10
Zagreb, 26. svibnja 2017.

Ministarstvo kulture rješavajući o zahtjevu Branka Galića, dipl. ing. građ. iz Zagreba na temelju članka 100. stavka 1. i 3. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 69/99, 51/03, 157/03 Ispravak, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15) i članka 11. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 74/03, 44/10), u postupku izdavanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, na prijedlog Stručnog povjerenstva za utvrđivanje uvjeta za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, donosi

RJEŠENJE

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

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

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

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

4. Rješenjem Klasa: UP/I-612-08/10-03/0274, Urbroj: 532-04-01-02/4-11-5 od 9. veljače 2011., Branko Galić, dipl. ing. građ., upisan je u Upisnik specijaliziranih pravnih i fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara pod rednim brojem **1608**.

Obrazloženje

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

Navedenom zahtjevu priložene su preslike diplome Građevinskog fakulteta u Zagrebu od 13. prosinca 1993. i rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 12. srpnja 2001., popis kulturnih dobara i poslova na kojima je podnositelj zahtjeva radio, opis tehničke opremljenosti te Izjava o poduzimanju potrebnih mjera iz članka 7. Pravilnika.

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

Stručno povjerenstvo je na temelju priložene dokumentacije i stručnih mišljenja Konzervatorskog odjela u Zagrebu od 21. travnja 2017., Konzervatorskog odjela u Sisku od 28. ožujka 2017., Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu od 23. ožujka 2017. i Konzervatorskog odjela u Požegi od 22. ožujka 2017., a sukladno čl. 10. st. 4. Pravilnika, utvrdilo da postoje svi propisani uvjeti za obavljanje poslova iz članka 2. stavka 1. toč. 1., 2. i 3. Pravilnika: istraživanje i proučavanje nosive konstrukcije nepokretnog kulturnog dobra, dokumentiranje nosive konstrukcije nepokretnog kulturnog dobra te izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.

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

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

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

Iz gore navedenog riješeno je kao u izreci.

Uputa o pravnom lijeku:

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

POMOĆNIK MINISTRICE

Republika Hrvatska – Ministarstvo kulture – Zagreb

Davor Trupković, dipl. ing. arh.

Dostavlja se:
1. Branko Galić, d.i.g., Strojarska cesta 28, 10000 Zagreb (s povratnicom)
2. Konzervatorski odjeli Ministarstva kulture, svi
3. Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu
4. Upisnik specijaliziranih fizičkih i pravnih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, ovdje
5. Pismohrana, ovdje

A/5. IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA SA ZAKONIMA I TEHNIČKOM REGULATIVOM

NARUČITELJ :	**SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342
GRAĐEVINA :	**PROJEKTNO TEHNIČKA** DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU
LOKACIJA :	Ulica Svetog Preobraženja, **k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**
RAZINA PROJEKTA :	GLAVNI PROJEKT
BROJ PROJEKTA :	118/2021
Z.O.P. :	85/21

U skladu sa Zakonom o gradnji (NN.br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19) i Pravilnikom o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN.br. 118/19) daje se

IZJAVA PROJEKTANTA

o usklađenosti projekta PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU, Ulica Svetog Preobraženja, Zagreb

Ovaj projekt usklađen je:

a) sa sljedećim zakonima, tehničkim propisima i pravilnicima:

Zakoni:

- Zakon o prostornom uređenju (NN.br. 153/13, 65/17, 39/19, 98/19)
- Zakon o gradnji (NN.br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (NN br. 102/2020, 10/21)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN.br. 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN.br. 78/15, 118/18, 110/19)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN.br. 78/15, 114/18)
- Zakon o građevinskoj inspekciji (NN.br. 153/13)
- Zakon o zaštiti od požara (NN.br. 92/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN.br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti (NN.br. 80/13, 14/14, 32/19)
- Zakon o normizaciji (NN.br. 80/13)
- Zakon o mjeriteljstvu (NN.br. 74/14, 111/18)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN.br. 76/13, 30/14, 130/17, 32/19)

- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN.br. 30/09, 139/10, 14/14, 32/19)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN.br. 94/13, 73/17, 14/19)
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN.br. 68/18, 110/18)

Pravilnici:

- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN.br. 112/17, 34/18, 36/19)
- 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 br. 127/2020)
- Pravilnik o nostrifikaciji projekata (NN.br. 98/99, 29/03, 20/17)
- Pravilnik o kontroli projekata (NN.br. 32/14)
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtijevnosti mjera zaštite od požara (NN.br. 56/12, 61/12)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN.br. 29/13, 87/15)
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)
- Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN.br. 103/08)
- Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN.br. 113/08)
- Pravilnik o hrvatskim normama (NN.br. 22/96)
- Pravilnik o mjernim jedinicama (NN.br. 88/15)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN.br. 118/19)
- Pravilnik o održavanju građevina (NN.br. 122/14)
- Pravilnik o gospodarenju građevnim otpadom (NN.br. 38/08)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN.br. 29/13)

Tehnički propisi:

- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN.br. 35/18)
- Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN.br. 04/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN.br. 17/17, 75/2020)

Izvanredni događaj je potres na zagrebačkom području koji se dogodio dana 22.03.2020.g. i uslijed kojeg je došlo do oštećenja na konstrukcijskim i nekonstrukcijskim elementima građevine.

Predmet ovog projekta su ocjena postojećeg stanja građevinske konstrukcije i odabir smjernice pojačanja te provedba analize iste.

Predmetnim tehničkim rješenjima obrađenim u ovom projektu se provodi pojačanje nosive konstrukcije za seizmičko djelovanje za poredbenu vjerojatnost premašaja od 20% u 50 godina (povratni period 225 god.) i povećanje seizmičke otpornosti na razinu 3.

Građevina je zaštićeno kulturno dobro.

U Zagrebu, kolovoz 2021.g.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Branko Galić
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3065

Projektant:

Branko Galić, dipl.ing.građ.

NARUČITELJ :	SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, **EPARHIJA ZAGREBAČKO**–LJUBLJANSKA, **CRKVENA OPĆINA ZAGREB** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342
GRAĐEVINA :	**PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA** CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU
LOKACIJA :	Ulica Svetog Preobraženja, **k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**
RAZINA PROJEKTA :	GLAVNI PROJEKT
BROJ PROJEKTA :	118/2021
Z.O.P. :	85/21

B/ OPĆI TEHNIČKI UVJETI IZVOĐENJA RADOVA I PROGRAM KONTROLE KVALITETE

1. OPĆI PODACI I DEFINICIJE

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 i 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 i drugih zakona, pravilnika i tehničkih propisa na koje upućuje navedeni zakon.

1.1.1. Investitor je dužan:

i. Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti.
ii. Riješiti osiguranje zemljišta te sve imovinsko-pravne odnose.
iii. Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu.
iv. Osigurati stručni nadzor nad građenjem.
v. Osigurati potrebni tehnološki i projektantski nadzor pri izvedbi nosive konstrukcije.
vi. Osigurati provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenih materijala pri izvedbi nosive konstrukcije.
vii. Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole.
viii. Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu.

1.1.2. Izvođač je dužan:

i. Radove izvoditi prema ugovoru u skladu s građevinskom dozvolom i drugim dokumentima.
ii. Radove izvoditi prema Projektima za koje je izdana građevinska dozvola, a u skladu s tehničkim propisima i pravilima struke.
iii. Organizirati kontrolu svih radova u izvedbi.
iv. 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.
v. Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima i tehničkim dopuštenjima sukladno važećim propisima i normama.
vi. Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme, statistički obrađenim rezultatima obavljenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema važećim tehničkim propisima i svim uvjetima danim u ovom poglavlju.
vii. Izvođač je dužan odrediti voditelja građenja na projektiranom objektu, a prema potrebi i za pojedine vrste radova.
viii. Izraditi program popravaka eventualnih oštećenja pojedinih elemenata konstrukcije i predložiti ga nadzornom inženjeru i projektantu konstrukcije na odobrenje.
ix. Izvođač osigurava ili izrađuje svu navedenu dokumentaciju u potpoglavlju “Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova”.

1.1.3. Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova

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

i. Lokacijsku dozvolu (ako je potrebna) i građevinsku dozvolu.
ii. Projektnu dokumentaciju potrebnu za izvođenje (glavni i izvedbeni projekt ovjeren od projektanata).
iii. Projekt pripremnih radova i organizacije gradilišta.
iv. Projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova.
v. Projekt zaštite gradilišta, radova u izgradnji, sigurnosti ljudi i zaštite na radu.
vi. Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja.
vii. Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu s obračunskim nacrtima.
viii. Dokumentaciju kojom se dokazuje tražena kvaliteta radova, konstrukcija i ugrađenog materijala i opreme. (potvrde o sukladnosti, uvjerenja, certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
    - Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i Izvještaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije,
    - Potvrde o sukladnosti čeličnih elemenata konstrukcije te dokaze kvalitete spojeva,
    - Izvještaje o prethodnim ispitivanjima za materijale koji se ugrađuju, ako se proizvode na gradilištu,
    - Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu za ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

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:

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

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

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

Potrebno je provesti pregled i ispitivanje nosivih čeličnih konstrukcija glede geometrije, deformabilnosti nosive konstrukcije i vibracija sukladno važećem tehničkom propisu. Program ispitivanja potrebno je prethodno usuglasiti s nadzornim inženjerom i projektantom konstrukcije.

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

1.2. NORME I PROPISI

Građenje objekta obavlja se na temelju slijedeće građevinske regulative i zakona, kao i drugih propisa:

- Zakon o gradnji (NN.br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN.br. 76/13, 30/14, 130/17, 32/19, 118/20)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN.br. 35/18, 104/19)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN.br. 17/17, 75/20)
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)
- Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN.br. 103/08)
- Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN.br. 113/08)

Nabavku opreme i materijala izvoditelj mora usuglasiti sa ovim propisima i važećim normama.

2. TEHNIČKI UVJETI ZA BETONSKU KONSTRUKCIJU

2.1. OPĆENITO

Proizvodnja, ugradnja i kontrola kvalitete obavljati će se u skladu s Tehničkim popisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17,75/20), HRN 1128:2007 "Beton - Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1", HRN EN 206-1:2006 "Beton -1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost" i HRN EN 13670:2010 "Izvedba betonskih konstrukcija", ovim tehničkim uvjetima, te odgovarajućim HRN normama.

U slučaju nesukladnosti građevnog proizvoda s tehničkim specifikacijama za taj proizvod i/ili projektom betonske konstrukcije, proizvođač građevnog proizvoda odnosno izvođač betonske konstrukcije mora odmah prekinuti proizvodnju odnosno izradu tog proizvoda i poduzeti mjere radi utvrđivanja i otklanjanja grešaka koje su nesukladnost uzrokovale.

Prije početka radova Izvođač mora dostaviti Nadzornom inženjeru na odobrenje rezultate početnih ispitivanja betona i Projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova koji će sadržavati sastave betona, pripremu (proizvodnju) betona, transport, ugradnju, njegu i kontrolu kvalitete betona.

Izvođač je dužan u dogovoru s Nadzornim Inženjerom za svaki betonski pogon postaviti stručnu i odgovornu osobu. Ta osoba je odgovorna za kvalitetu proizvedenog i ugrađenog betona.

U slučaju proizvodnje betona na gradilištu Izvođač betonskih radova mora izraditi **Priručnik osiguranja kvalitete i kontrole proizvodnje**, a odnosi se na osoblje koje upravlja, izvodi i verificira radove, opremu, postupke proizvodnje, sastojke i betona. Priručnikom trebaju biti definirane odgovornosti, nadležna tijela i odnosi osoblja koje upravlja, izvodi i verificira radove. Posebno se mora istaknuti organizacijska sloboda i autoritet osoblja za minimiziranje rizika od nesukladnog betona i za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kvalitete betona. Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godine, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Izvođač je dužan dokumentirati kvalitetu radova, elemenata i objekta statistički obrađenim rezultatima izvršenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema tehničkim propisima i tehničkim uvjetima ovog projekta. Geodetske kontrole i izmjere potrebne za izvođenje betonskih radova moraju biti izvedene točno i u svemu suglasno s izvedbenim nacrtima.

Oborinsku i procjednu vodu na temeljnim plohama betoniranja Izvođač je dužan ukloniti na način kako je to propisano tehničkim uvjetima za iskop upotrebom crpki dovoljnog kapacitete, odnosno kako to odredi nadzorni inženjer.

Prema zahtjevima iz ovog Programa kontrole i osiguranja kvalitete beton se proizvodi kao Projektirani beton (beton sa specificiranim tehničkim svojstvima).

Za sastav projektiranog betona odgovoran je proizvođač betona.

Izvođač mora prema normi HRN EN 13670 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.

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 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

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.

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.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija iz Dodataka B norme HRN EN 206-1 »Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće«.

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, HRN EN 12504-2 i HRN EN 12504-4 te ocjenu sukladnosti prema HRN EN 13791.

2.2. KONTROLA KVALITETE

2.2.1. Kontrola kvalitete

Tehnička svojstva, ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava i dokazivanje uporabljivosti građevnih proizvoda koji se ugrađuju u građevinu te uvjete za njihovo stavljanje na tržište, distribuciju i uporabu u mjeri potrebnoj za ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu propisano je Zakonom o građevnim proizvodima (NN.br. 76/13, 30/14, 130/17, 39/19) i pripadajućim pravilnicima.

Tehnička svojstva građevnog proizvoda moraju biti takva da uz propisanu ugradnju sukladno namjeni građevine, uz propisano, odnosno projektom određeno održavanje podnose sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaja okoline, tako da građevina u koju je ugrađen tijekom projektiranog roka uporabe ispunjava bitne zahtjeve za građevinu. Proizvođač, uvoznik, ovlašteni zastupnik i distributer dužni su poduzimanjem odgovarajućih mjera osigurati da tehnička svojstva građevnog proizvoda tijekom njegove distribucije ostanu nepromijenjena. Izvođač i druga osoba koja je preuzela građevni proizvod radi građenja dužni su poduzimanjem odgovarajućih mjera osigurati da tehnička svojstva građevnog proizvoda od njegova preuzimanja do ugradnje ostanu nepromijenjena.

Građevni proizvod je uporabljiv ako su njegova tehnička svojstva sukladna tehničkoj specifikaciji. Uporabljivost građevnog proizvoda dokazuje se, ovisno o njegovoj vrsti i tehničkoj specifikaciji, izjavom o svojstvima koja se

izdaje nakon provedbe, odnosno osiguranja provedbe postupka ocjenjivanja i provjere stalnosti tehničkih svojstava građevnog proizvoda s tehničkom specifikacijom te oznakom koja potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom. Isprave o stalnosti svojstava građevnog proizvoda su certifikat o stalnosti svojstava proizvoda i izjava o svojstvima.

Certifikat o stalnosti svojstava izdaje ovlaštena pravna osoba na zahtjev proizvođača, ovlaštenog zastupnika, odnosno uvoznika građevnog proizvoda, koji snosi troškove njezina izdavanja. Izjavu o svojstvima izdaje proizvođač, ovlašteni zastupnik, odnosno uvoznik građevnog proizvoda.

Proizvođač, ovlašteni zastupnik, odnosno uvoznik građevnog proizvoda mora prije stavljanja na tržište, odnosno uporabe građevnog proizvoda izraditi tehničke upute i proizvod označiti oznakom oznakom koja potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom.

Građevni proizvod se ne smije stavljati na tržište niti distribuirati bez tehničke upute i oznake koja potvrđuje sukladnost građevnoga proizvoda s objavljenim svojstvima u odnosu na bitne značajke obuhvaćene tom specifikacijom. Tehničke upute moraju slijediti svaki građevni proizvod koji se isporučuje. Kada se dva ili više istih građevnih proizvoda isporučuju odjednom, tehničke upute moraju slijediti svako pojedinačno pakiranje. Kod isporuke građevnog proizvoda u rasutom stanju tehničke upute moraju slijediti svaku pojedinačnu isporuku.

Za građevni proizvod za koji nije donesen tehnički propis uporabljivost se dokazuje prema priznatim tehničkim pravilima.

Propisane mjere kontrole kvalitete i nadzora osiguravaju da zahtijevana kvalitete bude i dosegnuta tijekom izvođenja.

Gotovi građevni proizvodi koji se ugrađuju moraju imati popratne izjave o svojstvima.

Kontrola kvalitete podrazumijeva laboratorijska ispitivanja materijala, kao i ispitivanje izvedenih radova. Ispitivanje treba provoditi prema postupcima ispitivanja propisanim tehničkim specifikacijama.

Provjera stalnosti svojstava je dio vanjske provjere, a provodi se da bi se utvrdilo da li su određena proizvodnja ili rad izvedeni prema ugovornim odredbama.

Sustav certificiranja o stalnosti svojstava građevnih proizvoda propisan je Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, NN 147/09, NN 87/10, NN 129/11).

2.2.2. Nadzor nad izvođenjem

Nadzor nad izvođenjem radova obavlja Nadzorni inženjer. Zahtjevana razina kontrole izvođenja odgovara EC 2.

2.3. MATERIJALI

Na osnovu rezultata početnih ispitivanja sastojaka i svojstava betona odabrati će se isporučioci sastojaka. Odabrani cement, agregat i voda moraju zadovoljavati uvjete propisane u normi HRN EN 206-1 i tamo navedenim normama.

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo sastojci betona koji imaju propisanu deklaraciju i certifikat o sukladnosti s odgovarajućim specifikacijama.

Vrste i učestalost nadzora/kontrole ispitivanja opreme i sastojaka betona provode se prema HRN EN 206-1.

2.3.1. Cement

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo cementi čija su osnovna svojstva uvjetovana propisima odgovarajućih standarda, prethodno dokazana. Prethodna ispitivanja i dokaze podobnosti cementa za betonske radove obavlja institucija ovlaštena za poslove provođenja dokaza sukladnosti kvalitete cementa. Prethodni dokaz kvalitete mora se pribaviti za svaku vrstu i razred cementa pri čemu se pod vrstom cementa podrazumljeva cement određene oznake i određenog proizvođača.

Na prijedlog Izvođača, odluku o vrsti cementa donosi Projektant ili Nadzorni inženjer na temelju prethodnih ispitivanja i certifikata ovlaštene ustanove. Ovim projektom zahtijeva se da cementi trebaju biti razreda tlačne čvrstoće 42,5N prema normi HRN EN 197-1.

2.3.2. Voda

Ako se koristi voda iz javnog vodovoda može se upotrebljavati bez potrebe dokazivanja uporabljivosti. Ako se za pripremanje betona koristi voda koja nije pitka Izvođač mora prethodno dokazati uporabljivost te vode u skladu s normom HRN EN 1008:2002, najmanje jednom svaka tri mjeseca (postojanje soli, sadržaj organskih tvari).

Voda ne smije sadržavati nikakve sastojke koji bi mogli ugroziti kvalitetu ili izgled betona ili morta. Isto vrijedi za vodu za njegovanje svježeg betona.Kontrola vode za pripremu betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prije prve upotrebe.

2.3.3. Agregat

Tehnička svojstva agregata, ovisno o porijeklu, opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u betonu, moraju biti specificirana prema normi HRN EN 12620, normama na koje ta norma upućuje kao i odredbama TPGK.

Razred kvalitete i sva svojstva agregata određena su prema normi HRN EN 206-1 "Beton -1 dio Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost" i drugim važećim HRN normama. Potvrđivanje sukladnosti agregata provodi se prema odredbama dodatka za norme HRN EN 12620 i odredbama posebnog propisa (Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda).

Kontrola agregata prije proizvodnje betona provodi su u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za predgotovljene betonske proizvode i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1.

2.3.4. Dodaci betonu (kemijski i mineralni)

Kontrola kemijskog i mineralnog dodatka betonu provodi su u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1 (tablica na slijedećoj stranici). Preporučuje se uzimanje uzoraka i odlaganje za svaku isporuku.

Kemijski dodaci betonu

Opća prikladnost kemijskih dodataka utvrđuje se ispitivanjem prema HRN EN 934-2. Za konkretnu primjenu kemijskog dodatka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja.

Prethodna ispitivanja: Prikladnost kemijskih dodataka za konkretnu primjenu mora se utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona.

Kontrolna ispitivanja: Izvođač je dužan predočiti certifikat za svaku pošiljku svih dodataka Nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodatka za svaku vrstu i svaki cement posebno. Za svaku pošiljku kemijskog dodatka izvođač mora prije uporabe, u laboratoriju gradilišta provjeriti njegovu kompatibilnost s betonom.

Mineralni dodaci betonu

Za konkretnu primjenu mineralnih dodatka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja.

Prethodna ispitivanja: Prikladnost mineralnih dodataka za konkretnu primjenu mora se utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona.

Kontrolna ispitivanja: Izvođač je dužan predočiti certifikat za svaku pošiljku svih mineralnih dodataka Nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodatka za svaku vrstu i svaki cement posebno.

Materijal	Nadzor/ispitivanje	Svrha	Minimalna učestalost
Kemijski dodaci	Kontrola otpremnice i razine u posudi* prije pražnjenja	Provjera je li isporuka prema narudžbi i je li ispravno označena	Svaka isporuka
	Ispitivanje radi identifikacije prema HRN EN 934-2	Radi usporedbe s podacima proizvođača	U slučaju sumnje
Mineralni dodaci	Kontrola otpremnice * prije isporuke	Provjera je li isporuka prema narudžbi i iz pravog izvora	Svaka isporuka
	Ispitivanje gubitaka žarenjem letećeg pepela	Određivanje promjene sadržaja ugljika koje mogu utjecati na aerirani beton	Svaka isporuka namijenjena aeriranom betonu kada tu informaciju nije dao dobavljač
Mineralni dodaci u suspenziji	Kontrola otpremnice * prije isporuke	Provjera je li isporuka prema narudžbi i iz pravog izvora	Svaka isporuka
	Ispitivanje gustoće	Provjera ujednačenosti	Svaka isporuka i periodično tijekom proizvodnje betona
*Otpremnici treba biti priložena izjava o sukladnosti ili certifikat o sukladnosti prema odgovarajućoj normi ili propisanim uvjetima			

2.3.5. Čelik za armiranje

Vrsta čelika za armiranje koja se upotrebljava mora biti sukladna Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije (NN. br. 17/17, 75/20).

Čelik za armiranje mora imati isprave o sukladnosti u skladu s Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11).

Za armirano betonske konstrukcije predviđen je slijedeći čelik za armiranje:

Konstrukcijski elementi	Čelik za armiranje
Temelji, grede i stupovi	– **rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)
Stropne ploče	– **rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja) – **zavarene mreže B 500** razreda duktilnosti **A** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)
Zidovi	– **rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja) – **zavarene mreže B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)

Svojstva čelika potrebno je dokazati sukladno normi HRN EN 10020, nizovima normi HRN EN 1130 i normi HRN EN 10080. Nastavljanje armature zavarivanjem izvoditi sukladno normama HRN EN ISO 17660-1 i HRN EN ISO 17660-2.

2.4. RAZREDBA BETONA – SPECIFIKACIJE BETONA

Beton i armirani beton potrebno je proizvoditi, ugrađivati i kontrolirati u skladu s HRN 1128:2007 "Beton - Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1", HRN EN 206-1 "Beton -1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost" i HRN EN 13670:2010 "Izvođenje betonskih konstrukcija", te u njima propisanim normama.

Osnovni zahtjevi po dijelovima konstrukcije su:

a) Nearmirani elementi konstrukcije - podložni beton i elementi koji nemaju armaturu

Oznaka razreda	B2
OSNOVNI ZAHTJEVI	
razred tlačne čvrstoće	C12/15
razred izloženosti	X0
najveće zrno agregata, mm	16
razred konzistencije	S3

a) Nosiva konstrukcija građevine, grede, serklaži, tlačne ploče

Oznaka razreda	B1
OSNOVNI ZAHTJEVI	
razred tlačne čvrstoće	C25/30
razred izloženosti	XC1
najveće zrno agregata, mm	16 ili 32
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,65
razred konzistencije,	S4
min. količina cementa (kg)	260
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	-

Sastav betona određuje se na osnovu početnih ispitivanja, koja se provode u laboratoriju proizvođača betona, a zatim s odabranim sastavima na betonari.

Ukoliko se beton proizvodi na gradilištu, Izvođač radova mora sastaviti Program početnih ispitivanja betona i sastojaka i predati ga nadzornom inženjeru na odobrenje 14 dana prije početka ispitivanja. Početnim ispitivanjima moraju se dokazati sva svojstva predviđena prethodnim tablicama.

Prodor vode kroz beton (vodonepropusnost) ispitati prema HRN EN 12390-8.

Primijeniti sastav betona kako bi se hidratacijska toplina velikih armiranobetonskih elemenata (temeljna ploča ispod tribina) svela na minimalnu moguću razinu. Također tehnologiju izvedbe prilagoditi kako se u betonu ne bi razvila veća temperatura od 65 °C.

2.5. SASTAV BETONSKIH MJEŠAVINA

Proizvodnja betona smije početi na temelju recepture bazirane na temelju početnih ispitivanja materijala i betona kako je navedeno u ovom poglavlju (Tehnički uvjeti izvođenja radova i program kontrole kvalitete), s time da receptura bude odobrena od Nadzornog inženjera.

2.6. ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

2.6.1. 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.

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

2.6.3. 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 206-1,
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno,
- vrijeme kad beton stiže na gradilište,
- vrijeme početka istovara,
- vrijeme završetka istovara.

2.6.4. 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.

2.6.5. Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed 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 ovom poglavlju. 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.

Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, treba ih uzeti u obzir pri vrednovanju sukladnosti. Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti.

Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima sukladnosti. Nesukladnost može voditi daljnjim akcijama na mjestu proizvodnje i na gradilištu.

2.6.6. 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.

Kontrola proizvodnje mora se odvijati prema načelima serije normi HRN EN ISO 9000. 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 EN 206. 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.

2.6.7. 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.

2.7. SKELE I OPLATE

2.7.1. 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 kao što je EN 1065.

2.7.2. Materijali

2.7.2.1. Općenito

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

2.7.2.2. 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.

2.7.2.3.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.

2.7.2.4. 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.

2.7.2.5. 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.

2.8. ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranobetonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670:2010 i normama na koje ta upućuje.

Izvođač mora prema normi HRN EN 13670:2010 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.

Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

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

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

2.9. BETONIRANJE

2.9.1. Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz EN 206-1 i ovim tehničkim uvjetima

2.9.2. 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.

2.9.3. Kontrola prije betoniranja

Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim Tehničkim uvjetima i projektom, a ako ne postoji projekt, a prema složenosti izvedbe je neophodan potrebo ga je Izraditi.

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˚C. Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

2.9.4. 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.

2.9.5. 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 tehničkim dopuštenjem).
- Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom.
- 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.

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.

2.9.6. Geometrijske tolerancije

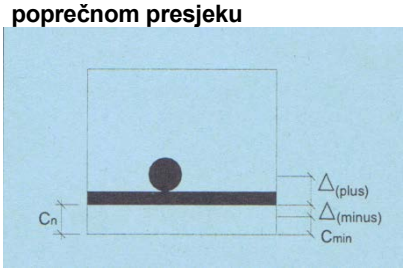
Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

- 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 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. Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti više nego što je prikazano na tablici ispod.

Tolerancije izvedbe betonskih elemenata

Br.	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
1.	**Dimenzije poprečnog presjeka**		+ 10 mm
2.	**Položaj obične armature u poprečnom presjeku** 	Za sve h vrijednosti je: Δ(minus) a pozitivno za h< 150 mm h = 400 mm h > 2500 mm uz linearnu interpolaciju međuvriiednosti	 - 10 mm + 10 mm + 15 mm + 20 mm
c_{min} = traženi najmanji zaštitni sloj betona; c_n = nominalni zaštitni sloj = c + lΔ(minus)l c = stvarni zaštitni sloj; Δ = dopušteno odstupanje od c_n; h = visina poprečnog presjeka Uvjet: c + Δ(plus) > c_n - l Δ(minus)l Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata u temeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.			
3.	**Preklopni spoj**	l preklopna duljina	- 0,06 l
4.	**Okomitost poprečnog presjeka**	a – duljina dimenzije poprečnog presjeka	ne više od 0,04a ili 10 mm
5.	**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
6.	**Zakošenost poprečnog presjeka**	ne veće od h/25 ili b/25 ali ne više od 30 mm	
7.	**Ravnost bridova**	za dužine ≥ 1 m > 1 m	 8 mm 8 mm/m ali ne više od 20 mm
8.	**Otvori u uloščima**	Δ_1 ; Δ_2 ; Δ_3 ;	± 25 mm

3. TEHNIČKI UVJETI ZA ČELIČNU KONSTRUKCIJU

Konstrukcija obrađena ovim rješenjima podliježe primjeni *Tehničkog propisa za nosive građevinske konstrukcije* (NN.br. 17/17, 75/20).

Prema *Zakonu o gradnji* (NN. br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) potrebno je radove izvoditi prema:

1. Glavnom projektu i građevinskoj dozvoli,
2. Ovjerenom i usklađenom izvedbenom projektu,
3. Tehnološkom projektu izrađenom od strane izvođača ili ovlaštene osobe

Izrada i montaža čelične konstrukcije povjerava se izvođaču koji ima potrebno ovlaštenje, provjereno iskustvo i reference na izradi ovog tipa konstrukcija. Izvođač radova treba prije izrade konstrukcije pregledati projektnu dokumentaciju, te sve nejasnoće ili eventualne neispravnosti razjasniti s nadzornim inženjerom i projektantom konstrukcije, te izraditi plan zavarivanja i montaže. Ove planove dostaviti na uvid nadzornom inženjeru odnosno projektantu prije pristupanja izradi konstrukcije.

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

Izvođač radova garantira za kvalitetu izrađene i montirane konstrukcije. Ugovorom se utvrđuju uvjeti garancije, ali u skladu s važećim propisima i uzancama. Način obračunavanja izvršenih radova pri montaži čelične konstrukcije utvrđuje se ugovorom između investitora i izvoditelja.

3.1. MATERIJAL ZA IZRADU ČELIČNE KONSTRUKCIJE

3.1.1. Kvaliteta čeličnih proizvoda

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi proizvoda od čelika određuju se odnosno provode se prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20) i normama na koje te norme upućuju. Konstrukcijski elementi čelične konstrukcije trebaju biti kvalitete u skladu s tablicom ispod.

Konstruktivni elementi	Materijal
Svi čelični elementi	**S355JR** HRN EN 10020:2008

Kvaliteta materijala valjanih profila, cijevnih profila, pločevina i šipki koji se koriste za izradu čelične konstrukcije mora biti u skladu sa slijedećim normama.

HEA i IPE	S235JR	prema HRN EN 10034
VKR-profili, Toplo oblikovani cijevni profili	S235JR	prema HRN EN 10210-2
KKR-profili, Hladno oblikovani cijevni profili	S235JR	prema HRN EN 10219-2
Kružne cijevi, normalno	S235JR	prema HRN EN 10219-2
UPE-profili	S235JR	prema HRN EN 10279
L-profili	S235JR	prema HRN EN 10056-2
Zavareni profili	S235JR	
Ploče za detalje (normalno)	S235JR	prema HRN EN 10025-2
Ploče vlačno naprezane okomito na površinu	S235N-Z35	prema HRN EN 10164-Z35
Okrugle čelične šipke (vlačni elementi)	S235JR	prema HRN EN 10060

Kvadratni cijevni profili projektirani su kao hladno oblikovane cijevi prema HRN EN 10219-2. U slučaju da zbog izvedbe detalja i osiguranja dostatne nosivosti zavarenog spoja nije moguće pojedini element izvesti od hladno oblikovanih cijevi, kako je predviđeno ovim projektom, potrebno je usvojiti odgovarajući toplo oblikovani cijevni profil prema HRN EN 10210-2.

3.1.2. Dokaz kvalitete, dimenzije i tolerancije čeličnih proizvoda

Svi čelični proizvodi koji se koriste trebaju biti ispitani u skladu s odgovarajućom normom danom u točki 3.1.1. Proizvođač čeličnih proizvoda treba deklarirati svoj proizvod na temelju ispitivanja koristeći inspekcijsku potvrdu tip 3.1 prema normi HRN EN 10204.
Izvođač čelične konstrukcije treba imati pristup inspekcijskom dokumentu prema HRN EN 10204 od proizvođača za sve čelične proizvode korištene u izvedbi nosive konstrukcije i dostaviti ih na zahtjev nadzornom inženjeru ili građevinskoj inspekciji.

Dimenzije i tolerancije čeličnih proizvoda trebaju biti u skladu s normama danim u točki 3.1.1.

3.1.3. Zamjena materijala ili oblika

Kvaliteta materijala ili oblik čeličnog proizvoda, uz suglasnost projektanta, može se zamijeniti ako se može dokazati da konstrukcijska svojstva nisu manja od proračunom odabranih proizvoda te da je zadržana kompatibilnost s proračunatom konstrukcijom.

3.2. SPOJNI ELEMENTI (VIJCI I ZAVARI)

Radioničkl nacrti, radioniča izrada i montaža čelične konstrukcije treba biti u skladu s normama HRN EN 1090-1 i HRN EN 1090-2 te u skladu sa zahtjevima iz ovog elaborata.

3.2.1. Mehanički spojni elementi - vijci

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi mehaničkih spojnih elemenata određuju se odnosno provode se prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17, 75/20) i normama na koje te norme upućuju. Vijčane veze glavne nosive konstrukcije izvode se vijcima u skladu s HRN EN 14399 kvalitete 8.8. ili 10.9 prema HRN EN898-1. Vijčane veze sekundarnih elemenata konstrukcije izvode se vijcima u skladu s HRN EN 15048 kvalitete 8.8 ili 10.9 prema HRN EN 898-1. Sidreni vijci čelične konstrukcije izvest će se minimalne kvalitete S355JR.

Vijci, matice i podloške koje će se primjenjivati pri montaži čelične konstrukcije biti će točno specificirane na izvedbenim nacrtima (radionička dokumentacija) u skladu s normama navedenim u točki 3.5. i sljedećim tablicama:

Neprednapeti konstrukcijski vijčani spojni elementi (HRN EN 15048-1:2008)
Vijak (HRN EN ISO 4017:2012) – k.v. 8.8 (HRN EN ISO 898-1:2009)
Matica (HRN EN ISO 4032:2013) – k.v. 8 (HRN EN ISO 4032:2013)
Podloška (HRN EN ISO 7089:2008) – k.v. 8 (HRN EN ISO 7089:2008)
Završna obrada - Vruće cinčanje
Napomena: Završna obrada se odnosi na vijak, maticu i podlošku.

Prednapeti konstrukcijski vijčani spojni elementi (HRN EN 14399-4:2008)
Vijak (HRN EN 14399-4:2008) – k.v. 10.9
Matica (HRN EN 14399-4:2008) – k.v. 10
Podloška (HRN EN 14399-6:2008) – k.v. 10
Završna obrada - Vruće cinčanje
Napomena: Završna obrada se odnosi na vijak, maticu i podlošku.

Pritezanje vijaka potrebno je izvesti u skladu sa silama pritezanja i postupcima definiranim u HRN EN 1993-1-8:2014/NA:2014.

3.2.2. Zavari i dodatni materijali za zavarivanje

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi dodatnih materijala za zavarivanje određuju se odnosno provode prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17, 75/20) i normama na koje te norme upućuju.

Zavari na čeličnoj konstrukciji će se točno prikazati i specificirati na izvedbenim nacrtima (radionička dokumentacija) u skladu s normama navedenim u točki 3.5.

Zahtljevana kvaliteta punila zavara kao što su: granica popuštanja, vlačna čvrstoća, relativna deformacija pri slomu i minimalna energija loma, treba biti jednaka ili bolja od zahtijevane kvalitete osnovnog materijala.

3.3. ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi sustava antikorozivne zaštite određuju se odnosno provode se prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17, 75/20) i normama na koje te norme upućuju.

Ovim projektom je predviđena slijedeća antikorozivna zaštita čeličnih elemenata nosive konstrukcije:

Konst. element	Trajnost AKZ	Sustav AKZ
Svi čelični elementi	Visoka H (> 15 godina)	Vruće cinčanje - niz normi HRN EN ISO 14713 -

Alternativno, antikorozivna zaštita za može se izvesti bojanjem **C2** prema nizu normi HRN EN ISO 12944.

Prije nanošenja premaza potrebno je pripremiti površinu sukladno zahtjevima stupnja P2 prema HRN EN ISO 8501-3, te abrazivno očistiti do traženog stupnja Sa 2 ½ prema HRN EN ISO 8501-1 kako bi se ujedno dobio i traženi profil hrapavosti koji odgovara stupnju Fine (S) prema HRN EN ISO 8503-2.

Površinske pogreške toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila koje nisu u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 10163 moraju se ispraviti da budu u skladu s prethodno navedenom normom. Analogno vrijedi i za cijevne profile koji moraju biti u skladu s normama HRN EN 10210-1 (toplo oblikovane cijevi) i HRN EN 10219-1 (hladno oblikovane cijevi).

3.4. RAZRED IZVOĐENJA ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Izvođenje čelične konstrukcije te potrebna ispitivanja i postupke dokazivanja tehničke i/ili funkcionalne ispravnosti projektiranog dijela građevine potrebno je provesti u skladu sa "TPGK" (NN.br. 17/17, 75/20), za klasu izvođenja prema HRN EN 1090-2:2012:

Konstruktivni element	Razred (klasa) izvedbe
Svi čelični elementi	**EXC2**

3.5. IZVOĐENJE ČELIČNE KONSTRUKCIJE I UPRAVLJANJE KVALITETOM

3.5.1. Proizvodi od čelika

U ovom projektu su predviđene vrste profila i kvaliteta materijala koji se treba koristiti za izvedbu čelične konstrukcije. Kvaliteta materijala ili oblik profila, uz suglasnost nadzornog inženjera i projektanta konstrukcije, može se zamijeniti ako se može dokazati da konstrukcijska svojstva nisu manje prikladna od proračunom odabranih i da kompatibilnost s proračunom je zadržana.

Potrebna ispitivanja u postupke dokazivanja uporabljivosti proizvoda od čelika određuju se, odnosno provode se prema normama nevedenim "TPGK" (NN.br. 17/17, 75/20) i normama na koje te norme upućuju.

Potvrđivanje sukladnosti proizvoda od čelika provodi se:

- Prema postupku i kriterijima Dodatka ZA norme HRN EN 10025-1 za toplo valjane proizvode iz konstrukcijskog čelika, Dodatka ZA norme HRN EN 10210-1 za toplo oblikovane šuplje profile od nelegiranih i sitno zrnatih konstrukcijskih čelika, odnosno Dodatka ZA norme HRN EN 10219-1 za hladno oblikovane šuplje profile za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitno zrnatih čelika, te odredbama "TPGK" (NN. br. 17/17,75/20) i posebnih propisa.
- Prema sustavu ocjenjivanja sukladnosti 2+ te primjerenim postupcima i kriterijima ocjenjivanja sukladnosti, za sva svojstva proizvoda od čelika određena odgovarajućom normom s popisa iz "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20), koja svojstva se odnose na ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine te otpornosti na požar, za proizvode od čelika za koje norme ne sadrže Dodatak ZA, te odredbama "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20) i posebnih propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje proizvoda od čelika, ovisno o vrsti proizvoda, provodi se prema normama na koje upućuje odgovarajuća norma '"TPGK" (NN.br. 17/17,75/20).

3.5.1.1. Kontrola ulaznog materijala

Predviđa se kontrola ulaznog materijala (elementi) u opsegu 10% šarži koje se koriste (prema izboru nadzornog inženjera), a minimalno po 1 šarža za:

- stupovi visine preko 12,0 m
- grede statičkog raspona preko 10,0 m
- rešetke statičkog raspona preko 10,0 m kontrolirat gornji i donji pojas rešetki,

Potrebno je provesti ispitivanje u akreditiranom laboratoriju slijedećih karakteristika materijala:
- granica razvlaćenja
- čvrstoća
- izduženje
- žilavost

Za odabrane šarže provodi se ispitivanje na jednom uzorku za kontrolu granice razvlačenja, čvrstoće i izduženja, te na jednom setu ozoraka (3 uzorka) za žilavost. Limovi trebaju biti kontrolirani ultrazvukom radi spriječavanja pojave dvoplatnosti za debljine ≥ 20 mm.

3.5.2. Mehanički spojni elementi

Točni vrste mehaničkih spojnih elemenata biti će dani u izvedbenom projektu.

Potrebna ispitivanja u postupke dokazivanja uporabljivosti mehaničkih spojnih elemanta određuju se, odnosno provode se prema normama navedenim u "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20) i normama na koje te norme upućuju.

Potvrđivanje sukladnosti mehaničkih spojnih elemenata provodi se:
- prema postupku i kriterijima Dodatka ZA norma HRN EN 15048-1, i HRN EN 14399-1, te odredbama "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20) i posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje mehaničkih spojnih elemenata, ovisno o vrsti mehaničkog spojnog elementa, provodi se prema normama na koje upućuje odgovarajuća norma "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20).

3.5.3. Zavarivanje

Točni oblici i dimenzije zavara biti će dani u izvedbenom projektu. Ovdje će se navesti samo preporuke i zahtjevi kojih je se potrebno pridržavati pri izradi izvedbene dokumentacije i izvođenja.

3.5.3.1. Općenito

Postupci zavarivanja trebaju biti u skladu s preporukama danim u normi HRN EN 1011. Općenito zavarivanje treba biti elektrolučno u skladu s HRN EN 1011-1, a prema potrebi i s HRN EN 1011-2, te drugim zahtjevima prikazanim u ovom poglavlju. Izvođač mora imati sustav za upravljanje zavarivanjem koji zadovoljava uvjete kvalitete definirane u normi HRN EN ISO 3834-3.

Sva dokumentacija zavarivanja (kvalifikacije zavarivača, zapisi kvalifikacija postupaka zavarivanja, specifikacije postupaka zavarivanja i povezane radne upute) za primjenu treba biti pregledana od strane osobe odgovorne za koordinaciju postupka zavarivanja. Ako je zahtijevano, dokumentacija se mora staviti na raspolaganje poslodavcu, inženjeru i, ako je isto imenovano, inspekcijskom tijelu.

Izvođač treba osigurati da su materijali koji se zavaraju kompatibilni s primijenjenim postupkom zavarivanja.

Spojevi trebaju biti pripremljeni u skladu s normama HRN EN ISO 9692-1 i HRN EN ISO 9692-2. Potrebno je poduzeti mjere opreza kako bi se osigurala čistoća spoja prije zavarivanja.

Potrebna ispitivanja u postupke dokazivanja uporabljivosti mehaničkih spojnih elemanta određuju se, odnosno provode se prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17, 75/20) i normama na koje te norme upućuju.

Potvrđivanje sukladnosti dodatnih elemenata za zavarivanje provodi se:
- prema postupku i kriterijima Dodatka ZA norme HRN EN 13479, te odredbama "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20) i posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje dodatnog materijala za zavarivanje, ovisno o vrsti, provodi se prema normama na koje upućuje odgovarajuća norma "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20).

3.5.3.2. Osposobljenost zavarivača

Provjera osposobljenosti zavarivača treba biti u skladu sa zahtjevima norme HRN EN ISO 9606-1. Provjera osposobljenosti zavarivača treba biti posvjedočena i certifikatom potvrđenim od strane ispitivača ili ispitnog tijela. Certifikat vrijedi pod uvjetom da ispunjava uvjete za odobravanje certifikata koji se navode u normi HRN EN ISO 9606-1.

3.5.3.3. Postupak zavarivanja

Pismena specifikacija postupka zavarivanja treba biti dostupna u skladu s normom HRN EN ISO 15609-1 i provjerena u skladu s normom HRN EN ISO 15614-1 od strane izvođača čelične konstrukcije.

Ispitivač ili ispitno tijelo mora provjeriti da su zapisi kvalifikacija postupka zavarivanja u skladu s normom HRN EN ISO 15614-1.

Odgovarajuće radne upute trebaju biti izrađene iz zapisa kvalifikacija postupka zavarivanja pod nadzorom koordinatora postupka zavarivanja. Radne upute trebaju biti ili pismene specifikacije postupka zavarivanja ili moraju sadržavati sve relevantne informacije zahtijevane u pismenoj specifikaciji postupka zavarivanja u drugim formatima, koji odgovaraju sustavu izvođača čelične konstrukcije.

3.5.3.4. Postupak montaže

Kratki privremeni zavari mogu se koristiti pod uvjetom:

- da su položeni u područje koje se zavaruje te potom temeljito odstranjeni brušenjem tako da je sljedeće zavarivanje nepromijenjeno;
- da se obavljaju od strane zavarivača kvalificiranog kao u 3.5.3.2 kao kratka dužina normalnih zavara do dužine koja iznosi najmanje četiri debljine debljeg spojenog dijela dugog najmanje 50 mm, te da je postupak zavarivanja u skladu s točkom 3.5.3.3;
- da su naknadno potpuno rastopljeni pomoću postupaka zavarivanja kao u točki 3.5.3.3 te da se dokaže da su potpuno rastopljeni tijekom naknadnog varenja;
- da se nalaze dalje od zone gdje će se odvijati naknadno zavarivanje i u zoni u kojoj se javljaju samo tlačne sile.

Redoslijed zavarivanja spoja ili redoslijed izvedbe spoja mora biti takav da je distorzija minimalna.

Zavarivanje dijelova potrebnih za izradu ili montažu treba biti u skladu sa zahtjevima za stalne zavare. Ako je neophodno uklanjanje, dijelovi moraju biti izrezani ili uklonjeni plamenom na mjestima udaljenim ne manje od 3 mm od površine ishodnog materijala. Preostali materijal mora biti u ravnini, a područje vizualno pregledano.

Ako je debljina ishodnog materijala veća od 20 mm također se mora provjeriti testiranjem penetrantima. Dijelovi potrebni za izradu ili montažu ne smiju se uklanjati čekićanjem.

3.5.4. Antikorozivna zaštita

Izvedba antikorozivne zaštite, potrebna ispitivanja i postupci dokazivanja uporabljivosti sustava antikorozivne zaštite provode se prema normama nevedenim u "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20) i normama na koje te norme upućuju.

Potvrđivanje sukladnosti, kao i uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje sustava antikorozivne zaštite provodi se:

- Sustav bojenjem - prema nizu normi HRN EN ISO 12944
- Sustav Cinkovih prevlaka - prema nizu normi HRN EN ISO 14713

Materijali svih slojeva premaza moraju biti isporučeni od strane istog proizvođača; ukoliko to nije moguće, potrebne su pisane izjave uzajamne kompatibilnosti između temeljnog/među/završnog premaza.

Prije nego što se naruči materijal potrebno je dobiti sukladnost ovlaštenog inženjera (projektanta) za sve materijale koji će se koristiti za premazivnje.

Tehnologiju predviđene antikorozivne zaštite potrebno je dostaviti projektantu na uvid i odobrenje (suglasnost).

3.5.4.1. Priprema površine

Priprema površine treba biti u skladu sa nizom normi HRN EN ISO 8501, te zadovoljavati stupanj pripreme površine Sa 2 ½ prema HRN EN ISO 8501-1. Potrebna hrapavost površine treba odgovarati stupnju Fine (S) prema HRN EN ISO 8503-2.

3.5.4.2. Vizualna kontrola

Bojenje mora biti izvedeno tako da sloj boje, prilikom kontrole golim okom, ne sadrži vidljive tragove slijevanja, mreškanja, bubrenja, nema pukotina, nije neravnomjerno raspoređen na površini i ostale oštećenja koja mogu dovesti do neuspješno provedenih radova bojenja.

3.5.4.3. Debljina vlažnog sloja

Debljina vlažnog sloja mora se provjeravati tijekom nanošenja odgovarajućim uređajem za mjerenje debljine vlažnog sloja prema normi ISO 2808 (metoda br. 1).Vrijednost za preračunavanje odnosa debljina vlažni/suhi sloj mora biti prethodno izračunata i dana na uvid voditelju radova bojenja.

3.5.4.4. Debljina suhog sloja

Zahtijevana debljina suhog sloja mora biti ipitana ne razornim metodama ispitivanja (magnetski ili električni mjerni uređaji) prema standardu ISO 19840 nakon nanošenja svakog pojedinog sloja i na svih slojeva po završetku radova. Najveća dozvoljena debljina suhog sloja neorganskog temeljnog premaza na bazi cinka ne smije prekoračiti 120 [µm], pri čemu nisu utvrđene nikakve pukotine. Najveća dozvoljena debljina suhog sloja ostalih vrsta premaza ne smije biti tri puta veća od najveće specificirane u tablici zaštitnog sistema ukoliko ne postoje stroža ograničenja navedena u tehničkim listovima Kod kontrole debljine suhog sloja nijedan rezultat ne smije biti manji od 80% nominalne vrijednosti.

3.5.4.5. Adhezija (prianjanje premaza)
Prianjanje premaza za podlogu kod primjene na otvorenom mora biti provjereno prema ISO 4628.

Dozvoljene vrijednosti za sustav potpune adhezije, ukoliko to nije ugovorom drugačije specificirano mora se usuglasiti sa proizvođačem boje, u bilo kojem slučaju ne smije biti niže od 3 MPa. Kod kontrole adhezije mjerenje prionljivosti izvesti metodom ASTM D 3359 i D4541 ili ISO4624.

3.5.4.6. Prijevoz, skladištenje i rukovanje
Izvođač mora osigurati poduzimanje zaštitnih mjera prilikom pakiranja i odlaganja u sanduke kako bi se izbjeglo oštećenje zaštitnog sistema prije isporuke.

Adekvatna zaštita mora se osigurati kako bi se spriječilo mehanička oštećenja, a time i atmosferska korozija, tijekom transporta i skladištenja na gradilištu.

Svi čelični dijelovi koji su dostavljaju na gradilište moraju biti položeni na odgovarajuće potpornje ili pragove od drveta ili nekog drugog materijala kako bi se osiguralo da se dijelovi nalaze najmanje 300mm iznad zemlje.

Premazani dijelovi moraju biti odloženi iznad zemlje na drvenim stalcima. Tijekom istovara i montaže mora se koristiti najlonsko uže, ili remenje od platna ili gume.

3.5.5. Montaža čelične konstrukcije

3.5.5.1. Općenito
Izvođač treba pripremiti pisanu izjavu o metodi u skladu s propisima o izgradnji (projektiranje i upravljanje). U njoj treba voditi računa o informacijama koje je poslodavac predvidio s obzirom na dizajn, montažu i program. Izvođač treba dostaviti izjavu o metodi projektantu i nadzornom inženjeru najmanje dva tjedna prije nego što započne montaža. Montaža ne bi trebala početi prije nego je izjava o metodi prihvaćena od strane projektanta i nadzornog inženjera. Prihvaćanje od strane nadzornog inženjera znači da je projekt za sigurnu montažu prihvaćen i da se može pristupiti montaži.

Poslodavac mora uspostaviti i održavati sustav za postavljanje. Odstupanja u poziciji temelja za radove moraju se mjeriti u odnosu na ovaj sustav. Dijelovi trebaju biti obrađeni i sigurno složeni na način da se smanji opasnost od površinske abrazije i štete. Nosače i male dijelove treba natkriti uz osiguranje u suhih uvjeta.

Svaki dio oštećen tijekom utovara, prijevoza, skladištenja i montaže biti će vraćen u skladu sa standardima proizvodnje kao što je navedeno u ovom opisu.

Ploče za izravnavanje koriste se kako bi se omogućilo da se konstrukcija pravilno postavi i izravna, a moraju biti dostatne veličine da se izbjegne lokalni lom betona. Ploče za izravnavanje na razini temelja koriste se kako ne bi došlo do sprječavanja naknadnog injektiranja u prostore ispod ležajne ploče. Ploče za izravnavanje na razini temelja mogu ostati trajno u mjestu. Zalijevanje se ne smije provoditi ispod ležajne ploče dok dovoljan dio konstrukcije nije poravnat i adekvatno pripremljen. Neposredno prije podlijevanja prostor ispod stupova ležajne ploče mora biti čist, bez ikakvih stranih tijela.

3.5.5.2. Stabilnost
Projektant i nadzorni inženjer treba savjetovati izvođača o mjestima na konstrukciji na kojima su potrebna privremena pričvršćenja i oslonci kako bi se osigurala stabilnost pojedinih dijelova dok zidovi, stropovi i ostali nečelični dijelovi konstrukcije nisu izgrađeni. Izvođač treba projektirati i osigurati privremena pričvršćenja i oslonce. Projektant treba osigurati dovoljnu količinu informacija kako bi omogućio izvođaču da projektira potrebne privremene radove.

Ako izvođač tijekom montaže koristi privremene oslonce koje ne zamjenjuje sa stalnima, isti se uklanjaju nakon izravnavanja konstrukcije te nakon što su postavljena stalna pričvršćenja koja osiguravaju stabilnost konstrukcije pod djelovanjem najgorih slučajeva stalnog i korisnog opterećenja, te opterećenja vjetrom. Izvođač treba osigurati da niti jedan dio konstrukcije nije trajno oštećen tijekom same montaže, a niti od privremenih opterećenja koja djeluju na konstrukciju za vrijeme montaže. Poslodavac treba osigurati da niti jedan drugi izvođač na gradilištu ne smije staviti teret na djelomično montiranu čeličnu konstrukciju bez dopuštenja izvođača čelične konstrukcije.

3.5.5.3. Podstava i izravnavanje
Svaki dio konstrukcije treba biti usklađen što je prije moguće nakon montaže. Stalni spojevi ne bi trebali biti izvođeni dok elementi konstrukcije imaju odstupanja u horizontalnoj i vertikalnoj ravnini, te dok nisu provjerene konačne dimenzije istih. Zbog toga treba uzeti u obzir učinke temperature na konstrukciju te na trake i uređaje prilikom mjerenja, za vrijeme izvođenja te za naknadne provjere dimenzija. Referentna temperatura treba iznositi 20 °C.

3.5.5.4. Zavarivanje na terenu

Zavarivanje na terenu se provodi u skladu s točkom 3.3.1. U svim slučajevima treba poduzeti mjere opreza kako struja zavarivanja ne bi oštetila komponente kroz koje prolazi te postaviti odgovarajuća lokalna uzemljenja na području zavarivanja. Zavarivanje nije dopušteno za vrijeme nevremena ukoliko se ne poduzmu odgovarajuće zaštitne mjere.

3.5.5.5. Potvrda o završetku radova

Kada je čelična konstrukcija, odnosno jedan njen dio, dovršen izvođač treba potpisati te ispostaviti poslodavcu na potpis potvrdu o završetku radova. Potpisana potvrda označava sljedeće:

- Potpis izvođača znači da je napravljen pregled kako bi se provjerilo da su svi spojevi dovršeni i da je konstrukcija izvedena u skladu sa specifikacijama i zahtjevima ugovora.
- Potpis poslodavca znači da je konstrukcija, odnosno dio konstrukcije, izveden u skladu sa specifikacijama i zahtjevima ugovora.

3.5.6. Kontrola kvalitete

3.5.6.1. Sustav kvalitete

Izvođač konstrukcije treba održavati i voditi sustav upravljanja kako bi se osiguralo da postupci za projektiranje, detalje, pojedinosti, nabavu, izradu, montažu i zaštitnu obradu čeličnih dijelova i same konstrukcije mogu osigurati završen posao u skladu sa zahtjevima specifikacija. Izvođač treba razmotriti zahtjeve specifikacije projekta prije početka radova, te osigurati projekt za sustav upravljanja kvalitetom ako isti nije pokriven u globalnom projektu. Sustav treba biti ili ocijenjen i potvrđen da zadovoljava zahtjevima norme HRN EN ISO 9001 od strane akreditiranog tijela za certificiranje ili otvoren za reviziju i odobrenje od strane poslodavca. Sustav treba obuhvatiti sve postupke navedene u normama HRN EN ISO 9001 i HRN EN ISO 3834-3.

3.5.6.2. Dodatni pregledi i ispitivanja

Izvođač treba osigurati potrebne sadržaje za bilo kakve testove i preglede zahtjevane u specifikacijama projekta.

3.5.6.3. Zapisi

Svi zapisi izrađeni u skladu sa sustavom opisani u točki 3.5.6.1 trebaju biti dostupni poslodavcu i inspekcijskom tijelu tijekom ugovornog razdoblja.

3.6. ZAHTJEVI KOJI MORAJU BITI ISPUNJENI TIJEKOM IZVOĐENJA GRAĐEVINE

Zahtjevi koji moraju biti ispunjeni tokom izvođenja projektiranog dijela građevine, moraju u svemu biti prema "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20); za razred (klasu) izvođenja projektiranog dijela konstrukcije prema HRN EN 1090-2:2012.

3.6.1. Predmontaža čelične konstrukcije

Za karakteristične dijelove projektiranih konstrukcija je potrebno provesti probnu montažu u pogonu.

3.7. OSIGURANJE KVALITETE ZA VRIJEME ŽIVOTNOG VIJEKA / KORIŠTENJA

Investitor ili korisnik zgrade odgovoran je za njenu konstrukcijsku stabilnost tijekom eksploatacije te bi trebao provoditi sljedeće aktivnosti:

- osigurati program održavanja čelične konstrukcije,
- voditi evidenciju o čeličnoj konstrukciji u servisnoj knjizi,
- provoditi tekuće (redovite) godišnje preglede,
- provoditi glavne preglede svakih 5 godina,
- provoditi izvanredne preglede nakon izvanrednih događaja,
- provoditi obnovu ili popravak čelične konstrukcije ako je za vrijeme pregleda uočena bilo kakva šteta, a sve u skladu s važećim standardima i propisima.

Održavanje i preglede potrebno je provoditi u skladu s "TPGK" (NN.br. 17/17, 75/20) te u skladu s tablicom ispod:

Tip pregleda konstrukcije	Učestalost pregleda konstrukcije	Opis pregleda
Tekući kontrolni pregled	Godišnje	Vizualni pregled konstrukcije (provjera progiba nosača, provjera spojnih sredstva, provjera vertikalnosti konstrukcije), Vizualni pregled antikorozivne zaštite
Opći pregled	Svakih 5 godina	Utvrđivanje općeg stanja građevine, vizualna kontrola i mjerenja Kontrola deformacija nosača, vertikalnosti građevine, debljine sloja AKZ-a, kontrola debljine stjenke nosča, kontrola spojnih sredstva, zavara.
Posebni pregledi	Prema potrebi nakon općeg i/ili tekućeg pregleda	Ako se tekućim i/ili općim pregledom utvrde oštećenja, detaljno istraživanje uzroka i oštećenja.

Izvanredni pregledi se provode nakon izvanrednih događaja kao što su naprimjer potres, požar ili na zahtjev inspekcije.

Tip pregleda konstrukcije	Učestalost pregleda konstrukcije	Opis pregleda
Izvanredni pregled	nakon izvanrednog događaja	Utvrđivanje općeg stanja građevine, vizualna kontrola i mjerenja Kontrola deformacija nosača, vertikalnosti građevine, debljine sloja AKZ-a, kontrola debljine stjenke nosča, kontrola spojnih sredstva, zavara.
Posebni pregledi	Prema potrebi nakon izvenrednog pregleda	Ako se tekućim i/ili općim pregledom utvrde oštećenja, detaljno istraživanje uzroka i oštećenja.

Zahtjeve učestalosti periodičnih pregleda tijekom uporabe, a u svrhu održavanja dijela građevine u svemu provoditi prema "TPGK" (NN.br. 17/17,75/20).

3.8. POPIS TEHNIČKIH PROPISA I NORMI ZA IZVEDBU

Propisi:

1. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN.br. 17/17,75/20)

Čelik:

1. HRN EN 10017 - Valjana čelična žica za vučenje i/ili hladno valjanje - Mjere i dopuštena odstupanja
2. HRN EN 10020 - Definicija i razredba vrsta čelika
3. HRN EN 10021 - Opći tehnički uvjeti isporuke za čelične proizvode
4. HRN EN 10024 - Toplo valjani I-profili sa skošenim pojasnicama - Dopuštena odstupanja oblika i mjera
5. HRN EN 10025 - Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika
6. HRN EN 10027 - Sustavi označivanja za čelike
7. HRN EN 10029 - Toplo valjani čelični limovi debljine 3 mm ili više
8. HRN EN 10034 - I-profili i H-profili od konstrukcijskih čelika - Dopuštena odstupanja mjera i oblika
9. HRN EN 10048 - Toplo valjana čelična traka -- Dopuštena odstupanja mjera i oblika
10. HRN EN 10051 - Neprekinuta, toplo valjana traka i ploča/lim izrezana iz široke trake od nelegiranih i Legiranih čelika - Dopuštena odstupanja dimenzija i oblika
11. HRN EN 10055 - Toplo valjani T-profil s istokračnom pojasnicom zaobljenih rubova i prijelaza - Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera
12. HRN EN 10056 - Čelični kutnici s jednakim i nejednakim krakovima
13. HRN EN 10060 - Toplo valjane okrugle čelične šipke za opću namjenu - Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera
14. HRN EN 10163 - Uvjeti isporuke za stanje površine toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila
15. HRN EN 10164 - Čelični proizvodi s poboljšanim svojstvima na deformaciju okomito na površinu proizvoda - Tehnički uvjeti isporuke

16. HRN EN 10204 - Metalni proizvodi - Vrste dokumenata o ispitivanju
17. HRN EN 10210 - Toplo oblikovani šuplji profili od nelegiranih i sitnozrnatih konstrukcijskih čelika
18. HRN EN 10219 - Hladno oblikovani šuplji profili za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitnozrnatih čelika
19. HRN EN 10268 - Hladno valjani čelični plosnati proizvodi s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje - Tehnički uvjeti isporuke
20. HRN EN 10279 - Toplo valjani čelični U profili - Dozvoljena odstupanja oblika, mjera i mase

Spojni elementi (vijci i zavari)

1. HRN EN 15048 - Konstrukcijski vijčani spojevi bez predopterećenja
2. HRN EN ISO 898 - Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od ugljičnih i legiranih čelika
3. HRN EN 20898 - Mehanička svojstva spojnih elemenata
4. HRN EN ISO 3269 - Spojni elementi - Prijamno ispitivanje
5. HRN EN 14399 - Visokočvrsti konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi
6. HRN EN 13479 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Opća norma za dodatne materijale i praškove za zavarivanje metalnih materijala taljenjem
7. HRN EN ISO 2560 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Obložene elektrode za ručno elektrolučno zavarivanje nelegiranih i sitnozrnatih čelika
8. HRN EN ISO 14175 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Plinovi i plinske mješavine za zavarivanje taljenjem i srodne postupke
9. HRN EN ISO 14341 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Žičane elektrode i depoziti za elektrolučno zavarivanje metalnom taljivom elektrodom u zaštiti plina za nelegirane i sitnozrnate čelike - Razredba
10. HRN EN ISO 14171 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Elektrode od pune žice, žice punjene praškom i kombinacije žica/prašak za elektrolučno zavarivanje pod praškom nelegiranih čelika i sitnozrnatih čelika – Razredba
11. HRN EN ISO 18275 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Obložene elektrode za ručno elektrolučno zavarivanje (REL) čelika visoke čvrstoće – Razredba
12. HRN EN ISO 17632 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje. Punjene elektrode za plinom zaštićenih i bez zaštite plina za zavarivanje sa nelegiranih i sitnozrnatih čelika. Razredba
13. HRN EN ISO 636 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Šipke, žice i depoziti za TIG zavarivanje nelegiranih i sitnozrnatih čelika – Razredba

Izvođenje

1. HRN EN 1090 - Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija
2. HRN EN ISO 14555 - Zavarivanje -- Elektrolučno zavarivanje svornjaka za metalne materijale
3. HRN EN ISO 15607 - Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale. Opća pravila
4. HRN EN 1011 - Zavarivanje -- Preporuke za zavarivanje metalnih materijala
5. HRN EN ISO 3834 - Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala
6. HRN EN ISO 9692 - Zavarivanje i srodni procesi - Preporuke za pripremu spoja
7. HRN EN ISO 15609 - Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale – Specifikacija postupka zavarivanja
8. HRN EN ISO 15614 - Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale -- Ispitivanje postupka zavarivanja
9. HRN EN ISO 9606-1- Provjera osposobljenosti zavarivača - Zavarivanje taljenjem – Čelici
10. HRN EN ISO 17637 - Nerazorno ispitivanje zavara - Vizualno ispitivanje zavarenih spojeva nastalih taljenjem
11. HRN EN ISO 17638 - Nerazorno ispitivanje zavara - Ispitivanje magnetnim česticama
12. HRN EN ISO 3452 - Nerazorno ispitivanje - Ispitivanje penetrantima
13. HRN EN ISO 17640 - Nerazorno ispitivanje zavara - Ultrazvučno ispitivanje - Tehnike, razine ispitivanja i ocjenjivanje

Antikorozivna zaštita:

1. HRN EN ISO 2808 - Boje i lakovi - Određivanje debljine filma
2. HRN EN ISO 8501 - Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda - Vizualna procjena čistoće površine
3. HRN EN ISO 8503 - Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda -- Svojstva Hrapavosti površina čeličnih podloga čišćenih mlazom abraziva
4. HRN EN ISO 12944 - Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja
5. HRN EN ISO 1461 - Vruće pocinčane prevlake na željeznim i čeličnim predmetima

4. TEHNIČKI UVJETI ZA ZIDANU KONSTRUKCIJU I ZIDARSKE RADOVE OPĆENITO

Prilikom izvedbe zidane konstrukcije i zidarskih radova prema projektu i troškovniku izrađenog na osnovu ovog projekta konstrukcije, izvođač radova mora se pridržavati svih uvjeta i opisa u projektu i troškovniku kao i važećih propisa, a posebno Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br.17/17, 75/20).

Za nosive elemente konstrukcije koji su eventualno projektom ili troškovnikom predviđeni kao zidani zidovi zahtijeva se da ti elementi konstrukcije budu od zidnih elemenata Skupine 1 ili 2 i I. kategorije proizvodnje te morta zadanog sastava izvedeni u skladu s razredom izvedbe "B".

Materijali koji se upotrebljava za zidarske radove mora biti ispravan, kvalitetan, a na zahtjev izvođač mora predočiti važeće certifikate, tehnička dopuštenja i izjave o sukladnosti proizvoda ili dati ispitati prema važećim propisima i normama zahtijevanim u Tehničkom propisu za zidane konstrukcije.

Materijal koji je upotrebljavan mora zadovoljiti slijedeće norme:
- HRN EN 771-1:2005 Specifikacije za zidne elemente – 1. dio: Opečni zidni elementi
- HRN EN 771-2:2005 Specifikacije za zidne elemente – 2. dio: Vapnenosilikatni zidni elementi
- HRN EN 771-3:2005 Specifikacije za zidne elemente – 3. dio: Betonski zidni elementi (gusti i lagani agregat)
- HRN EN 771-4:2004 Specifikacije za zidne elemente – 4. dio: Zidni elementi od porastoga betona
- HRN EN 771-4/A1:2005 Specifikacije za zidne elemente – 4. dio: Zidni elementi od porastoga betona
- HRN EN 771-5:2005 Specifikacije za zidne elemente – 5. dio: Zidni elementi od umjetnoga kamena
- HRN EN 771-6:2006 Specifikacije za zidne elemente – 6. dio: Zidni elementi od prirodnoga kamena
- HRN EN 12859:2002 Gipsani blokovi – Definicije, zahtjevi i ispitne metode
- HRN EN 998-2:2003 Specifikacije morta za ziđe – 2. dio: Mort za ziđe
- HRN CEN/TR 15225:2006 Smjernice za tvorničku kontrolu proizvodnje za označavanje oznakom CE (potvrđivanje sukladnosti 2+) za projektirane mortove
- HRN EN 13501-1:2002 Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru – 1. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja reakcije na požar
- HRN EN 459-1:2004 Građevno vapno – 1. dio: Definicije, specifikacije i kriteriji sukladnosti
- HRN EN 459-3:2004 Građevno vapno – 3. dio: Vrednovanje sukladnosti
- HRN EN 413-1:2004 Zidarski cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti
- HRN EN 197-2:2004 Cement – 2. dio: Vrednovanje sukladnosti
- HRN CR 14245:2004 Vodič za primjenu EN 197-2 »Vrednovanje sukladnosti«
  HRN EN 13279-1:2006 Veziva i žbuke na osnovi gipsa – 1. dio: Definicije i zahtjevi
- HRN EN 13139:2003 Agregati za mort
  HRN EN 13055-1:2003 Lagani agregati – 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje
- HRN EN 13139/AC:2006 Agregat za mort
  HRN EN 13055-1/AC:2006 Lagani agregati – 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje

Kontrolu zahtijevane kvalitete opeke i morta kao i kvalitete morta provesti i prema europskim normama:

-zapreminska masa i poroznost svježeg morta	EN 1015-7
-konzistencija svježeg morta	EN 1015-3
-tlačna i savojna vlačna čvrstoća morta	EN 1015-11
-tlačna čvrstoća opeke	EN 771-1, EN 772-1, EN 772-3, EN 772-13, EN 772-16

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 miješanja. Pijesak različitih tipova treba pohraniti odvojeno na tvrdoj podlozi, gdje neće biti onečišćen.

Mort treba biti miješan 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 miješanju i transportu treba održavati čistim. Nakon što se mort izmiješa i izvađen je iz miješalice 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 pripremljeni 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 prionjivost 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.

5. TEHNIČKI UVJETI ZA DRVENU KONSTRUKCIJU

Prilikom izvedbe drvene konstrukcije 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:

- HRN EN 1995-1-1:2013	Projektiranje drvenih konstrukcija - Dio 1-1: Općenito - Zajednička pravila i pravila za građevine (EN 1995-1-1:2004 + AC:2006)
- HRN EN 16351:2015	Drvene konstrukcije – Križno lamelirano drvo – Zahtjevi (EN 16351:2015)
- HRN EN 460	Trajnost drva i proizvoda na osnovi drva – Prirodna trajnost masivnog drva – Upute za određivanje zahtjeva za trajnost drva u odnosu na razrede opasnosti
- HRS CEN/TS 1099	Uslojeno drvo – Biološka trajnost – Smjernice za ocjenu upotrebljivosti uslojenog drva u različitim uporabnim razredima
- HRN EN 599-2:2016	Trajnost drva i proizvoda na osnovi drva – Učinkovistost preventivnih sredstava za zaštitu drva određena biološkim ispitivanjima – 2. Dio: Klasifikacija i označivanje
- HRI CEN/TR 12872	Ploče na osnovi drva – Smjernice za uporabu nosivih ploča za podove, zidove i stropove
- HRN EN 335:2013	Trajnost drva i proizvoda na osnovi drva – Upotreba razreda: definicije, primjena na cjelovito drvo i ploče na osnovi drva (EN 355:2013)
- HRN EN 13183-1:2008	Sadržaj vode u drvu – 1. dio: Određivanje gravimetrijskom metodom (EN 13183-1:2002+AC:2003)
- HRN EN 13183-2:2008	Sadržaj vode u drvu – 2. dio: Procjenjivanje elektrootpornom metodom (EN 13183-2:2002+AC:2003)
- HRN EN 14081-1:2019	Drvene konstrukcije - Konstrukcijsko drvo pravokutnoga poprečnog presjeka razvrstano prema čvrstoći - 1. dio: Opći zahtijevi (EN 14081-1:2016+A1:2019)
- HRN EN 14081-2:2018	Drvene konstrukcije - Konstrukcijsko drvo pravokutnoga poprečnog presjeka razvrstano prema čvrstoći - 1. dio: Strojno razvrstavanje; dodatni zahtijevi za početno ispitivanje tipa (EN 14081-2:2018)
- HRN EN 14080:2013	Drvene konstrukcije – Lijepljeno lamelirano drvo i lijepljeno cjelovito drvo – Zahtjevi (EN 14080:2013)
- HRN EN 13986:2015	Ploče na osnovi drva za uporabu u graditeljstvu – karakteristike, ocjenjivanje sukladnosti i označavanje (EN 13986:2004+A1:2015)
- HRN EN 14592:2012	Drvene konstrukcije – Štapasta spajala – Zahtjevi (EN 14592:2008+A1:2012)
- HRN EN 14545:2008	Drvene konstrukcije – Neštapasti spojni elementi – Zahtjevi (EN 14545:2008)
- HRN EN 912:2011	Spajala za drvo – Specifikacije za moždanike za drvo (EN 912:2011)
- HRN EN 12436:2005	Adhezivi za nosive drvene konstrukcije – Kazeinski adhezivi – Klasifikacija i zahtjevi izvedbe (EN 12436:2001)
- HRN EN 301:2017	Fenolni i aminoplastični adhezivi za nosive drvene konstrukcije – Klasifikacija i zahtjevi izvedbe (EN 301:2017)
- HRN EN 15425:2008	Jednokomponentni poliuretanski adhezivi za nosive drvene konstrukcije – Klasifikacija i zahtjevi izvedbe (EN 15425).

Sva građa koja se koristi u drvenim konstrukcijama mora odgovarati projektiranoj klasi kvaliteta.

Elementi drvene konstrukcije se na gradilištu izvode od drvnih proizvoda, mehaničkih spajala, i zaštitnih sredstava proizvedenih prema pravilima nevedenim u Tehničkom proisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17).

Prije izvođenja elemenata drvene konstrukcije izvođač mora:

– pregledati svaku otpremnicu i oznaku na drvnim proizvodima, mehaničkim spajalima, ljepilima, zaštitnim sredstvima i drugim građevnim proizvodima, koji se koriste,

– vizualno kontrolirati drvne proizvode, ambalažu mehaničkih spajala, ljepila, zaštitnih sredstava i ambalaže ostalih građevnih proizvoda da se utvrde moguća oštećenja,

– utvrditi sadržaj vode drvnih odnosno predgotovljenih proizvoda.

Sadržaj vode drvnih proizvoda se utvrđuje neposredno prije izvođenja elemenata drvene konstrukcije u skladu sa normama HRN EN 13183-1 i HRN EN 13183-2.

Prije početka izvođenja elemenata drvene konstrukcije provode se kontrolna ispitivanja građevnih proizvoda u slučaju sumnje.

Elementi drvene konstrukcije moraju biti označeni smjerom montiranja ako to nije jasno vidljivo iz njihovog oblika. Prilikom transporta do gradilišta i po gradilištu te prilikom montaže potrebno je u svemu se pridržavati zahtjeva iz projekta drvene konstrukcije i osigurati da se drvni proizvodi i predgotovljeni elementi ne dovedu u položaj neusklađen s projektom koji bi mogao prouzročiti prekoračenje naprezanja u odnosu na ona u eksploataciji, gubitak stabilnosti elementa ili prevrtanje.

Krojenje drvnih proizvoda radi se u pravilu na zato pripremljenoj i natkrivenoj podlozi odnosno stolu, na kojem je nacrtana konstrukcija sa svim detaljima i nadvišenjima u prirodnoj veličini uz primjenu preciznih alata, osim u slučaju jednostavnih elemenata drvene konstrukcije (rogovi za krovište i sl.) ili elemenata drvene konstrukcije čiji se pojedini dijelovi mogu spojiti istovremeno u konačnom položaju, podloga na kojoj se krojenje drvnih proizvoda radi ne mora imati na sebi nacrtanu konstrukciju u prirodnoj veličini. Pri izradi tesarski veza na spoju rog podrožnica maksimalna dubina zasjecanja smije biti h/6 - h/4 ovisno o nagibu prema važećim propisima.

Prilikom krojenja drvnih proizvoda, preostali dijelovi koji će se ugraditi moraju biti nakon krojenja primjereno uskladišteni i tako označeni da ne dođe u sumnju o kojoj vrsti i kojem razredu proizvoda se radi. Kod rešetkastih nosača potrebno je prekontrolirati krajeve pojedinih elemenata rešetke na postojanje kvrga i raspuklina te elemente koji ne zadovoljavaju kriterije ugradbe odbaciti.

Rupe, utori i zarezi za spajala moraju biti izvedeni s takvom preciznošću da se osiguraju projektom predviđena svojstva spoja. Smatra se da je prethodni uvjet ispunjen ako se rupe za spajala izvode istovremeno na svim elementima istog spoja privremeno složenim u konačni položaj. Ugradba spajala provodi se u takvom privremenom položaju elemenata konstrukcije kojim se osigurava projektirano nadvišenje.

Tijekom izvođenja drvena konstrukcija mora biti osigurana od opterećenja prouzročenih samom izvedbom (uključujući od opreme koja se koristi pri izvođenju ili samih postupaka izvedbe) kao i od utjecaja vjetra ili nedovršenosti konstrukcije u skladu s projektom drvene konstrukcije. Sva se privremena učvršćenja i pridržanja moraju ostaviti u drvenoj konstrukciji dok drvena konstrukcija ne bude izvedena do onog stupnja koji dopušta njihovo sigurno uklanjanje.

Lijepljenje na gradilištu dopušteno je samo u kontroliranim uvjetima u skladu sa tehničkom uputom proizvođača ljepila, zahtjevima iz projekta drvene konstrukcije i odredbama Tehničkog propisa. Lijepiti se smiju samo elementi čija je površina prethodno pripremljena (osušena, odmašćena, otprašena i sl.) u skladu s projektom i prema tehničkoj uputi proizvođača. Pri izvođenju lijepljenih spojeva zabranjuje se brusnim papirom popravljati neravne površine. Pri izvođenju lijepljenih spojeva sadržaj vode drvnog proizvoda na mjestu spoja mora se kontrolirati neposredno prije lijepljenja u skladu s odgovarajućom normom iz Tehničkog propisa. Maksimalna razlika sadržaja vode drvnog proizvoda na mjestu spoja ne smije biti veća od 2% u odnosu na projektom određen sadržaj vode.

Svi spojevi moraju biti izvedeni sa ljepilima istog porijekla, kao i ljepilo s kojim je izvedeno međusobno lijepljenje lamela u slučaju lameliranih nosača. Ljepilo se mora pripraviti i upotrijebiti na način i u vremenu kako je to određeno tehničkom uputom proizvođača. Lijepljeni spoj se mora tretirati prema tehničkoj uputi proizvođača. Pritisak za vrijeme lijepljenja mora biti ravnomjerno raspoređen po čitavoj površini spoja. Pritisak mora biti u skladu sa tehničkom uputom proizvođača, a ni u kojem slučaju ne smije biti manji od 50 N/cm^2. Trajanje pritiska mora odgovarati karakteristikama upotrijebljenog ljepila i mikroklimatskim uvjetima u kojima se lijepi.

U toku vezivanja ljepila nije dopušteno pomicanje elemenata.Kontrola lijepljenog spoja i čvrstoća ljepila moraju se u lijepljenoj konstrukciji kontrolirati i poslije završetka lijepljenja, što se postiže ispitivanjem probnih uzoraka izrađenih u istim uvjetima i identičnim okolnostima kao i kod osnovne lijepljene konstrukcije ili uzimanjem probnih uzoraka iz osnovne konstrukcije odgovarajućom primjenom normi niza HRN EN 15416 i niza HRN EN 302 (1-4).

Izvođač mora prije početka ugradnje u drvenu konstrukciju provjeriti je li izrađeni odnosno proizvedeni predgotovljeni element (uključivo sadržaj vode tog elementa utvrđen neposredno prije ugradnje) u skladu sa zahtjevima iz projekta drvene konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja predgotovljenog elementa došlo do njegovog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva drvene konstrukcije.

Nadzorni inženjer neposredno prije ugradnje predgotovljenog elementa u drvenu konstrukciju mora:

a) provjeriti da li je za predgotovljeni element, izrađen prema projektu drvene konstrukcije, dokazana njegova uporabljivost u skladu s projektom.
b) provjeriti postoji li za predgotovljeni element proizveden prema tehničkoj specifikaciji isprava o sukladnosti te da li je predgotovljeni element sukladan zahtjevima iz projekta drvene konstrukcije,
c) provjeriti da li je predgotovljeni element postavljen u skladu s projektom drvene konstrukcije i Prilogom «D» ovoga Propisa, odnosno s tehničkom uputom za ugradnju i uporabu,
d) dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Tijekom transporta, obrade, međuskladištenja, montaže i uporabe potrebno je spriječiti vlaženje drvene građe, izbjegavanjem izravnog kontakta sa vodom ili tlom, ispravnim slaganjem elementa i natkrivanjem. Elemente drvene konstrukcije treba slagati u slojeve tako da su natkriveni, međusobno razmaknuti i izloženi stalnom provjetravanju.Pri skladištenju na slobodnom prostoru lijepljeno lamelirano drvo, namijenjeno ugradnji u konstrukciju, obvezno se mora u što kraćem periodu ugraditi.

Nije dopuštena preventivna zaštita (impregnacija) primjenom kemijskih zaštitnih sredstava na gradilištu osim u slučaju nanošenja završnog premaza kada je to određeno projektom drvene konstrukcije, te na popravak zaštite koji je nužan zbog eventualnog oštećenja zaštite prilikom transporta, obrade, međuskladištenja i montaže elemenata drvene konstrukcije.

Drvenu konstrukciju je potrebno zaštiti premazivanjem zaštitinim sredstvima koja sprečavaju paljenje ili protupožarnim kemijskim sredstvima prema trenutno važećim propisima.

Drvene konstrukcije je potrebno zaštiti od vlage i to prikladnim sredstvima za zaštitu od vlage kao što su: lazurne boje, bezbojni lakovi, pokrivno pigmentirani lakovi i dr. Osim toga drvenu građu i konstrukciju je potrebno zaštiti od štetnog i razornog djelovanja gljiva i insekata. Sva drvena građa se mora očistiti od kore, prljavština i iverja, a nakon što je obrađena i spojena mora se premazati zaštitnim sredstvom koje može biti organskog ili anorganskog porijekla. Kemijski sastav zaštitnih sredstava kao i njihova svojstva moraju odgovarati normama: HRN EN 351-1:2008, HRN EN 599-1:2014, HRN EN 599-2:2016, HRN EN 15228:2009, HRN EN 927-1:2013, HRN EN 927-2:2014, HRN EN 971-1:2002 i HRN EN 13501-1:2019.

U slučaju izvođenja radova zaštite moraju se spriječiti emisija opasnih tvari u okoliš i provoditi primjerene mjere zaštite na radu. Prilikom nanošenja zaštitnog sredstva potrebno je u svemu se pridržavati tehničke upute proizvođača i zahtjeva iz projekta drvene konstrukcije. Prije nanošenja zaštitnih sredstava potrebno je površinu elementa konstrukcije očistiti prema zahtjevima projekta i u skladu sa tehničkom uputom proizvođača. Za zaštitu elemenata konstrukcije sa lijepljenim spojevima nije dopuštena upotreba zaštitnog sredstva (premaza) koje kemijski reagira sa upotrebljenim ljepilom. Tijekom izvođenja drvene konstrukcije potrebno je gospodariti, u skladu s posebnim propisom, s otpadnim količinama zaštitnih sredstava.

Pri dokazivanju uporabljivosti zaštite drvene konstrukcije treba uzeti u obzir:

a) zapise u građevinskom dnevniku o svojstvima i drugim podacima o zaštiti drvene konstrukcije,
b) dokaze uporabljivosti (rezultate ispitivanja, zapise o provedenim postupcima i dr.) koje je izvođač osigurao tijekom provođenja postupaka zaštite drvene konstrukcije,
c) uvjete građenja i druge okolnosti koje prema građevinskom dnevniku i drugoj dokumentaciji koju izvođač mora imati na gradilištu, te dokumentaciju koju mora imati proizvođač građevnog proizvoda, mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva zaštite drvene konstrukcije.

6. ZEMLJANI RADOVI I RADOVI TEMELJENJA

Sve zemljane radove izvesti u skladu sa zahtjevima danim u tehničkom opisu te statičkom proračunu temeljne konstrukcije.

Projektom nisu predviđeni zemljani radovi osim temeljenja novog spiralnog stubišta

7. NADZOR

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija.

Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova. Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete.

Glavni nadzor nad provođenjem sustava održavanja kvalitete obavlja glavni nadzorni inženjer (kontinuirano). Glavni nadzorni inženjer može imati pomoćnike-specijaliste iz područja tehnologije betona, proračuna konstrukcije, te prisutnost projektanta koji obavlja projektantski nadzor. U skladu sa zakonskim propisima vanjski nadzor može obavljati i nezavisna ovlaštena organizacija za kontrolu kvalitete.

Izvođač radova mora voditi građevinski dnevnik (prema Pravilniku o vođenju građevinskog dnevnika) koji svakodnevno u vrijeme izvođenja radova ispunjava osoba izvođača, a ovjerava nadzorni inženjer kao i svu ostalu dokumentaciju kakvoće korištenih materijala i izvedenih radova. Svi radovi vode se i preuzimaju kroz građevinski dnevnik i to po fazama rada, pri čemu je nužno da za početak radova naredne faze nadzorni inženjer ocjeni kvalitetu izvedenih radova te nakon toga odobri nastavak radova.

7.1. PROJEKTANTSKI NADZOR

Projektantski nadzor nad izvođenjem predmetnih radova obavlja projektant osobno ili preko svojih suradnika. Taj nadzor vodi brigu da se radovi izvedu prema projektu i njegovim dopunama (ako budu postojale) i svrsishodno namjeni koja proizlazi iz projekta. Projektantski nadzor projektanta je povremenog karaktera.

Projektant ima pravo donositi odluke u slučaju kada se ukaže potreba da se izvrše izmjene pojedinih dijelova projekta, bilo po opsegu, postupku ili redoslijedu izvođenja radova.

7.2. STRUČNI NADZOR

Potrebno je osigurati stalni stručni nadzor tijekom izvođenja radova. Nadzorni inženjer je predstavnik investitora, plaćen je od investitora i izvršava svoju odgovornost prema njemu. Nadzorni inženjer ima zadatak da kontinuirano prati radove, a za veće radove u punom radnom vremenu. On je odgovoran za tumačenje ugovornih obaveza i izmjena, on uspostavlja kriterije prihvatljivosti, vodi računa da se radovi izvedu u skladu sa projektom i standardima i dobrom praksom, ocjenjuje napredovanje gradnje i određuje dinamiku plaćanja graditelju sukladno količini izvršenih radova i ugrađenom materijalu. U slučaju kakvih većih odstupanja od projektnih postavki, zapažanja ovog nadzora su mjerodavna kod odluke o nastavku rada. Nadzorni inženjer stalno obavještava vlasnika o toku radova i zadovoljenju roka završetka radova.

Nadzorni inženjer mora imati tehničko znanje o građevinskim materijalima i izvođenju gradnje i imati iskustvo s tim te mora zadobiti povjerenje i poštovanje vlasnika i izvoditelja.

7.3. IZVJEŠĆE O IZVEDENIM RADOVIMA

Da bi se sačuvali svi podaci o izvedenom stanju, potrebno je po završenom poslu izraditi izvješće o svim izvedenim radovima. Poseban naglasak u tom izvješću treba staviti na eventualne izmjene u odnosu na predviđeno projektom.

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

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. Popravak 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.

9. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

Prilikom projektiranja nosive konstrukcije objekta poštivane su propisane i u pravilima tehničke prakse usvojene mjere zaštite od požara. To podrazumijeva prvenstveno osiguranje potrebnog minimalnog zaštitnog sloja armiranobetonskih konstrukcijskih elemenata te izvedbu protupožarne zaštite čeličnih elemenata konstrukcije premazima ili oblaganjem,

Mjere protupožarne zaštite prilikom korištenja građevine uređuje nadležna služba investitora, odnosno tehnolog, u skladu sa Zakonom o zaštiti od požara i važeće tehničke regulative.

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

Provedbu zaštitnih mjera provjerava stručnjak, imenovan od strane rukovoditelja službe investitora zadužene za održavanje. Nadzor obavlja nadležna inspekcija.

10. MJERE ZAŠTITE NA RADU

Izvođač je odgovoran za osiguranje svih potrebnih mjera zaštite na radu. Mjere predviđaju odgovarajuću organizaciju rada, te opremu i radnje obvezatne po Zakonu o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/185), prikladne vrsti radova. Posebno se ističe nužnost osiguranja radnika kod radova na visini i onemogućavanje kretanja ljudi u zonama iznad kojih se izvodi uklanjanje postojećih zidova i stropnih konstrukcija, a vezano s time, osiguranje nepristupnosti nezaposlenima u zonu izvođenja radova.

Nadzor obavlja nadzorni inženjer, koordinator zaštite na radu te nadležna inspekcija.

U Zagrebu, kolovoz 2021.

Projektant:

Branko Galić, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Branko Galić
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3065

NARUČITELJ :	SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, **EPARHIJA ZAGREBAČKO**–LJUBLJANSKA, **CRKVENA OPĆINA ZAGREB** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342
GRAĐEVINA :	**PROJEKTNO TEHNIČKA** DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU
LOKACIJA :	Ulica Svetog Preobraženja, **k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**
RAZINA PROJEKTA :	GLAVNI PROJEKT
BROJ PROJEKTA :	118/2021
Z.O.P. :	85/21

C/ **TEHNIČKI DIO**

C/1. TEHNIČKI OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE

C.1.1 UVOD

Uslijed potresa koji se dogodio 22.03.2020.g. na predmetnoj građevini su se dogodila oštećenja konstrukcijskih i nekonstrukcijskih elemenata. Najveći dio oštećenja se odnosi na oštećenja i raspucavanje pregradnih opečnih zidova i opadanje žbuke, pojavu dijagonalnih posmičnih pukotina u pojedinim nosivim zidovima i nadvojima iznad otvora te odvajanje dijela fasadnih zidova po svim etažama. Zvonik crkve je također pretrpio značajna oštećenja.

Odmah poslije potresa naručitelj je pristupio hitnim intervencijama u vidu uklanjanja žbuke kojima je prijetilo padanje na podne površine.

Prije ovog projekta izrađen je Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije (TD 100/2021, Radionica statike, Zagreb, srpanj 2021.) kojim su dobivene smjernice i mjere potrebne za podizanje seizmičke otpornosti građevine na današnje tražene propise.

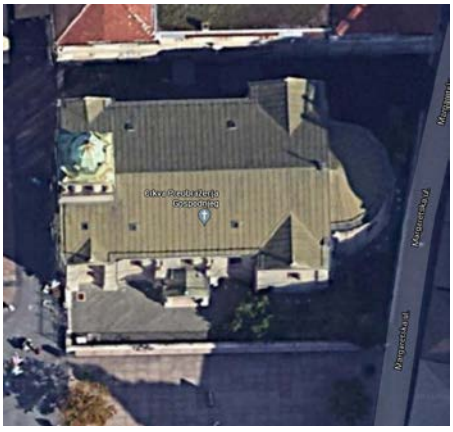
U sklopu izrade dokumentacije, provedeni su i istražni radovi opečenih zidova. Radove i izradu izvještaja je provela tvrtka INSTITUT IGH d.d. iz Zagreba, s brojem izvještaja 72530-OI/722-723/21.

Također provedeni su istražni radovi sondiranja temelja, odnosno dobivanja kote dubine temeljenja, te otvaranja sondi na poziciji poda crkve, poda kora i poda potkrovlja, kao i istražni radovi s vanjske strane. Radovi su provedeni od strane tvrtke Radionica statike d.o.o.

Arhitektonske podloge su dobivene od strane naručitelja ovog projekta. Snimak postojećeg stanja je izradila tvrtka VEKTRA d.o.o. iz Varaždina.

C.1.2 PRIKAZ POSTOJEĆEG STANJA

Predmet ovog projekta je cjelovita obnova nosive konstrukcije građevine Crkve Preobraženja Gospodnjeg u Zagrebu, Preobraženska ulica 4. Građevina je pravilnog oblika i sastoji se od crkve sa zvonikom. Pogled na građevinu prikazan je na slici s označenim dijelom koji je obrađen ovim projektom. Radi se o jednobrodnoj crkvi u obliku latinskog križa s kratkim krakovima transepta. Crkva je sagrađena 1866. godine prema projektu Franje Kleina na mjestu srušene katoličke crkva Sv. Margarete. Unutrašnjost crkve je uređena 1884. godine prema projektu Hermanna Bollea, te je prema njegovom projetku preoblikovana i vanjština crkve 1913. Crkva je približnih tlocrtnih dimenzija a × b = 28,35 × 15,43 m. Radi se o klasičnoj sakralnoj građevini zidanom punom opekom u vapnenom mortu s klasičnim drvenim krovištem. Karakteriziraju ju visoki zidovi s kontraforima na koje se oslanja baldahinski svod s lukovima. Vertikalnu komunikaciju čini stubište na jugozapadnom dijelu crkve. Visina do sljemena krovišta iznosi 16,70 m dok je visina zvonika 34,85 m.

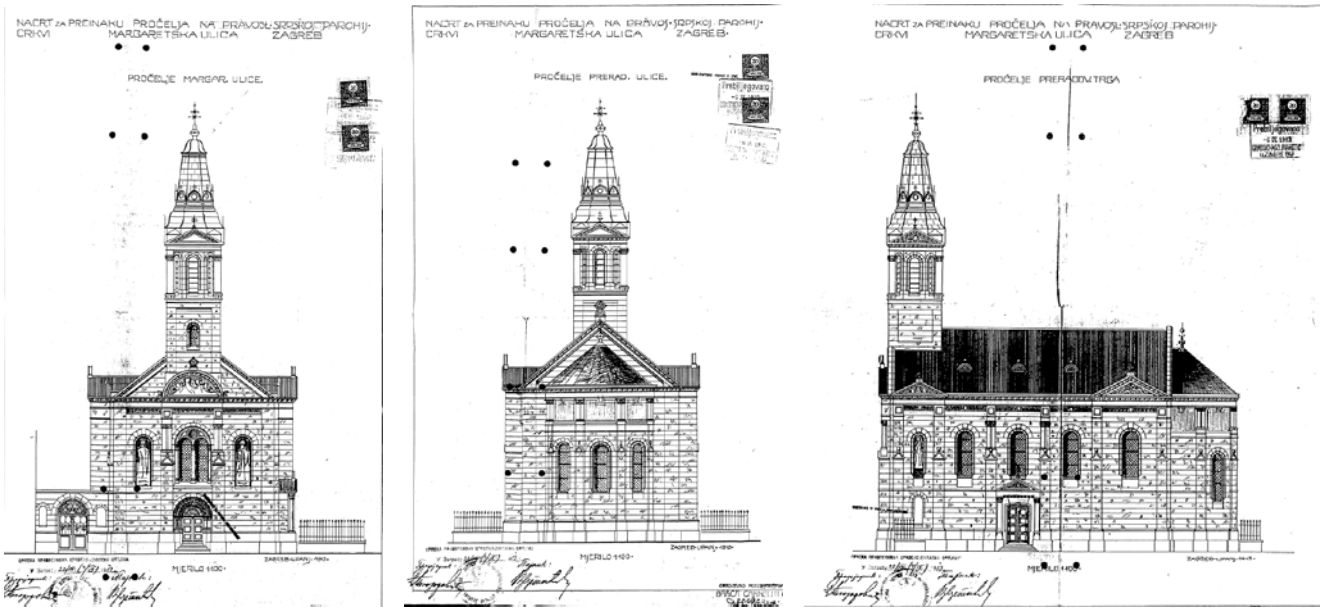




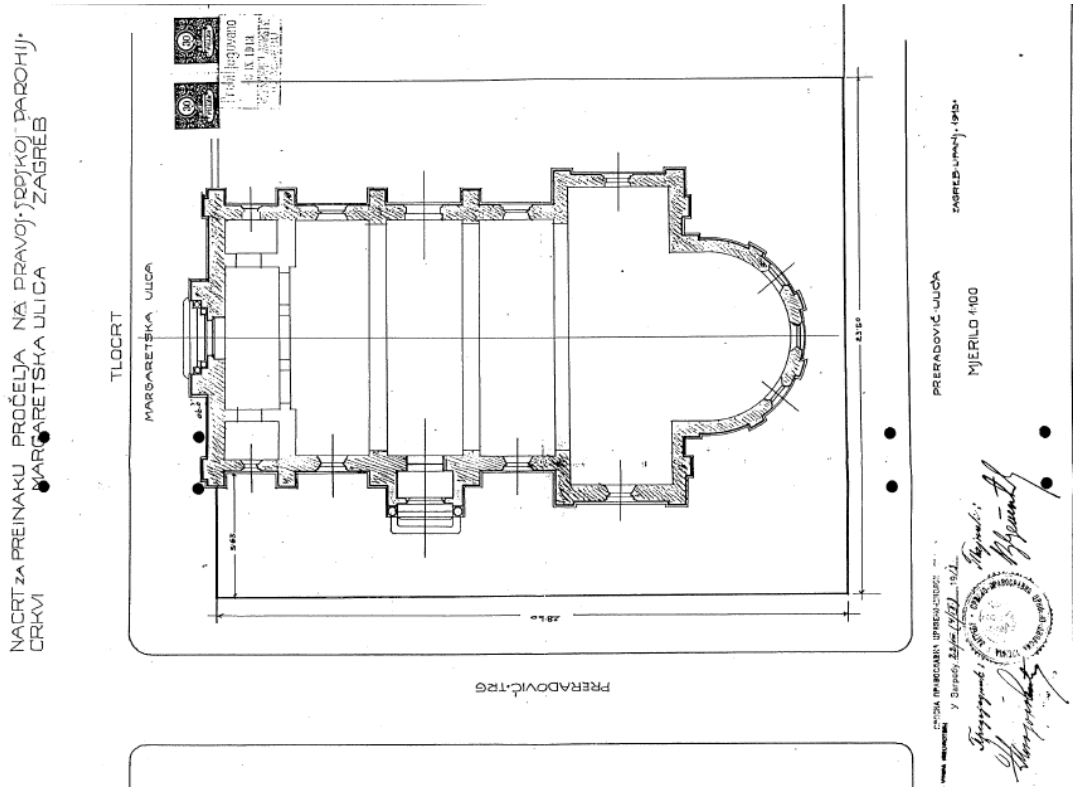
Prikaz crkve

OVIJESNI PREGLED – pregled postojeće dokumentacije

Nosiva konstrukcija građevine je u cijelosti zidana od pune opeke starog formata u vapnenom mortu, osim krovne konstrukcije koja je drvena. Glavnu nosivu konstrukciju čine obodni zidani zidovi koji su dodatno pojačani s zidanim kontraforima koji se protežu i s unutarnje i vanjske strane zidova. Crkva je jednobrodna, te nema unutarnjih nosivih stupova ili zidova, osim bočnih zidova i prednjih stupova galerije pjevališta. Stropne konstrukcije čine zidani baldahinski svodovi sa kupolom nad svetištem. Izgled građevine i njene nosive strukture najbolje je vidljiv iz arhivskih nacrta prikazanih na slikama ispod.

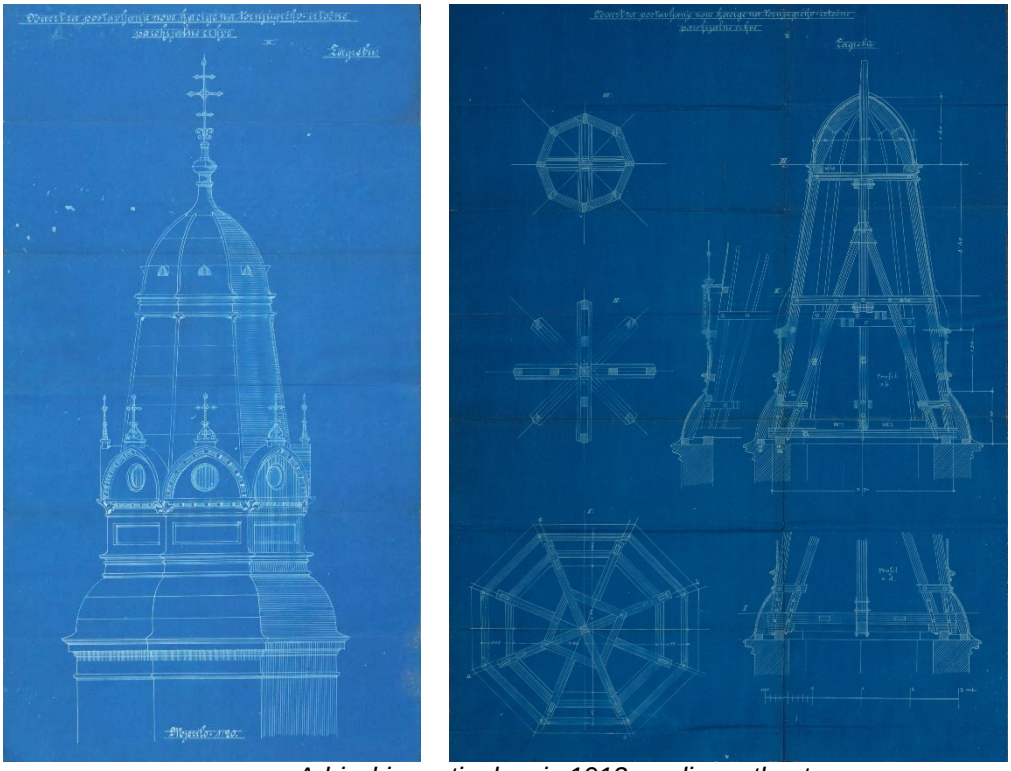


Arhivski nacrti crkve iz 1913. godine – pročelja



Arhivski nacrti crkve iz 1913. godine – tlocrt

Toranj zvonika se nalazi na zapadnom pročelju, postavljen je centralno iznad glavnog ulaza u građevinu. Donji dio zvonika je pravokutan sa zidovima zidanim blok opekom. Na zidane zidove oslanja se drvena nosiva konstrukcija osmerokutnog krovišta zvonika. Na sljedećoj slici dan je prikaz arhivskih nacrta krovišta i pogled na vrh zvonika.

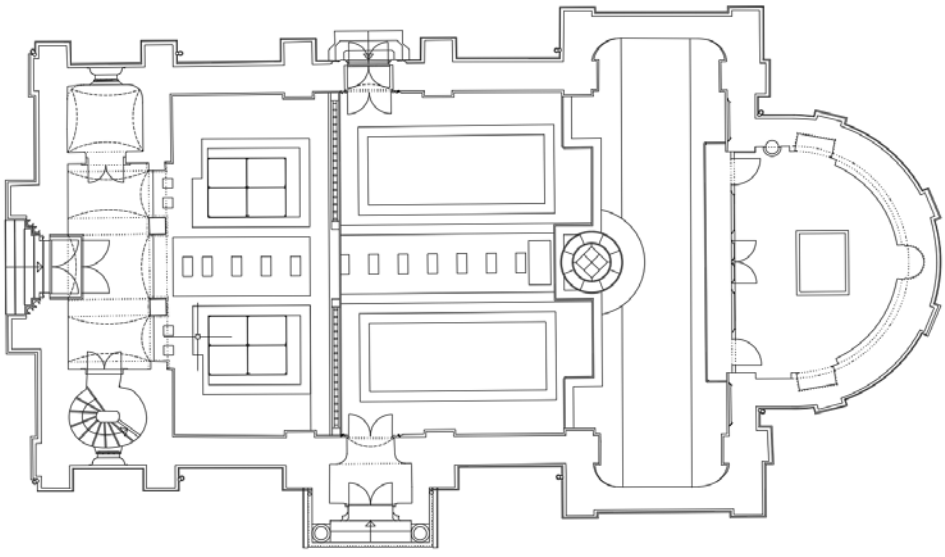


Arhivski nacrti crkve iz 1913. godine – tlocrt

Povijesni pregled nosive konstrukcije dan je na temelju analize dostavljenih arhivskih nacrta, projekta unutarnje skele, te provedenog vizualnog pregleda, kao i manjih istražnih radova na utvrđivanju vrste zidova.

POSTOJEĆA NOSIVA KONSTRUKCIJA

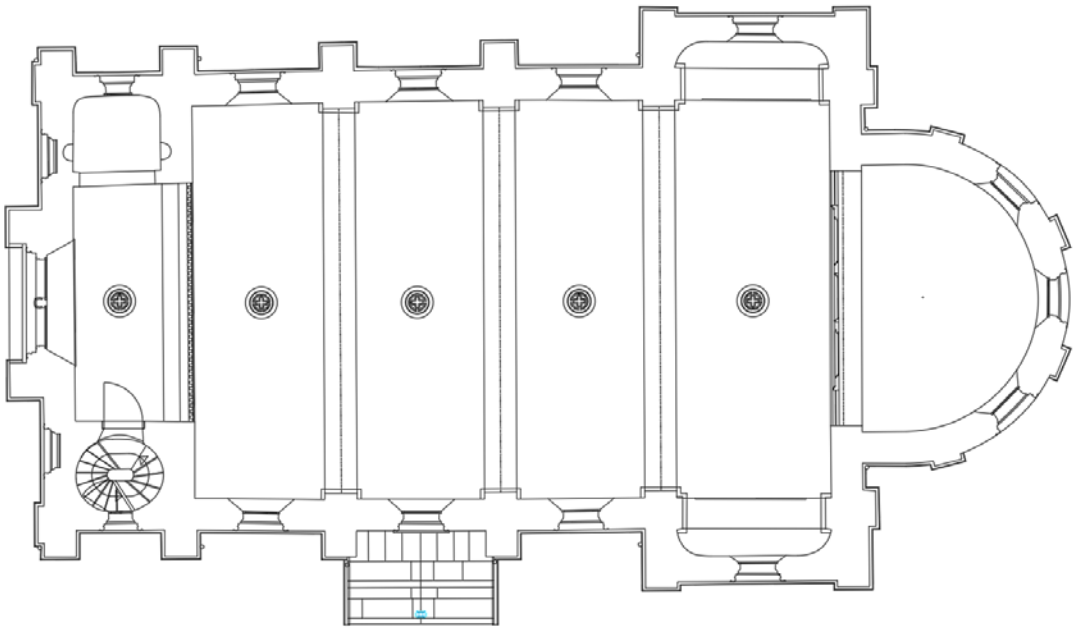
Crkva i zvonik - Prizemlje



Tlocrt prizemlja

Nosiva konstrukcija crkve zidana je punom opekom starog formata i vapnenim mortom osim krovne konstrukcije koja je drvena. Glavnu nosivu konstrukciju čine obodni zidovi i lukovi. Stropnu konstrukciju čine zidani svodovi. Raspon lađe je oko 11,50 m a svetišta cca 8,00 m. Crkva se sastoji od vanjskih zidova debljine t = 75 cm, te unutarnjih debljine t = 45 – 75 cm. Stropna ploča pjevališta je svod od pune opeke, raspona 320 cm.

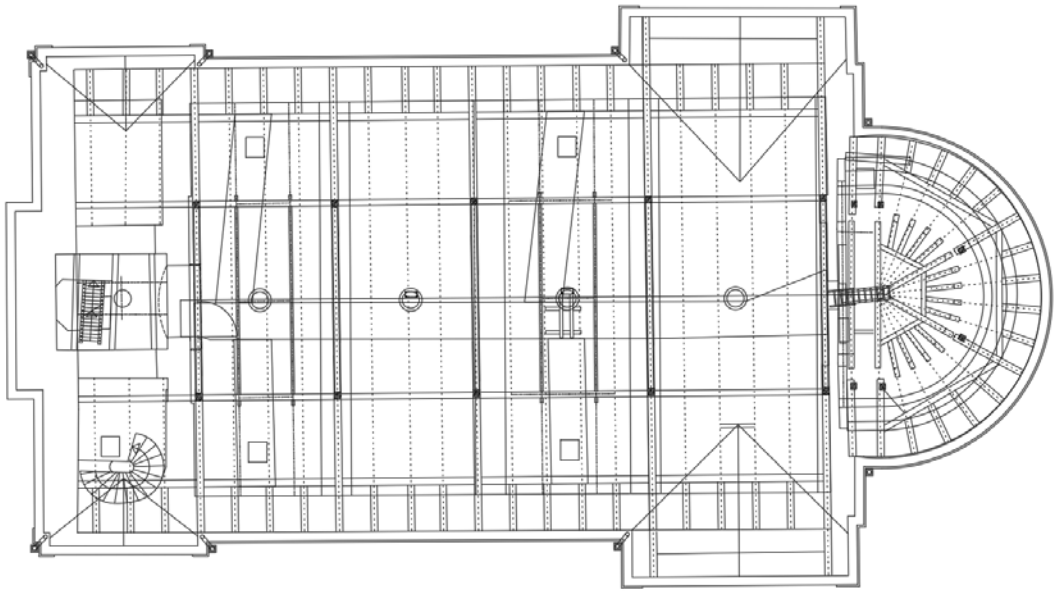
Pjevalište



Tlocrt pjevališta

Vanjski zidovi su debljine t = 75 cm. Svi zidovi su zidani punom opekom. Stropna ploča crkve je svod od pune opeke. Širina raspona je cca 430 cm.

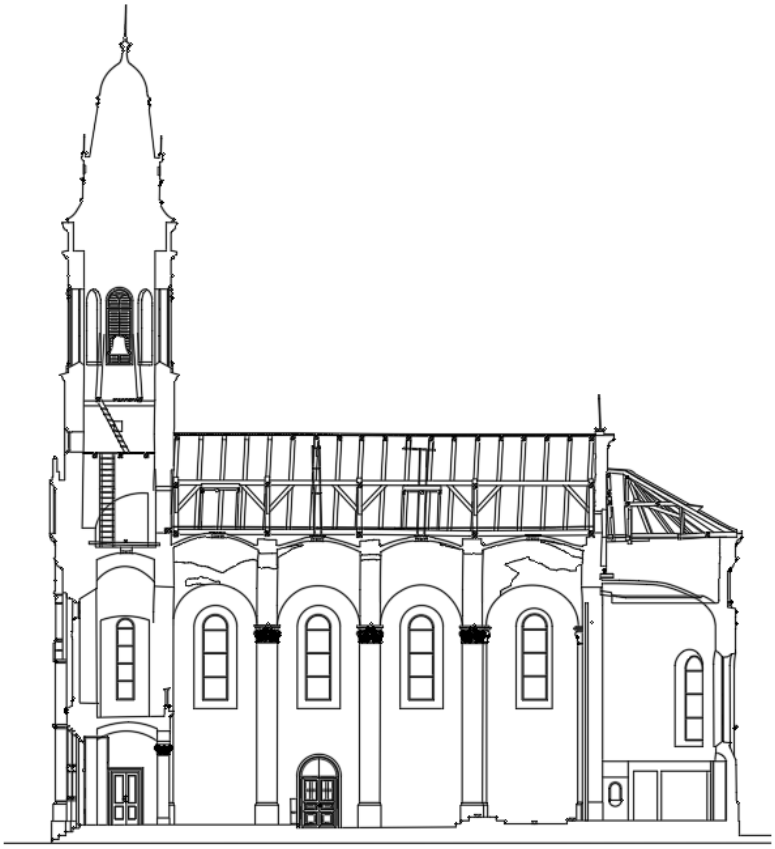
Krovište



Tlocrt krovišta

Glavno stubište vodi do krovišta gdje staje. Postojeći krov građevine je dvostrešni kosi krov. Pokrov čini bakreni lim koji se oslanjaju na glavnu nosivu konstrukciju klasičnog drvenog krovišta u sustavu stolica. Krovište zvonika je također drveno.

Toranj zvonika se nalazi na zapadnom dijelu građevine, a zidan je punom opekom.



Uzdužni presjek crkve i zvonika



Poprečni presjek crkve

C.1.3 ZAKLJUČAK IZ ELABORATA OCJENE POSTOJEĆEG STANJA

Radi ocjene seizmičke otpornosti građevine, u sklopu Elaborata ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije (TD 100/2021, Radionica statike, Zagreb, srpanj 2021.), napravljeni su nelinearni proračuni pushover analizom u programu 3muri. Za konstrukciju crkve napravljene su sljedeće pushover analize:

- Ocjena seizmičke otpornosti konstrukcije sa postojećim ziđem i neukrućenim stropovima - otkazivanje zvonika pri vrhu
- Ocjena seizmičke otpornosti konstrukcije sa postojećim ziđem, neukrućenim stropovima i ukrućenim vrhom zvonika
- Ocjena seizmičke otpornosti konstrukcije sa postojećim ziđem, neukrućenim stropovima i zvonikom ukrućenim od vrha pa do razine svodova crkve.

Iz rezultata navedenih analiza određen je postotak zahtijevane projektne otpornosti koji građevina posjeduje za pojedine varijante.

Vizualnim pregledom uočeno je da ziđe nije u lošem stanju te ga je bilo moguće ispitati kako bi se utvrdile njegove mehaničke karakteristike. U svim su proračunima karakteristike ziđa dobivene na temelju podataka iz ispitivanja ziđa od opeke na konstrukciji crkve.

Važno je naglasiti da je ziđe potrebno injektirati kako bi se vratilo u prvobitno stanje i da su svi proračuni rađeni s pretpostavkom da je ziđe injektirano.

U modelima su zadani svodovi i stropovi s drvenim grednicima.
Vertikalna su opterećenja zadavana u stropnim ravninama, površinska po stropovima, a linijska direktno po zidovima. S obzirom da krovna konstrukcija nije mjerodavna kod globalne ocjene seizmičke otpornosti i ocjene seizmičke otpornosti zidova, nije posebno modelirana ni analizirana, nego je u modelima zadana kao vertikalno linijsko opterećenje po zidovima na koje se oslanja.
Seizmičko je opterećenje zadano prema odgovarajućim parametrima za predmetnu lokaciju. Proračunsko ubrzanje tla za predmetnu građevinu je a_{gR} = 0.26×g = 2.55 m/s^2 (Tp = 475 godina). Za pojedine je modele a_{gR} umanjeno do granične vrijednosti pri kojem je zadovoljeno granično stanje značajnog oštećenja (ZO). Za tlo je usvojen tip C.

I. <u>Ocjena seizmičke otpornosti konstrukcije crkve sa postojećim ziđem i neukrućenim stropovima - otkazivanje zvonika pri vrhu</u>

Neukrućeni toranj predstavlja najnepovoljniji slučaj od svih modela te se zbog otkazivanja zvonika u razini otvora ne može postići zadovoljenje graničnog stanja ZO ni za umanjeno projektno seizmičko opterećenje (oba smjera). Može se zaključiti da model konstrukcije predmetne građevine zbog lokalnog otkazivanja neukrućenog tornja nije prikladan za ocjenu postojeće globalne otpornosti.
Rezultati analize pokazuju kako je konstrukcija u oba smjera najosjetljivija na vrhu zvonika. Zbog toga u smjerovima X i Y dolazi do lokalnog otkazivanja prije nego se uspiju ostvariti značajni pomaci na nižim dijelovima.
Kako bi se kvalitetnije ocijenila seizmička otpornost nižih dijelova građevine napravljen je model u kojem je pretpostavljena sanacija vrha zvonika, odnosno elementi na vrhu zvonika su ukrućeni.

II. <u>Ocjena seizmičke otpornosti konstrukcije crkve sa postojećim ziđem, neukrućenim stropovima i ukrućenim vrhom zvonika</u>

Za najnepovoljniji slučaj opterećenja model je približno na granici zadovoljenja graničnog stanja ZO za umanjeno projektno seizmičko opterećenje koje odgovara vršnom ubrzanju tla $a_{gR,umanjeno}$=0.48 m/s^2 (poprečni smjer Y). Može se zaključiti da konstrukcija predmetne građevine (s ukrućenim vrhom zvonika) posjeduje 18% zahtijevane projektne otpornosti.
Rezultati analize pokazuju kako se konstrukciji povećala otpornost ukrućivanjem vrha zvonika. U smjeru Y dolazi i dalje do izraženih pomaka i oštećenja kod kritičnih zidova, te se može zaključiti da prikazana ocjena daje bolji uvid u značajna oštećenja nižih dijelova građevine u smjeru Y.
Kako bi se značajnije aktivirali pomaci na nižim dijelovima građevine te kako bi se kvalitetnije ocijenila seizmička otpornost građevine u oba smjera napravljen je model u kojem je pretpostavljena sanacija zvonika, odnosno svi elementi zvonika od vrha pa sve do razine svodova crkve su ukrućeni.
U uzdužnom smjeru (smjer X) građevina posjeduje 22% zahtijevane projektne otpornosti.

III. <u>Ocjena seizmičke otpornosti konstrukcije crkve sa postojećim zidem, neukrućenim stropovima i zvonikom ukrućenim od vrha pa do razine svodova crkve</u>

Za najnepovoljniji slučaj opterećenja u smjeru Y model je približno na granici zadovoljenja graničnog stanja ZO za umanjeno projektno seizmičko opterećenje koje odgovara vršnom ubrzanju tla $a_{gR,umanjeno}$ = 0.46 m/s^2. Može se zaključiti da konstrukcija predmetne građevine (s ukrućenim zvonikom od vrha pa do razine svodova crkve) također posjeduje 18% zahtijevane projektne otpornosti u Y smjeru. Ovog puta je došlo do stvaranja drugačijeg mehanizma otkazivanja, odnosno drugi kritični zidovi otkazuju.
U uzdužnom smjeru (smjer X) građevina posjeduje 21% zahtijevane projektne otpornosti.

C.1.4 OPIS POJAČANJA NOSIVE KONSTRUKCIJE

Nakon završetka hitnih sanacija može se početi s izvedbom cjelovite obnove konstrukcije crkve i tornja te povećanjem seizmičke otpornosti na RAZINU 3.

<u>UVOD</u>

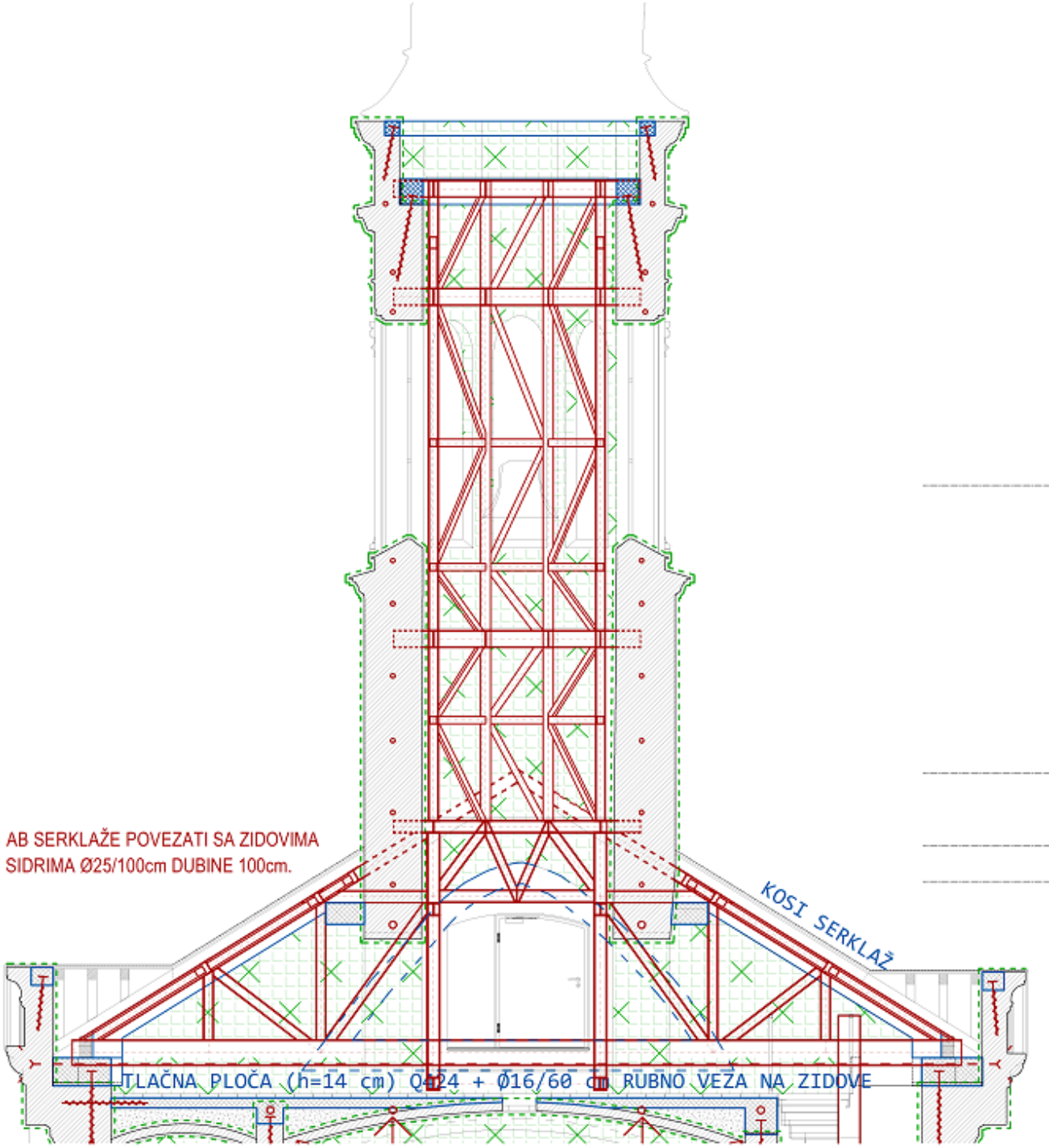
Projektirano je da se gornja kupola sa zvonika skine, uklanjaju se zvona te se uklanja cijelo postojeće krovište osim na dijelu iznad apside. Postojeće spiralno stubište za pristup koru i tavanu se također uklanja i izvodi se novo čelično stubište. Predviđeno je skidanje postojeće fasade te izvedba FRCM sustava po svim obodnim zidovima kao i postavljenje čeličnih sidara kroz zidane zidove.

<u>ZVONIK</u>

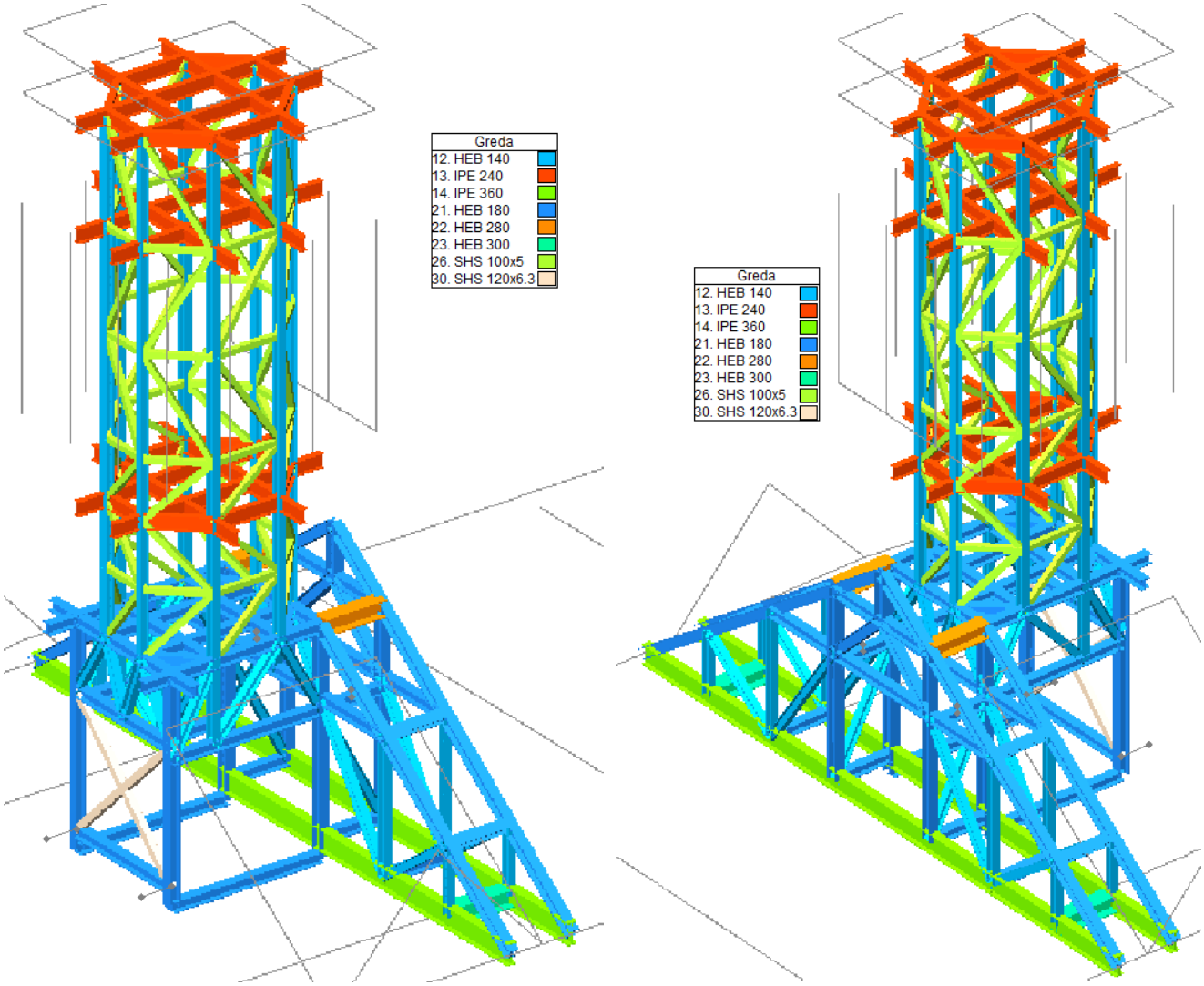
Nakon skidanja vrha zvonika sve do vrha zidane konstrukcije i uklanjanja zvona pristupa se sanaciji i ojačanju konstrukcije zvonika. Zvonik se ojačava cijelom visinom. Kroz sve zidove zvonika provlače se čelične zatege kako bi se toranj stabilizirao. Ojačanje je potrebno provesti do temelja i to se ostvaruje čeličnim horizontalnim sidrima promjera Φ16 postavljenim u rupu od Φ60 mm. Horizontalna sidra postavljaju se po cijeloj visini zvonika na razmaku od 100 cm po vertikali. Nakon postavljanja sidara, rupe se injektiraju. Na vrhu zidane konstrukcije izvode se AB serklaži po obodu tornja dimenzija b/h=30/20 cm na vrhu zvonika i b/h=30/35 cm na promjeni debljine zida u vrhu zvonika. Armiranobetonski serklaži se sidre u zidanu konstrukciju čeličnim sidrima Φ16/100 cm dubine h= 60 i 100 cm. Nakon postavljanja sidara izvodi se omatanje zidova zvonika obostrano cijelom visinom FRCM sustavom. Na tako pripremljenu vanjsku konstrukciju projektirana je čelična konstrukcija unutar zvonika cijelom visinom koja preuzima horizontalne sile od potresa. Čelična konstrukcija tvori prostornu rešetku i sastoji se od stupova koji su čelični profili HEB 140, horizontalnih platforma koje se sastoje od profila IPE 240, horizontalnih okvira iz profila SHS 100/50 mm te vertikalnih dijagonala profila SHS 100/50 mm. Kako bi se horiziontalni profili povezali sa zidom, dio zida na mjestu gdje dolazi profil se odštema i profil se položi u njega. Nakon što je profil postavljen, dio gdje je usidren u zid se zabetonira. Povezivanje profila s zidovima ostvarije se u razinama platforma.

Unutar zapadnog dijela krovišta izvest će se dodatne 3 rešetke u ravnini poprečnih zidova unutar tornja te sa vanjske strane istočnog zida tornja. Rešetke će se povezati sa tornjem zvonika te time osigurati stabilnost tornja u dvije okomite ravnine čak i u slučaju otkazivanja luka ispod tornja zvonika. Spomenute rešetke povezat će se i sa ostalim čeličnim rešetkama u krovištu crkve te sa horizontalnim armiranobetonskim serklažem koji ide po svim vanjskim zidovima u razini krovišta. Rešetka na zapadnom pročelju se izvodi samo u širini zvonika dok se rešeteke na istočnom dijelu zvonika izvode u cijeloj širini krovišta. Zapadna rešetka se sastoji od stupova HEB 180, horizzontalnih prečki od profila HEB 180, kosnika profila HEB 140 i vlačno-tlačnog sprega od profila SHS 120/6,3 mm. Okvir se sidri u zidanu konstrukciju s po 4 sidra Φ28 mm od armaturnog čelika za svaki stup. Sidra se ugrađuju u prethodno izbušene rupe promjera Φ80 mm te nakon ugradnje šipke se injektiraju predgotovljenim cementnim mortom za osiguranje prijanjanja. Minimalna dubina ugradnje sidara je h=200 cm. Rešetke na istočnom zidu se izvode ispred i iza zida. Rešetka u zvoniku se sastoji od donjeg pojasa koji je iz profila IPE 360, gornjeg pojasa koji je iz profila HEB 180, horizontalne ispune HEB 180, vertikalne ispune HEB 180 i HEB 140 te kose ispune HEB 140. Rešetka uz zid prema krovištu se sastoji od donjeg pojasa koji je iz profila IPE 360, gornjeg pojasa koji je iz profila HEB 180, horizontalne ispune HEB 180, vertikalne ispune HEB 180 i HEB 140 te kose ispune HEB 140. Rešetke su međusobno povezane u razini donjeg pojasa s čeličnim profilima HEB 180 i HEB 300 u razinama svih stupova rešetke. U gornjem pojasu su povezani na 2 mjesta profilima HEB 180 i HEB 280. Rešetke se povezuju i s armiranobetonskim serklažima koji se izvode po rubovima

postojećih zidova. Dodatnu horizontalnu krutu dijafragmu čini tlačna armiranobetonska ploča debljine h=14 cm koja se u obodne zidove sidri sidrima Φ16/60 cm duljine L=120 cm. Tlačna ploča se armira mrežom Q424.



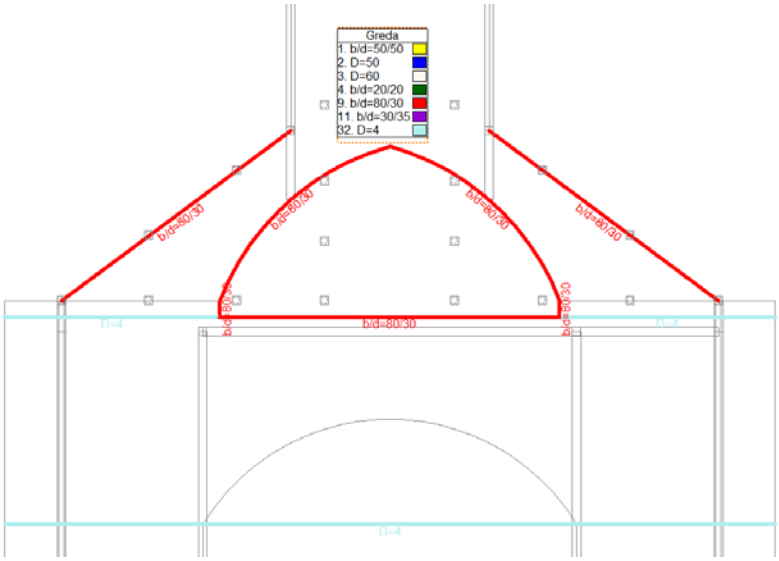
Prikaz ojačanja zvonika, sidra, FRCM sustav, AB serklaži i čelilčna konstrukcija



Prikaz 3D modela čelične konstrukcije zvonika

LUK ZVONIKA

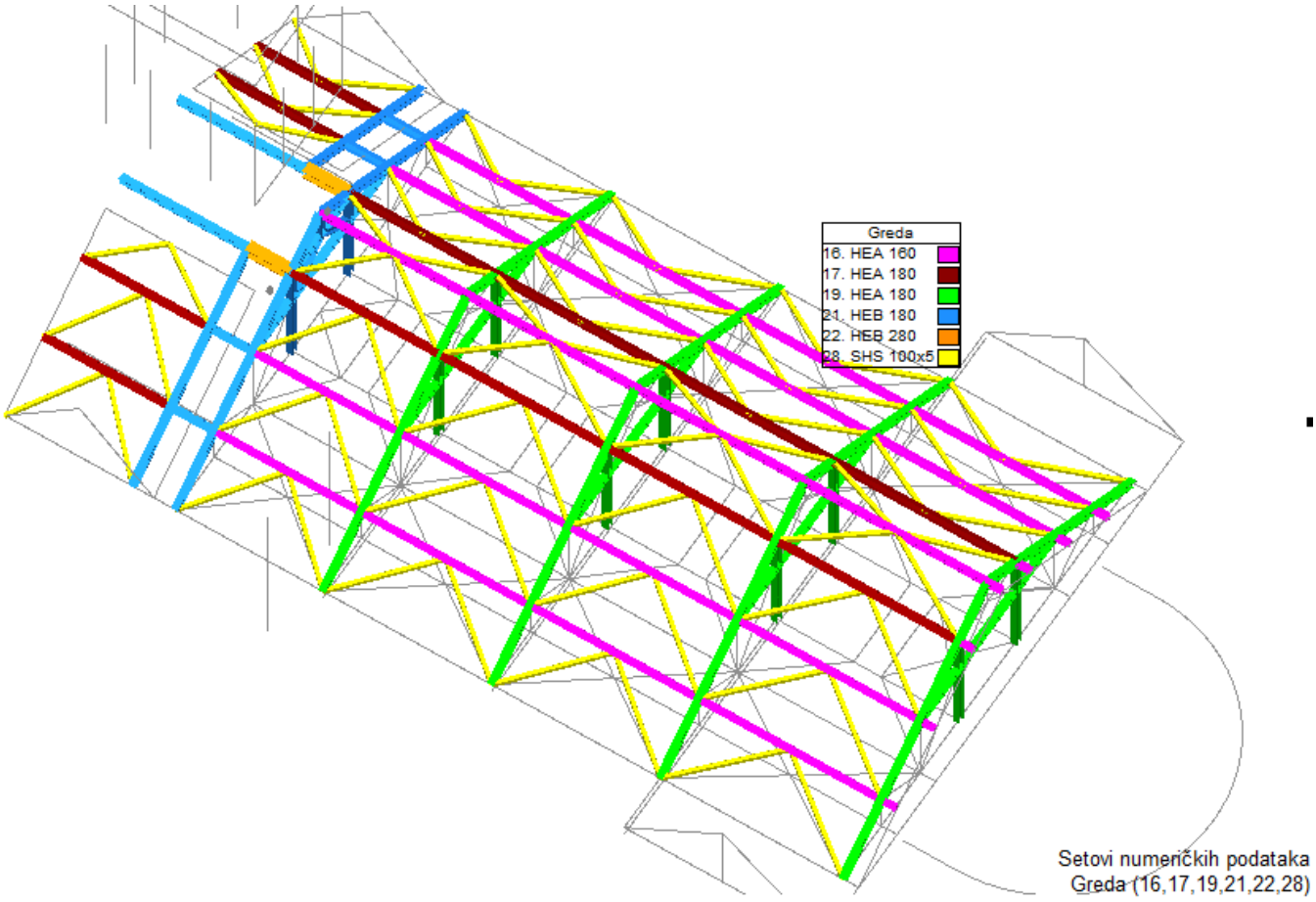
Postojeći luk treba ojačati izvedbom novog AB luka. Armiranobetonski luk se izvodi visine h=30 cm širine kao i postojeći zidani luk. Osim rebraste armature kroz donji dio luka potrebno je provući zategu Φ28 mm



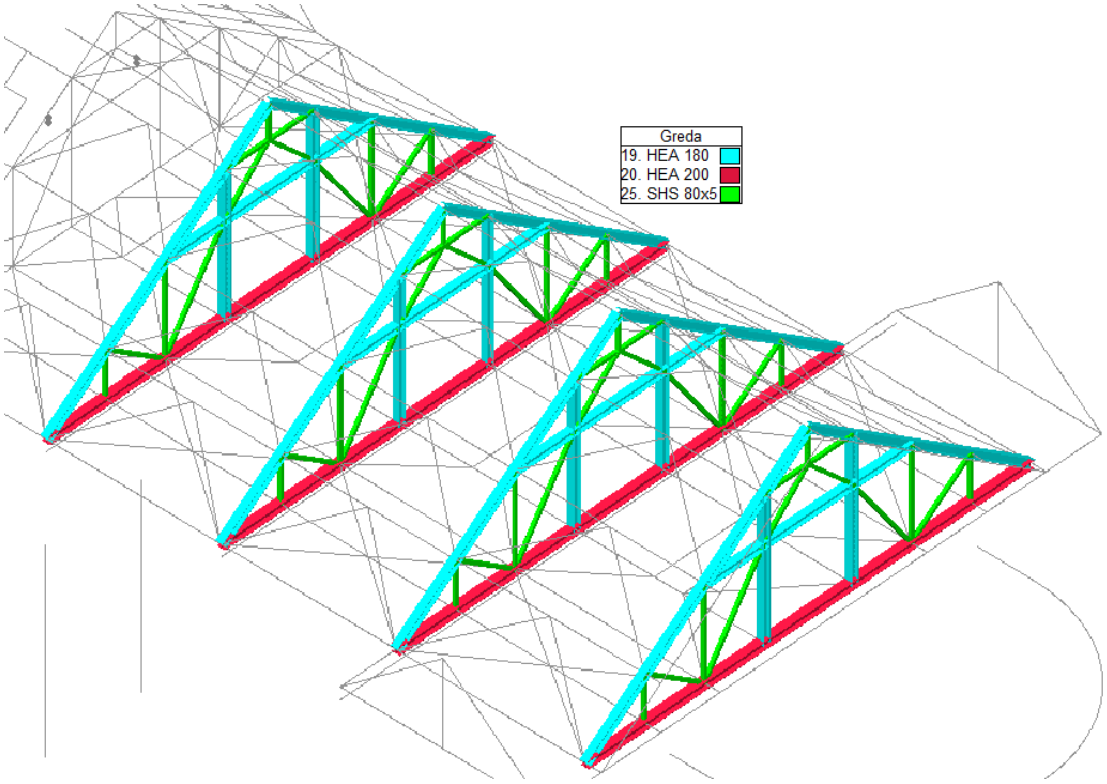
Prikaz novog AB luka ispod postojećeg zidanog luka s zategom kroz cijelu duljinu postojećeg zida

KROVIŠTE

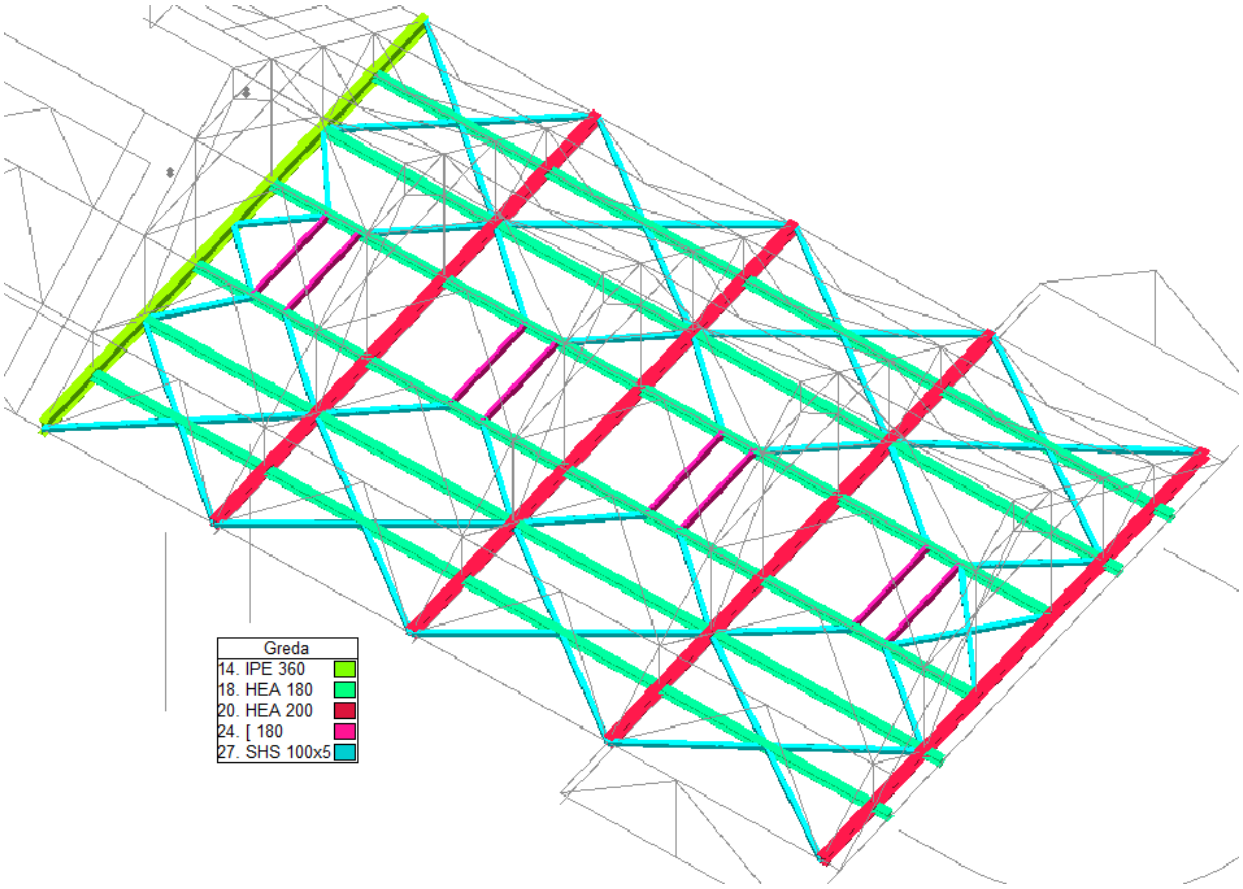
Postojeća krovište se u potpunosti uklanja te se izvodi novo. Novo krovište je čelično s drvenim rogovima. Drveni rogovi su dimenzija b/h=10/12 cm postavljeni na rasteru e = 90 cm. Krovište se daska s gornje strane dvoslojno daskama debljine h=2×2,4 cm u dva smjera. Drveni rogovi se oslanjaju na čelične podrožnice koje su od čeličnih profila HEA 160 i HEA 180. U ravnini kosih ravnina izvode se vlačno tlačni spregovi od profila SHS 100/5 mm. Podrožnice se oslanjaju na čelične rešetke koji su postavljeni na rasterima e=3,75, 4,30, 4,30 i 4,65 m. Čelične rešetke se sastoji od donjeg pojasa koji je iz profila HEA 200, gornjeg pojasa koji je iz profila HEA 180, horizontalne ispune HEA 180 i SHS 80/5 mm, vertikalne ispune HEA 180 i SHS 80/5 mm te kose ispune SHS 80/5 mm. Rešetke se oslanjaju na armiranobetonske serklaže koji se izvode po obodu zidova crkve. U ravnini donjeg pojasa izvodi se horizontalna čelična konstrukcija. Između okvira donjeg pojasa rešetki postavljaju se čelični nosači koji su od profila HEA 180. U cijeloj ravnini su vlačno tlačni spregovi koji se sastoje od profila SHS 100/5 mm. Na srednjem dijelu zbog nemogućnosti prolaska čeličnih elemenata predviđena su uzdužna ojačana od profila UPN 180. NA čeličnu horizontalnu konstrukciju postavljaju se drvene daske debljine h=2,8 cm na rasponu l=1,55 m dok na srednjem polju treba staviti dodatnu čeličnu mijenu radi smanjena raspona. Na sljedećim slikama prikazani su konstrukcijski elementi krovišta.



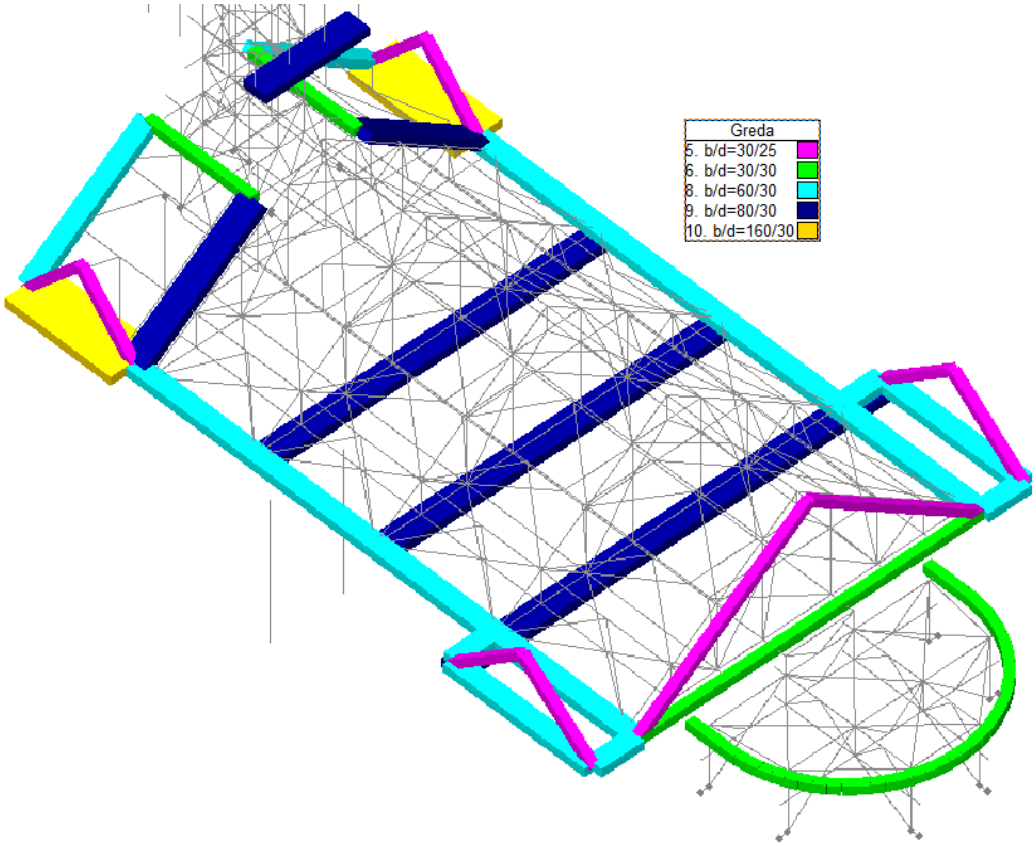
Prikaz čeličnih elemenata kosih ploha konstrukcije krovišta



Prikaz čeličnih elemenata rešetke konstrukcije krovišta



Prikaz čeličnih elemenata horizontalne čelične rešetke



Prikaz horizontalnih i kosih AB serklaža na vrhu postojećih zidanih zidova i lukova

Armiranobetonski serklaži se sidre u postojeće zidane zidove čeličnim vertikalnim sidrima promjera Φ16 postavljenim u rupu od Φ60 mm. Vertikalna sidra postavljaju se po cijeloj duljini na razmaku od 100 cm. Na mjestima gdje se izvode horizontalni serklaži debljine veće od b=90 cm izvode se 2 sidra svakih 100 cm.

SANACIJA LUKOVA I SVODOVA ISPOD KROVIŠTA

Nakon injektiranja svodova, potrebno ih je također ojačati FRCM sustavom.

Nakon što je uklonjena žbuka, izvedeno injektiranje pukotina i popravak fuga potrebno je izvesti pojačanje FRCM sustavom. Pojačanje svodova predviđeno je FRCM sustavom, tj. mrežicama od karbonskih vlakna 200 g/m2 koje se postavljaju u odgovarajući mort.

Oblaganje svodova FRCM-om predviđeno je s obje strane svoda u cijeloj crkve.

Za pojačanje predviđena je mrežica tipa Mapegrid C200 i mort Planitop HDM Restauro. Moguće je koristiti sustav drugog proizvođača sličnih karakteristika. Prije postavljanja mrežica potrebno je sanirati sve pukotine, na način koji je prethodno opisan. U nastavku je dan opis izvedbe FRCM-a.

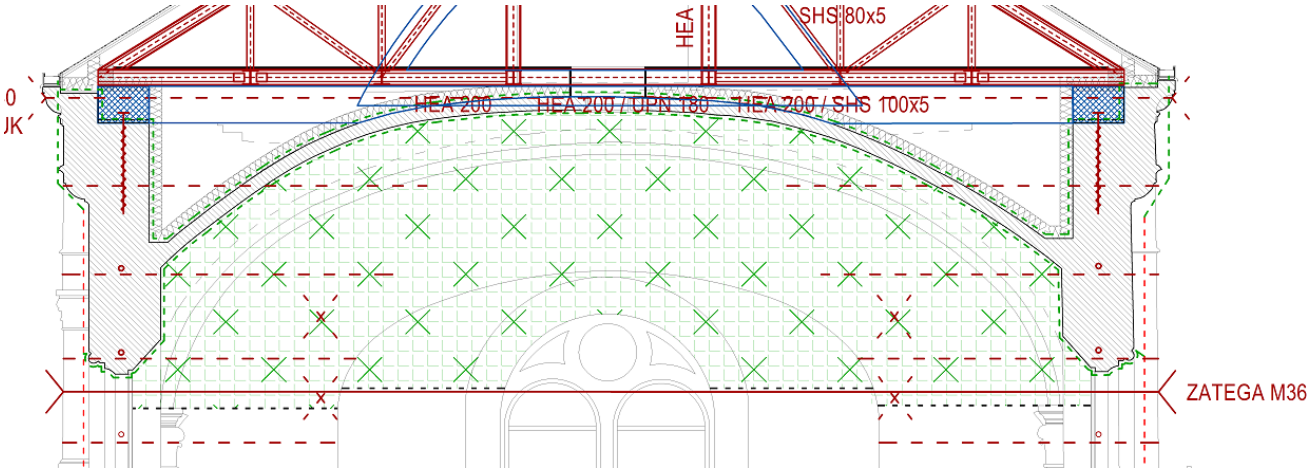
Postupak izvedbe FRCM-a je sljedeći:

- Nakon injektiranja, ispuniti mjesta gdje se postavljaju pakeri
- Pripremiti podlogu za polaganje FRCM-a pomoću morta Planitop HDM Restauro ili drugim proizvodom sličnih karakteristika
- Položiti mrežicu Mapegrid C200
- Mrežicu sidriti u obodne zidove sidrima MapeWrap Fiocco C postavljenim na svakih 50 cm
- Izvesti zadnji sloj morta (Planitop HDM Restauro)



Prikaz postupka izvedbe FRCM-a na svodovima

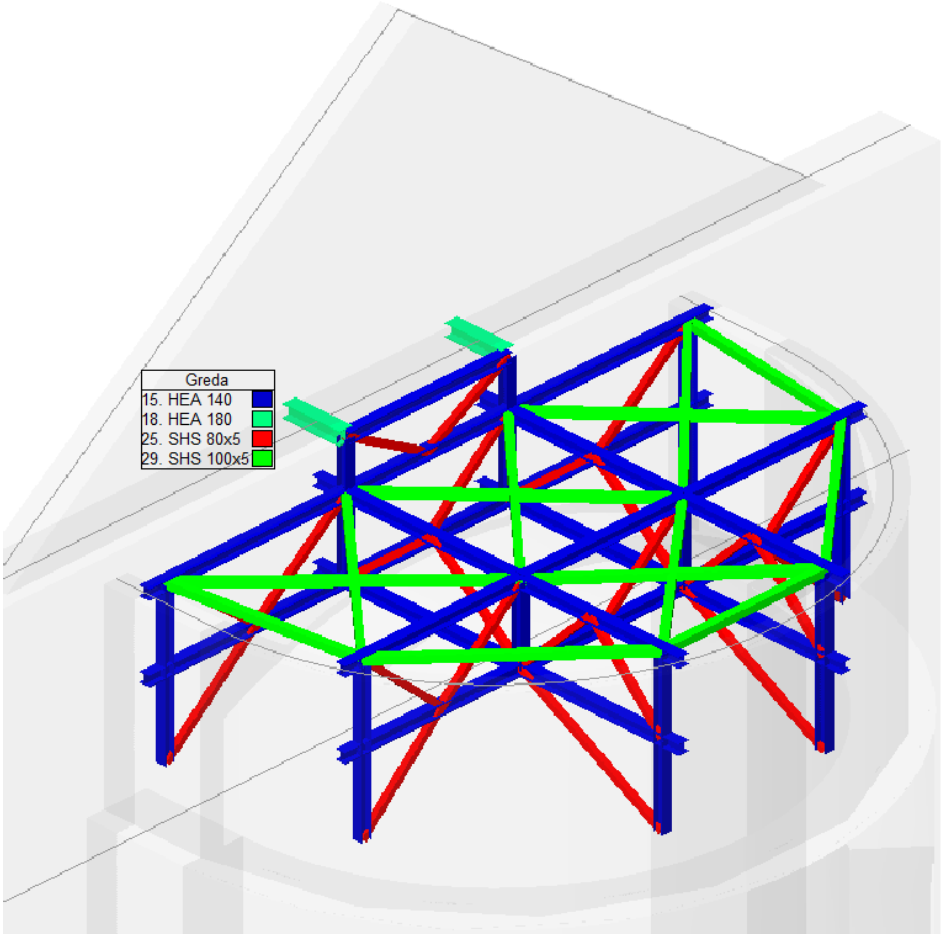
Također, lukovi se povezuju zategama kako bi se spriječilo njihovo raspadanje. Dimenzija zatega je Φ36 i postavljaju se u prethodno izbušene rupe dimenzije Φ100 koje se kasnije injektiraju. Sidrenje horizontalnih sidara ostvareno je ankerima s pločicama na vanjskoj strani zida.



Prikaz zatege za lukove

KUPOLA NAD APSIDOM OLTARA I KROV IZNAD KUPOLE

Iznad istočne kupole krovište se neće rušiti nego će se samo sanirati. Popravit će se drvena građa i spojevi. Između krovišta i kupole izvode se čelični okviri u dvije ravnine kako bi se povećala krutost u horizontalnoj ravnini te kako bi se pridržao zabat iznad kupole. Po obodu zida na vrhu izvodi se armiranobetonski serklaž dimenzija b/h=30/90 cm koji se vertikalno sidri u zidani zid sidrima Φ16 na svakih 100 cm razmaka. Na spoju zidane kupole apside i zida izvodi se armiranobetosnko serklaž dimenzija b/h=30/25 cm koji se sidri u postojeći zid te se na njega oslanja vertikalna čelična konstrukcija.



Prikaz čelične konstrukcije iznad kupole apside

SANACIJA STROPA NARTEKSA – POD PJEVALIŠTA

Stropna konstrukcija su zidani svodovi koji čiji se slojevi uklanjaju sve do zidane konstrukcije svodova. NA svodove se postavlja FRCM sustav. FRCM sustav se izvodi s fiocco sidrima 1kom/m^2 kojim se ostvaruje sprezanje s ispunom od laganog betona koja se armira mrežom Q188. Na tako pripremljenu podlogu izvidi se tlačna tlačna armiranobetonska ploča debljine h=8 cm koja se u obodne zidove sidri sidrima Φ16/60 cm duljine L=120 cm. Tlačna ploča se armira mrežom Q424.

OJAČANE VERTIKALNE ZIDANE KONSTRUKCIJE

Zidani zidovi se ojačavaju injektiranjem i fugiranjem, čeličnim zategama i FRCM sustavom. Svi zidovi se ovijaju FRCM sustavom s vanjske strane do razine peta lukova dok se iznad oblažu obostrano s vanjske i unutrašnje strane.

1. Sanacija zidanih zidova i nadvoja - injektiranje:

Kao postupak sanacije zidanih zidova izvodi se injektiranje svih nosivih zidanih zidova i nadvoja. Kod pripreme injektiranja, potrebno je napraviti sljedeće:

- Zamjeniti i zatvoriti fuge u ziđu
- Površinski zatvoriti ziđe radi spriječavanja curenja smjese za injektiranje
- Rasterno bušiti rupe prema pukotini i umetnuti pakere
- Isprati pukotine vodom
- Injektirati pukotine smjesom pomoću pužne pumpe

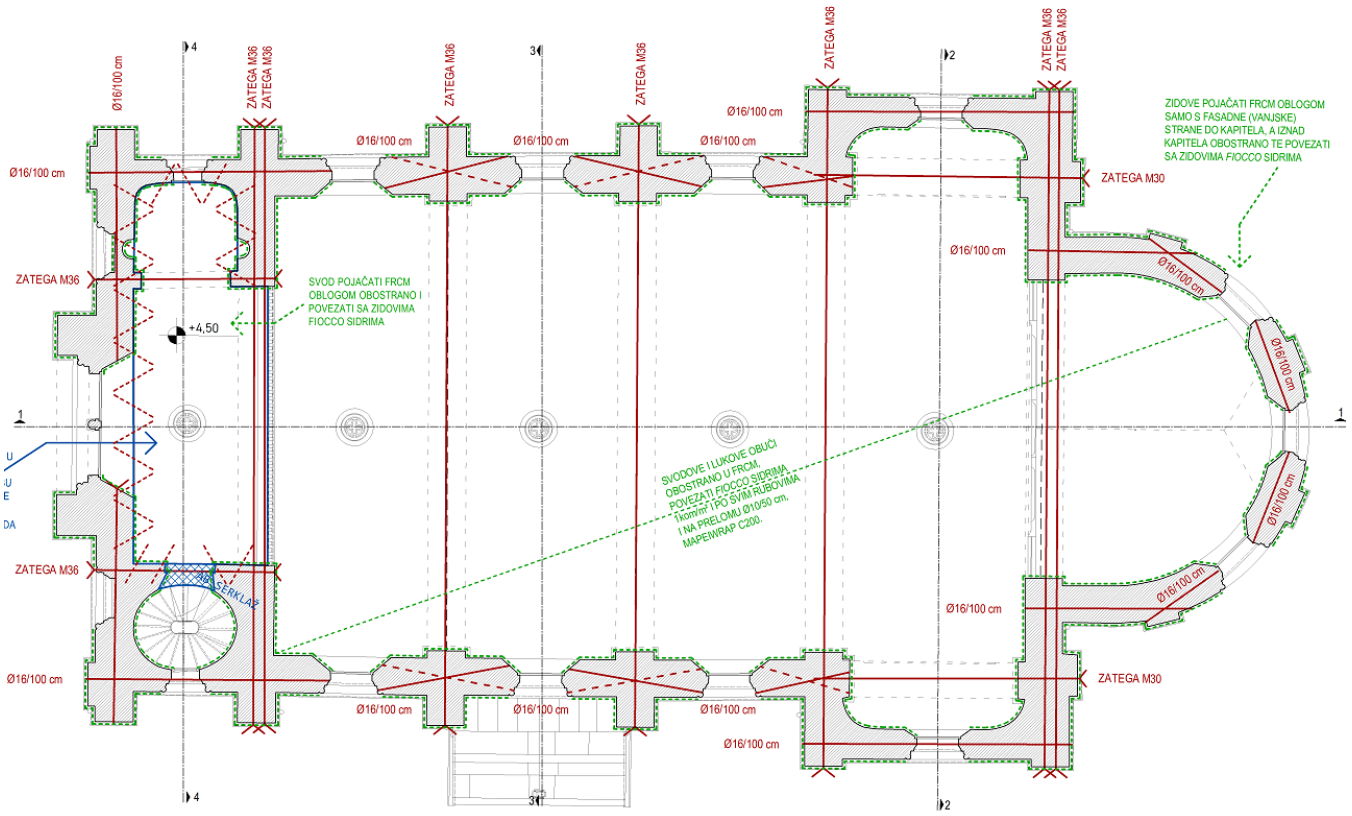
Za injektiranje koristiti mort MAPEWALL inietta&consolida, Antique I-15 ili MC OXAL VP IT Flow ili jednakovrijedni mort drugog proizvođača.



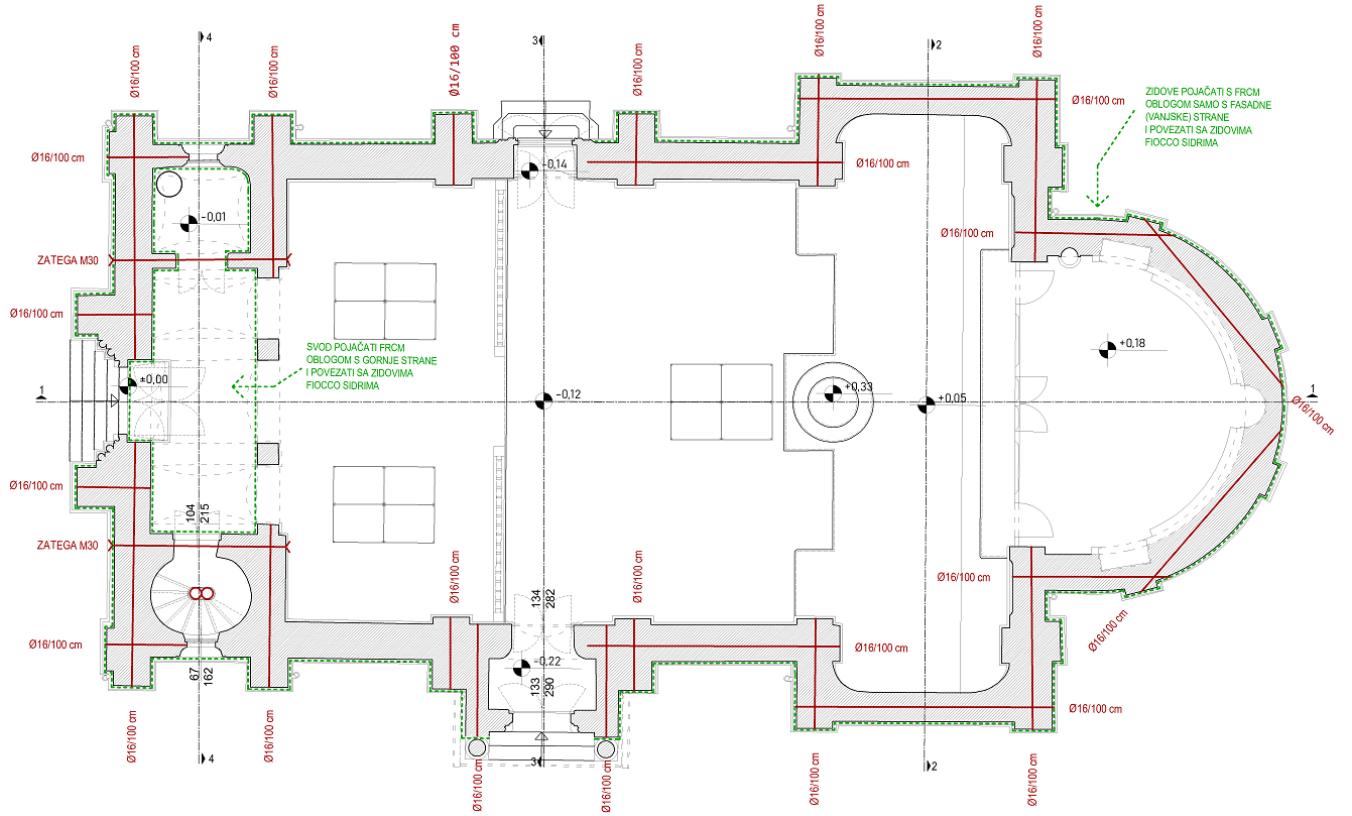

Prikaz postupka injektiranja zidova

2. Pojačanje zidanih zidova čeličnim okvirima i zategama:

Zidove koji ne zadovoljavaju u pogledu nosivosti na posmične seizmičke sile potrebno je pojačati čeličnim sidrima. Horizontalna sidra postavljaju se svakih 100 cm po visini na zidovima u Y smjeru, apsidi, u sjecištima zidova i na rubovima otvora. Dimenzija sidara je Φ16 (30 i 36) i postavljaju se u prethodno izbušene rupe dimenzije Φ70 koje se kasnije injektiraju. Sidrenje horizontalnih sidara ostvareno je ankerima na vanjskoj strani zida.



Ojačanje konstrukcije čeličnim zategama u razini pjevališta



Ojačanje konstrukcije čeličnim zategama u razini prizemlja

3. Izvedba FRCM sustava

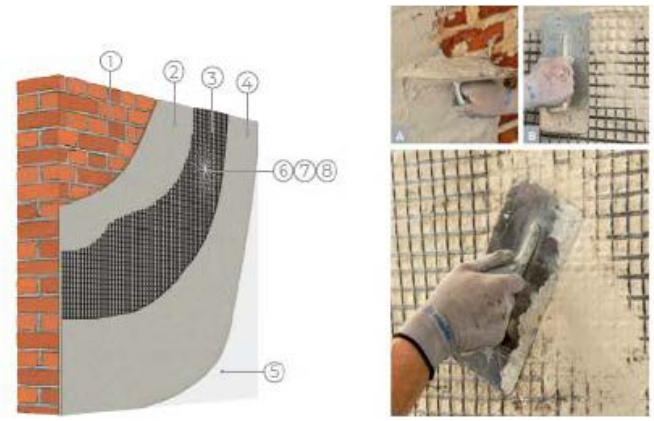
FRCM sustav će se izvesti na svim vanjskim zidovima s fasadne i unutrašnje strane osim ako oblaganje zidova u unutrašnjosti crkve nije moguće zbog očuvanja freski.

Kako je prikazano na potrebnim mjerama sanacije, moguća je sanacija pukotina sa sustavom polikarbonatnih mrežica postavljenih u mort ojačan vlaknima. Zidove koje je potrebno sanirati FRCM-om su označeni u sljedećoj točki ovog projekta.

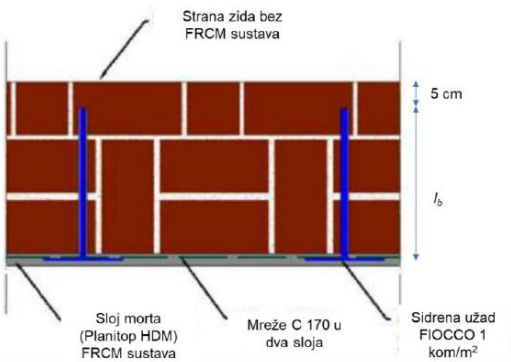
Odabrana je mrežica C170, mort PLANITOP HDM RESTAURO. Moguće je koristiti sustav drugog proizvođača sličnih karakteristika.

Postupak izvedbe FRCM-a je sljedeći:

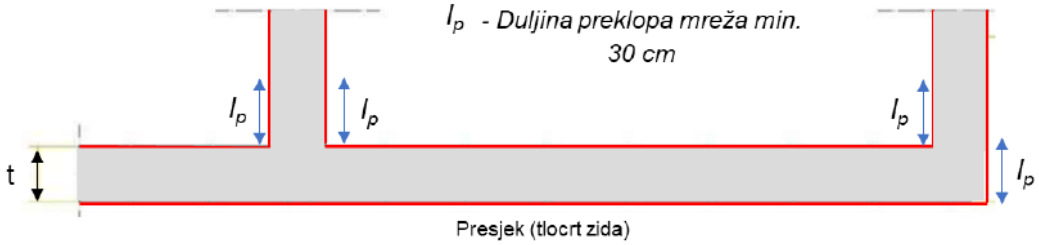
- Ukloniti žbuku sa zida s obje strane ukoliko se mreža postavlja obostrano ili s jedne strane zida ukoliko se mreža postavlja jednostrano
- Očistiti površinu zida strane, zapuniti sljubnice gdje bi smjesa mogla iscuriti i pripremiti zid za injektiranje
- Probušitit rupe do 2/3 debljine zida ili s dvije strane ukoliko je zid deblji od 60 cm
- Postaviti injektore i injektirati smjesom. Za injektiranje koristiti mort MAPEWALL inietta&consolida, Antique I-15 ili MC OXAL VP IT Flow.
- Nakon injektiranja, ispunti mjesta gdje se postavljaju pakeri
- Pripremiti podlogu za polaganje FRCM-a pomoću morta PLANITOP HDM restauro ili drugim proizvodom sličnih karakteristika
- Potrebno je postaviti mrežice s obje strane zida. Postaviti sidrenu užad FIOCCO 1 kom/m2, te ih povezati pomoću sidrene lepeze i odgovarajućih ljepila. Razmak sidara ne smije biti veći od 100 cm. Sidro mora biti sidreno u zid u duljini lb = t – 5 cm, gdje je t debljina zida bez žbuke. Kod spoja s okomitim zidom, potrebno je izvesti užad FIOCCO po visini ne manjoj od 100 cm. Duljina sidrenja u okomiti zid mora biti lz = 3t, gdje je t debljina zida bez slojeva žbuke.
- Izvesti zadnji sloj morta (planitop hdm restauro)



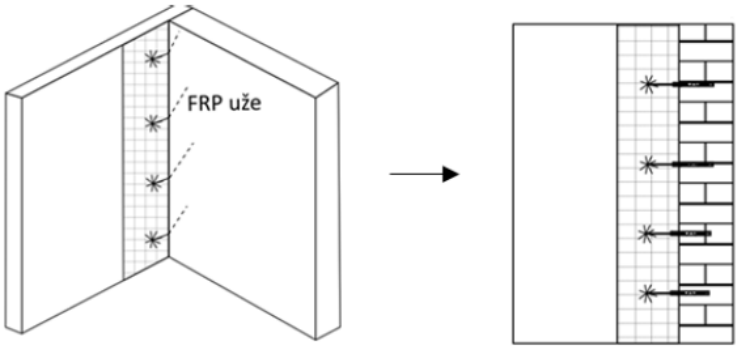
Prikaz postupka izvedbe FRCM-a



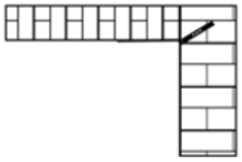
Prikaz detalja sidrenja jednostrano položenog FRCM sustava



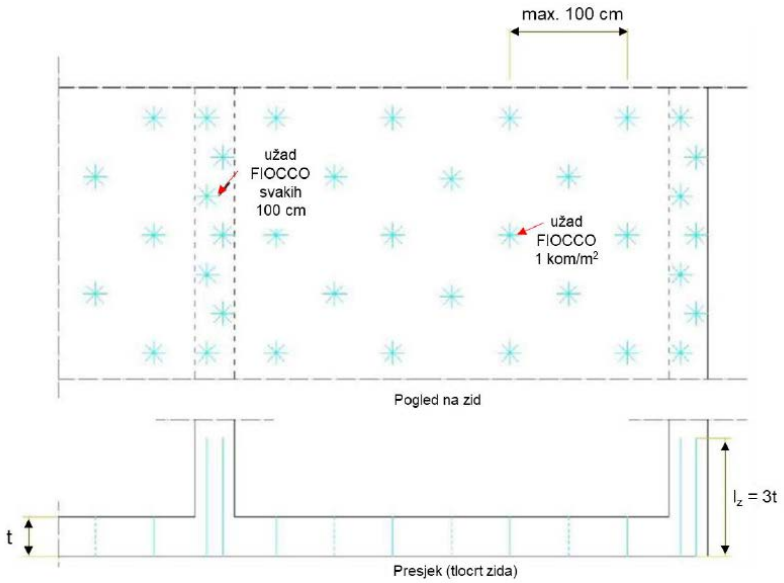
Prikaz detalja preklopa FRCM sustava



Na krajevima zidova, moguće je umjesto preklopa mrežice izvesti povezivanje krajeva zidova s okomitim pomoću užadi FIOCCO postavljanjem svakih 100 cm po visini zida i umetanjem užadi pod kutem od 45° .



Prikaz detalja sidrenja FRCM na krajevima zidova



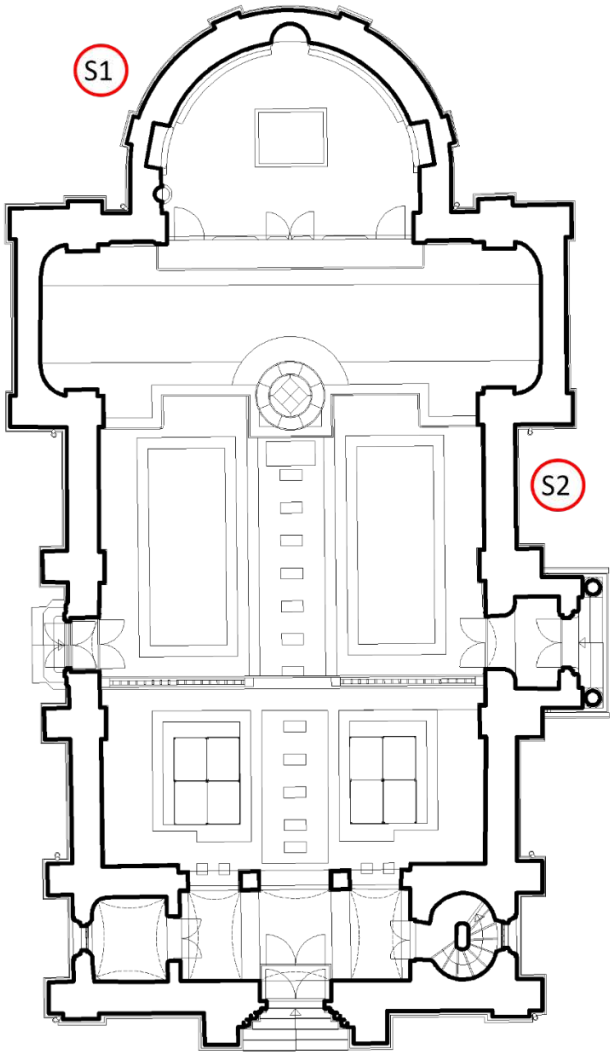
Prikaz postavljanja FIOCCO užadi

SPIRALNO STUBIŠTE

Postojeće stubište se uklanja te se izvodi novo čelično spiralno stubište. Konstrukcija se sastoji od čeličnog ovalnog stupa debljine lima t=10 mm kojeg je potrebno izvesti prema geometriji u nacrtima. Čelični stup se sidri u armiranobetonski temeljnu stopu visine h=100 cm. Po obodu stupa izvode se čelična konzolna konstrukcija za svaku stubu posebno. Konstrukcija gazišta su Z limovi debljine t=5 mm visine 161 (180) mm duljine gaziša 50 mm u svakom smjeru. Z profili se vare na stup. Na konstrukciju se postavljaju drvena gazišta debljine h=5,0 cm koja se oslanjaju na dva istaka susjednih stuba. Svaku petu stubu potrebno je usidriti u zidani zid pomoći sidra Φ16 koji se postavljaju se u prethodno izbušene rupe dimenzije Φ70 koje se kasnije injektiraju. Sidro se s druge strane zavaruje na Z -profile

C.1.5 TEMELJENJE NOSIVE KONSTRUKCIJE

Temeljem istražnih radova provedenih na terenu vidljivo je da su temelji izvedeni kao trakasti ispod svih nosivih zidova. Napravljeni su iskopi za provjeru temelja na 2 pozicije. Sonde su postavljene na označenim pozicijama ispod s oznakama S1 – S2. Utvrđeno je da su temelji ispod crkve kameni i visine 260 cm.







Položaj iskopa i sondi za ispitivanje temelja

S obzirom na starost građevine slijeganja tla su praktično ostvarena u potpunosti, a u ovom je projektu napravljen proračun naprezanja u temeljnom tlu. Dobivena naprezanja su:

Proračunsko opterećenje tla za osnovno i dopunsko opterećenje p_a=280-400 kN/m2

- Proračunsko dopušteno opterećenje tla za osnovno opterećenje $p_{a'}$=202-297 kN/m2

C.1.6 POSTOJEĆI MATERIJALI

ZIĐE – postojeći zidovi:

- Opečni zidni elementi skupine 1 – puna opeka – **$f_b \geq 10$ MPa**
- Mort zadanog sastava – **M1**

ZIĐE – ISPITIVANJE

Ulazni podatak $f_{vk,0}$ određen temeljem ispitivanja i izvještaja kojeg je izradio IGH d.d. BR. 72530-OI/722-723/21. Ispitana su svojstva prema ASTM 1531, Method A – *Standard Test Methods for In Situ Measurement Of Masonry Mortar Joint Shear Strength Index.* Ispitne pozicije su odabrane u dogovoru s predstavnikom Naručitelja. Nakon čišćenja ziđa od žbuke površine cca 1×1 m, odabran je opečni element koji će se ispitati te su lijevo i desno od elementa uklonjeni opečni elementi kako bi se mogao postaviti tlačni cilindar i pomično mjerilo za detekciju pomaka. Opečni element koji se ispituje očišćen je od bočnog morta i izmjerene su mu dimenzije. Flatjackovi su postavljeni u sljubnice (druga sljubnica iznad i druga sljubnica ispod odabranog opečnog elementa koji se ispituje). Nakon postavljanja opreme u ziđe i unosa male količine sile (zanemarivo malo, u svrhu poravnanja svih elemenata opreme u konstrukciji), ispitivanje je izvršeno na način da se u koracima od po 1 bar povećava tlačno naprezanje na opečni element pomoću flatjack-ova, a za svaki od tih koraka se bočnim cilindrom izazove horizontalni pomak opečnog elementa. Zabilježena je sila pri kojoj se desio pomak za svaki od navedenih koraka.

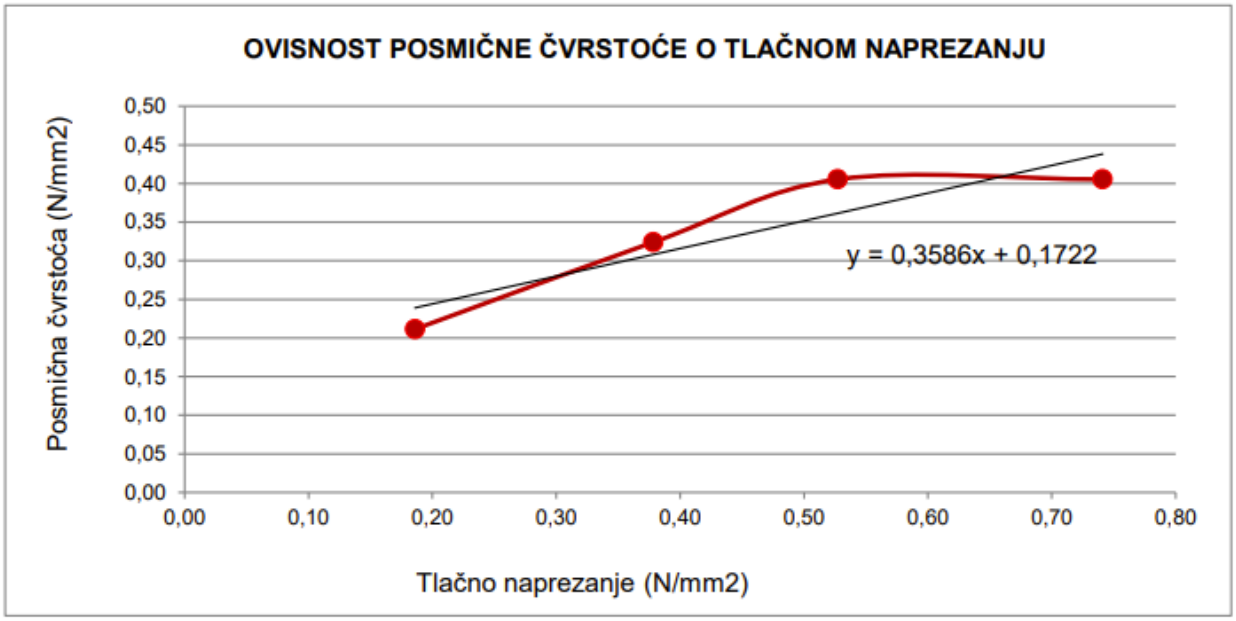


Prikaz ispitnog mjesta 1 (lijevo) i ispitnog mjesta 2 (desno)

Oznaka ispitivanja:	OI/722/21
Lokacija ispitne pozicije:	Sjeverna strana na fasadi (desno do ulaznih vrata)

Tablica 1 Rezultati ispitivanja na poziciji POZ1

OZNAKA ISPITIVANJA			TLAČNO NAPREZANJE POMOĆU PLOSNATIH PREŠA σ_v	PLOŠTINA GORNJE SLJUBNICE A_g	POVRŠINA DONJE SLJUBNICE A_d	SILA POSMIČNOG SLOMA	POSMIČNA ČVRSTOĆA f_{vk}
Laboratorij	Teren	Korak	N/mm^2	mm^2	mm^2	N	N/mm^2
OI-722/21	POZ 1	1	0,19	26690	26690	11286,0	**0,21**
		2	0,38	26690	26690	17301,7	**0,32**
		3	0,53	26690	26690	21638,6	**0,41**
		4	0,74	26690	26690	21638,6	**0,41**



Slika 1 Graf ovisnosti posmične čvrstoće o tlačnom naprezanju za poziciju POZ1

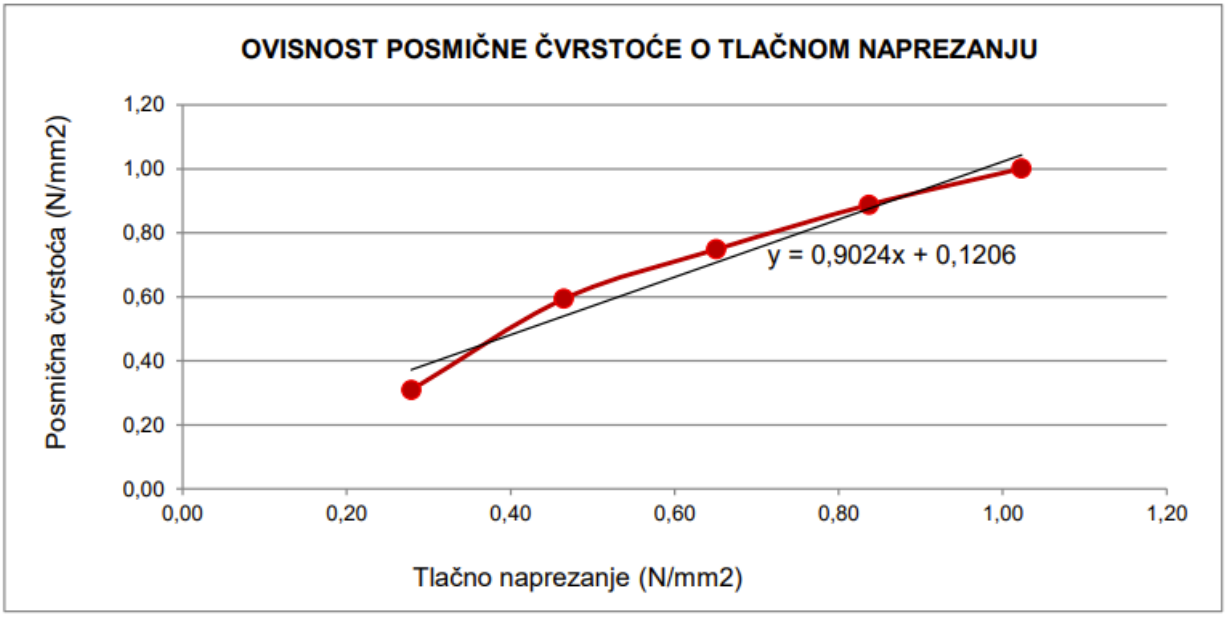
Koeficijent trenja:	0,3586
f_{vk0} (N/mm^2):	0,1722
Jednadžba za procjenu posmične čvrstoće ovisno o tlačnom naprezanju (N/mm^2):	f_{vk}=0, 3586σ_v + 0,1722
Za procjenu gornje jednadžbe povučen je najprikladniji pravac kroz točke krivulje, prema ASTM 1531	

Rezultati ispitnog mjesta 1

Oznaka ispitivanja:	OI/723/21
Lokacija ispitne pozicije:	Apsida – prema sjevernoj fasadi

Tablica 2 Rezultati ispitivanja na poziciji POZ2

OZNAKA ISPITIVANJA			TLAČNO NAPREZANJE POMOĆU PLOSNATIH PREŠA σ_v	PLOŠTINA GORNJE SLJUBNICE A_g	POVRŠINA DONJE SLJUBNICE A_d	SILA POSMIČNOG SLOMA	POSMIČNA ČVRSTOĆA f_{vk}
Laboratorij	Teren	Korak	N/mm^2	mm^2	mm^2	N	N/mm^2
OI-723/21	POZ 2	1	0,28	24750	24750	15301,1	**0,31**
		2	0,47	24750	24750	29389,1	**0,59**
		3	0,65	24750	24750	37055,6	**0,75**
		4	0,84	24750	24750	43952,7	**0,89**
		5	1,02	24750	24750	49562,64	**1,00**



Slika 3 Graf ovisnosti posmične čvrstoće o tlačnom naprezanju za poziciju POZ2

Koeficijent trenja:	0,9024
f_{vk0} (N/mm^2):	0,1206
Jednadžba za procjenu posmične čvrstoće ovisno o tlačnom naprezanju (N/mm^2):	f_{vk}=0,9024σ_v + 0,1206
Za procjenu gornje jednadžbe povučen je najprikladniji pravac kroz točke krivulje, prema ASTM 1531	

Rezultati ispitnog mjesta 2

ISTRAŽNI RADOVI

Sa zidova i stropova skinuta je žbuka kako bi se vizualnim pregledom ustanovila građa konstrukcije. Žbuka je skinuta na više mjesta na crkvi. Ustanovljeno je da su vertikalni elementi crkve od stare pune opeke zidane u vapnenom mortu. Svodovi i lukovi zidani sa starom punom opekom u vapnenom mortu, a ravni stropovi u tornju sagrađeni su od drvenih grednika dimenzija 18/20 cm na razmaku od 100 cm. Na njima su daske u jednom sloju debljine 2,5 cm. Na podu crkve je ispod podne obloge dva do tri reda opeke te se nakon toga nalazi zemljani pod. Kod otvaranja poda kora, slojevi su daska, drvena greda, ispuna (šuta) do zidanog svoda.




Prikaz otvorenih sondi na podu kora (lijevo) i podu crkve (desno)

C.1.7 MATERIJALI I OSNOVNI UVJETI IZVEDBE NOSIVE KONSTRUKCIJE

BETON:

- Beton armiranobetonskih elemenata gospodarskog objekta je razreda **C25/30.**
- Beton nearmiranih elemenata je razreda **C12/15**.

Debljine zaštitnih slojeva potrebno je uzeti u skladu s analizam danom u statičkom proračunu. Razred izloženosti pojedinih elemenata konstrukcije također je dan u statičkom proračunu (točka C.3.1.1).

ARMATURA:

Konstrukcijski elementi	**Čelik za armiranje**
Temelji spiralnog stubišta	– **rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)
Tlačne ploče	– **rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja) – **zavarene mreže B 500** razreda duktilnosti **A** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)
Vertikalni i horizontalni serklaži	– **rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja) – **zavarene mreže B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)

ZIĐE:

Za nosive elemente konstrukcije koji su projektom ili troškovnikom predviđeni kao zidani zidovi zahtijeva se da ti elementi konstrukcije budu od zidnih elemenata Skupine 1 ili 2 i I. kategorije proizvodnje te morta zadanog sastava izvedeni u skladu s razredom izvedbe "B".

ČELIK:

Kvaliteta materijala čelične konstrukcije kao i razred (klasa) izvođenja dani su u tablici ispod.

Konstruktivni elementi	Materijal	Razred (klasa) izvedbe
Svi čelični elementi	**S355JR**	**EXC2**

Proračun i razrada priključaka i detalja spojeva biti će obrađeni u izvedbenom projektu. Vijčane veze glavnih elemenata predviđene su da se izvode s vijcima u skladu s HRN EN 14399 kvalitete 10.9 i 8.8 prema HRN EN898-1. Vijčane veze sekundarnih elemenata predviđeno je da se izvode s vijcima u skladu s HRN EN 15048 kvalitete 8.8 prema HRN EN 898-1. Sidreni vijci čelične konstrukcije predviđeno je da se izvode minimalne kvalitete S355JR.

Antikorozivna zaštita čelične nosive konstrukcije predviđena ovim projektom dana je u tablici ispod.

Konst. element	Trajnost AKZ	Sustav AKZ
Svi čelični elementi	Visoka H (> 15 godina)	Bojanje **C2** niz normi HRN EN ISO 12944 ili vruće cinčanje niz normi HRN EN ISO 14713

Prije nanošenja premaza potrebno je pripremiti površinu sukladno zahtjevima stupnja P2 prema HRN EN ISO 8501-3, te abrazivno očistiti do traženog stupnja Sa 2 ½ prema HRN EN ISO 8501-1 kako bi se ujedno dobio i traženi profil hrapavosti koji odgovara stupnju Fine (S) prema HRN EN ISO 8503-2.

Za sve čelične elemente nosive konstrukcije potrebno je izvesti odgovarajuću zaštitu premazima ili oblaganjem koja osigurava požarnu otpornost.

DRVO:

- Drveni rogovi i daske **- C24**

C.1.8 UVJETI I ZAHTJEVI KOJI MORAJU BITI ISPUNJENI PRI IZVOĐENJU RADOVA I KOJE NAČIN IZVOĐENJA RADOVA MORA ISPUNITI ZA DIO ZGRADE KOJI SE OBNAVLJA (UGRADNJE I MEĐUSOBNOG POVEZIVANJA GRAĐEVNIH I DRUGIH PROIZVODA), A KOJI SU BITNI ZA ISPUNJAVANJE TEHNIČKIH SVOJSTAVA PROJEKTIRANOG DIJELA ZGRADE, TE TEMELJNOG ZAHTJEVA MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI

Ne propisuju se posebni uvjeti koji moraju biti ispunjeni pri izvođenju radova, osim poštivanja tehničkih propisa i ostalih važećih zakona, normi i pravilnika, odnosno poštivanja uputa proizvođača. Svi uvjeti i zahtjevi koji moraju biti ispunjeni pri izvođenju radova i način izvođenja radova propisani su u poglavlju ovoga projekta - Program kontrole i osiguranja kvalitete.

C.1.9 OPIS UTJECAJA NAMJENE I NAČINA UPORABE PROJEKTIRANOG DIJELA ZGRADE TE UTJECAJA OKOLIŠA NA SVOJSTVA UGRAĐENIH GRAĐEVNIH I DRUGIH PROIZVODA, NA TEHNIČKA SVOJSTAVA PROJEKTIRANOG DIJELA ZGRADE TE NA ZGRADU U CJELINI

Nema posebnog utjecaja namjene i načina uporabne zgrade ili okoliša na svojstva građevnih i drugih proizvoda i tehničkih svojstava zgrade.

C.1.10 OPIS ISPUNJENJA TEMELJNOG ZAHTJEVA MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI ZA PROJEKTIRANI DIO ZGRADE

Temeljni zahtjevi mehaničke otpornosti i stabilnosti dokazani su u proračunskom dijelu ovoga projekta za svaki konstrukcijski element zasebno.

C.1.11 RAZINA OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE

Predmetna građevina se prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije, Prilog III. Razine obnove potresom oštećenih konstrukcija zgrada u odnosu na mehaničku otpornost i stabilnost svrstava u razinu obnove:

RAZINA 3: POJAČANJE KONSTRUKCIJE

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

C.1.12 MOGUĆNOSTI I UVJETI UPORABE DIJELOVA OBNOVLJENE ZGRADE PRIJE DOVRŠETKA OBNOVE ZGRADE OVISNO O RAZINI OBNOVE

Dijelovi građevine u kojima se u tom trenutku obavljaju radovi obnove (pojačanje ili sanacija konstrukcije) ne mogu se koristiti do trenutka završetka radova.

C.1.13 DOKAZ ZATEČENE POTRESNE OTPORNOSTI ZGRADE U ODNOSU NA POTRESNU OTPORNOST ZGRADE PREMA NORMAMA NIZA HRN EN 1998 I PRIPADNIM NACIONALNIM DODACIMA NA KOJE UPUĆUJE TEHNIČKI PROPIS

Prema analizi konstrukcije koja je provedena u sklopu ELABORATA OCJENE POSTOJEĆEG STANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE, u odnosu na seizmičku otpornost predmetne građevine, vrijedi sljedeće:

- Neukrućeni toranj predstavlja najnepovoljniji slučaj od svih modela te se zbog otkazivanja zvonika u razini otvora ne može postići zadovoljenje graničnog stanja značajnog oštećenja (ZO) ni za umanjeno projektno seizmičko opterećenje (u oba smjera).
- S ukrućenim zvonikom od vrha pa do razine svodova crkve građevina posjeduje 18% zahtijevane projektne otpornosti u Y smjeru i 21% zahtijevane projektne otpornosti u X smjeru, za povratni period od T = 475 god. i vršno ubrzanje tla od $a_g/g = 0,26$ za predmetnu lokaciju.

C.1.14 OPTEREĆENJA

Vertikalno opterećenje na građevinu je određeno u skladu s normama za opterećenja HRN EN 1991-1-1:2012, HRN EN 1991-1-3:2012 i dostupnim podacima. Prema normi HRN EN 1991-1-3:2012 i nacionalnom dodatku HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012, građevina se nalazi u 3. snježnom području (Zagreb, kontinentalna Hrvatska).

Horizontalno opterećenje na građevinu uzeto je u skladu s normom za seizmiku HRN EN 1998-1:2011 i nacionalnim dodatkom HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, te normom za opterećenje vjetrom HRN EN 1991-1-4:2012 i nacionalnim dodatkom HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012. Prema normi HRN EN 1998-1:2011 i nacionalnom dodatku HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 građevina se nalazi u području s ubrzanjem tla $a_{gR} = 0,183 \times g$, a prema normi HRN EN 1991-1-4:2012 i nacionalnom dodatku HRN EN 1991-1-4:2012/NA:20122012 osnovna brzina vjetra je $v_b = 25,0$ *m/s*.

C.1.15 OPĆE NAPOMENE

Proračun je napravljen uz pomoć programskih paketa 3Muri, Tower 8, Office paketa i uz pomoć tablica i izraza iz literature. Proračun je napravljen poštivajući sva pravila proračuna unutarnjih sila konstrukcije prema teoriji linearne elastičnosti i nelinearnog proračuna metodom postupnog guranja i dimenzionirajući je prema graničnim stanjima definiranim važećim *Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN. Br. 17/17, 75/20)*.

Popis svih zakona, propisa i pravilnika korištenih u ovom proračunu dan je posebno u izjavi A/5.

Statički proračun uzima u obzir krajnje stanje konstrukcije. Stručni nadzor nad izvođenjem građevine je odgovoran za sigurnost i stabilnost konstrukcije u fazi izgradnje.

Za sve izmjene ili dopune u odnosu na glavni projekt konstrukcije potrebna je prethodna suglasnost projektanta. Sve radioničke nacrte i nacrte armature potrebno je dostaviti glavnom projektantu na pregled prije izvedbe konstrukcije.

C.1.16 POSEBNE NAPOMENE

Budući da se radi o postojećoj građevini gdje istražnim radovima i vizualnim pregledom nisu mogli biti obuhvaćeni svi djelovi konstrukcije preporuča se da tijekom izvođenja provoditi kontinuirani projektantski nadzor. Projektantski nadzor nad izvođenjem predmetnih radova obavlja projektant osobno ili preko svojih suradnika. Taj nadzor vodi brigu da se radovi izvedu prema projektu i njegovim dopunama (ako budu postojale) i svrsishodno namjeni koja proizlazi iz projekta. Projektantski nadzor projektanta je stalnog karaktera. Projektant ima pravo donositi odluke u slučaju kada se ukaže potreba da se izvrše izmjene pojedinih dijelova projekta, bilo po opsegu, postupku ili redoslijedu izvođenja radova.

Ukoliko se prilikom izvođenja radova ustvrde ikakva odstupanja izvedenog postojećeg stanja od onoga što je prikazano na snimku postojećeg stanja i planu pozicija postojeće konstrukcije potrebno je obavjestiti projektanata konstrukcije.

C/2 PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE I UVJETI ZA ODRŽAVANJE PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE

Projektirani vijek uporabe je 50 godina

Građevinska konstrukcija održava se na način da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine. Radnje u okviru održavanja nosive konstrukcije treba provoditi prema odredbama ***Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20) i Pravilnika o održavanju građevina (NN. br 122/14, 89/19***) te u skladu s normama na koje upućuje navedeni propis i pravilnik kao i odgovarajućom primjenom odredaba važećih ostalih propisa. Redovito održavanje građevine dužan je osigurati vlasnik građevine i to na način da se tijekom njezina trajanja očuvaju temeljni zahtjevi za građevinu.

U okviru redovitog održavanja građevinske konstrukcije potrebno je provoditi redovite pregledi, koji se obzirom na vremenske intervale provođenja pregleda i obim radnji provode kao:

1. osnovni pregledi - svake godine
2. glavni pregledi – svakih 10 godina
3. dopunski pregledi – u slučaju izvanrednih događaja

Osnovni pregledi građevinskih konstrukcija imaju za svrhu utvrđivanje općeg stanja konstrukcije, te moraju obuhvatiti uvid u raspoloživu dokumentaciju i vizualni pregled stanja glavnih elemenata konstrukcije koji su bitni za nosivost i otpornost na požar konstrukcije u cjelini te za pravilno funkcioniranje građevine (spojevi glavnih nosivih elemenata, potporni elementi, glavni nosači, zatege, i sl.), a čijim otkazivanjem može biti ugrožena sigurnost korisnika građevine i/ili prouzročena značajna materijalna šteta.

Glavni pregledi građevinskih konstrukcija imaju za svrhu utvrđivanje stanja konstrukcije i materijala, obavezno moraju obuhvatiti kontrolu:

a) temelja tj. pregled stanja dostupnih dijelova temelja (temeljne ploče) uz posrednu kontrolu putem provjere ispravnosti geometrije ostalih dijelova građevine;
b) stanja elemenata nosive konstrukcije tj. detaljan pregled svih elemenata konstrukcije koji su bitni za nosivost konstrukcije u cjelini te za pravilno funkcioniranje građevine kao što su: spojevi glavnih nosivih elemenata, glavni nosači, stupovi, postojanje pukotina, korozije armature i sl.;
c) geometrije konstrukcije i to prvenstveno geometrije stropnih konstrukcija tj. veličina progiba;
d) stanja ležajeva i oslonaca čelične konstrukcije i to pravilnost položaja, pritegnutost, čistoća, oštećenja i funkcionalnost;
e) stanja zaštite od korozije i stanja otpornosti na požar (premazi, zaštitne obloge, zaštitni slojevi, i sl.);
f) stanja sustava za odvodnju i drenažu (posebno odvodnju s krovnih ploha);
g) stanja priključaka instalacija i opreme na elemente konstrukcije;
h) brtvljenja odnosno provjetravanja kod sandučastih elemenata;
i) stanja elemenata za osiguranje konstrukcije i ljudi, kao što su ograde.

Kod provedbe osnovnih pregleda ukoliko se utvrde nedostaci koji mogu imati utjecaja na ispunjavanje zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti te otpornosti na požar, potrebno je provesti dodatne kontrole i ispitivanja.

Kod provedbe glavnih pregleda konstrukcije provodi se vizualnim pregledom, mjerenjima, ispitivanjima te uvidom u dokumentaciju građevine, uređaja i opreme (projektna dokumentacija, građevinski dnevnik, izjave, potvrde, izvješća, fotodokumentacija, nalozi, zapisnici, otpremnice, i sl.) te na drugi prikladan način.

Ako se pregledom utvrde nedostaci u tehničkim svojstvima građevinske konstrukcije, mora se provesti naknadno dokazivanje da građevinska konstrukcija u zatečenom stanju ispunjava minimalno zahtjeve propisa i pravila u skladu s kojima je projektirana i izvedena.

U slučaju da se pokaže da zatečena tehnička svojstva građevinske konstrukcije ne zadovoljavaju zahtjeve propisa i pravila u skladu s kojima je konstrukcija projektirana i izvedena, potrebno je provesti zahvate (popravci, sanacija, adaptacija, rekonstrukcija) kojima se tehnička svojstva građevinske konstrukcije dovode na razinu koja zadovoljava minimalno zahtjeve tih propisa i pravila, ili je ukloniti.

Za provedbu zahvata sanacije i rekonstrukcije potrebno je izraditi odgovarajući projekt u skladu sa zahtjevima danim u Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20).

Dokumentaciju pregleda te dokumentaciju o održavanju (ili sanacije) konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Pregled konstrukcije zgrade moraju obavljati za to ovlaštene osobe.

C/3. ANALIZA OPTEREĆENJA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU, STATIČKI PRORAČUN SPIRALNOG STUBIŠTA I DRVENE KONSTRUKCIJE KROVIŠTA

C.3.1 ANALIZA ZAŠTITNIH SLOJEVA I OPTEREĆENJA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

Predmet ovog elaborata je statički proračun nosive konstrukcije PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU na lokaciji Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar.

C.3.1.1 ANALIZA MINIMALNIH ZAŠTITNIH SLOJEVA BETONA S OBZIROM NA RAZREDE IZLOŽENOSTI DJELOVANJU OKOLIŠA

Određivanje minimalnog zaštitnog sloja provodi se prema normi HRN EN 1992-1-1:2013: Eurokod 2 -- Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004/AC:2010)

Pretpostavljena klasa konstrukcija prema HRN EN 1992-1-1:2013 je S4. Na temelju toga i razreda izloženosti te razreda betona, iz tablica 4.3N i 4.4N se očitavaju minimalne debljine zaštitnog sloja $c_{min,dur}$.

Tablica 4.3N: Preporučena klasifikacija konstrukcija (preporučena početna S4)

Razred konstrukcije							
Kriterij	**Razred izloženosti prema tablici 4.1**						
	X0	**XC1**	**XC2/XC3**	**XC4**	**XD1**	**XD2/XS1**	**XD3/XS2/XS3**
Proračunski uporabni vijek 100 godina	povećati razred za 2	povećati razred za 2	povećati razred za 2	povećati razred za 2	povećati razred za 2	povećati razred za 2	povećati razred za 2
Razred čvrstoće[1)2)]	≥ C30/37 smanjiti razred za 1	≥ C30/37 smanjiti razred za 1	≥ C35/45 smanjiti razred za 1	≥ C40/50 smanjiti razred za 1	≥ C40/50 smanjiti razred za 1	≥ C40/50 smanjiti razred za 1	≥ C45/55 smanjiti razred za 1
Element pločaste geometrije (proces gradnje nema utjecaja na položaj armature)	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1
Osigurana posebna kontrola kvalitete proizvodnje betona	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1	smanjiti razred za 1

Tablica 4.4N: Vrijednosti minimalnog zaštitnog sloja $c_{min,dur}$ za armaturu s obzirom na trajnost, prema EN 10080

Zahtjevi okoliša za $c_{min,dur}$ [mm]							
Razred konstrukcije	**Razred izloženosti u skladu s tablicom 4.1**						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Prema HRN EN 1992-1-1:2013, poglavlje 4.4.1.2 (11) kod odabira je povećan zaštitni sloj za 5 mm kod elemenata koji se betoniraju na podlozi koja nije potpuno glatka (temeljna konstrukcija). Također je sukladno poglavlju 4.4.1.3 (1)P potrebno je povećati zaštitni sloj za 10 mm radi odstupanja kod izvedbe.

Na sljedećoj stranici je prikaz odabira zaštitnih slojeva s obzirom na razrede izloženosti okolišu.

Nosivi elementi konstrukcije	Razredi izloženosti	Razred betona	Odabrani zaštitni sloj betona (mm)
Spregnuta ploča	XC2	C 25/30	c_{nom} = 25 mm
Grede i serklaži (unutrašnji zaštićeni elementi)	XC1	C 25/30	c_{nom} = 25 mm
Stupovi (unutrašnji zaštićeni elementi)	XC1	C 25/30	c_{nom} = 30 mm

C.3.1.2 ANALIZA POŽARNE OTPORNOSTI NOSIVE KONSTRUKCIJE

Podloga za dokaz mehaničke otpornosti i stabilnosti nosive konstrukcije na požarno opterećenje je prikaz primjenjenih mjera zaštite od požara koji je izradila firma Flamit d.o.o. iz Zagreba, koji je sastavni dio mape I/1, koji je izradila Martina Gajdek dipl.ing.arh..

Prema prikaz primjenjenih mjera zaštite od požara minimalna klasa vatrootpornosti konstrukcijskih elemenata je sljedeća:

Nosivi elementi konstrukcije	Zahtjevana minimalna klasa vatrootpornosti
Prizemlje	REI 90
Drveno krovište – prostor potkrovlja	REI 30

Armiranobetonska konstrukcija

Dokaz požarne otpornosti armiranobetonskih konstrukcijskih elemenata provesti će se sukladno normi HRN EN 1992-1-2:2013: Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1992-1-2:2004/AC:2008), primjenom propisanih pravila i tabličnom kontrolom potrebnih zaštitnih slojeva i minimalnih dimenzija armiranobetonskih konstrukcijskih elemenata. Za svaki pojedini tip nosive konstrukcije će se odrediti minimalna izmjera poprečnog presjeka i minimalni zaštitni sloj koji nosivi element mora zadovoljavati. U daljnjem proračunu konstrukcije će se svi ovi zahtjevi uvažiti kod proračun pojedinih elemenata nosive konstrukcije.

Stupovi

Tablica 5.2a: U tablici 5.2.a iz EN 1992-1-2:2004 dane su najmanje izmjere poprečnog presjeka stupova i udaljenost težišta armature do ruba presjeka za stupove pravokutnog i kružnog poprečnog presjeka.

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm] Širina stupova b_{min} / osni razmak glavnih šipki			
	Stup izložen na više strana			Izložen na jednoj strani
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$
1	2	3	4	5
R30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R120	250/40 350/35	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35
R180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R240	350/61**	450/75**	-	295/70
** Najmanje 8 šipki				

Faktor redukcije za djelovanje prema EN 1992-1-2:2004 (2.5) iznosi:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_{k,i}}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1}} \approx \frac{8,75 + 0,3 \cdot 2,5}{1,35 \cdot 8,75 + 1,5 \cdot 1,0 \cdot 2,5} = 0,64$$

Faktor redukcije za proračunsku razinu opterećenja prema EN 1992-1-2:2004 (5.6):

$$\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}} \approx \frac{0,85 \cdot 0,64}{1,5} = 0,35$$

Minimalne dimenzije poprečnog presjeka stupova i zaštitnih slojeva iznose:

Požarna otpornost	Minimalne dimenzije presjeka stupa (cm)	Minimalni zaštitni sloj betona (mm)
R 60	b_{min} = 20 cm	$c_{nom} \geq 36 - (14/2+8) = 21$ mm → odabrano c_{nom} = 25 mm
R 90	b_{min} = 20 cm	$c_{nom} \geq 40 - (14/2+8) = 25$ mm → odabrano c_{nom} = 25 mm
	b_{min} = 30 cm	$c_{nom} \geq 40 - (14/2+8) = 25$ mm → odabrano c_{nom} = 25 mm

Grede

Tablica 5.6:U tablici 5.6. iz EN 1992-1-2:2004 dane su najmanje minimalne dimenzije rebra grede i udaljenosti od težišta armature do ruba za kontinuirane armiranobetonske i prednapete grede.

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm]						
	Moguće kombinacije a i b_{min}, gdje je a prosječni osni razmak, a b_{min} širina grede				Debljina hrpta b_w		
					Razred WA	Razred WB	Razred WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	b_{min} = 80 a = 15*	160 12*			80	80	80
R 60	b_{min} = 120 a = 25	200 12*			100	80	100
R 90	b_{min} = 150 a = 35	250 25			110	100	100
R 120	b_{min} = 200 a = 45	300 35	450 35	500 30	130	120	120

Minimalne izmjere poprečnog presjeka greda i zaštitnih slojeva iznose:

Požarna otpornost	Minimalne debljine rebra greda (cm)	Minimalni zaštitni sloj betona (mm)
R 60	b_{min} = 20 cm	$c_{nom} \geq 12 - (14/2+8) = 0$ mm → odabrano c_{nom} = 25 mm
R 90	b_{min} = 25 cm	$c_{nom} \geq 25 - (14/2+8) = 10$ mm → odabrano c_{nom} = 25 mm

Ploče

Tablica 5.8: U tablici 5.8. iz EN 1992-1-2:2004 dane su najmanje debljine ploča i udaljenost od težišta armature do ruba za slobodno oslonjene armiranobetonske i prednapete **ploče nosive u jednom i dva smjera.**

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm]			
	Debljina ploče h_s [mm]	Osni razmak a		
		Nosive u jednom smjeru	Nosive u dva smjera	
			$l_y/l_x \leq 1{,}5$	$1{,}5 < l_y/l_x \leq 2$
1	2	3	4	5
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

l_x i l_y su rasponi ploča koje su nosive u dva smjera pod pravim kutovima, pri čemu je l_y dulji raspon.
Za prednapete grede, treba u obzir uzeti povećanje osnog razmaka u skladu s točkom 5.2(5).
Osni razmak a u stupcima 4 i 5 odnosi se na ploče oslonjene na sva četiri ruba. Inače ih treba obraditi kao ploče koje nose u jednom smjeru.
* Obično će biti mjerodavan zaštitni sloj zahtijevan prema normi EN 1992-1-1.

Minimalne debljine ploča nosivih u jednom ili dva smjera i njihovih zaštitnih slojeva iznose:

Požarna otpornost	Minimalne debljine ploča (cm)	Minimalni zaštitni sloj betona (mm)
R 60	h_{min} = 8 cm	$c_{nom} \geq 20 - 10/2 = 15$ mm → odabrano c_{nom} = 25 mm
R 90	h_{min} = 10 cm	$c_{nom} \geq 30 - 10/2 = 25$ mm → odabrano c_{nom} = 25 mm

Zaključak:
Iz prethodne analize proveden u točkama C.3.1.1 i C.3.1.2 može se zaključiti da je kod odabira minimalnih zaštitnih slojeva mjerodavna analiza utjecaja okoliša.

Zidana konstrukcija

Dokaz požarne otpornosti zidanih konstrukcijskih elemenata provest će se sukladno normi HRN EN 1996-1-2:2011: Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1996-1-2:2005) tabličnom kontrolom minimalnih dimenzija zidanih konstrukcijskih elemenata. Debljina zidanih zidova je t > 25 cm. Iz Tablice N.B.1.2 je očito da je navedena debljina, za zahtijevane R 90 veća od minimalnih vrijednosti i na taj način zadovoljava tražene požarne zahtjeve.

Table N.B.1.2 Clay masonry minimum thickness of separating loadbearing single-leaf walls (Criteria REI) for fire resistance classifications

row number	material properties: unit strength f_b [N/mm²] gross density ρ [kg/m³] combined thickness ct % of wall thickness	Minimum wall thickness (mm) t_f for fire resistance classification REI for time (minutes) $t_{fi,d}$						
		30	45	60	90	120	180	240
1S	**Group 1S units**							
1S.1	$5 \le f_b \le 75$ general purpose mortar $5 \le f_b \le 50$ thin layer mortar $1\,000 \le \rho \le 2\,400$							
1S.1.1 1S.1.2	$\alpha \le 1{,}0$	90 (70/90)	90 (70/90)	90 (70/90)	100 (70/90)	100/140 (90/140)	170/190 (110/140)	170/190 (170/190)
1S.1.3 1S.1.4	$\alpha \le 0{,}6$	90 (70/90)	90 (70/90)	90 (70/90)	100 (70/90)	100/140 (100/140)	170 (110/140)	170 (140/170)
1	**Group 1 units** mortar: general purpose, thin layer							
1..2	$5 \le f_b \le 75$ $800 < \rho \le 2\,400$							
1.2.1 1.2.2	$\alpha \le 1{,}0$	90/100 (70/90)	90/100 (70/90)	90/100 (70/90)	100/170 (70/90)	140/170 (100/140)	170/190 (110/170)	190/210 (170/190)
1.2.3 1.2.4	$\alpha \le 0{,}6$	90/100 (70/90)	90/100 (70/90)	90/100 (70/90)	100/140 (70/90)	140/170 (100/140)	140/170 (110/170)	190/200 (170/190)
1.3	$5 \le f_b \le 25$ $500 \le \rho \le 800$							
1.3.1 1.3.2	$\alpha \le 1{,}0$	100 (100)	200 (170)	200 (170)	200 (170)	200/365 (200/300)	200/365 (200/300)	300/370 300/370
1.3.3 1.3.4	$\alpha \le 0{,}6$	100 (100)	170 (140)	170 (140)	200 (170)	200/365 (200/300)	200/365 (200/300)	300/370 300/370
2	**Group 2 units**							
2.1	Mortar:general purpose, thin layer $5 \le f_b \le 35$ $800 < \rho \le 2\,200$ $ct \ge 25\%$							
2.1.1 2.1.2	$\alpha \le 1{,}0$	90/100 (90/100)	90/100 (90/100)	90/100 (90/100)	100/170 (100/140)	140/240 (140)	190/240 (190/240)	190/240 (190/240)
2.1.3 2.1.4	$\alpha \le 0{,}6$	90/100 (90)	90/100 (90)	90/100 (90/100)	100/140 (100/140)	190/240 (100/140)	190/240 (140/190)	190/240 (190)
2.2	Mortar: general purpose, thin layer and lightweight $5 \le f_b \le 25$ $700 \le \rho \le 800$ $ct \ge 25\%$							
2.2.1 2.2.2	$\alpha \le 1{,}0$	nvg (100)	nvg (100)	nvg (90/170)	nvg (100/240)	nvg (140/300)	nvg (170/365)	nvg
2.2.3 2.2.4	$\alpha \le 0{,}6$	nvg (100)	nvg (100)	nvg (90/140)	nvg (100/170)	nvg (100/300)	nvg (170/300)	nvg (190/300)
2.3	mortar: general purpose, thin layer and lightweight $5 \le f_b \le 25$ $500 < \rho \le 900$ $16\% \le ct < 25\%$							
2.3.1 2.3.2	$\alpha \le 1{,}0$	nvg (100)	nvg (170)	nvg (90/170)	nvg (140/240)	nvg (140/300)	nvg (365)	nvg
2.3.3 2.3.4	$\alpha \le 0{,}6$	nvg (100)	nvg (140)	nvg (90/140)	nvg (100/170)	nvg (140/300)	nvg (300)	190 nvg

Čelična konstrukcija

Dijelove čelične konstrukcije (podrožnice, grede i stupovi u krovištu) koji su izloženi požarnom djelovanju potrebno je zaštititi odgovarajućim premazima ili oblaganjem protupožarnom oblogom koja osigurava traženu požarnu otpornost REI 30.

Drvena konstrukcija

Proračun drvene konstrukcije izložene požaru vidi u točki C. 3.2.3.

C.3.1.3 OPĆA ANALIZA DJELOVANJA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

STALNO DJELOVANJE NA KONSTRUKCIJU

- Vlastita težina pojedinih elemenata konstrukcije se generira kompjutorskim programom na temelju dimenzija elemenata i zapreminske težine pojedinih konstrukcijskih elemenata.
- Težina slojeva u proračunu se uzima u skladu sa slojevima definiranim u Arhitektonskom projektu te u skladu s normom HRN EN 1991-1-1:2012: Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-1: Opća djelovanja – Obujamske težine, vlastita težina i uporabna opterećenja za zgrade (EN 1991-1-1:2002/AC:2009).

UPORABNO OPTEREĆENJE NA KONSTRUKCIJU

- Korisno opterećenje u proračunu se uzima u skladu s normom HRN EN 1991-1-1:2012: Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-1: Opća djelovanja – Obujamske težine, vlastita težina i uporabna opterećenja za zgrade (EN 1991-1-1:2002/AC:2009) ovisno o kategoriji namjene prostora. Vidi detaljni prikaz vertikalnog opterećenja na pojedine stropove.

DJELOVANJE SNIJEGA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

- Prema HRN EN 1991-1-3:2012 i HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012 građevina se nalazi u 3. snježnom području (Zagreb, kontinentalna Hrvatska)



Tablica 1(HR) – Opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine

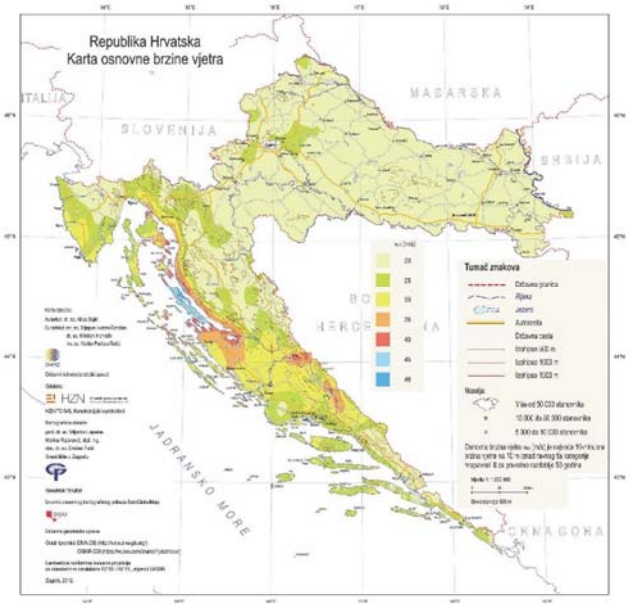
Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m^2]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m^2]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m^2]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m^2]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		

- Za nadmorsku visinu H ≈ 110 m.n.m. karakteristično opterećenje snijegom na tlu iznosi: $s_k = 1{,}25$ kN/m^2

- Krov građevine je ravni. Karakteristična vrijednost opterećenja snijegom za krovove nagiba α < 30° iznosi:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0{,}80 \cdot 0{,}1{,}25 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 1{,}00\ kN/m^2$$

DJELOVANJE VJETRA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU



Tlak vjetra na površinu

$w = q_p \times c_e(z_e) \times c_{p,net}$

q_p udarni tlak vjetra

q_b osnovni tlak vjetra

$c_e(z_e)$ koeficijent izloženosti

$c_{p,net}$ koeficijent netto tlaka

Osnovni tlak

$q_b = \rho \times v_b^2 / 2$

v_b korigirana osnovna brzina vjetra

$\rho = 1{,}25$ kg/m^3 gustoća zraka

$v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0}$

$c_{dir} = 1$ faktor smjera

$c_{season} = 1$ faktor godišnjeg doba

$v_{b,0}$ osnovna brzina vjetra

Lokacija: **Zagreb** v_b= **25** m/s

Područje: **II.** q_b= **0.391** kN/m^2

	kategorija zemljišta	z_0(m)	z_{min} (m)
0	More ili obalno područje izloženo otvorenom moru	0.003	1
I	Jezera ili ravničarska i horizontalna površina sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka	0.01	1
II	Površina s niskom vegetacijom, kao što je trava i izoliranim preprekama (drveće, zgrade), koje su udaljene najmanje 20 visina prepreke	0.05	2
III	Površina s redovnom pokrivenošću vegetacijom ili zgradama (sela, predgrađa, neprekidna šuma)	0.3	5
IV	Gradska područja u kojima je najmanje 15% površine izgrađeno i čija prosječna visina prelazi 15 m	1	10

Područje	$v_{b,0}$
I.	20
II.	25
III.	30
IV.	35
V.	40
VI.	45
VII.	48

Kategorija terena: **III**

z_0 = **0.3**

z_{min} = 1.0 m

z_{max} = 200 m

Visina objekta z= **16.9** m

$z_{min} < z < z_{max}$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{za} \quad z_{min} \le z \le z_{max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \quad \text{za} \quad z \le z_{min}$$

$$k_r = 0{,}19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0{,}07} \qquad z_{0,II} = 0{,}05$$

$z_{0,II}$= 0.05

k_r= 0.22

$c_r(z)$ = 0.87

Srednja brzina vjetra:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

$c_0(z)$= 1,00 faktor orografije

$V_m(z)$= 21.71 m/s

Intenzitet turbulencije:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{za} \quad z_{min} \le z \le z_{max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{min}) \quad \text{za} \quad z < z_{min}$$

k_I= 1,00 faktor turbulencije

$I_v(z)$= 0.25

Udarni tlak vjetra:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \tfrac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$q_p(z)$= 0.81 kN/m^2

a. Vanjski pritisak vjetra na zatvoreni dio građevine: $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0{,}81 \cdot c_{pe} \ \left[\text{kN/m}^2\right]$

- Za koeficijente vanjskog tlaka se uzimaju vrijednosti sukladno normi i tablici ispod ovisno o položaju promatranog elementa konstrukcije.

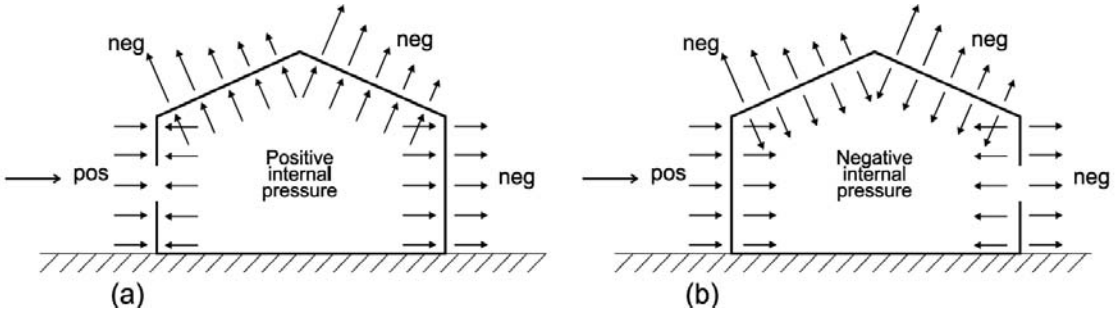
b. Unutrašnji pritisak vjetra na zatvoreni dio građevine: $w_i = q_p(z_e) \cdot c_{pi} = 0{,}81 \cdot c_{pi} \ \left[\text{kN/m}^2\right]$

- Građevina je predviđena da se izvede kao zatvorena s otvorima u vidu prozora koji mogu biti nasumično otvoreni. Stoga se za koeficijente unutarnjeg tlaka usvaja vrijednost c_{pi} = ± 0,25.

$$w_i = 0{,}81 \cdot (\pm 0{,}25) = \pm 0{,}20 \ \text{kN/m}^2$$

c. Rezultanti pritisak vjetra na zatvoreni dio građevine: $w_{uk} = q_p(z_e) \cdot (c_{pe}\text{"+"}c_{pi}) = 0{,}81 \cdot (c_{pe}\text{"+"}c_{pi}) \ \left[\text{kN/m}^2\right]$

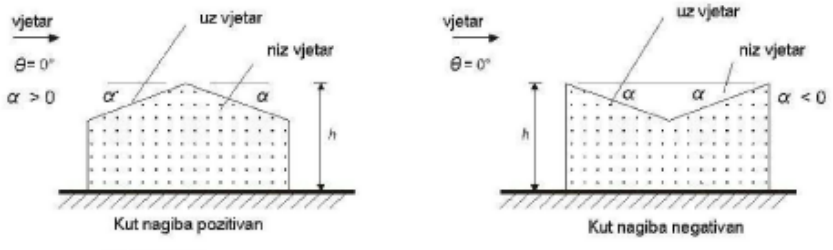
- U proračunu će se upisati rezultantni tlakovi vjetra na pojedine plohe sukladno skici na slijedećoj stranici, a sve svedeno na varijantu vanjskog tlaka. Prethodna analiza djelovanja vrijedi i za proračun fasadnih stijena koje nisu predmet ovog elaborata.



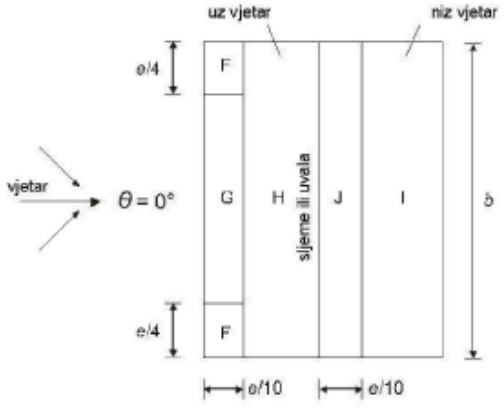
d. Trenje po krovu i pročeljima: $w_{fr} = q_p(z_e) \cdot c_{fr}$

- Trenje po krovu i pročeljima: $w_{fr} = q_p(z_e) \cdot c_{fr} = 0{,}81 \cdot 0{,}04 = 0{,}032 \ \text{kN/m}^2$

HRN EN 1991-1-4:2012
EN 1991-1-4:2005+AC:2010+A1:2010



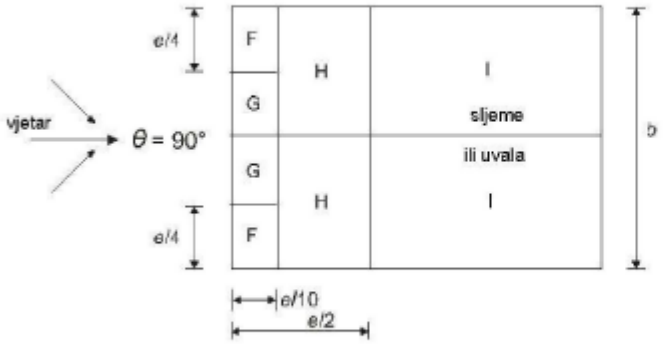
(a) općenito



e=b ili 2*h*,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra θ=0°

b: dimenzija okomito na vjetar



(c) smjer vjetra θ=90°

Slika 7.8 – Legenda za dvostrešne krovove

HRN EN 1991-1-4:2012
EN 1991-1-4:2005+AC:2010+A1:2010

Tablica 7.4a(N) – Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za dvostrešne krovove

Nagib α	Područje za smjer vjetra θ = 0°									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
−45°	−0,6		−0,6		−0,8		−0,7		−1,0	−1,5
−30°	−1,1	−2,0	−0,8	−1,5	−0,8		−0,6		−0,8	−1,4
−15°	−2,5	−2,8	−1,3	−2,0	−0,9	−1,2	−0,5		−0,7	−1,2
−5°	−2,3	−2,5	−1,2	−2,0	−0,8	−1,2	+0,2		+0,2	
							−0,6		−0,6	
5°	−1,7	−2,5	−1,2	−2,0	−0,6	−1,2	−0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				−0,6	
15°	−0,9	−2,0	−0,8	−1,5	−0,3		−0,4		−1,0	−1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	−0,5	−1,5	−0,5	−1,5	−0,2		−0,4		−0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	−0,0		−0,0		−0,0		−0,2		−0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		−0,2		−0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		−0,2		−0,3	

NAPOMENA 1: Pri θ = 0° tlak se naglo mijenja između pozitivnih i negativnih vrijednosti na strani uz vjetar oko kuta α = − 5° do + 45°, stoga su navedene i pozitivne i negativne vrijednosti. Za takve krovove treba uzeti u obzir četiri slučaja gdje su najmanje vrijednosti svih područja F, G i H kombinirane s najvećim ili najmanjim vrijednostima područja I i J. Nije dopušteno miješanje pozitivnih i negativnih vrijednosti na istom pročelju.

NAPOMENA 2: Smije se upotrebljavati linearna interpolacija vrijednosti istog predznaka za međuvrijednosti kutova nagiba istog predznaka. (Ne interpolira se za kutove između α = − 5° i α = + 5° već se upotrebljavaju podaci za ravne krovove iz točke 7.2.3). Vrijednosti 0,0 dane su za potrebe interpolacije.

Tablica 7.4b(N) – Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za dvostrešne krovove

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 90°$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
– 45°	– 1,4	– 2,0	– 1,2	– 2,0	– 1,0	– 1,3	– 0,9	– 1,2
– 30°	– 1,5	– 2,1	– 1,2	– 2,0	– 1,0	– 1,3	– 0,9	– 1,2
– 15°	– 1,9	– 2,5	– 1,2	– 2,0	– 0,8	– 1,2	– 0,8	– 1,2
– 5°	– 1,8	– 2,5	– 1,2	– 2,0	– 0,7	– 1,2	– 0,6	– 1,2
5°	– 1,6	– 2,2	– 1,3	– 2,0	– 0,7	– 1,2	– 0,6	
15°	– 1,3	– 2,0	– 1,3	– 2,0	– 0,6	– 1,2	– 0,5	
30°	– 1,1	– 1,5	– 1,4	– 2,0	– 0,8	– 1,2	– 0,5	
45°	– 1,1	– 1,5	– 1,4	– 2,0	– 0,9	– 1,2	– 0,5	
60°	– 1,1	– 1,5	– 1,2	– 2,0	– 0,8	– 1,0	– 0,5	
75°	– 1,1	– 1,5	– 1,2	– 2,0	– 0,8	– 1,0	– 0,5	

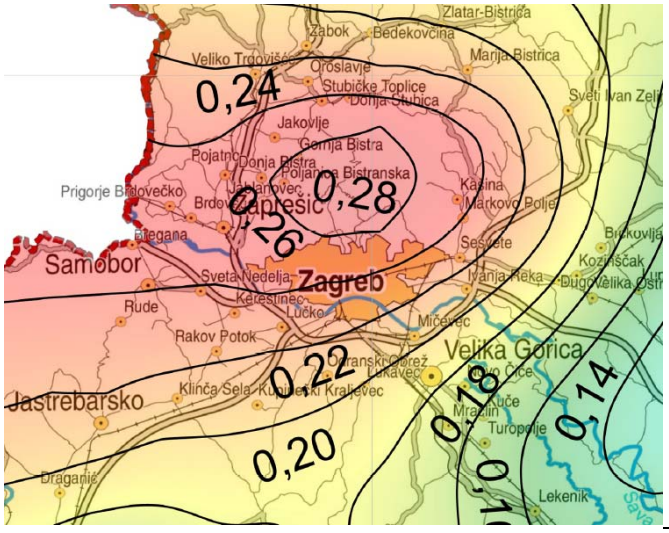
SEIZMIČKO DJELOVANJE NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

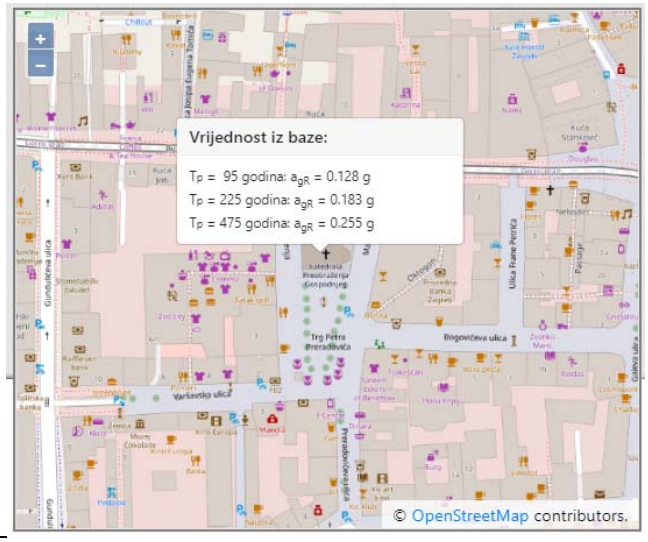
- Proračun seizmičkog djelovanja provodi se prema HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011. Horizontalnu stabilnost građevine na seizmičko djelovanje osiguravaju nosivi zidani zidovi ojačani čeličnim zategama i FRCM-sustavom.

SEIZMIČKO DJELOVANJE NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

- Proračun seizmičkog djelovanja provodi se prema HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011.

1. LOKACIJA: - Zagreb, a_{gR}/g = 0,255 (T_{NCR} = 475 g.), **a_{gR}/g = 0,183 (T_{NCR} = 225 g.),**
a_{gR}/g = 0,13 (T_{NCR} = 95 g.)





2. FAKTOR VAŽNOSTI GRAĐEVINE:

- Građevina razreda važnosti III. → γ = 1,2

3. TEMELJNO TLO:

- Tlo kategorije C
- S = 1,15; T_B = 0,20 s; T_C = 0,60 s; T_D = 2,00 s

4. FAKTOR PONAŠANJA:

a) Smjer X

- Zidana građevina bez AB serklaža
- q = 1,50 - faktor ponašanja koji se usvaja

b) Smjer Y

- Zidana građevina bez AB serklaža
- q = 1,50 - faktor ponašanja koji se usvaja

Prethodno prikazani ulazni podaci za proračunski spektar će se koristiti kod multimodalne analize i proračuna građevine.

DJELOVANJE TEMPERATURE NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

S obzirom da je građevina zatvorena, i toplinski izolirana, te da je maksimalna duljina nadzemnog dijela zgrade L ≈ 27,1 m, u proračunu glavne nosive zidane konstrukcije temperatura se neće uzimati u obzir. Utjecaj temperature, prema normi HRN EN 1991-1-5:2012: Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-5: Opća djelovanja -- Toplinska djelovanja (EN 1991-1-5:2003/AC:2009), potrebno je uzeti u obzir kod projektiranja fasada koje nisu predmet ovog elaborata.

C.3.1.4 KOMBINACIJE OPTEREĆENJA

Kombinacije opterećenja su određene u skladu s normom HRN EN 1990:2011 i nacionalnim dodatkom HRN EN 1990:2011/NA:2011.

PARCIJALNI FAKTORI SIGURNOSTI

ψ faktori

ψ faktori su određeni u skladu s tablicom A1.1:

Djelovanja (opterećenja)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Uporabno opterećenje	0,70	0,50	0,60
Snijeg za H ≤ 1000 m.n.m.	0,50	0,20	0,00
Vjetar	0,60	0,20	0,00

Proračunske vrijednosti djelovanja za EQU

Trajne i prolazne proračunske situacije	**Stalna djelovanja**		**Vodeće promjenjivo djelovanje**		**Prateća promjenjiva djelovanja**	
	nepovoljno	**povoljno**	**nepovoljno**	**povoljno**	**nepovoljno**	**povoljno**
(Eq. 6.10)	$1{,}10\times G_{k1,sup}$ $1{,}50\times G_{k1,sup}$	$0{,}90\times G_{k1,inf}$ $0{,}00\times G_{k2,inf}$	$1{,}50\times Q_{k,1}$	$0{,}00\times Q_{k,1}$	$1{,}50\times$ $\psi_{0,i}\times Q_{k,i}$	$0{,}00\times\psi_{0,i}\times Q_{k,i}$

Proračunske vrijednosti djelovanja za STR

Trajne i prolazne proračunske situacije	**Stalna djelovanja**		**Vodeće promjenjivo djelovanje**		**Prateća promjenjiva djelovanja**	
	nepovoljno	**povoljno**	**nepovoljno**	**povoljno**	**nepovoljno**	**povoljno**
(Eq. 6.10)	$1{,}35\times G_{k1,sup}$ $1{,}50\times G_{k2,sup}$	$1{,}00\times G_{k1,inf}$ $0{,}00\times G_{k2,inf}$	$1{,}50\times Q_{k,1}$	$0{,}00\times Q_{k,1}$	$1{,}50\times$ $\psi_{0,i}\times Q_{k,i}$	$0{,}00\times\psi_{0,i}\times Q_{k,i}$

Proračunske vrijednosti djelovanja za seizmičke kombinacije djelovanja

Seizmička proračunska situacija	**Stalna djelovanja**		**Seizmičko djelovanje**	**Prateća promjenjiva djelovanja**
	nepovoljno	**povoljno**		
(Eq. 6.12b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\gamma_I\times A_{Ed}$ ili A_{Ed}	$\psi_{2,i}\times Q_{k,i}$

Proračunske vrijednosti djelovanja za SLS (granično stanje uporabljivosti)

Kombinacija	**Stalna djelovanja**		**Vodeće promjenjivo djelovanje**	**Prateća promjenjiva djelovanja**
	nepovoljno	**povoljno**		
Karakteristična	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i}\times Q_{k,i}$

Osnovne vrste opterećenja:

Oznaka pojedinog tipa opterećenja	**Opis**	**Vrsta opterećenja**
G	Vlastita težina + dodatno stalno	Stalno
Q	Uporabno opterećenje	Promjenjivo
S	Snijeg	Promjenjivo
W	Vjetar	Promjenjivo
T	Temperatura	Promjenjivo
A	Potres	Seizmičko

C.3.1.5 OSNOVNE NAPOMENE GLEDE PRORAČUNA

Krajnje granično stanje - Ultimate Limit State (ULS)

Svi elementi će se dimenzionirati radi jednostavnosti na najnepovoljniju kombinaciju opterećenja određene u skladu s jednadžbom (Eq. 6.10) - za EQU i STR i jednadžbom (Eq. 6.12b) - za seizmičko opterećenje.

Granično stanje uporabljivosti - Serviceability Limit State (SLS)

Deformacija konstrukcije će se analizirati za sve kombinacije definirane za SLS.

Kod kontrole vertikalnih deformacija primjenjuju se slijedeća ograničenja vertikalnih progiba:

Krovna nosiva konstrukcije:	$L/200$ i $L_k/125$
Stropna nosiva konstrukcije:	$L/250$ i $L_k/150$

Za horizontalne deformacije primjenjuje se slijedeće ograničenje:

Maksimalni dopušteni relativni pomak etaže:	$H_i/150$	- prizemne industrijske građevine bez krana i/ili međukatova
Maksimalni dopušteni relativni pomak etaže:	$H_i/300$	- prizemne građevine
Maksimalni dopušteni relativni pomak etaže:	$H_i/300$	- višekatne zgrade
Maksimalni ukupni pomak građevine:	$H_{tot}/500$	- višekatne zgrade

C.3.2 STATIČKI PRORAČUN NOSIVE KONSTRUKCIJE

C.3.2.1 PRORAČUN SPIRALNOG STUBIŠTA

Poz. SK1 – Spiralno stubište s konzolnim gazištima

Proračun je za sve elemente proveden s čelikom S235 JR.

Stalno opterećenje za jednu stubu
- Drveno gazište .....≈ 0,15 *kN/m*
- Težina čelične konstrukcije - program uzima sam

Δg ≈ 0,15 *kN/m*

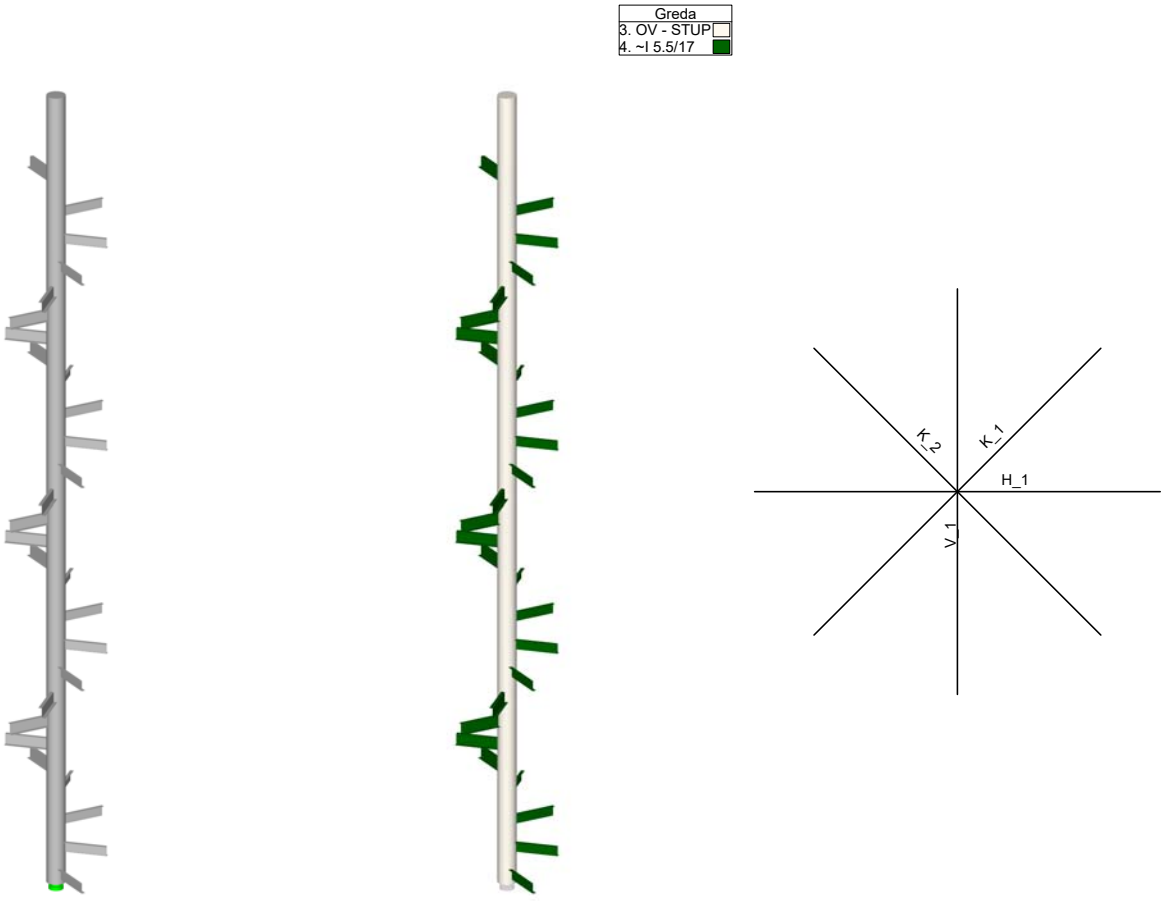
Uporabno opterećenje
- Uporabno da na stubi bude osoba od 120 kg ..... *q* = 1,20 *kN*

Opterećenje i stube su unešene na samo djelomičan dio čeličnog stupa. Uporabno opterećenje je unešeno da na cijeloj visini bude maksimalno 15 osoba. Budući da se radi o spiralnom stubištu do većeg opterećenja nije moguće doći.

Slijedi proračun nosive konstrukcije stubišta na 3D modelu

STATIČKI PRORAČUN ČELIČNOG SPIRALNOG STUBIŠTA

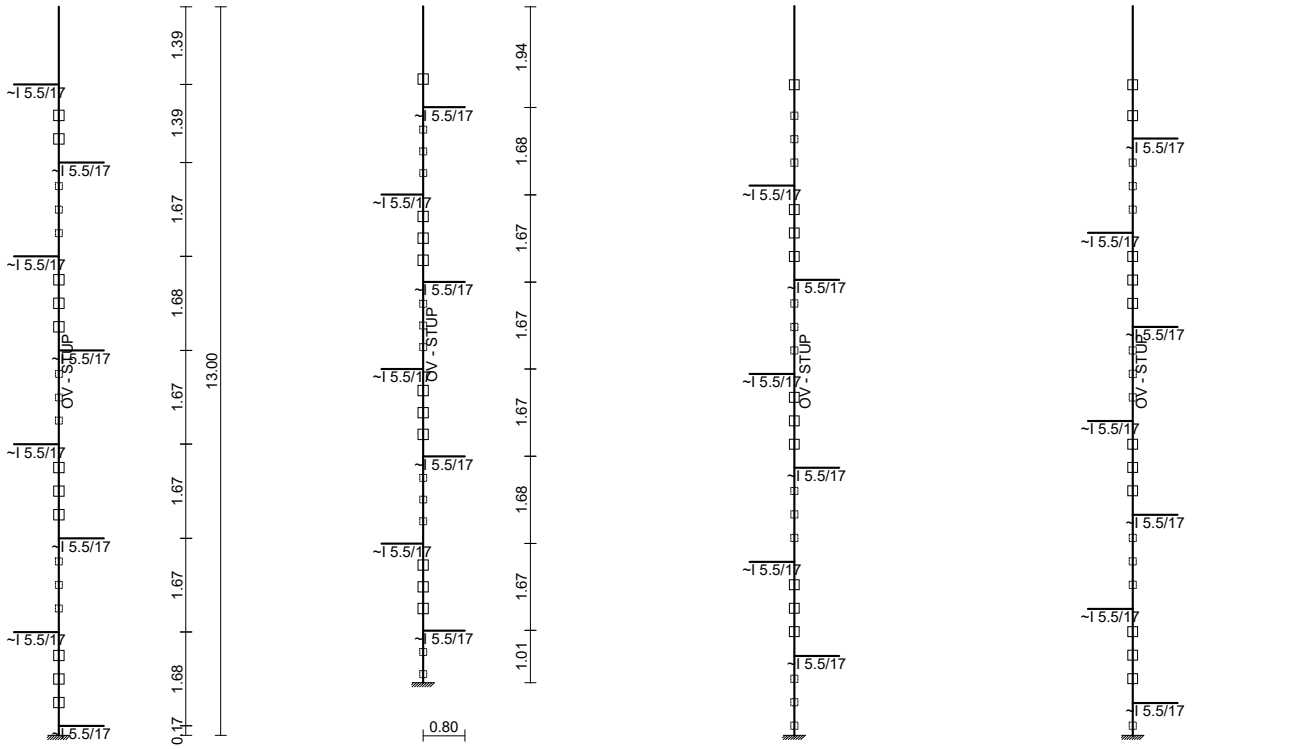
PRIKAZ GEOMETRIJE KONSTRUKCIJE



Izometrija

Setovi numeričkih podataka
Greda (3,4)

Dispozicija okvira



Okvir: H_1 Okvir: V_1 Okvir: K_2 Okvir: K_1

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Poz 100 - Vrh stupa	13.00	13.00

Naziv	z [m]	h [m]
Poz 000 - Temelji	0.00	

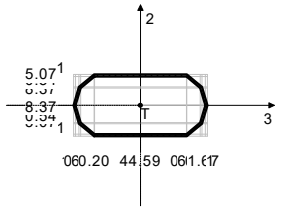
Tabela materijala

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	1.200e-5	2.100e+8	0.30

Setovi greda

Set: 1 Presjek: Masivni, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.581e-2	1.317e-2	1.317e-2	5.504e-4	7.059e-4	2.433e-4



[cm]

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Poz 100 - Vrh stupa	13.00	13.00

Naziv	z [m]	h [m]
Poz 000 - Temelji	0.00	

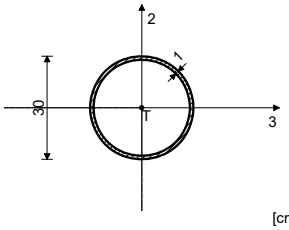
Tabela materijala

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	1.200e-5	2.100e+8	0.30

Setovi greda

Set: 3 Presjek: D=30/1, Fiktivna ekscentričnost

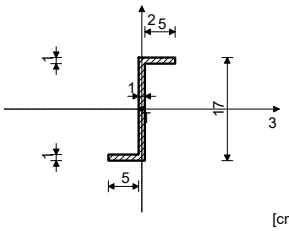
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.158e-2	1.317e-2	1.317e-2	5.504e-4	7.059e-4	2.433e-4
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1,γ x 1;						
SE: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1,γ x 1;						



[cm]

Set: 4 Presjek: ~I 6/17, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	2.700e-3	1.618e-3	1.115e-3	9.000e-8	1.123e-6	1.050e-5



[cm]

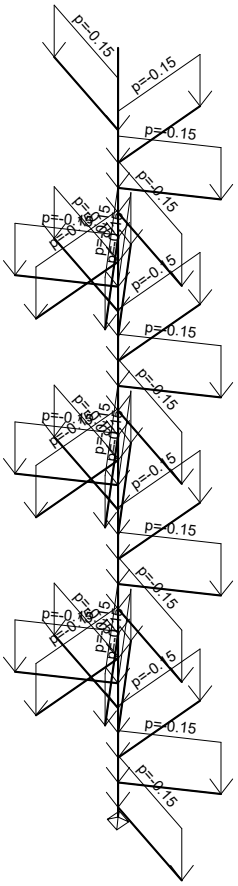
Poprečni presjek je upisan kao kružni stup s mehaničkim svojstvima elipsastog stupa

OPTEREĆENJE

Lista slučajeva opterećenja	
LC	Naziv
1	G1 - Stalno (g)
2	Q1 - Uporabno
3	Q2 - Uporabno ekscentrično
4	Q3 - Uporabno ekscentrično

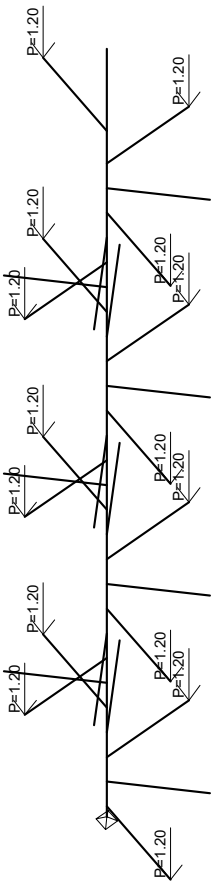
LC	Naziv
5	Komb.: I+II
6	Komb.: 1.35xI+1.5xII
7	Komb.: 1.35xI+1.5xIII
8	Komb.: 1.35xI+1.5xIV

Opt. 1: G1 - Stalno (g)



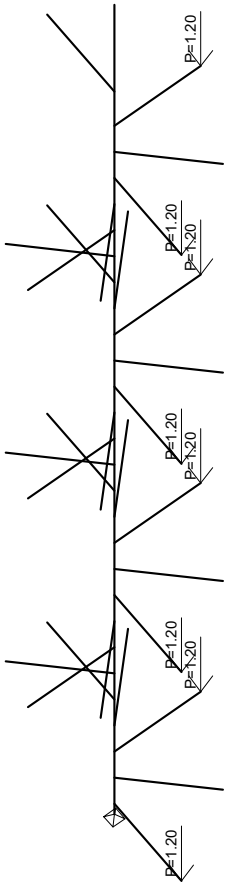
Izometrija

Opt. 2: Q1 - Uporabno



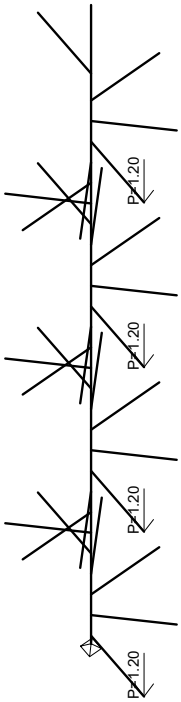
Izometrija

Opt. 3: Q2 - Uporabno ekscentrično



Izometrija

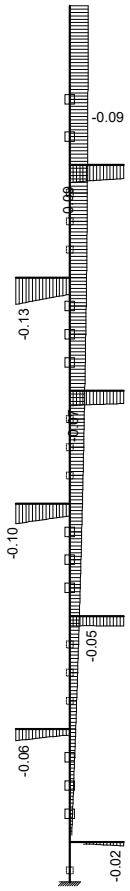
Opt. 4: Q3 - Uporabno ekscentrično



Izometrija

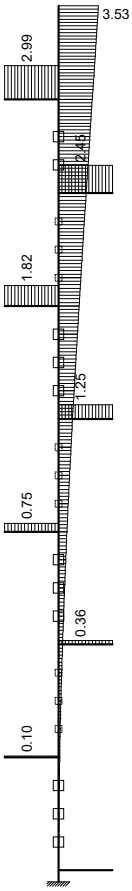
KONTROLA PROGIBA I POMAKA

Opt. 5: I+II



Okvir: K_1
Utjecaji u gredi: max Zp= -0.00 / min Zp= -0.13 m / 1000

Opt. 4: Q3 - Uporabno ekscentrično

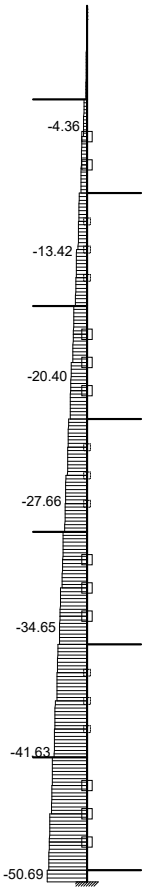


Okvir: H_1
Utjecaji u gredi: max Xp= 3.53 / min Xp= -0.00 m / 1000

δdop = 800 / 150 = 5,33 mm za konzolni prepust - SVI PROGIBI ZADOVOLJAVAJU

UNUTARNJE SILE U ČELIČNIM ELEMENTIMA

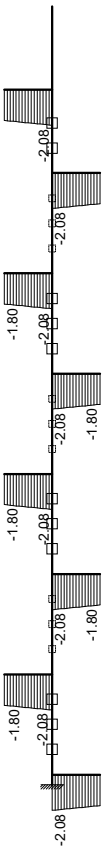
Opt. 9: [ULS] 6-8



Okvir: H_1

Utjecaji u gredi: max N1= 0.00 / min N1= -50.6...

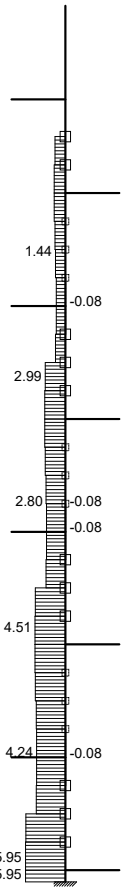
Opt. 9: [ULS] 6-8



Okvir: H_1

Utjecaji u gredi: max T2= 0.00 / min T2= -2.08 kN

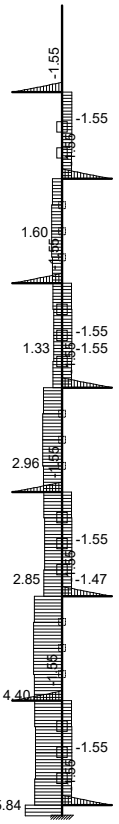
Opt. 9: [ULS] 6-8



Okvir: H_1

Utjecaji u gredi: max M2= 5.95 / min M2= -0.08...

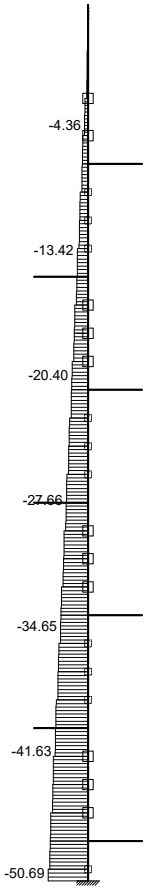
Opt. 9: [ULS] 6-8



Okvir: H_1

Utjecaji u gredi: max M3= 5.84 / min M3= -1.55...

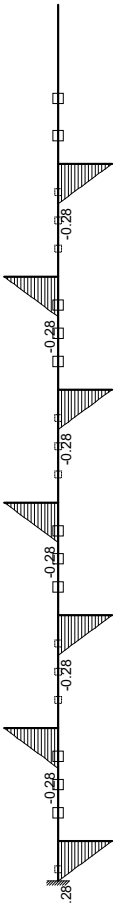
Opt. 9: [ULS] 6-8



Okvir: K_1

Utjecaji u gredi: max N1= 0.00 / min N1= -50.6...

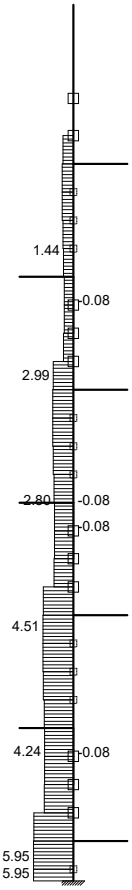
Opt. 9: [ULS] 6-8



Okvir: K_1

Utjecaji u gredi: max T2= 0.00 / min T2= -0.28 kN

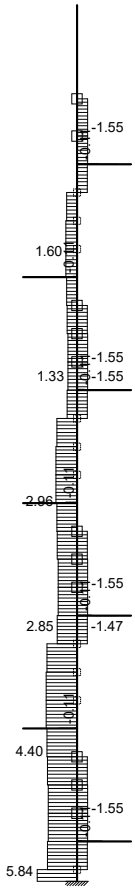
Opt. 9: [ULS] 6-8



Okvir: K_1

Utjecaji u gredi: max M2= 5.95 / min M2= -0.08...

Opt. 9: [ULS] 6-8

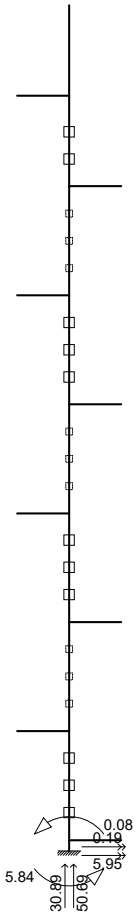


Okvir: K_1

Utjecaji u gredi: max M3= 5.84 / min M3= -1.55...

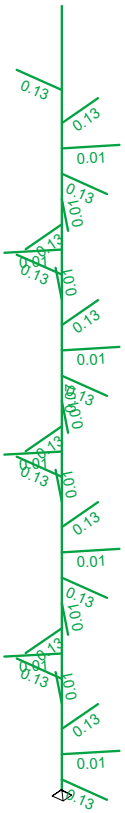
REAKCIJE ČELIČNE KONSTRUKCIJE - SPOJ S TEMELJNOM STOPOM

Opt. 9: [ULS] 6-8



Okvir: H_1
Reakcije ležajeva (Min/Max)

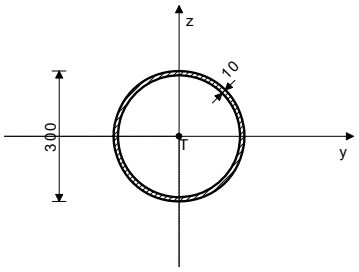
DIMENZIONIRANJE ČELIČNIH ELEMENATA



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 1-58
POPREČNI PRESJEK: Cjevasti [S 235] [Set: 3]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	91.106 cm2
Ay =	47.124 cm2
Az =	47.124 cm2
Ix =	19178 cm4
Iy =	9588.9 cm4
Iz =	9588.9 cm4
Wy =	639.26 cm3
Wz =	639.26 cm3
Wy,pl =	841.33 cm3
Wz,pl =	841.33 cm3
γM0 =	1.000
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
7. γ=0.07 6. γ=0.07 8. γ=0.06
5. γ=0.05

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

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-38.094 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	8.335 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1300.0 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	2141.0 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (38.09 <= 2141.00)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	841.33 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	197.71 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (8.34 <= 197.71)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.018
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	197.65 kNm
Omjer $M_{Ed,y}$ / $M_{N,y,Rd}$		0.042

Uvjet 6.41: (0.04 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	1300.0 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	1.349
Krivulja izvijanja za os y-y: A	α =	0.210
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	1176.0 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.444
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	863.38 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (38.09 <= 863.38)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	1300.0 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.349
Krivulja izvijanja za os z-z: A	α =	0.210
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.444
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	863.38 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (38.09 <= 863.38)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	1.000
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.600
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.621
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.621
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.373
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.035

Redukcijski koeficijent	χy =	0.444
N_{Ed} / (χy N_{Rk} / γM1)		0.044
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.029

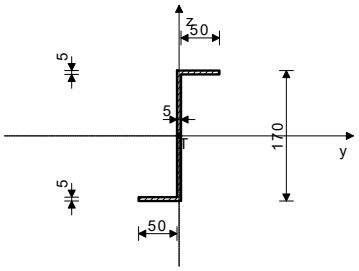
Uvjet 6.61: (0.07 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	0.444
N_{Ed} / (χz N_{Rk} / γM1)		0.044
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.017

Uvjet 6.62: (0.06 <= 1)

ŠTAP 20-18
POPREČNI PRESJEK: Nesimetrični presjek [S 235] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	13.500 cm2
Ay =	5.500 cm2
Az =	8.000 cm2
Ix =	1.125 cm4
Iy =	545.13 cm4
Iz =	48.406 cm4
Wy =	64.132 cm3
Wz =	9.220 cm3
Wy,pl =	77.375 cm3
Wz,pl =	7.563 cm3
γM0 =	1.000
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
6. γ=0.13 7. γ=0.13 8. γ=0.13
5. γ=0.09

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 6, početak štapa)

Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-2.076 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-1.551 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	80.000 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	77.375 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	18.183 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (1.55 <= 18.18)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	108.54 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	108.54 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (2.08 <= 108.54)

6.2.8 Savijanje i posmik
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$

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

Koeficijent	C1 =	1.879
Koeficijent	C2 =	0.000
Koeficijent	C3 =	0.939
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	160.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	943.66 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	48.108 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	77.375 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.615
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.700
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	11.571 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (1.55 <= 11.57)

Proračun detalja sidrenja stupa u AB temelj

C-FIX 1.103.0.0
Database version
2021.9.13.10.24
Date
20/10/2021

fischer

fischer fixings UK Ltd

Whitely Road; Hithercroft Industrial Estate
Wallingford; Oxfordshire; OX10 9AT
Phone: 44-(0)-1491 827900
Fax: 44-(0)- 1491 827953
technical@fischer.co.uk
www.fischer.co.uk

Design Specifications

Anchor

Anchor system	fischer Bolt anchor FAZ II
Anchor	Bolt anchor FAZ II 16/5, zinc plated steel
Calculated anchorage depth	65 mm
Design Data	Specification by manufacturer



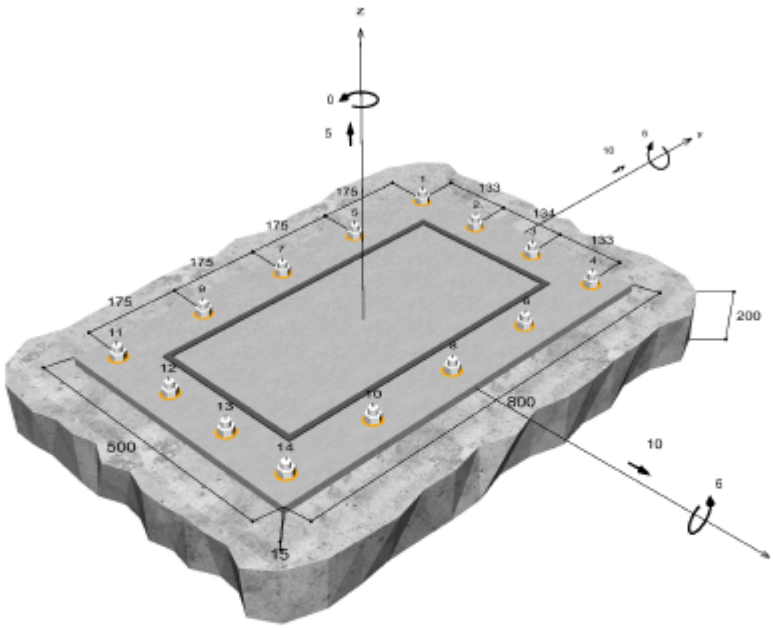
Geometry / Loads / Scale units

mm, kN, kNm

Value of design actions (including

partial safety factor for the load)





Not drawn to scale

The input values and the design results should be checked against local valid standards and approvals. Please respect the disclaimer of warranty in the license agreement of the Software.

Input data

Design method	TR055/Design method ENSO Mechanical
Base material	C25/30, EN 206
Concrete condition	Non-cracked, dry hole
Reinforcement	Normal or no reinforcement. No edge reinforcement
Drilling method	Hammer drilling
Installation type	Push-through installation
Annular gap	Annular gap filled
Type of loading	Permanent-Transient/Static
Base plate location	Base plate flush installed on base material
Base plate geometry	500 mm x 800 mm x 15 mm
Profile type	Customized profile

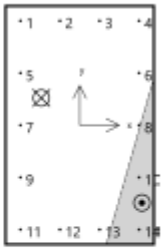
Design actions *)

#	N_{Sd} kN	$V_{Sd,x}$ kN	$V_{Sd,y}$ kN	$M_{Sd,x}$ kNm	$M_{Sd,y}$ kNm	$M_{T,Sd}$ kNm	Type of loading
1	5.00	10.00	10.00	6.00	6.00	0.00	Permanent-Transient/Static

*) The required partial safety factors for actions are included

Resulting anchor forces

Anchor no.	Tensile action kN	Shear Action kN	Shear Action x kN	Shear Action y kN
1	3.49	1.01	0.71	0.71
2	2.57	1.01	0.71	0.71
3	1.64	1.01	0.71	0.71
4	0.72	1.01	0.71	0.71
5	3.14	1.01	0.71	0.71
6	0.38	1.01	0.71	0.71
7	2.79	1.01	0.71	0.71
8	0.03	1.01	0.71	0.71
9	2.45	1.01	0.71	0.71
10	0.00	1.01	0.71	0.71
11	2.10	1.01	0.71	0.71
12	1.18	1.01	0.71	0.71
13	0.26	1.01	0.71	0.71
14	0.00	1.01	0.71	0.71



max. concrete compressive strain :	0.03	‰
max. concrete compressive stress :	1.1	N/mm²
Resulting tensile actions :	20.76	kN , X/Y position (-130 / 91)
Resulting compression actions :	15.76	kN , X/Y position (210 / -260)

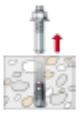
Resistance to tension loads

Proof	Action kN	Capacity kN	Utilisation β_N %
Steel failure *	3.49	44.67	7.8
Concrete cone failure	20.76	64.02	**32.4**

* Most unfavourable anchor

Steel failure

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$



$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,s}$ %
67.00	1.50	44.67	3.49	7.8

Anchor no.	$\beta_{N,s}$ %	Group N°	Decisive Beta
1	7.8	1	$\beta_{N,s;1}$
2	5.8	2	$\beta_{N,s;2}$
3	3.7	3	$\beta_{N,s;3}$
4	1.6	4	$\beta_{N,s;4}$
5	7.0	5	$\beta_{N,s;5}$
6	0.8	6	$\beta_{N,s;6}$
7	6.3	7	$\beta_{N,s;7}$
8	0.1	8	$\beta_{N,s;8}$
9	5.5	9	$\beta_{N,s;9}$
10	0.0	10	$\beta_{N,s;10}$
11	4.7	11	$\beta_{N,s;11}$
12	2.6	12	$\beta_{N,s;12}$
13	0.6	13	$\beta_{N,s;13}$
14	0.0	14	$\beta_{N,s;14}$

Concrete cone failure

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \qquad \text{Eq. (5.2)}$$

$$N_{Rk,c} = 28.99kN \cdot \frac{372{,}840mm^2}{38{,}025mm^2} \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 0.338 = 96.03kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 10.1 \cdot \sqrt{30.0N/mm^2} \cdot \left(65mm\right)^{1.5} = 28.99kN \qquad \text{Eq. (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0.7 + 0.3 \cdot \frac{\infty}{98mm}\right) = 1.000 \leq 1$$ Eq. (5.2c)

$$\Psi_{re,N} = 1.000$$ Eq. (5.2d)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 0.503 \cdot 0.672 = 0.338 \leq 1$$ Eq. (5.2e)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 96mm}{195mm}} = 0.503 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 48mm}{196mm}} = 0.672 \leq 1$$

$N_{Rk,o}$ kN	γ_{Mo}	$N_{Rd,o}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,o}$ %
96.03	1.50	64.02	20.76	32.4

Anchor no.	$\beta_{N,o}$ %	Group N°	Decisive Beta
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13	32.4	1	$\beta_{N,c;1}$

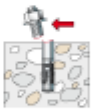
Resistance to shear loads

Proof	Action kN	Capacity kN	Utilisation β_V %
Steel failure without lever arm *	1.01	44.00	2.3
Concrete pry-out failure	14.14	697.75	2.0

* Most unfavourable anchor

Steel failure without lever arm

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Sd} kN	β_{Vs} %
55.00	1.25	44.00	1.01	2.3

Anchor no.	β_{Vs} %	Group N°	Decisive Beta
1	2.3	1	$\beta_{Vs;1}$
2	2.3	2	$\beta_{Vs;2}$
3	2.3	3	$\beta_{Vs;3}$
4	2.3	4	$\beta_{Vs;4}$
5	2.3	5	$\beta_{Vs;5}$
6	2.3	6	$\beta_{Vs;6}$
7	2.3	7	$\beta_{Vs;7}$
8	2.3	8	$\beta_{Vs;8}$
9	2.3	9	$\beta_{Vs;9}$
10	2.3	10	$\beta_{Vs;10}$
11	2.3	11	$\beta_{Vs;11}$
12	2.3	12	$\beta_{Vs;12}$
13	2.3	13	$\beta_{Vs;13}$
14	2.3	14	$\beta_{Vs;14}$

Concrete pry-out failure



$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mcp}} \quad (V_{Rd,cp})$$

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 3.2 \cdot 327.07kN = 1,046.62kN \qquad \text{Eq. (5.6)}$$

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \qquad \text{Eq. (5.2)}$$

$$N_{Rk,c} = 28.99kN \cdot \frac{429,000mm^2}{38,025mm^2} \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.000 = 327.07kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 10.1 \cdot \sqrt{30.0N/mm^2} \cdot \left(65mm\right)^{1.5} = 28.99kN \qquad \text{Eq. (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0.7 + 0.3 \cdot \frac{\infty}{98mm}\right) = 1.000 \leq 1 \qquad \text{Eq. (5.2c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1.000 \qquad \text{Eq. (5.2d)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1.000 \cdot 1.000 = 1.000 \leq 1 \qquad \text{Eq. (5.2e)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
1,046.62	1.50	697.75	14.14	2.0

Anchor no.	$\beta_{V,cp}$ %	Group N°	Decisive Beta
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	2.0	1	$\beta_{V,cp;1}$

Utilization of tension and shear loads

Tension loads	Utilisation βN %
Steel failure *	7.8
Concrete cone failure	32.4

Shear Loads	Utilisation βV %
Steel failure without lever arm *	2.3
Concrete pry-out failure	2.0

* Most unfavourable anchor

Resistance to combined tensile and shear loads

Utilisation steel

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0.08 \leq 1 \quad \text{Eq. (5.8a)}$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{Vs;1} = 0.02 \leq 1 \quad \text{Eq. (5.8b)}$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{Vs;1}^2 = 0.01 \leq 1 \quad \text{Eq. (5.9)}$$

Utilisation concrete

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0.32 \leq 1 \quad \text{Eq. (5.8a)}$$
$$\beta_{V,cp} = \beta_{V,cp;1} = 0.02 \leq 1 \quad \text{Eq. (5.8b)}$$
$$\beta_N^{1.5} + \beta_V^{1.5} = \beta_{N,c;1}^{1.5} + \beta_{V,cp;1}^{1.5} = 0.19 \leq 1 \quad \text{Eq. (5.9)}$$

Proof successful

Information concerning the anchor plate

Base plate details

Plate thickness specified by user without proof — t = 15 mm

Profile type — Customized profile

Technical remarks

All data and information in the software is based on fischer products and common engineering knowledge. Please check all the proof results against local valid standards and approvals.
As fischer is not the design office, the attached is no guarantee for incorrect input or assumptions. Any recommendations have to be approved by the building-authority or project engineer. Results are valid only for anchor system calculated in the attached. If any part of the system is changed, it will invalidate this report and new calculations would be required.
The transmission of the anchor loads to the supports of the concrete member shall be shown for the ultimate limit state and the serviceability limit state; for this purpose, the normal verifications shall be carried out under due consideration of the actions introduced by the anchors. For these verifications the additional provisions given in the current design method shall be taken into account.
As a pre-condition the anchor plate is assumed to be flat when subjected to the actions. Therefore, the plate (if present) must be sufficiently stiff. The C-Fix anchor plate design is based on a proof of stresses and does not allow a statement about the stiffness of the plate. The proof of the necessary stiffness is not carried out by C-Fix.

During the design process, the following hints and warnings were issued:

- Filling Washer Required

Installation data

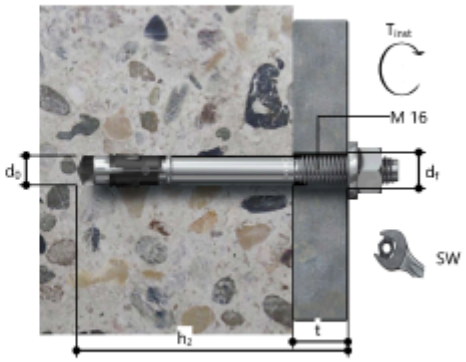
Anchor

Anchor system	**fischer Bolt anchor FAZ II**	
Anchor	Bolt anchor FAZ II 16/5, zinc plated steel	Art.-No. 522124
Accessories	FFD 38x19x7	Art.-No. 538460
	Blow-out pump ABG big	Art.-No. 89300
	SDS Plus-V II 16/160/210	Art.-No. 531827
	or alternatively	
	FHD 16/250/380	Art.-No. 546599
	Hammer drilling with or without suction	
	The calculation consists a special washer. With the filling washer it is assured that the gap between plate and anchor is eliminated and the shear load is transfered to every anchor in equal parts.	



Installation details

Thread diameter	M 16
Drill hole diameter	d_0 = 16 mm
Drill hole depth	h_2 = 113 mm
Calculated anchorage depth	h_{ef} = 65 mm
Installation depth	h_{nom} = 83 mm
Drilling method	Hammer drilling
Drill hole cleaning	Only blow out by hand No borehole cleaning required in case of using a hollow drill bit, e.g. fischer FHD.
Installation type	Push-through installation
Annular gap	Annular gap filled
Installation torque	T_{inst} = 110.0 Nm
Socket size	24 mm
Base plate thickness	t = 15 mm
Total fixing thickness	t_{fix} = 22 mm
Tfix,max	$t_{fix,\,max}$ = 25 mm



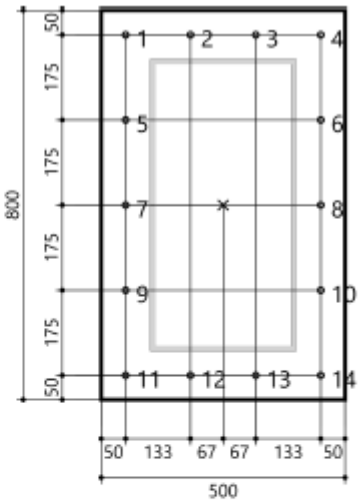
Base plate details

Base plate material	Not available
Base plate thickness	t = 15 mm
Clearance hole in base plate	d_f=18 mm

Attachment

Profile type: Customized profile

Profile dimensions	mm
Height	600
Flange thickness	10



Anchor coordinates

Anchor no.	x mm	y mm
1	-200	350
2	-67	350
3	67	350
4	200	350
5	-200	175
6	200	175
7	-200	0
8	200	0
9	-200	-175
10	200	-175
11	-200	-350
12	-67	-350
13	67	-350
14	200	-350

C.3.2.2 ANALIZA VERTIKALNOG DJELOVANJA NA NOSIVU DRVENU KONSTRUKCIJU KROVA

Proračun je za sve elemente proveden s drvom klase C24.

Poz. 301 i 302 – Krovne ravnine

Stalno opterećenje
- Pokrov bakreni lim ..... ≈ 0,50 kN/m^2
- Krovni flic i hidroizolacija ..... ≈ 0,01 kN/m^2
- Daske dvoslojno 2×2,4 cm ..... ≈ 0,39 kN/m^2
- Težina drvene konstrukcije - program uzima sam

$\Delta g \approx$ 0,90 kN/m^2

Uporabno opterećenje
- Uporabno za neprohodni ravni krov H ..... q = 0,60 kN/m^2

Opterećenje snijegom
- U skladu s točkom C.3.1.2. ..... q_s = 1,00 kN/m^2

Opterećenje vjetrom
- U skladu s točkom C.3.1.2.

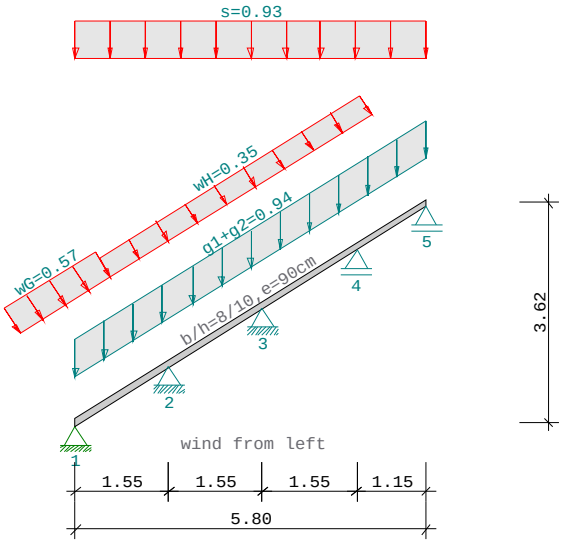
Opterećenje snijegom se uzima kao mjerodavno opterećenje budući da je veće od uporabnog opterećenja.

Slijedi proračun pojedinih elemenata Poz 301 i 302

Rogovi se izvode iz 1 komada – L=7,2 m

Continuous Rafter D9 02/2020/C (Frilo R-2021-1/P06)

Material Softwood C24 (EN 338:2016)
class 2



SYSTEM continuos rafter
b.ar. = base area , r.ar. = area of roof

rafter span	length b.ar.	length r.ar. (m)				
1	1.55	1.83	left	32.0	degree	8/10
2	1.55	1.83	left	32.0	degree	8/10
3	1.55	1.83	left	32.0	degree	8/10
4	1.15	1.36	left	32.0	degree	8/10

definitions of supports of rafter			
No	Cx[kN/cm]	Cz[kN/cm]	tv[cm]
1	-1	-1	3.0
2	-1	-1	3.0
3	-1	-1	3.0
4	0	-1	3.0
5	0	-1	3.0

LOADS

RAFTER

roofing g1 = 0.55 kN/m² r.ac. Act 99
construction g2 = 0.39 kN/m² r.ac.
roof space convers. g3 = 0.00 kN/m² r.ac.
man load rafter P = 1.00 kN DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 Act 8
snow loads acc DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12
wind load acc.to DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
height of building h = 10.00 m
width of wind attack b = 15.00 m angle of windΘ = 0 degr.
ordin.snow load sk = 1.25 kN/m² b.ac. Act 10
snow load left si = 0.93 kN/m² (μ=0.75)
wind imp.press. q = 0.81 kN/m² Act 9
aerodyn. zones according to DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
aerodyn. zones referring eaves
wind from left
wind load wG= 0.57 kN/m²
wind load wH= 0.35 kN/m²
wind from right
wind load wJ = -0.38 kN/m²
wind load wI = -0.30 kN/m²
e/10 = 1.50 m
e(90)/4 = 1.45 m
* = user setting, otherwise acc code

Dead load of beam is automatically considered.
with γ_G=6.00 kN/m³

CLASSIFICATION OF USED ACTIONS

acc
consequence class CC2, k_{Fi}= 1.0

no.	load cases	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ldc
99: g	Permanent loads	1.35	1.00				permanent
10: S0A	Snow loads <1000m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	short
9: WIL	Wind loads	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt
110: WIR	wind f.ri.	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt
8: VLH	Roof (f.Ex. man ..	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	short

decisive COMBINATIONS

for ultimate limit states
persistent, transient situation
K1 1.35*EG+1.35*g (kmod = 0.60)
K2 1.35*EG+1.35*g+1.5*s (kmod = 0.90)
K3 1.35*EG+1.35*g+1.5*wle (kmod = 1.00)
K4 1.35*EG+1.35*g+1.5*wri (kmod = 1.00)
K5 1.35*EG+1.35*g+1.5*s+1.5*0.6*wle (kmod = 1.00)
K6 1.35*EG+1.35*g+1.5*wle+1.5*0.5*s (kmod = 1.00)
K7 1.35*EG+1.35*g+1.5*s+1.5*0.6*wri (kmod = 1.00)
K8 1.35*EG+1.35*g+1.5*wri+1.5*0.5*s (kmod = 1.00)
K9 1.35*EG+1.35*g+1.5*Fm1 (kmod = 0.90)
for serviceability limit states
characteristic (rare) situation
K17 1*EG+1*g+1*s+1*0.6*wle (kmod = 1.00)
quasi-permanent situation
K21 1*EG+1*g (kmod = 0.60)

legend:
g = dead load, s = snow load, sA = snow bag, Se = snow at eave,
w = wind load
~le = left, ~ri = right, ~gb = gable sided, ~(A) = accidental
Fm[Nr] = man's load at beam [Nr]

BUCKLING LENGTH
rafter left
buckling in plane: from eigen-value but max. 0.90*length of beam
buckling out of plane: contin. supported
lateral torsional buck..contin. supported

				in case of fire		
bar	sky[m]	skz[m]	sB[m]	sky[m]	skz[m]	sB[m]
1		0.00	0.00	6.84	1.83	1.83
2		0.00	0.00	6.84	1.83	1.83
3		0.00	0.00	6.84	1.83	1.83
4		0.00	0.00	6.84	1.36	1.36

calculated with BemHo (9.0.4.9)
RAFTER (le) 8 / 10 e = 90 cm
C24 , service class 2 , $\gamma_{M,PT}$= 1.3 , values in [N/mm²]
$E_{0,mean}$= 11000$E_{0,05}$ = 7333 G_{mean} = 690 G_{05} = 460
$f_{m,y,k}$= 24.00 $f_{v,k}$ = 4.00 $f_{c,0,k}$= 21.00 $f_{t,0,k}$= 14.50
k_{cr} = 0.50

ultimate limit states acc DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08,
design-values [N/mm²]
based on EN 1995-1-1/A2:2014
Proofs for persistent and transient situation

		$\sigma_{myd,bez}$		f_{myd}	η
K9	PT stress (span)	5.34	<	18.02	0.30
K5	PT stress (column)	12.83	<	21.50	0.60
K5	PT stability	6.82	<	21.50	0.32

		τ_d		f_{vd}	η
K5	PT shear stress	1.40*	<	3.08	0.46

* k_{cr}= 0.50

serviceability limit state acc.to DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, deflection [cm]
based on EN 1995-1-1/A2:2014

			w_{exists}		$w_{perm.}$	L/..	η
K21	w_{net}	local	0.13	<	0.91	200	0.15
		total	0.13	<	3.42	200	0.04
K17	w_{fin}	local	0.23	<	1.22	150	0.19
		total	0.23	<	4.56	150	0.05
K17	$w_{inst,rare}$	local	0.17	<	0.91	200	0.18
		total	0.17	<	3.42	200	0.05
K17	w_{max}	local	0.23				
		total	0.23				

partially deflections in [cm]

		dead load		charact. situation		permanent situation	
combination		$w_{G,inst}$	$w_{G,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$
K21	loc	0.07	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
	tot	0.07	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
K17	loc	0.07	0.13	0.09	0.09	0.00	0.00
	tot	0.07	0.13	0.09	0.09	0.00	0.00

support reactions[kN/m], charakteristic values

		COLUMN 1		COLUMN 2		COLUMN 3		COLUMN 4	
act		max	min	max	min	max	min	max	min
g	V	0.77	0.77	1.99	1.99	1.78	1.78	1.77	1.77
	H	-0.09	-0.09	0.11	0.11	-0.02	-0.02	0.00	0.00
S0A	V	0.61	0.61	1.58	1.58	1.42	1.42	1.41	1.41
	H	-0.07	-0.07	0.09	0.09	-0.02	-0.02	0.00	0.00
WIL	V	0.36	0.36	0.82	0.82	0.22	0.22	0.74	0.74
	H	0.22	0.22	0.51	0.51	0.72	0.72	0.00	0.00
WIR	V	-0.18	-0.18	-0.53	-0.53	-0.18	-0.18	-0.75	-0.75
	H	-0.12	-0.12	-0.33	-0.33	-0.72	-0.72	0.00	0.00

		COLUMN 5	
act		max	min
g	V	0.48	0.48
	H	0.00	0.00
S0A	V	0.38	0.38
	H	0.00	0.00
WIL	V	0.19	0.19
	H	0.00	0.00
WIR	V	-0.23	-0.23
	H	0.00	0.00

MAX/MIN SUPPORT REACTIONSdesign values [kN/m]

in persistent and transient situation

support	V_{max}	H_{rel}	combi	V_{rel}	H_{max}	combi
1	2.28	-0.02	K5	1.58	0.22	K3
2	5.79	0.73	K5	5.10	0.98	K6
3	4.74	0.60	K5	2.74	1.06	K3
4	5.18	0.00	K5	2.39	0.00	K1
5	1.40	0.00	K5	0.65	0.00	K1

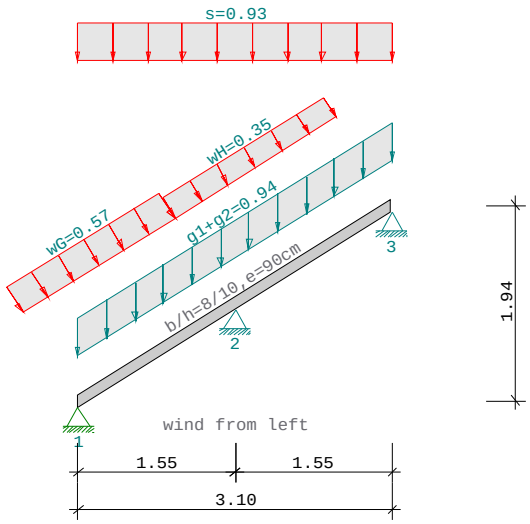
min. support reactions are not valid for the proof against upload

persistent and transient situation						
support	V_{min}	H_{rel}	combi	V_{rel}	H_{min}	combi
1	0.76	-0.29	K4	1.22	-0.34	K8
2	1.89	-0.35	K4	1.89	-0.35	K4
3	2.14	-1.12	K4	3.20	-1.13	K8
4	1.26	0.00	K4	2.39	0.00	K1
5	0.31	0.00	K4	0.65	0.00	K1

Rogovi se izvode iz 2 komada

Continuous Rafter D9 02/2020/C (Frilo R-2021-1/P06)

Material Softwood C24 (EN 338:2016)
class 2



SYSTEM continuos rafter
b.ar. = base area , r.ar. = area of roof

rafter span	length b.ar.	length r.ar. (m)				
1	1.55	1.83	left	32.0	degree	8/10
2	1.55	1.83	left	32.0	degree	8/10

definitions of supports of rafter			
No	Cx[kN/cm]	Cz[kN/cm]	tv[cm]
1	-1	-1	3.0
2	-1	-1	3.0
3	-1	-1	3.0

LOADS

RAFTER						
roofing	g1 =	0.55	kN/m² r.ac.	Act	99	
construction	g2 =	0.39	kN/m² r.ac.			
roof space convers. g3	=	0.00	kN/m² r.ac.			
man load rafter	P =	1.00	kN	DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12	Act	8
snow loads acc DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12						
wind load acc.to DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12						
height of building	h =	10.00	m			
width of wind attack b	=	15.00	m	angle of windΘ	=	0 degr.

RAFTER						
ordin.snow load	sk =	1.25	kN/m² b.ac.	Act	10	
snow load left	si =	0.93	kN/m² (μ=0.75)			
wind imp.press.	q =	0.81	kN/m²	Act	9	
aerodyn. zones according to DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12						
aerodyn. zones referring eaves						
	wind from left					
wind load	wG=	0.57	kN/m²			
wind load	wH=	0.35	kN/m²			
	wind from right					
wind load	wJ =	-0.38	kN/m²			
wind load	wI =	-0.30	kN/m²			
	e/10 =	1.50	m			
	e(90)/4 =	0.78	m			
* = user setting, otherwise acc code						

Dead load of beam is automatically considered.
with γ_G=6.00 kN/m³

CLASSIFICATION OF USED ACTIONS

acc

consequence class CC2, k_{Fi}= 1.0

no.	load cases	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ldc
99: g	Permanent loads	1.35	1.00				permanent
10: S0A	Snow loads <1000m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	short
9: WIL	Wind loads	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt
110: WIR	wind f.ri.	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt
8: VLH	Roof (f.Ex. man ..	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	short

decisive COMBINATIONS

for ultimate limit states
persistent, transient situation
K1 1.35*EG+1.35*g (kmod = 0.60)
K2 1.35*EG+1.35*g+1.5*s (kmod = 0.90)
K3 1.35*EG+1.35*g+1.5*wle (kmod = 1.00)
K4 1.35*EG+1.35*g+1.5*wri (kmod = 1.00)
K5 1.35*EG+1.35*g+1.5*s+1.5*0.6*wle (kmod = 1.00)
K6 1.35*EG+1.35*g+1.5*wle+1.5*0.5*s (kmod = 1.00)
K8 1.35*EG+1.35*g+1.5*wri+1.5*0.5*s (kmod = 1.00)
K9 1.35*EG+1.35*g+1.5*Fm1 (kmod = 0.90)
for serviceability limit states
characteristic (rare) situation
K15 1*EG+1*g+1*s+1*0.6*wle (kmod = 1.00)
quasi-permanent situation
K19 1*EG+1*g (kmod = 0.60)

legend:
g = dead load, s = snow load, sA = snow bag, Se = snow at eave,
w = wind load
~le = left, ~ri = right, ~gb = gable sided, ~(A) = accidental
Fm[Nr] = man's load at beam [Nr]

BUCKLING LENGTH

rafter left

buckling in plane: from eigen-value but max. 0.90*length of beam
buckling out of plane: contin. supported
lateral torsional buck..contin. supported

				in case of fire		
bar	sky[m]	skz[m]	sB[m]	sky[m]	skz[m]	sB[m]
1		0.00	0.00	3.66	1.83	1.83
2		0.00	0.00	3.66	1.83	1.83

calculated with BemHo (9.0.4.9)

RAFTER (le) 8 / 10 e = 90 cm

C24 , service class 2 , $\gamma_{M,PT}$= 1.3 , values in [N/mm²]

$E_{0,mean}$= 11000$E_{0,05}$ = 7333 G_{mean} = 690 G_{05} = 460

$f_{m,y,k}$= 24.00 $f_{v,k}$ = 4.00 $f_{c,0,k}$= 21.00 $f_{t,0,k}$= 14.50

k_{cr} = 0.50

ultimate limit states acc DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, design-values [N/mm²] based on EN 1995-1-1/A2:2014 Proofs for persistent and transient situation					
		$\sigma_{myd,bez}$		f_{myd}	η
K9	PT stress (span)	5.14	<	18.02	0.29
K5	PT stress (column)	15.03	<	21.50	0.70
K5	PT stability	7.99	<	21.50	0.37

		τ_d		f_{vd}	η
K5	PT shear stress	1.45*	<	3.08	0.47

* k_{cr}= 0.50

serviceability limit state acc.to DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, deflection [cm] based on EN 1995-1-1/A2:2014							
			w_{exists}		$w_{perm.}$	L/..	η
K19	w_{net}	local	0.11	<	0.91	200	0.12
		total	0.11	<	1.83	200	0.06
K15	w_{fin}	local	0.19	<	1.22	150	0.16
		total	0.19	<	2.44	150	0.08
K15	$w_{inst,rare}$	local	0.14	<	0.91	200	0.16
		total	0.14	<	1.83	200	0.08
K15	w_{max}	local	0.19				
		total	0.19				

partially deflections in [cm]

		dead load		charact. situation		permanent situation	
combination		$w_{G,inst}$	$w_{G,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$
K19	loc	0.06	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
	tot	0.06	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
K15	loc	0.06	0.11	0.08	0.08	0.00	0.00
	tot	0.06	0.11	0.08	0.08	0.00	0.00

support reactions[kN/m], charakteristic values

		COLUMN 1		COLUMN 2		COLUMN 3	
act		max	min	max	min	max	min
g	V	0.74	0.74	2.14	2.14	0.74	0.74
	H	-0.10	-0.10	0.20	0.20	-0.10	-0.10
S0A	V	0.59	0.59	1.71	1.71	0.59	0.59
	H	-0.08	-0.08	0.16	0.16	-0.08	-0.08
WIL	V	0.35	0.35	0.87	0.87	0.18	0.18
	H	0.22	0.22	0.55	0.55	0.11	0.11
WIR	V	-0.17	-0.17	-0.66	-0.66	-0.23	-0.23
	H	-0.10	-0.10	-0.41	-0.41	-0.14	-0.14

MAX/MIN SUPPORT REACTIONSdesign values [kN/m]

in persistent and transient situation						
support	V_{max}	H_{rel}	combi	V_{rel}	H_{max}	combi
1	2.21	-0.06	K5	1.53	0.19	K3
2	6.24	1.01	K5	5.48	1.22	K6
3	2.06	-0.16	K5	1.27	0.03	K3

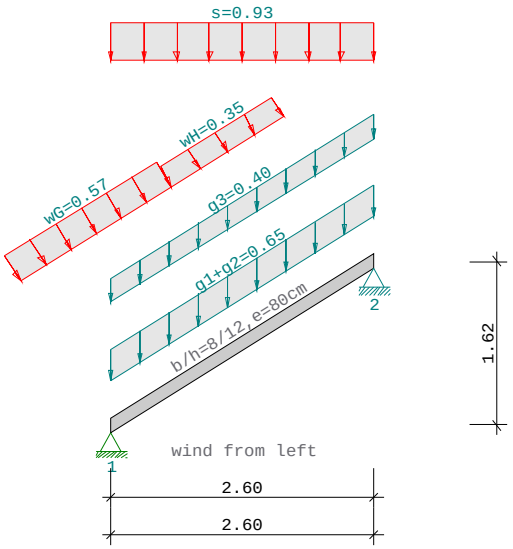
min. support reactions are not valid for the proof against upload

persistent and transient situation						
support	V_{min}	H_{rel}	combi	V_{rel}	H_{min}	combi
1	0.75	-0.30	K4	1.20	-0.36	K8
2	1.90	-0.34	K4	1.90	-0.34	K4
3	0.66	-0.35	K4	1.10	-0.41	K8

Rogovi krovnih kućica – L=3,10 m

Continuous Rafter D9 02/2020/C (Frilo R-2021-1/P06)

Material Softwood C24 (EN 338:2016)
class 2



SYSTEM continuos rafter
b.ar. = base area , r.ar. = area of roof

rafter span	length b.ar.	length r.ar. (m)				
1	2.60	3.07	left	32.0	degree	8/12

definitions of supports of rafter			
No	Cx[kN/cm]	Cz[kN/cm]	tv[cm]
1	-1	-1	3.0
2	-1	-1	3.0

LOADS

RAFTER						
roofing	g1 =	0.50	kN/m² r.ac.	Act	99	
construction	g2 =	0.15	kN/m² r.ac.			
roof space convers. g3	=	0.40	kN/m² r.ac.			
man load rafter	P =	1.00	kN	DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12	Act	8
snow loads acc DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12						
wind load acc.to DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12						
height of building	h =	10.00	m			
width of wind attack b	=	15.00	m	angle of windΘ =	0	degr.
ordin.snow load	sk =	1.25	kN/m² b.ac.	Act	10	
snow load left	si =	0.93	kN/m² (μ=0.75)			
wind imp.press.	q =	0.81	kN/m²	Act	9	
aerodyn. zones according to DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12						
aerodyn. zones referring eaves						
	wind from left					
wind load	wG=	0.57	kN/m²			
wind load	wH=	0.35	kN/m²			
	wind from right					
wind load	wJ =	-0.38	kN/m²			
wind load	wI =	-0.30	kN/m²			
	e/10 =	1.50	m			
	e(90)/4 =	0.65	m			
- roof space conversion from house-edge to ridge.						
* = user setting, otherwise acc code						

Dead load of beam is automatically considered.
with γ_G=6.00 kN/m³

CLASSIFICATION OF USED ACTIONS

acc

consequence class CC2, k_{Fi}= 1.0

no.	load cases	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ldc
99: g	Permanent loads	1.35	1.00				permanent
10: S0A	Snow loads <1000m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	short
9: WIL	Wind loads	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt
110: WIR	wind f.ri.	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt
8: VLH	Roof (f.Ex. man ..	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	short

decisive COMBINATIONS		
for ultimate limit states		
persistent, transient situation		
K1	1.35*EG+1.35*g	(kmod = 0.60)
K2	1.35*EG+1.35*g+1.5*s	(kmod = 0.90)
K3	1.35*EG+1.35*g+1.5*wle	(kmod = 1.00)
K4	1.35*EG+1.35*g+1.5*wri	(kmod = 1.00)
K5	1.35*EG+1.35*g+1.5*s+1.5*0.6*wle	(kmod = 1.00)
for serviceability limit states		
characteristic (rare) situation		
K14	1*EG+1*g+1*s+1*0.6*wle	(kmod = 1.00)
quasi-permanent situation		
K18	1*EG+1*g	(kmod = 0.60)

legend:
g = dead load, s = snow load, sA = snow bag, Se = snow at eave,
w = wind load
~le = left, ~ri = right, ~gb = gable sided, ~(A) = accidental
Fm[Nr] = man's load at beam [Nr]

BUCKLING LENGTH
rafter left
buckling in plane: from eigen-value but max. 0.90*length of beam
buckling out of plane: contin. supported
lateral torsional buck..contin. supported

				in case of fire		
bar	sky[m]	skz[m]	sB[m]	sky[m]	skz[m]	sB[m]
1		0.00	0.00	3.07	3.07	3.07

calculated with BemHo (9.0.4.9)
RAFTER (le) 8 / 12 e = 80 cm
C24 , service class 2 , $\gamma_{M,PT}$= 1.3 , values in [N/mm²]
$E_{0,mean}$= 11000$E_{0,05}$ = 7333 G_{mean} = 690 G_{05} = 460
$f_{m,y,k}$= 24.00 $f_{v,k}$ = 4.00 $f_{c,0,k}$= 21.00 $f_{t,0,k}$= 14.50
k_{cr} = 0.50

ultimate limit states acc DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08,
design-values [N/mm²]
based on EN 1995-1-1/A2:2014
Proofs for persistent and transient situation

		$\sigma_{myd,bez}$		f_{myd}	η
K5	PT stress (span)	13.37	<	19.30	0.69
K2	PT stress (column)	0.40	<	18.40	0.02
K5	PT stability	14.67	<	20.45	0.72

		τ_d		f_{vd}	η
K5	PT shear stress	1.41*	<	3.08	0.46

* k_{cr}= 0.50

serviceability limit state acc.to DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, deflection [cm]
based on EN 1995-1-1/A2:2014

			w_{exists}		$w_{perm.}$	L/..	η
K18	w_{net}	local	1.24	<	1.53	200	0.81
		total	1.24	<	1.53	200	0.81
K14	w_{fin}	local	1.94	<	2.04	150	0.95
		total	1.94	<	2.04	150	0.95
K14	$w_{inst,rare}$	local	1.39	<	1.53	200	0.91
		total	1.39	<	1.53	200	0.91
K14	w_{max}	local	1.94				
		total	1.94				

partially deflections in [cm]

		dead load		charact. situation		permanent situation	
combination		$w_{G,inst}$	$w_{G,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$
K18	loc	0.69	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00
	tot	0.69	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00
K14	loc	0.69	1.24	0.70	0.70	0.00	0.00
	tot	0.69	1.24	0.70	0.70	0.00	0.00

support reactions[kN/m], charakteristic values

act		COLUMN 1 max	COLUMN 1 min	COLUMN 2 max	COLUMN 2 min
g	V	1.72	1.72	1.72	1.72
	H	0.00	0.00	0.00	0.00
S0A	V	1.21	1.21	1.21	1.21
	H	0.00	0.00	0.00	0.00
WIL	V	0.69	0.69	0.55	0.55
	H	0.43	0.43	0.34	0.34
WIR	V	-0.43	-0.43	-0.48	-0.48
	H	-0.27	-0.27	-0.30	-0.30

MAX/MIN SUPPORT REACTIONSdesign values [kN/m]

in persistent and transient situation

support	V_{max}	H_{rel}	combi	V_{rel}	H_{max}	combi
1	4.76	0.39	K5	3.35	0.64	K3
2	4.63	0.31	K5	3.14	0.51	K3

min. support reactions are not valid for the proof against upload

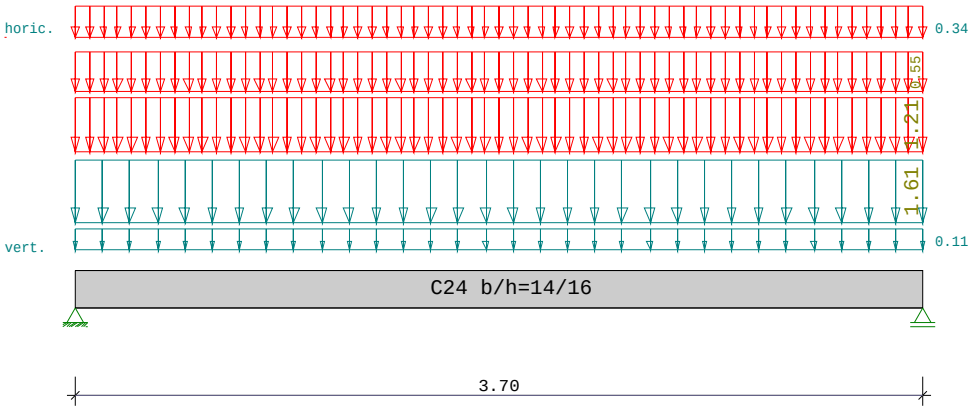
persistent and transient situation

support	V_{min}	H_{rel}	combi	V_{rel}	H_{min}	combi
1	1.68	-0.40	K4	1.68	-0.40	K4
2	1.60	-0.45	K4	1.60	-0.45	K4

Podrožnica krovnih kućica – L=3,70 m

Timber Beam HO7 02/2019/B (Frilo R-2021-1/P06)

Scale 1 : 33



Beam-related loads (kN,m)

Load type (kN,m) : 1=uniform over L 2=concentrated at a
3=single moment at a 4=trapezoidal btw. a, a+b
5=triangular over L 6=trapezoidal over L
Typ 11, 14, 15, 16 q_impact not spanwise

Type	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	fac.	dist. Lb/Lc	fromItem	Phi
1	A			0.11	0.00	1.00		EG	
1	A			1.61	0.00	1.00			
11	J			0.00	1.21	1.00			
1	I			0.00	0.55	1.00		wle	
1	I			0.00	0.34	1.00		wle	90.0

Dead load of girder is considered with Gamma = 6.0 kN/m3 .

Actions:							
No.	Cl	Name	ψ0	ψ1	ψ2	γ	KLED
A	1	Cat A - domestic	0.70	0.50	0.30	1.50	medium
I	4	Wind loads	0.60	0.20	0.00	1.50	short
J	3	Snow loads <1000m	0.50	0.20	0.00	1.50	short

All actions are considered as independent
Consequency class CC 2 acc. EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi}= 1.0 Tab. B3

Design : DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 14/16 e = 100.0 cm
based on EN 1995-1-1/A2:2014

Material CodeEN 338:2016
C24 service class 2 kdef = 0.80 γM = 1.30 γM(A) = 1.00
E_{mean} = 1100 kN/cm2 G_{mean}= 69 kN/cm2
fm,k = 24.0 N/mm2 fv,k = 4.0 N/mm2

proofs: 14.0 / 16.0 e = 100.0 cm kmod = 1.00

max Myd = 8.24 kNm σmd = -14.80 N/mm2km =1.00 η= 0.78
Compression flange is supported continuously.
Column 1ri x = 0.14 m Vz,d = 8.23 kN τD = 0.55 N/mm2 η= 0.36

Analysis serviceability according to DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 (2.2.3 , 7.2)
perm. w_{inst}< L/200 perm. w_{fin}< L/150 perm. w_{net}< L/200

Span	x1 (mm)		wg,z	wg,y	wq,z	wq,y	w	all w	η
			(		mm			)	
1	1850	inst:	8.6	0.0	7.2	1.2	15.8	18.5	0.85
		fin:	15.5	0.0	7.2	1.2	22.7	24.7	0.92
		net:	15.5	0.0	0.0	0.0	15.5	18.5	0.84

Support reactions (kN/m)

	Column 1		Column 2	
CA	max	min	max	min
g z	3.4	3.4	3.4	3.4
y	0.0	0.0	0.0	0.0
A z	0.0	0.0	0.0	0.0
y	0.0	0.0	0.0	0.0
I z	1.0	0.0	1.0	0.0
y	0.6	0.0	0.6	0.0
J z	2.2	0.0	2.2	0.0
y	0.0	0.0	0.0	0.0
totz	6.7	3.4	6.7	3.4
y	0.6	0.0	0.6	0.0

proof of oscillations span 1 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

For proof of vibration all loads are considered.

proof of natural frequen cy m = 185 kg/m2
beam: 14/16 EI = 0.526 MNm2
Beam spacing e = 100.0 cm
f0 = 6.11 Hz

deflection due concentr. load F
wF = 2.01 mm/kN-> poorer performance*

proof of oscillations span 1 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

*: charakteristic of prerformance acc. EN 1995-1-1 pic. 7.2.

speed of vibration due unit impuls v <= b^(f1*Ksi-1)
modal coeff. of damping Ksi = 0.010
coeffizient b = 79.89
p erm. v = 0.0164 m/(Ns^2)
γ = 1.00
v = 0.0025 m/(Ns^2) Eta = 0.16

speed of vibration due step v <= 6*b^(f1*Ksi-1)
p erm. v = 0.0982 m/sec
γ = 1.00
v = 0.1399 m/sec Eta = 1.43

acceleration p erm. a = 0.1000 m/sec^2 well-being
a = 8.1617 m/sec^2 Eta = 81.62

3.2.3. PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE KROVA IZLOŽENE POŽARU

Zahtjevana otpornost na požar R30.

Izloženost 30-minutnom požaru.

Drveni rogovi b/h=8/10 cm,

Proračunska vrijednost brzine sagorijevanja: $\beta_0 = 0,7$ mm/min - prema EC5: dio 1-2: 3.1

$d_{ef} = d_{char} + k_0 \times d_0 = t \times 0,8 + 1 \times 7 = 30 \cdot 0,8 + 1 \times 7 = 31$ mm - sagorijevanje

Rogovi b/h=8/10 cm:

b=8 – 2×3,1 = 1,8 cm; h=10 – 3,1 = 6,9 cm

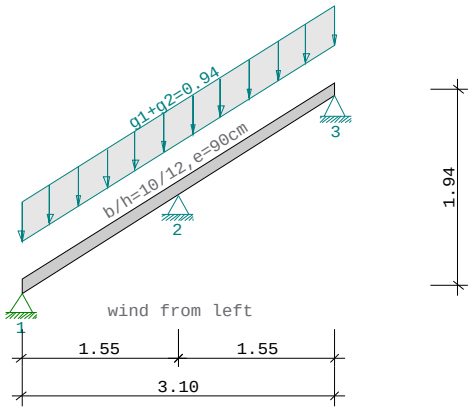
Za proračun glavnog nosača uzet je koeficijent opterećenja snijegom i vjetrom 0,0.

Za navedene dimenzije drvena konstrukcija nema požarnu otpornost za R30.

U nastavki je proveden proračun uz povećanje dimenzija drvene konstrukcije za 2 cm.

Drveni rogovi b/h=10/12

Material Softwood C24 (EN 338:2016)
class 2



SYSTEM continuos rafter

analysis in case of fire acc DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, design-values [N/mm²]				
β_{li} [mm/min]	β_{re} [mm/min]	β_{ob} [mm/min]	β_{un} [mm/min]	t_F [min]
0.80	0.80	0.00	0.80	30

		b_{fi}	d_{fi}	$k_{mod,fi}$	$\sigma_{myd,bez}$	f_{myd}	η
K4	stress (span)	3.8	8.9	1.00	3.54	30.00	0.12
K4	stress (column)	3.8	5.9	1.00	13.62	30.00	0.45
K4	stability	3.8	8.9	1.00	7.16	30.00	0.24

		b_{fi}	d_{fi}	$k_{mod,fi}$	$\eta_{v,kalt}$	k_{mod}	η
K4	shear stress	3.8	5.9	1.00	0.15	0.90	0.34

It will be assumed, that due to appropriate constructive measures the static system and the boundary conditions are still valid in case of fire.

Za povećane dimenzije drvena konstrukcija krovišta zadovoljava požarnu otpornost R30 te je nije potrebno oblagati protupožarnom zaštitom. Investitor može odlučiti hoće li izvesti povećane dimenzije konstrukcije krovišta ili će je požarno zaštititi vatrootpornom oblogom. Povećanje dimenzija nema utjecaja na statički proračun konstrukcije krovišta ni cjelokupne građevine.

Slijedi proračun nosive konstrukcije na 3D modelu

C/4. DOKAZ MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI KONSTRUKCIJE CJELOVITE OBNOVE

C.4.1 STATIČKI PRORAČUN GLOBALNE STABILNOSTI NA 3D MODELU

C.4.1.1 ANALIZA VERTIKALNOG DJELOVANJA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU ČELIČNOG KROVA

Proračun je za sve elemente krovišta g proveden s betonom razreda C25/30 i armirana rebrastim šipkama i mrežama kvalitete B 500B(A). Vanjske elemente nosive konstrukcije, koji su direktno izloženi vanjskom okolišu (nisu zaštićeni fasadom), u izvedbenom projektu predvidjeti s betonom C30/37. Proračun je za sve elemente proveden s drvom klase C24 i čelikom kvalitete S235 JR.

Poz. 406 – Vrh zidova zvonika

Stalno opterećenje
- Kupola od lima na drvenoj konstrukciji visine h=6,0 m .....≈ 75,0 *kN*

Opterećenje kupole je unešeno na rubove zidanih zidova zvonika crkve kao linijsko opterećenje q= 5,00 *kN/m'.*

Poz. 404 – Vrh prozora zvonika

Stalno opterećenje od 3 zvona
- 3× zvona težine 6,3 kN, 3,15 kN i 1,7 kN.....≈ 11,15 *kN*

Opterećenje zvona je unešeno na čeličnu konstrukciju kao linijsko opterećenje q= 5,00 *kN/m'.*

Poz. 301 i 302 – Krovne ravnine

Stalno opterećenje
- Pokrov bakreni lim.....≈ 0,50 kN/m^2
- Krovni flic i hidroizolacija .....≈ 0,01 kN/m^2
- Daske dvoslojno 2×2,4 cm.....≈ 0,39 kN/m^2
- Drveni rogovi b/h=8/10 e= 90 cm .....≈ 0,15 kN/m^2
- Težina čelične konstrukcije - program uzima sam

$\Delta g \approx$ 1,05 kN/m^2

Uporabno opterećenje
- Uporabno za neprohodni ravni krov H ..... q = 0,60 kN/m^2

Opterećenje snijegom
- U skladu s točkom C.3.1.2. ..... q_s = 1,00 kN/m^2

Opterećenje vjetrom
- U skladu s točkom C.3.1.2.

Opterećenje snijegom se uzima kao mjerodavno opterećenje budući da je veće od uporabnog opterećenja.

Poz. 300 – Čelična ravnina iznad lukova crkve – pod potkrovlja

Stalno opterećenje
- Daske 2,4 cm .....≈ 0,20 kN/m^2
- Drvena potkonstrukcija.....≈ 0,15 kN/m^2
- Težina čelične konstrukcije - program uzima sam

$\Delta g \approx$ 0,35 kN/m^2

Uporabno opterećenje
- Uporabno za nestambena potkrovlja A1 ..... q = 1,50 kN/m^2

Poz. 203 – Vrh lukova crkve

Stalno opterećenje - svodovi
- Mineralna vuna ..... ≈ 0,15 kN/m^2
- FRCM obloga ..... ≈ 0,25 kN/m^2
- Opečeni svod h=14 cm ..... ≈ 2,40 kN/m^2
- FRCM obloga ..... ≈ 0,25 kN/m^2
- Vapnena žbuka ..... ≈ 1,00 kN/m^2

$\Delta g \approx$ 4,05 kN/m^2

Opterećenje svodova je unešeno na lukove crkve kao linijsko opterećenje q= 7,1 i 8,5 *kN/m'.*

Uporabno opterećenje
- Uporabno za nestambena potkrovlja A1 ..... q = 1,50 kN/m^2

Poz. 202 – Strop pjevališta

Stalno opterećenje - svodovi
- Završni sloj ..... ≈ 1,50 kN/m^2
- Armiranobetonska ploča - program uzima sam
- Nasip perlita - program uzima sam
- FRCM obloga ..... ≈ 0,25 kN/m^2
- Opečeni svod - program uzima sam
- Vapnena žbuka ..... ≈ 1,00 kN/m^2

$\Delta g \approx$ 2,75 kN/m^2

Stropna konstrukcija je unešena kao armiranobetonska ploča debljine h=23 cm koja zamjenjuje težinu slojeva koju program sam generira.

Uporabno opterećenje
- Uporabno za nestambena potkrovlja A1 ..... q = 1,50 kN/m^2

Poz. 201 – Konstrukcija ispod krovišta oltara

Stalno opterećenje
- Pokrov bakreni lim ..... ≈ 0,50 kN/m^2
- Drvena konstrukcija ..... ≈ 0,50 kN/m^2
- Težina čelične konstrukcije - program uzima sam

$\Delta g \approx$ 1,00 kN/m^2

Uporabno opterećenje
- Uporabno za neprohodni ravni krov H ..... q = 0,60 kN/m^2

Opterećenje snijegom
- U skladu s točkom C.3.1.2. ..... q_s = 1,00 kN/m^2

Opterećenje vjetrom
- U skladu s točkom C.3.1.2.

Budući se radi o kupolastom obliku krova opterećenje se uvećava za 30%.

Poz. 200 – Svod iznad oltara

Stalno opterećenje - svodovi

- Mineralna vuna	≈	0,15	kN/m^2
- FRCM obloga	≈	0,25	kN/m^2
- Opečeni svod h=14 cm	≈	2,40	kN/m^2
- FRCM obloga	≈	0,25	kN/m^2
- Vapnena žbuka	≈	1,00	kN/m^2
Δg	≈	4,05	kN/m^2

Stropna konstrukcija svoda je unešena kao zidana ploča debljine h=23 cm koja zamjenjuje težinu slojeva koju program sam generira.

Uporabno opterećenje

- Uporabno za neprohodni ravni krov H ..... q = 0,60 kN/m^2

Poz. 100 – Strop iznad ulaza

Stalno opterećenje - svodovi

- Završni sloj	≈	1,50	kN/m^2
- Armiranobetonska ploča - program uzima sam			
- Nasip perlita - program uzima sam			
- FRCM obloga	≈	0,25	kN/m^2
- Opečeni svod - program uzima sam			
- Vapnena žbuka	≈	1,00	kN/m^2
Δg	≈	2,75	kN/m^2

Stropna konstrukcija je unešena kao armiranobetonska ploča debljine h=23 cm koja zamjenjuje težinu slojeva koju program sam generira.

Uporabno opterećenje

- Uporabno za kategoriju P..... q = 4,00 kN/m^2

C.4.1.2 ANALIZA HORIZONTALNOG DJELOVANJA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

HORIZONTALNO OPTEREĆENJE VJETROM

Prema HRN EN 1991-1-4:2012 i HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 za područje Zagreb osnovna brzina vjetra iznosi: Vb = 25 m/s^2. U poglavlju C.3.1.2 provedena je detaljna analiza opterećenja vjetrom. Opterećenje vjetrom se neće uzeti u obzir kod proračuna nosive konstrukcije jer je mjerodavno horizontalno opterećenje seizmičko opterećenje. Proračun vjetra je mjerodavan kod proračuna čelične konstrukcije krovišta dok za zvonik crkve nije mjerodavan.

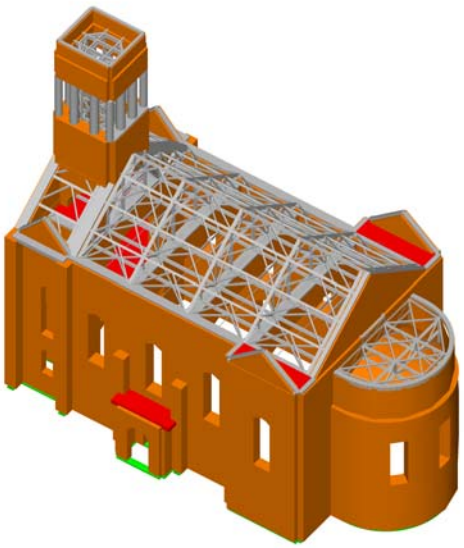
Fasadu i ostale sekundarne elemente konstrukcije fasade i stolarije potrebno je proračunati na utjecaje vjetra u skladu s važećom normom HRN EN 1991-1-4:2012 i HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012. Proračun fasade nije predmet ovog projekta i biti će obrađeno u izvedbenom projektu kada se odabere točni tip fasade i proizvođač fasade. Proračun i dokaz otpornosti fasadnih elemenata na djelovanje vjetra u skladu potrebno je provesti uzimajući u obzir realnu površinu na koju djeluje vjetar i odgovarajući koeficijent pritiska.(A = 1,0 m^2).

SEIZMIČKO OPTEREĆENJE NA GRAĐEVINU

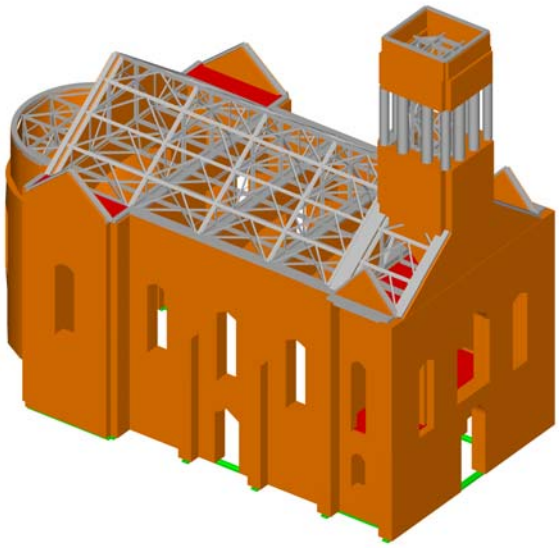
Prema normi HRN EN 1998-1:2011: Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres -- 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004/AC:2009) i odgovarajućem nacionalnom aneksu građevina se nalazi u potresnom području s ubrzanjem a_{gR} = 0,255×g pri čemu faktor važnosti građevine iznosi γ_I = 1,2. Prilikom dokaza nosivosti konstrukcije na seizmičke sile uzima se povratni period od 225 godina s ubrzanjem **a_{gR}/g = 0,183 (T_{NCR} = 225 g.).** Ulazni podaci za proračun su dani u poglavlju C.3.1.2.

MODALNA ANALIZA KONSTRUKCIJE

Modalna analiza provedena je na prostornom modelu gdje je upisana cijela nosiva konstrukcija građevine kako bi se što točnije utvrdilo ponašanje konstrukcije kao i zbroj efektivnih modalnih masa za razmatrane vlastite oblike osciliranja.



Izometrija



Izometrija

Svi zidovi su modelirani s opcijom da u seizmičkom proračunu imaju umanjenu uzdužnu krutost u ravnini za 50 %, a ploče i grede su modelirane s opcijom da u seizmičkom proračunu imaju umanjenu krutost na savijanje 50 %, sukladno zahtjevu normi HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011. Također u rubnim uvjetima na spoju između zidova te zidova i stropnih ploča oslobođeno je savijanje okomito na ravninu kako bi se spriječila upetost tih elemenata jednih u druge. Svi elementi konstrukcije upisani su kao zidani elementi dok su pojedini svodovi upisani kao zamjenske armiranobetonske ploče. Svi AB elementi konstrukcije upisani su i proračunati s betonom razreda C25/30.

Krutost tla ispod zidova upisana sukladno analizi opisanoj u tehničkom opisu tj. k = 100 000 000 kN/m^2/m'. Za modalnu analizu nije uzeto povećanje krutosti linijskih oslonaca budući se radi o apsolutno krutim osloncima.

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Spriječeno osciliranje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	VT - Vlastita težina (g)	1.00
2	G1 - Dodatno stalno	1.00
3	Q - Uporabno	0.48
4	W - Vjetar X odizanje	0.00
5	W1 - Vjetar X pritisak	0.00
6	W3 - Vjetar Y odizanje	0.00

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	1.35	7.25	13.36	
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	1.35	7.25	24.23	
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	1.35	7.25	26.45	
Platforma	21.02	1.35	7.25	0.83	
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	1.55	7.25	22.23	
Platforma	18.30	1.38	7.25	25.93	
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	3.77	7.25	29.92	
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	6.15	7.25	43.85	
Platforma 1	14.90	7.05	7.25	97.75	
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	10.50	7.25	187.14	12.78
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	11.68	7.24	171.14	
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	5.02	8.54	64.87	1.88
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	12.98	6.88	159.23	
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	11.51	7.20	503.08	
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	10.64	7.28	400.15	11.57
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	10.78	7.01	342.69	44.28
Poz 000 - Temelji	0.00	11.73	6.85	278.77	
Ukupno:	8.82	10.28	7.17	2391.62	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	1.35	7.25
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	1.35	7.25
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	1.35	7.25
Platforma	21.02	1.35	7.25
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	1.40	7.25
Platforma	18.30	1.40	7.25
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	1.52	7.25
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	3.12	7.25
Platforma 1	14.90	7.42	7.25

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	10.17	7.25
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	11.28	7.25
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	9.91	7.25
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	9.91	7.24
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	5.27	7.24
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	3.97	7.16
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	3.24	7.21
Poz 000 - Temelji	0.00	3.61	7.24

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.00	0.00
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	0.00	0.00
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.00	0.00
Platforma	21.02	0.00	0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	0.14	0.00
Platforma	18.30	0.03	0.00
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	2.25	0.00
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	3.03	0.00
Platforma 1	14.90	0.37	0.00

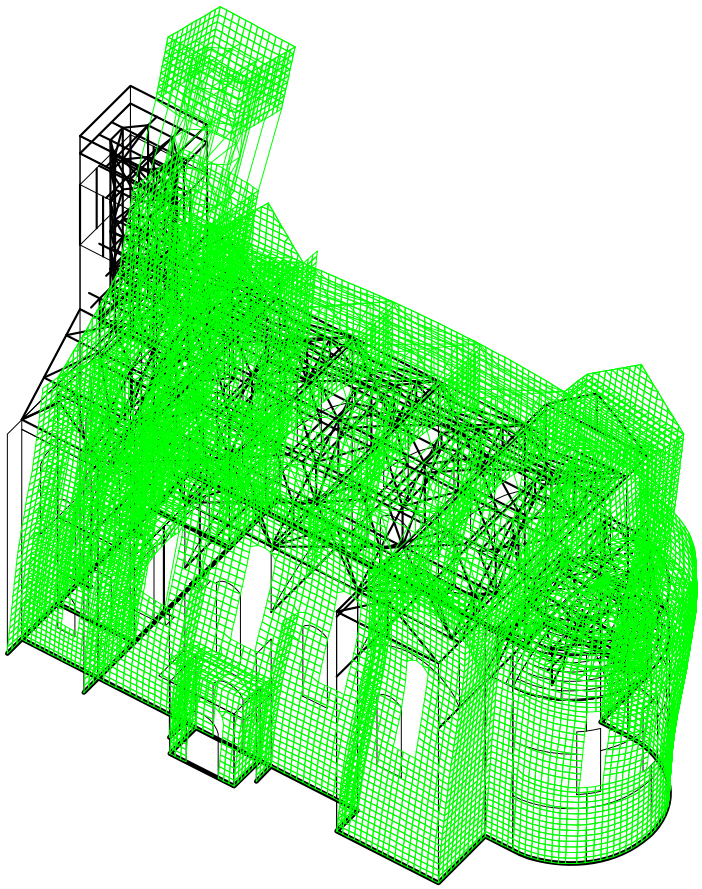
Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	0.33	0.00
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	0.39	0.01
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	4.89	1.30
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	3.07	0.36
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	6.24	0.04
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	6.66	0.12
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	7.55	0.21
Poz 000 - Temelji	0.00	8.12	0.39

Periodi osciliranja konstrukcije

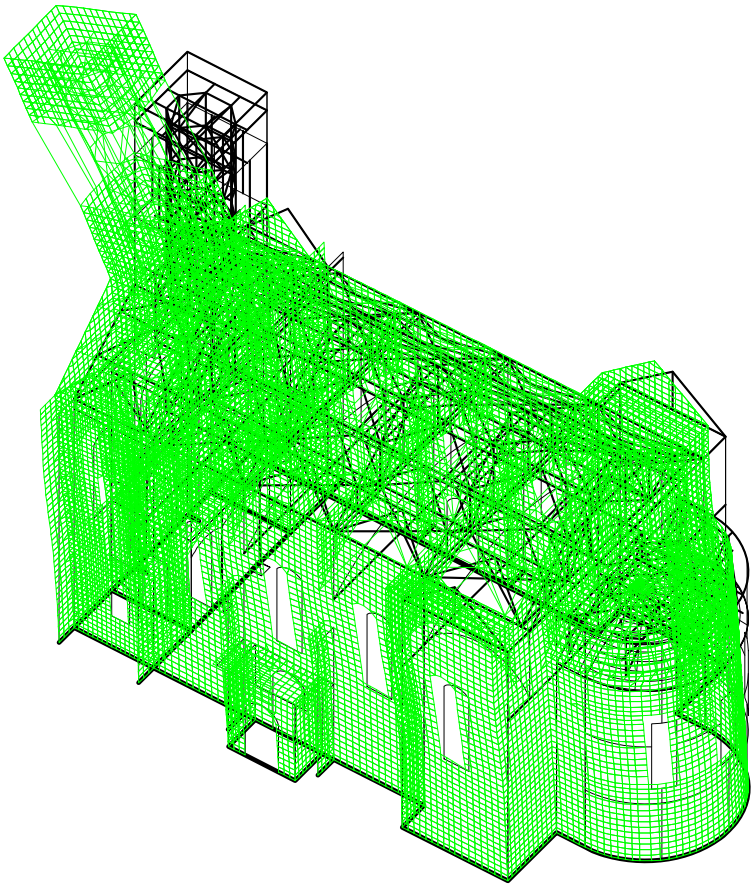
No	T [s]	f [Hz]
1	0.7153	1.3980
2	0.5519	1.8119
3	0.4990	2.0041
4	0.4020	2.4877
5	0.3878	2.5784
6	0.3005	3.3278
7	0.2437	4.1036

No	T [s]	f [Hz]
8	0.2134	4.6853
9	0.2096	4.7703
10	0.1978	5.0561
11	0.1893	5.2813
12	0.1831	5.4610
13	0.1828	5.4707
14	0.1789	5.5882

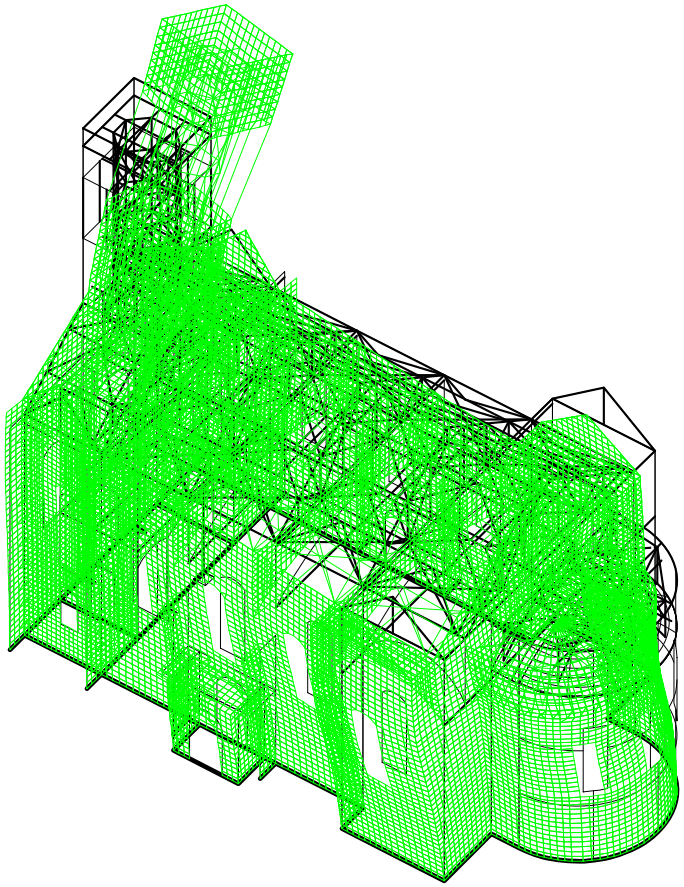
No	T [s]	f [Hz]
15	0.1776	5.6303
16	0.1629	6.1396
17	0.1614	6.1973
18	0.1601	6.2444
19	0.1517	6.5915
20	0.1505	6.6428



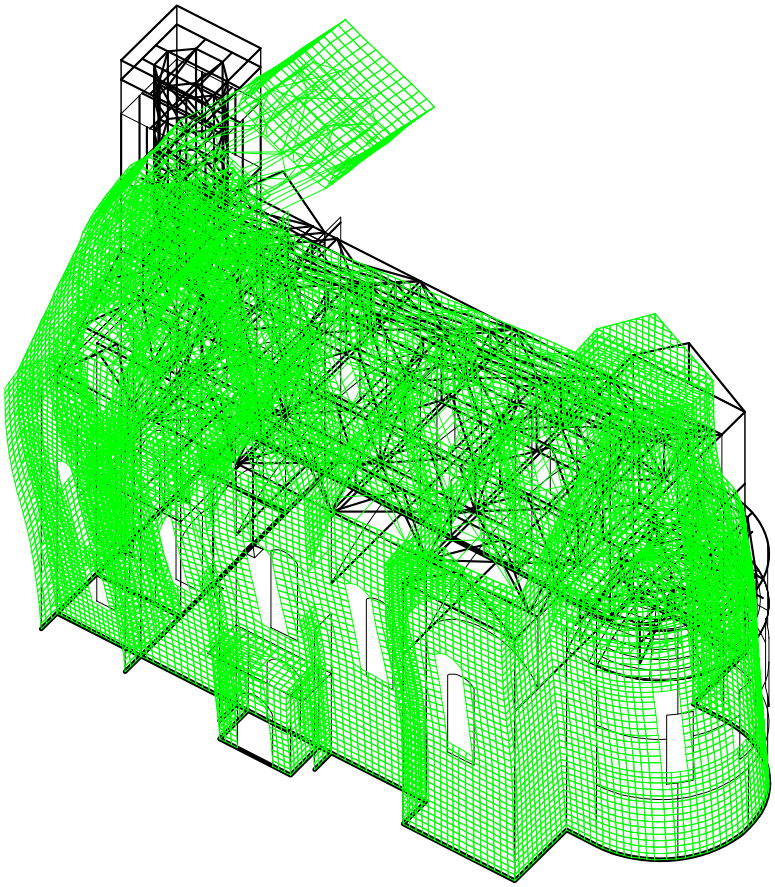
Izometrija
Forma osciliranja: 1/20 [T=0.7153sec / f=1.40Hz]



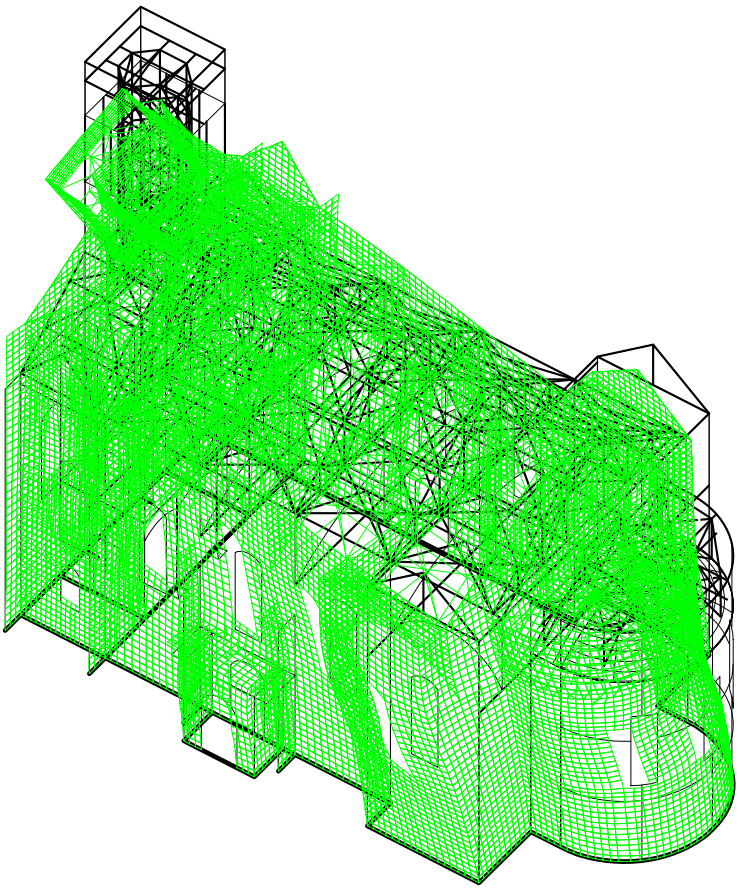
Izometrija
Forma osciliranja: 2/20 [T=0.5519sec / f=1.81Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 3/20 [T=0.4990sec / f=2.00Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 4/20 [T=0.4020sec / f=2.49Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 5/20 [T=0.3878sec / f=2.58Hz]

Glede ponašanja nosive konstrukcije pregledom oblika osciliranja može se zaključiti da je prvi ton translatorno osciliranju u poprečnom smjeru, drugi ton translatorno osciliranju u uzdužnom smjeru,dok je treći ton je torzijsko osciliranje. Četvrti i peti ton su translatorno osciliranju u poprečnom i uzdužnom smjeru s torzijom.

MULTIMODALNA ANALIZA KONSTRUKCIJE

Seizmički proračun: EC8 (HRN EN 1998-1:2011)	
Razred tla:	C
Razred važnosti:	III (γ=1.2)
Odnos agR/g:	0.18
Koeficijent prigušenja	0.05

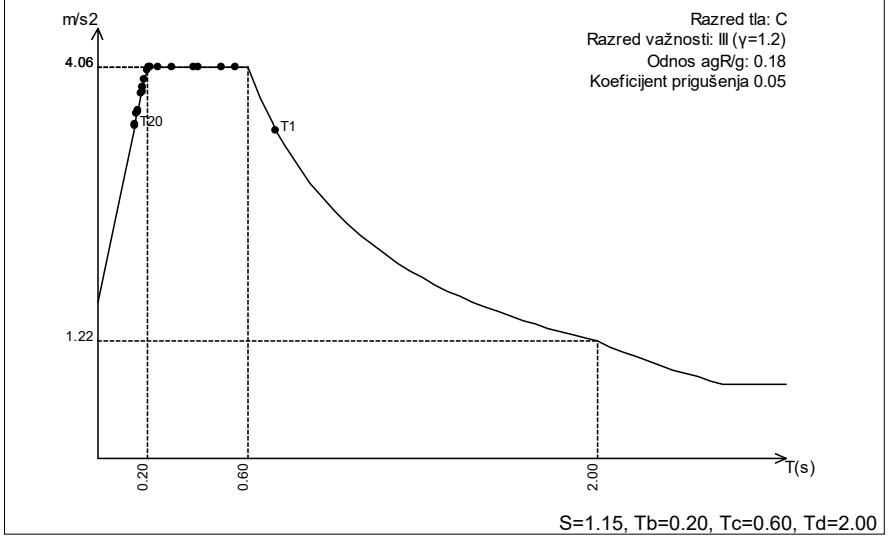
Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut α[°]	k,α	k,α+90°	kz	Faktor P.
Aex - Potres X	0	1.000	0.000	0.000	1.500
Aey - Potres Y	90	1.000	0.000	0.000	1.500

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
Aex - Potres X	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
Aey - Potres Y	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000

Projektni spektar



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

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Aex - Potres X

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	-0.02	2.50	-0.00	178.20	1.71	5.52	0.09	-2.20	0.00
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	-0.03	4.64	-0.00	319.73	3.15	11.01	0.16	-3.86	0.00
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	-0.02	3.83	-0.00	252.99	2.75	9.80	0.13	-2.96	0.00
Platforma	21.02	0.00	0.11	-0.00	6.57	-0.00	0.35	0.00	-0.07	0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	0.01	2.41	0.00	122.03	1.22	5.57	0.05	-0.99	0.00
Platforma	18.30	0.02	2.61	-0.00	118.45	1.19	9.42	0.04	-0.89	0.00
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	0.04	2.65	-0.00	98.95	0.32	7.81	0.03	-0.36	0.00
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	0.07	3.59	-0.00	116.28	-0.97	6.39	0.02	0.16	-0.00
Platforma 1	14.90	0.21	8.58	-0.01	245.38	-3.54	14.24	0.03	1.03	-0.00
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	0.32	12.97	-0.03	330.84	-10.93	3.67	0.02	3.43	-0.01
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	0.30	12.98	-0.08	328.76	-13.75	-8.18	0.02	4.21	-0.04
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	0.21	4.84	-0.10	122.36	-1.05	9.76	-0.16	0.31	0.03
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	0.28	11.23	-0.02	287.24	-12.77	-7.03	0.13	4.05	-0.03
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	0.95	32.43	-0.13	783.40	-30.11	-2.24	0.04	10.06	-0.04
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	0.36	14.82	-0.08	308.90	-14.15	2.57	-0.00	4.81	-0.01
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	0.13	5.64	0.02	113.31	-5.85	1.17	0.05	1.91	0.01
Poz 000 - Temelji	0.00	0.02	1.04	0.00	25.45	-1.59	-0.57	0.02	0.42	-0.00
	Σ=	2.85	126.86	-0.45	3758.9	-84.39	69.25	0.67	19.06	-0.07

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	-116.07	-47.80	-1.10	-19.60	45.90	-0.13	-0.00	-0.01	0.00
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	-195.02	-79.14	-2.19	-32.84	75.10	-0.25	-0.01	-0.02	0.00
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	-140.69	-55.88	-1.87	-23.71	51.81	-0.22	-0.00	-0.02	0.00
Platforma	21.02	-2.65	-0.83	-0.08	-0.39	0.79	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-13.40	2.23	1.53	-1.59	-6.29	0.34	0.00	-0.02	0.00
Platforma	18.30	5.67	10.70	-0.87	1.79	-15.20	-0.04	0.00	-0.01	0.00
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	39.40	17.42	-0.02	7.57	-21.58	0.09	0.00	-0.01	0.00
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	83.03	24.84	2.04	15.36	-29.37	0.43	0.00	-0.01	-0.00
Platforma 1	14.90	236.22	58.23	4.38	42.78	-67.89	0.96	0.01	-0.03	-0.00
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	385.09	28.51	9.40	69.02	-36.81	1.71	0.02	0.04	0.00
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	401.30	10.82	13.17	72.59	-16.06	2.44	0.02	0.02	0.00
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	159.71	46.94	4.03	20.26	-53.32	0.12	0.00	-0.04	0.00
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	352.34	-6.87	1.20	68.50	3.23	0.64	0.01	0.07	0.00
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	1040.3	59.74	5.34	185.85	-75.14	1.84	0.02	0.11	0.00
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	463.89	38.33	-0.54	84.15	-46.50	0.20	-0.00	0.05	0.00

Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	180.56	17.19	1.24	35.46	-22.33	0.16	-0.00	0.01	-0.00
Poz 000 - Temelji	0.00	39.69	0.30	-0.42	8.32	-1.50	-0.08	-0.00	0.01	-0.00
	Σ=	2919.4	124.74	35.25	533.52	-215.17	8.21	0.06	0.13	0.01

		Ton 7			Ton 8			Ton 9		
Nivo	Z [m]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.00	0.04	-0.00	0.09	0.01	0.00	-0.04	0.09	-0.00
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	0.00	0.05	-0.00	0.15	0.04	0.00	-0.06	0.11	-0.01
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.00	0.02	-0.00	0.10	0.04	0.00	-0.04	0.03	-0.01
Platforma	21.02	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-0.00	-0.06	-0.00	-0.07	0.11	0.00	0.04	-0.21	-0.01
Platforma	18.30	-0.00	-0.07	-0.00	-0.09	0.06	0.00	0.05	-0.25	-0.01
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	-0.00	-0.08	-0.00	-0.10	0.15	0.01	0.05	-0.21	-0.00
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	-0.00	-0.11	-0.00	-0.13	0.33	0.03	0.08	-0.25	0.01
Platforma 1	14.90	-0.00	-0.29	-0.00	-0.22	0.70	0.04	0.17	-0.71	0.05
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	-0.01	-0.34	-0.01	-0.35	0.77	0.05	0.24	-0.42	0.08
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	-0.01	0.02	-0.10	-0.95	1.65	0.83	0.07	1.96	3.11
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	-0.01	-0.08	-0.01	-0.85	0.69	0.19	0.07	0.01	0.58
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	0.01	-0.23	-0.05	0.29	1.46	0.32	0.03	-0.27	1.12
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	0.01	-0.30	-0.08	0.45	1.82	0.45	0.07	-0.67	1.67
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	0.01	0.72	-0.01	2.17	-3.97	-0.03	0.34	-2.93	-0.23
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	0.02	0.85	0.01	1.68	-4.90	-0.00	0.80	-0.78	0.07
Poz 000 - Temelji	0.00	0.01	0.15	-0.00	0.40	-1.55	0.00	0.19	0.07	-0.01
	Σ=	0.02	0.29	-0.27	2.57	-2.57	1.90	2.08	-4.43	6.43

		Ton 10			Ton 11			Ton 12		
Nivo	Z [m]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.00	0.01	-0.00	0.41	-0.15	0.01	-0.02	-0.01	-0.00
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	0.01	0.01	-0.00	0.64	-0.19	0.02	-0.04	-0.01	-0.00
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.00	0.00	-0.00	0.43	-0.06	0.02	-0.03	0.01	-0.00
Platforma	21.02	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-0.00	-0.02	-0.00	-0.43	0.41	0.03	0.02	0.05	-0.00
Platforma	18.30	-0.00	-0.02	-0.00	-0.47	0.42	0.03	0.02	0.07	-0.00
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	-0.00	-0.03	0.00	-0.45	0.28	0.11	0.02	0.01	-0.01
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	0.00	-0.04	0.01	-0.50	0.09	0.26	0.02	-0.09	-0.02
Platforma 1	14.90	0.02	-0.08	0.02	-0.55	-0.45	0.56	-0.01	-0.33	-0.05
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	0.02	-0.10	0.04	-1.10	-1.91	0.85	0.04	-0.97	-0.08
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	-0.04	-0.22	0.15	-4.15	-2.17	0.48	0.21	-1.72	0.01
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	0.05	-0.07	0.02	0.92	0.34	0.11	-0.20	-0.08	-0.00
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	-0.05	-0.07	0.07	-2.22	-1.91	0.35	0.22	-0.71	0.01
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	-0.13	0.00	0.11	-1.89	0.23	1.18	0.34	0.81	-0.09
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	0.03	0.90	-0.01	7.57	4.72	0.29	-0.24	5.62	-0.04
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	0.10	0.74	0.00	6.83	2.42	-0.04	-0.23	4.52	0.01
Poz 000 - Temelji	0.00	0.01	0.18	0.00	1.10	1.13	0.00	0.01	1.21	-0.00
	Σ=	0.02	1.19	0.42	6.15	3.19	4.26	0.13	8.38	-0.28

		Ton 13			Ton 14			Ton 15		
Nivo	Z [m]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.44	0.30	-0.00	3.20	0.61	-0.17	0.01	-0.11	-0.04
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	0.67	0.34	-0.01	4.47	0.62	-0.34	-0.03	-0.13	-0.07
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.44	0.08	-0.01	2.37	0.06	-0.31	-0.08	-0.04	-0.07
Platforma	21.02	-0.00	-0.01	-0.00	-0.05	-0.04	-0.01	-0.00	0.00	-0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-0.52	-0.82	0.01	-5.65	-1.89	-0.20	-0.18	0.27	-0.06
Platforma	18.30	-0.55	-0.96	0.01	-6.25	-2.27	-0.23	-0.23	0.30	-0.06
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	-0.52	-0.95	0.02	-6.27	-1.93	-0.35	-0.29	0.34	-0.09
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	-0.58	-1.18	0.04	-8.06	-1.81	-0.98	-0.46	0.53	-0.17
Platforma 1	14.90	-0.68	-2.67	0.02	-16.03	-2.98	-3.19	-1.24	1.42	-0.36
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	-1.34	-2.80	0.10	-12.54	0.76	-5.27	-0.15	2.15	-0.66
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	-5.87	-1.98	1.25	-73.08	2.13	-2.79	-4.70	1.73	-0.32
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	1.53	-1.28	0.42	-9.07	-2.64	-0.00	-1.97	0.40	-0.24
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	-3.04	-1.96	0.15	-14.58	0.69	-0.97	0.57	1.52	0.28
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	-0.11	0.15	0.48	85.98	-2.15	-6.57	10.18	-1.03	-0.56
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	10.51	16.08	-0.48	172.22	1.99	-0.14	11.80	-10.55	0.34
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	7.57	13.78	0.18	92.35	1.76	-0.26	4.75	-9.19	-0.15
Poz 000 - Temelji	0.00	1.22	3.46	-0.01	23.27	-0.09	0.02	1.67	-2.52	0.02
	Σ=	9.17	19.58	2.18	232.28	-7.17	-21.77	19.68	-14.91	-2.21

		Ton 16			Ton 17			Ton 18		
Nivo	Z [m]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.06	0.04	-0.01	0.91	-0.66	-0.10	3.63	-0.14	-0.33
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	0.07	0.04	-0.02	1.17	-0.72	-0.21	4.57	-0.18	-0.67
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.03	0.01	-0.01	0.52	-0.13	-0.19	1.85	-0.04	-0.60
Platforma	21.02	-0.00	-0.00	-0.00	-0.03	0.03	-0.01	-0.11	-0.01	-0.02
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-0.15	-0.12	-0.01	-2.16	1.80	-0.17	-9.10	0.61	-0.54
Platforma	18.30	-0.16	-0.13	-0.02	-2.28	2.10	-0.21	-9.62	0.35	-0.64
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	-0.16	-0.10	-0.01	-2.11	1.52	-0.17	-9.06	0.23	-0.49
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	-0.20	-0.08	-0.02	-2.54	1.40	-0.18	-11.07	-0.13	-0.32
Platforma 1	14.90	-0.38	-0.12	-0.05	-4.69	4.03	-0.55	-20.52	-2.29	-0.60
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	-0.37	0.04	-0.03	-4.45	3.32	-0.28	-15.65	-4.57	0.10
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	0.81	0.13	0.02	2.69	-8.60	2.15	9.65	2.86	0.60
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	0.10	-0.06	-0.00	1.13	-0.31	0.23	-0.29	0.96	-0.20
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	0.07	0.04	-0.03	-2.09	3.82	0.18	3.72	-5.39	2.32
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	-0.21	0.01	-0.06	-1.16	6.86	0.10	30.13	-6.45	2.11
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	0.25	-0.03	-0.01	19.00	5.79	-0.37	47.98	7.05	0.56
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	0.24	-0.03	-0.00	15.73	7.64	0.09	28.15	3.21	0.04
Poz 000 - Temelji	0.00	0.05	-0.05	0.00	3.22	0.92	0.03	7.03	2.61	0.03
	Σ=	0.06	-0.39	-0.26	22.86	28.80	0.34	61.30	-1.32	1.35

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.15	0.15	-0.02	0.71	-0.06	-0.10
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	0.18	0.17	-0.03	0.86	-0.08	-0.21
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.07	0.04	-0.03	0.31	-0.03	-0.19
Platforma	21.02	-0.00	-0.01	-0.00	-0.02	-0.00	-0.01
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-0.40	-0.55	-0.02	-2.01	0.08	-0.17
Platforma	18.30	-0.40	-0.53	-0.03	-2.05	0.12	-0.20
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	-0.36	-0.37	-0.02	-1.81	-0.02	-0.15
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	-0.41	-0.22	0.02	-2.08	-0.36	-0.07
Platforma 1	14.90	-0.69	0.23	0.10	-3.55	-1.56	-0.06
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	-0.15	1.17	0.16	-1.73	-2.93	0.33
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	-0.62	-0.50	-0.09	1.66	0.48	-0.10
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	-0.12	-0.26	0.00	0.46	-0.29	-0.19
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	0.28	0.88	0.33	0.83	1.06	0.51
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	2.56	0.06	0.38	6.36	10.28	0.80
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	1.47	0.30	0.03	7.60	4.59	0.04
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	-0.14	1.43	0.06	3.91	-1.98	-0.01
Poz 000 - Temelji	0.00	-0.06	-0.13	0.00	0.84	0.06	0.01
	Σ=	1.35	1.88	0.84	10.28	9.35	0.23

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Aey - Potres Y

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	-0.87	111.05	-0.05	-4.00	-0.04	-0.12	2.57	-62.69	0.06
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	-1.28	206.15	-0.10	-7.18	-0.07	-0.25	4.55	-110.11	0.11
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	-0.79	170.15	-0.09	-5.68	-0.06	-0.22	3.62	-84.54	0.09
Platforma	21.02	0.02	4.94	-0.00	-0.15	0.00	-0.01	0.06	-1.99	0.01
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	0.59	107.25	0.00	-2.74	-0.03	-0.13	1.43	-28.15	0.02
Platforma	18.30	1.08	116.01	-0.04	-2.66	-0.03	-0.21	1.22	-25.44	0.07
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	1.82	117.64	-0.07	-2.22	-0.01	-0.18	0.77	-10.15	0.03
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	3.26	159.39	-0.11	-2.61	0.02	-0.14	0.58	4.70	-0.03
Platforma 1	14.90	9.14	381.53	-0.52	-5.51	0.08	-0.32	0.79	29.30	-0.03
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	14.02	576.47	-1.49	-7.43	0.25	-0.08	0.58	97.75	-0.19
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	13.38	576.76	-3.75	-7.38	0.31	0.18	0.63	119.94	-1.10
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	9.12	215.21	-4.23	-2.75	0.02	-0.22	-4.65	8.84	0.88
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	12.33	499.20	-1.08	-6.45	0.29	0.16	3.64	115.38	-0.77
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	42.32	1441.2	-5.65	-17.59	0.68	0.05	1.14	286.98	-1.09
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	15.92	658.83	-3.70	-6.94	0.32	-0.06	-0.06	137.28	-0.20
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	5.80	250.49	0.74	-2.54	0.13	-0.03	1.51	54.47	0.25
Poz 000 - Temelji	0.00	1.01	46.21	0.06	-0.57	0.04	0.01	0.67	11.97	-0.08
	Σ=	126.86	5638.5	-20.09	-84.39	1.89	-1.55	19.06	543.54	-1.97

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	-4.96	-2.04	-0.05	7.91	-18.51	0.05	-0.01	-0.03	0.00
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	-8.33	-3.38	-0.09	13.24	-30.29	0.10	-0.01	-0.05	0.00
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	-6.01	-2.39	-0.08	9.56	-20.89	0.09	-0.01	-0.04	0.01
Platforma	21.02	-0.11	-0.04	-0.00	0.16	-0.32	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-0.57	0.10	0.07	0.64	2.54	-0.14	0.00	-0.05	0.00
Platforma	18.30	0.24	0.46	-0.04	-0.72	6.13	0.02	0.00	-0.03	0.00
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	1.68	0.74	-0.00	-3.05	8.70	-0.03	0.00	-0.02	0.00
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	3.55	1.06	0.09	-6.19	11.84	-0.17	0.01	-0.02	-0.00
Platforma 1	14.90	10.09	2.49	0.19	-17.25	27.38	-0.39	0.02	-0.06	-0.00
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	16.45	1.22	0.40	-27.83	14.84	-0.69	0.04	0.08	0.00
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	17.15	0.46	0.56	-29.27	6.48	-0.98	0.05	0.04	0.01
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	6.82	2.01	0.17	-8.17	21.50	-0.05	0.01	-0.10	0.00
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	15.05	-0.29	0.05	-27.62	-1.30	-0.26	0.02	0.16	0.00
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	44.45	2.55	0.23	-74.95	30.30	-0.74	0.04	0.25	0.01
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	19.82	1.64	-0.02	-33.94	18.75	-0.08	-0.01	0.11	0.00
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	7.71	0.73	0.05	-14.30	9.01	-0.07	-0.01	0.03	-0.00
Poz 000 - Temelji	0.00	1.70	0.01	-0.02	-3.35	0.61	0.03	-0.00	0.03	-0.00
	Σ=	124.74	5.33	1.51	-215.17	86.77	-3.31	0.13	0.30	0.03

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.03	0.63	-0.00	-0.10	-0.01	-0.00	0.08	-0.19	0.01
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	0.05	0.86	-0.00	-0.15	-0.04	-0.00	0.12	-0.23	0.02
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.03	0.40	-0.00	-0.10	-0.04	-0.00	0.07	-0.07	0.01
Platforma	21.02	0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-0.02	-0.97	-0.00	0.07	-0.11	-0.00	-0.09	0.44	0.01
Platforma	18.30	-0.02	-1.23	-0.00	0.09	-0.06	-0.00	-0.11	0.54	0.02
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	-0.03	-1.31	-0.01	0.10	-0.15	-0.01	-0.12	0.46	0.00
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	-0.04	-1.83	-0.03	0.13	-0.33	-0.03	-0.16	0.54	-0.03
Platforma 1	14.90	-0.07	-4.78	-0.08	0.22	-0.71	-0.04	-0.37	1.51	-0.11
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	-0.15	-5.67	-0.19	0.35	-0.78	-0.05	-0.51	0.90	-0.18
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	-0.19	0.39	-1.69	0.95	-1.65	-0.83	-0.14	-4.19	-6.63
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	-0.14	-1.39	-0.17	0.85	-0.69	-0.19	-0.15	-0.03	-1.25
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	0.09	-3.82	-0.84	-0.29	-1.46	-0.32	-0.07	0.58	-2.40
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	0.13	-4.95	-1.29	-0.45	-1.82	-0.45	-0.15	1.42	-3.56
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	0.19	11.87	-0.21	-2.17	3.98	0.03	-0.72	6.25	0.49
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	0.31	14.08	0.09	-1.68	4.91	0.00	-1.70	1.67	-0.14
Poz 000 - Temelji	0.00	0.11	2.51	-0.02	-0.40	1.55	-0.00	-0.41	-0.16	0.03
	Σ=	0.29	4.78	-4.47	-2.57	2.58	-1.91	-4.43	9.45	-13.71

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.21	0.48	-0.04	0.21	-0.08	0.00	-1.53	-0.78	-0.14
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	0.38	0.58	-0.07	0.33	-0.10	0.01	-2.46	-0.37	-0.28
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.30	0.20	-0.07	0.22	-0.03	0.01	-1.71	0.71	-0.24
Platforma	21.02	0.00	-0.02	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.08	-0.01
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-0.04	-1.24	-0.05	-0.22	0.21	0.02	1.44	3.47	-0.28
Platforma	18.30	-0.02	-1.33	-0.07	-0.24	0.22	0.02	1.48	4.52	-0.29
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	-0.00	-1.60	0.13	-0.23	0.15	0.06	1.25	0.56	-0.65
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	0.12	-2.25	0.58	-0.26	0.05	0.13	1.07	-5.92	-1.44
Platforma 1	14.90	0.95	-4.45	1.46	-0.29	-0.23	0.29	-0.63	-21.69	-3.03
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	0.89	-5.80	2.19	-0.57	-0.99	0.44	2.68	-62.56	-4.97
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	-2.23	-13.11	9.05	-2.16	-1.12	0.25	13.70	-111.60	0.47
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	2.94	-4.22	1.30	0.48	0.18	0.06	-13.20	-5.41	-0.03
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	-3.06	-4.18	4.20	-1.15	-0.99	0.18	14.44	-46.03	0.42
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	-7.40	0.26	6.76	-0.98	0.12	0.61	21.80	52.78	-5.80
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	1.81	53.26	-0.55	3.93	2.45	0.15	-15.35	364.27	-2.48
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	5.90	43.56	0.18	3.55	1.26	-0.02	-15.06	292.86	0.67
Poz 000 - Temelji	0.00	0.45	10.47	0.04	0.57	0.59	0.00	0.45	78.13	-0.13
	Σ=	1.19	70.60	25.04	3.19	1.66	2.21	8.38	543.03	-18.20

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.94	0.65	-0.01	-0.10	-0.02	0.01	-0.01	0.08	0.03
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	1.44	0.73	-0.02	-0.14	-0.02	0.01	0.02	0.10	0.06
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.93	0.17	-0.01	-0.07	-0.00	0.01	0.06	0.03	0.05
Platforma	21.02	-0.00	-0.03	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-1.10	-1.75	0.03	0.17	0.06	0.01	0.14	-0.20	0.04
Platforma	18.30	-1.18	-2.05	0.02	0.19	0.07	0.01	0.17	-0.23	0.04
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	-1.11	-2.02	0.05	0.19	0.06	0.01	0.22	-0.26	0.07
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	-1.23	-2.52	0.10	0.25	0.06	0.03	0.35	-0.40	0.13
Platforma 1	14.90	-1.46	-5.70	0.04	0.49	0.09	0.10	0.94	-1.08	0.27
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	-2.85	-5.97	0.21	0.39	-0.02	0.16	0.11	-1.63	0.50
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	-12.54	-4.23	2.67	2.26	-0.07	0.09	3.56	-1.31	0.24
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	3.26	-2.73	0.91	0.28	0.08	0.00	1.49	-0.30	0.18
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	-6.50	-4.19	0.32	0.45	-0.02	0.03	-0.44	-1.16	-0.21
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	-0.23	0.31	1.02	-2.65	0.07	0.20	-7.72	0.78	0.43
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	22.43	34.33	-1.03	-5.31	-0.06	0.00	-8.94	8.00	-0.25
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	16.17	29.43	0.39	-2.85	-0.05	0.01	-3.60	6.97	0.11
Poz 000 - Temelji	0.00	2.62	7.38	-0.03	-0.72	0.00	-0.00	-1.27	1.91	-0.01
	Σ=	19.58	41.81	4.64	-7.17	0.22	0.67	-14.91	11.30	1.67

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	-0.38	-0.25	0.05	1.14	-0.83	-0.13	-0.08	0.00	0.01
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	-0.48	-0.27	0.10	1.47	-0.91	-0.26	-0.10	0.00	0.01
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	-0.18	-0.06	0.09	0.65	-0.17	-0.24	-0.04	0.00	0.01
Platforma	21.02	0.01	0.01	0.00	-0.03	0.03	-0.01	0.00	0.00	0.00
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	0.97	0.75	0.09	-2.72	2.27	-0.22	0.20	-0.01	0.01
Platforma	18.30	1.03	0.81	0.10	-2.87	2.65	-0.26	0.21	-0.01	0.01
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	1.00	0.62	0.09	-2.66	1.91	-0.22	0.20	-0.00	0.01
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	1.25	0.51	0.12	-3.20	1.77	-0.23	0.24	0.00	0.01
Platforma 1	14.90	2.43	0.74	0.29	-5.91	5.08	-0.69	0.44	0.05	0.01
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	2.38	-0.23	0.20	-5.61	4.18	-0.35	0.34	0.10	-0.00
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	-5.16	-0.84	-0.12	3.39	-10.84	2.71	-0.21	-0.06	-0.01
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	-0.65	0.40	0.01	1.42	-0.39	0.29	0.01	-0.02	0.00
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	-0.43	-0.29	0.20	-2.63	4.81	0.23	-0.08	0.12	-0.05
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	1.34	-0.05	0.39	-1.47	8.64	0.13	-0.65	0.14	-0.05
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	-1.62	0.18	0.06	23.94	7.30	-0.47	-1.04	-0.15	-0.01
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	-1.55	0.17	0.03	19.82	9.63	0.11	-0.61	-0.07	-0.00
Poz 000 - Temelji	0.00	-0.34	0.30	-0.00	4.06	1.16	0.03	-0.15	-0.06	-0.00
	Σ=	-0.39	2.50	1.68	28.80	36.29	0.42	-1.32	0.03	-0.03

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	0.20	0.21	-0.02	0.64	-0.06	-0.09
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	0.25	0.24	-0.04	0.78	-0.07	-0.19
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	0.09	0.06	-0.04	0.28	-0.03	-0.17
Platforma	21.02	-0.01	-0.01	-0.00	-0.02	-0.00	-0.01
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	-0.55	-0.76	-0.03	-1.83	0.07	-0.15
Platforma	18.30	-0.56	-0.73	-0.04	-1.86	0.11	-0.18
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	-0.49	-0.52	-0.02	-1.64	-0.02	-0.14
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	-0.57	-0.30	0.03	-1.89	-0.33	-0.07
Platforma 1	14.90	-0.95	0.32	0.14	-3.23	-1.42	-0.05
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	-0.21	1.63	0.22	-1.57	-2.66	0.30
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	-0.87	-0.70	-0.12	1.51	0.44	-0.09
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	-0.16	-0.37	0.00	0.42	-0.26	-0.17
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	0.38	1.22	0.46	0.75	0.96	0.47
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	3.55	0.09	0.53	5.78	9.34	0.73
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	2.04	0.42	0.04	6.91	4.17	0.03
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	-0.19	1.98	0.08	3.55	-1.80	-0.01
Poz 000 - Temelji	0.00	-0.08	-0.18	0.00	0.76	0.05	0.01
	Σ=	1.88	2.60	1.16	9.35	8.50	0.21

Faktori participacije - Relativno učešće		
Ton \ Naziv	1. Aex - Potr	2. Aey - Potr
1	0.000	0.804
2	0.496	0.000
3	0.000	0.078

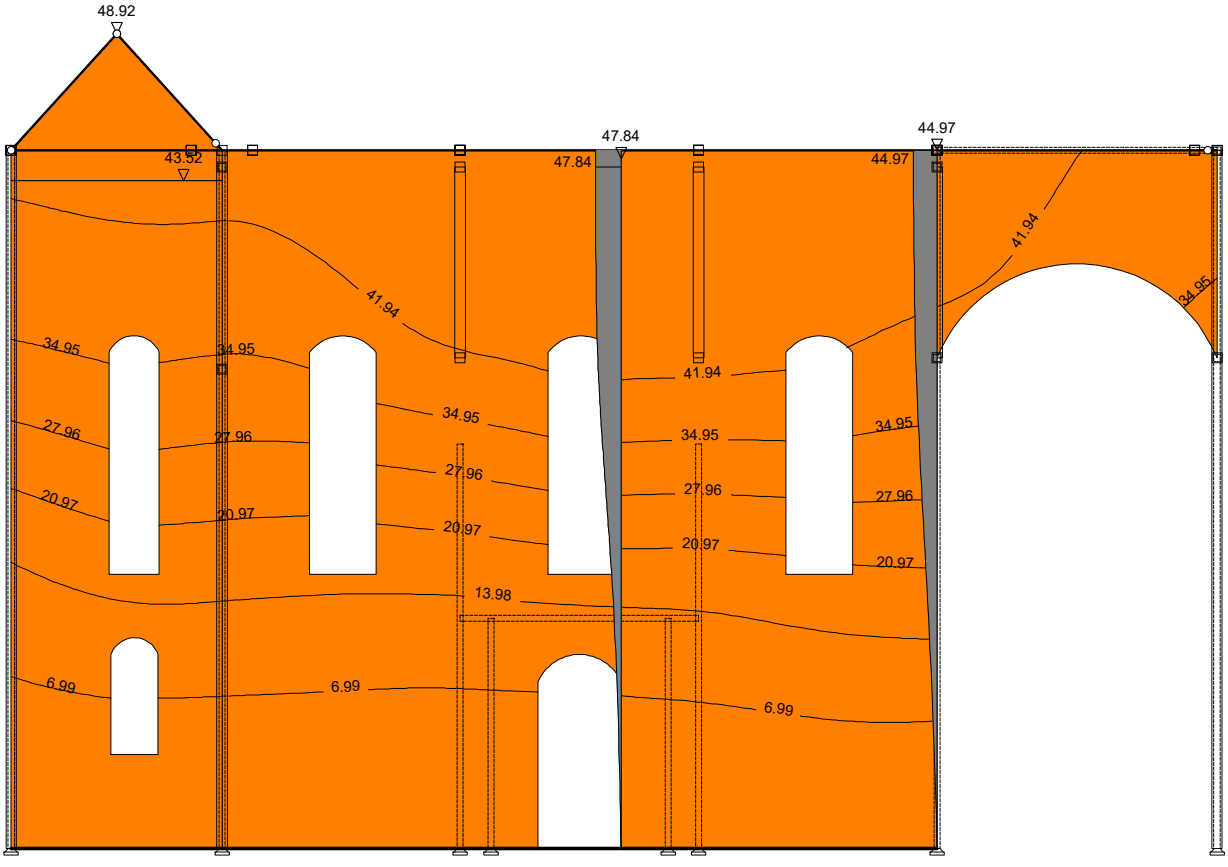
Faktori participacije - Relativno učešće		
Ton \ Naziv	1. Aex - Potr	2. Aey - Potr
4	0.385	0.001
5	0.070	0.012
6	0.000	0.000
7	0.000	0.001
8	0.000	0.000
9	0.000	0.001
10	0.000	0.010
11	0.001	0.000
12	0.000	0.077
13	0.001	0.006
14	0.031	0.000
15	0.003	0.002
16	0.000	0.000
17	0.003	0.005
18	0.008	0.000
19	0.000	0.000
20	0.001	0.001

Faktori participacije - Sudjelujuće mase		
Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
1	0.04	69.69
2	39.60	0.02
3	0.01	5.68
4	30.81	0.06
5	5.61	0.91
6	0.00	0.00
7	0.00	0.05
8	0.03	0.03
9	0.02	0.10
10	0.00	0.76
11	0.07	0.02

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
12	0.00	6.01
13	0.10	0.46
14	2.60	0.00
15	0.22	0.13
16	0.00	0.03
17	0.27	0.43
18	0.73	0.00
19	0.02	0.03
20	0.13	0.10
ΣU (%)	80.23	84.52

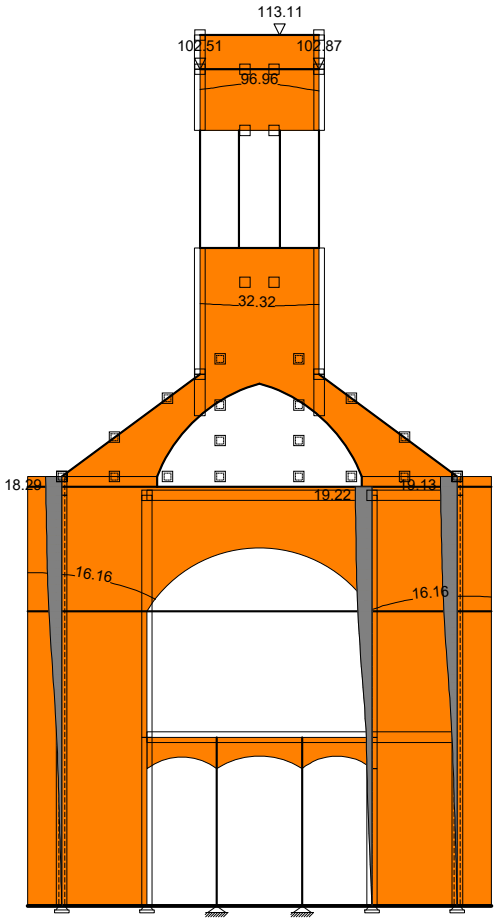
- KONTROLA HORIZONTALNOG POMAKA GRAĐEVINE -

Opt. 8: Aey - Potres Y



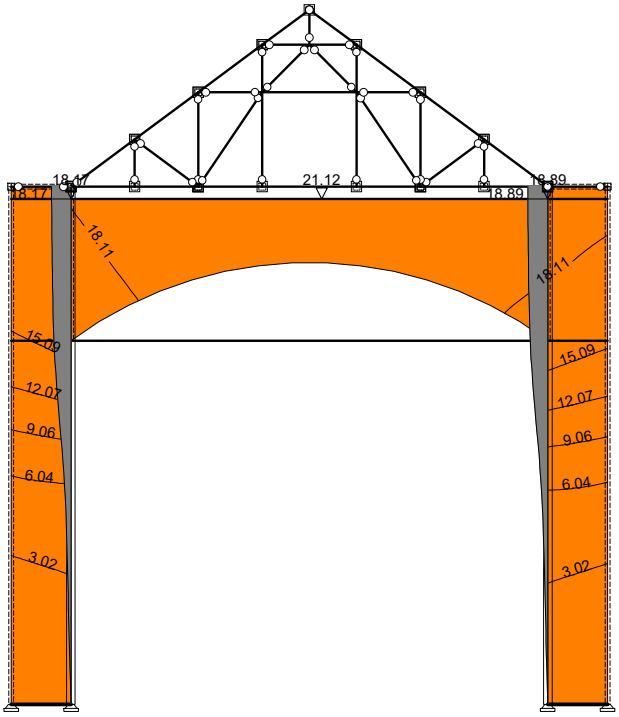
Okvir: X3
Utjecaji u ploči: max Yp= 48.92 / min Yp= 0.00 m / 1000

Opt. 7: Aex - Potres X



Okvir: Y6
Utjecaji u ploči: max Xp= 113.11 / min Xp= 0.00 m / 1000

Opt. 7: Aex - Potres X



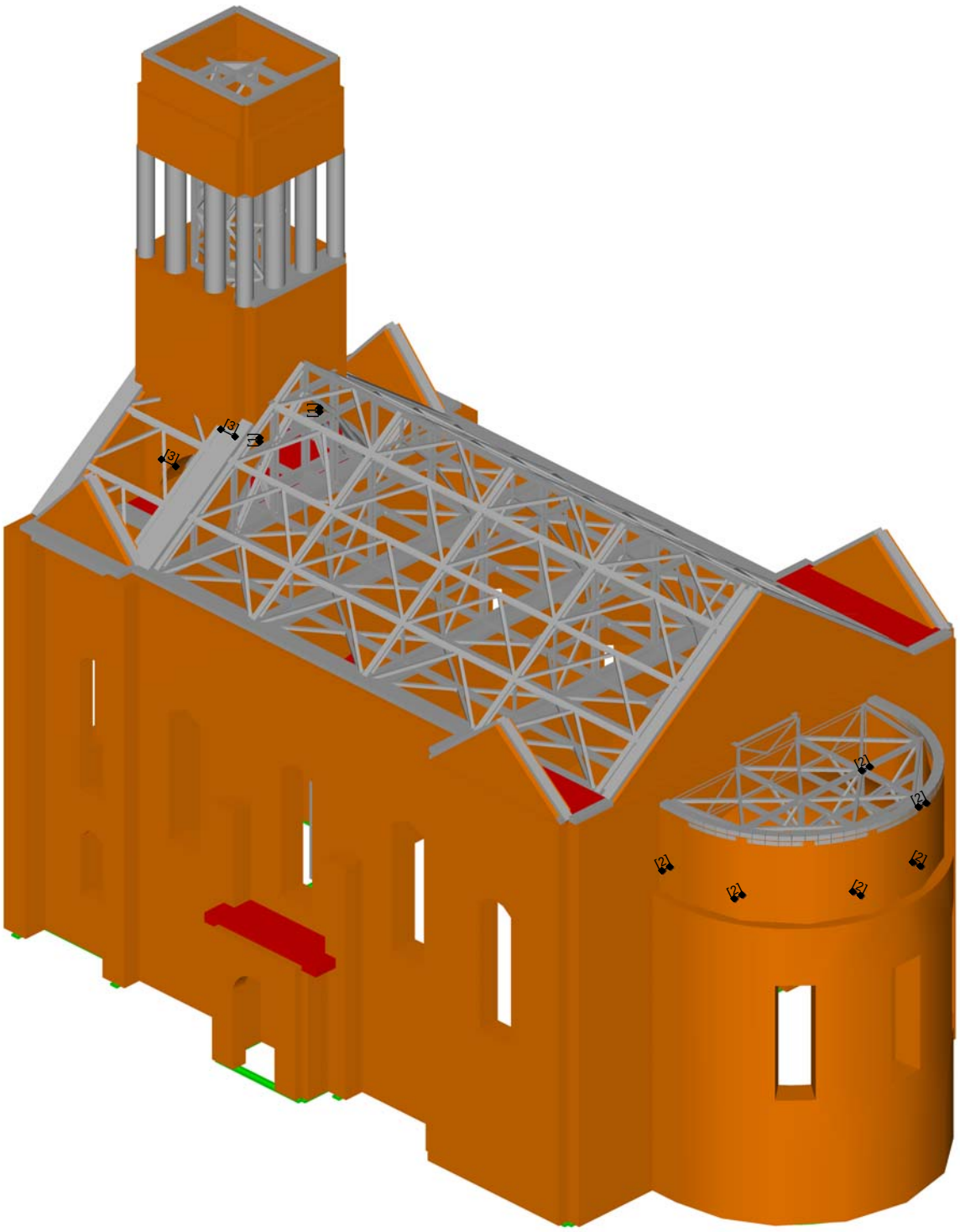
Okvir: Y12
Utjecaji u ploči: max Xp= 21.12 / min Xp= 0.00 m / 1000

$d_r \times v \leq 0{,}01 \times h \rightarrow 47.84 \times 1.5 \times 0{,}4 \leq 0{,}01 \times 12600 \rightarrow 28{,}74 \leq 126$ - ZADOVOLJAVA

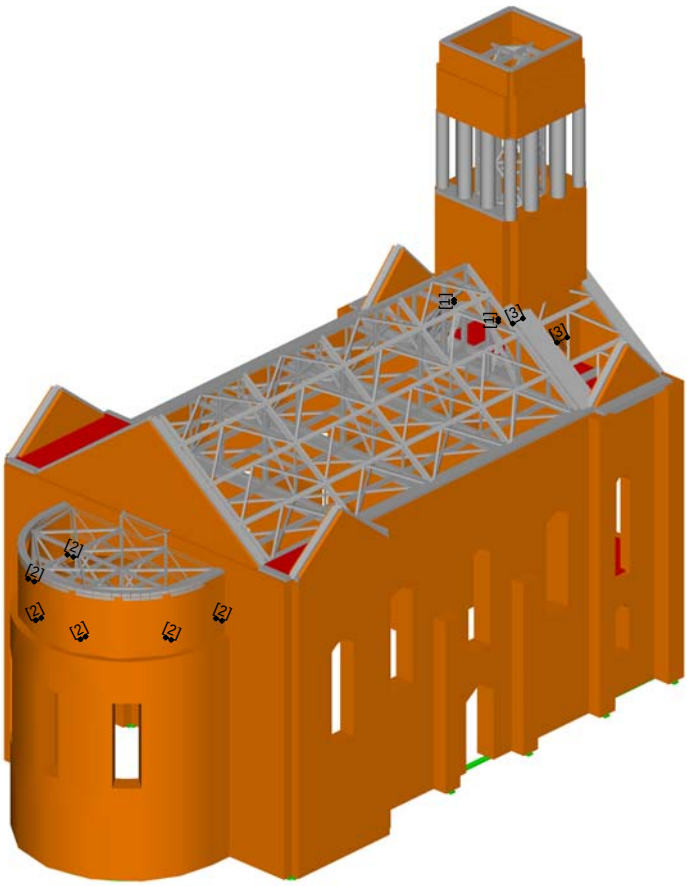
Ukupni relativni horizontalni pomaci su manji od dopuštenih. Građevina ima potrebnu krutost.

Slijedi prikaz statičkog proračuna nosive konstrukcije.

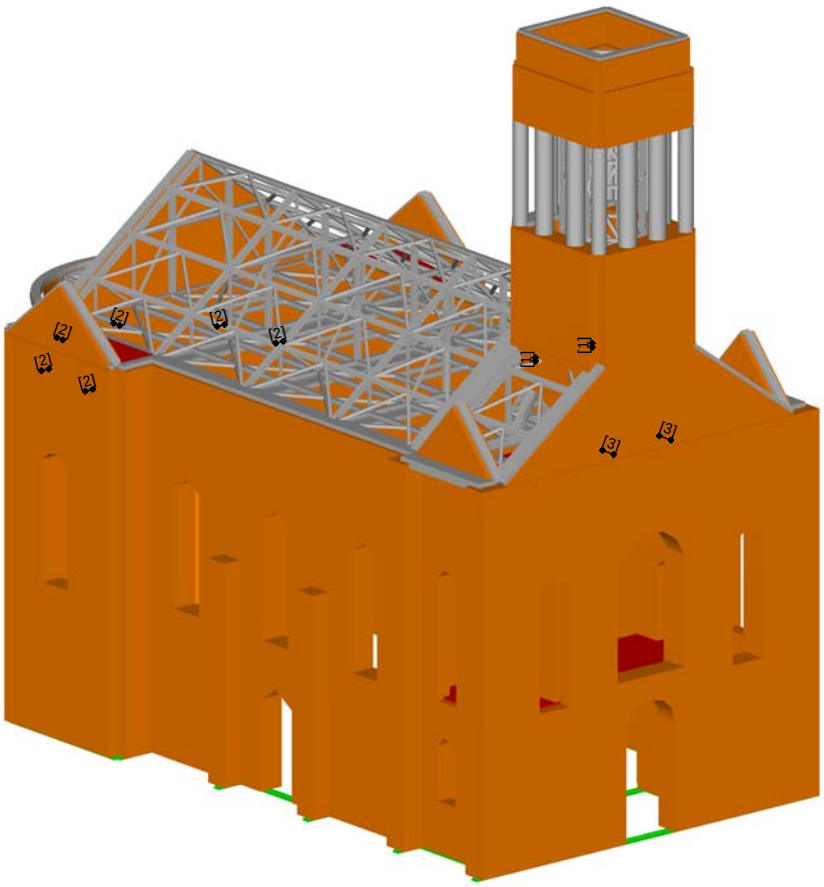
PRIKAZ GEOMETRIJE KONSTRUKCIJE 3D MODELA



Izometrija

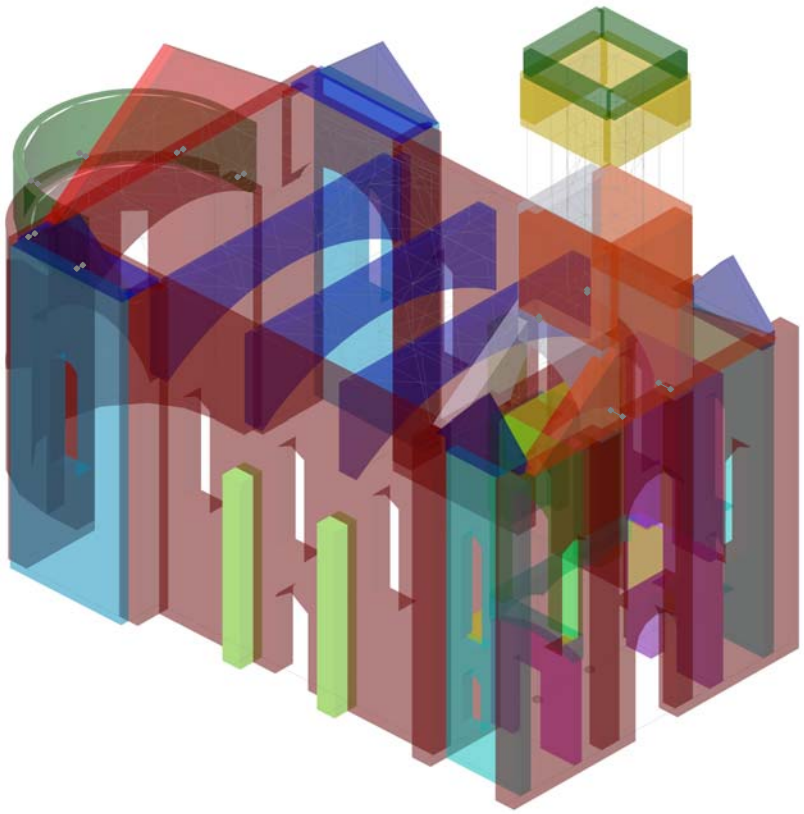


Izometrija



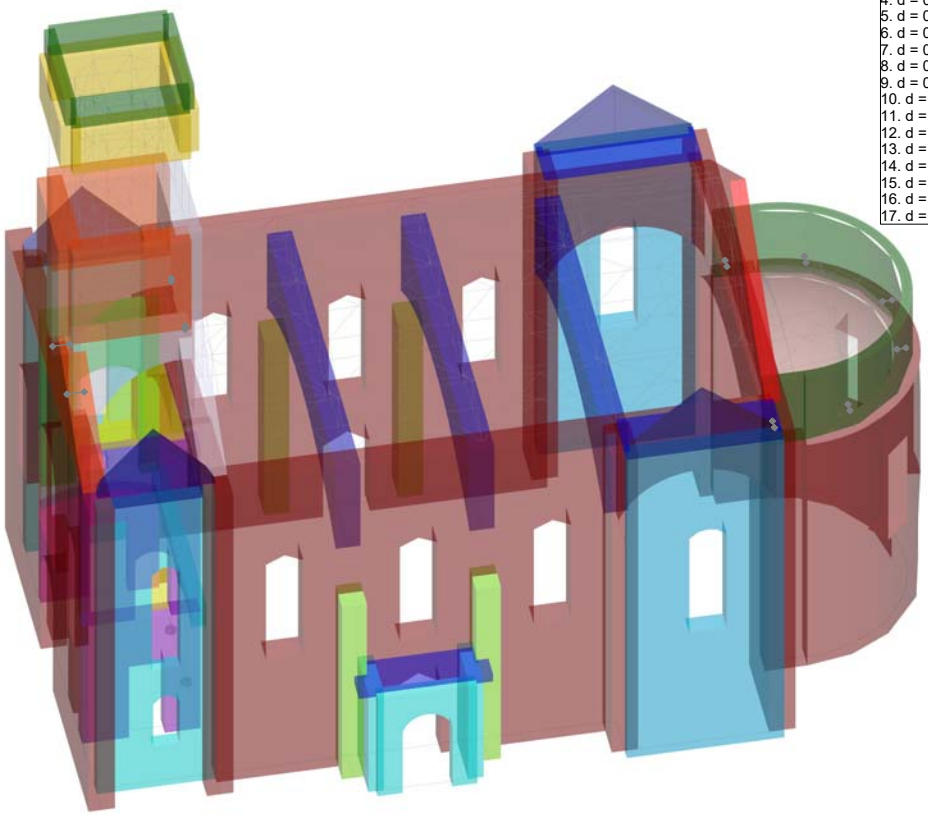
Izometrija

Ploča / Zid
1. d = 0.14 m (TP 14 + Svod 14 cm)
2. d = 0.30 m
3. d = 0.24 m (Kupola oltar)
4. d = 0.35 m (0,1)
5. d = 0.35 m (0,5)
6. d = 0.45 m (0,5)
7. d = 0.50 m (0,1)
8. d = 0.50 m (0,5)
9. d = 0.60 m (0,5)
10. d = 0.65 m (0,1)
11. d = 0.65 m (0,5)
12. d = 0.70 m (0,5)
13. d = 0.80 m (0,1)
14. d = 0.80 m (0,5)
15. d = 0.80 m (0,5)
16. d = 0.85 m (0,15)
17. d = 0.85 m (0,5)



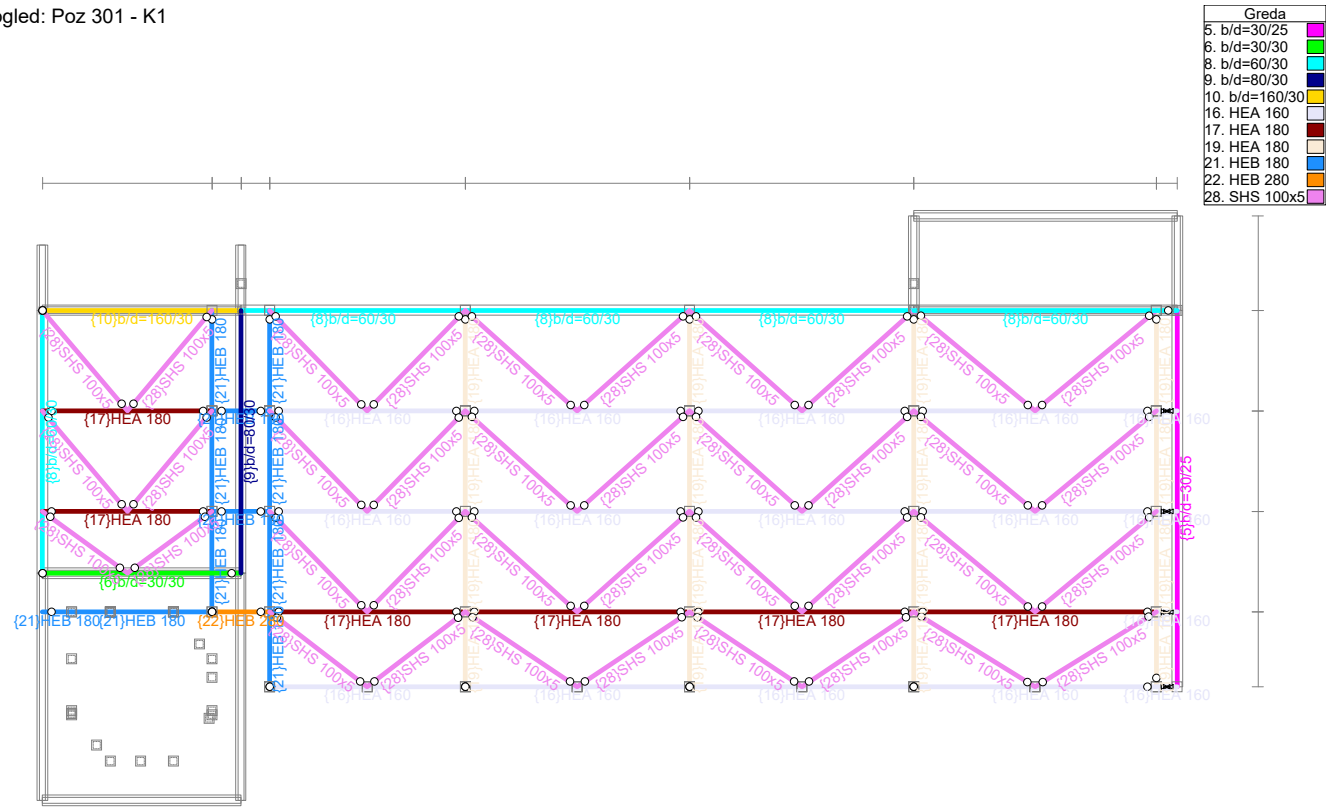
Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1-17)

Ploča / Zid
1. d = 0.14 m (TP 14 + Svod 14 cm)
2. d = 0.30 m
3. d = 0.24 m (Kupola oltar)
4. d = 0.35 m (0,1)
5. d = 0.35 m (0,5)
6. d = 0.45 m (0,5)
7. d = 0.50 m (0,1)
8. d = 0.50 m (0,5)
9. d = 0.60 m (0,5)
10. d = 0.65 m (0,1)
11. d = 0.65 m (0,5)
12. d = 0.70 m (0,5)
13. d = 0.80 m (0,1)
14. d = 0.80 m (0,5)
15. d = 0.80 m (0,5)
16. d = 0.85 m (0,15)
17. d = 0.85 m (0,5)



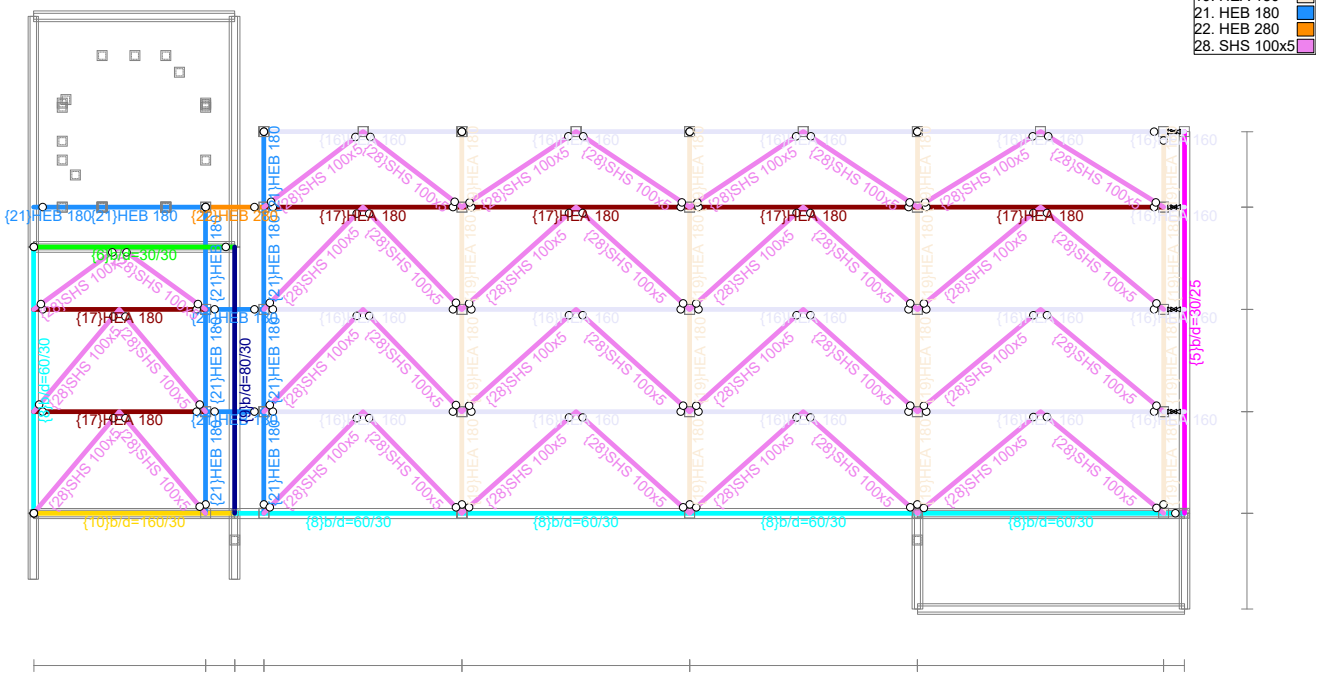
Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1-17)

Pogled: Poz 301 - K1



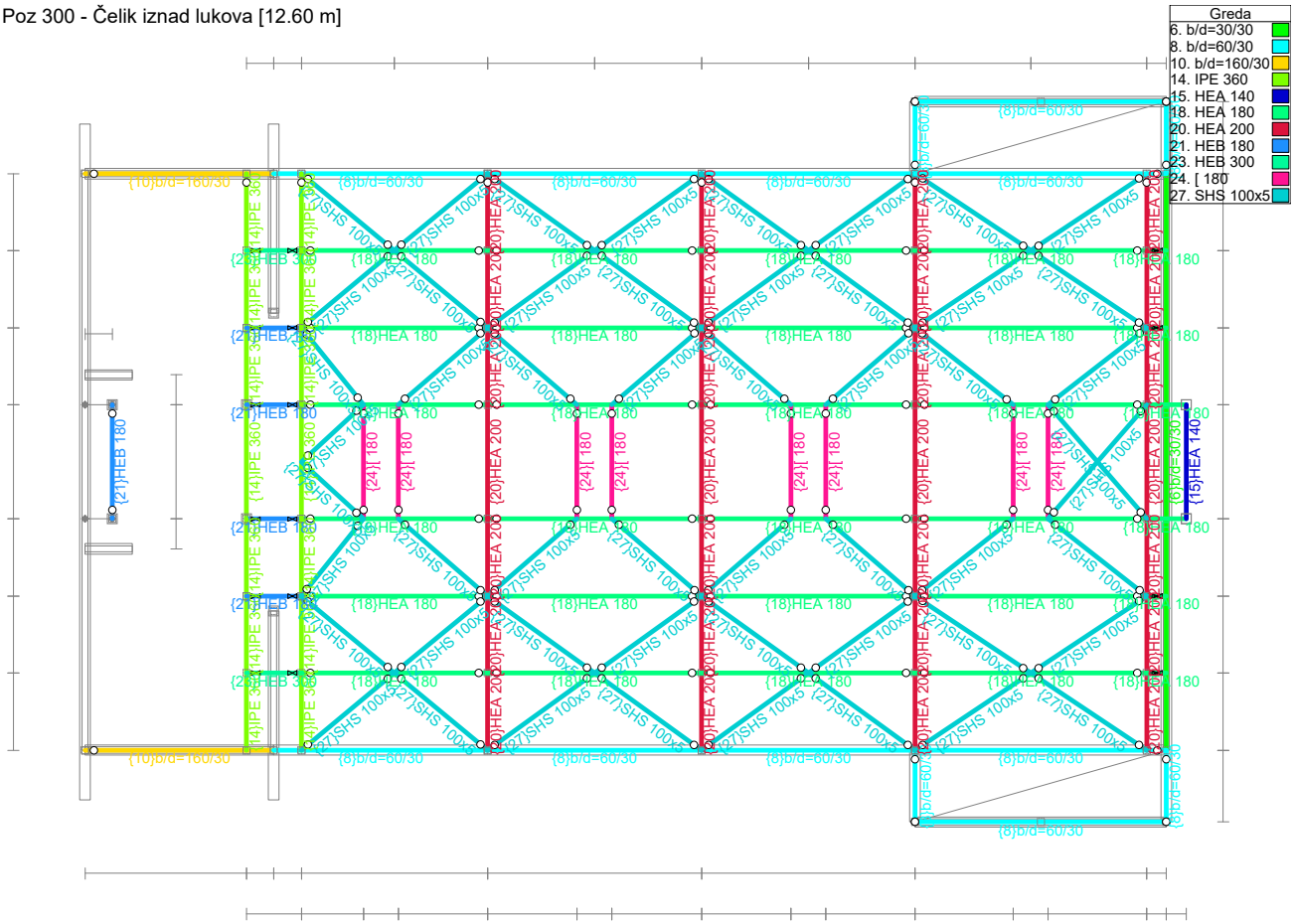
Setovi numeričkih podataka
Greda (5,6,8-10,16,17,19,21,22,28)

Pogled: Poz 302 - K2



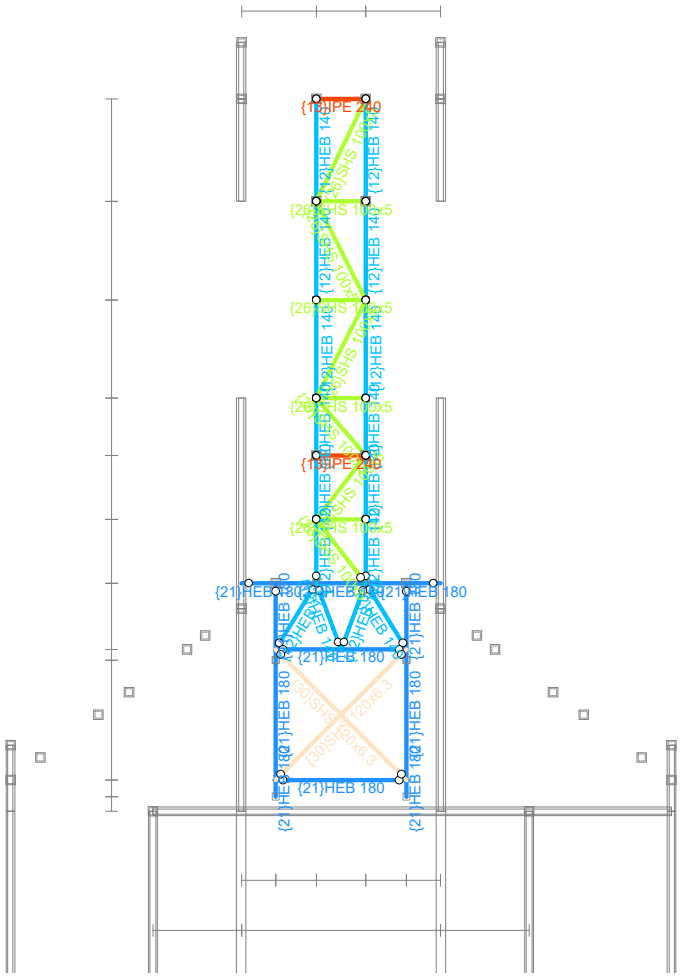
Setovi numeričkih podataka
Greda (5,6,8-10,16,17,19,21,22,28)

Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]



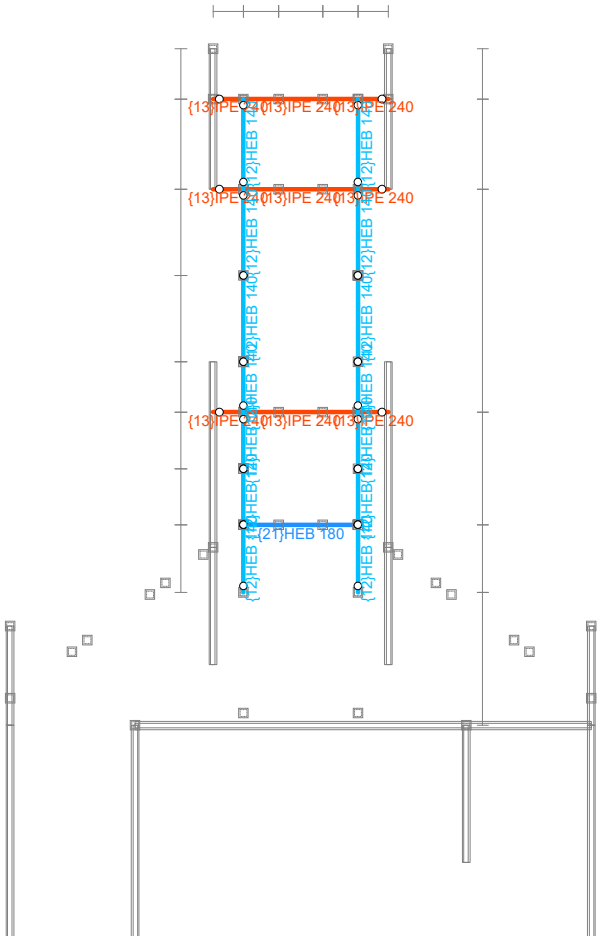
Setovi numeričkih podataka
Greda (6,8,10,14,15,18,20,21,23,24,27)

Okvir: Y2



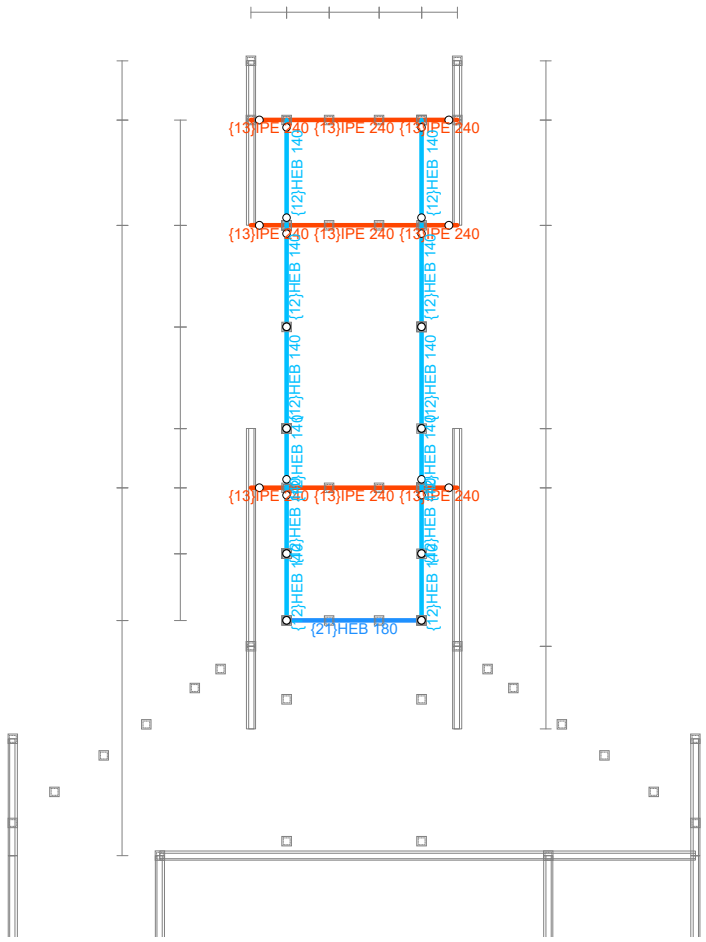
Setovi numeričkih podataka
Greda (12,13,21,26,30)

Okvir: Y3



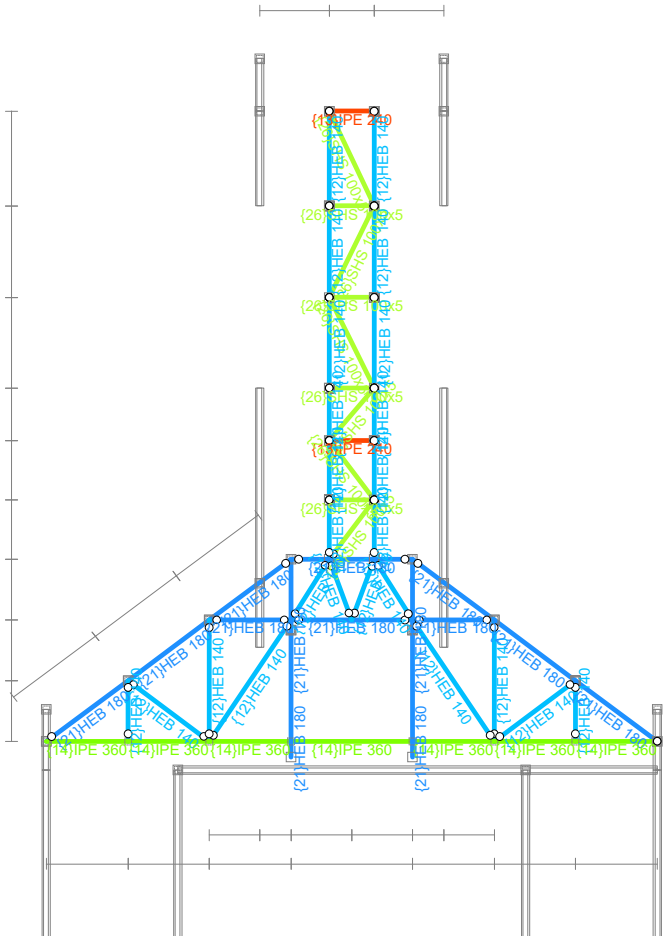
Setovi numeričkih podataka
Greda (12,13,21)

Okvir: Y4



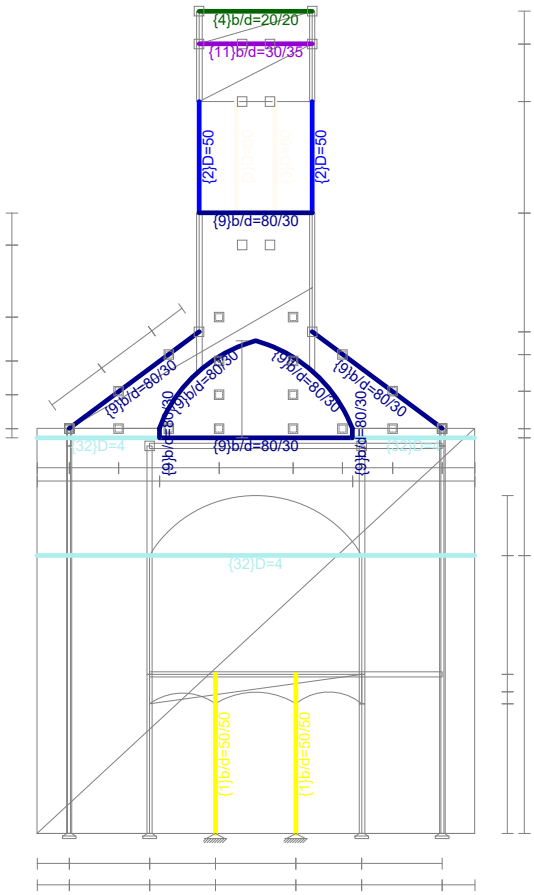
Setovi numeričkih podataka
Greda (12,13,21)

Okvir: Y5



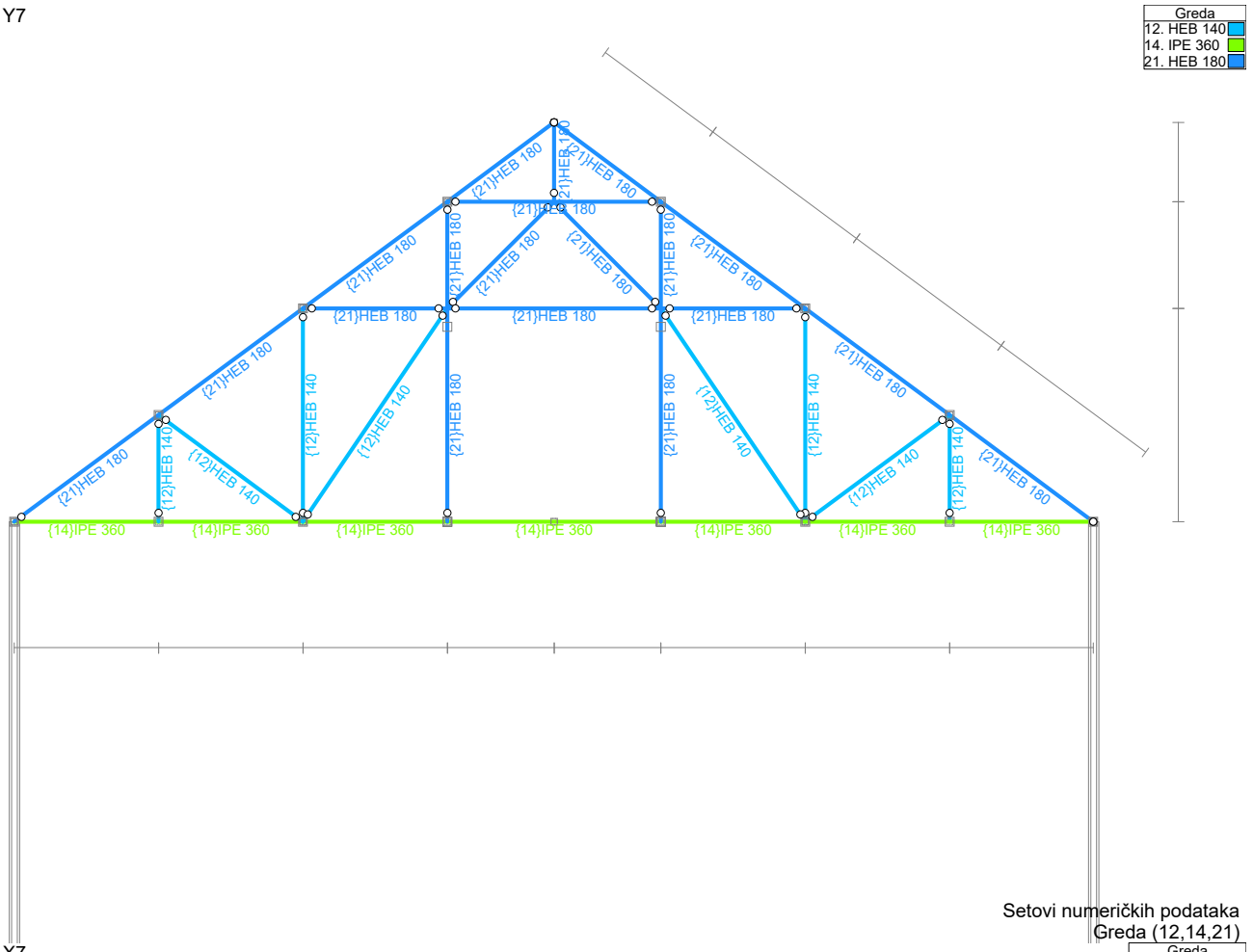
Setovi numeričkih podataka
Greda (12-14,21,26)

Okvir: Y6



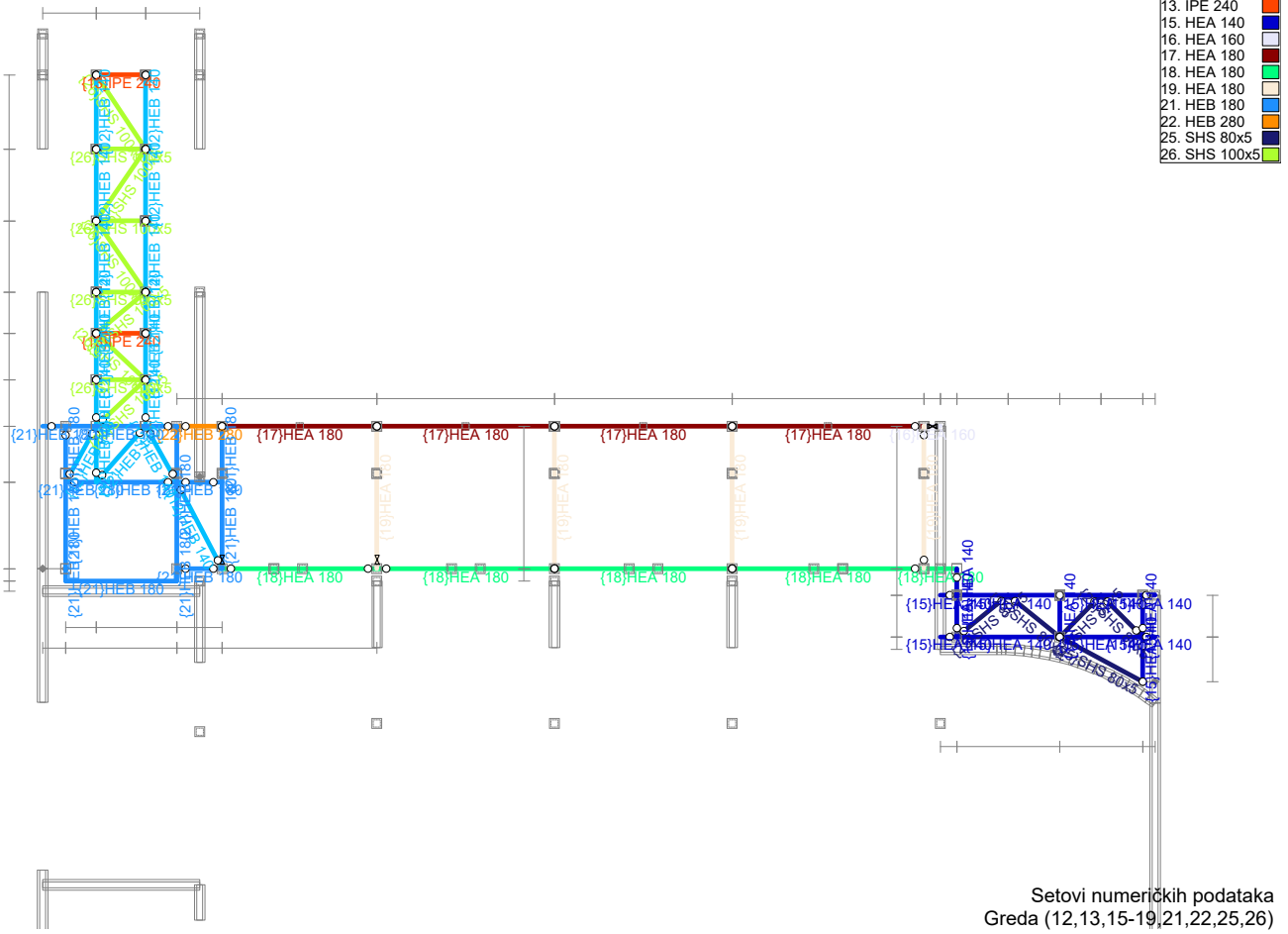
Setovi numeričkih podataka
Greda (1-4,9,11,32)

Okvir: Y7



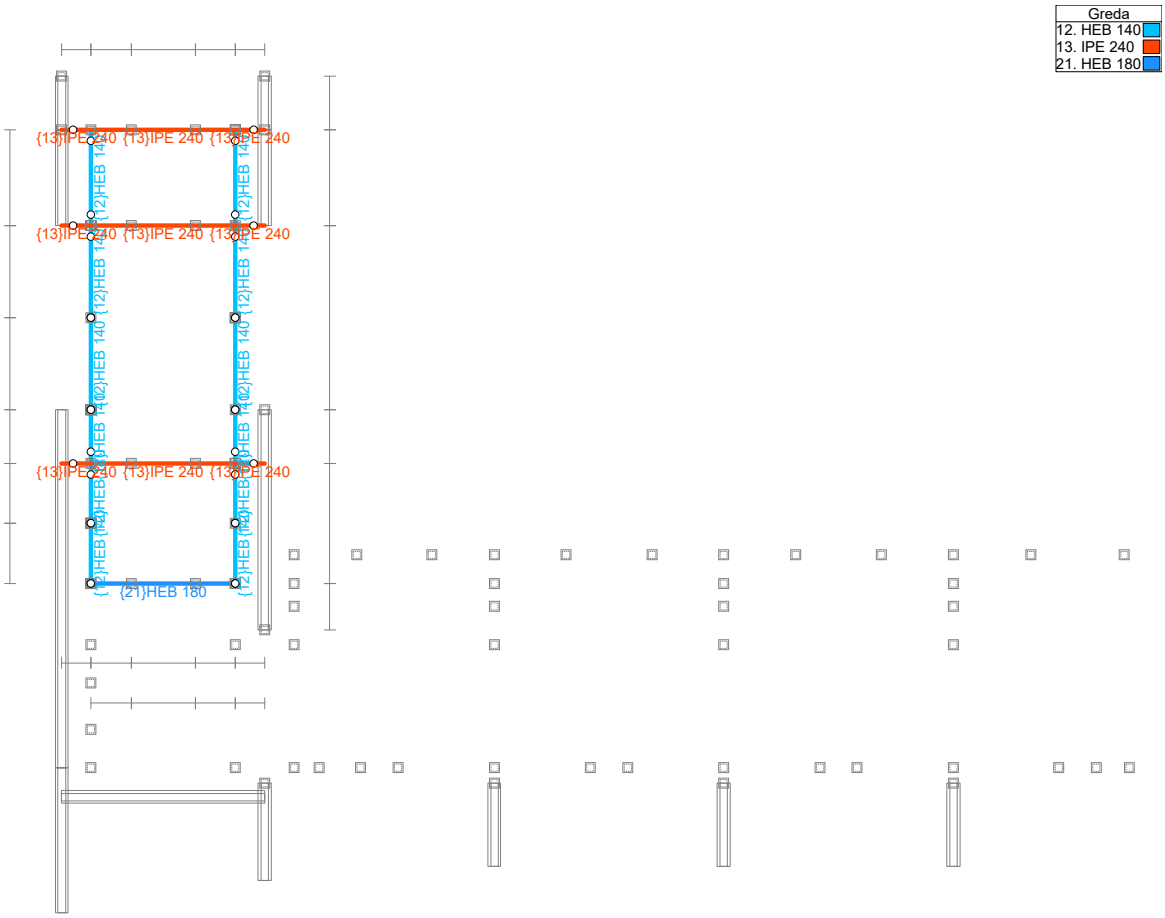
Setovi numeričkih podataka
Greda (12,14,21)

Okvir: X7



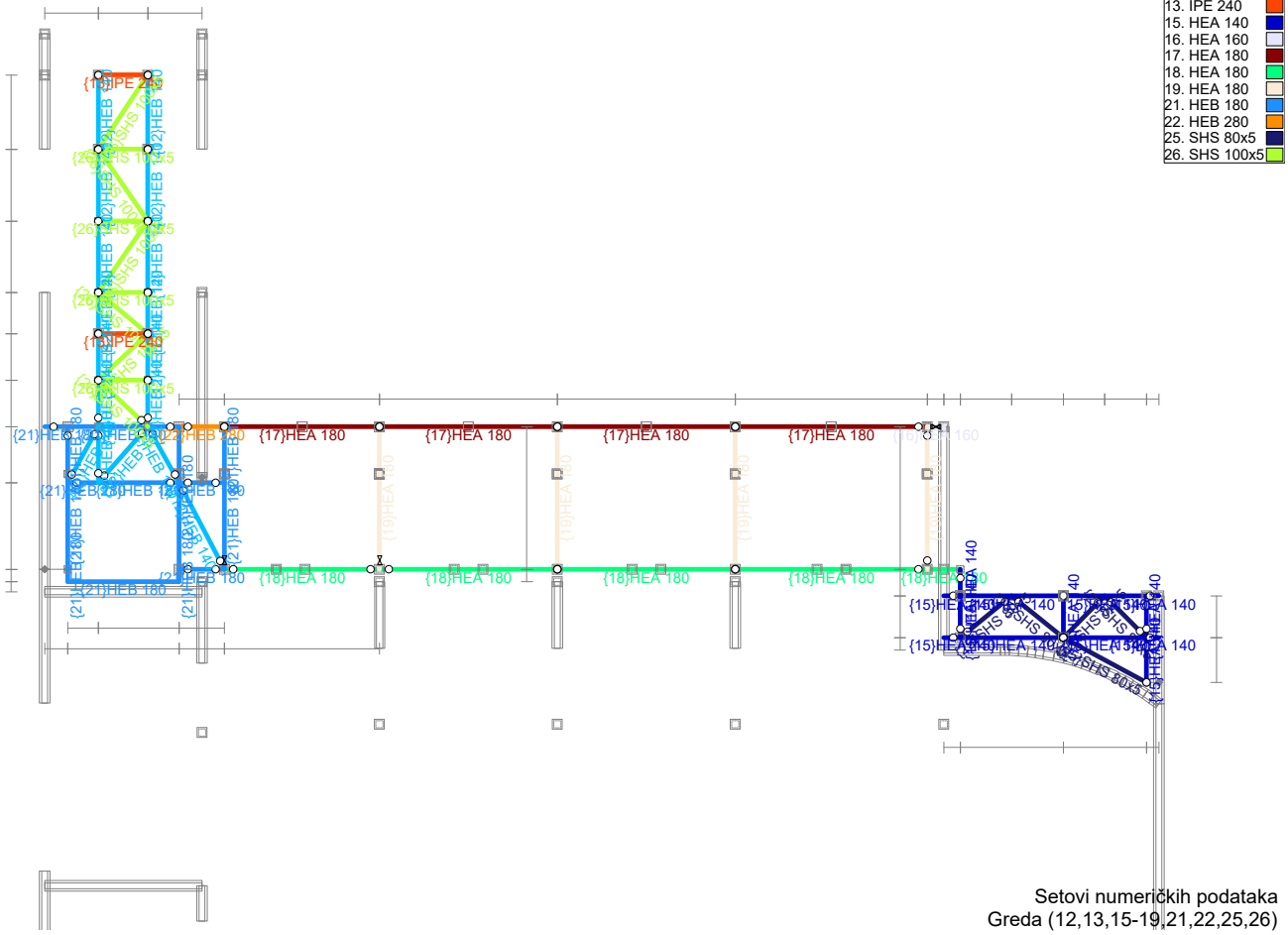
Setovi numeričkih podataka
Greda (12,13,15-19,21,22,25,26)

Okvir: X8



Setovi numeričkih podataka
Greda (12,13,21)

Okvir: X10



Setovi numeričkih podataka
Greda (12,13,15-19,21,22,25,26)

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Poz 500 - Vrh kupole zvonika	32.35	6.80
Poz 406 - Vrh zida zvonike	25.55	1.00
Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon	24.55	1.80
Poz 404 - Vrh prozora zvonika	22.75	1.73
Platforma	21.02	1.72
Poz 403 - Dno prozora zvonika	19.30	1.00
Platforma	18.30	1.40
Poz 402 - Sljeme krovišta plat	16.90	0.85
Poz 401- 4 u 8 - zvonik	16.05	1.15

Naziv	z [m]	h [m]
Platforma 1	14.90	2.30
Poz 300 - Čelik iznad lukova	12.60	0.30
Poz 203 - Vrh lukova crkve	12.30	0.25
Poz 202 - Strop pjevališta	12.05	0.10
Poz 201 - Kontrukcija ispod kr	11.95	1.20
Poz 200 - Svod iznad oltara	10.75	5.80
Poz 100 - Strop iznad ulaza	4.95	0.80
Poz 101 - Strop bočnog ulaza	4.15	4.15
Poz 000 - Temelji	0.00	

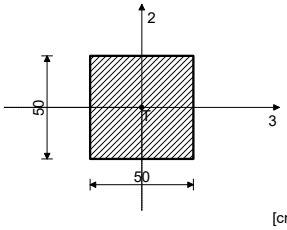
Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	C 25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20
2	Staro zide	8.000e+5	0.25	17.00	1.000e-5	8.000e+5	0.25
3	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.200e-5	2.100e+8	0.30

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=50/50, Fiktivna ekscentričnost

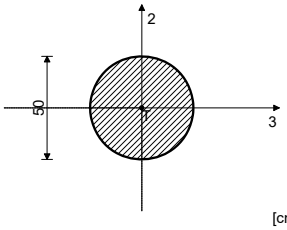
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Staro zide	2.500e-1	2.083e-1	2.083e-1	8.802e-3	5.208e-3	5.208e-3
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1,γ x 1;						
SE: EA1 x 0.2, EA2 x 0.2, EA3 x 0.2, EI1 x 0.2, EI2 x 0.2, EI3 x 0.2,γ x 1;						



[cm]

Set: 2 Presjek: D=50, Fiktivna ekscentričnost

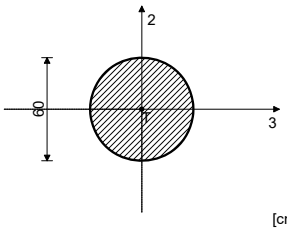
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Staro zide	1.963e-1	1.767e-1	1.767e-1	6.136e-3	3.068e-3	3.068e-3
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1,γ x 1;						
SE: EA1 x 0.2, EA2 x 0.2, EA3 x 0.2, EI1 x 0.2, EI2 x 0.2, EI3 x 0.2,γ x 1;						



[cm]

Set: 3 Presjek: D=60, Fiktivna ekscentričnost

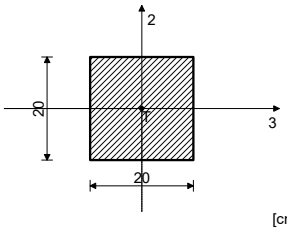
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Staro zide	2.827e-1	2.545e-1	2.545e-1	1.272e-2	6.362e-3	6.362e-3
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1,γ x 1;						
SE: EA1 x 0.2, EA2 x 0.2, EA3 x 0.2, EI1 x 0.2, EI2 x 0.2, EI3 x 0.2,γ x 1;						



[cm]

Set: 4 Presjek: b/d=20/20, Fiktivna ekscentričnost

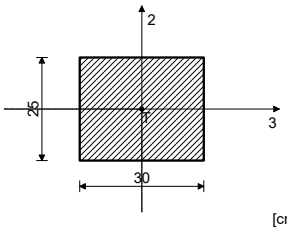
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 25/30	4.000e-2	3.333e-2	3.333e-2	2.253e-4	1.333e-4	1.333e-4



[cm]

Set: 5 Presjek: b/d=30/25, Fiktivna ekscentričnost

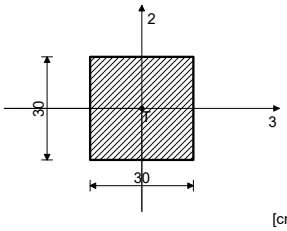
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 25/30	7.500e-2	6.250e-2	6.250e-2	7.752e-4	5.625e-4	3.906e-4



[cm]

Set: 6 Presjek: b/d=30/30, Fiktivna ekscentričnost

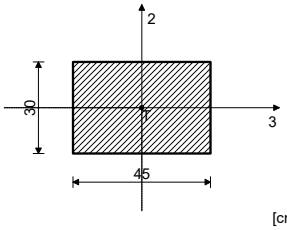
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 25/30	9.000e-2	7.500e-2	7.500e-2	1.141e-3	6.750e-4	6.750e-4



[cm]

Set: 7 Presjek: b/d=45/30, Fiktivna ekscentričnost

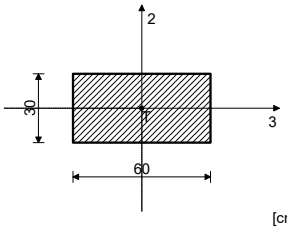
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 25/30	1.350e-1	1.125e-1	1.125e-1	2.377e-3	2.278e-3	1.012e-3



[cm]

Set: 8 Presjek: b/d=60/30, Fiktivna ekscentričnost

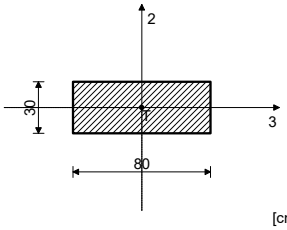
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 25/30	1.800e-1	1.500e-1	1.500e-1	3.708e-3	5.400e-3	1.350e-3



[cm]

Set: 9 Presjek: b/d=80/30, Fiktivna ekscentričnost

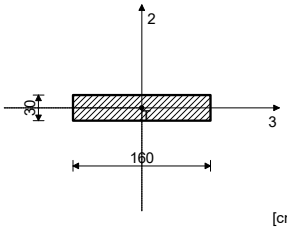
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 25/30	2.400e-1	2.000e-1	2.000e-1	5.502e-3	1.280e-2	1.800e-3



[cm]

Set: 10 Presjek: b/d=160/30, Fiktivna ekscentričnost

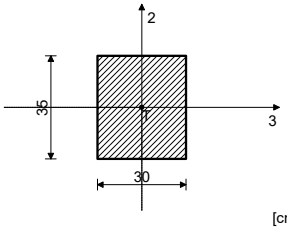
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 25/30	4.800e-1	4.000e-1	4.000e-1	1.270e-2	1.024e-1	3.600e-3



[cm]

Set: 11 Presjek: b/d=30/35, Fiktivna ekscentričnost

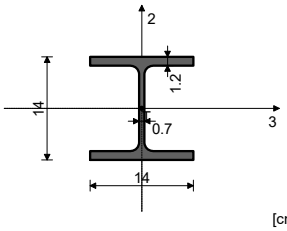
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 25/30	1.050e-1	8.750e-2	8.750e-2	1.526e-3	7.875e-4	1.072e-3



[cm]

Set: 12 Presjek: HEB 140, Fiktivna ekscentričnost

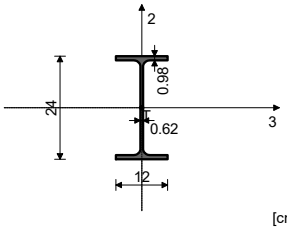
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	4.300e-3	1.312e-3	2.988e-3	2.010e-7	5.500e-6	1.510e-5



[cm]

Set: 13 Presjek: IPE 240, Fiktivna ekscentričnost

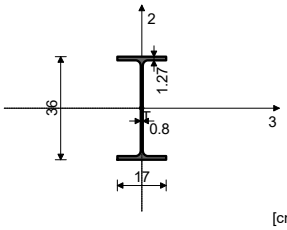
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	3.910e-3	1.913e-3	1.997e-3	1.290e-7	2.840e-6	3.890e-5



[cm]

Set: 14 Presjek: IPE 360, Fiktivna ekscentričnost

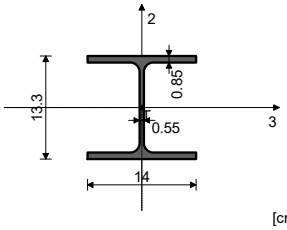
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	7.270e-3	3.511e-3	3.759e-3	3.750e-7	1.040e-5	1.627e-4



[cm]

Set: 15 Presjek: HEA 140, Fiktivna ekscentričnost

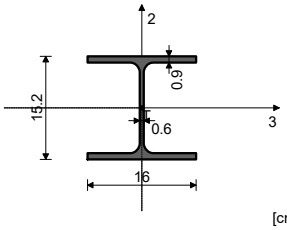
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	3.140e-3	1.011e-3	2.129e-3	8.160e-8	3.890e-6	1.030e-5



[cm]

Set: 16 Presjek: HEA 160, Fiktivna ekscentričnost

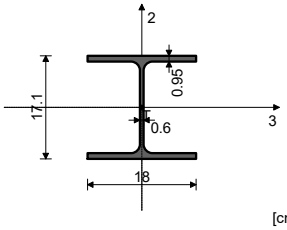
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	3.880e-3	1.324e-3	2.556e-3	1.230e-7	6.160e-6	1.670e-5



[cm]

Set: 17 Presjek: HEA 180, Fiktivna ekscentričnost

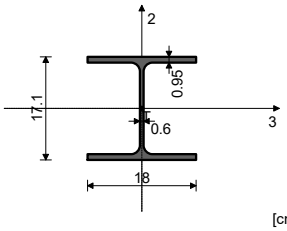
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	4.530e-3	1.452e-3	3.078e-3	1.490e-7	9.250e-6	2.510e-5



[cm]

Set: 18 Presjek: HEA 180, Fiktivna ekscentričnost

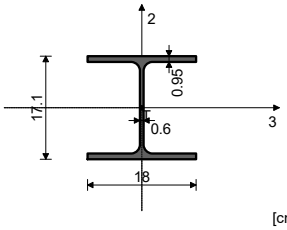
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	4.530e-3	1.452e-3	3.078e-3	1.490e-7	9.250e-6	2.510e-5



[cm]

Set: 19 Presjek: HEA 180, Fiktivna ekscentričnost

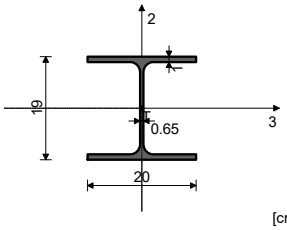
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	4.530e-3	1.452e-3	3.078e-3	1.490e-7	9.250e-6	2.510e-5



[cm]

Set: 20 Presjek: HEA 200, Fiktivna ekscentričnost

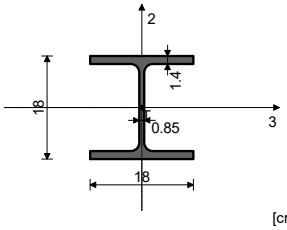
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	5.380e-3	1.805e-3	3.575e-3	2.110e-7	1.340e-5	3.690e-5



[cm]

Set: 21 Presjek: HEB 180, Fiktivna ekscentričnost

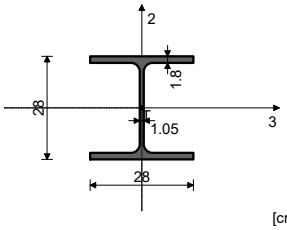
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	6.530e-3	2.029e-3	4.501e-3	4.230e-7	1.360e-5	3.830e-5



[cm]

Set: 22 Presjek: HEB 280, Fiktivna ekscentričnost

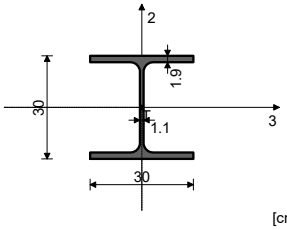
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	1.310e-2	4.073e-3	9.027e-3	1.440e-6	6.590e-5	1.927e-4



[cm]

Set: 23 Presjek: HEB 300, Fiktivna ekscentričnost

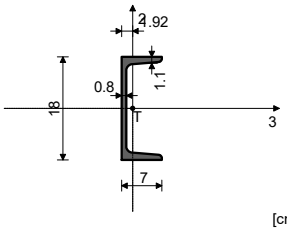
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	1.490e-2	4.735e-3	1.016e-2	1.860e-6	8.560e-5	2.517e-4



[cm]

Set: 24 Presjek: [180, Fiktivna ekscentričnost

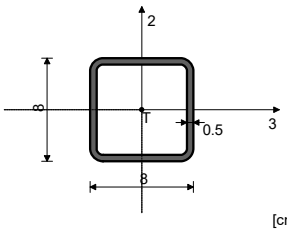
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	2.800e-3	1.408e-3	1.392e-3	9.550e-8	1.140e-6	1.350e-5



[cm]

Set: 25 Presjek: SHS 80x5, Fiktivna ekscentričnost

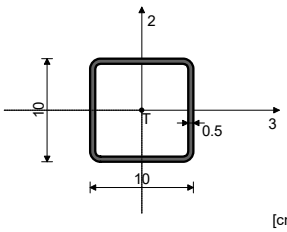
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	1.436e-3	8.000e-4	8.000e-4	2.109e-6	1.244e-6	1.244e-6



[cm]

Set: 26 Presjek: SHS 100x5, Fiktivna ekscentričnost

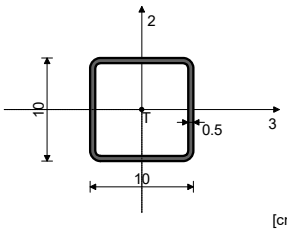
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	1.836e-3	1.000e-3	1.000e-3	4.287e-6	2.618e-6	2.618e-6



[cm]

Set: 27 Presjek: SHS 100x5, Fiktivna ekscentričnost

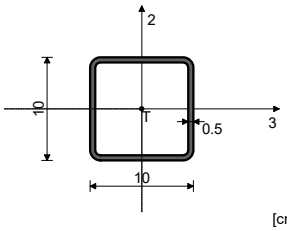
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	1.836e-3	1.000e-3	1.000e-3	4.287e-6	2.618e-6	2.618e-6



[cm]

Set: 28 Presjek: SHS 100x5, Fiktivna ekscentričnost

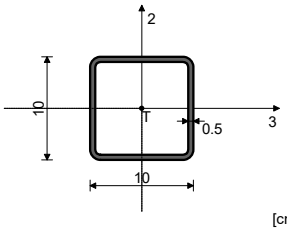
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	1.836e-3	1.000e-3	1.000e-3	4.287e-6	2.618e-6	2.618e-6



[cm]

Set: 29 Presjek: SHS 100x5, Fiktivna ekscentričnost

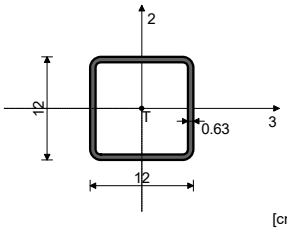
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	1.836e-3	1.000e-3	1.000e-3	4.287e-6	2.618e-6	2.618e-6



[cm]

Set: 30 Presjek: SHS 120x6.3, Fiktivna ekscentričnost

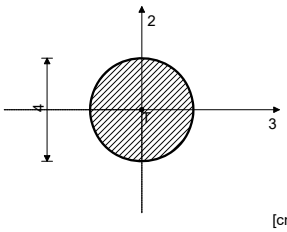
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	2.729e-3	1.360e-3	1.360e-3	9.555e-6	5.716e-6	5.716e-6



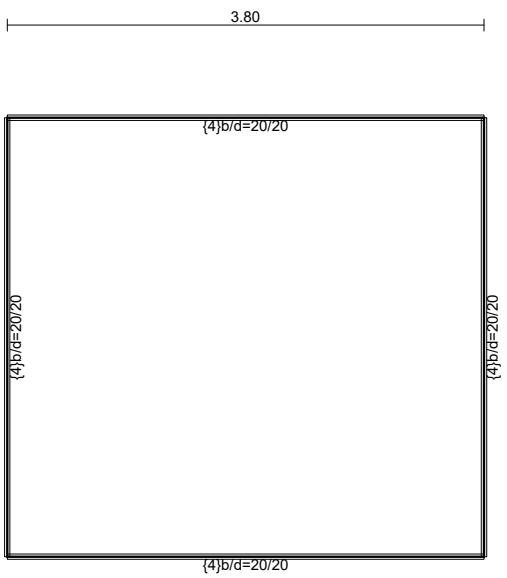
[cm]

Set: 32 Presjek: D=4, Fiktivna ekscentričnost

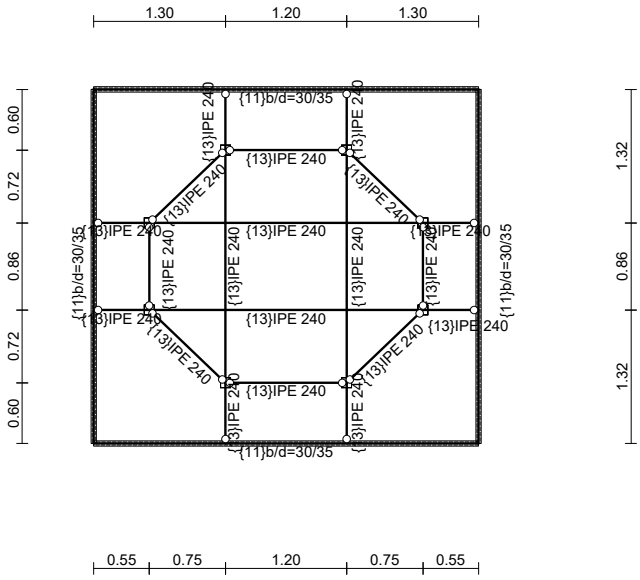
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Čelik	1.257e-3	1.131e-3	1.131e-3	2.513e-7	1.257e-7	1.257e-7
ST: EA1 x 1, EA2 x 0.001, EA3 x 0.001, EI1 x 0.001, EI2 x 0.001, EI3 x 0.001, γ x 0;						
SE: EA1 x 1, EA2 x 0.001, EA3 x 0.001, EI1 x 0.001, EI2 x 0.001, EI3 x 0.001, γ x 0;						



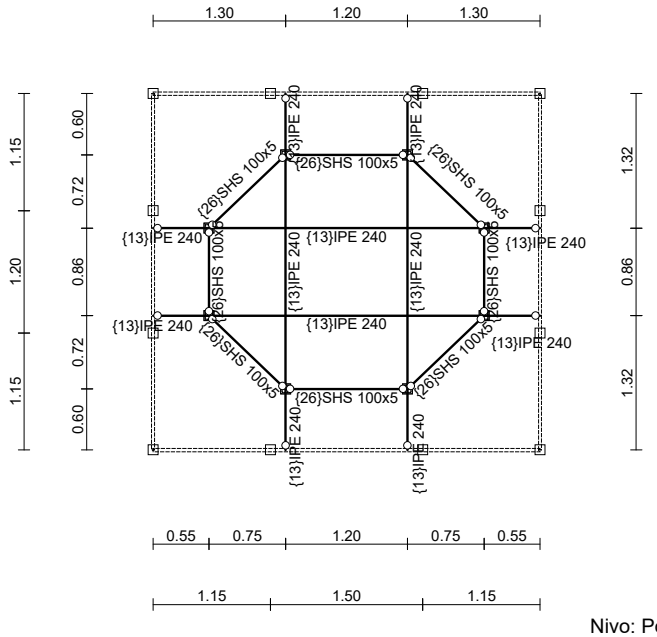
[cm]



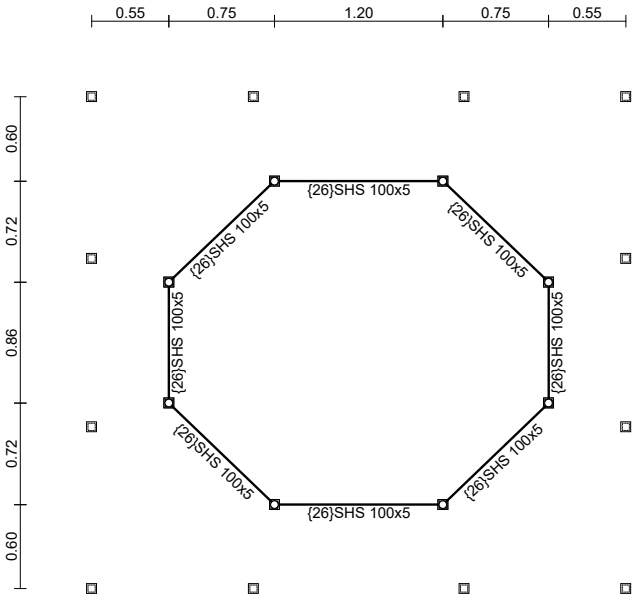
Nivo: Poz 406 - Vrh zida zvonike [25.55 m]



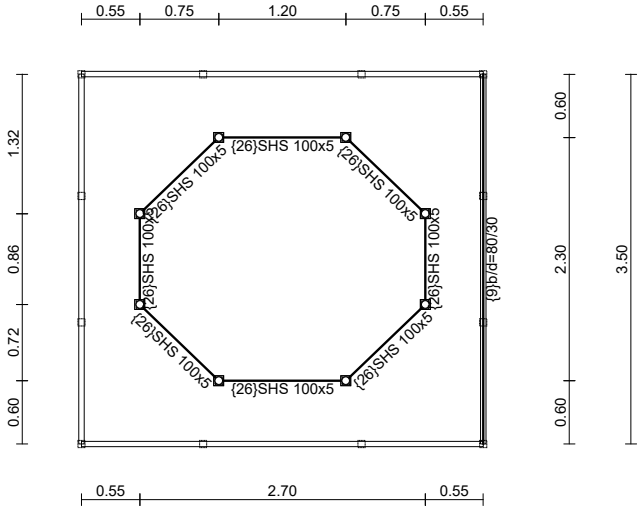
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]



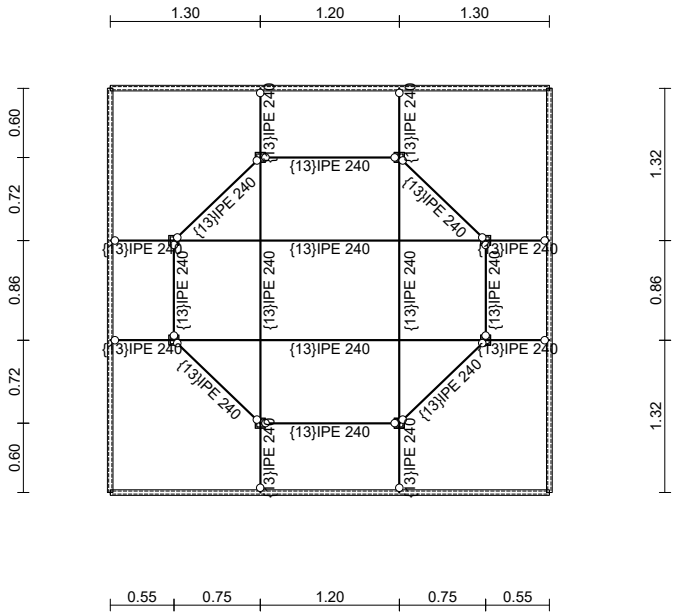
Nivo: Poz 404 - Vrh prozora zvonika [22.75 m]



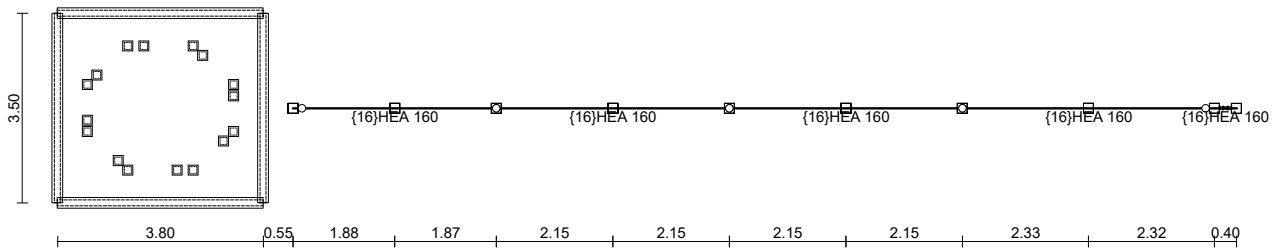
Nivo: Platforma [21.02 m]



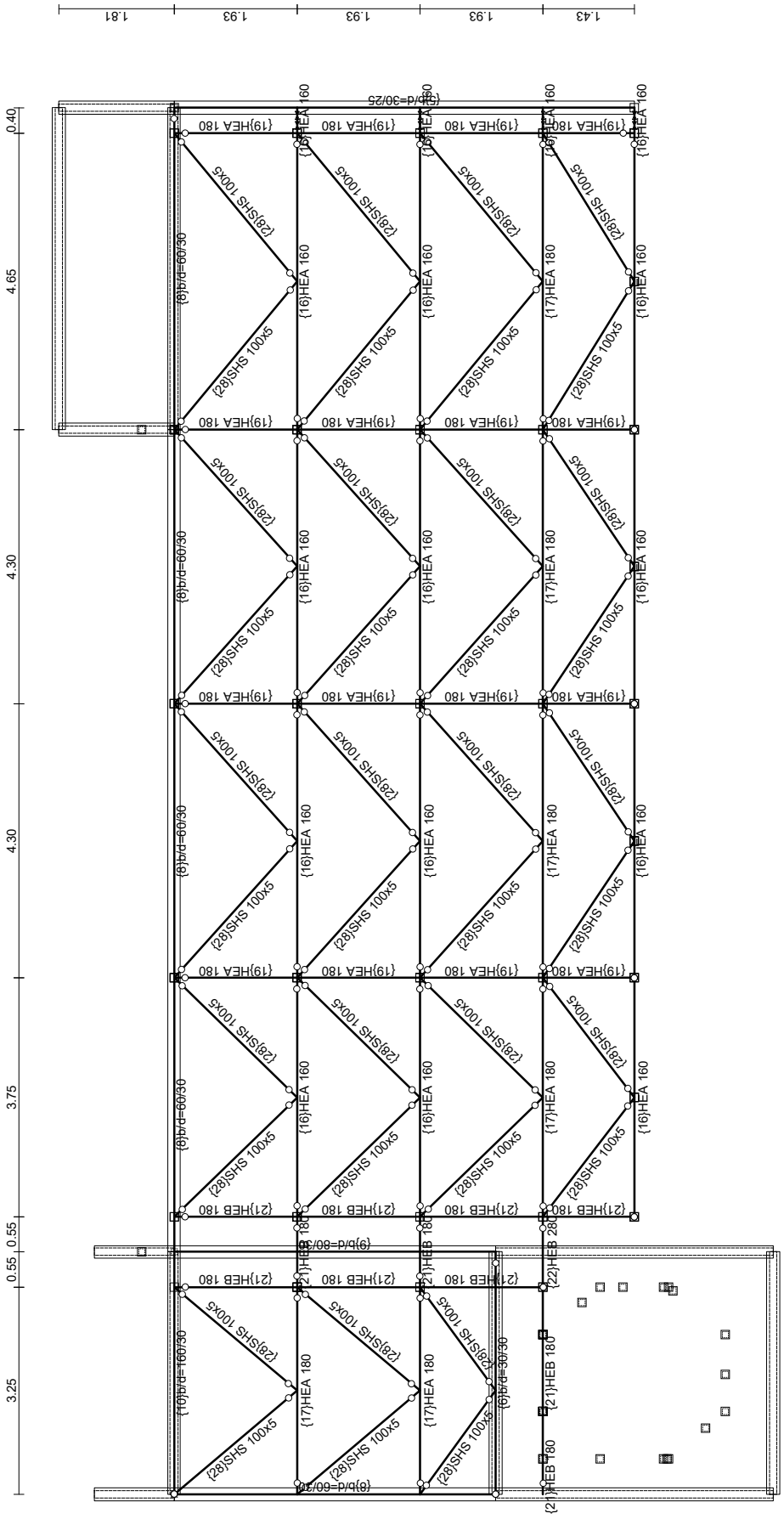
Nivo: Poz 403 - Dno prozora zvonika [19.30 m]

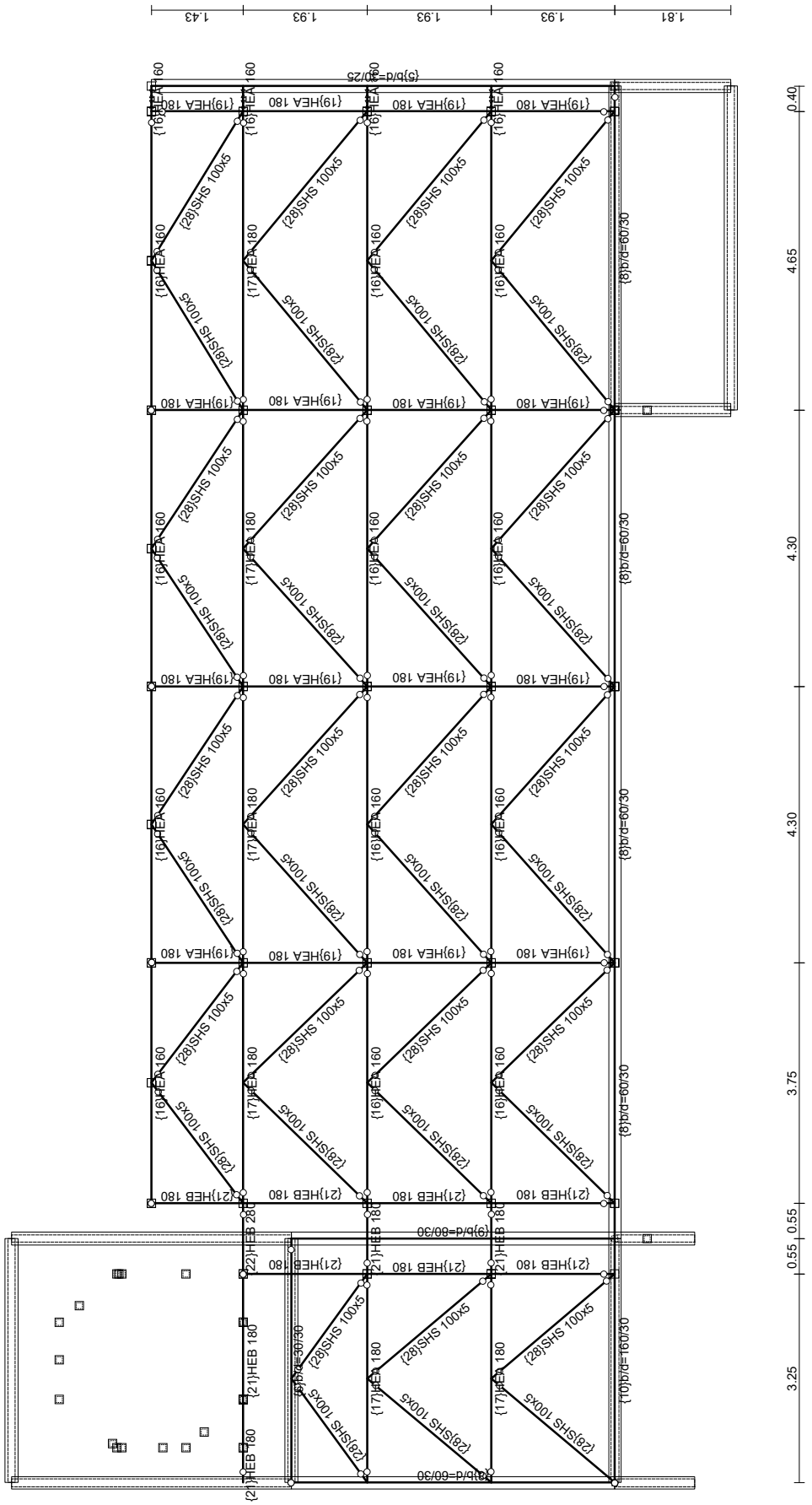


Nivo: Platforma [18.30 m]

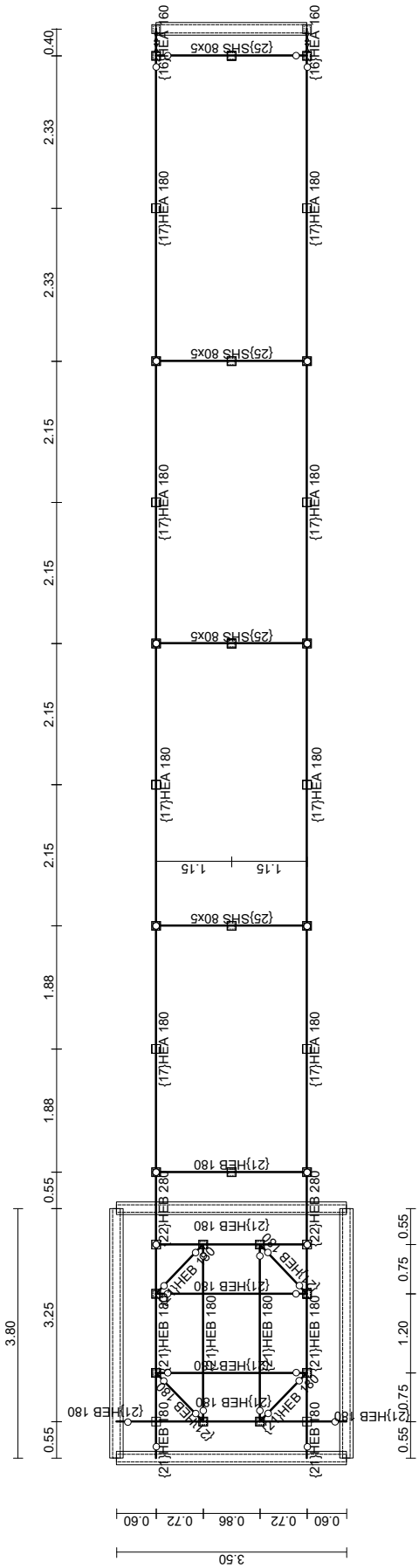


Nivo: Poz 402 - Sljeme krovišta plat [16.90 m]

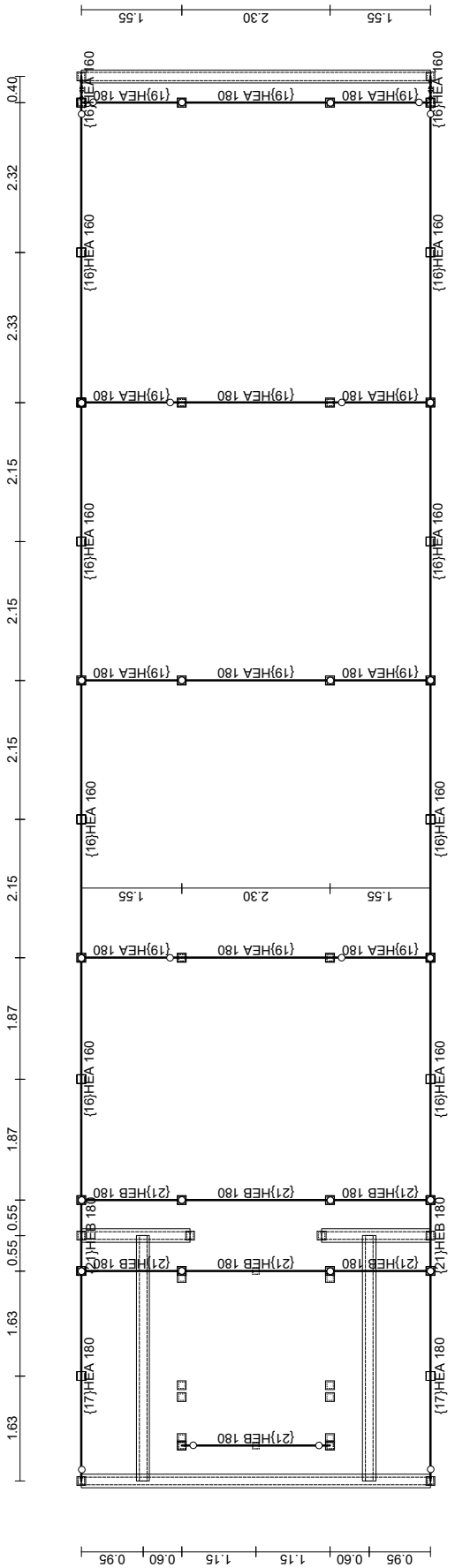

1.81
1.93
1.93
1.93
1.43
0.40
4.65
4.30
4.30
3.75
0.55
0.55
3.25
{8}P/d=30/25
{16}HEA 160
{19}HEA 180
{28}SHS 100x5
{8}P/d=60/30
{17}HEA 180
{21}HEB 180
{22}HEB 280
{16}P/d=160/30
{9}P/d=60/30



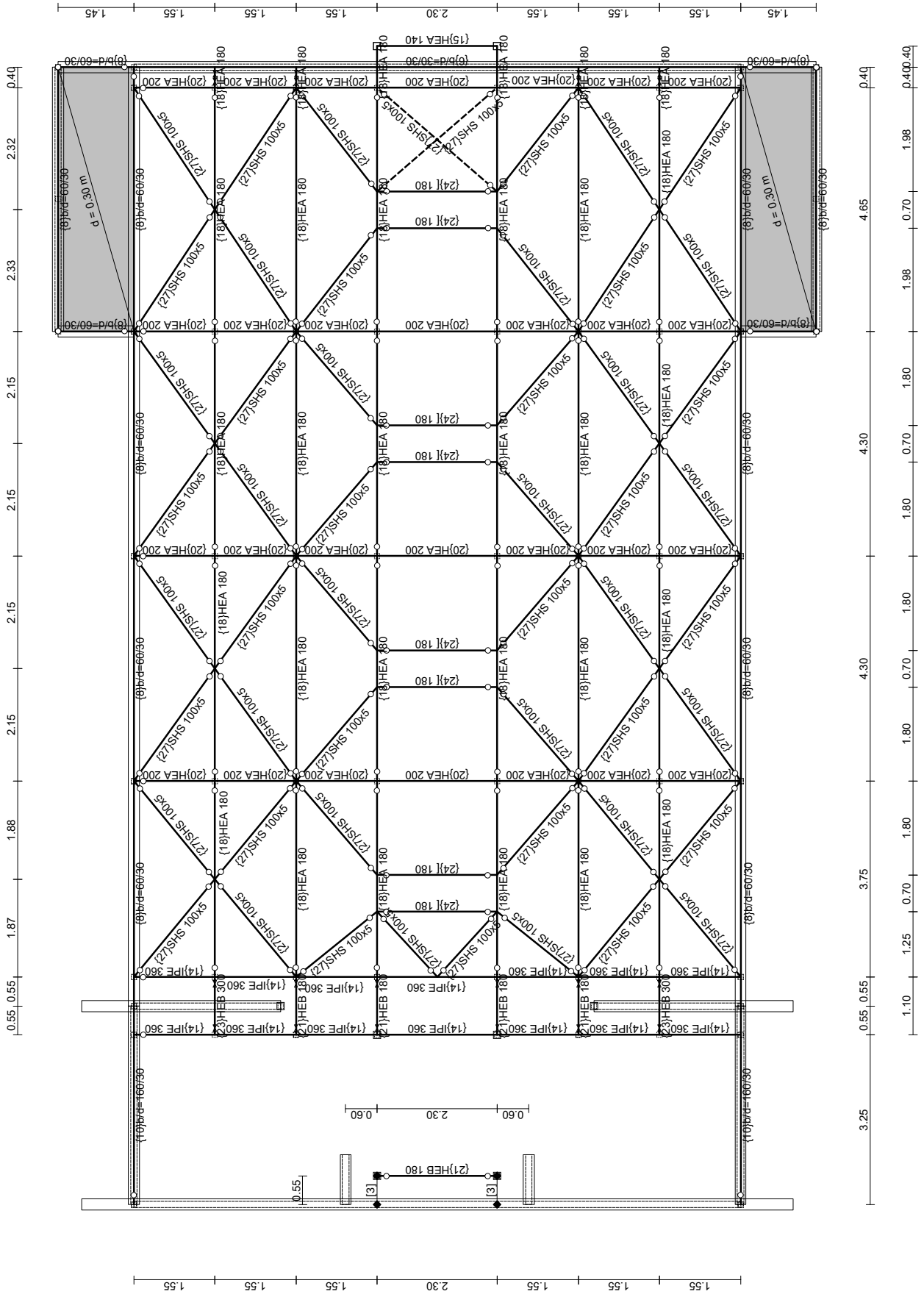
Pogled: Poz 302 - K2



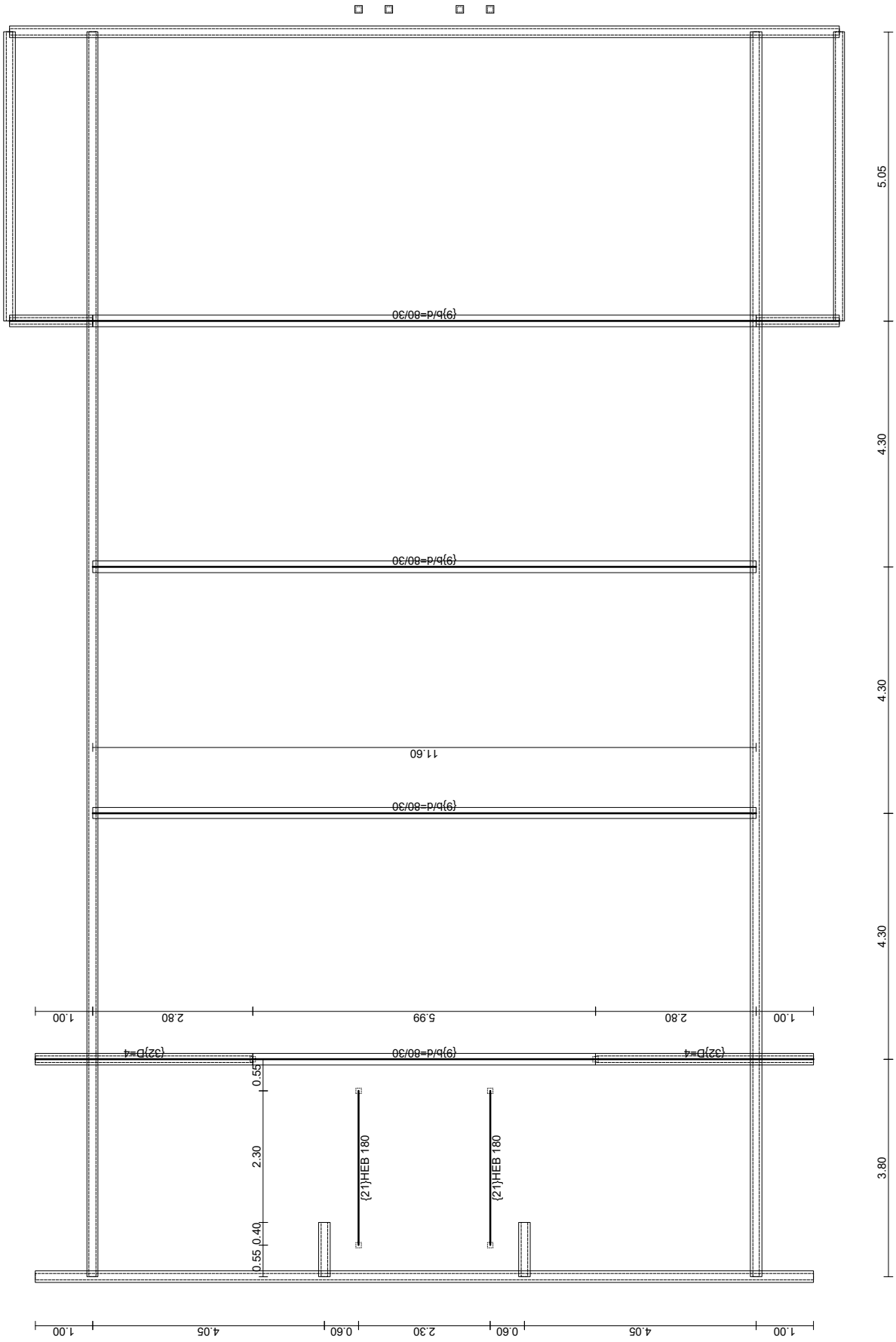
Nivo: Poz 401- 4 u 8 - zvonik [16.05 m]



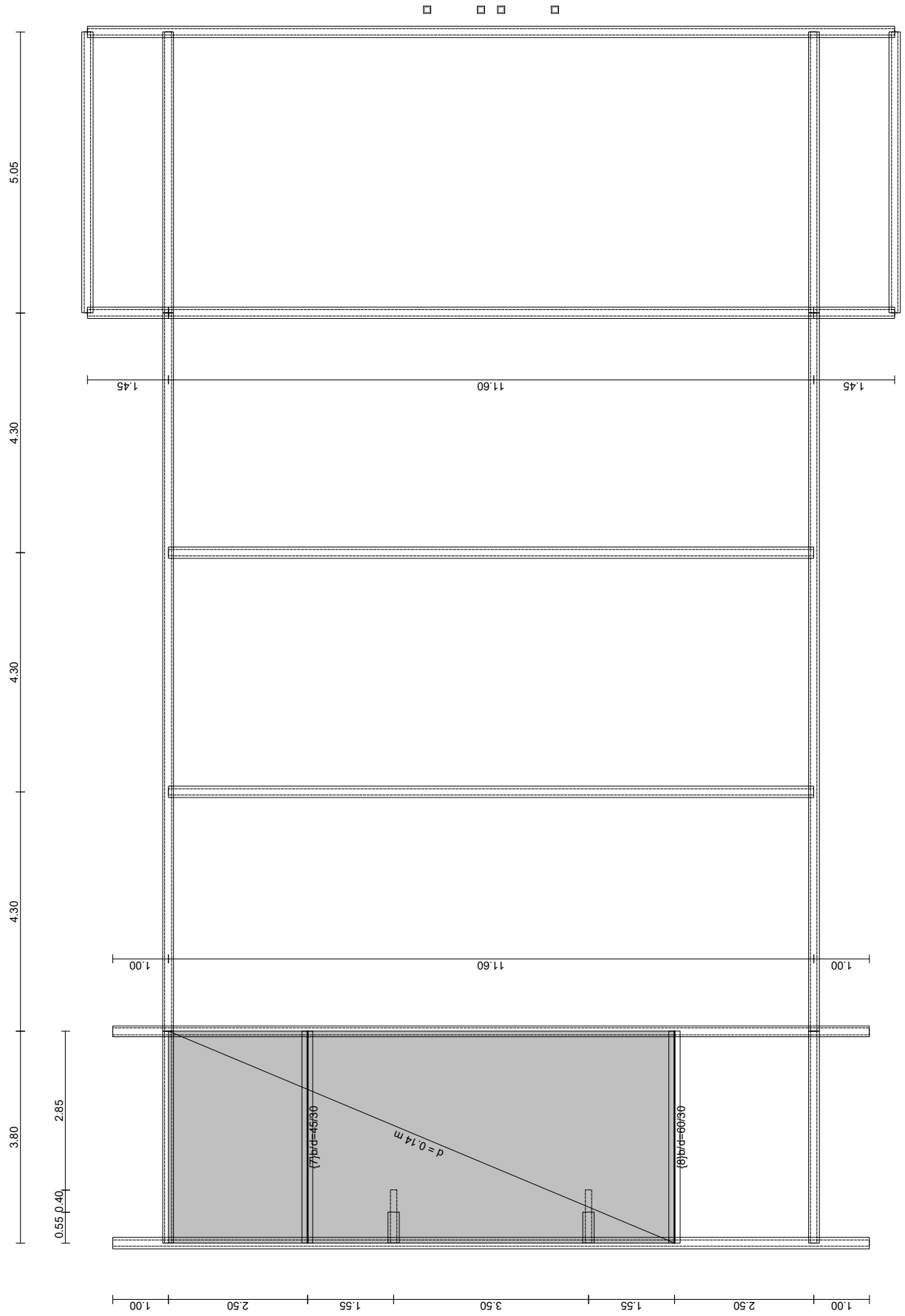
Nivo: Platforma 1 [14.90 m]



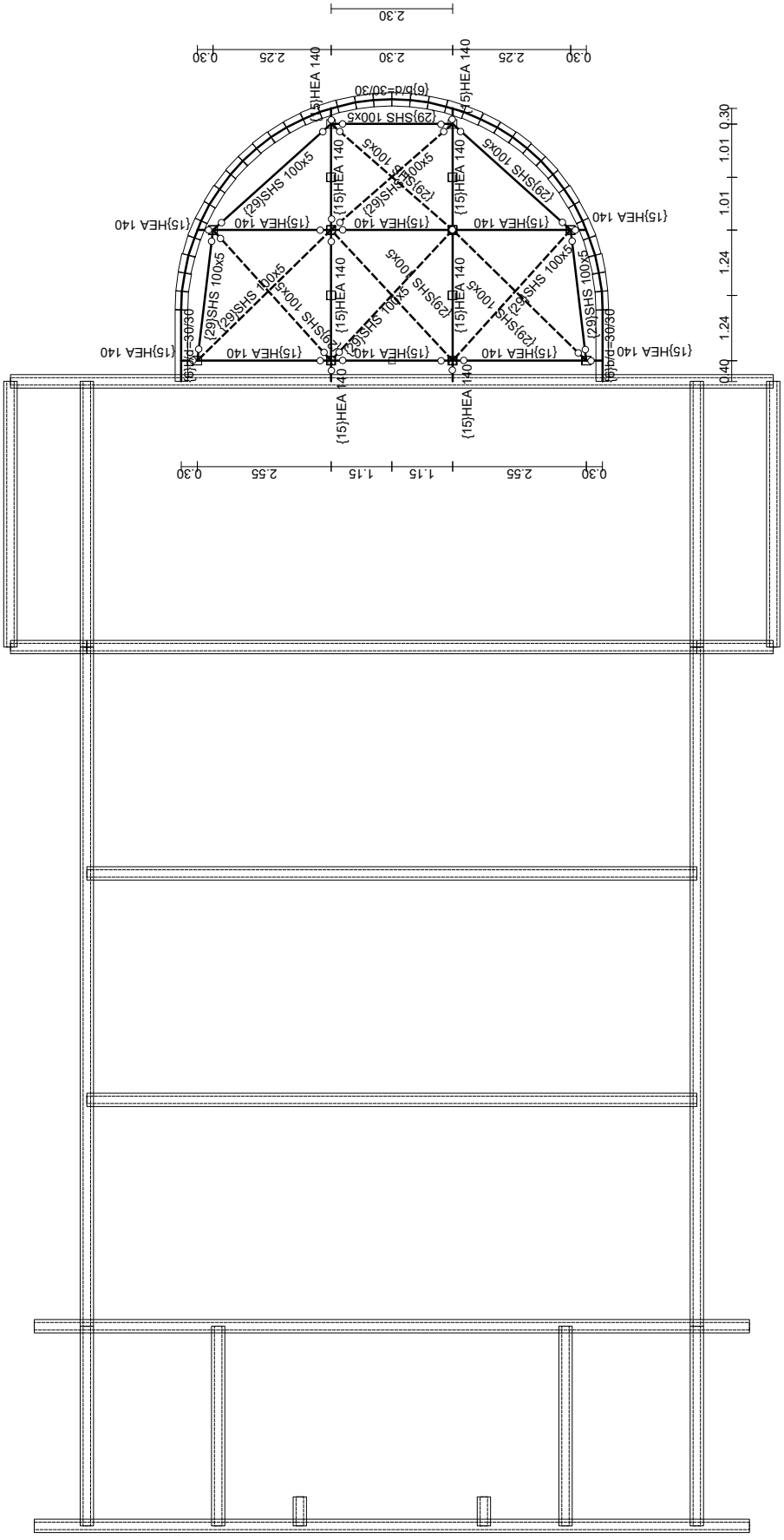
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]



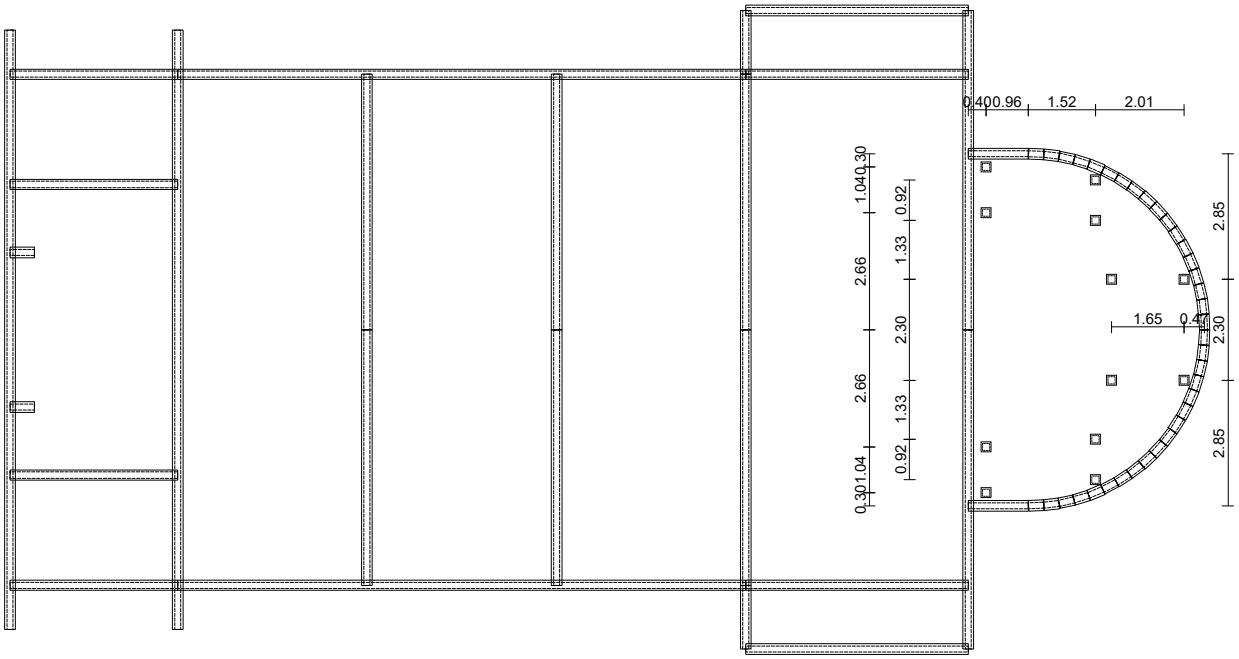
Nivo: Poz 203 - Vrh lukova crkve [12.30 m]



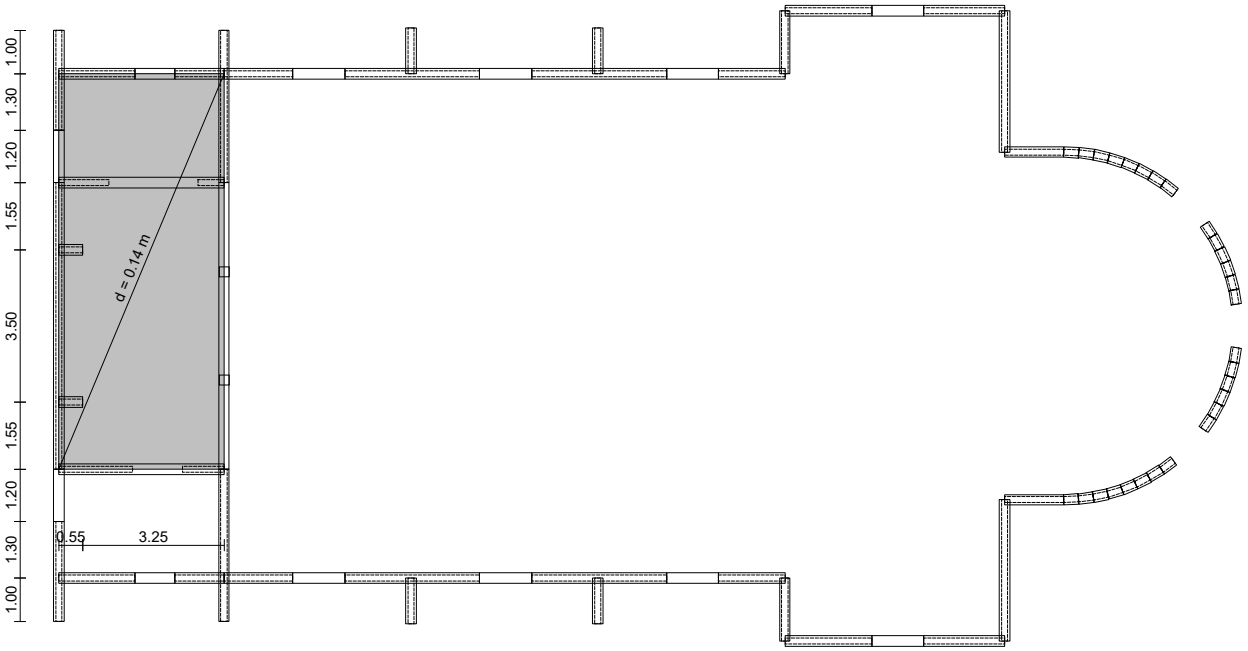
Nivo: Poz 202 - Strop pjevališta [12.05 m]



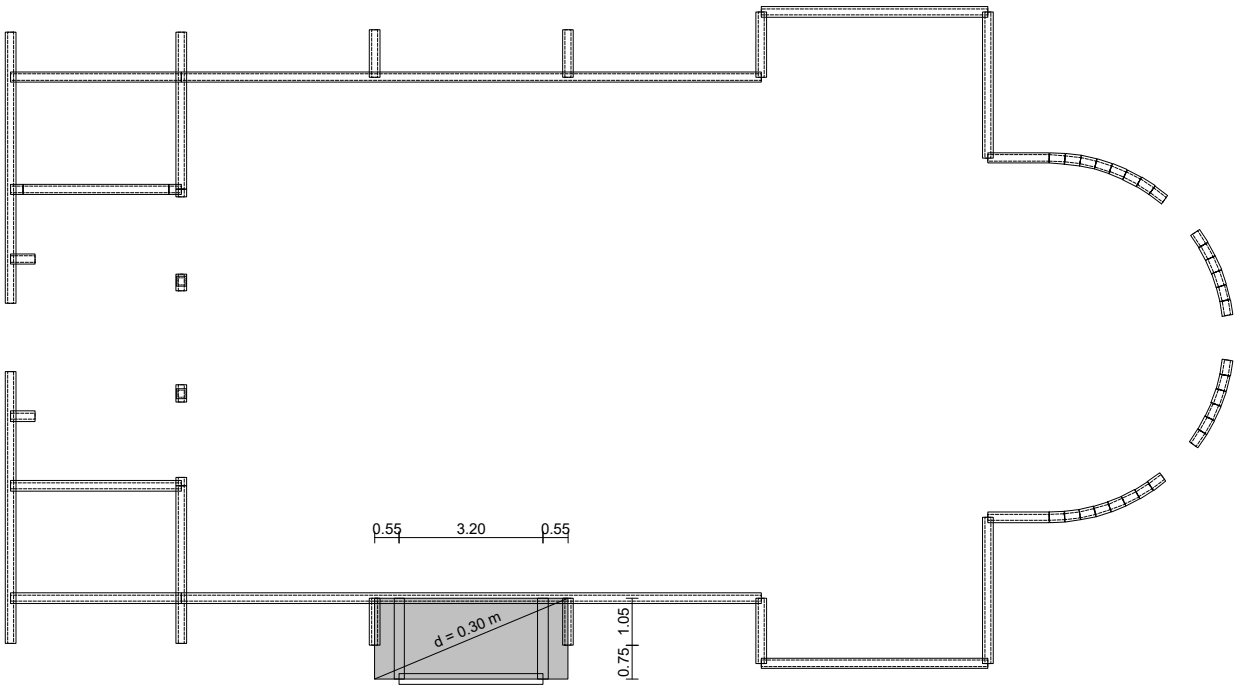
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]



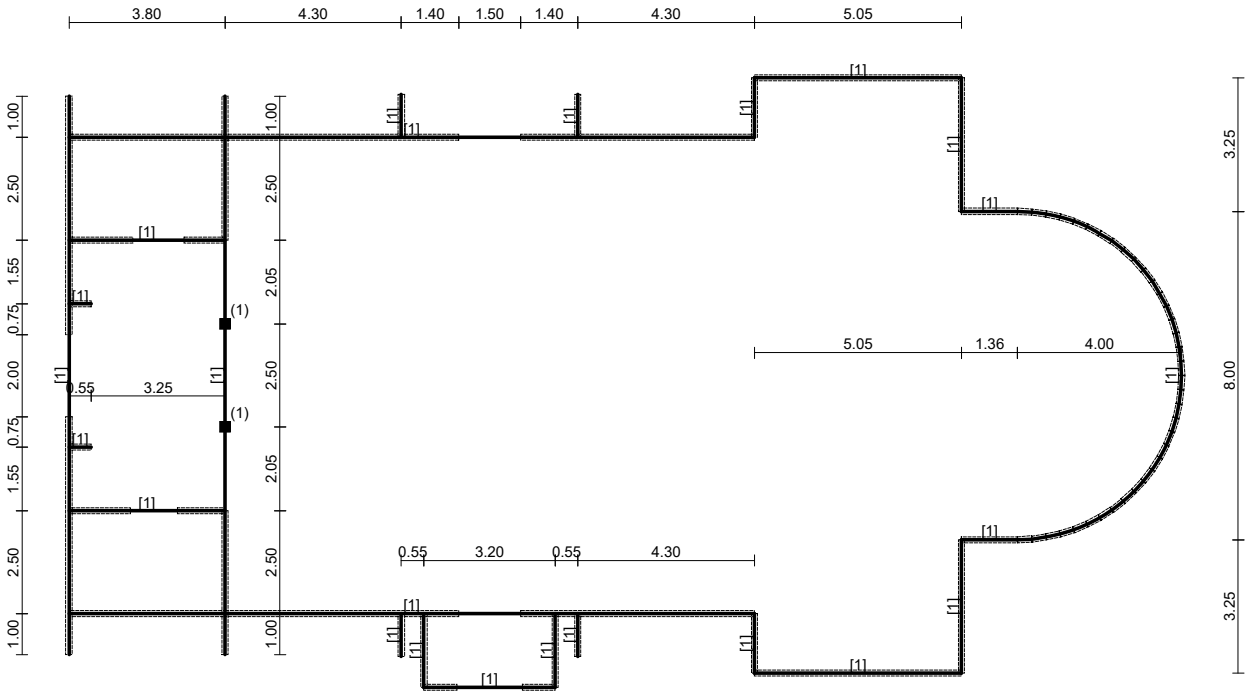
Nivo: Poz 200 - Svod iznad oltara [10.75 m]



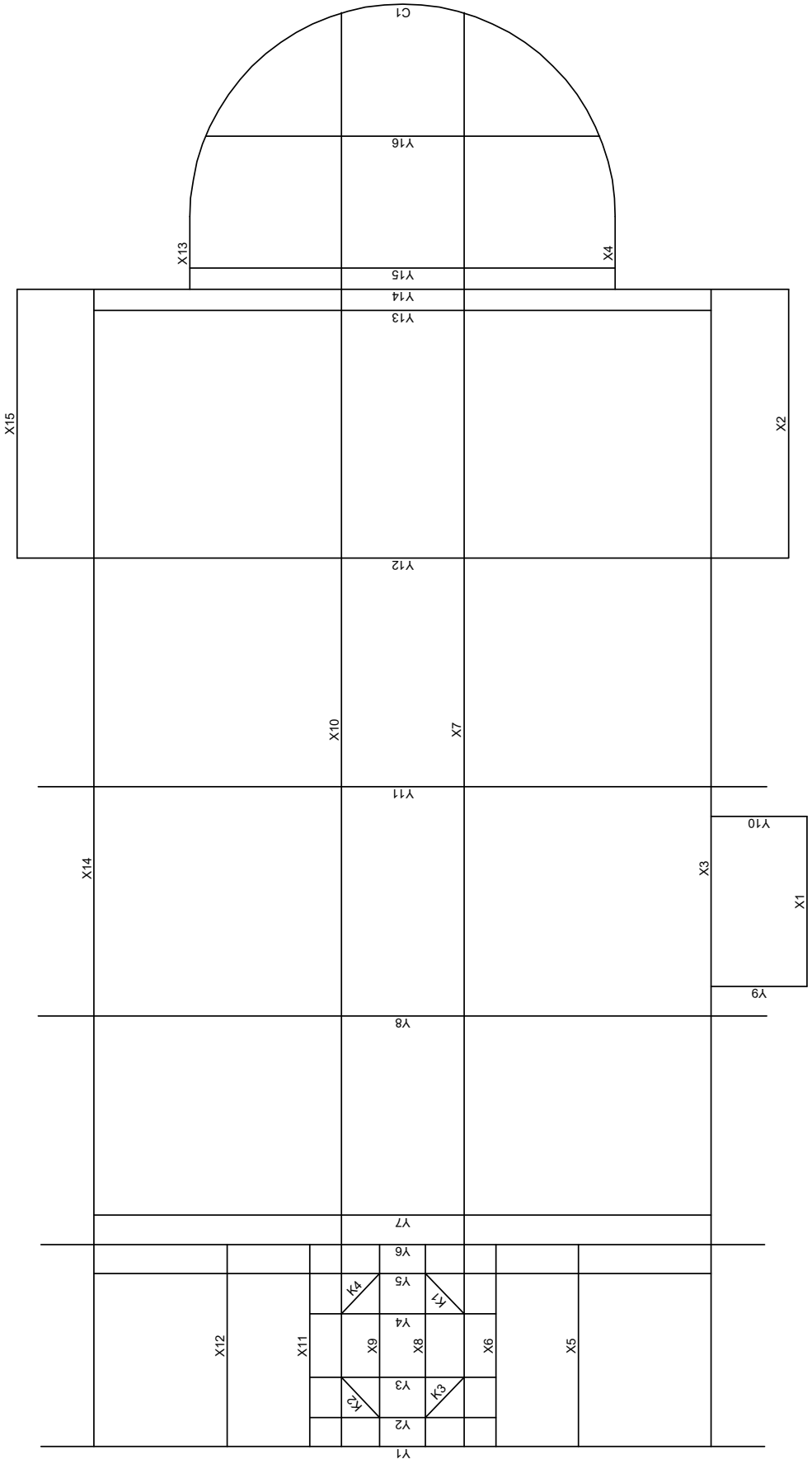
Nivo: Poz 100 - Strop iznad ulaza [4.95 m]

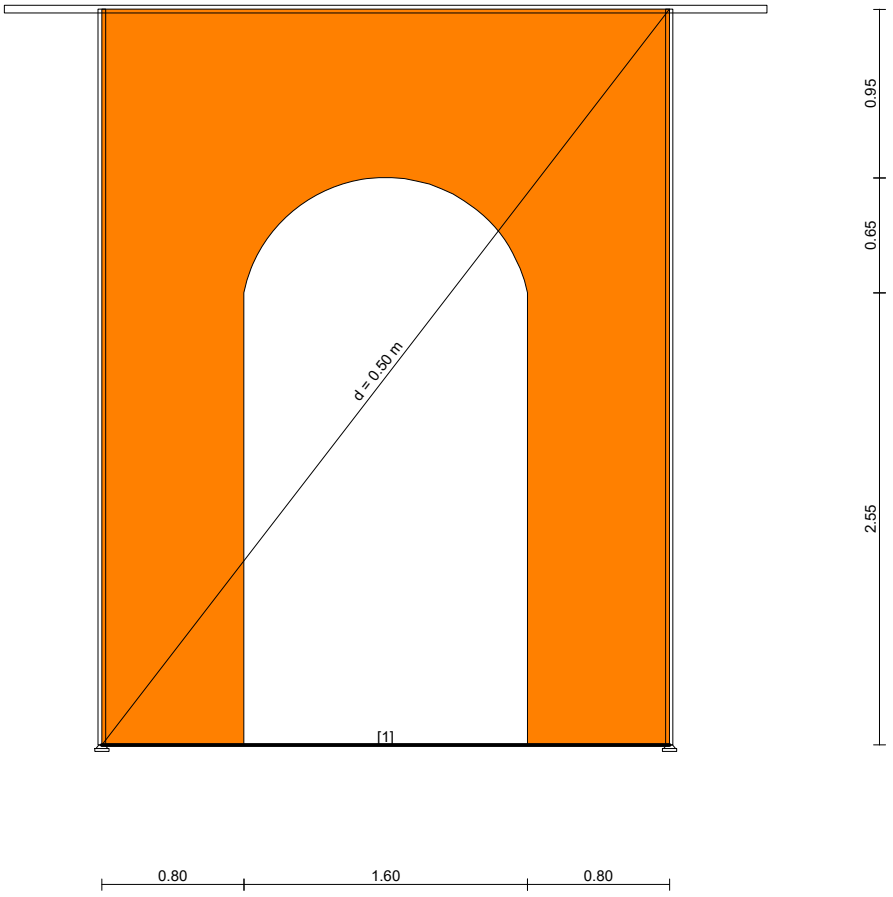


Nivo: Poz 101 - Strop bočnog ulaza [4.15 m]

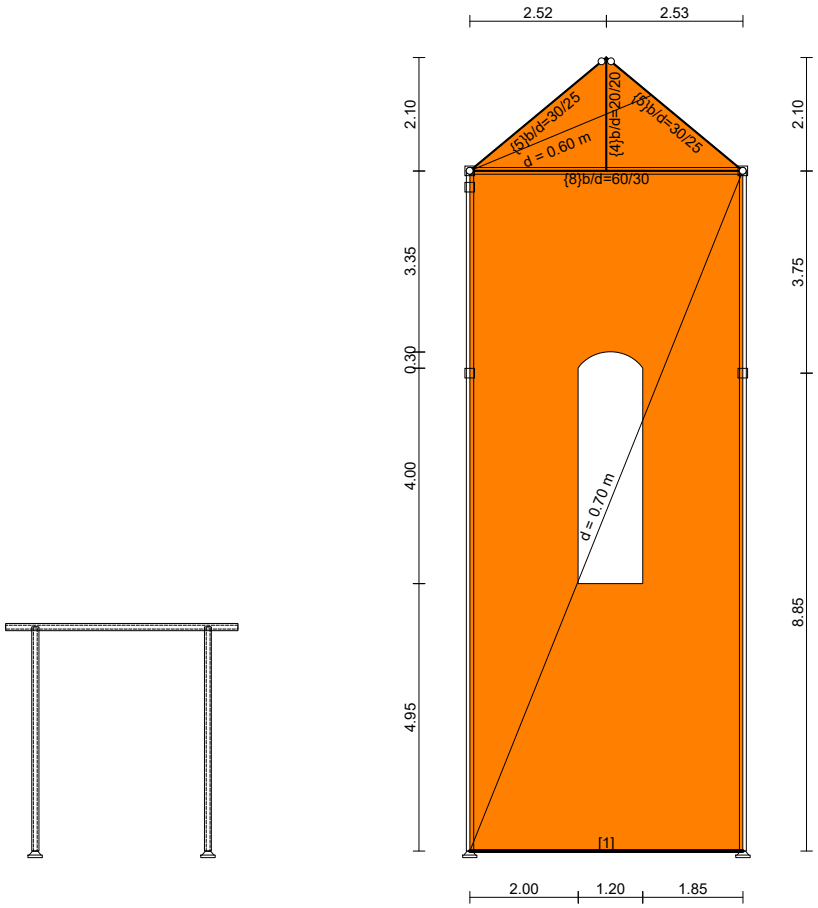


Nivo: Poz 000 - Temelji [0.00 m]

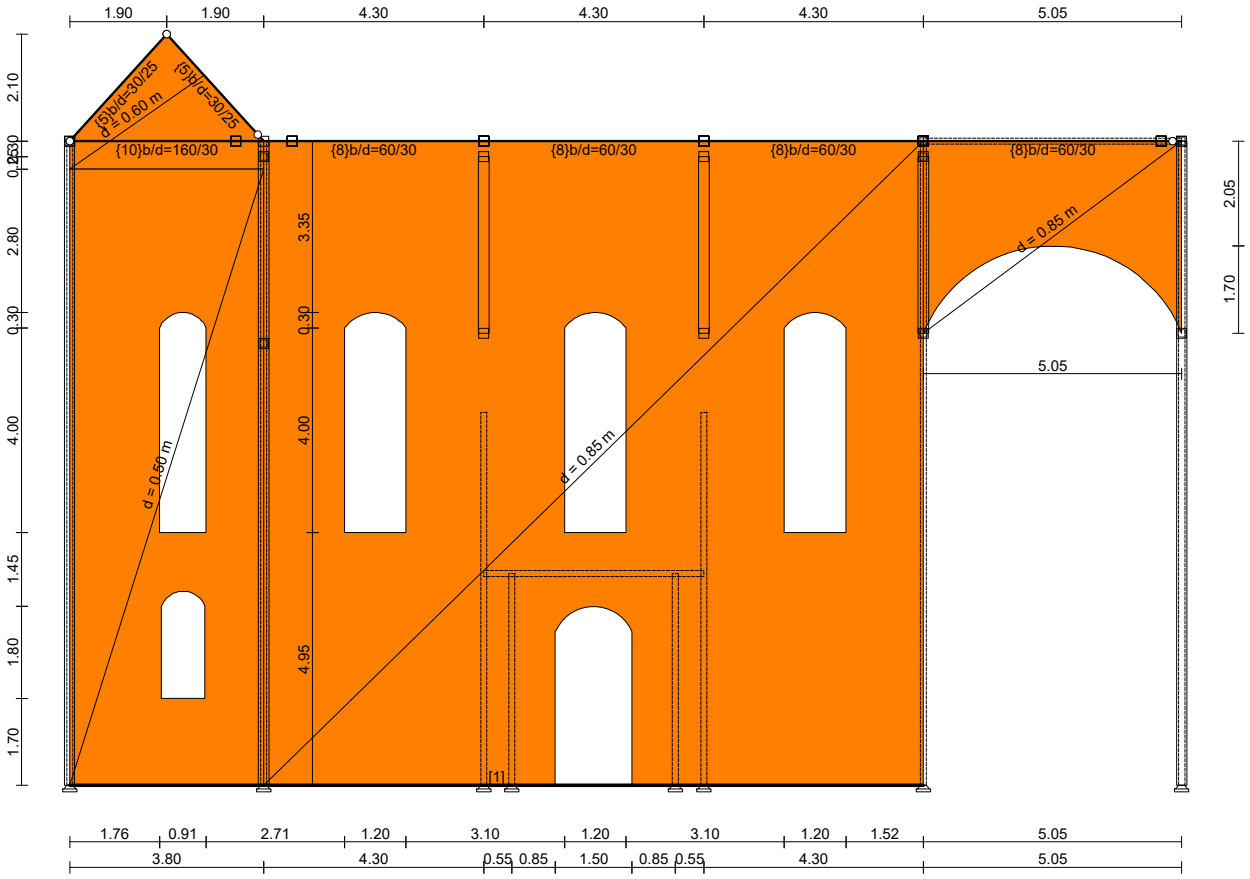

C1
Y16
X13
X4
Y15
Y14
Y13
X15
X2
Y12
X10
X7
Y11
Y10
X14
X3
X1
Y9
Y8
Y7
Y6
K4
Y5
K1
X12
X11
X9
Y4
X8
X6
X5
K2
Y3
K3
Y2
Y1



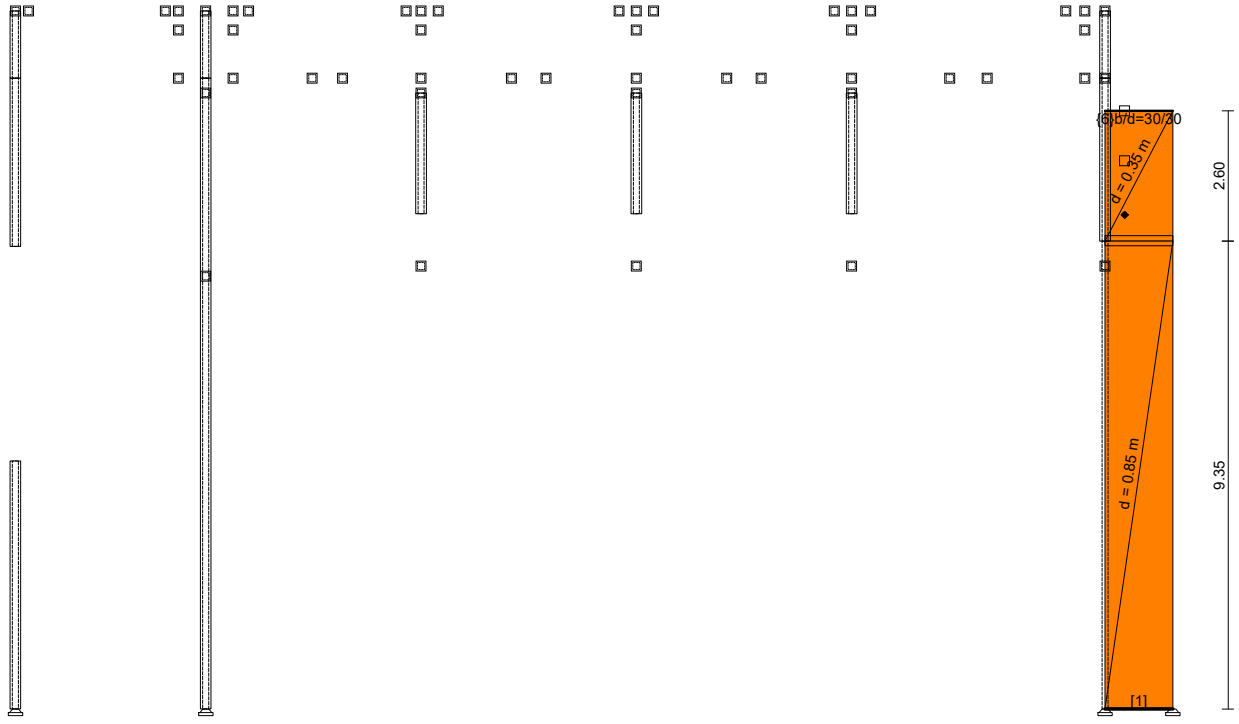
Okvir: X1



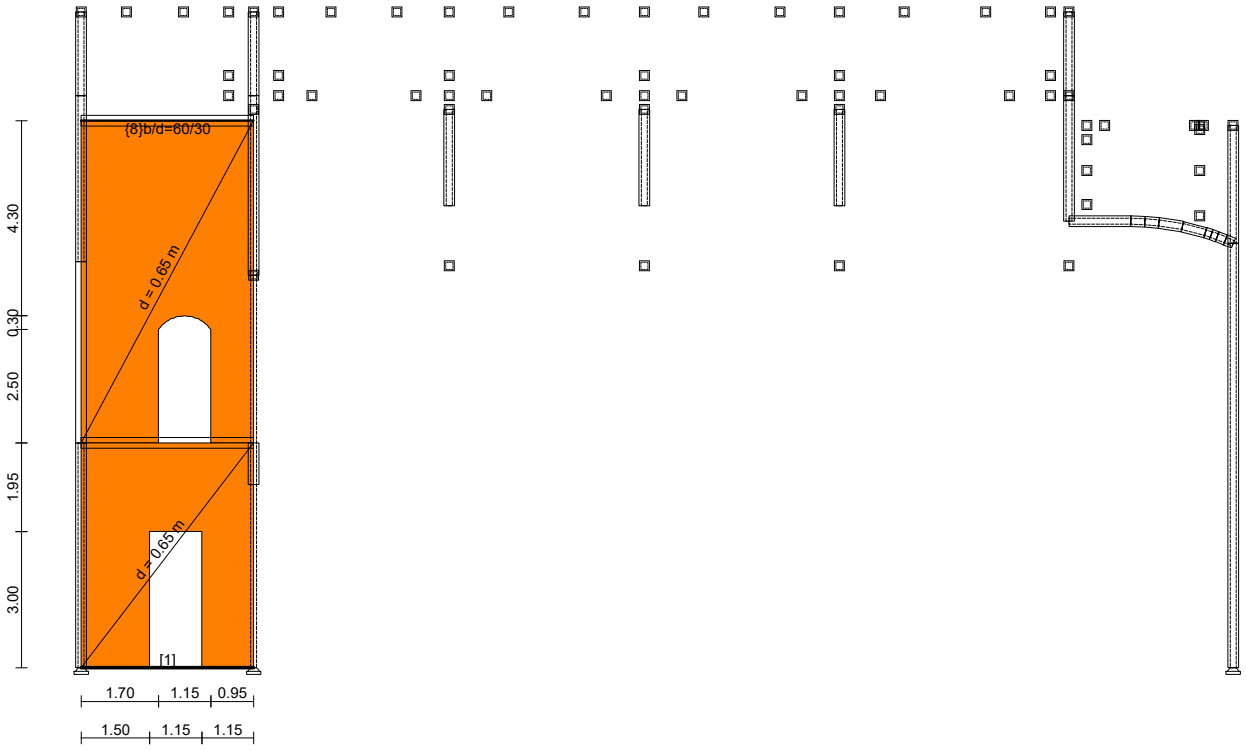
Okvir: X2



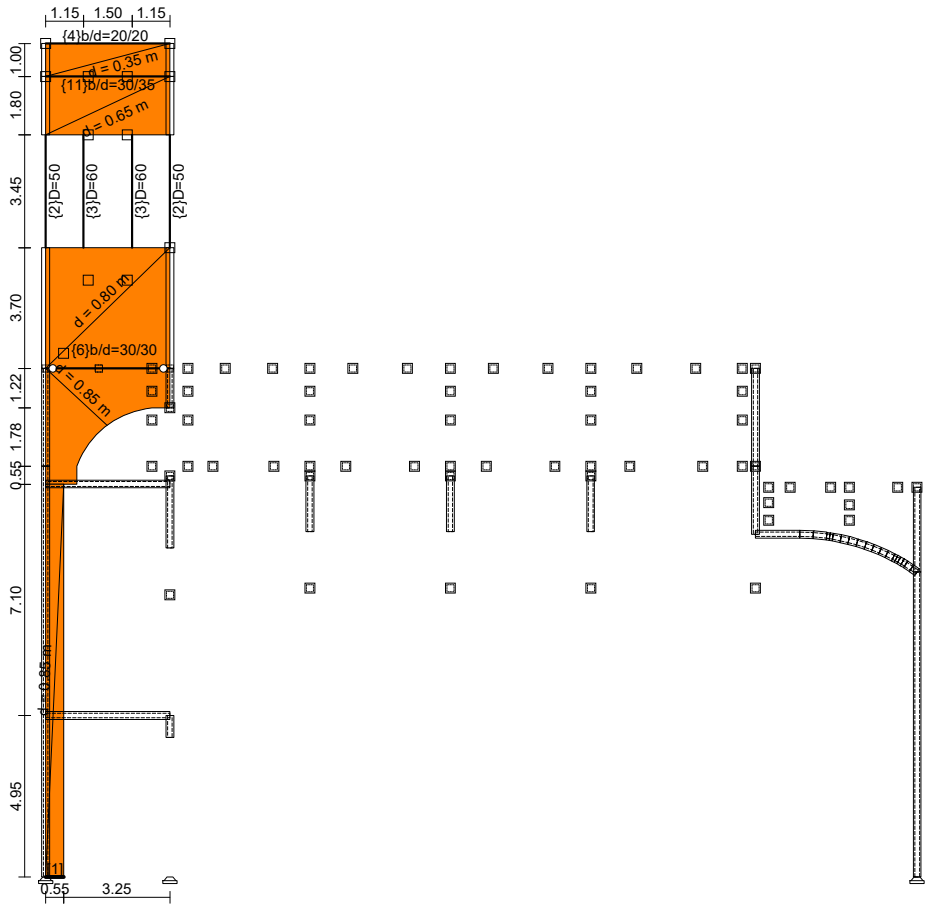
Okvir: X3



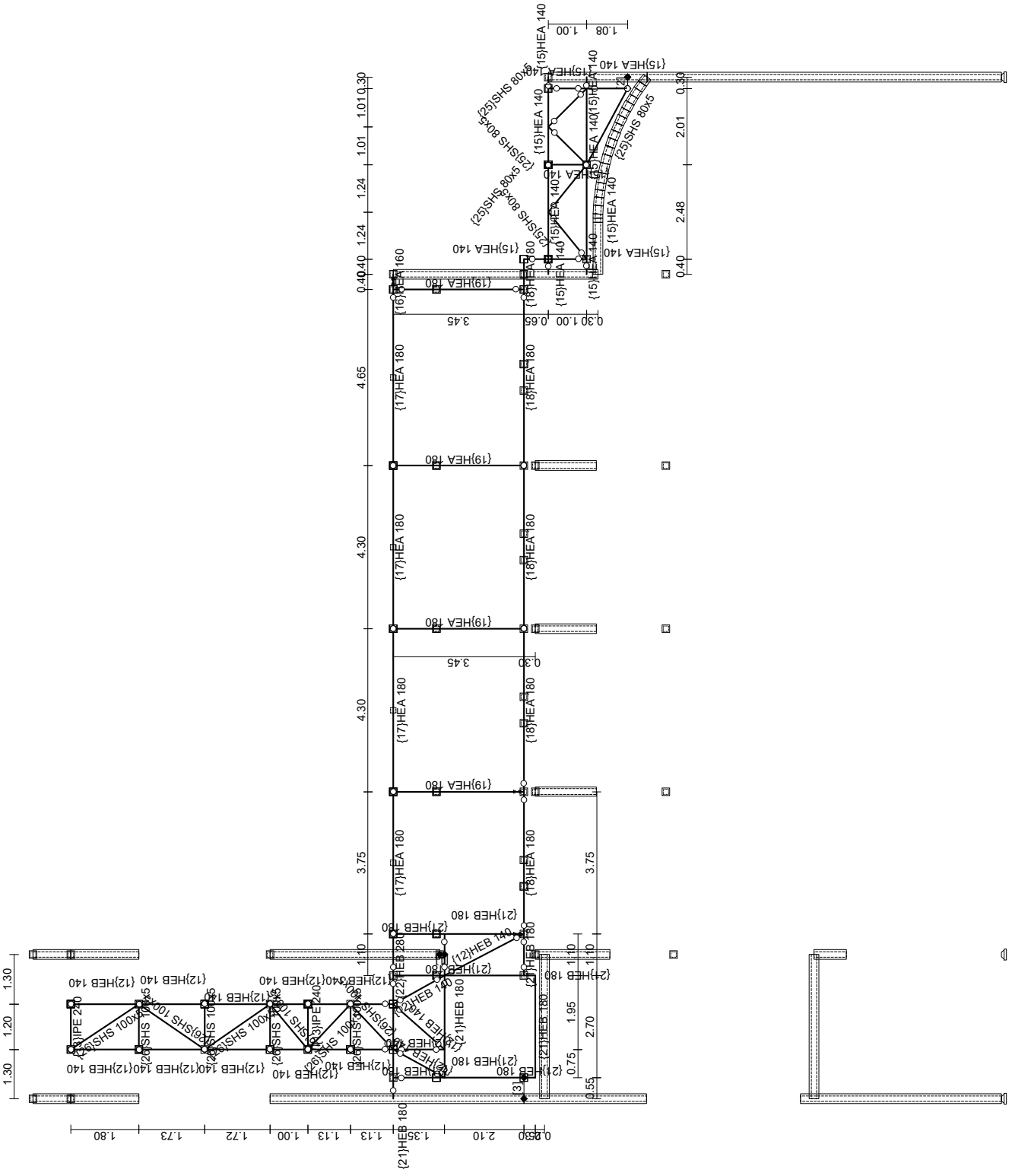
Okvir: X4



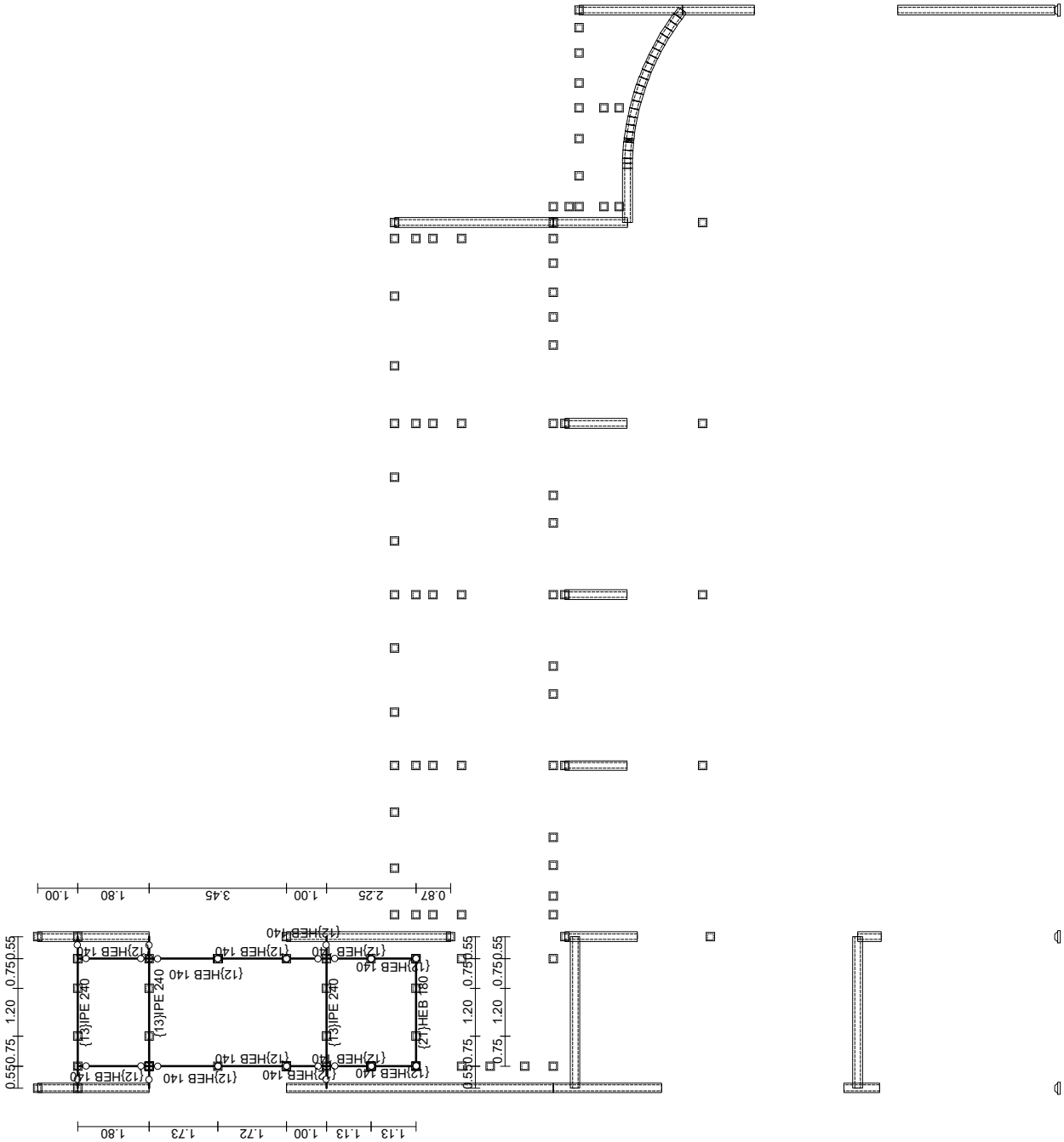
Okvir: X5

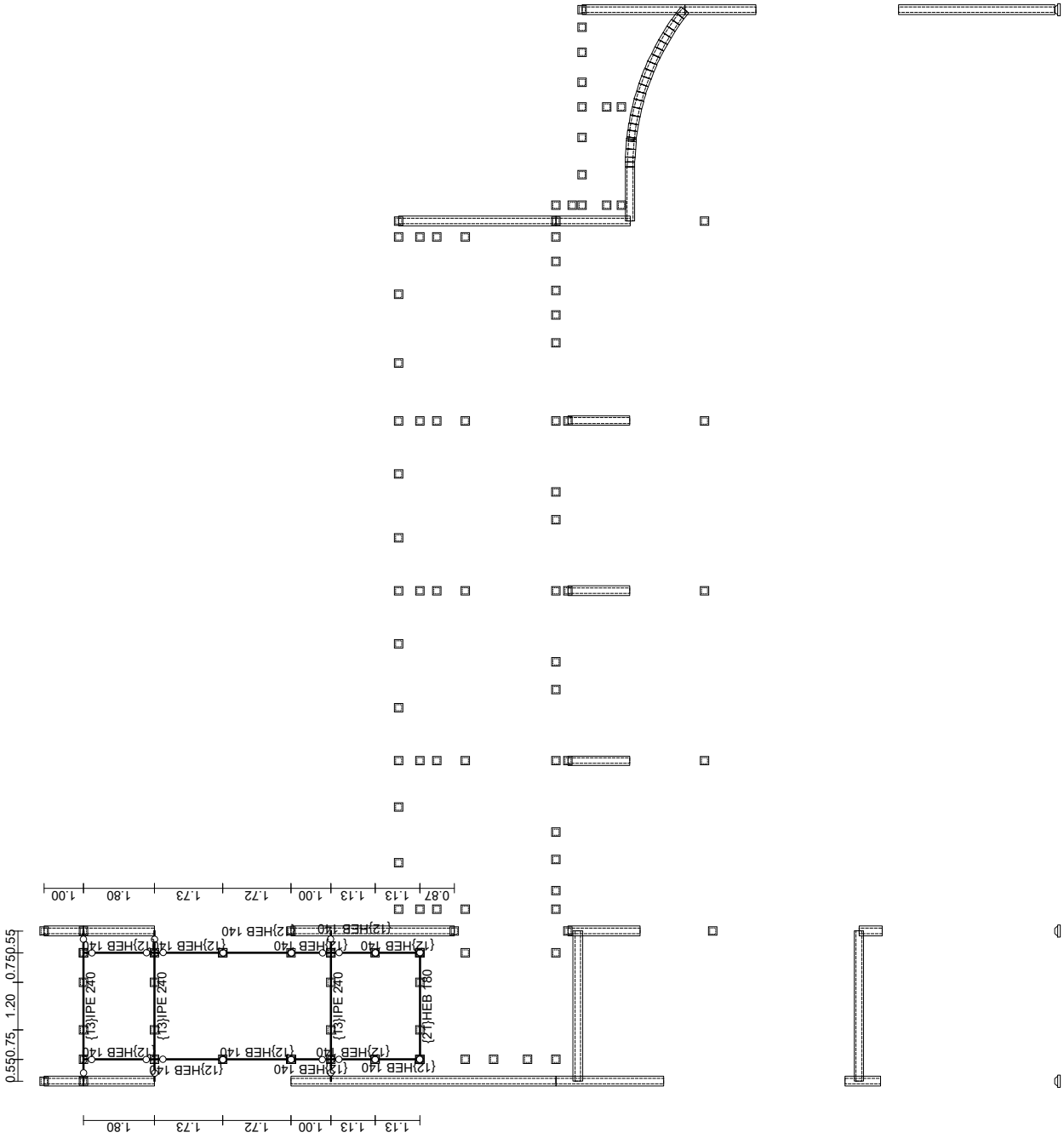


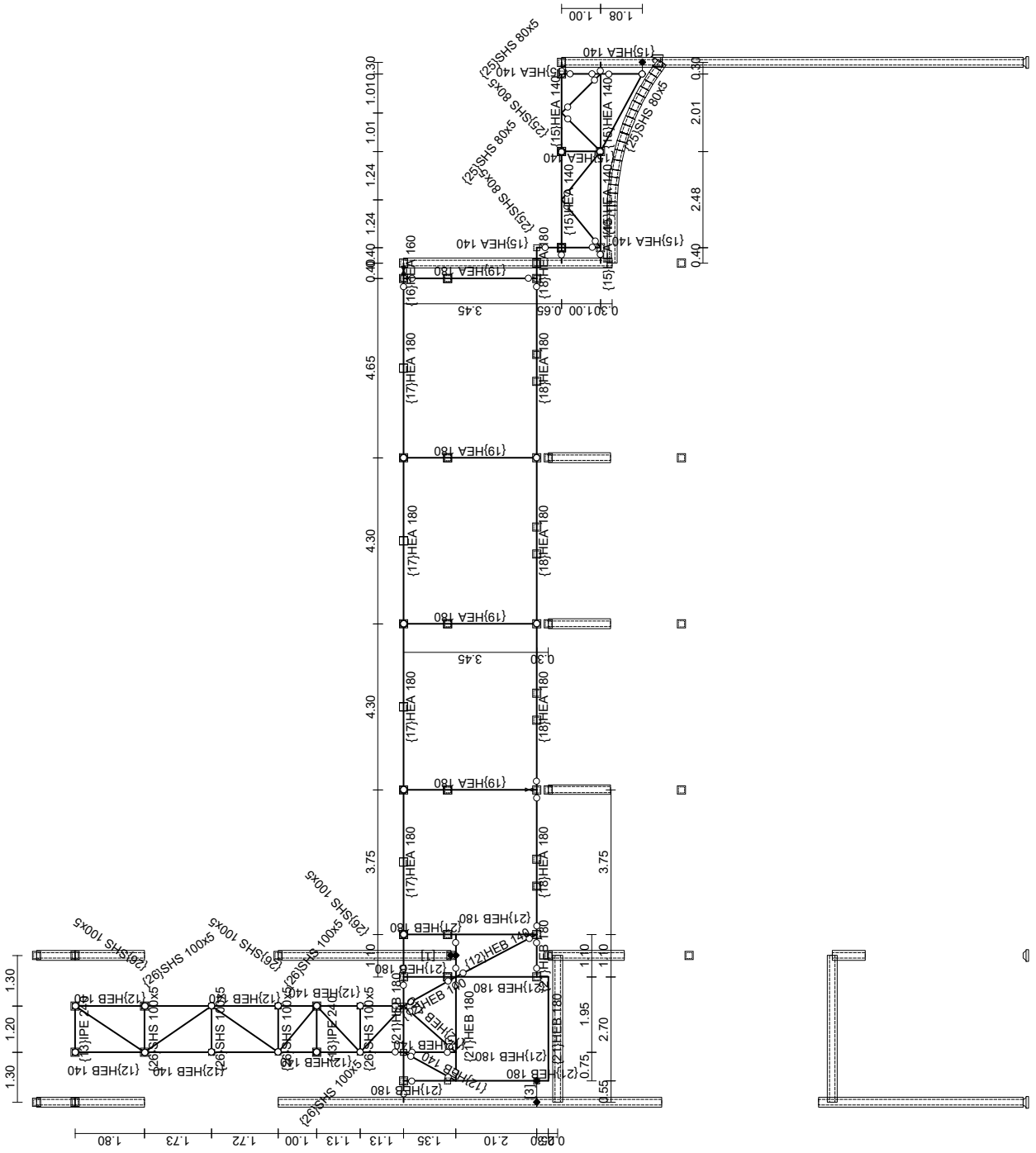
Okvir: X6


{15}HEA 140
{25}SHS 80x5
{19}HEA 180
{16}HEA 160
{18}HEA 180
{17}HEA 180
{21}HEB 180
{12}HEB 140
{22}HEB 140
{23}IPE 240
{26}SHS 100x5
1.08
1.00
0.30
0.40
1.01
1.24
4.65
4.30
3.75
2.01
2.48
1.95
2.70
1.10
0.75
0.55
1.80
1.73
1.72
1.13
2.10
0.65
3.45

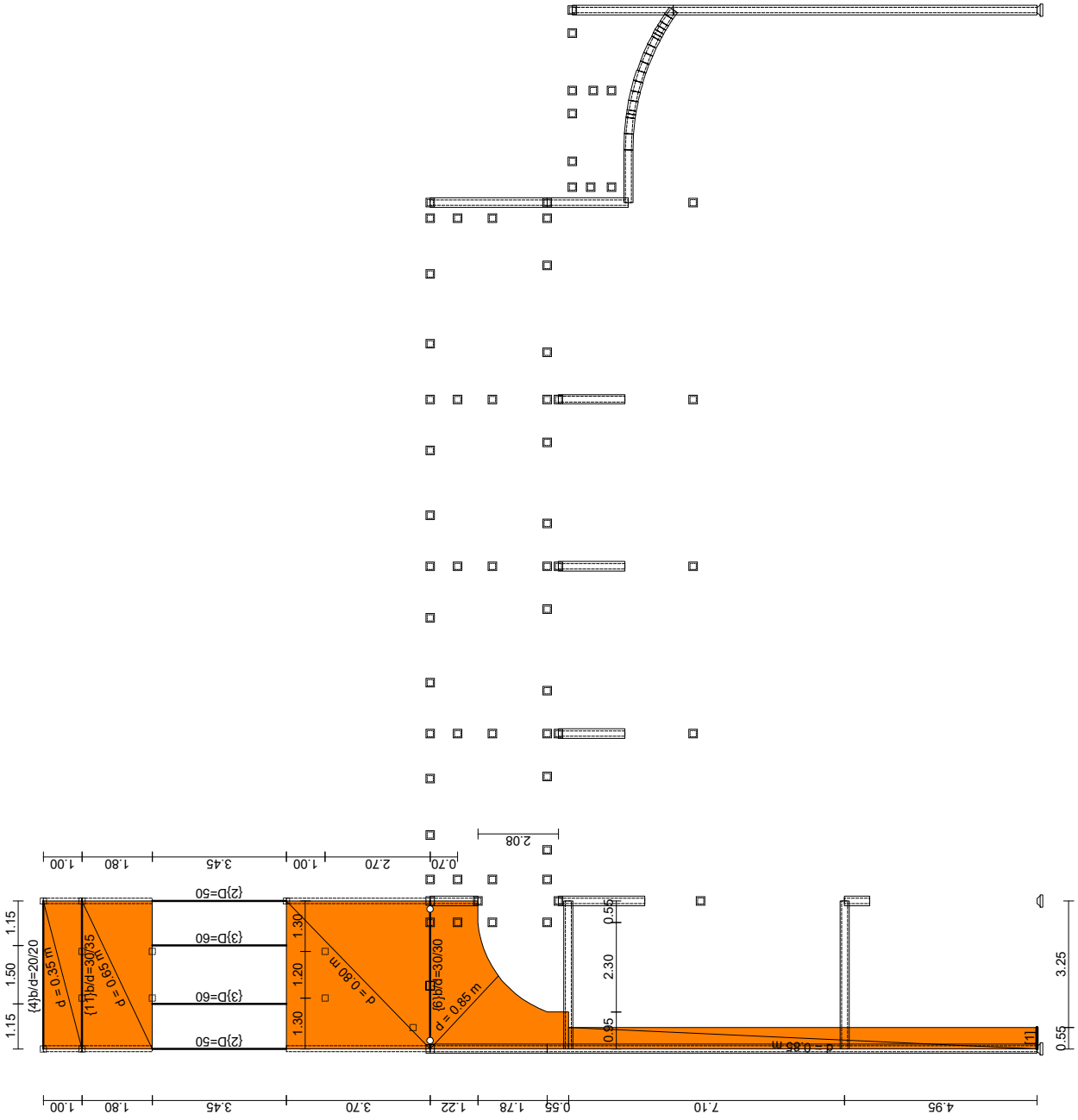
Okvir: X7


1.00
1.80
3.45
1.00
2.25
0.87
{12}HEB 140
{13}IPE 240
{21}HEB 180
0.55
0.75
1.20
1.80
1.73
1.72
1.00
1.13
1.13

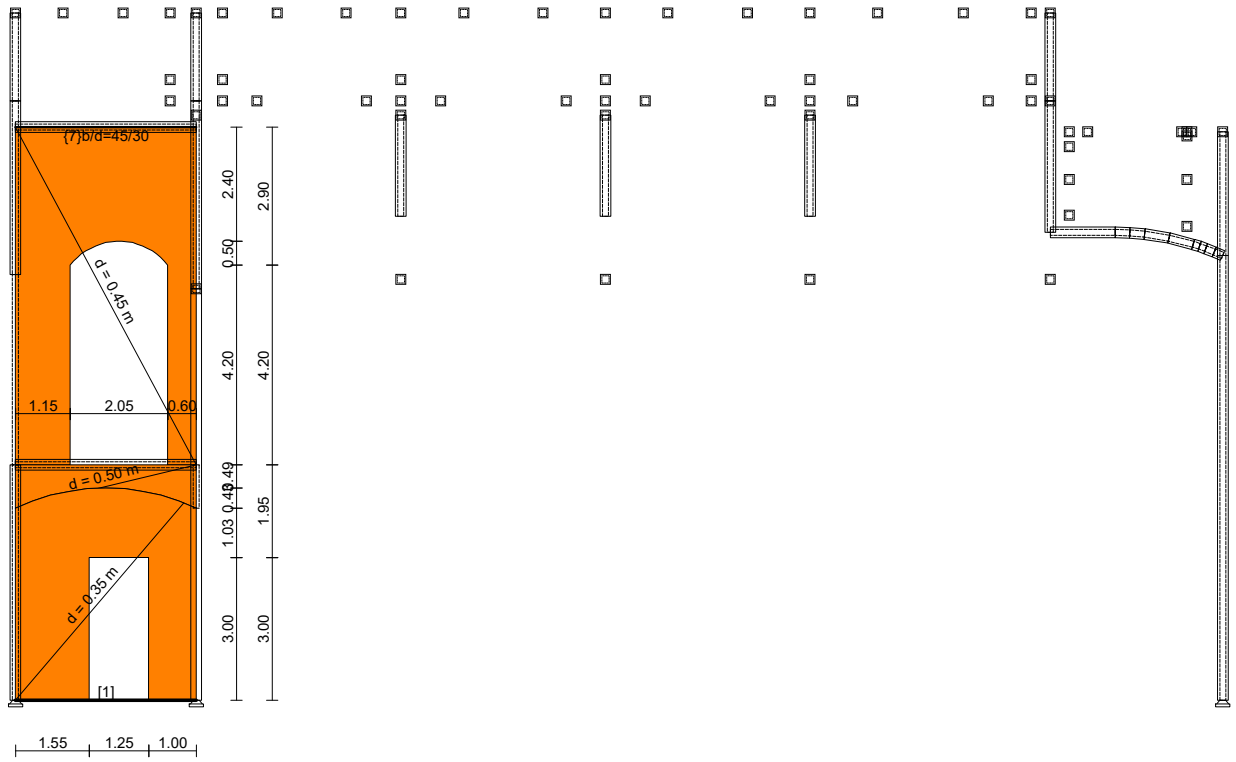

0.87
1.13
1.13
1.00
1.72
1.73
1.80
1.00
0.55
0.75
1.20
0.75
{12}HEB 140
{13}IPE 240
{21}HEB 180


{15}HEA 140
{25}SHS 80x5
{19}HEA 180
{18}HEA 180
{17}HEA 180
{16}HEA 160
{21}HEB 180
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{26}SHS 100x5
{13}IPE 240
1.08
1.00
0.30
2.01
2.48
0.40
3.45
0.30
1.00
0.65
4.65
4.30
4.30
3.75
3.75
1.10
1.10
1.30
1.20
1.30
1.95
2.70
0.75
0.55
1.80
1.73
1.72
1.00
1.13
1.13
1.35
2.10
0.80

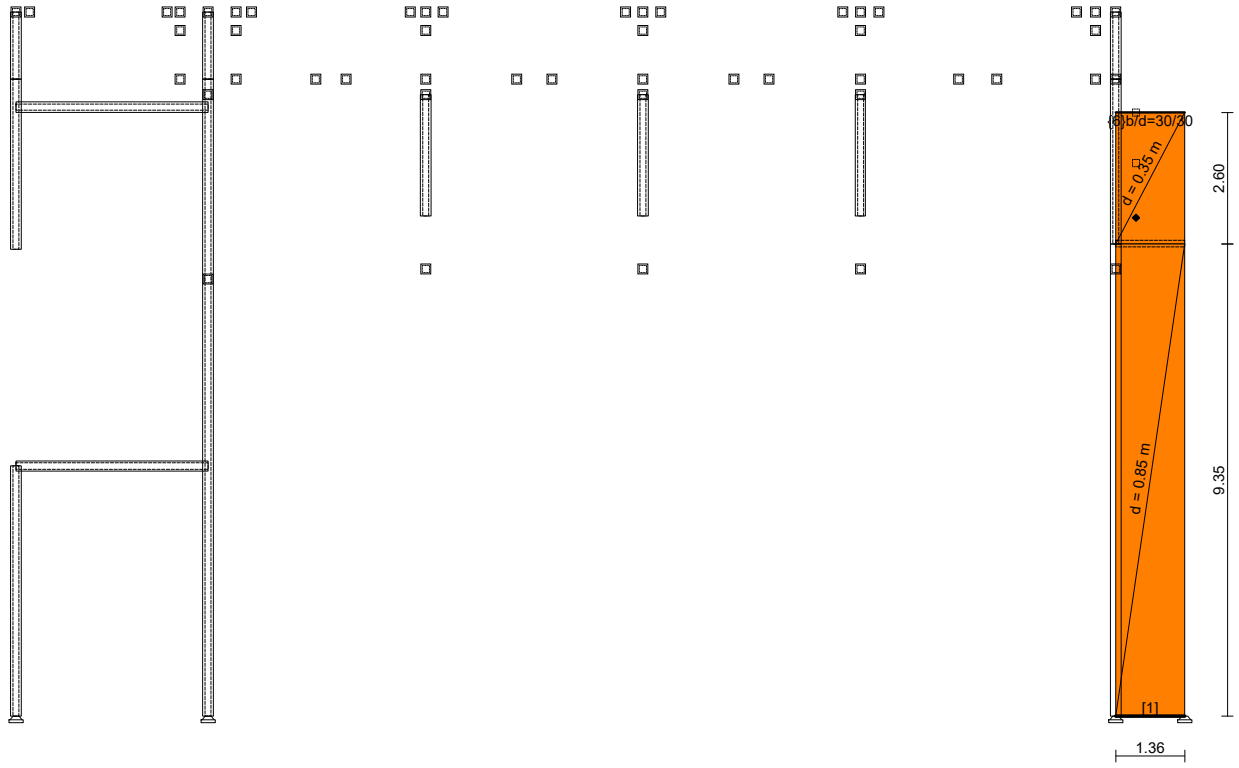
Okvir: X10


2.08
1.00
1.80
3.45
1.00
2.70
0.70
{2}D=50
{3}D=60
{3}D=60
{2}D=50
1.15
1.50
1.15
{4}b/d=20/20
d = 0.35 m
{11}b/d=30/35
d = 0.65 m
1.30
1.20
1.30
d = 0.80 m
{6}b/d=30/30
d = 0.85 m
0.55
2.30
0.95
d = 0.85 m
{1}
3.25
0.55
1.00
1.80
3.45
3.70
1.22
1.78
0.55
7.10
4.95

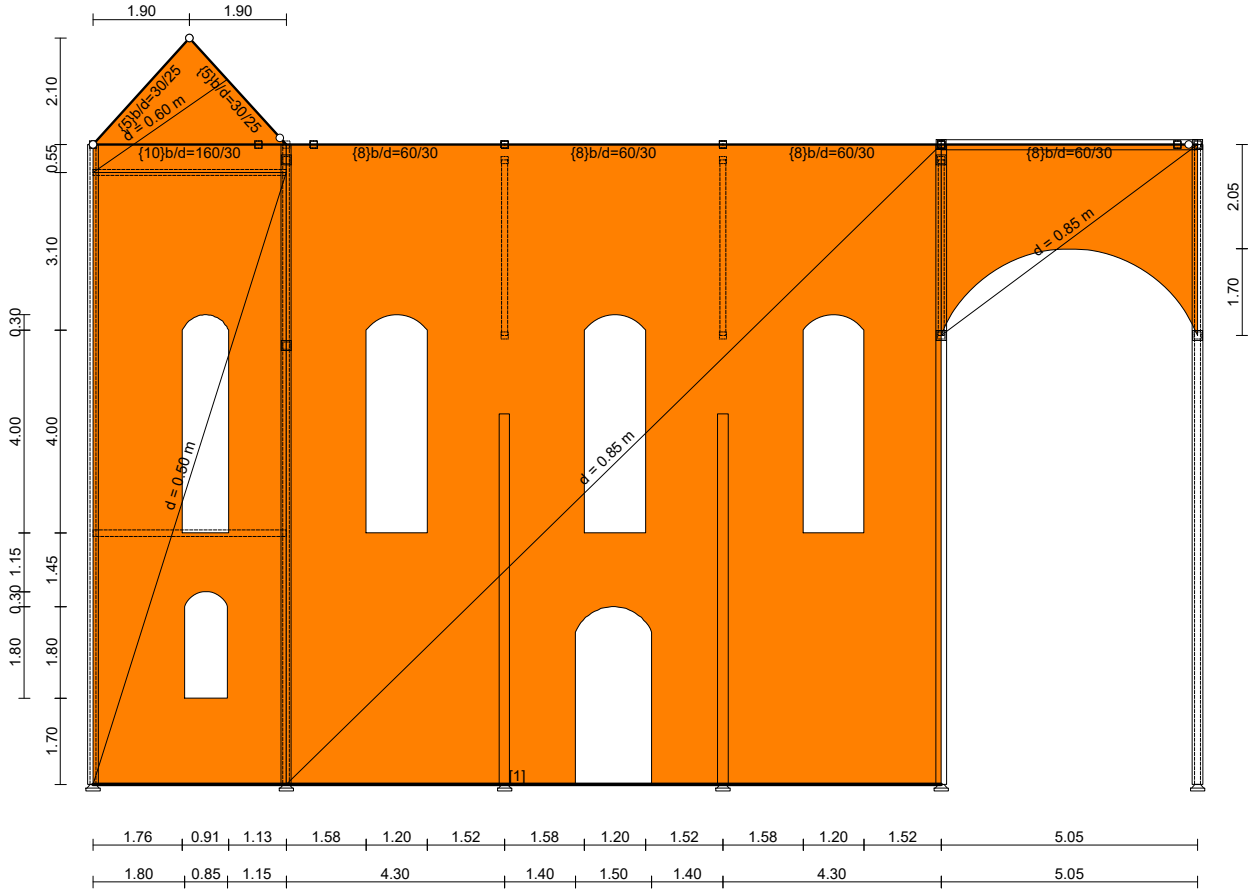
Okvir: X11



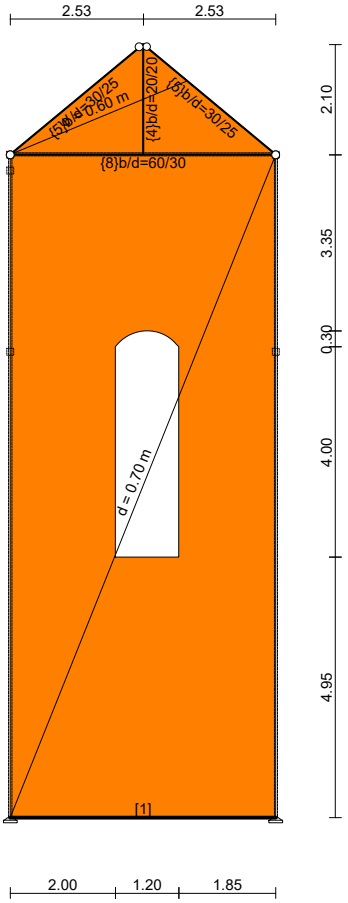
Okvir: X12



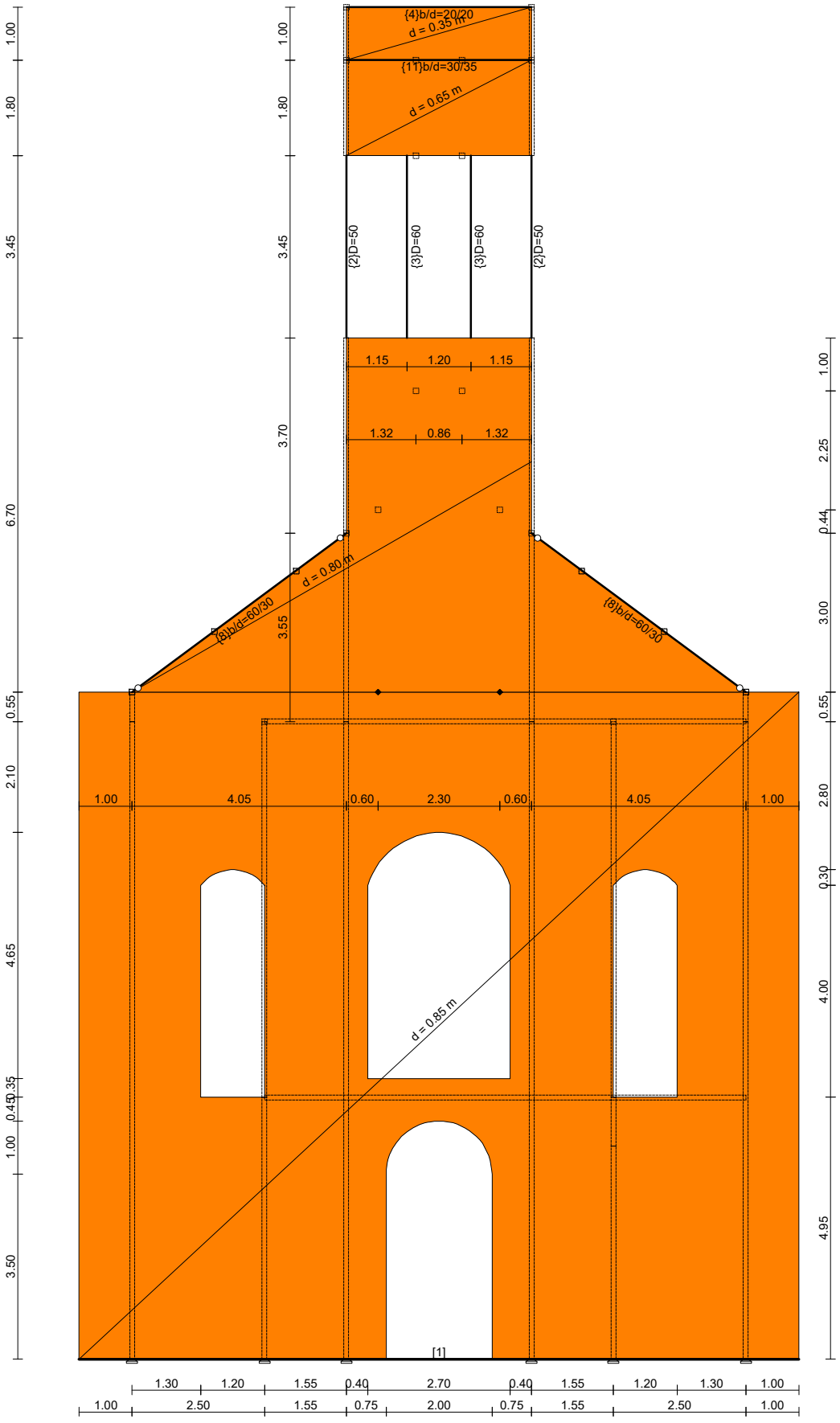
Okvir: X13



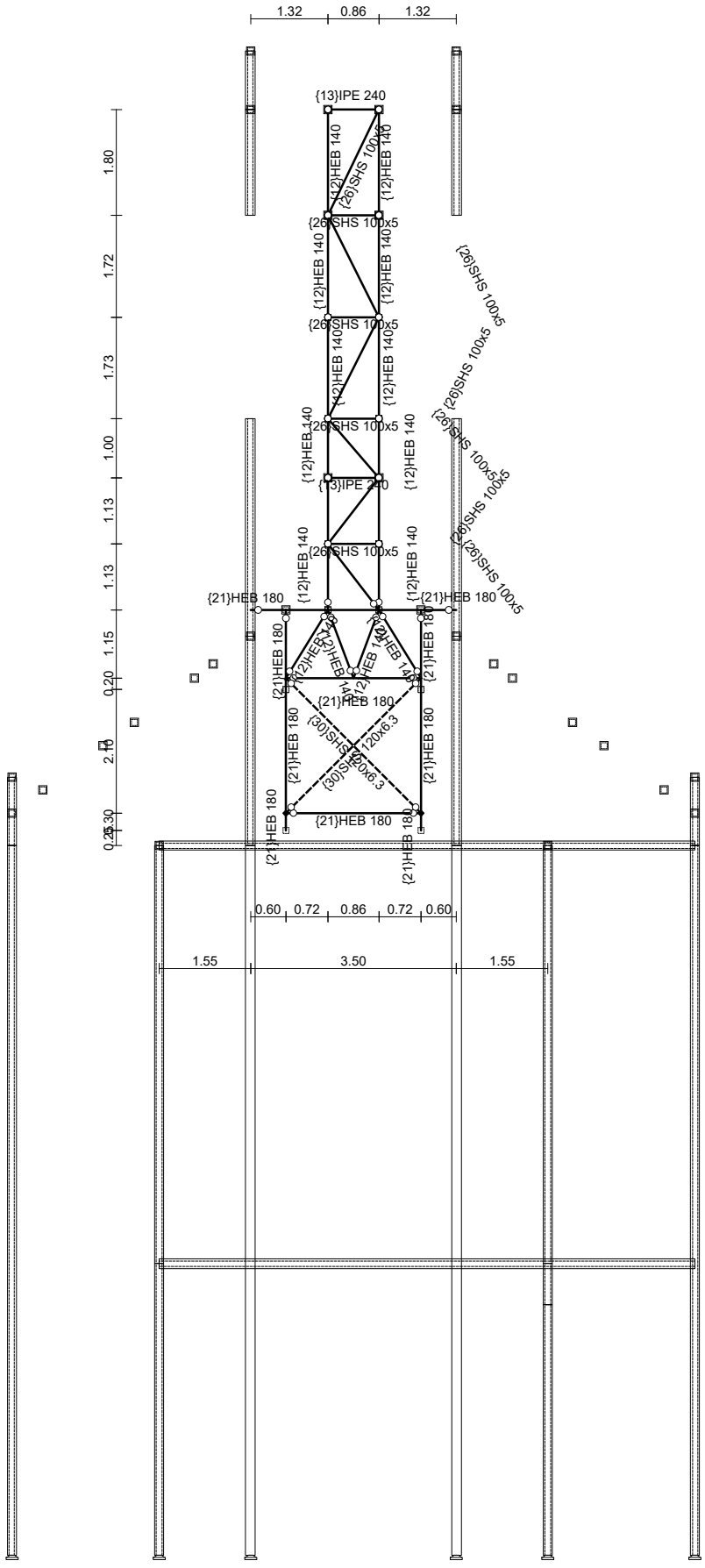
Okvir: X14



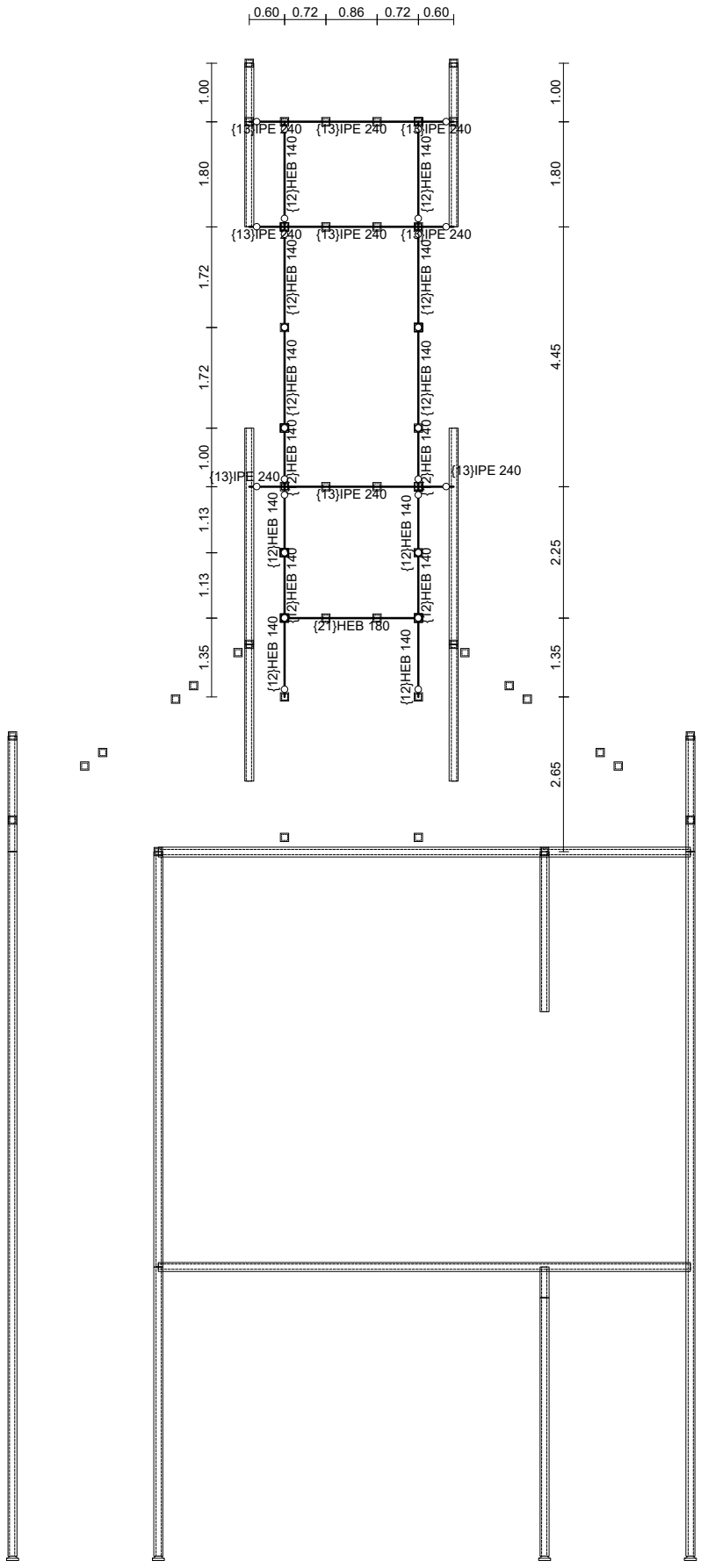
Okvir: X15

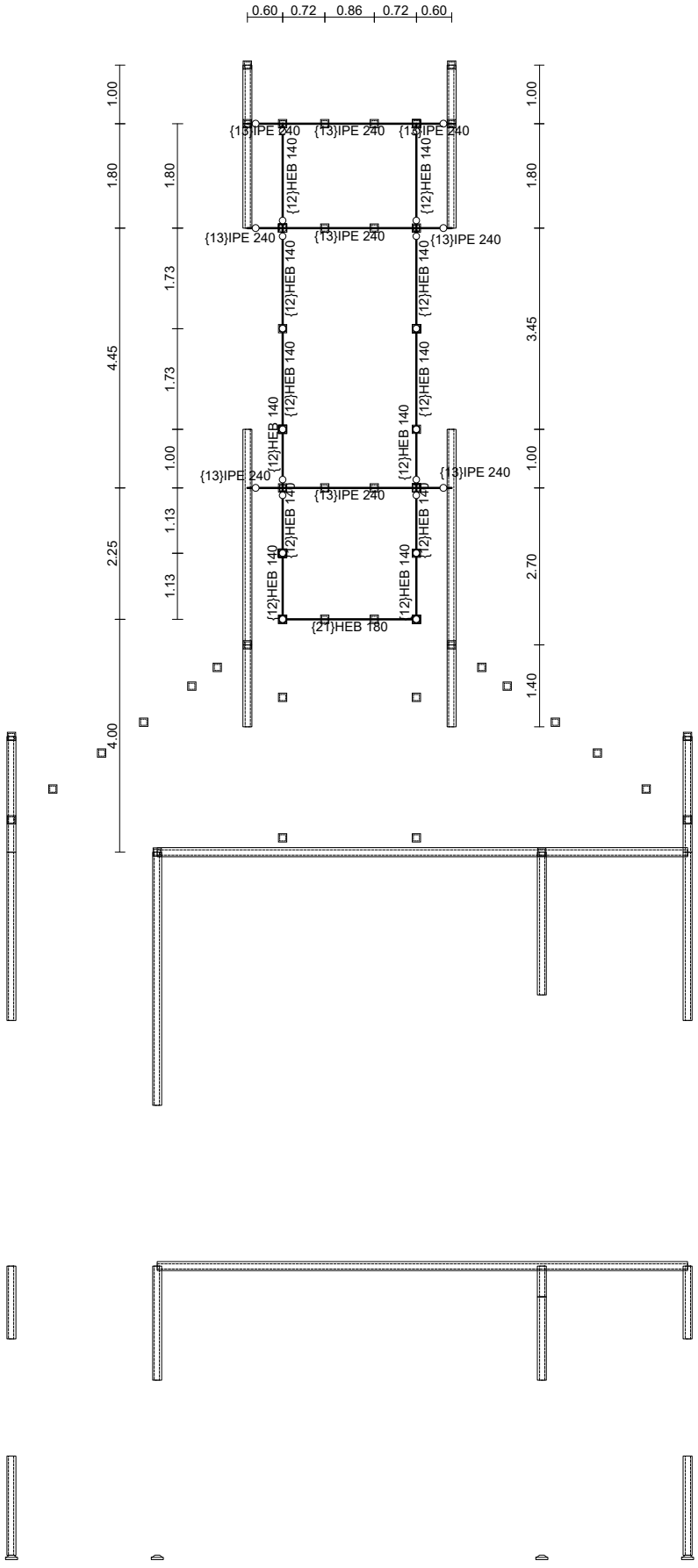

{4}b/d=20/20
d = 0.35 m
{11}b/d=30/35
d = 0.65 m
{2}D=50
{3}D=60
{3}D=60
{2}D=50
1.15
1.20
1.15
1.32
0.86
1.32
d = 0.80 m
{8}b/d=60/30
{8}b/d=60/30
1.00
4.05
0.60
2.30
0.60
4.05
1.00
d = 0.85 m
[1]
1.30
1.20
1.55
0.40
2.70
0.40
1.55
1.20
1.30
1.00
1.00
2.50
1.55
0.75
2.00
0.75
1.55
2.50
1.00
1.00
1.80
3.45
3.70
3.55
6.70
0.55
2.10
4.65
0.45
0.35
1.00
3.50
1.00
2.25
0.44
3.00
0.55
2.80
0.30
4.00
4.95

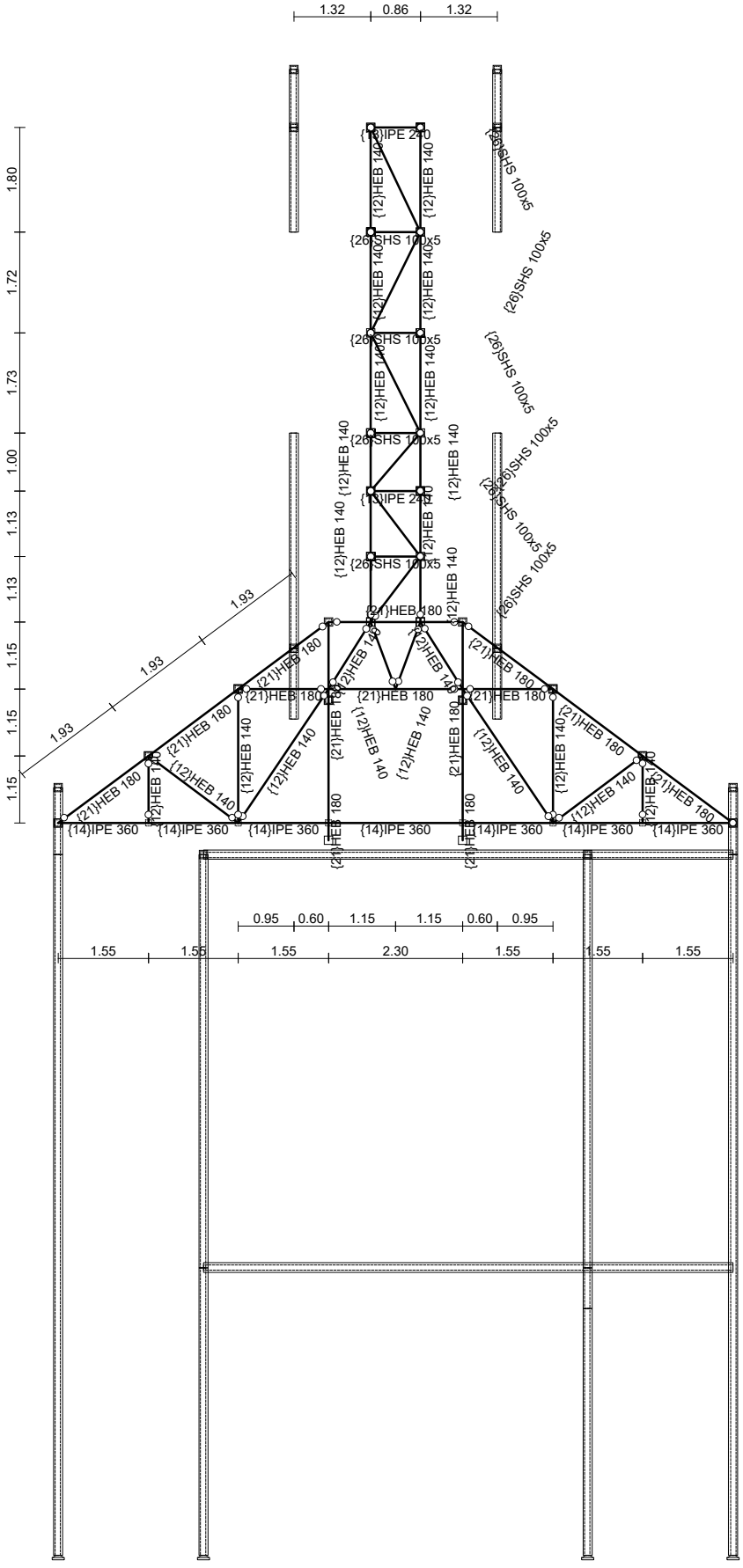
Okvir: Y1


1.32
0.86
1.32
{13}IPE 240
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{12}HEB 140
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{12}HEB 140
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{12}HEB 140
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{12}HEB 140
{12}HEB 140
{13}IPE 240
{26}SHS 100x5
{12}HEB 140
{12}HEB 140
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{30}SHS 120x6.3
{30}SHS 120x6.3
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{21}HEB 180
{26}SHS 100x5
{26}SHS 100x5
{26}SHS 100x5
{26}SHS 100x5
{26}SHS 100x5
1.80
1.72
1.73
1.00
1.13
1.13
1.15
0.20
2.10
0.30
0.60
0.72
0.86
0.72
0.60
1.55
3.50
1.55

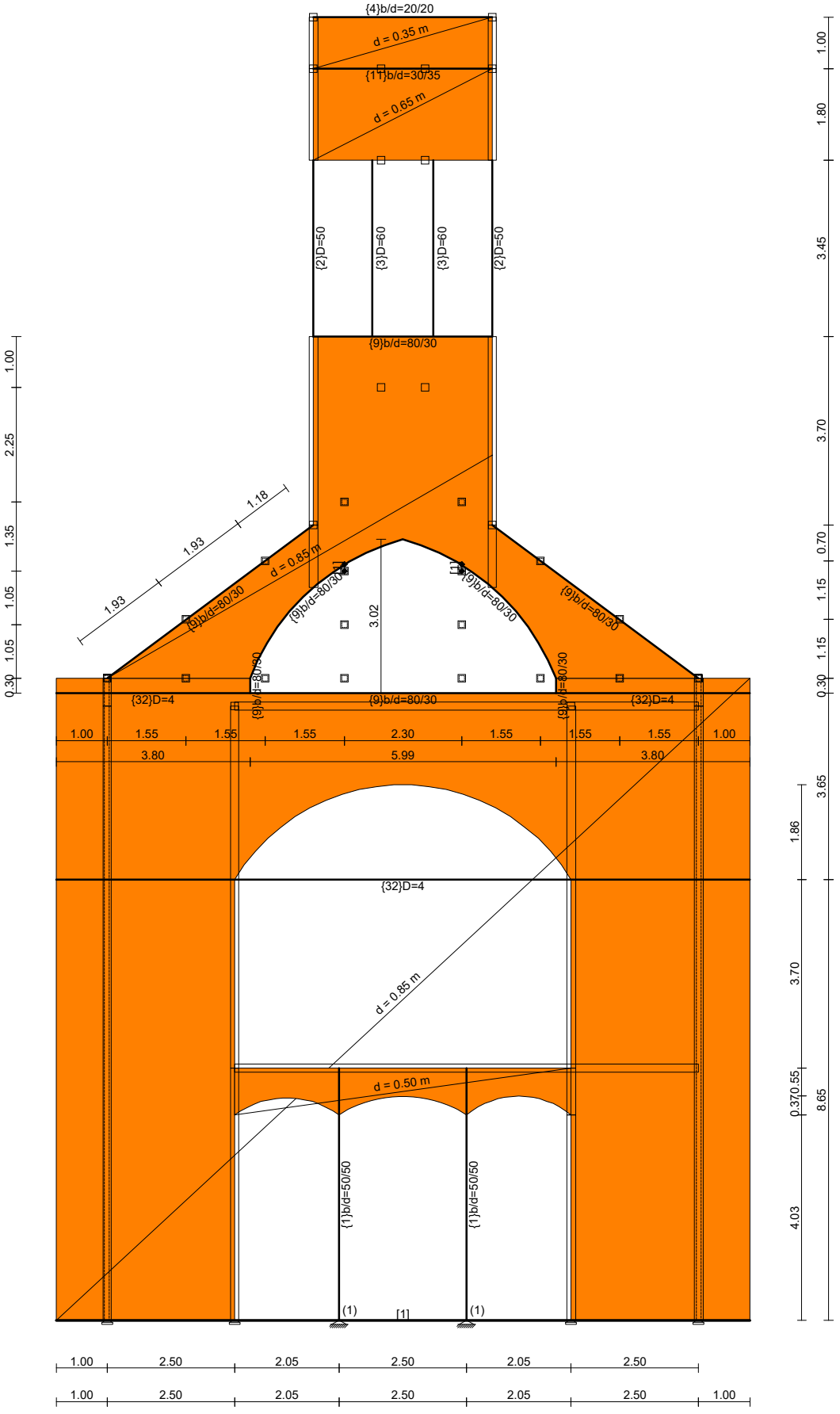
Okvir: Y2

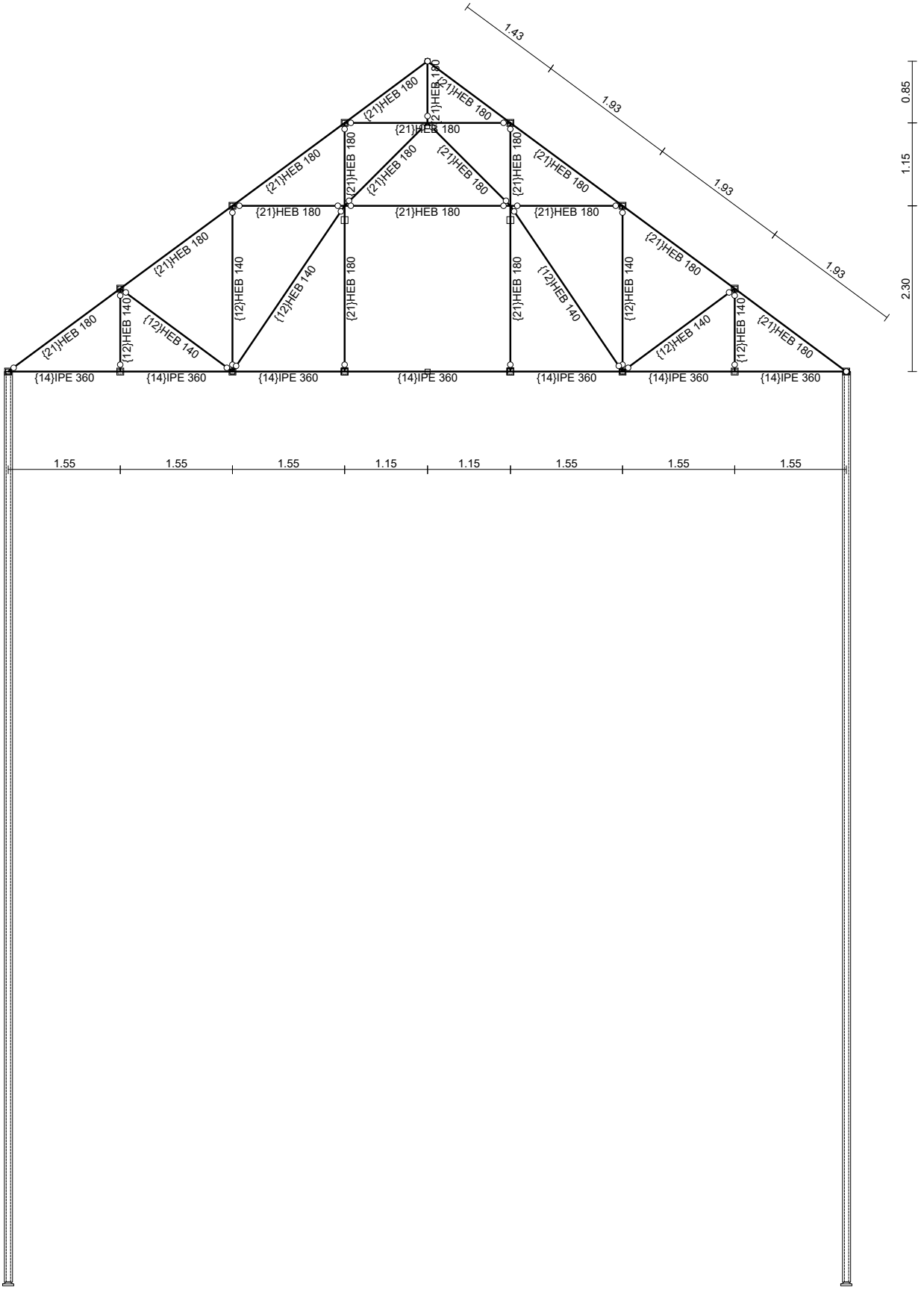

0.60
0.72
0.86
0.72
0.60
1.00
1.80
1.72
1.72
1.00
1.13
1.13
1.35
{13}IPE 240
{12}HEB 140
{21}HEB 180
4.45
2.25
2.65


0.60
0.72
0.86
0.72
0.60
1.00
1.80
4.45
2.25
4.00
1.80
1.73
1.73
1.00
1.13
1.13
3.45
2.70
1.40
{13}IPE 240
{12}HEB 140
{21}HEB 180

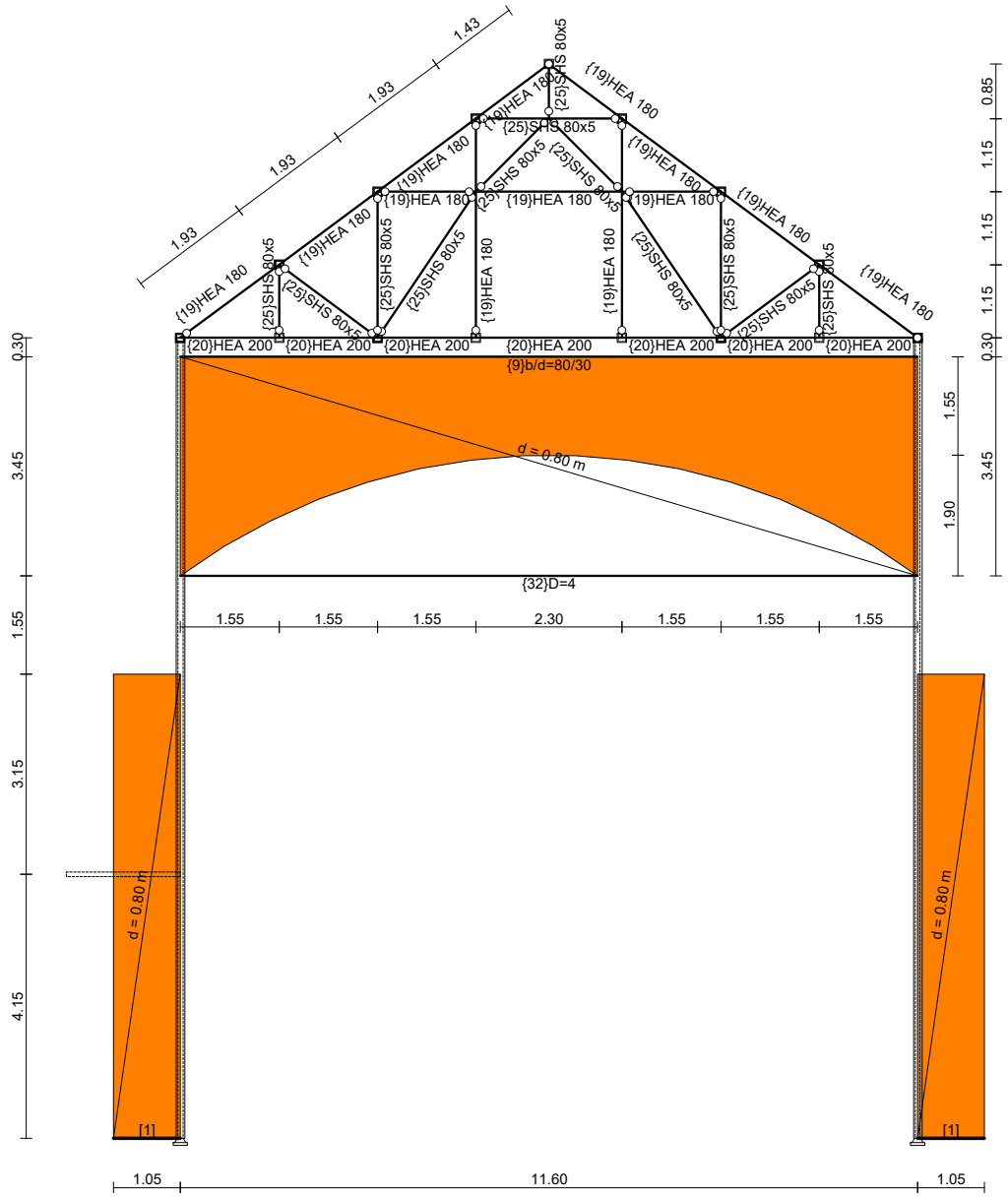

1.32
0.86
1.32
{8}IPE 240
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{13}IPE 240
{21}HEB 180
1.80
1.72
1.73
1.00
1.13
1.13
1.15
1.15
1.15
1.93
1.93
1.93
{14}IPE 360
0.95
0.60
1.15
1.15
0.60
0.95
1.55
1.55
1.55
2.30
1.55
1.55
1.55

Okvir: Y5

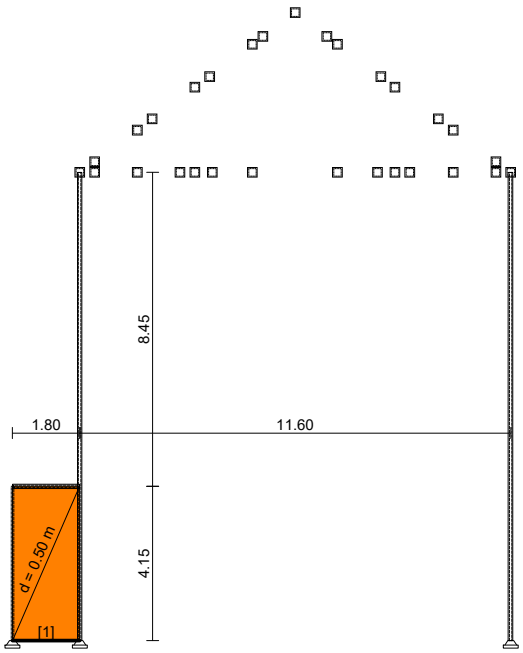

{4}b/d=20/20
d = 0.35 m
{11}b/d=30/35
d = 0.65 m
{2}D=50
{3}D=60
{3}D=60
{2}D=50
{9}b/d=80/30
d = 0.85 m
{32}D=4
d = 0.50 m
{1}b/d=50/50
{1}b/d=50/50
(1)
[1]
(1)
1.00
2.25
1.35
1.05
1.05
0.30
1.18
1.93
1.93
3.02
1.00
1.55
1.55
1.55
2.30
1.55
1.55
1.55
1.00
3.80
5.99
3.80
1.00
2.50
2.05
2.50
2.05
2.50
1.00
1.80
3.45
3.70
0.70
1.15
1.15
0.30
3.65
1.86
3.70
0.37 0.55
8.65
4.03


1.43
1.93
1.93
1.93
0.85
1.15
2.30
{21}HEB 180
{12}HEB 140
{14}IPE 360
1.55
1.15

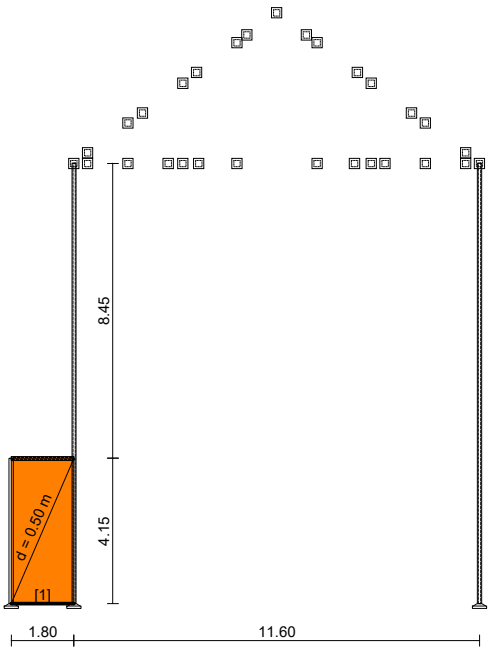
Okvir: Y7



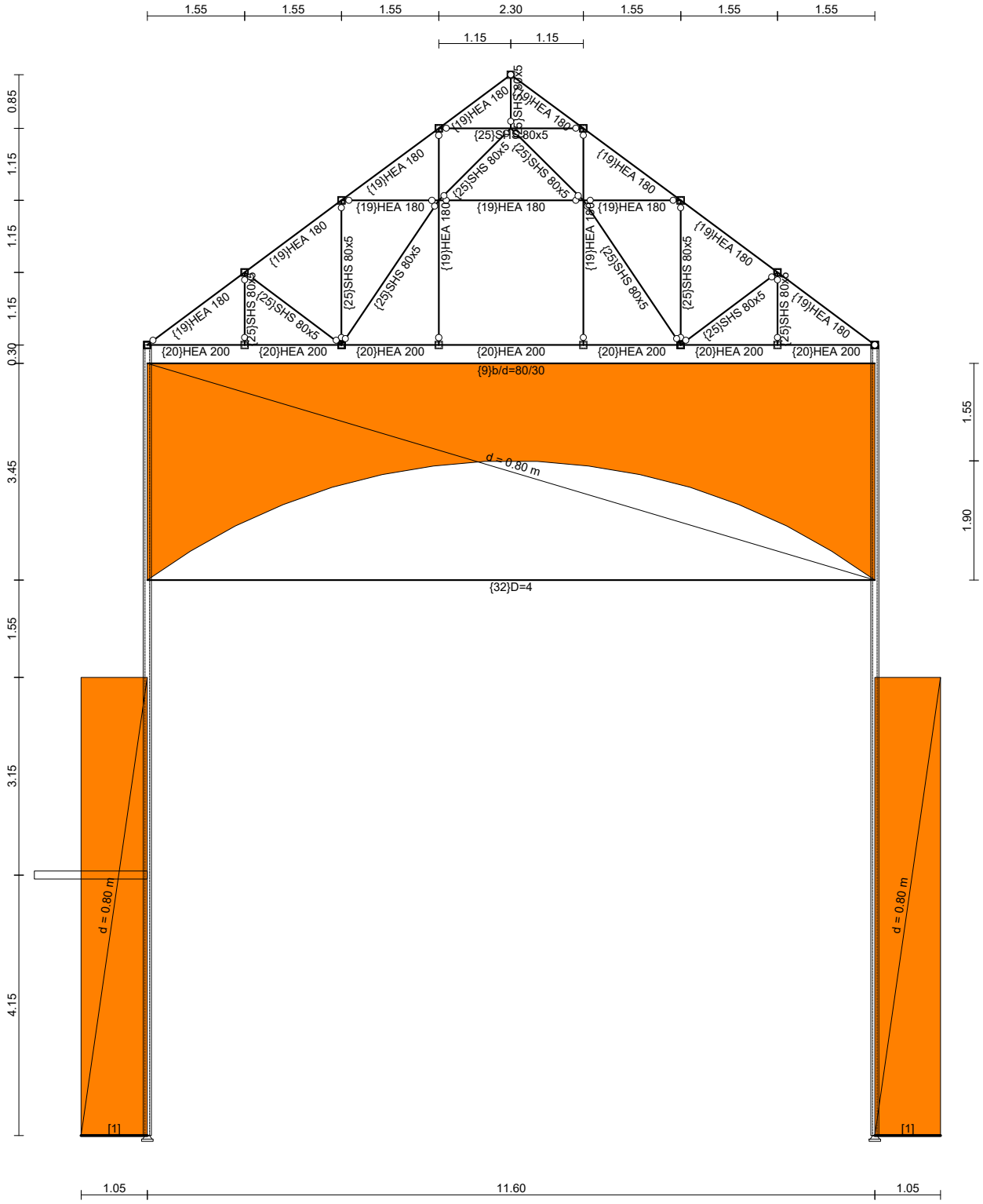
Okvir: Y8

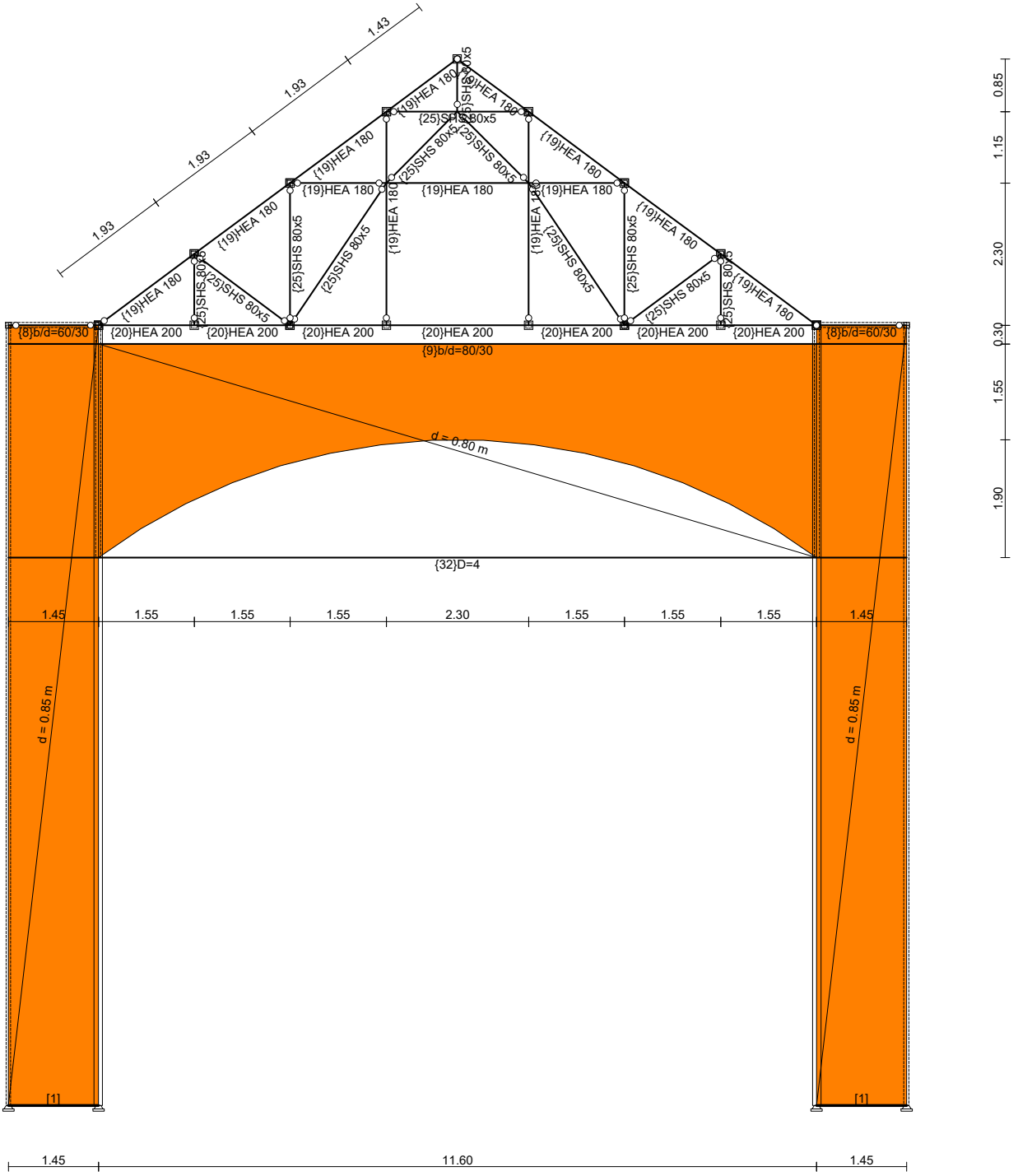


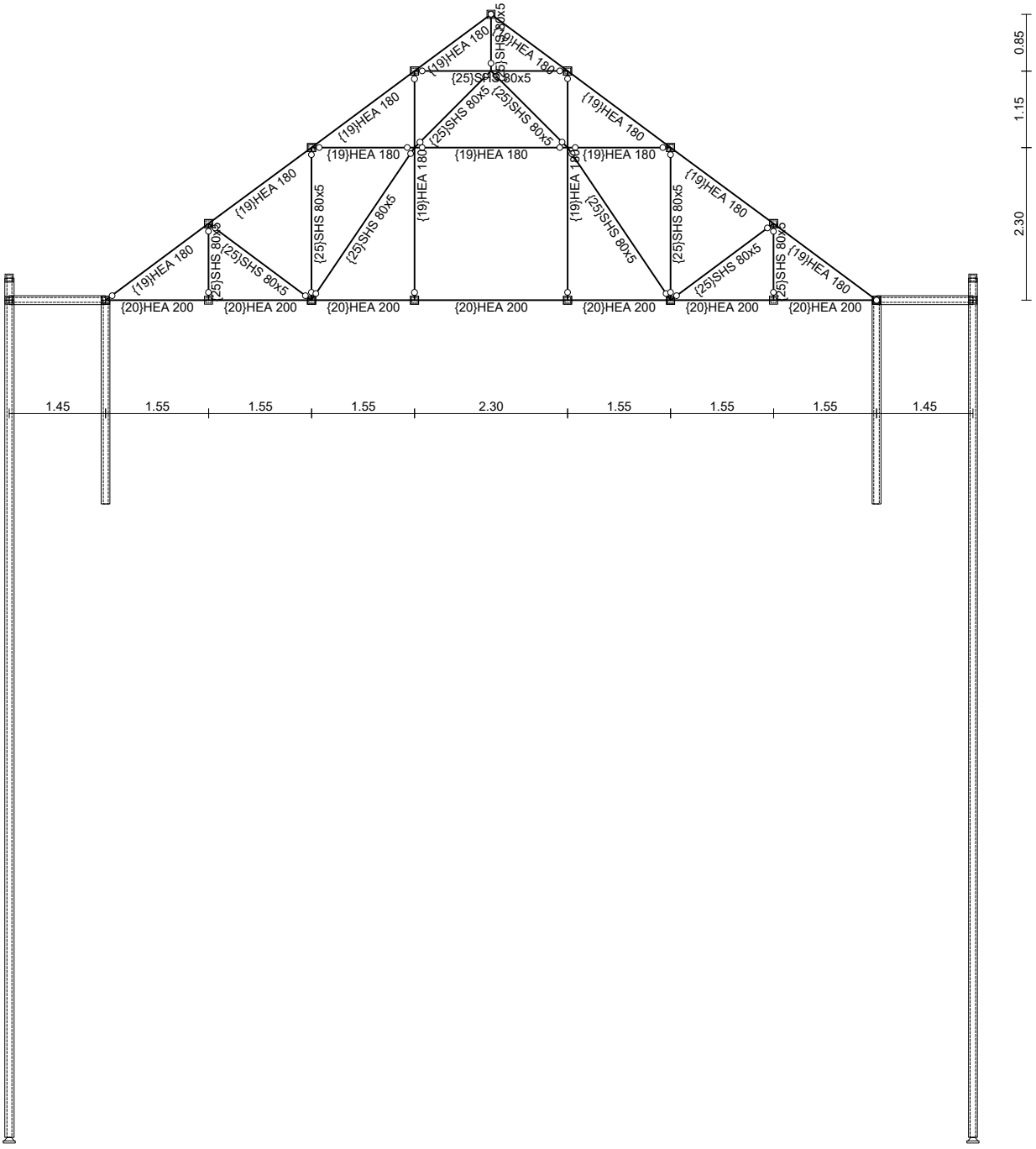
Okvir: Y9

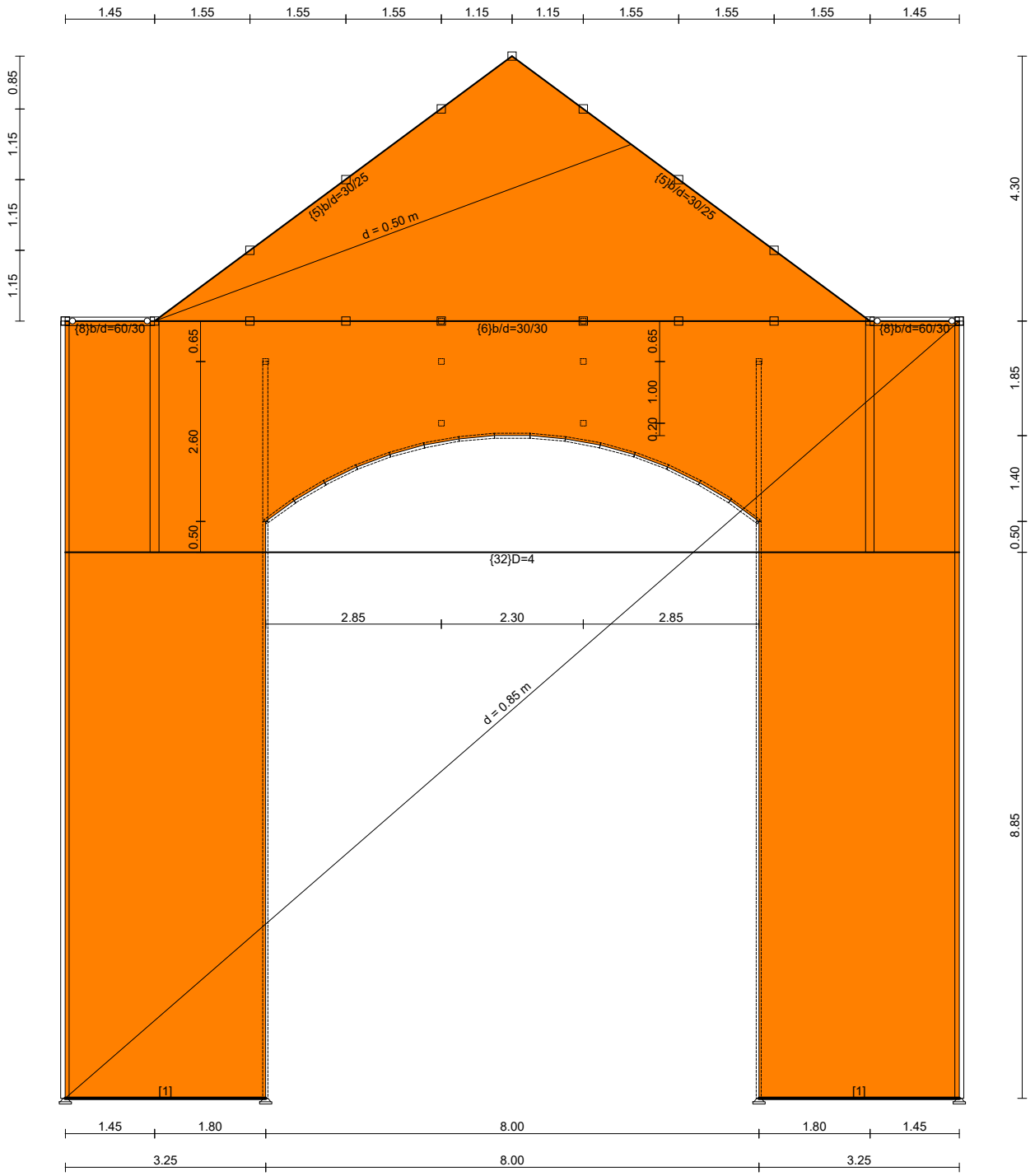


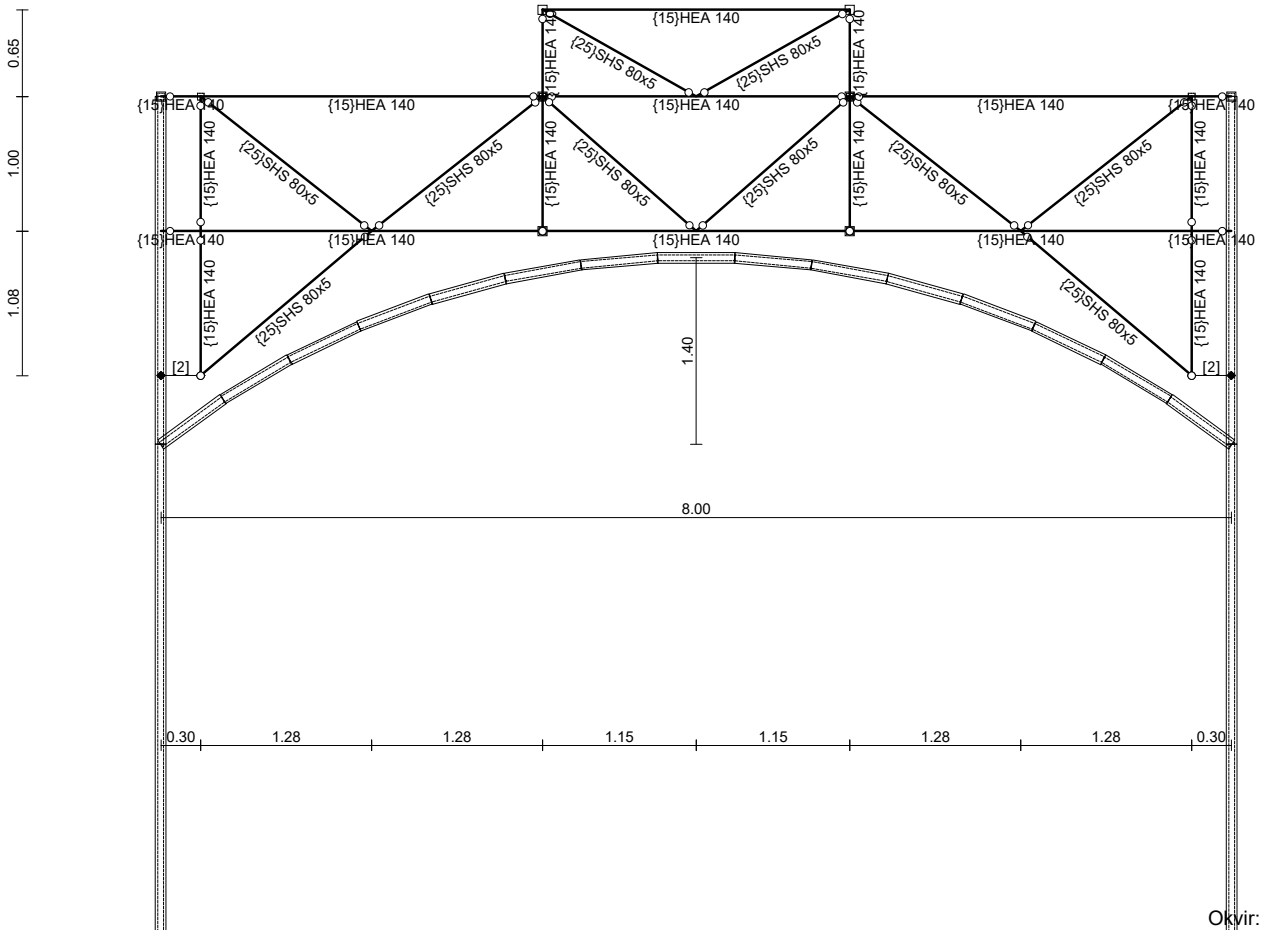
Okvir: Y10


1.55
1.55
1.55
2.30
1.55
1.55
1.55
1.15
1.15
0.85
1.15
1.15
1.15
0.30
3.45
1.55
3.15
4.15
{19}HEA 180
{25}SHS 80x5
{20}HEA 200
{9}b/d=80/30
d = 0.80 m
{32}D=4
1.55
1.90
[1]
1.05
11.60
1.05

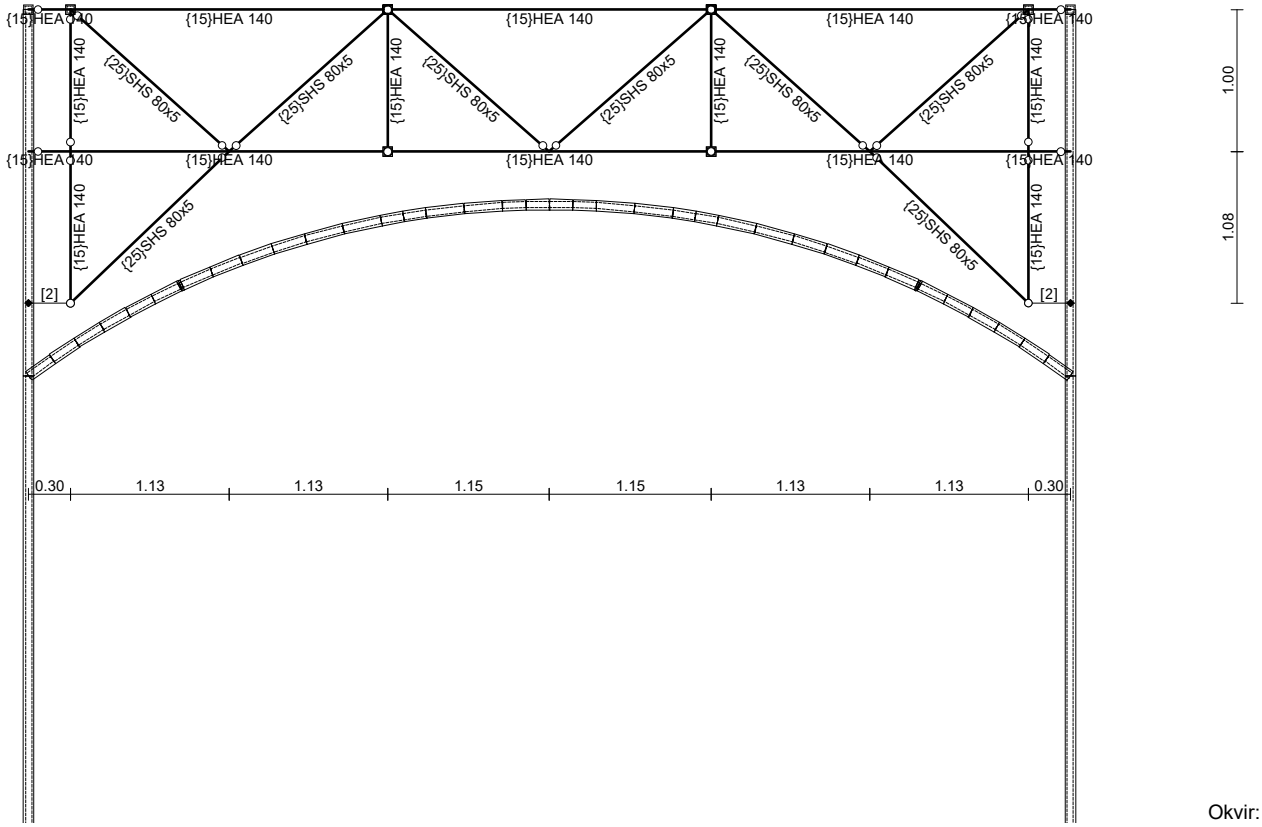

1.43
1.93
1.93
1.93
{19}HEA 180
{25}SHS 80x5
{8}b/d=60/30
{20}HEA 200
{9}b/d=80/30
d = 0.80 m
{32}D=4
1.45
1.55
2.30
d = 0.85 m
[1]
11.60
0.85
1.15
2.30
0.30
1.55
1.90


{19}HEA 180
{25}SHS 80x5
{20}HEA 200
0.85
1.15
2.30
1.45
1.55
1.55
1.55
2.30
1.55
1.55
1.55
1.45

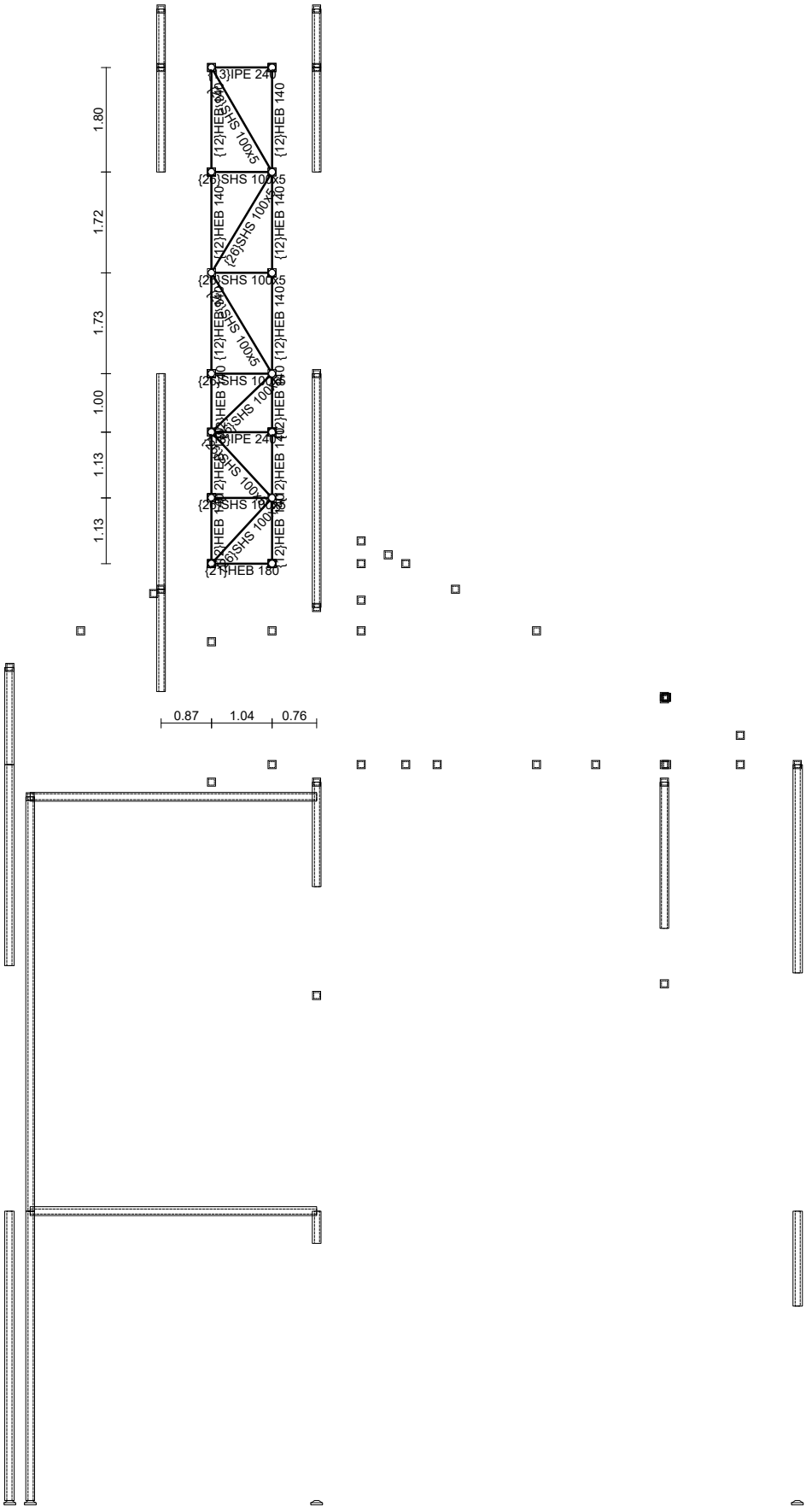

1.45
1.55
1.55
1.55
1.15
1.15
1.55
1.55
1.55
1.45
0.85
1.15
1.15
1.15
4.30
{5}b/d=30/25
{5}b/d=30/25
d = 0.50 m
{8}b/d=60/30
{6}b/d=30/30
{8}b/d=60/30
0.65
2.60
0.50
0.65
1.00
0.20
1.85
1.40
0.50
{32}D=4
2.85
2.30
2.85
d = 0.85 m
8.85
[1]
[1]
1.45
1.80
8.00
1.80
1.45
3.25
8.00
3.25

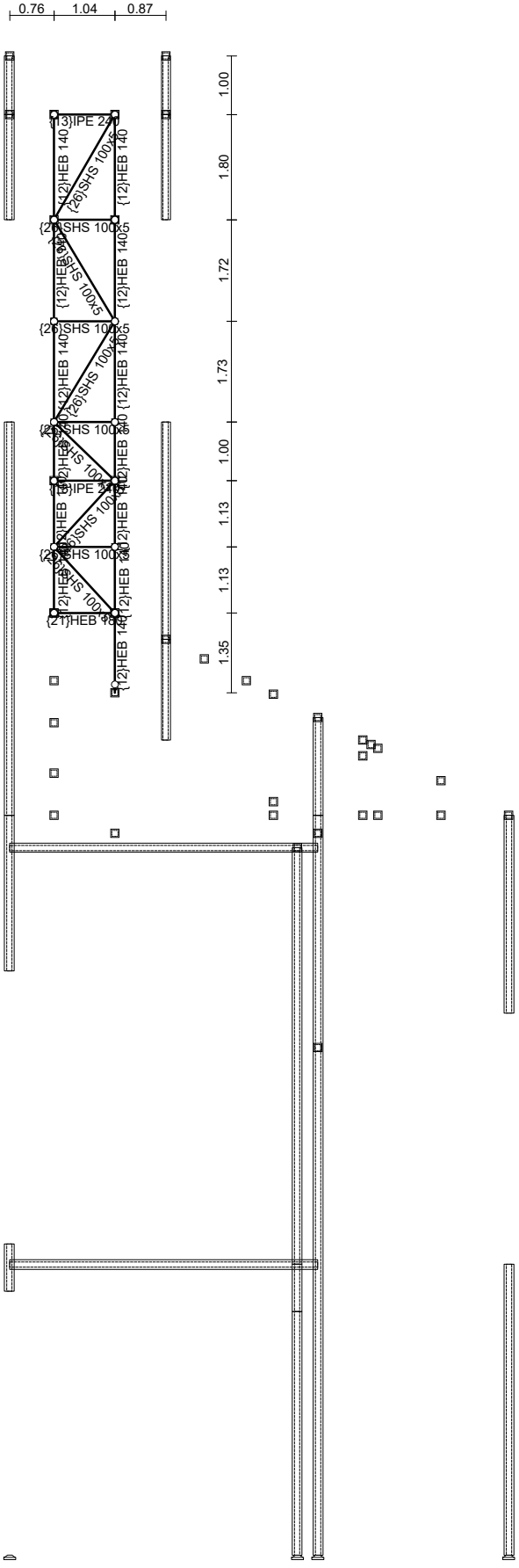


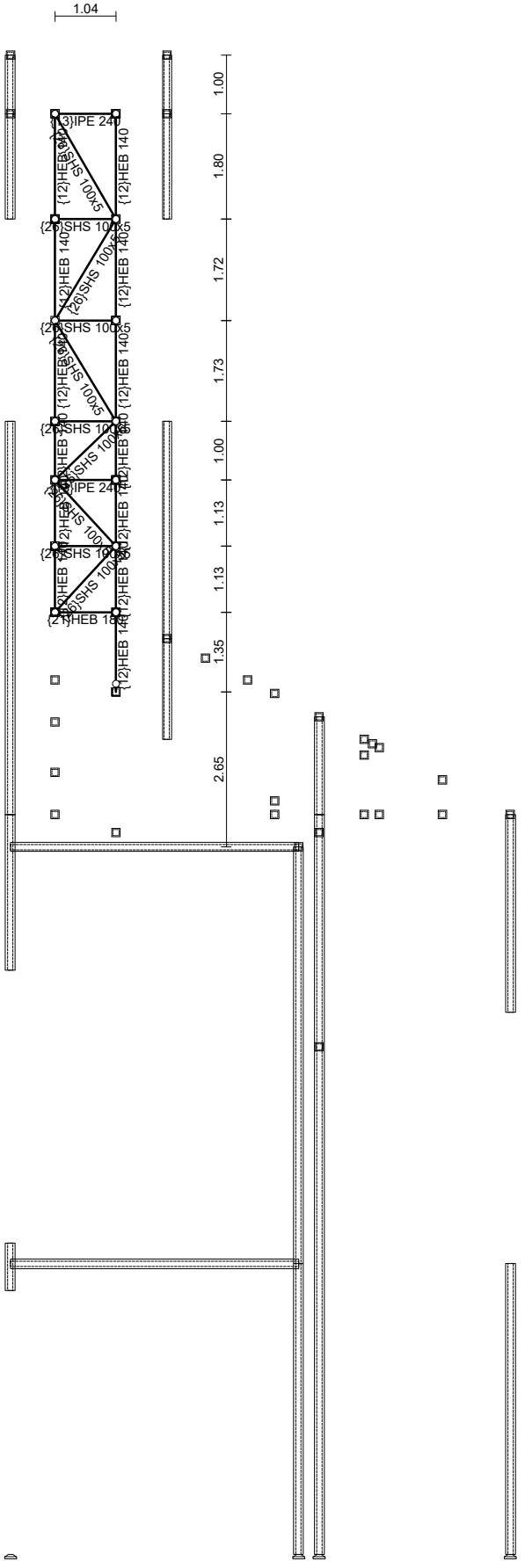
Okvir: Y15

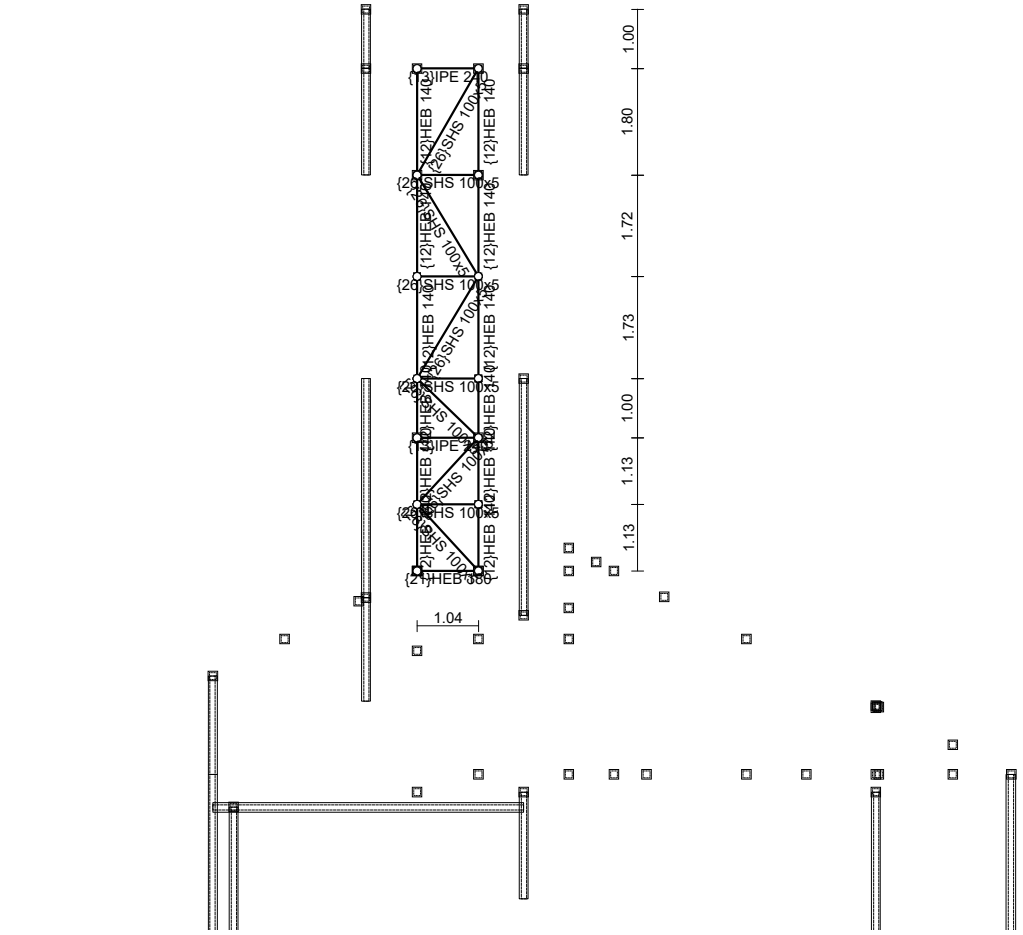


Okvir: Y16

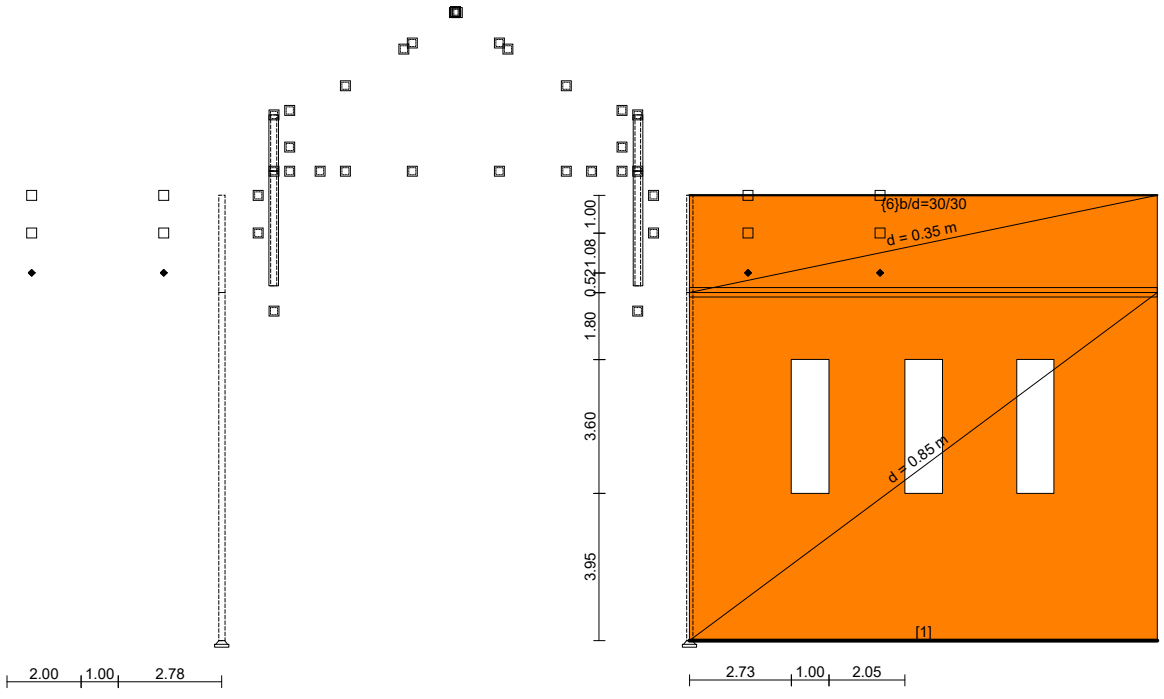

{13}IPE 240
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{2}HEB 180
1.80
1.72
1.73
1.00
1.13
1.13
0.87
1.04
0.76


0.76
1.04
0.87
1.00
1.80
1.72
1.73
1.00
1.13
1.13
1.35
{13}IPE 270
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{21}HEB 180


1.04
1.00
1.80
1.72
1.73
1.00
1.13
1.13
1.35
2.65
{13}IPE 240
{12}HEB 140
{26}SHS 100x5
{12}HEB 1405
{21}HEB 180



Okvir: K4



Okvir: C1

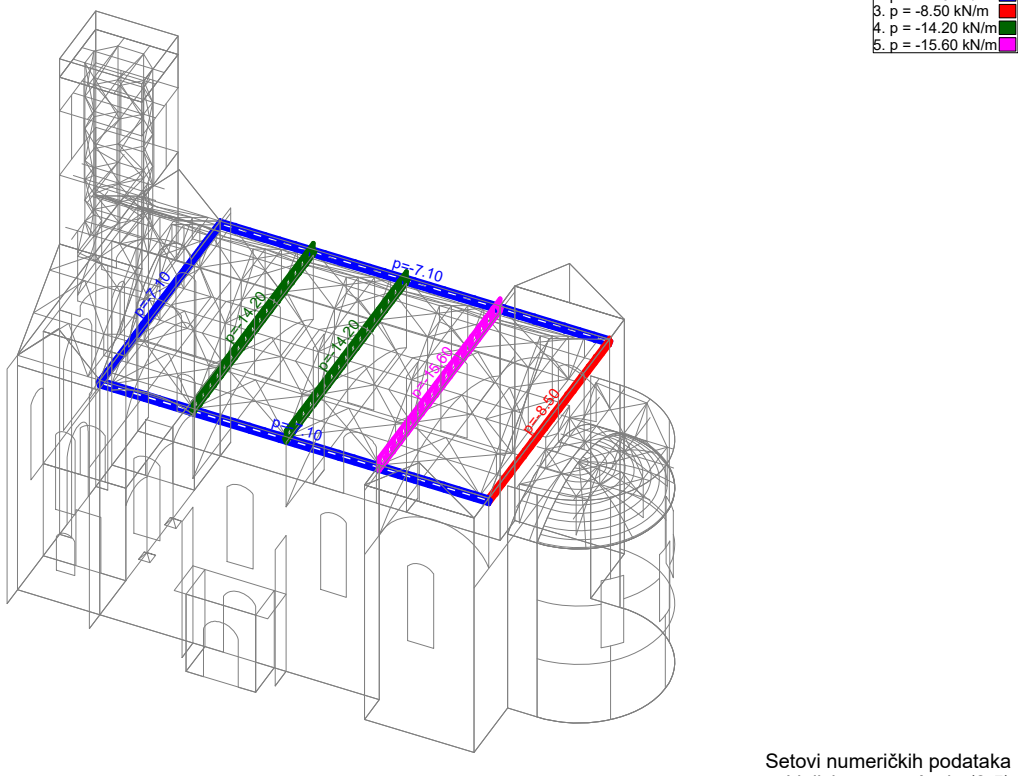
Rekapitulacija količina materijala					
Materijal	γ [kN/m³]	O [m²]	P [m²]	V [m³]	m [T]
Čelik	78.500	1029.0		5.044	40.380
C 25/30	25.000	416.82	91.545	56.595	144.28
Staro zide	17.000	93.502	1513.1	1141.9	1979.5
	Ukupno:	1539.3	1604.7	1203.5	2164.1

PRIKAZ POLOŽAJA I IZNOS OPTEREĆENJA

Lista slučajeva opterećenja	
LC	Naziv
1	VT - Vlastita težina (g)
2	G1 - Dodatno stalno
3	Q - Uporabno
4	W - Vjetar X odizanje
5	W1 - Vjetar X pritisak
6	W3 - Vjetar Y odizanje
7	Aex - Potres X
8	Aey - Potres Y

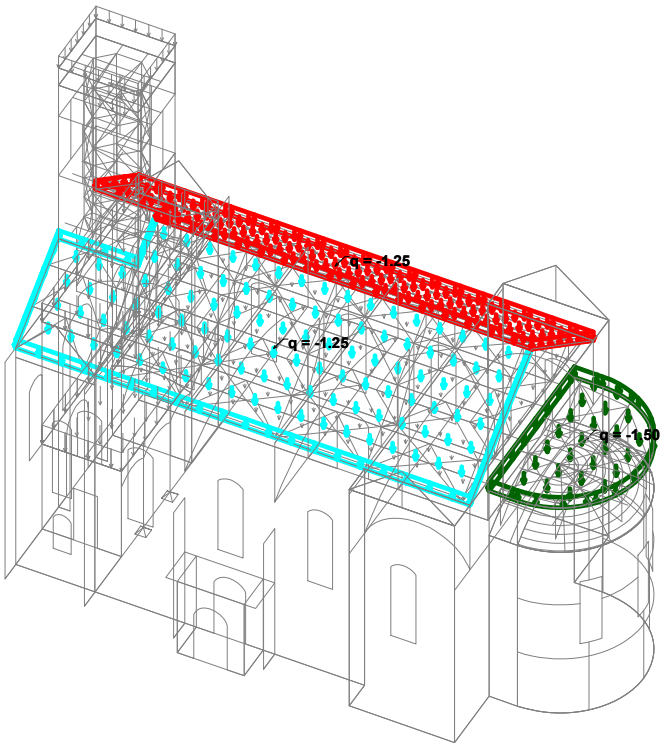
LC	Naziv
9	SRSS: VII+VIII
10	Komb.: I+II+III
11	Komb.: 0.9xI+0.9xII+1.5xIV
12	Komb.: 0.9xI+0.9xII+1.5xVI
13	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.9xV
14	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.5xV
15	Komb.: I+II+0.3xIII+IX
16	Komb.: I+II+0.3xIII-1xIX

Opt. 1: VT - Vlastita težina (g)



Setovi numeričkih podataka
Linijsko opterećenje (2-5)

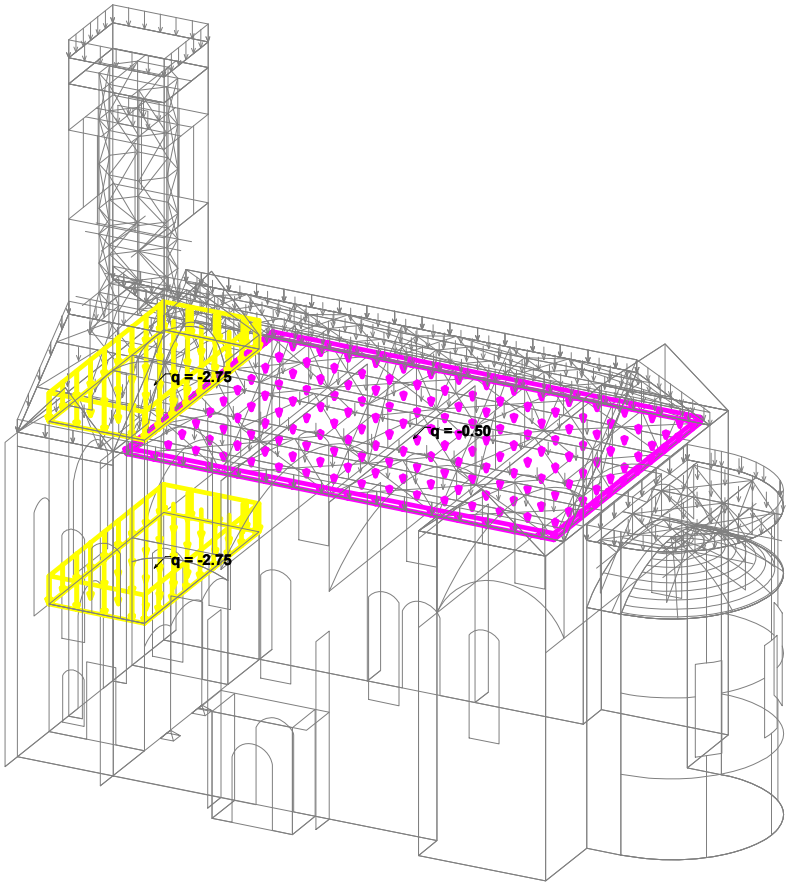
Opt. 2: G1 - Dodatno stalno



Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (4,7,8)

Opt. 2: G1 - Dodatno stalno

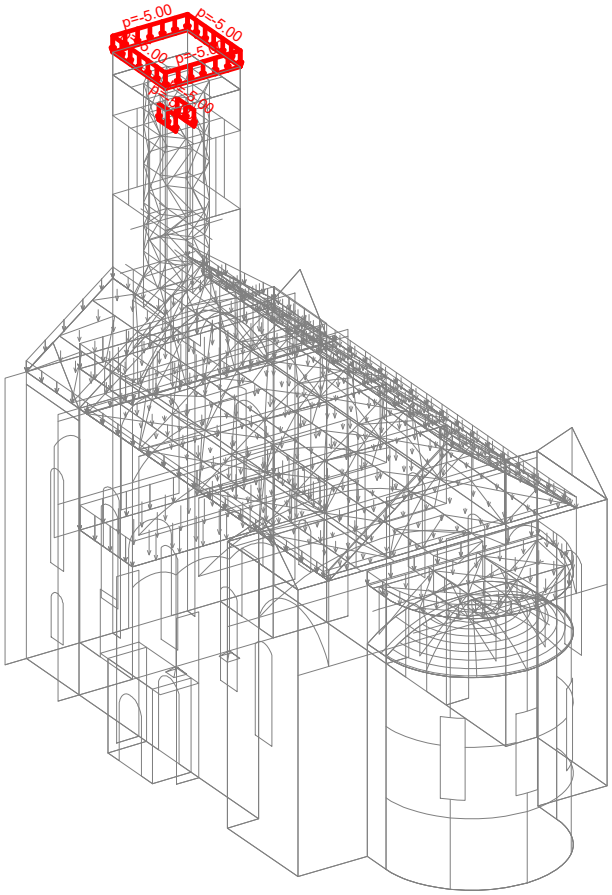
Površinsko opterećenje
1. p=-2.75 kN/m²
5. p=-0.50 kN/m²



Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (1,5)

Opt. 2: G1 - Dodatno stalno

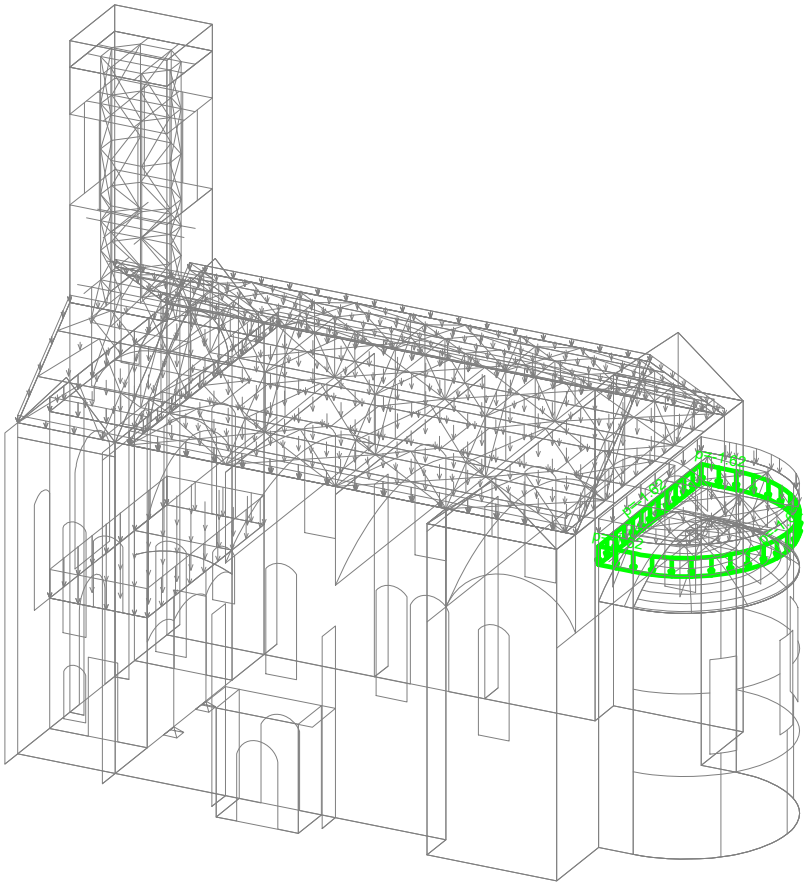
Linijsko opterećenje
1. p = -5.00 kN/m



Setovi numeričkih podataka
Linijsko opterećenje (1)

Opt. 3: Q - Uporabno

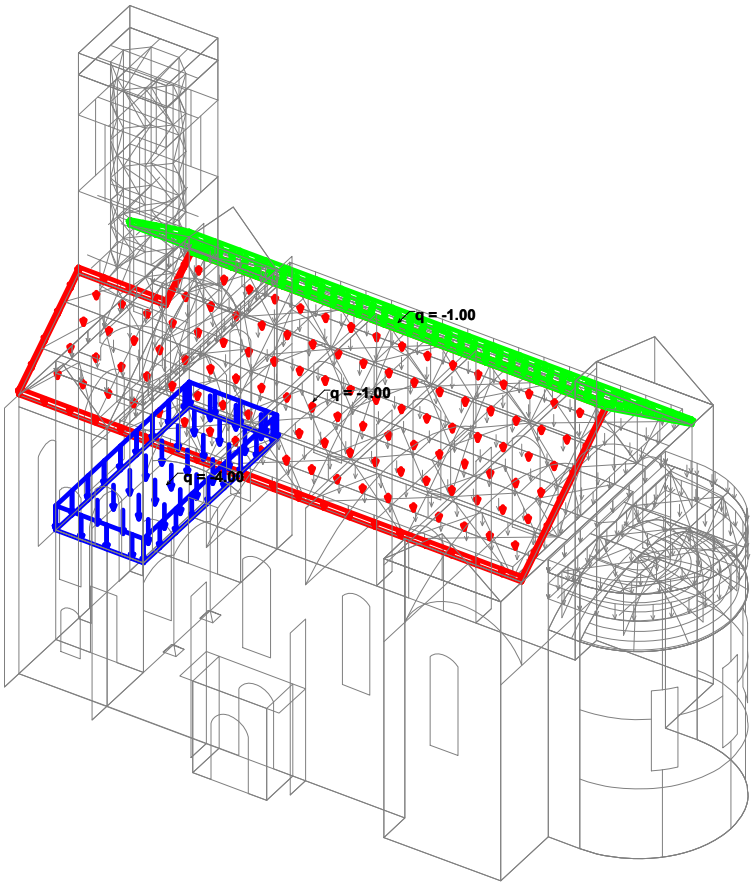
Linijsko opterećenje
6. p = -1.62 kN/m



Setovi numeričkih podataka
Linijsko opterećenje (6)

Opt. 3: Q - Uporabno

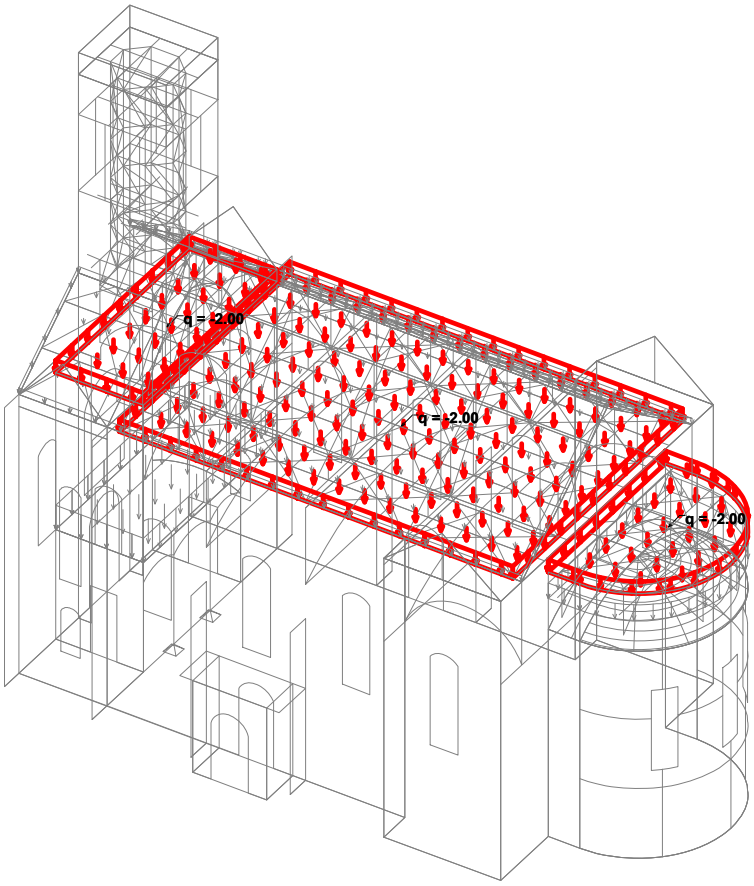
Površinsko opterećenje
2. p=-4.00 kN/m²
6. p=-1.00 kN/m²
9. p=-1.00 kN/m²



Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (2,6,9)

Opt. 3: Q - Uporabno

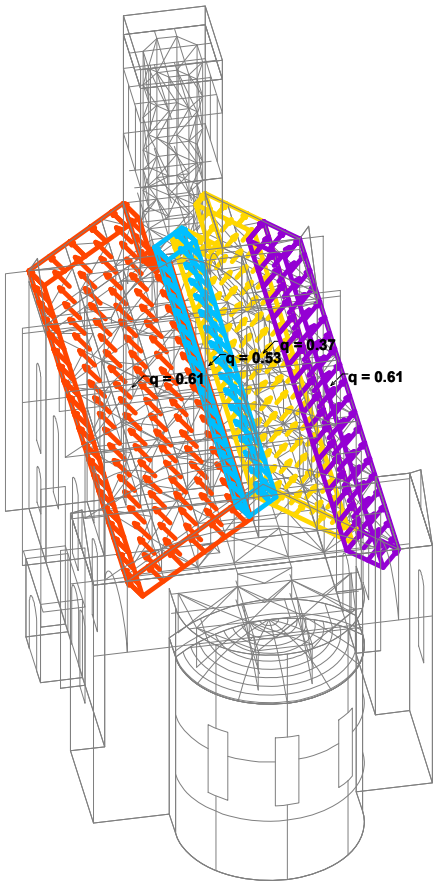
Površinsko opterećenje
3. p=-2.00 kN/m²



Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (3)

Opt. 4: W - Vjetar X odizanje

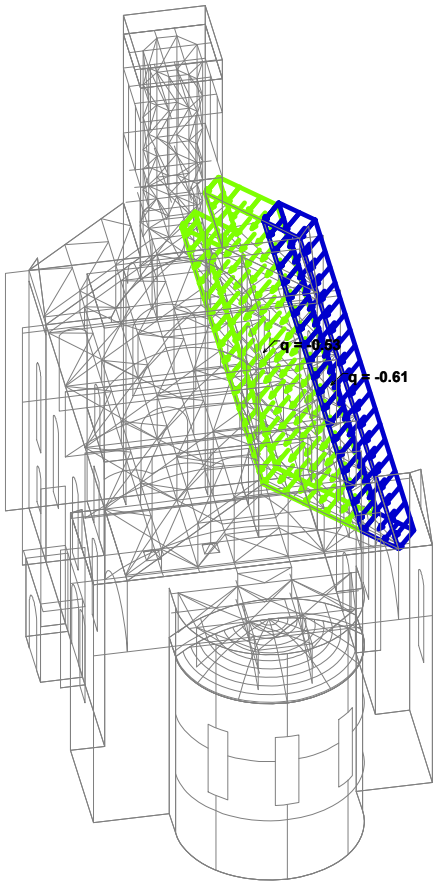
Površinsko opterećenje
10. p=0.37 kN/m²
11. p=0.61 kN/m²
12. p=0.53 kN/m²
13. p=0.61 kN/m²



Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (10-13)

Opt. 5: W1 - Vjetar X pritisak

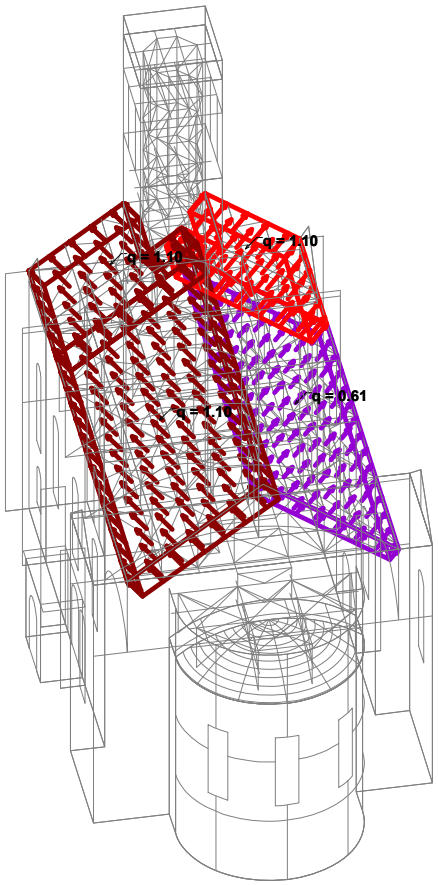
Površinsko opterećenje
14. p=-0.53 kN/m²
15. p=-0.61 kN/m²



Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (14,15)

Opt. 6: W3 - Vjetar Y odizanje

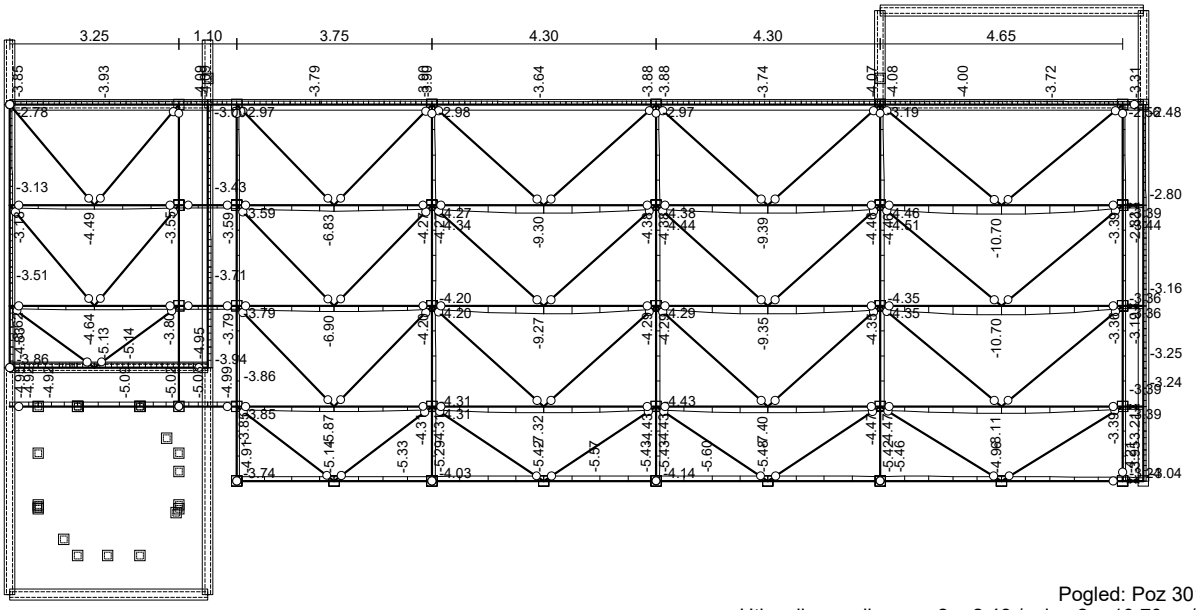
Površinsko opterećenje
11. p=0.61 kN/m²
16. p=1.10 kN/m²
17. p=1.10 kN/m²



Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (11,16,17)

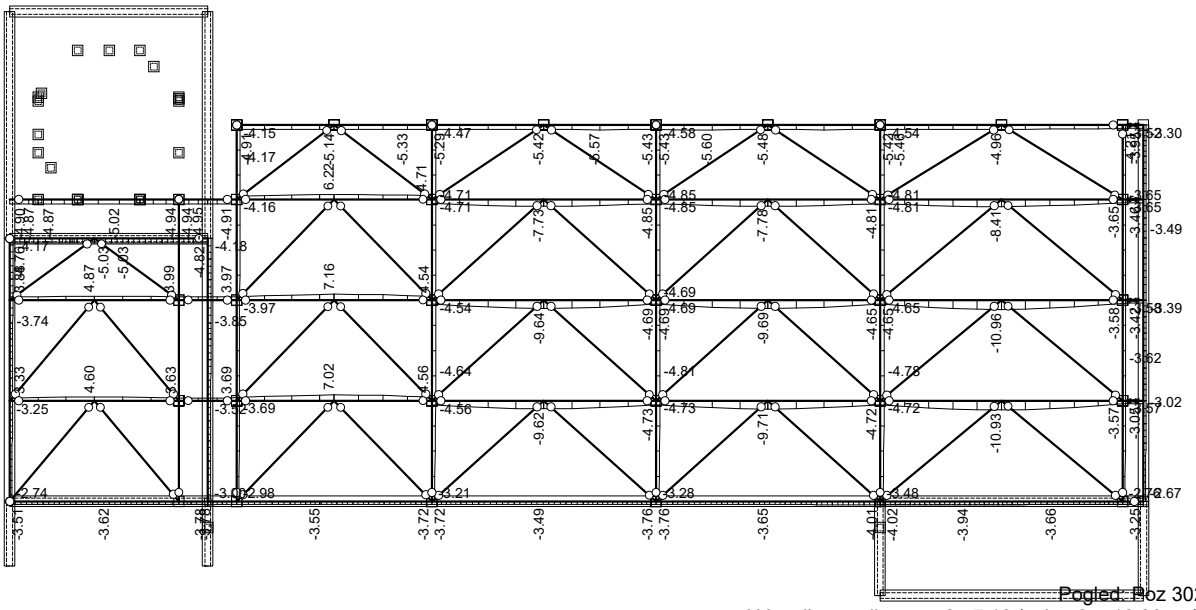
KONTROLA PROGIBA

Opt. 10: I+II+III



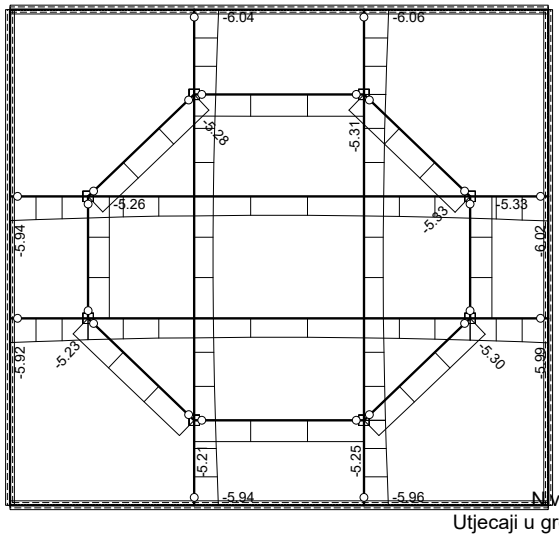
Pogled: Poz 301 - K1
Utjecaji u gredi: max u2= -2.48 / min u2= -10.70 m / 1000

Opt. 10: I+II+III



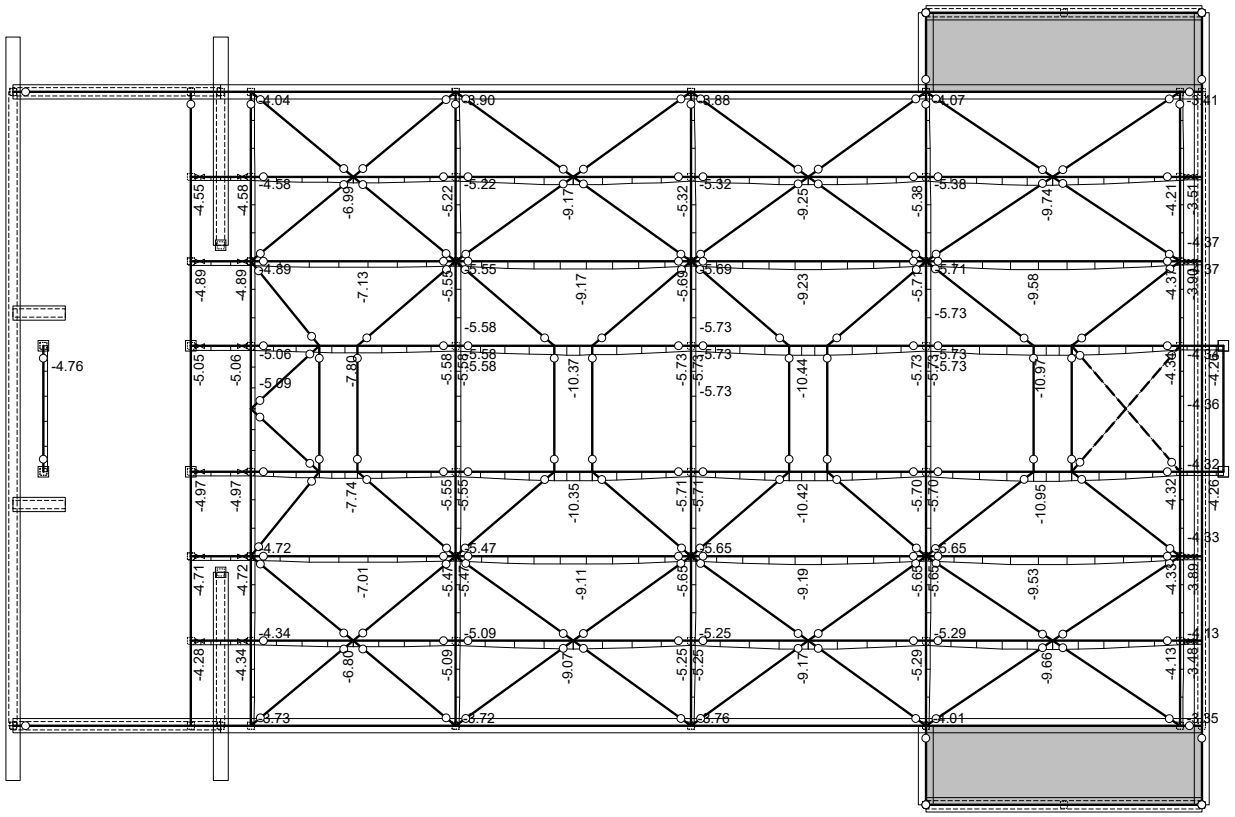
Pogled: Poz 302 - K2
Utjecaji u gredi: max u2= 7.16 / min u2= -10.96 m / 1000

Opt. 10: I+II+III



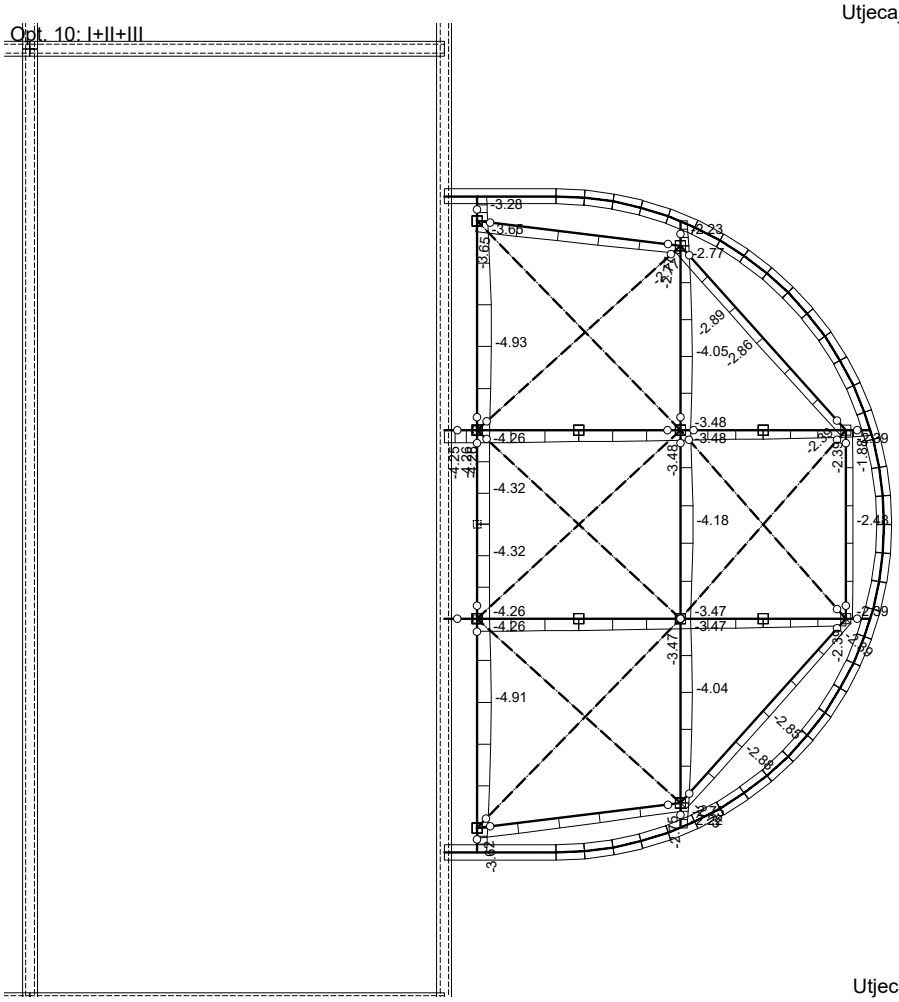
Novo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Utjecaji u gredi: max u2= -4.63 / min u2= -6.09 m / 1000

Opt. 10: I+II+III



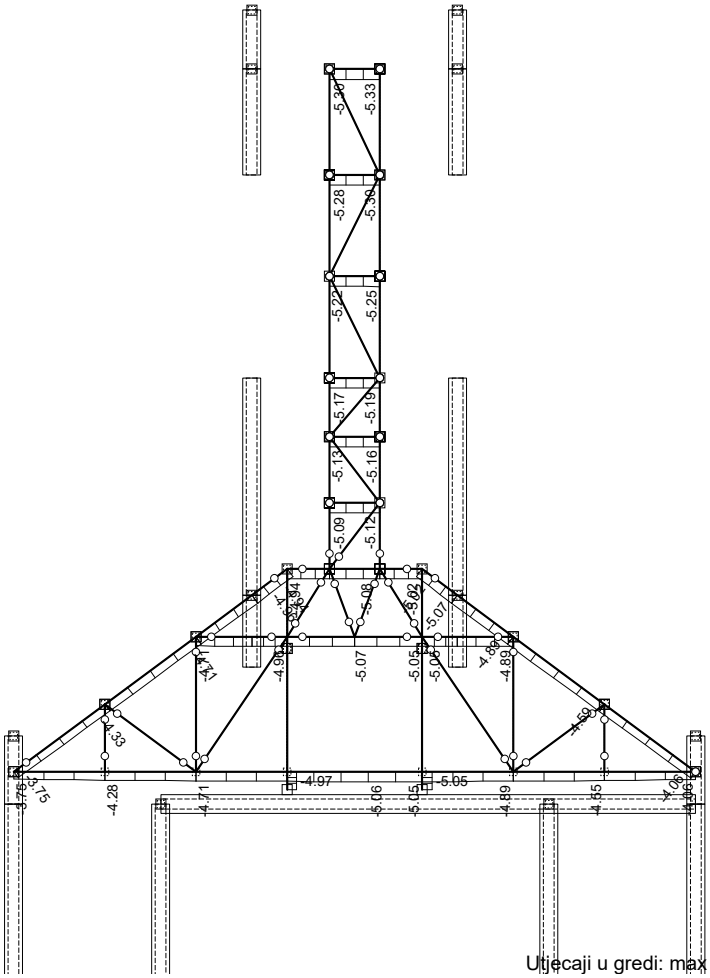
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max Zp= -2.76 / min Zp= -10.97 m / 1000

Opt. 10: I+II+III



Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max Zp= -1.84 / min Zp= -4.93 m / 1000

Opt. 10: I+II+III

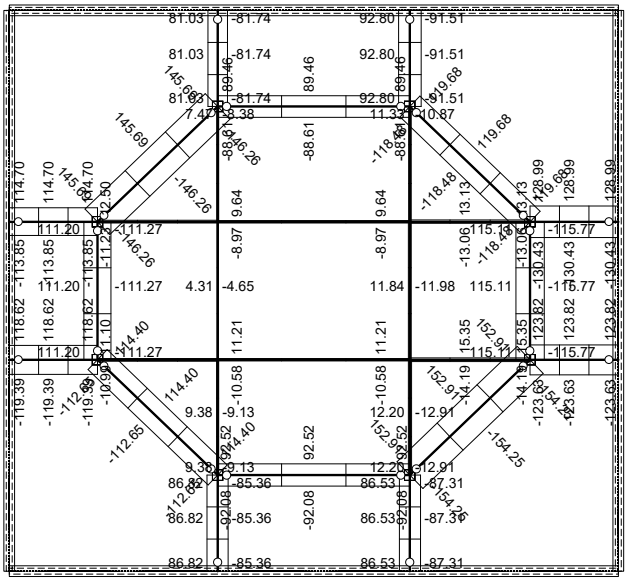


Okvir: Y5
Utjecaji u gredi: max Zp= -3.75 / min Zp= -5.33 m / 1000

SVI PROGIBI ZADOVOLJAVAJU

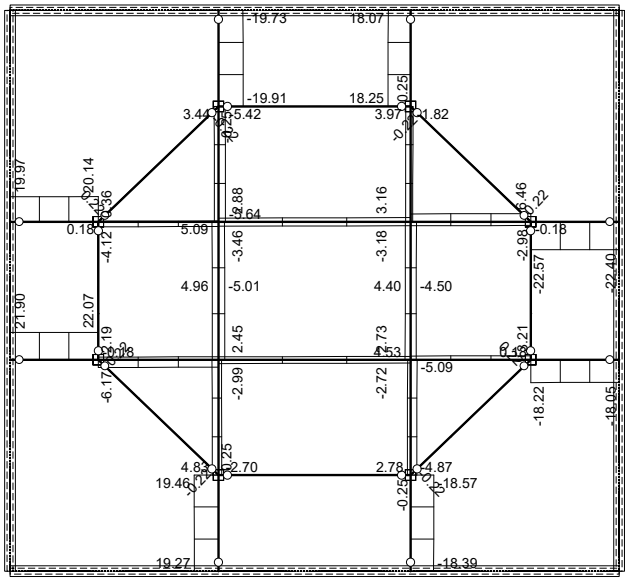
UNUTARNJE SILE U ČELIČNIM ELEMENTIMA

Opt. 17: [ULS] 11-16



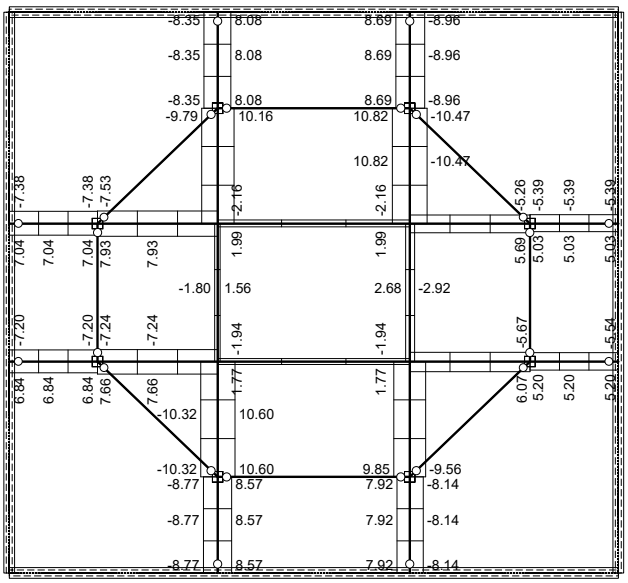
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 152.91 / min N1= -154.25 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



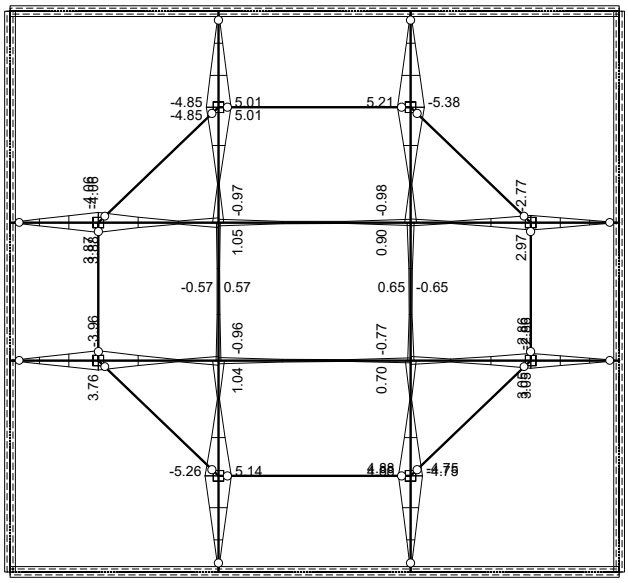
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Utjecaji u gredi: max T2= 22.07 / min T2= -22.57 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



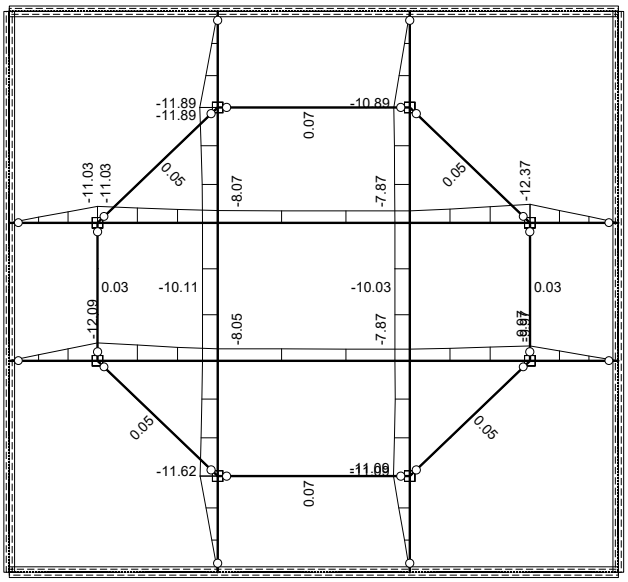
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Utjecaji u gredi: max T3= 87.20 / min T3= -86.43 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



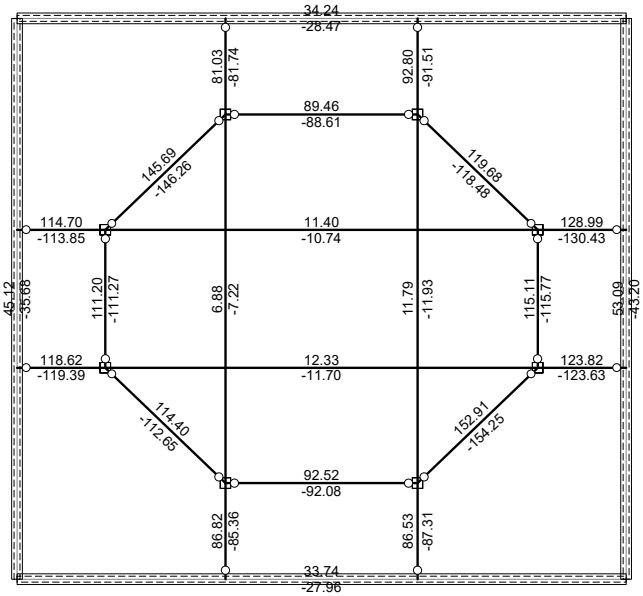
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Utjecaji u gredi: max M2= 56.12 / min M2= -56.67 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



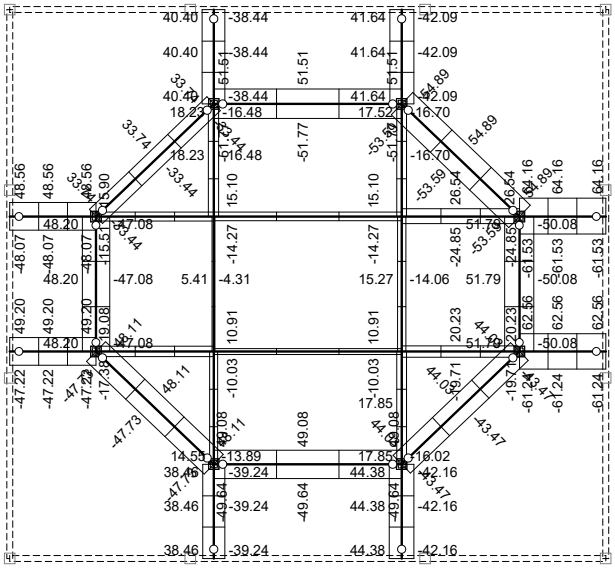
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 12.58 / min M3= -12.37 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



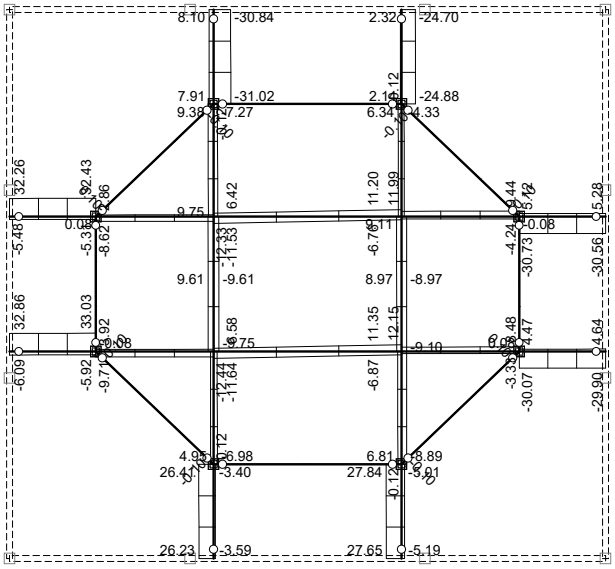
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 152.91 / min N1= -154.25 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



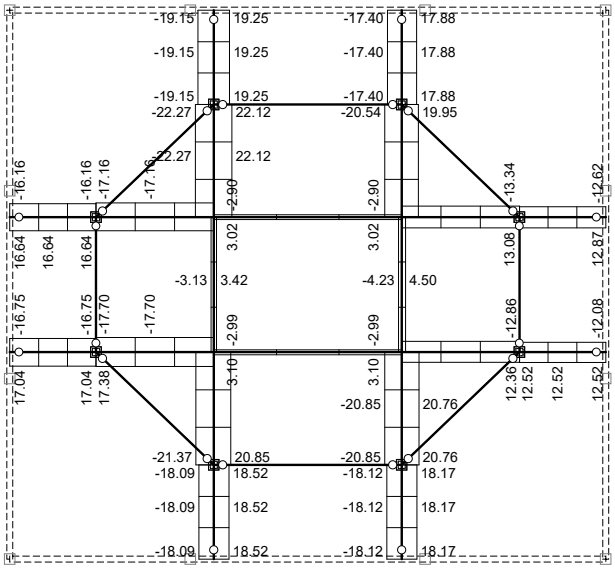
Nivo: Poz 404 - Vrh prozora zvonika [22.75 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 64.16 / min N1= -61.53 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



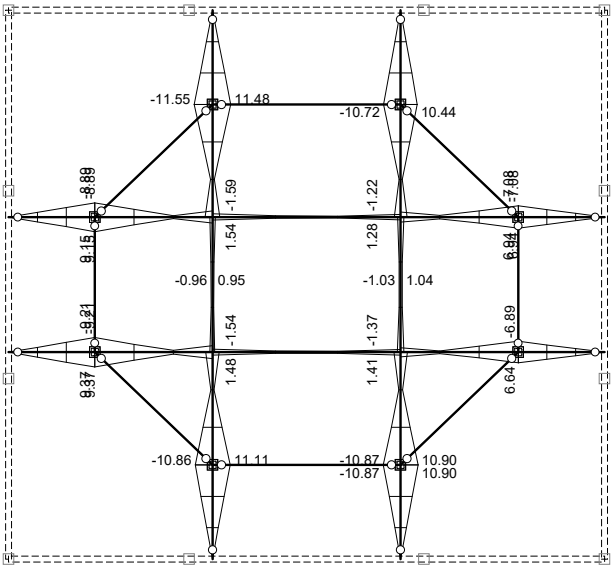
Nivo: Poz 404 - Vrh prozora zvonika [22.75 m]
Utjecaji u gredi: max T2= 33.03 / min T2= -31.02 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



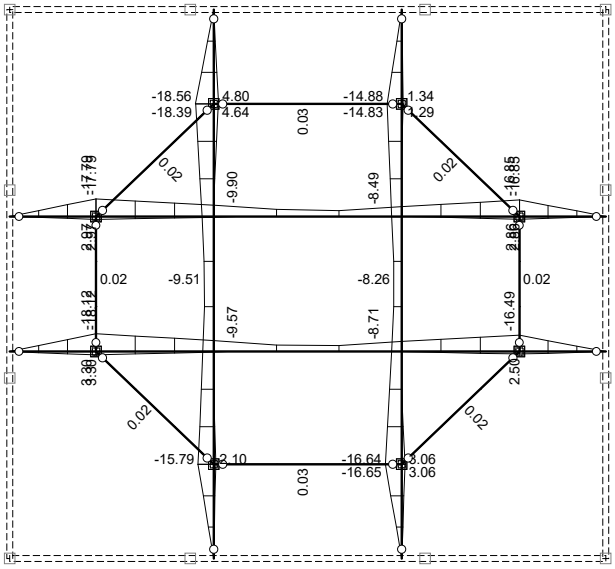
Nivo: Poz 404 - Vrh prozora zvonika [22.75 m]
Utjecaji u gredi: max T3= 22.12 / min T3= -22.27 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



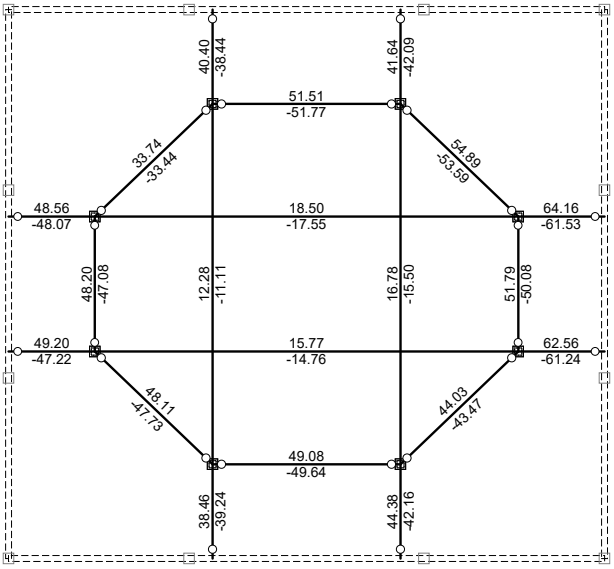
Nivo: Poz 404 - Vrh prozora zvonika [22.75 m]
Utjecaji u gredi: max M2= 11.49 / min M2= -11.55 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



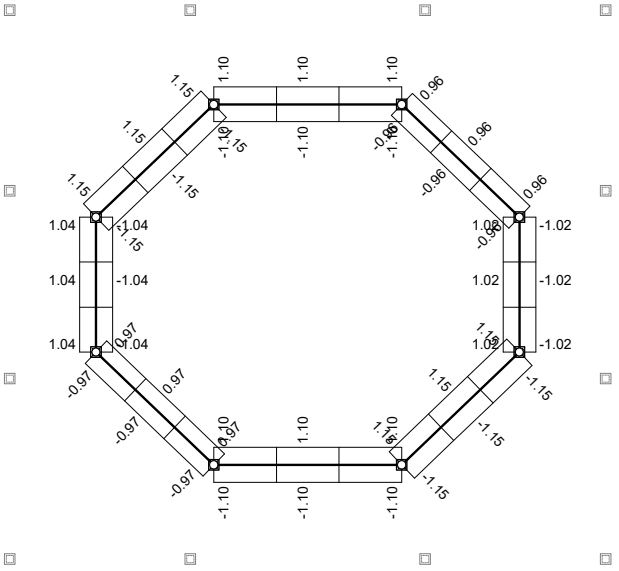
Nivo: Poz 404 - Vrh prozora zvonika [22.75 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 4.80 / min M3= -18.56 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



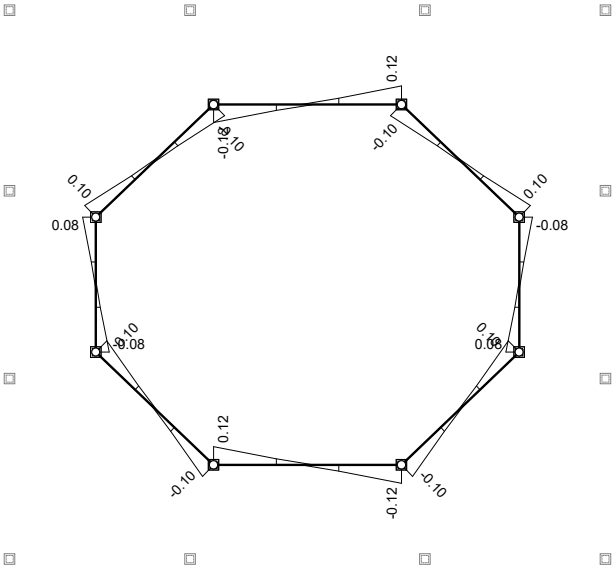
Nivo: Poz 404 - Vrh prozora zvonika [22.75 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 64.16 / min N1= -61.53 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



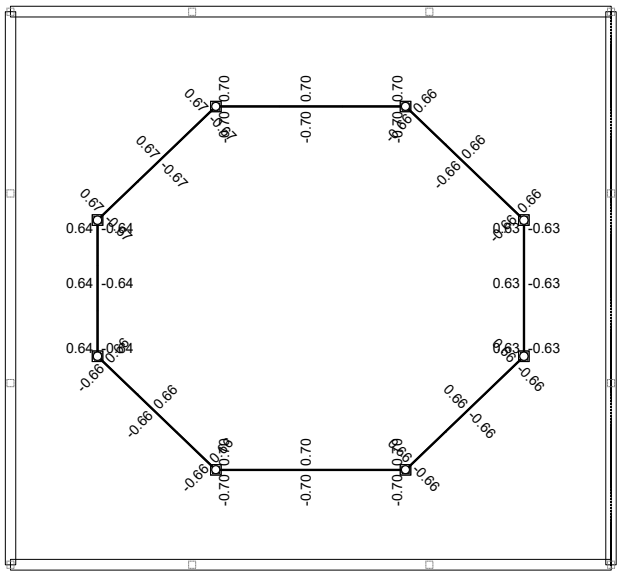
Nivo: Platforma [21.02 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 1.15 / min N1= -1.15 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



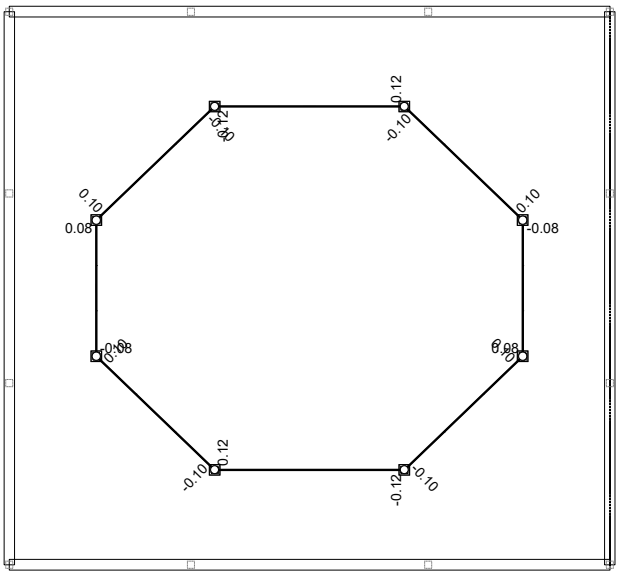
Nivo: Platforma [21.02 m]
Utjecaji u gredi: max T2= 0.12 / min T2= -0.12 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



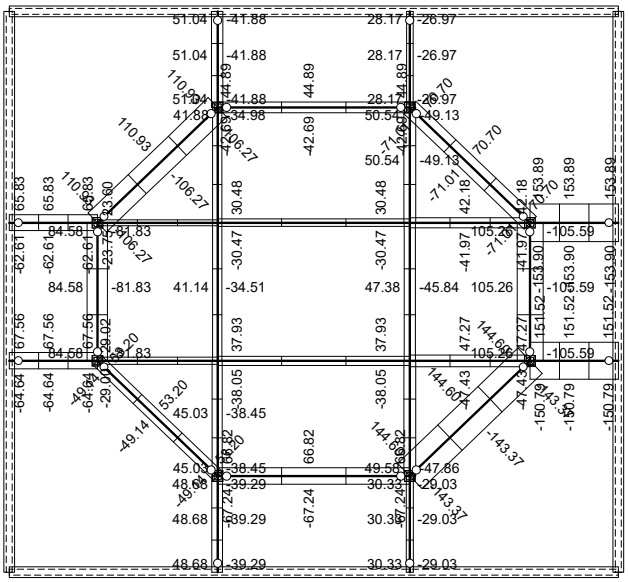
Nivo: Poz 403 - Dno prozora zvonika [19.30 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 45.85 / min N1= -25.91 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



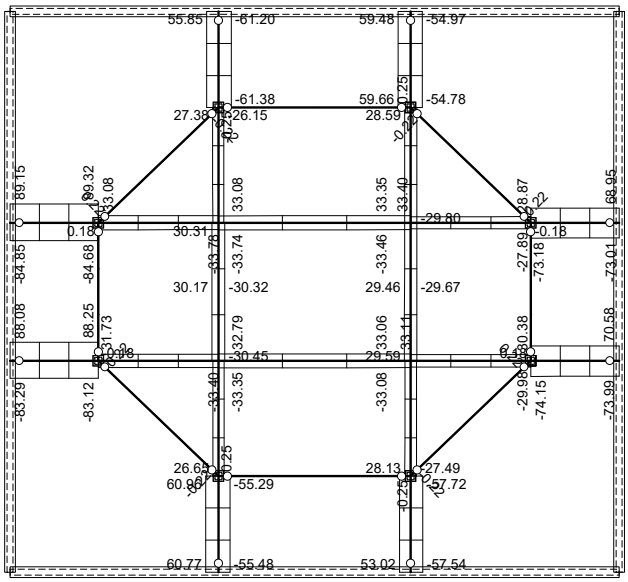
Nivo: Poz 403 - Dno prozora zvonika [19.30 m]
Utjecaji u gredi: max T2= 44.35 / min T2= -43.57 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



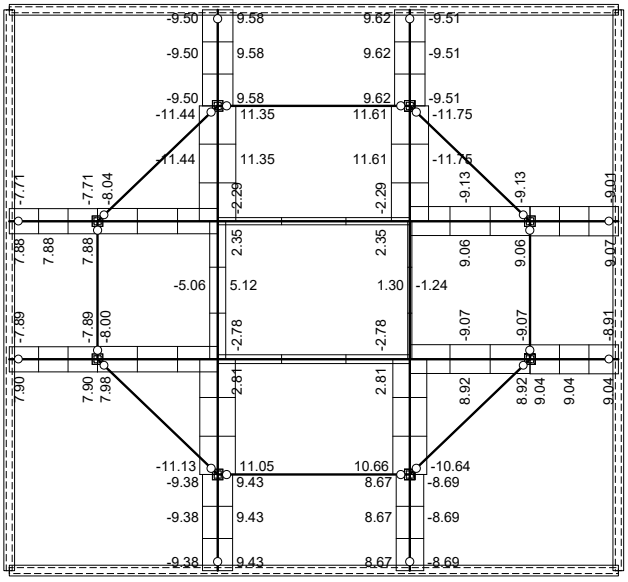
Nivo: Platforma [18.30 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 153.89 / min N1= -153.90 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



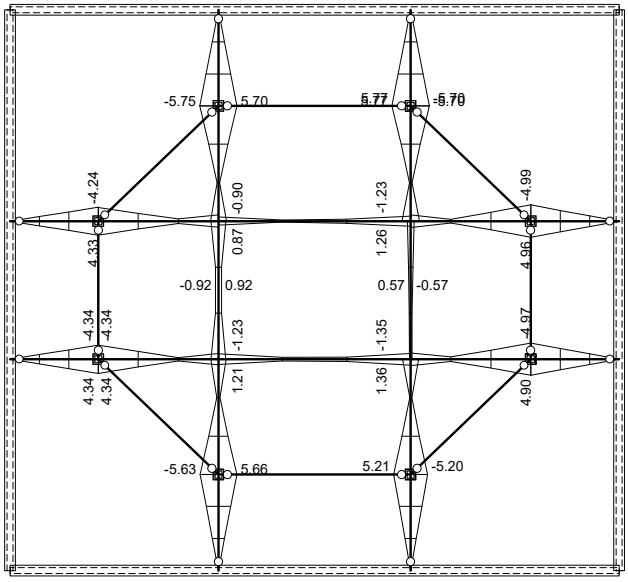
Nivo: Platforma [18.30 m]
Utjecaji u gredi: max T2= 89.32 / min T2= -84.85 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



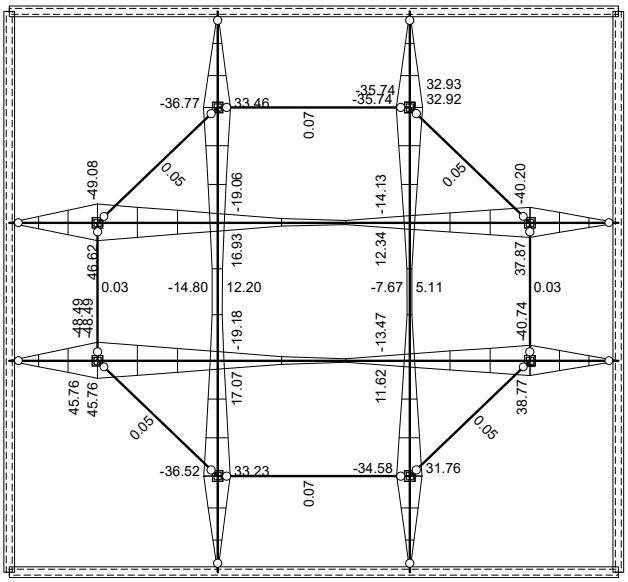
Nivo: Platforma [18.30 m]
Utjecaji u gredi: max T3= 11.61 / min T3= -11.75 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



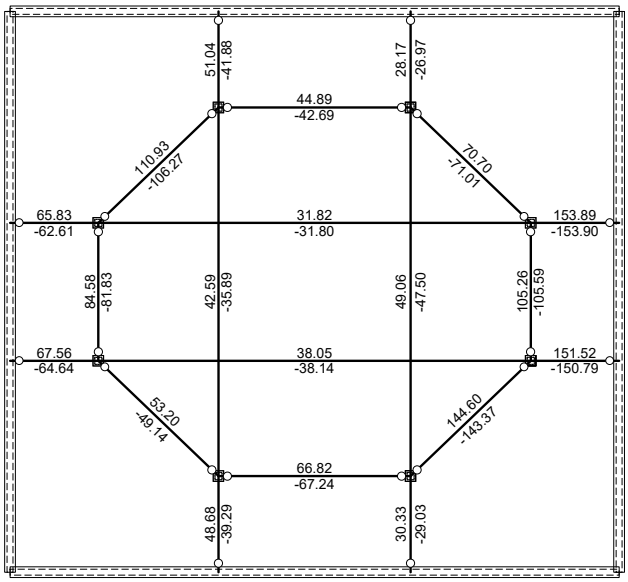
Nivo: Platforma [18.30 m]
Utjecaji u gredi: max M2= 5.77 / min M2= -5.75 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



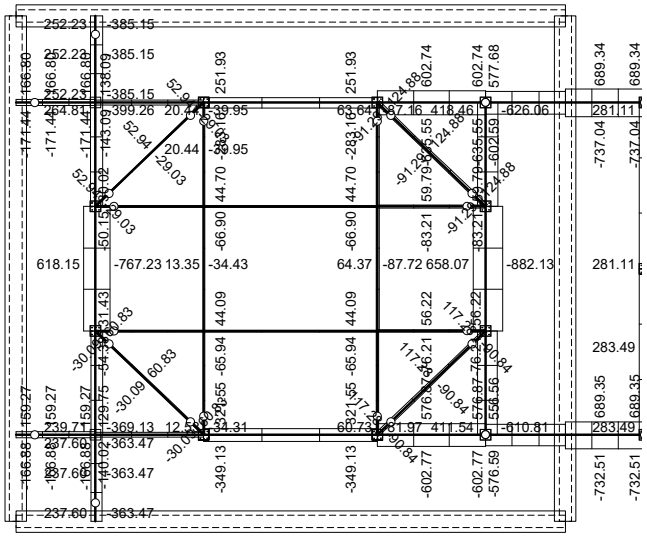
Nivo: Platforma [18.30 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 46.62 / min M3= -49.08 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



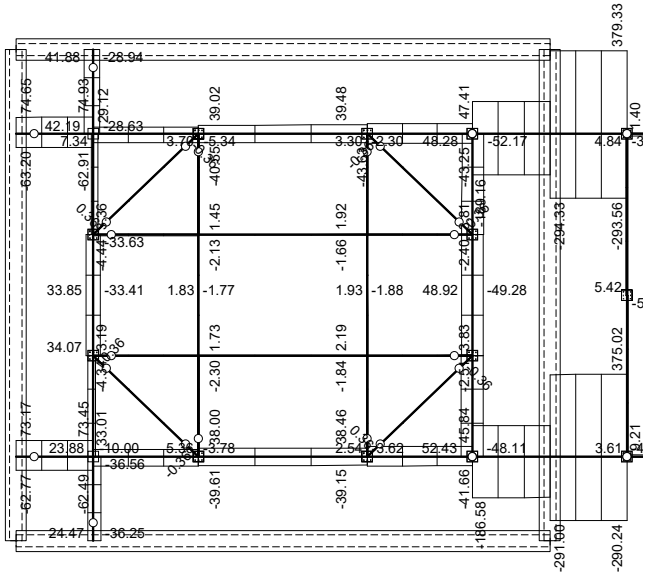
Nivo: Platforma [18.30 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 153.89 / min N1= -153.90 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



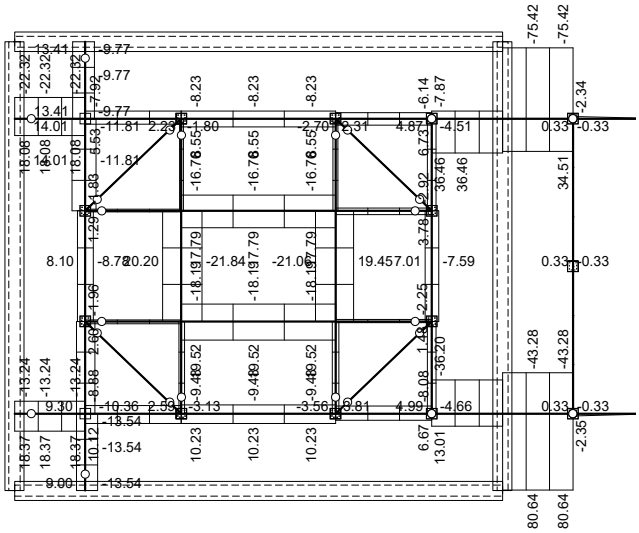
Nivo: Poz 401- 4 u 8 - zvonik [16.05 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 689.35 / min N1= -882.13 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



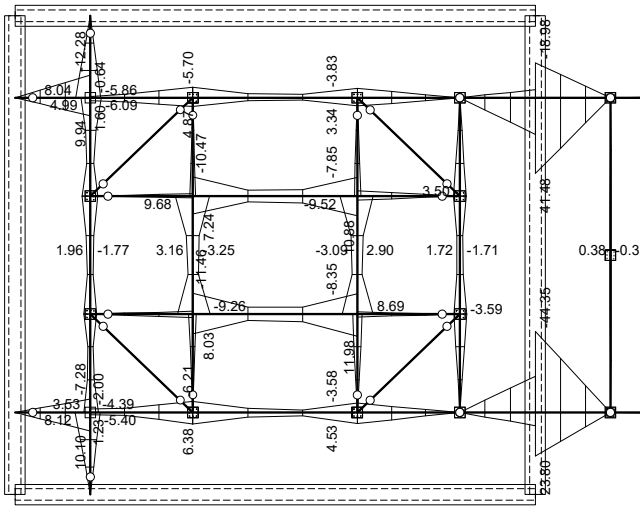
Nivo: Poz 401- 4 u 8 - zvonik [16.05 m]
Utjecaji u gredi: max T2= 379.33 / min T2= -294.33 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



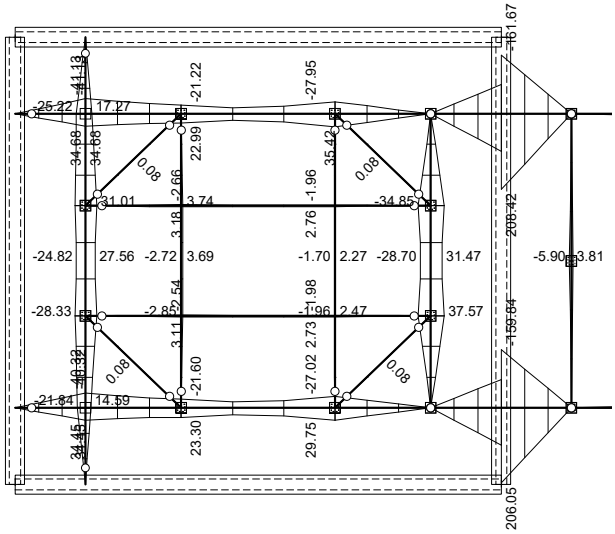
Nivo: Poz 401- 4 u 8 - zvonik [16.05 m]
Utjecaji u gredi: max T3= 80.64 / min T3= -75.42 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



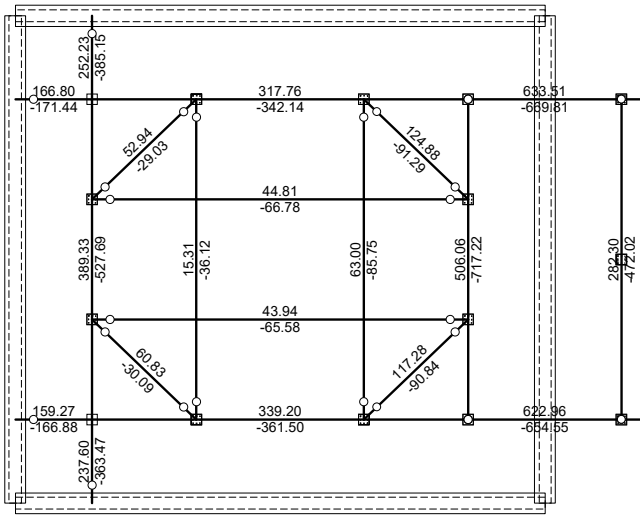
Nivo: Poz 401- 4 u 8 - zvonik [16.05 m]
Utjecaji u gredi: max M2= 41.48 / min M2= -44.35 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



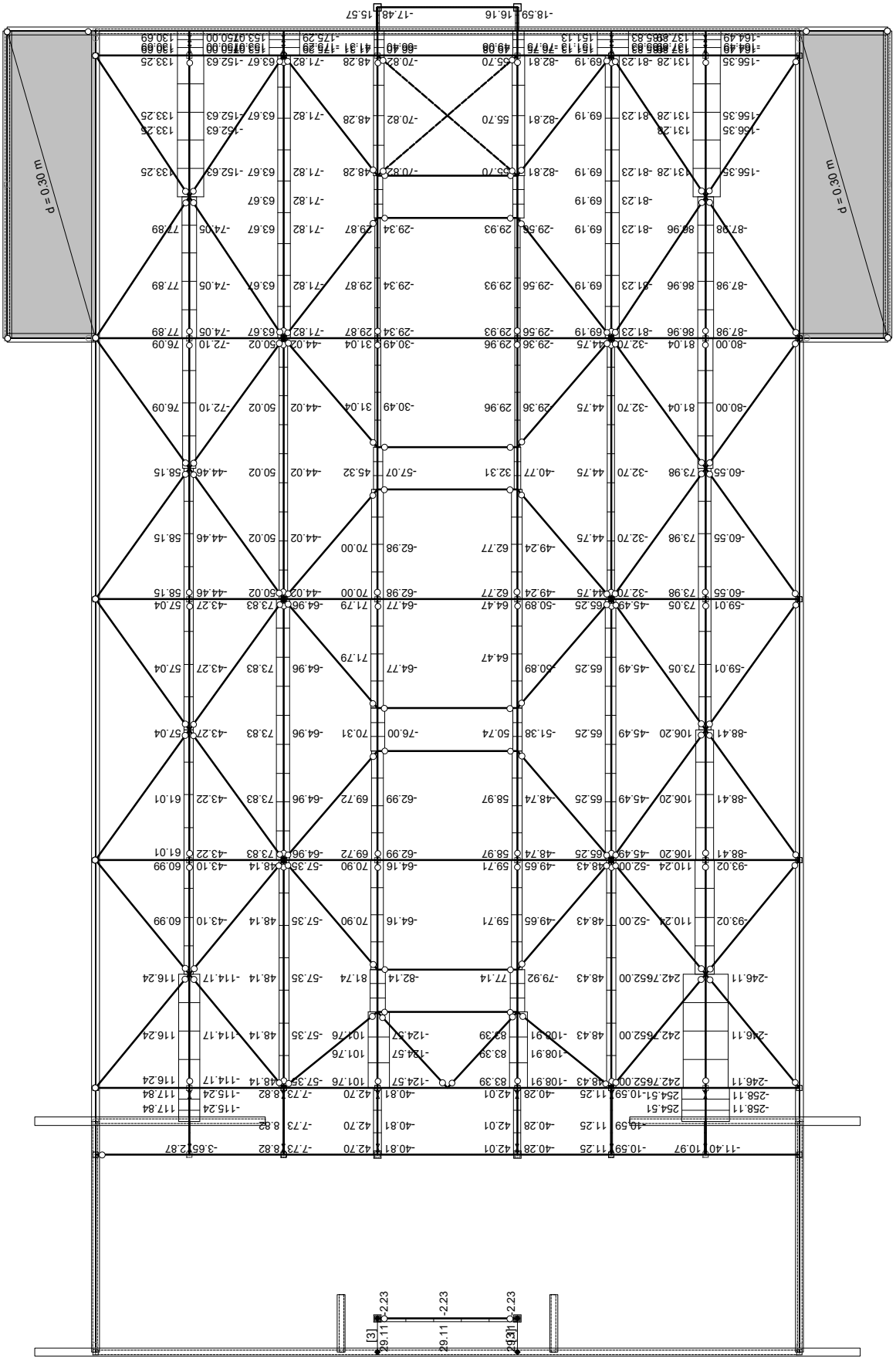
Nivo: Poz 401- 4 u 8 - zvonik [16.05 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 208.42 / min M3= -161.67 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



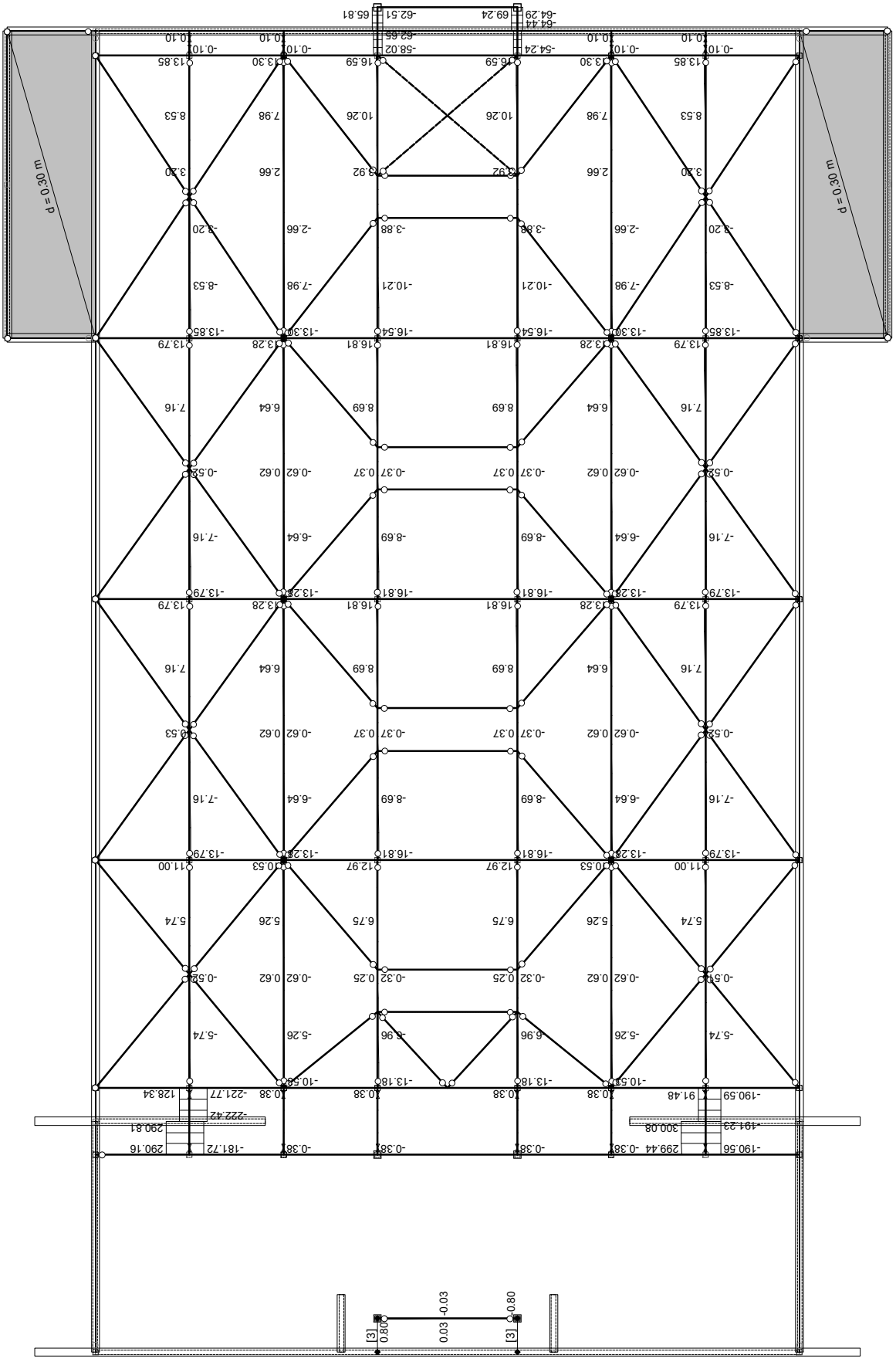
Nivo: Poz 401- 4 u 8 - zvonik [16.05 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 689.35 / min N1= -882.13 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



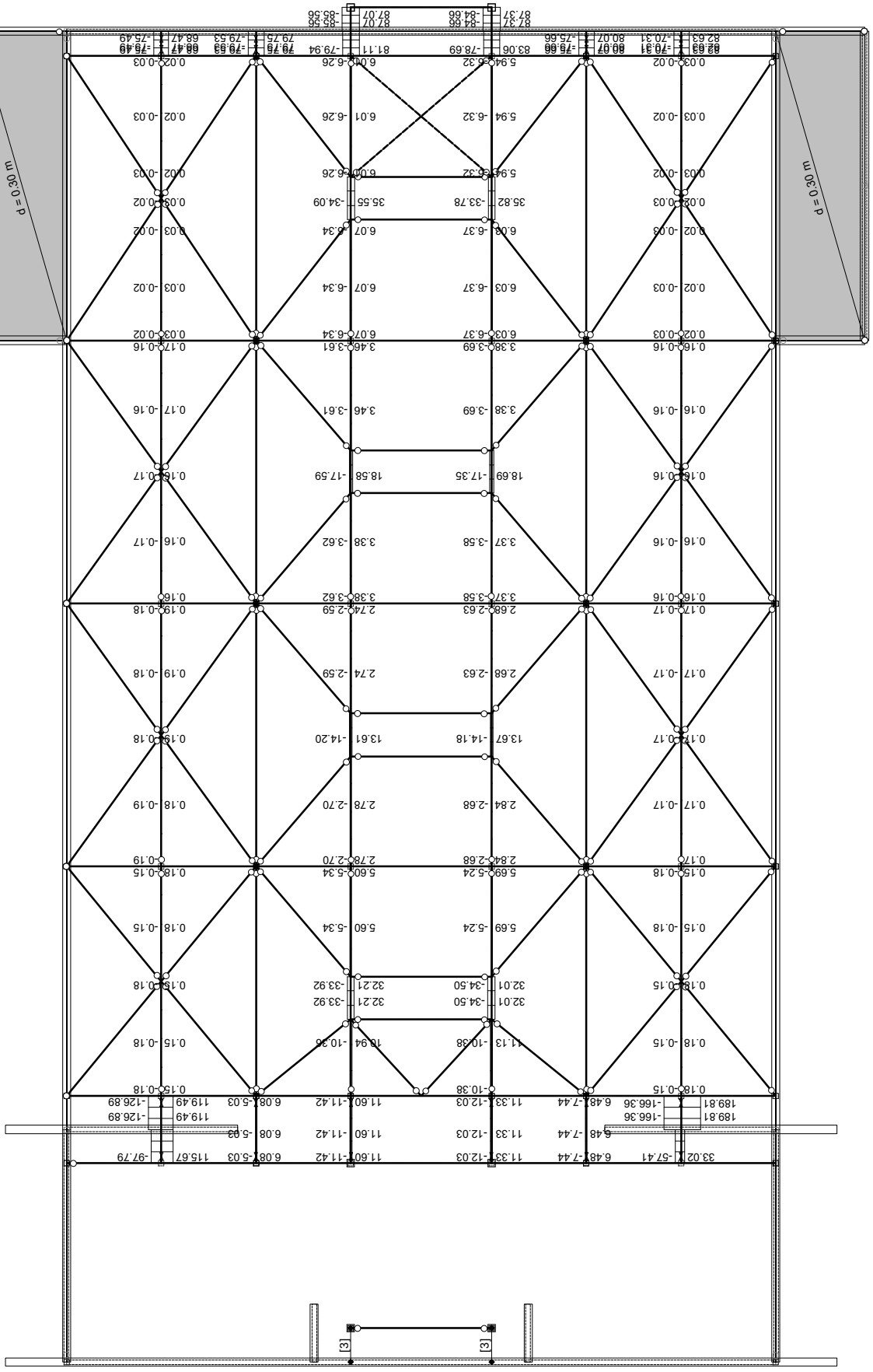
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 880.05 / min N1= -836.01 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



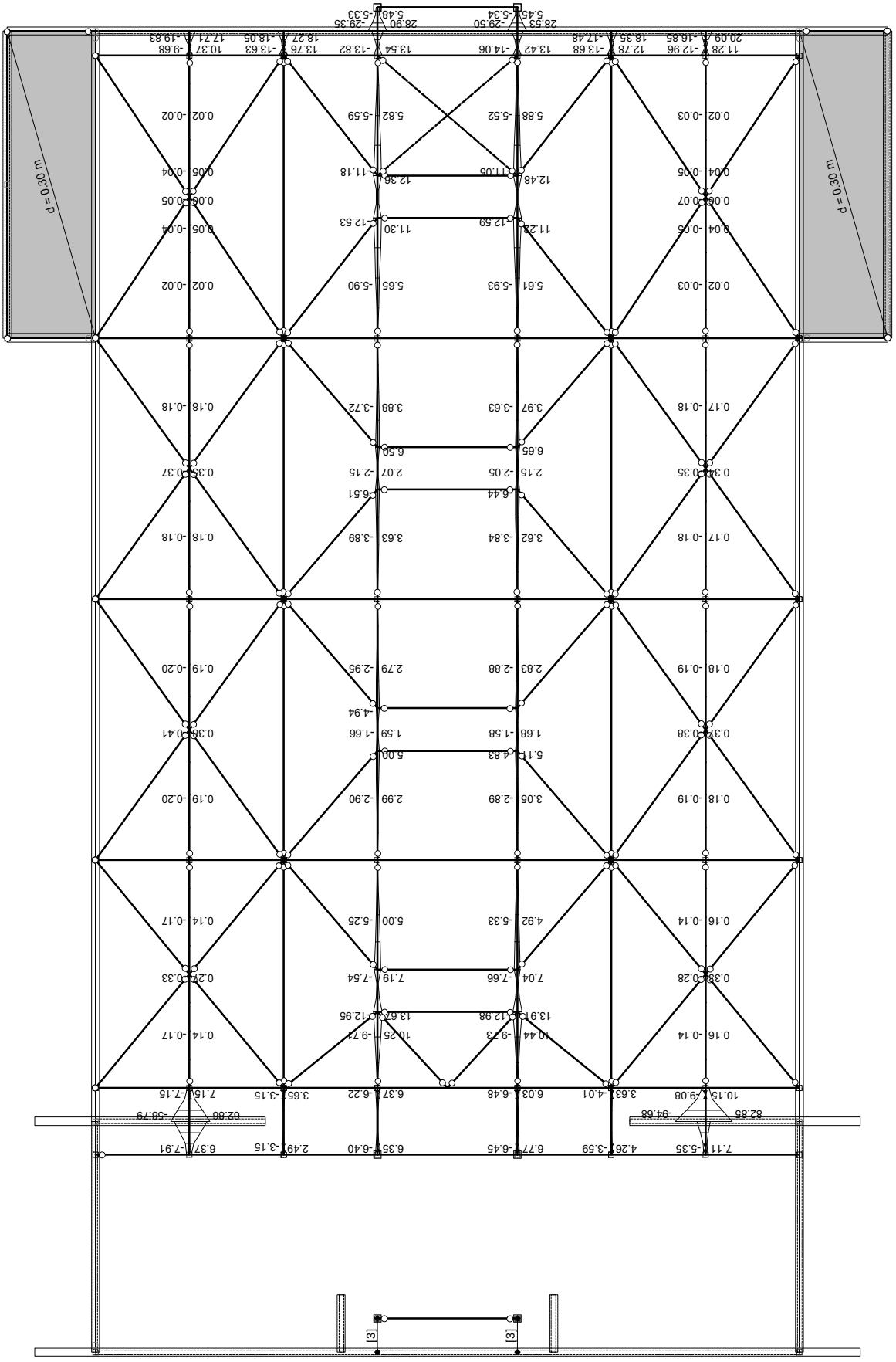
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max T2= 300.08 / min T2= -222.42 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



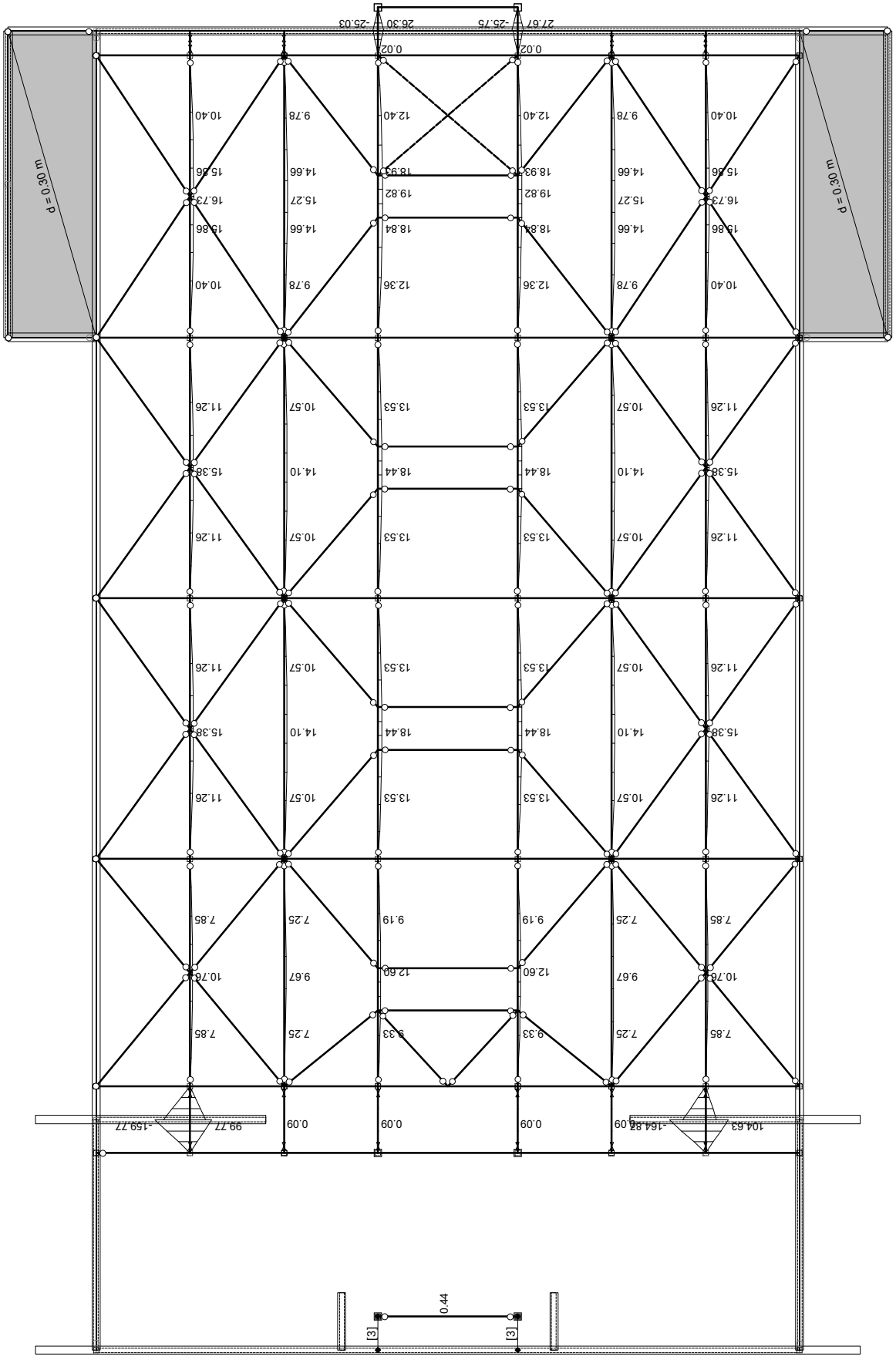
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max T3= 237.48 / min T3= -239.19 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



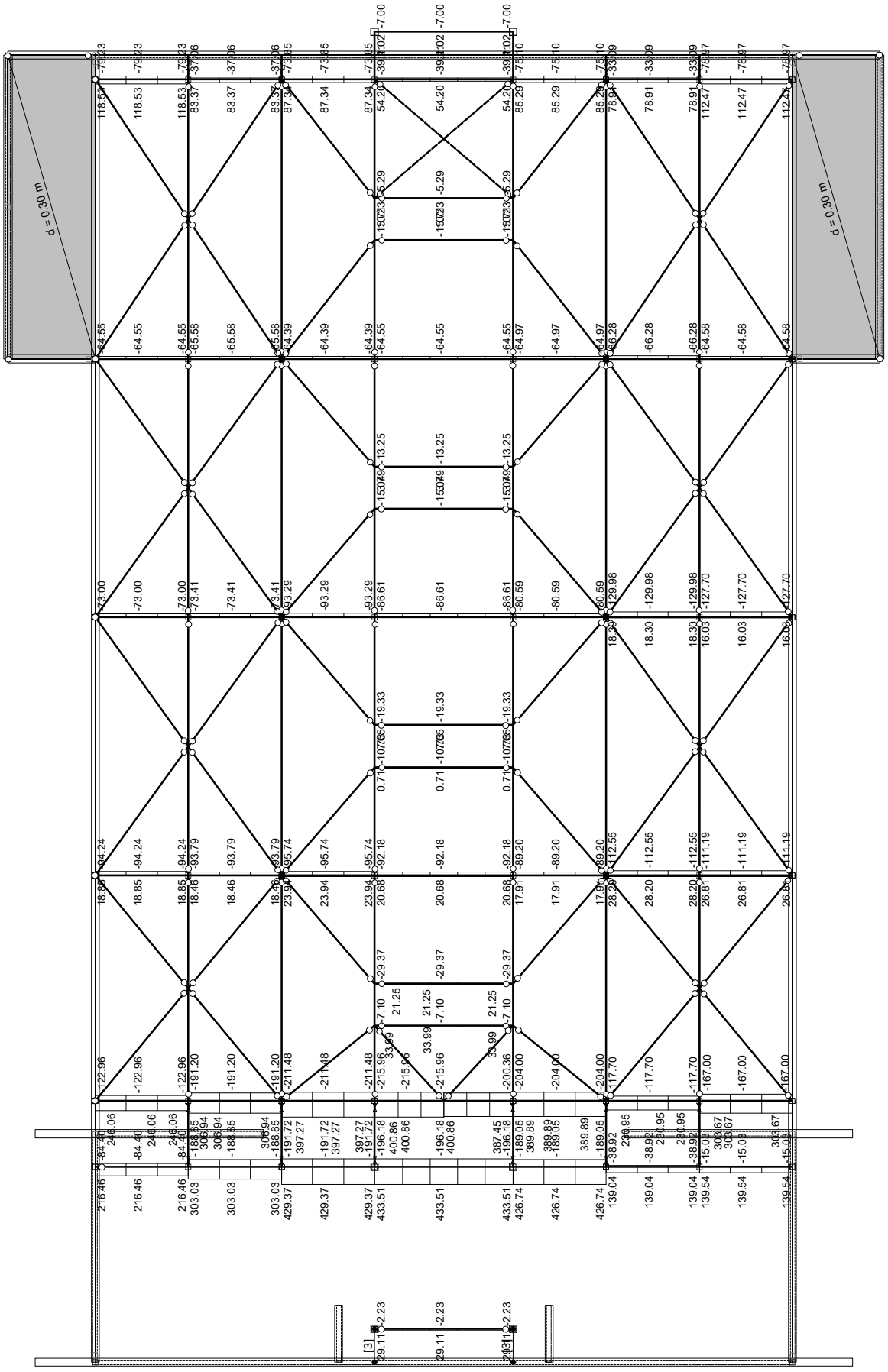
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max M2= 222.99 / min M2= -251.81 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



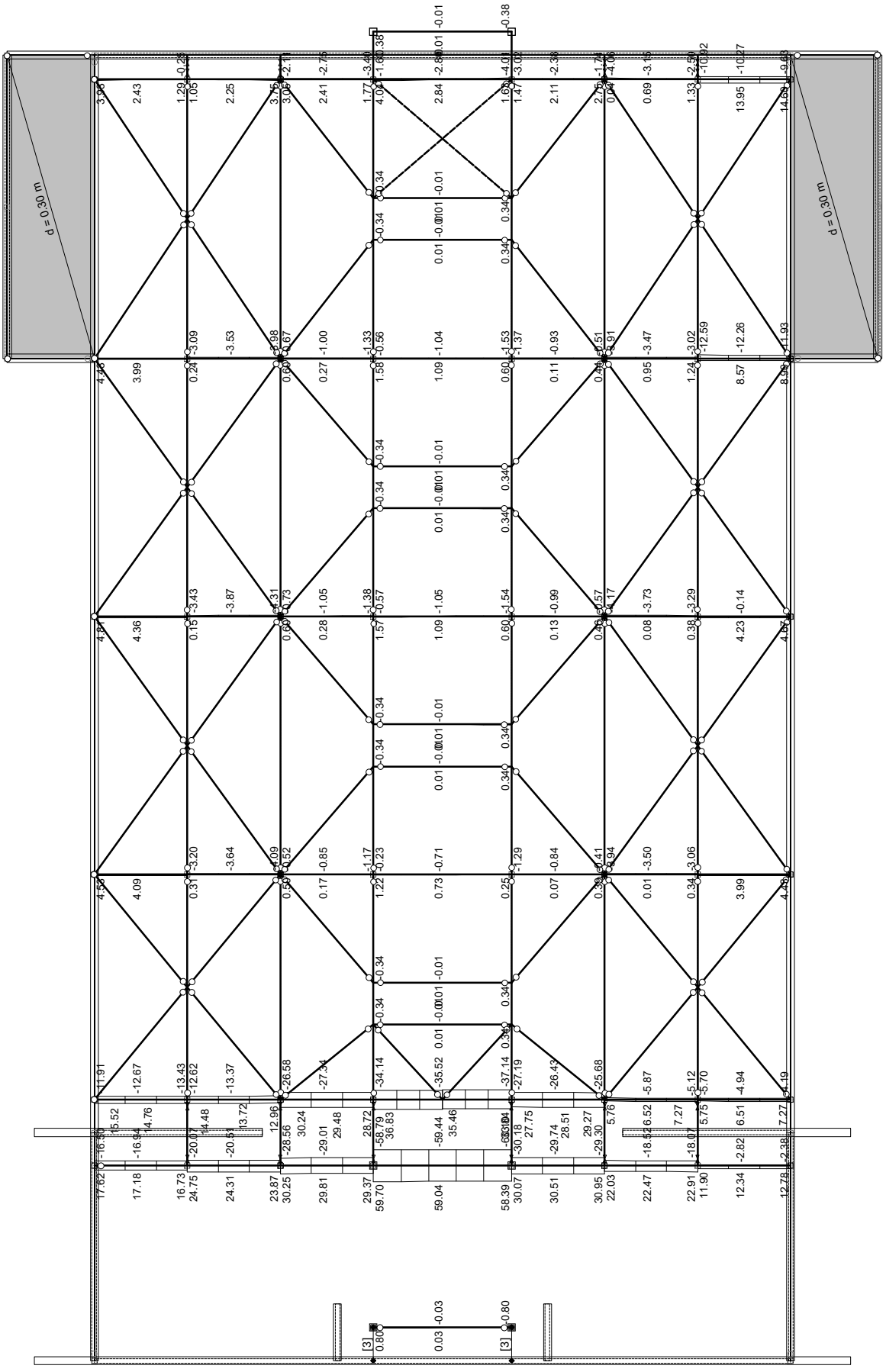
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 134.51 / min M3= -164.87 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



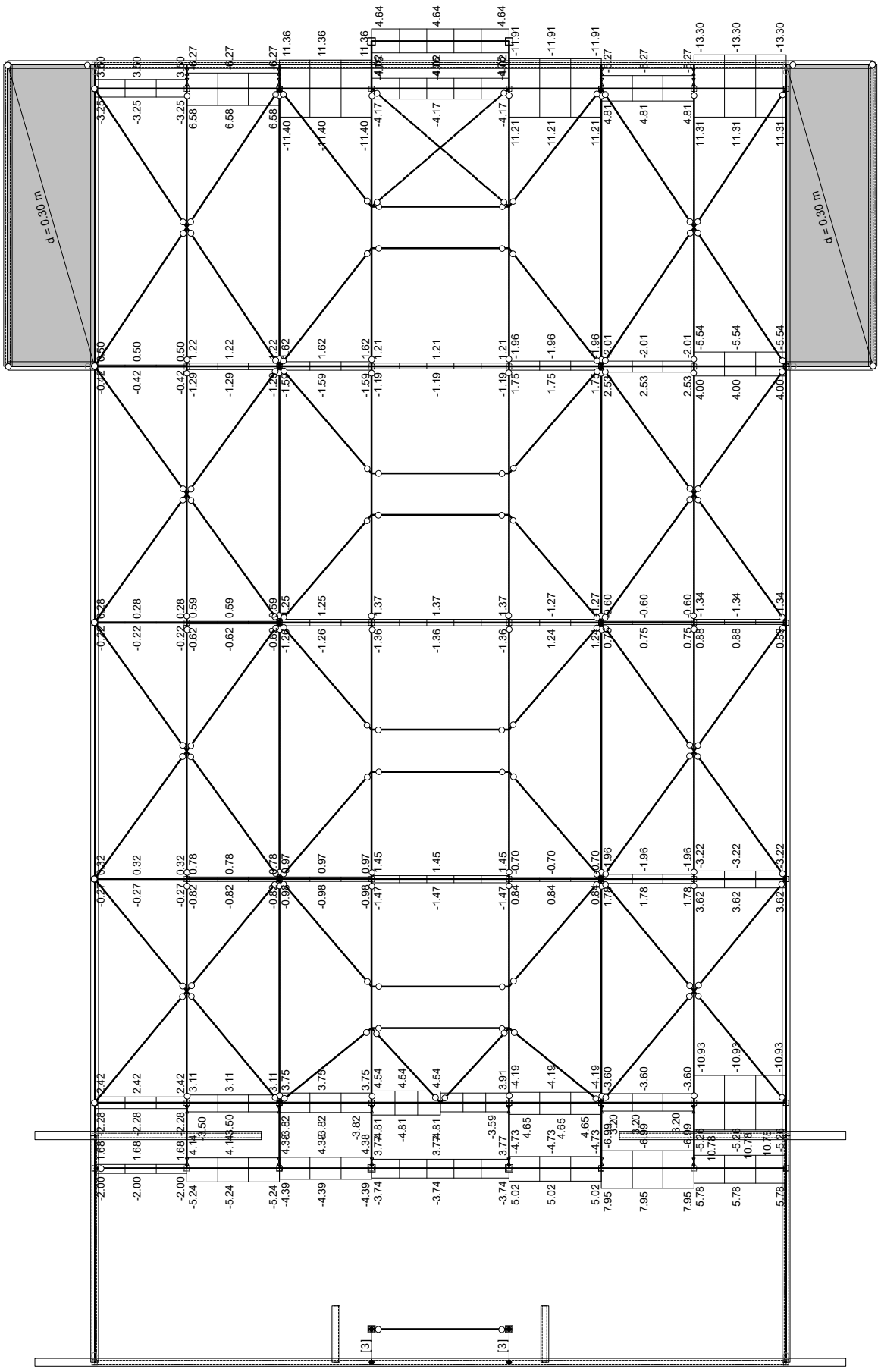
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 880.05 / min N1= -836.01 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



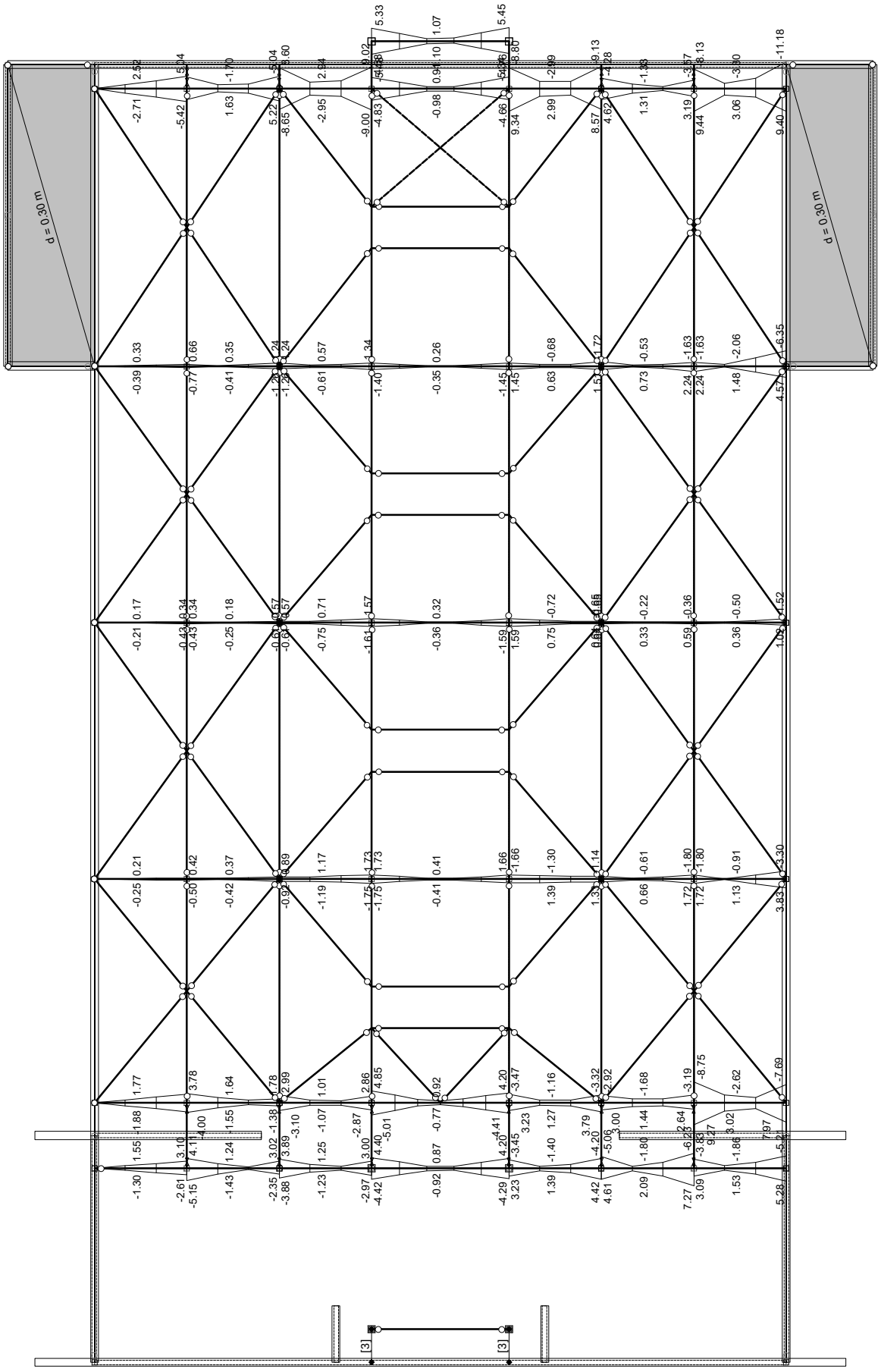
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max T2= 300.08 / min T2= -222.42 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



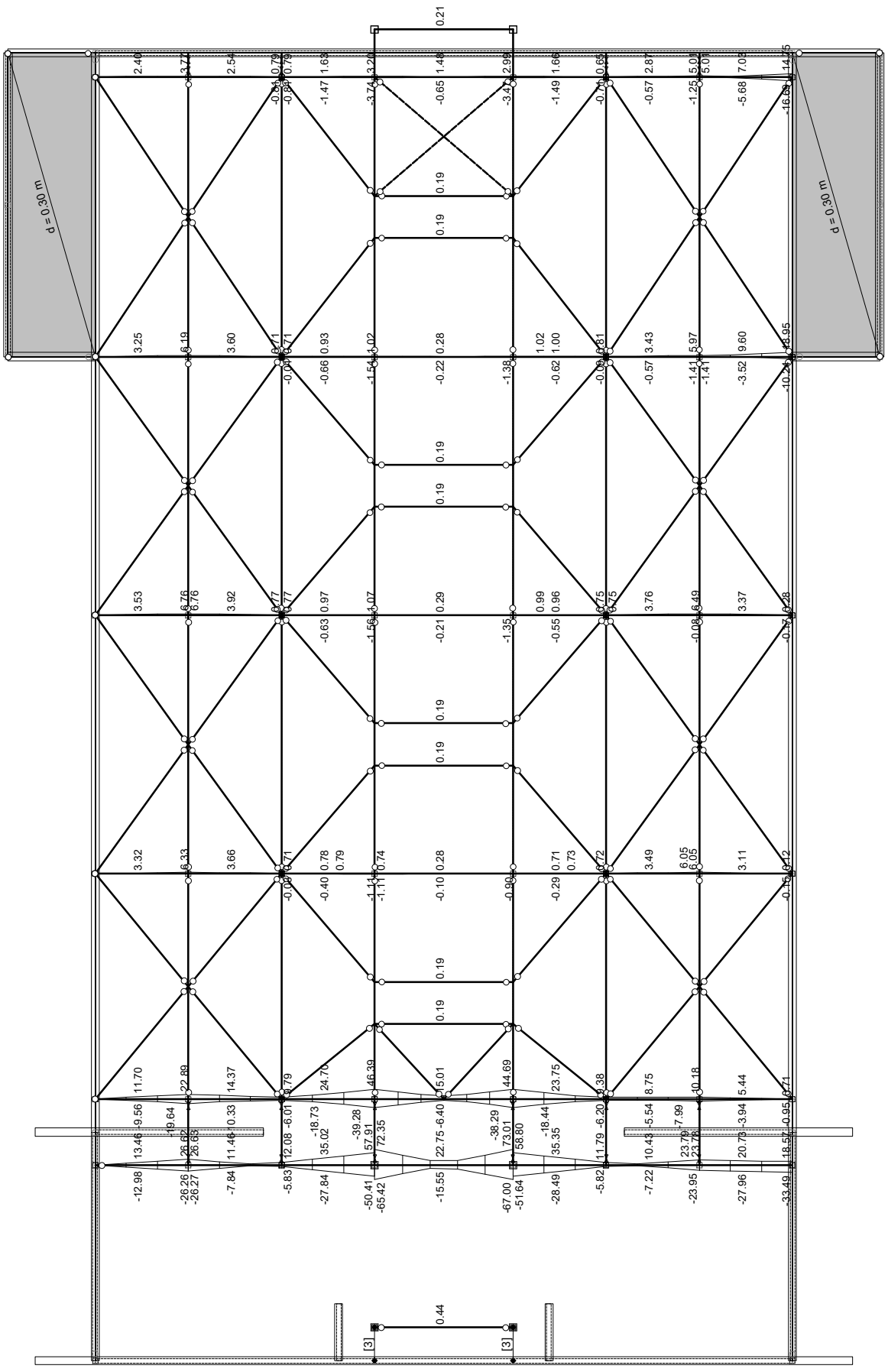
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max T3= 237.48 / min T3= -239.19 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



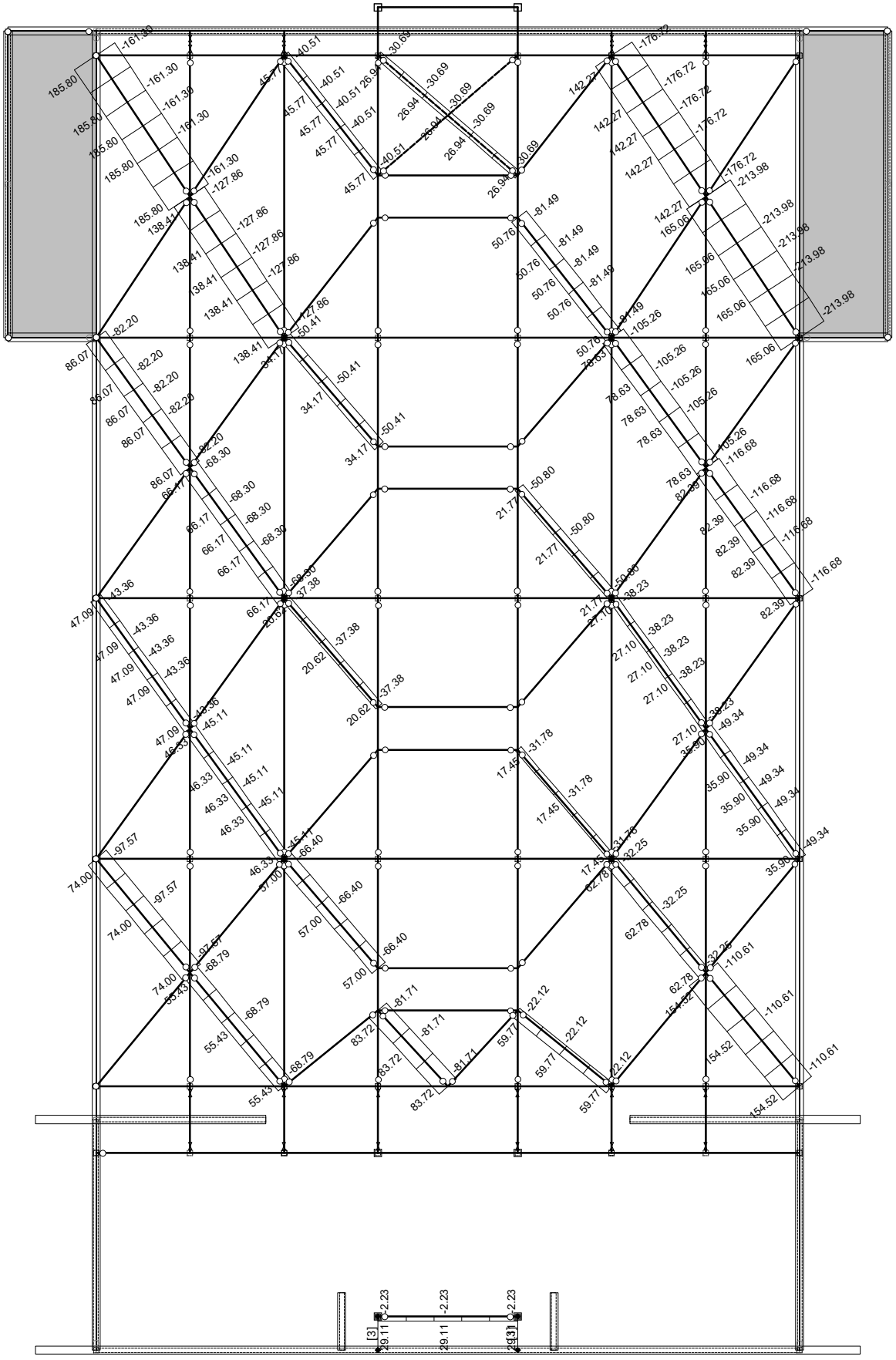
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max M2= 222.99 / min M2= -251.81 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



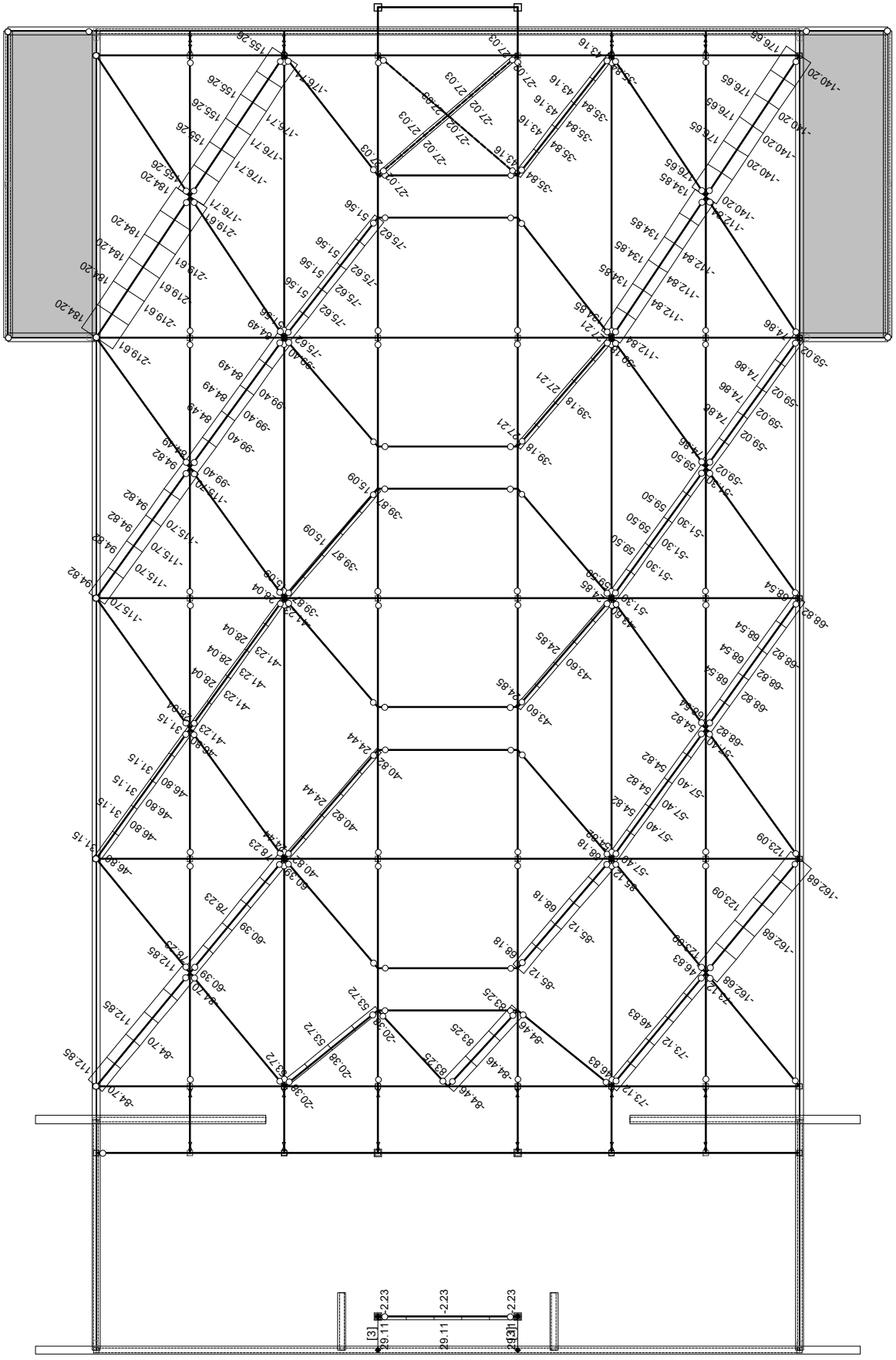
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 134.51 / min M3= -164.87 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



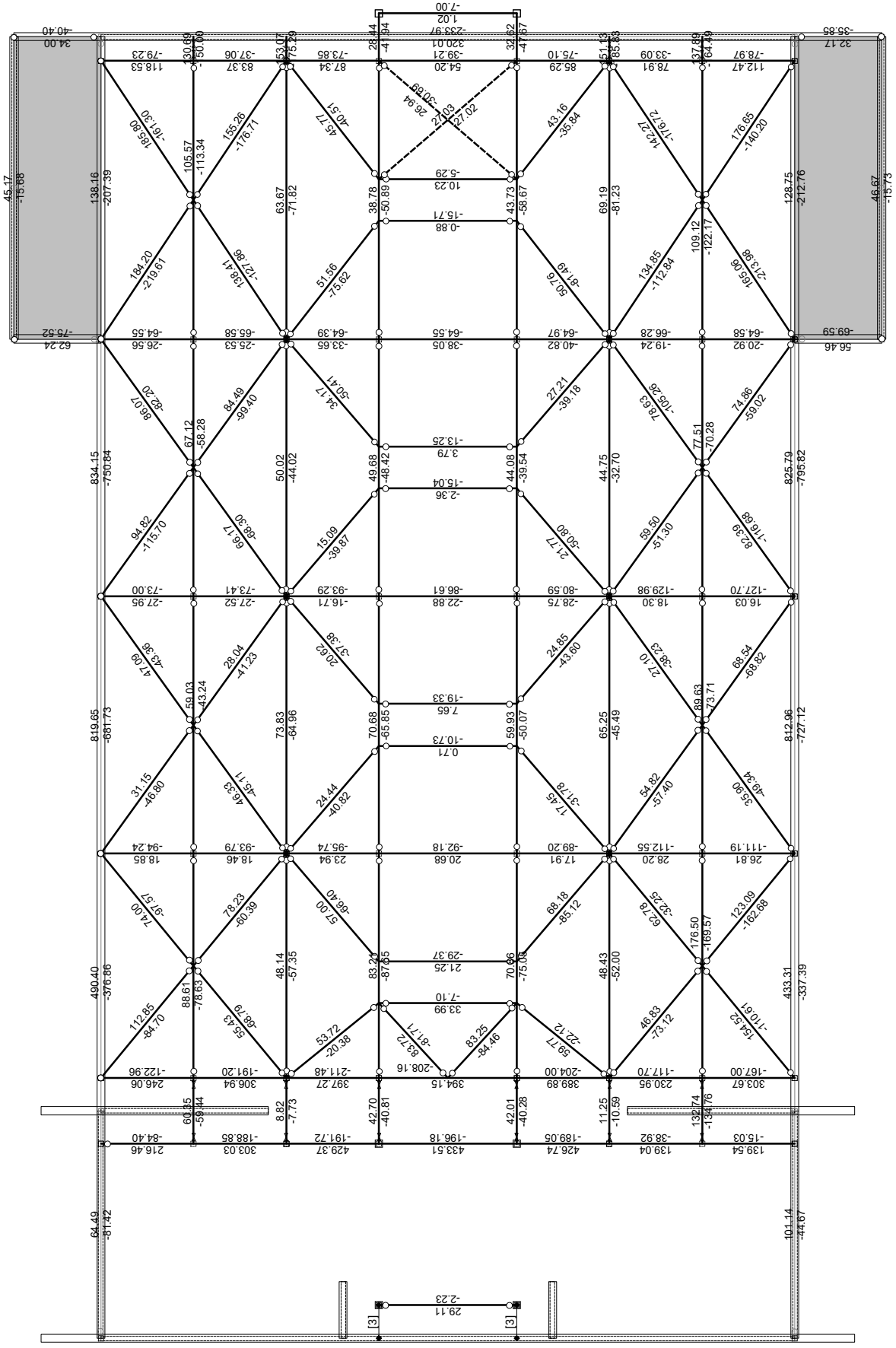
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 880.05 / min N1= -836.01 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



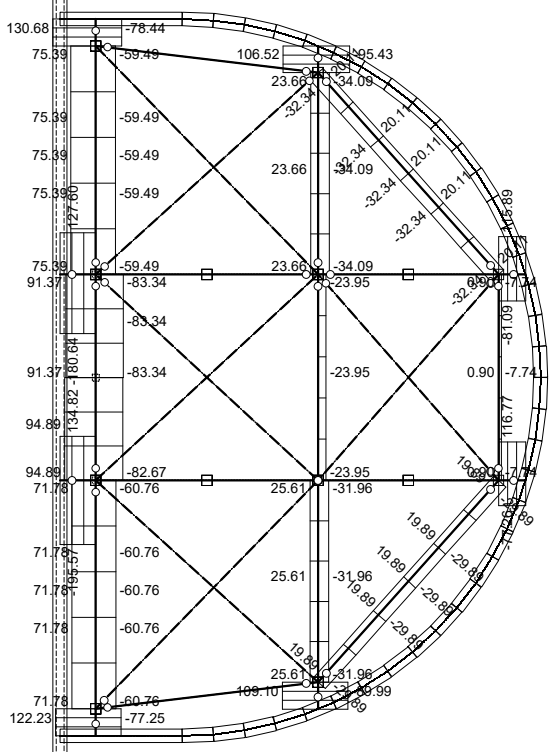
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 880.05 / min N1= -836.01 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



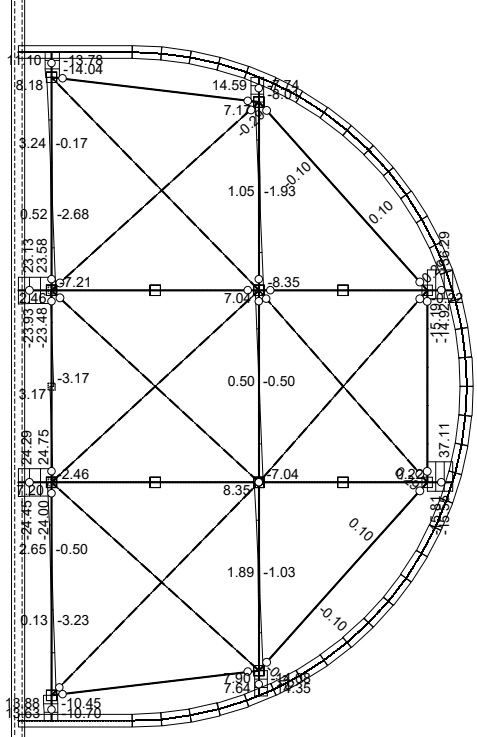
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 880.05 / min N1= -836.01 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



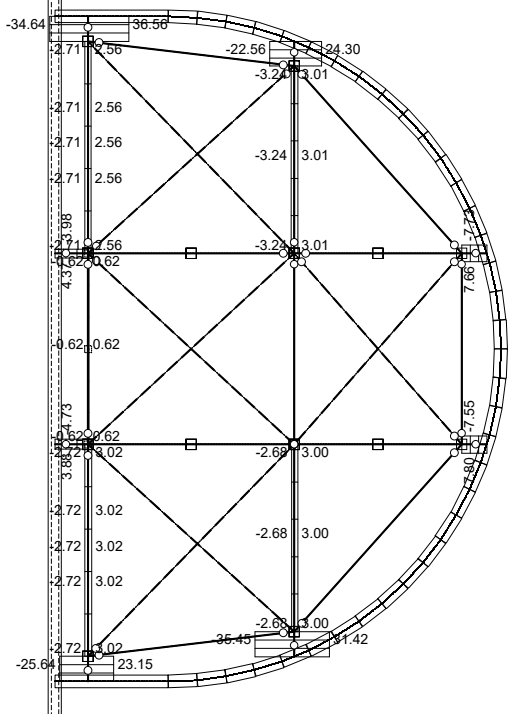
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 271.48 / min N1= -364.34 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



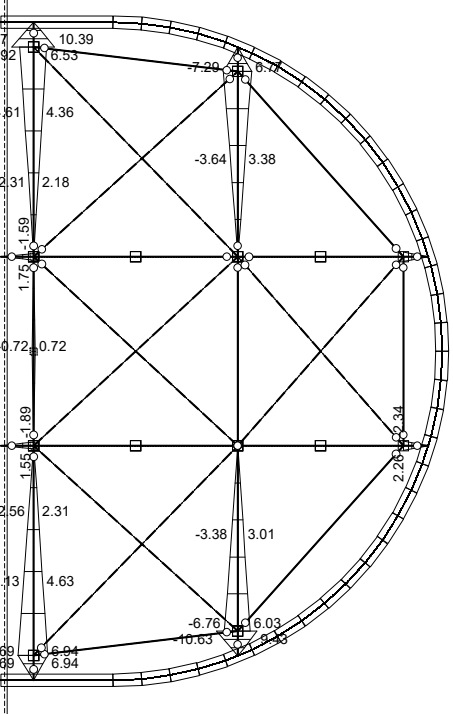
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max T2= 87.78 / min T2= -26.96 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



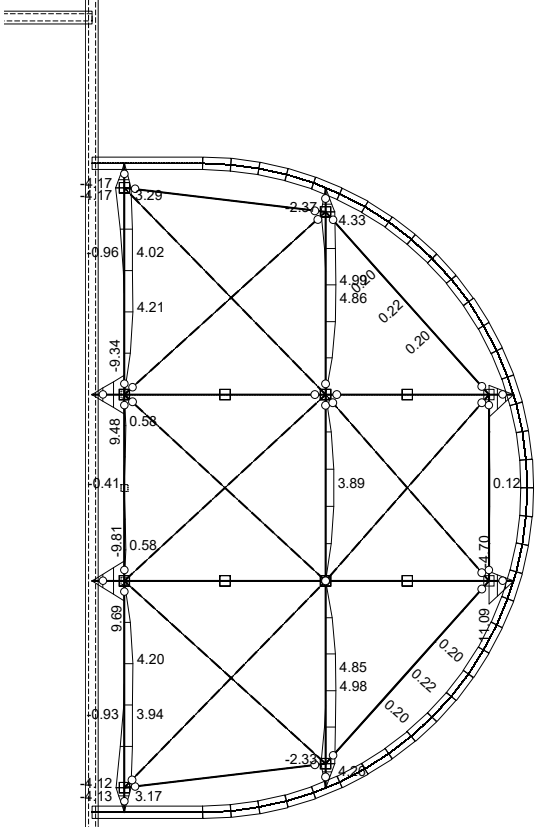
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max T3= 150.18 / min T3= -141.98 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



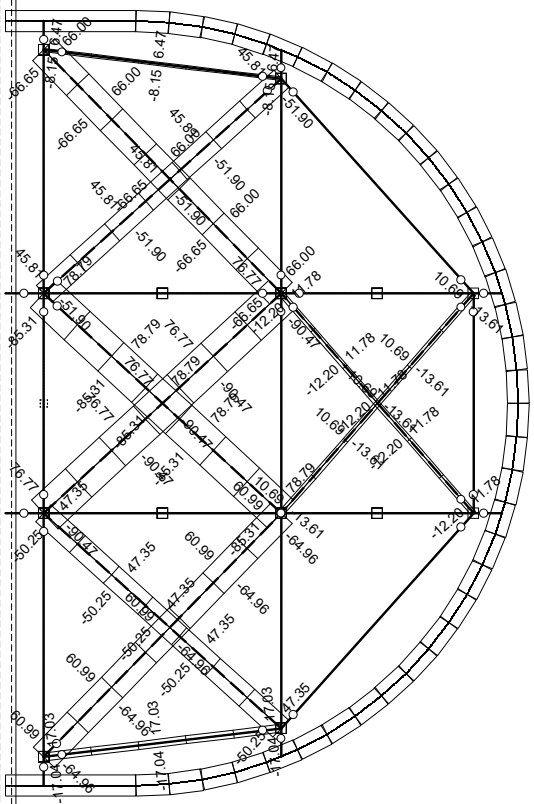
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max M2= 78.41 / min M2= -82.22 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



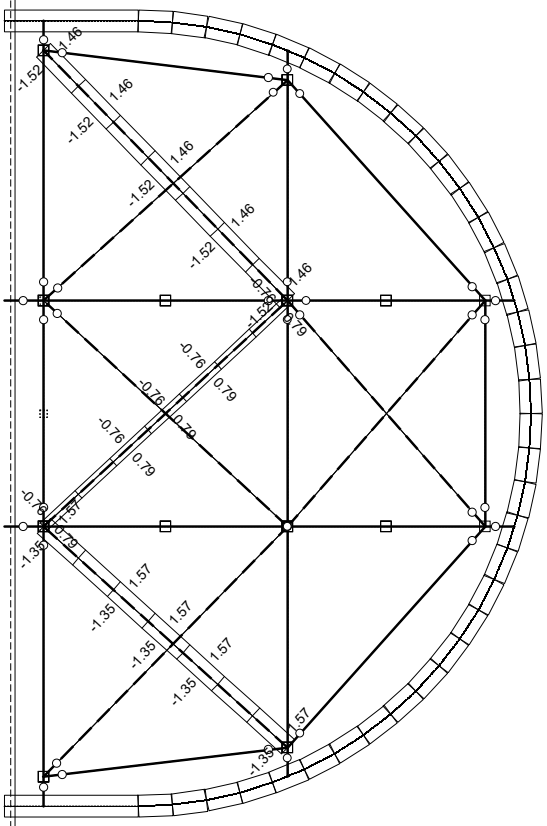
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 79.03 / min M3= -42.43 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



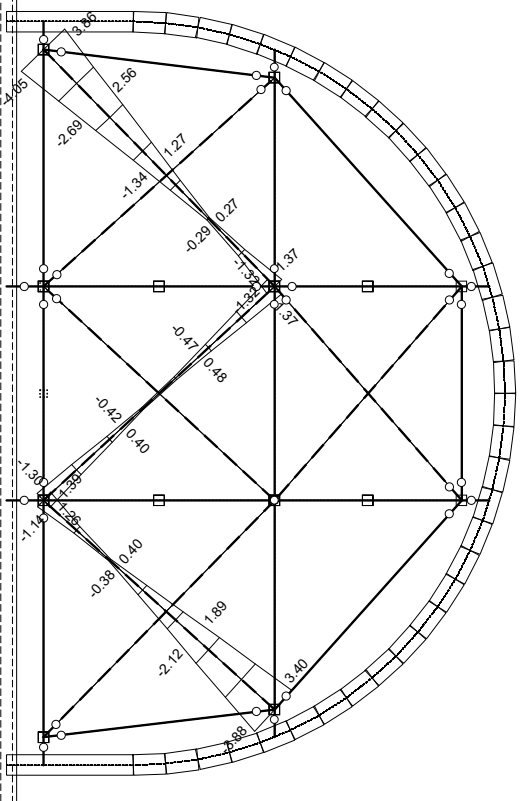
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max N1= 271.48 / min N1= -364.34 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



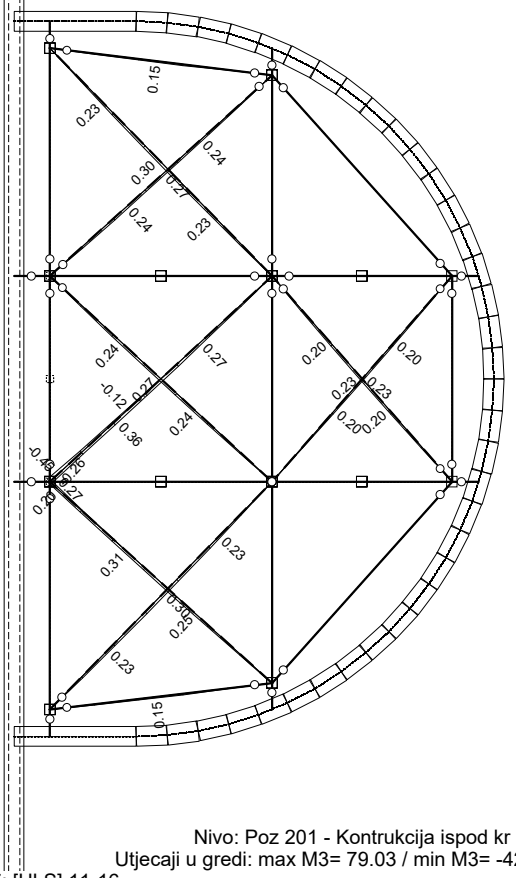
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max T3= 150.18 / min T3= -141.98 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



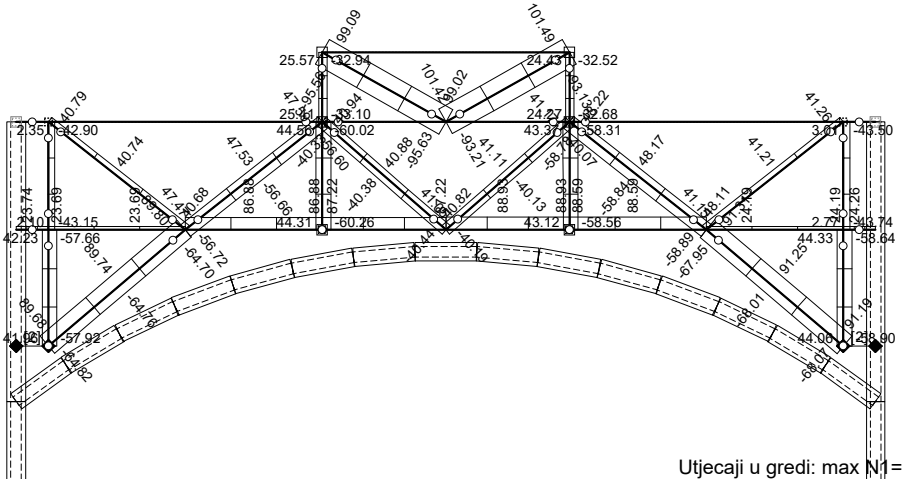
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max M2= 78.41 / min M2= -82.22 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



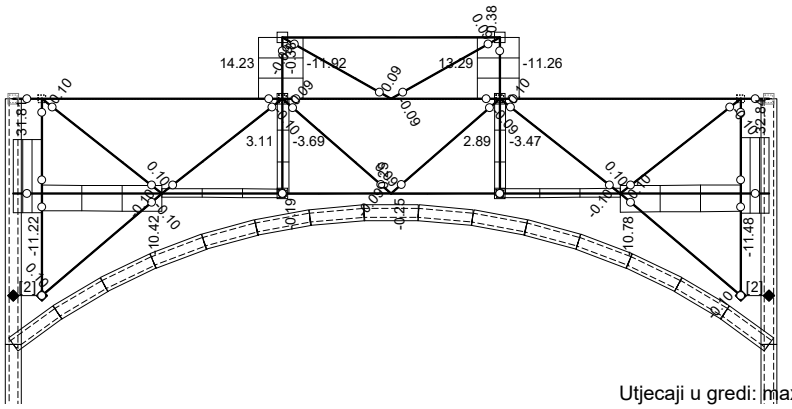
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Utjecaji u gredi: max M3= 79.03 / min M3= -42.43 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



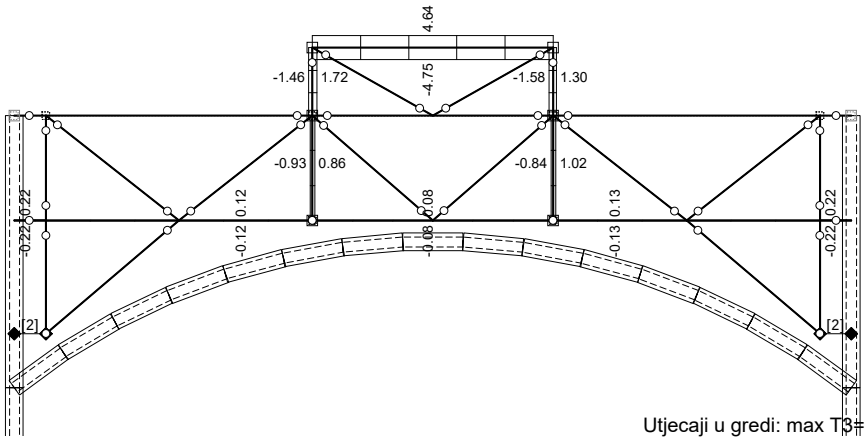
Okvir: Y15
Utjecaji u gredi: max N1= 130.68 / min N1= -95.63 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



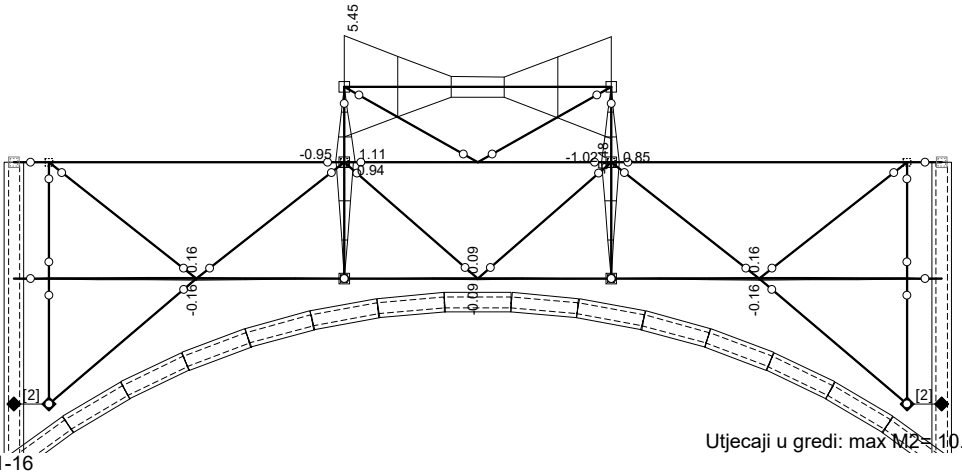
Okvir: Y15
Utjecaji u gredi: max T2= 32.84 / min T2= -14.04 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



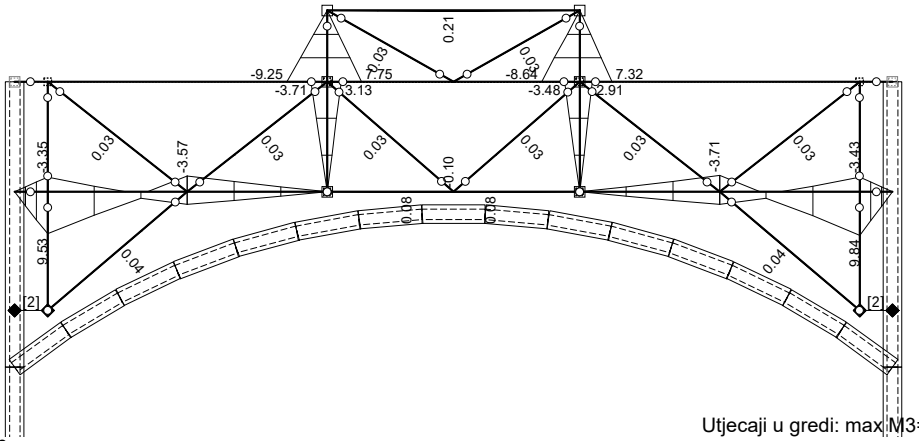
Okvir: Y15
Utjecaji u gredi: max T3= 36.56 / min T3= -34.64 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



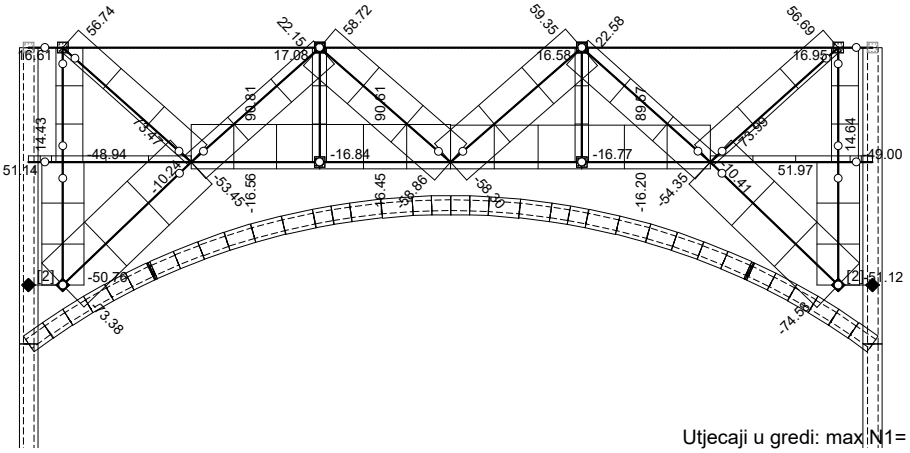
Okvir: Y15
Utjecaji u gredi: max M2= 10.39 / min M2= -10.97 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



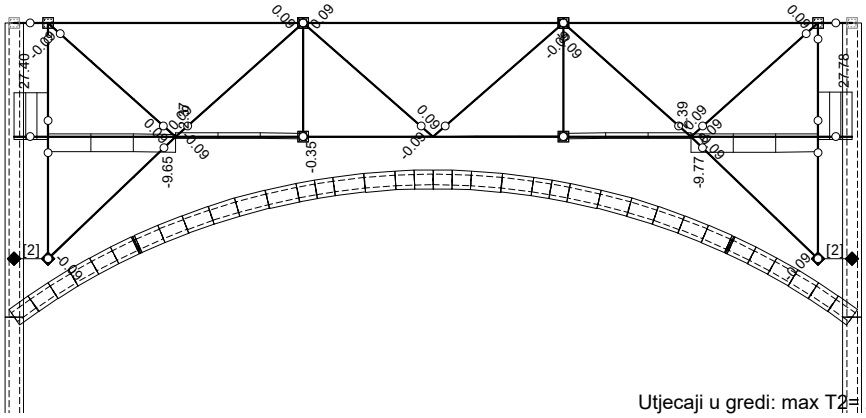
Okvir: Y15
Utjecaji u gredi: max M3= 9.84 / min M3= -9.25 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



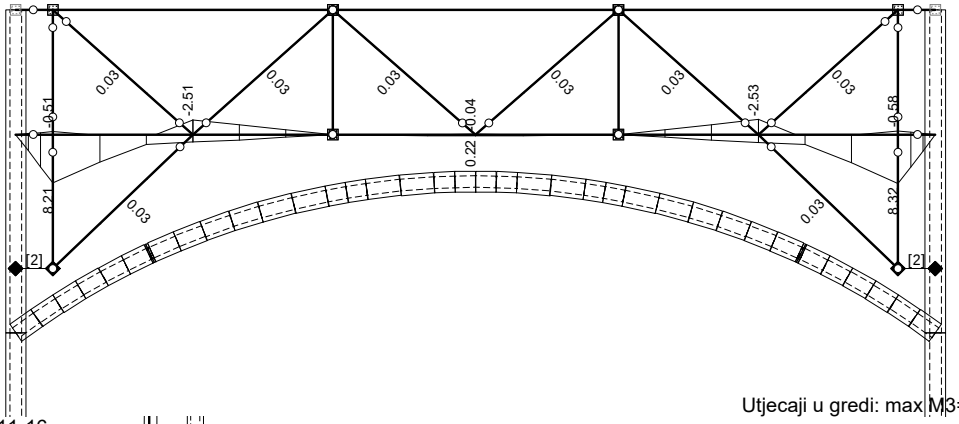
Okvir: Y16
Utjecaji u gredi: max N1= 109.10 / min N1= -95.43 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



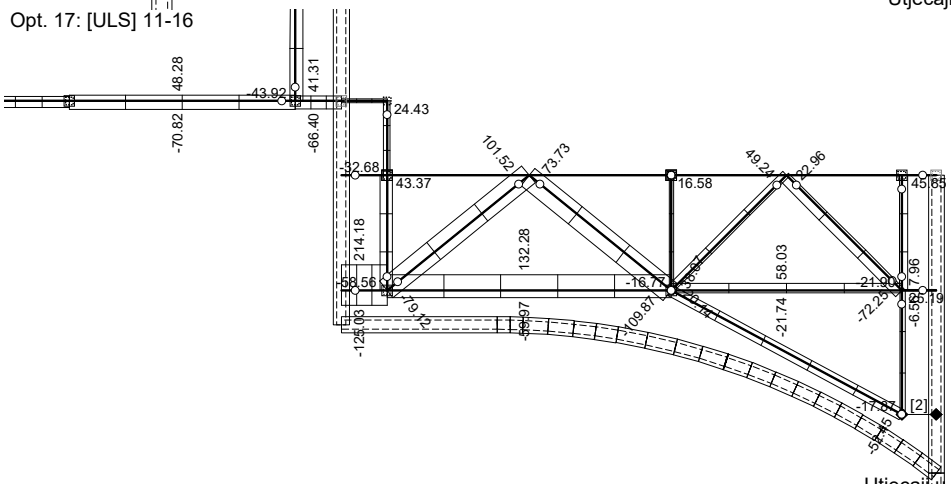
Okvir: Y16
Utjecaji u gredi: max T2= 27.78 / min T2= -14.35 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



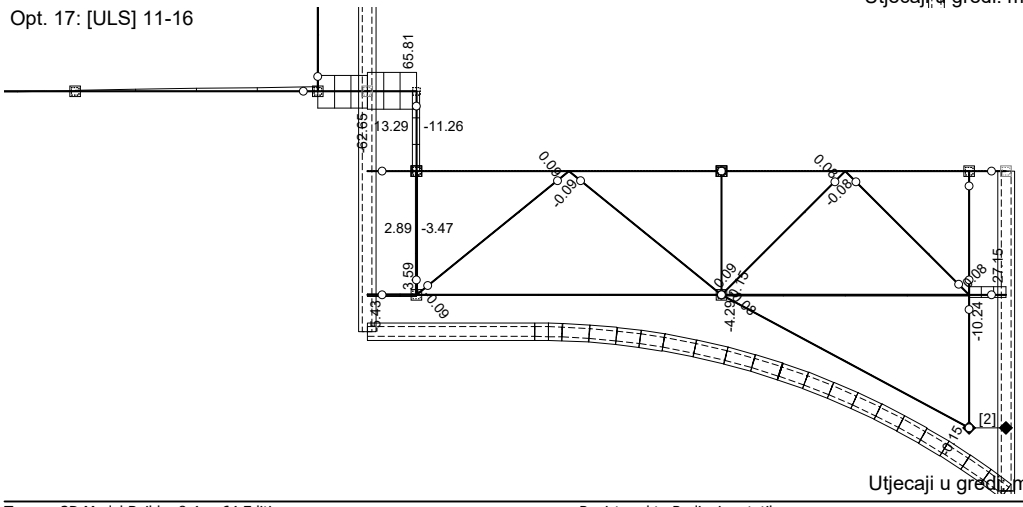
Okvir: Y16
Utjecaji u gredi: max M3= 8.32 / min M3= -2.53 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



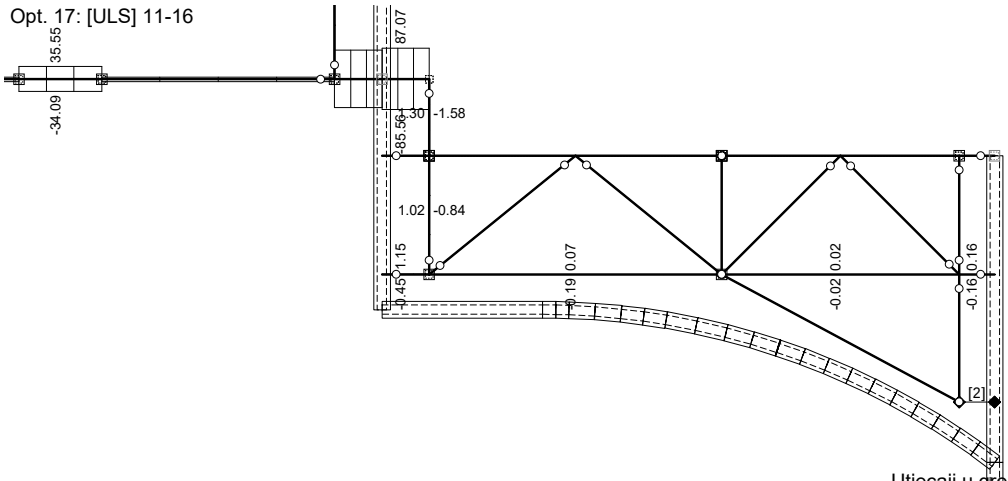
Okvir: X10
Utjecaji u gredi: max N1= 689.34 / min N1= -851.80 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



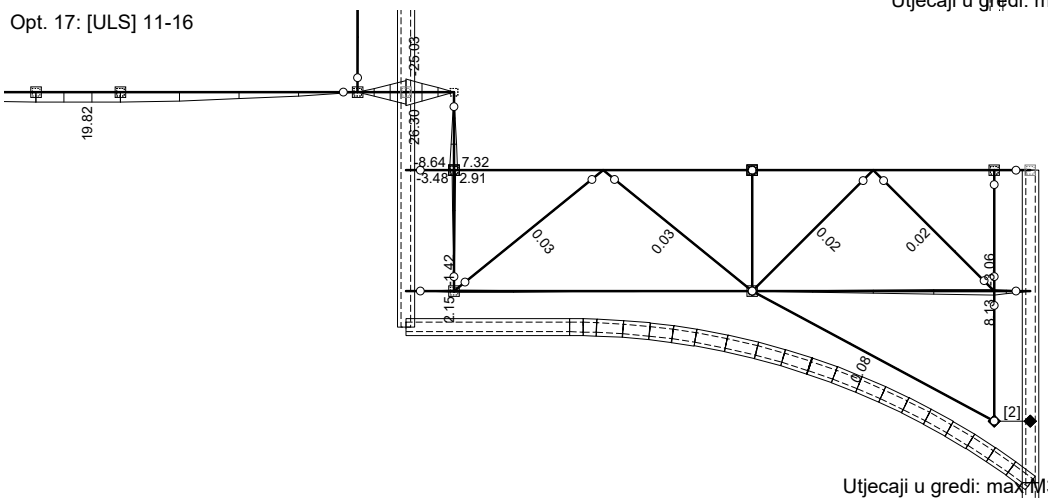
Okvir: X10
Utjecaji u gredi: max T2= 379.33 / min T2= -294.33 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



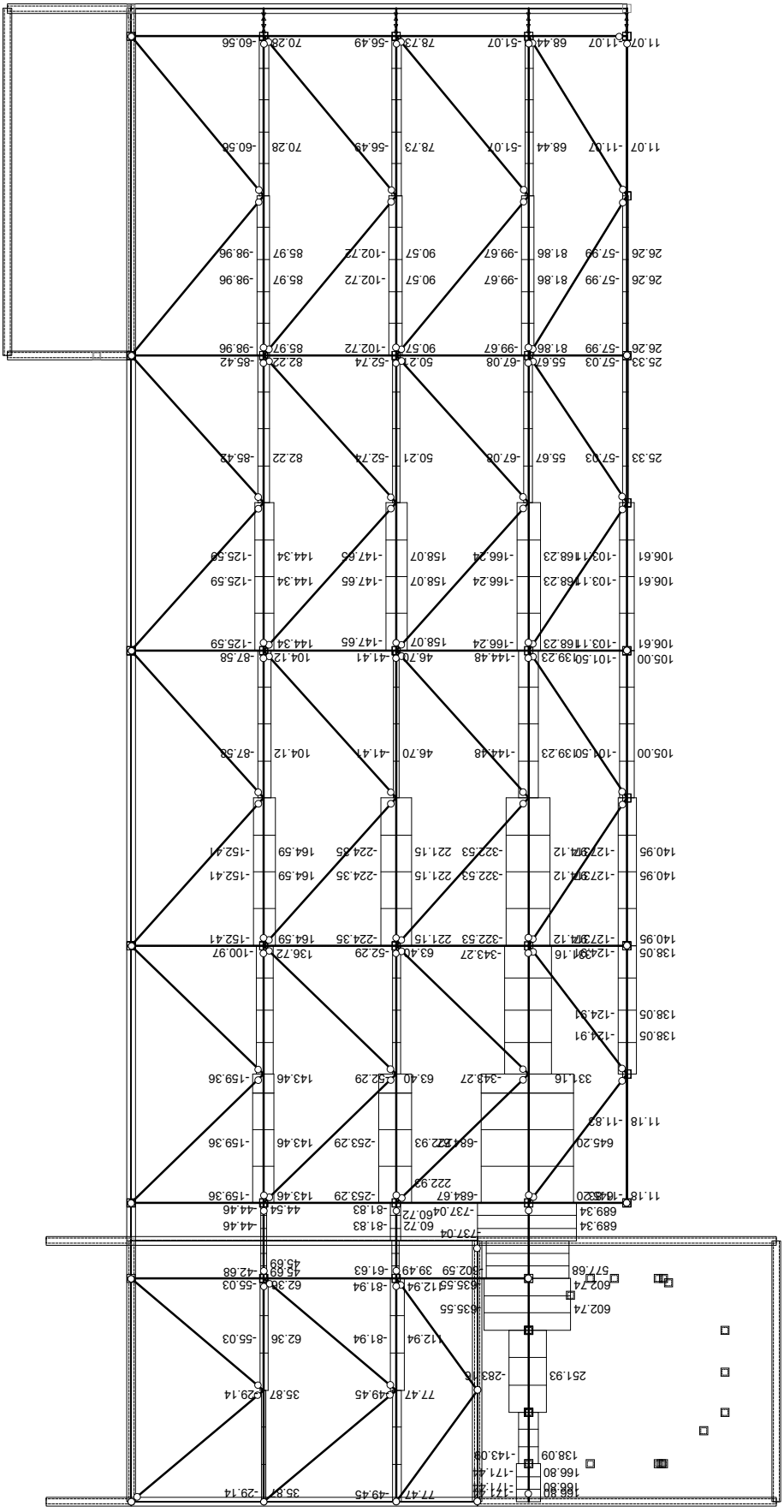
Okvir: X10
Utjecaji u gredi: max T3= 87.07 / min T3= -85.56 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



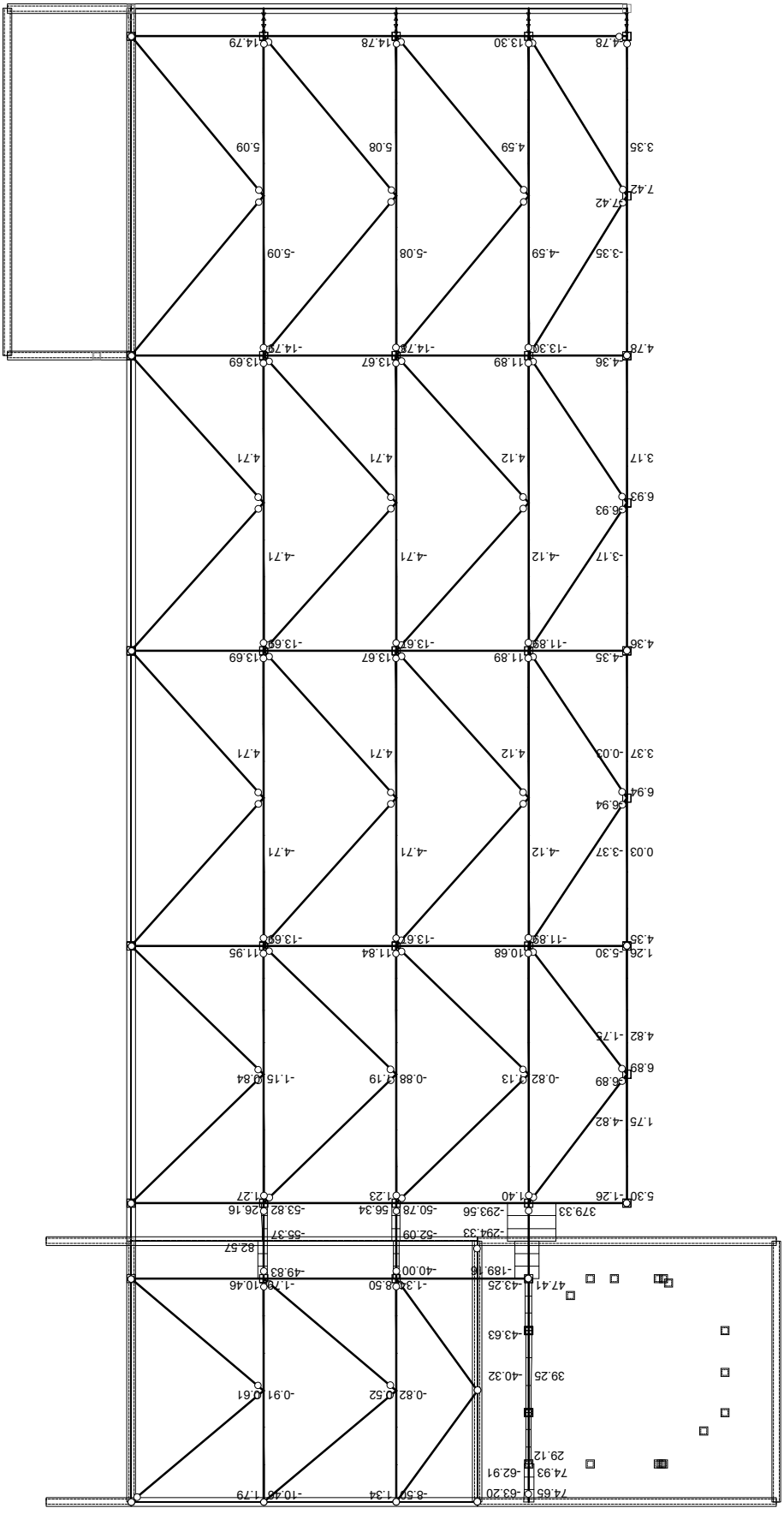
Okvir: X10
Utjecaji u gredi: max M3= 208.42 / min M3= -161.67 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



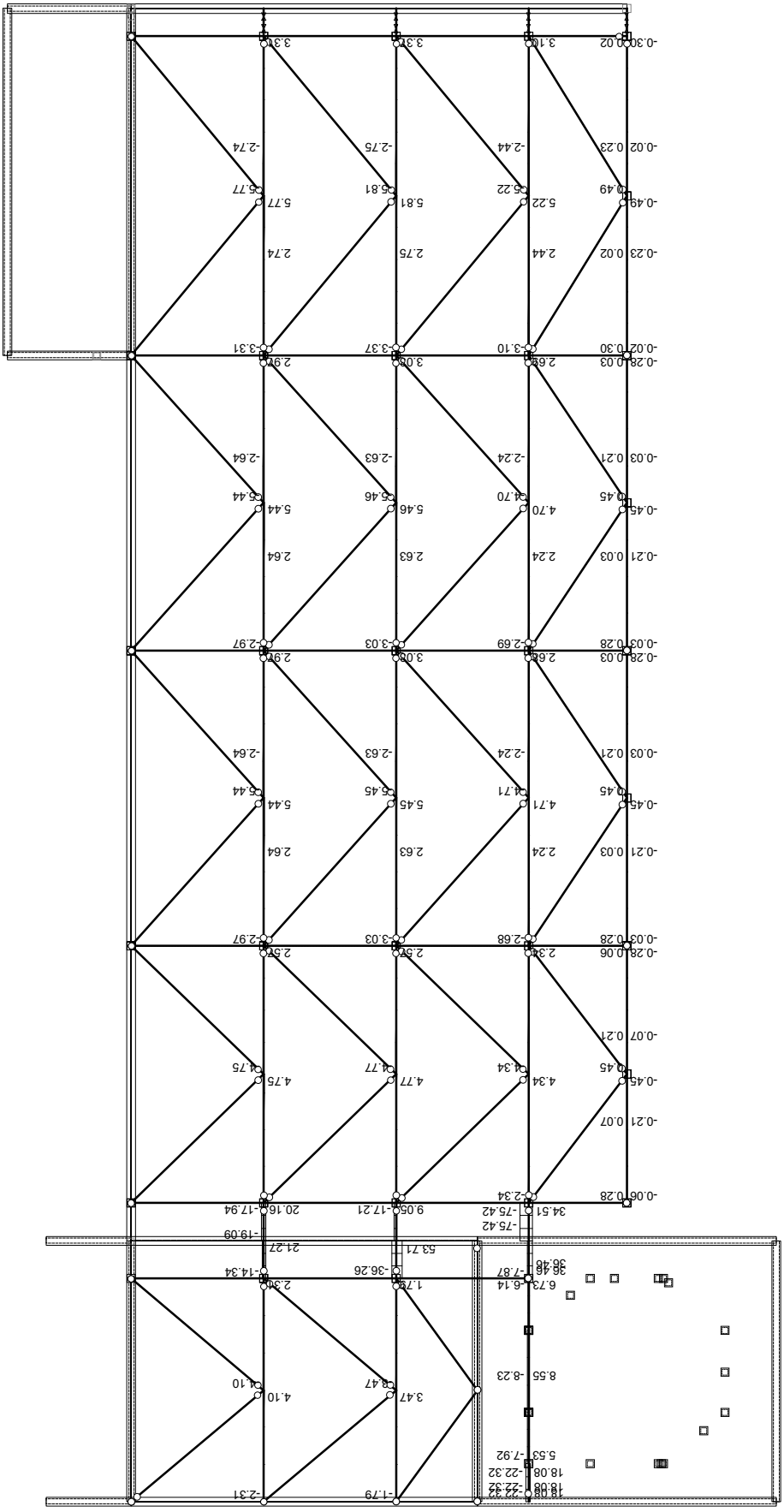
Pogled: Poz 301 - K1
Utjecaji u gredi: max N1= 877.29 / min N1= -831.90 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



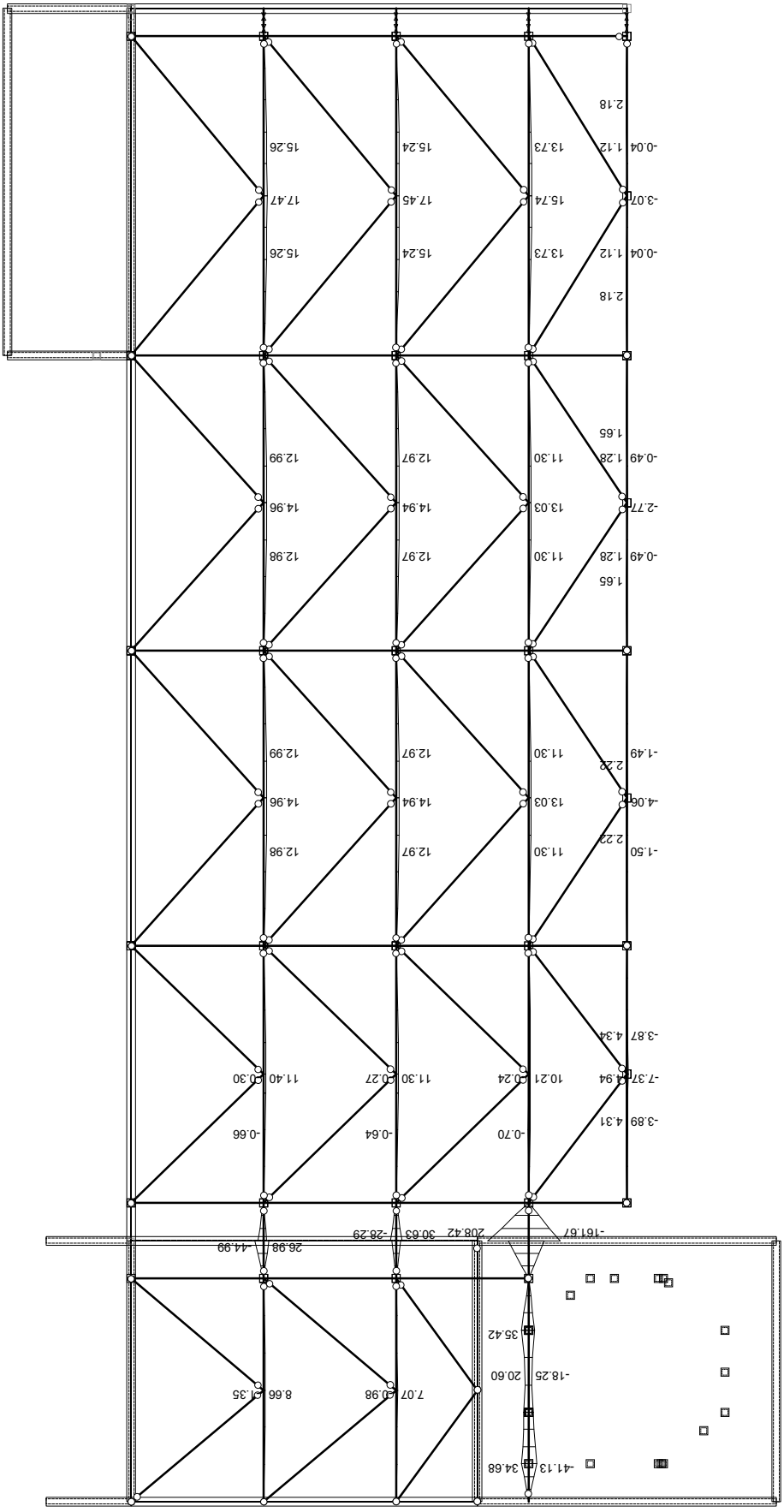
Pogled: Poz 301 - K1
Utjecaji u gredi: max T2= 379.33 / min T2= -294.33 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



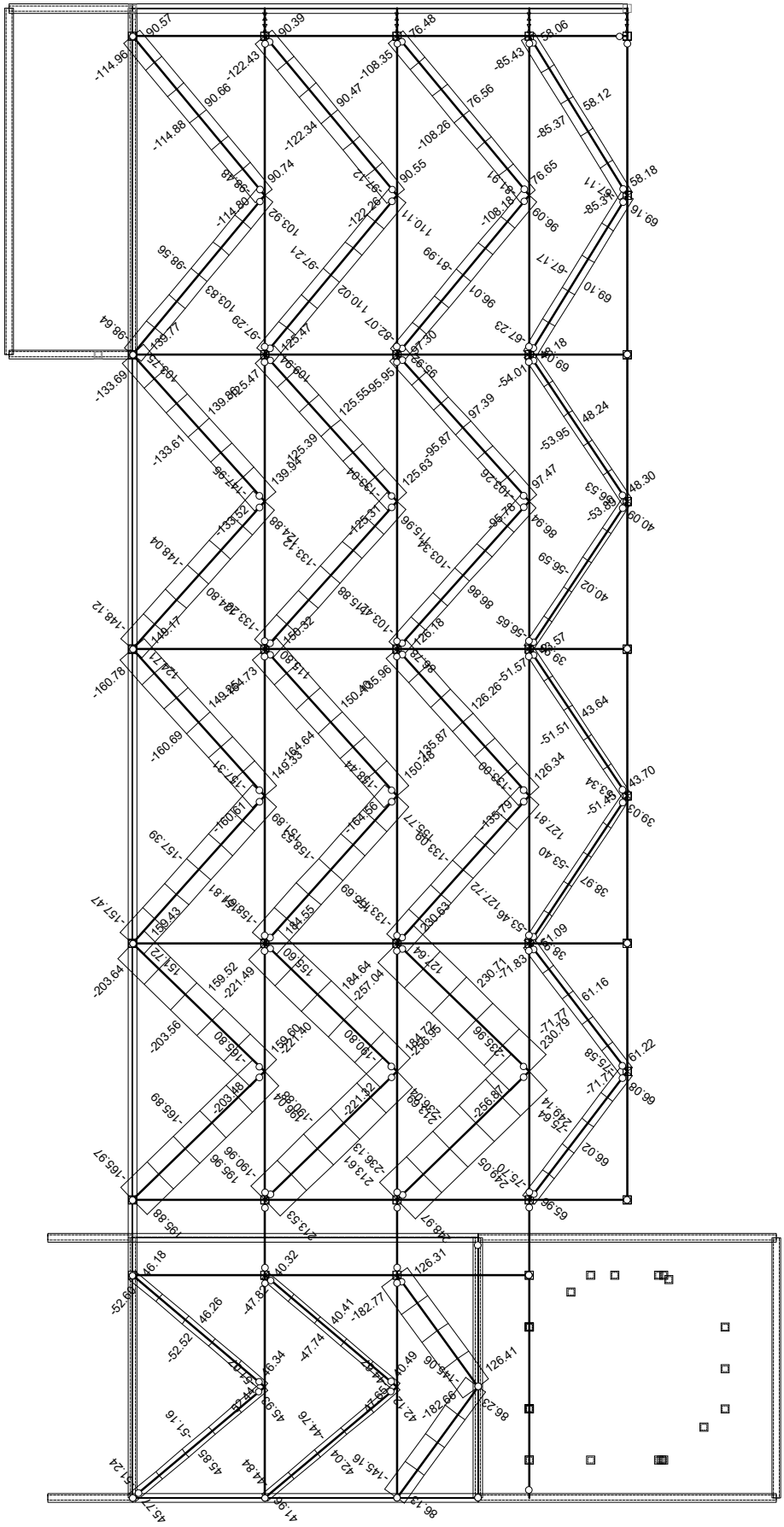
Pogled: Poz 301 - K1
Utjecaji u gredi: max T3= 237.48 / min T3= -239.19 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



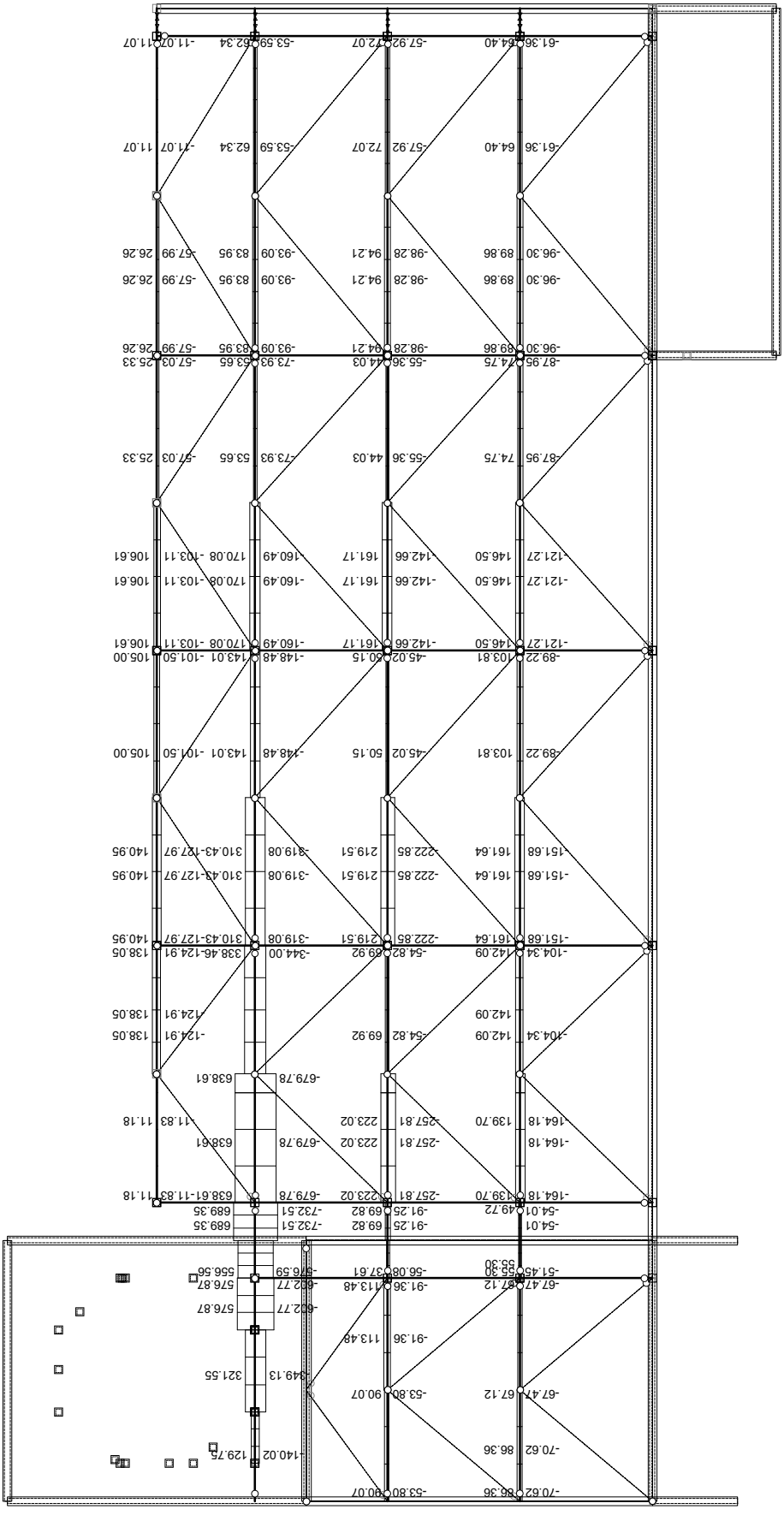
Pogled: Poz 301 - K1
Utjecaji u gredi: max M3= 208.42 / min M3= -161.67 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



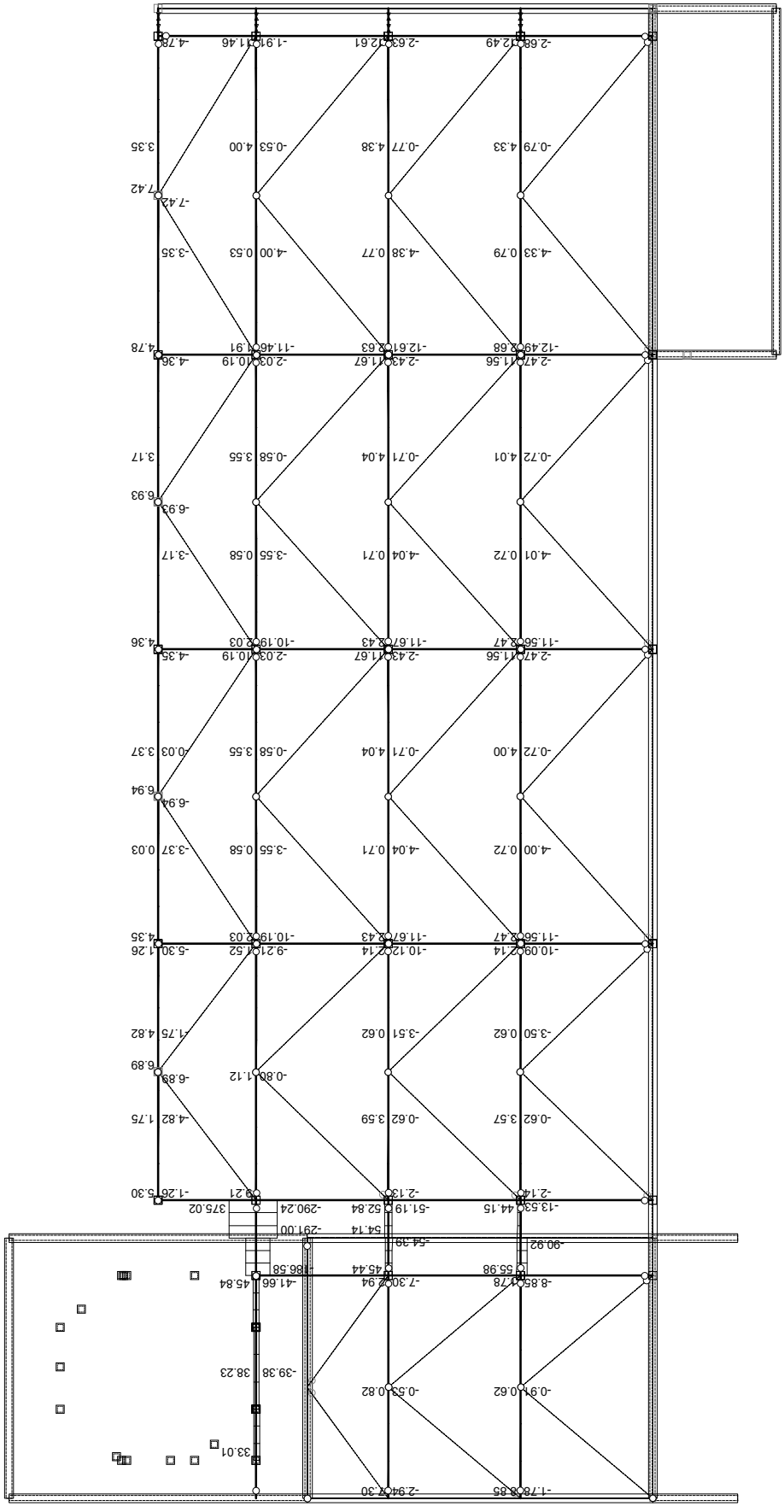
Pogled: Poz 301 - K1
Utjecaji u gredi: max N1= 877.29 / min N1= -831.90 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



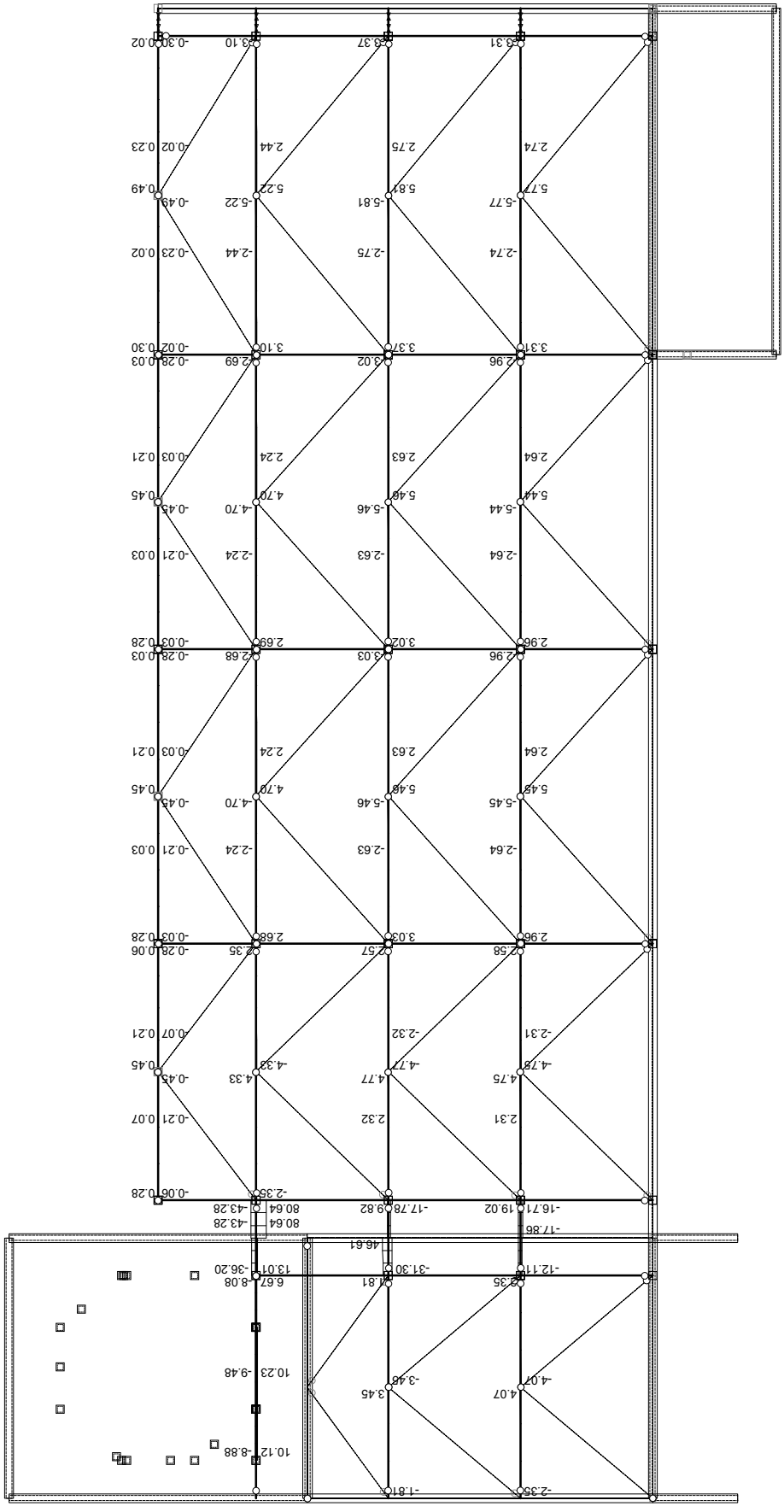
Pogled: Poz 302 - K2
Utjecaji u gredi: max N1= 880.05 / min N1= -836.01 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



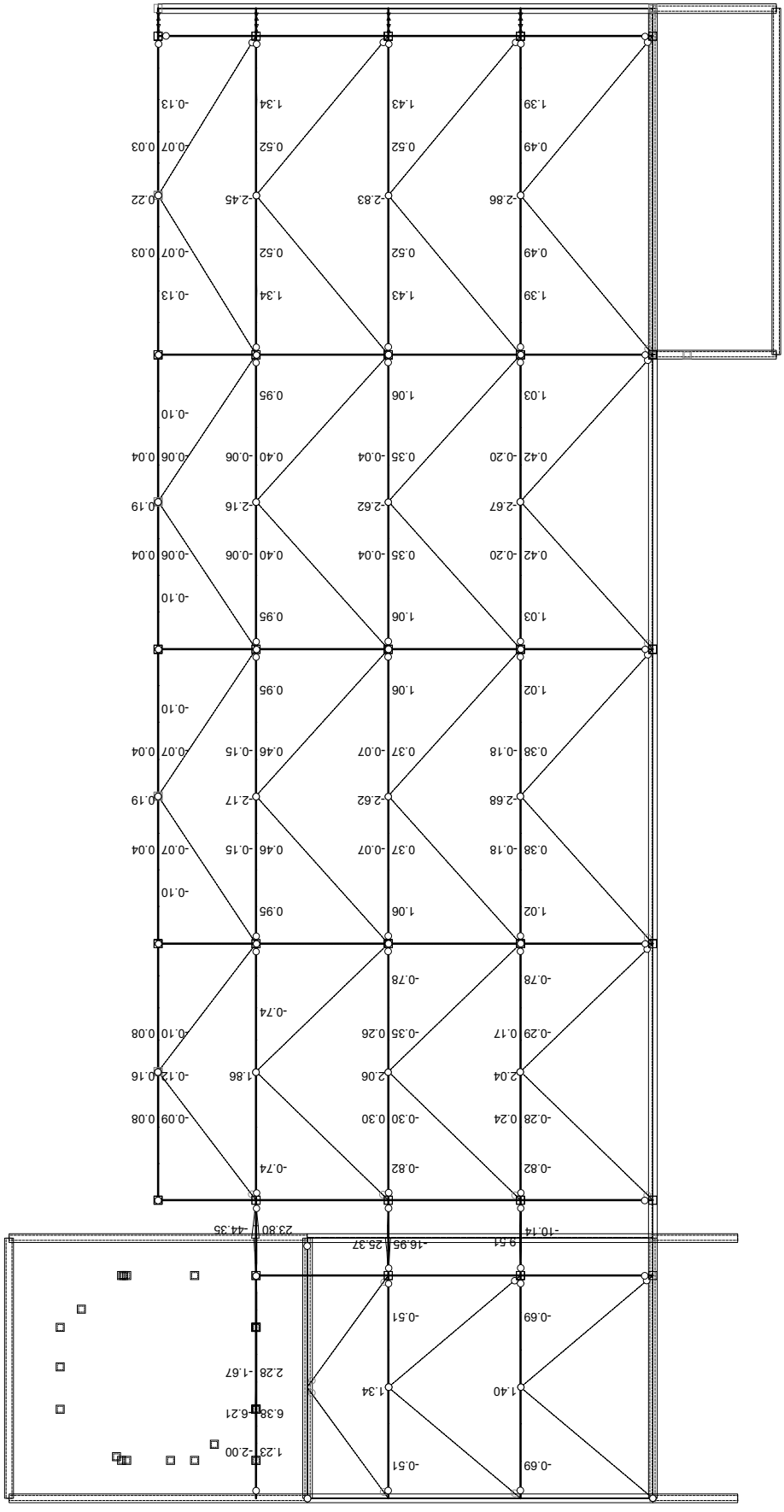
Pogled: Poz 302 - K2
Utjecaji u gredi: max T2= 375.02 / min T2= -291.00 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



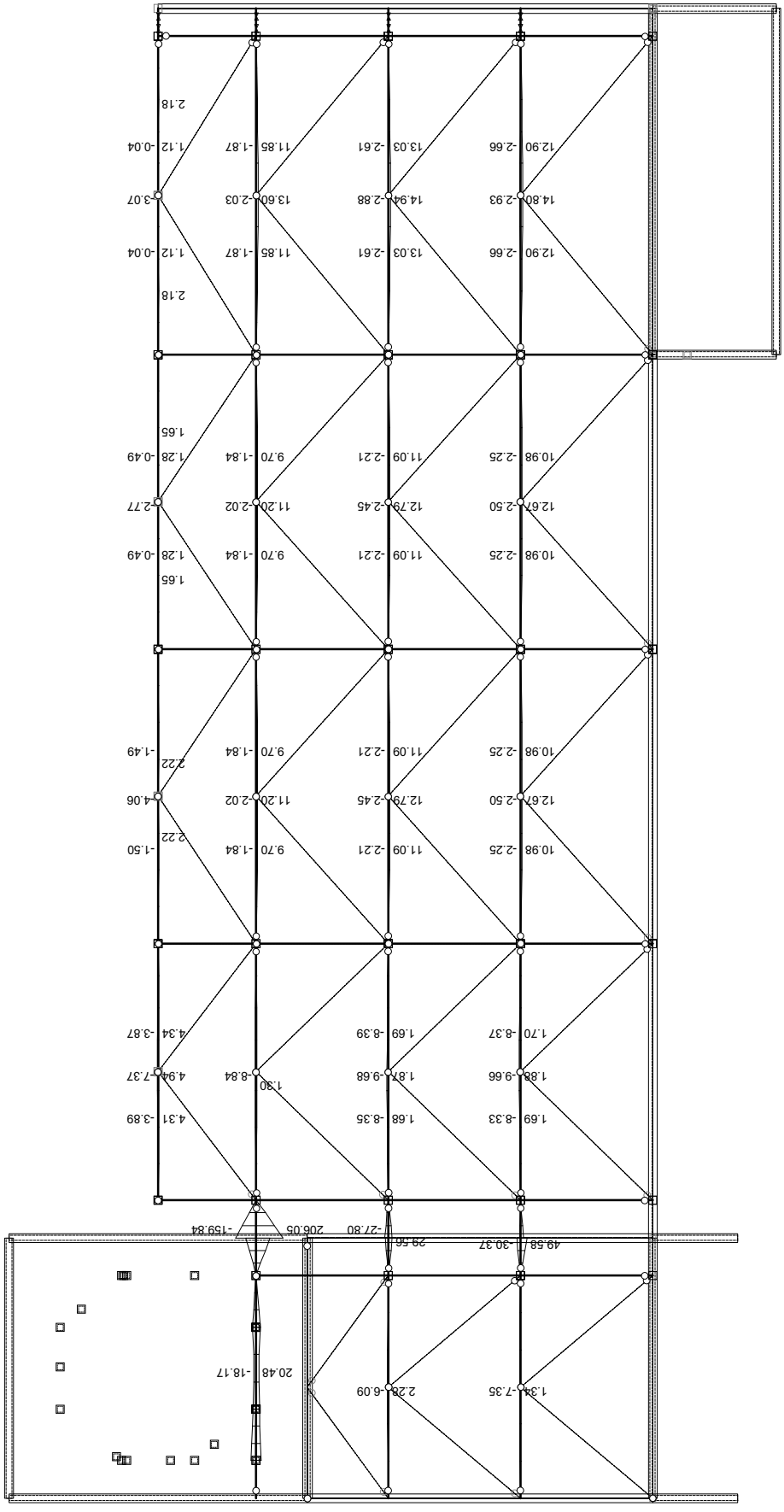
Pogled: Poz 302 - K2
Utjecaji u gredi: max T3= 165.73 / min T3= -222.30 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



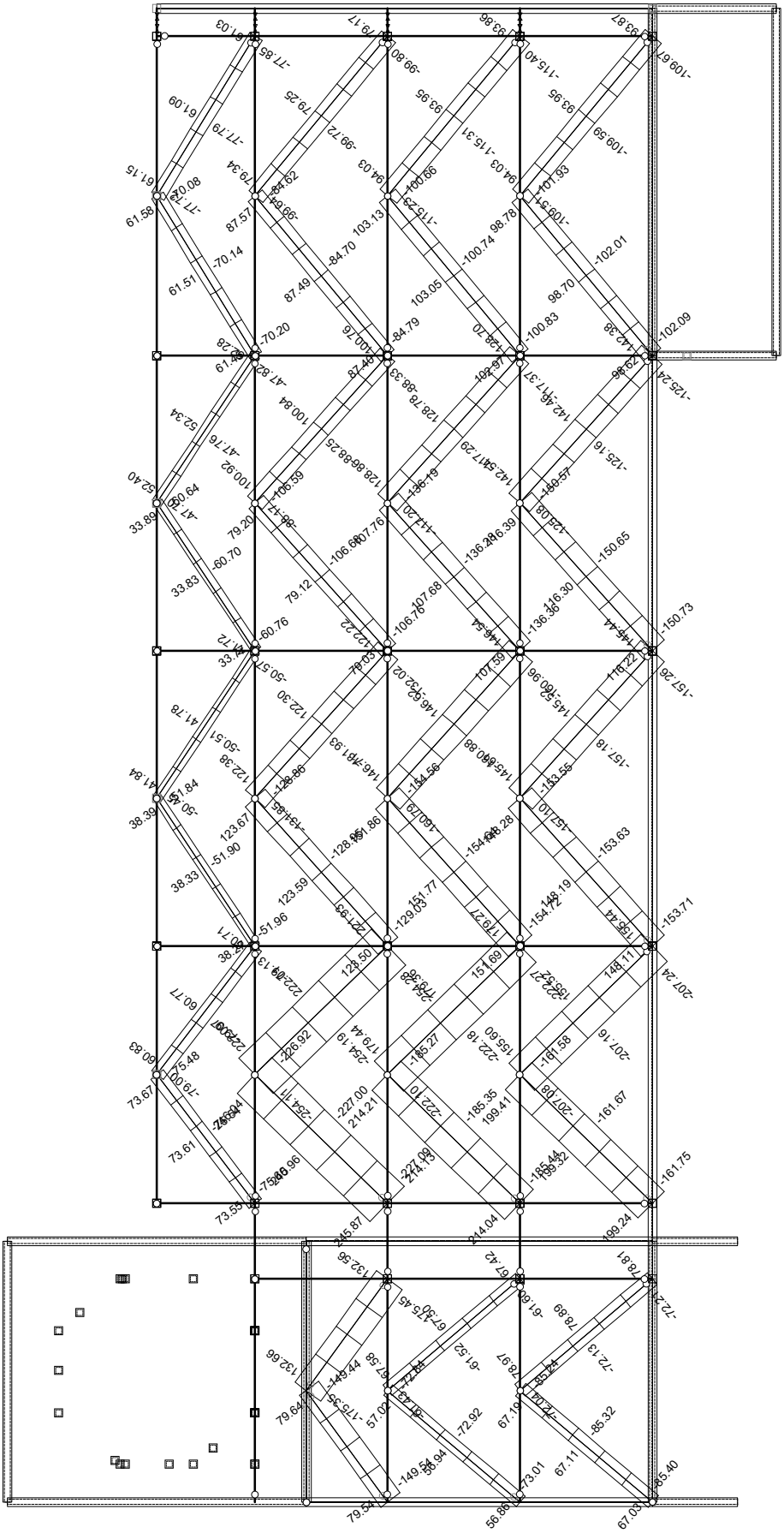
Pogled: Poz 302 - K2
Utjecaji u gredi: max M2= 222.99 / min M2= -251.81 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



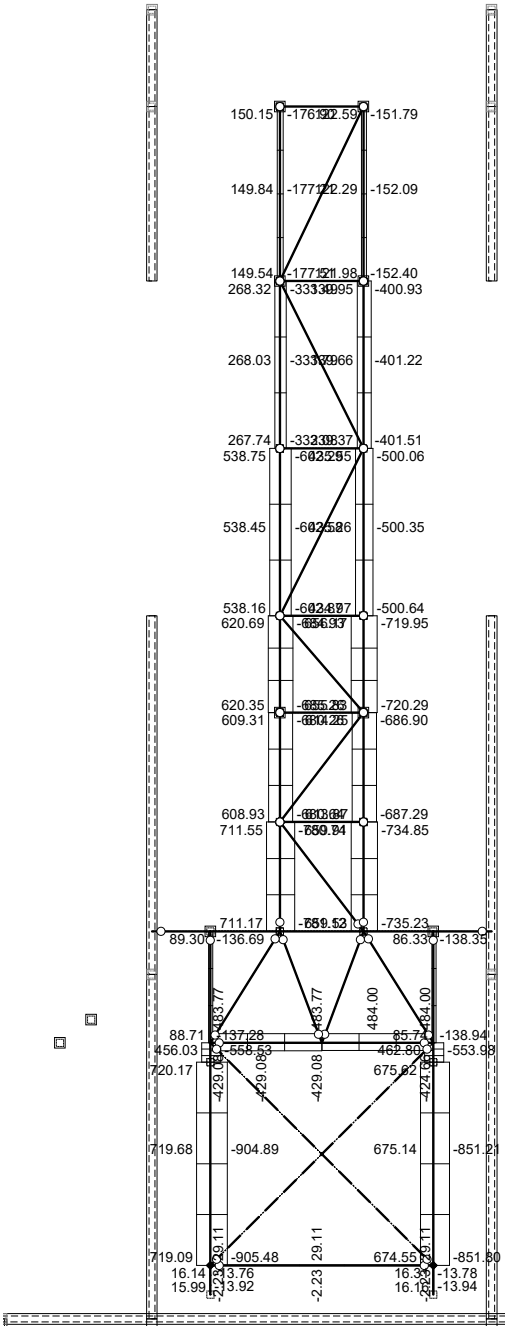
Pogled: Poz 302 - K2
Utjecaji u gredi: max M3= 206.05 / min M3= -159.84 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



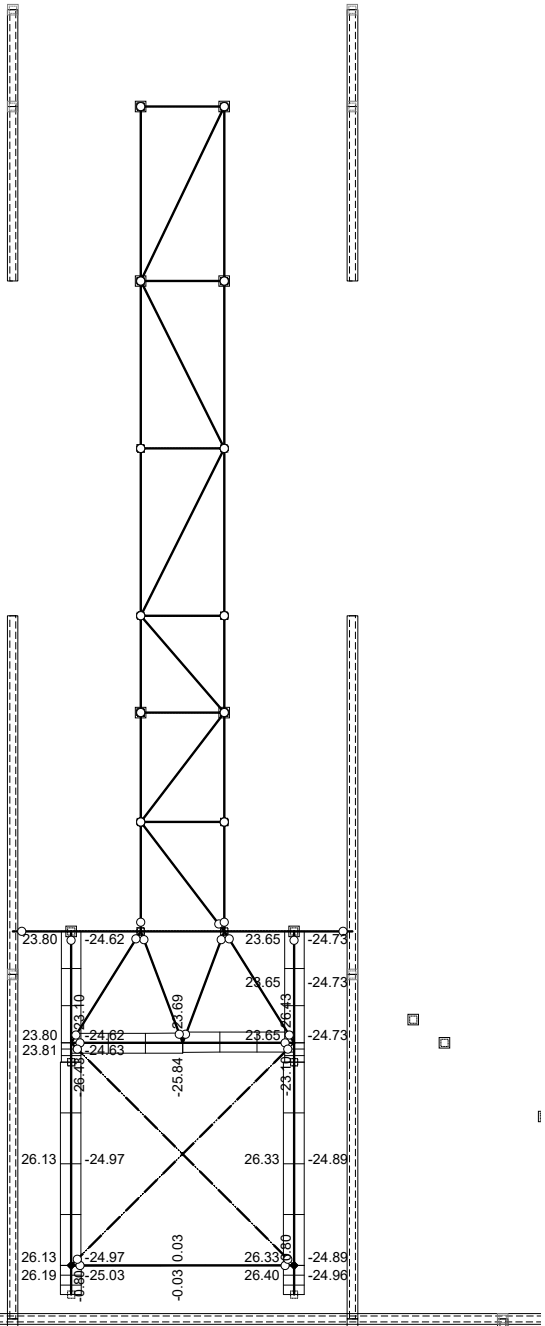
Pogled: Poz 302 - K2
Utjecaji u gredi: max N1= 880.05 / min N1= -836.01 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



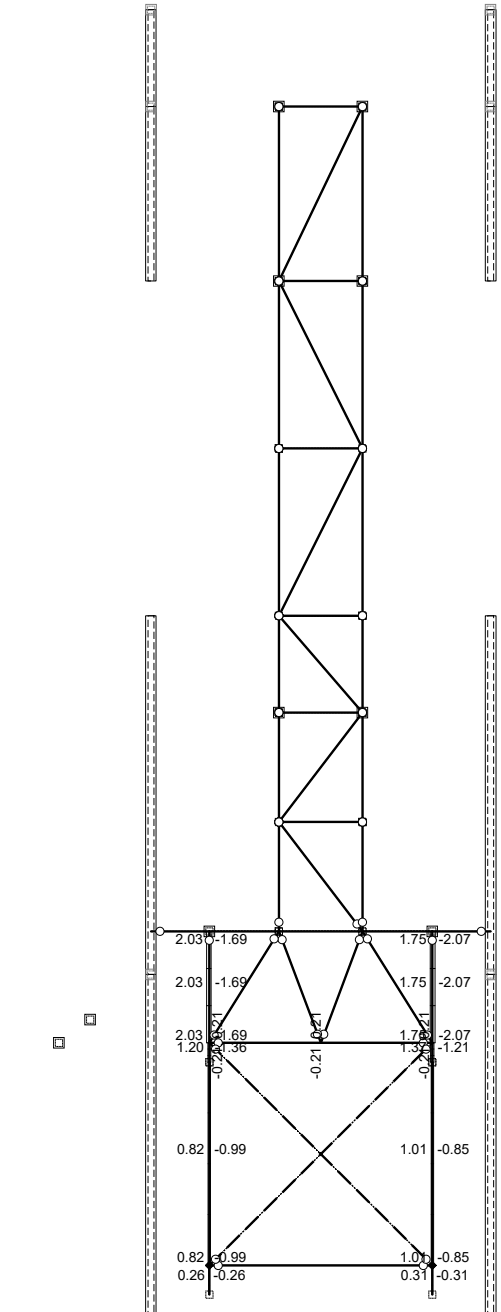
Okvir: Y2
Utjecaji u gredi: max N1= 720.31 / min N1= -905.48 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



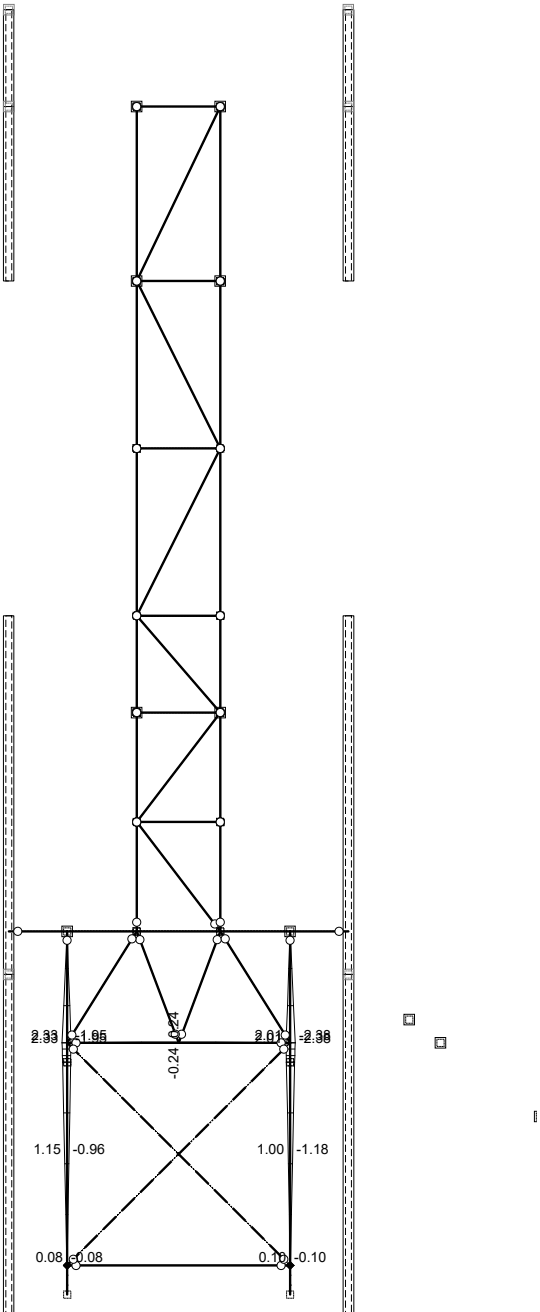
Okvir: Y2
Utjecaji u gredi: max T2= 42.19 / min T2= -36.56 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



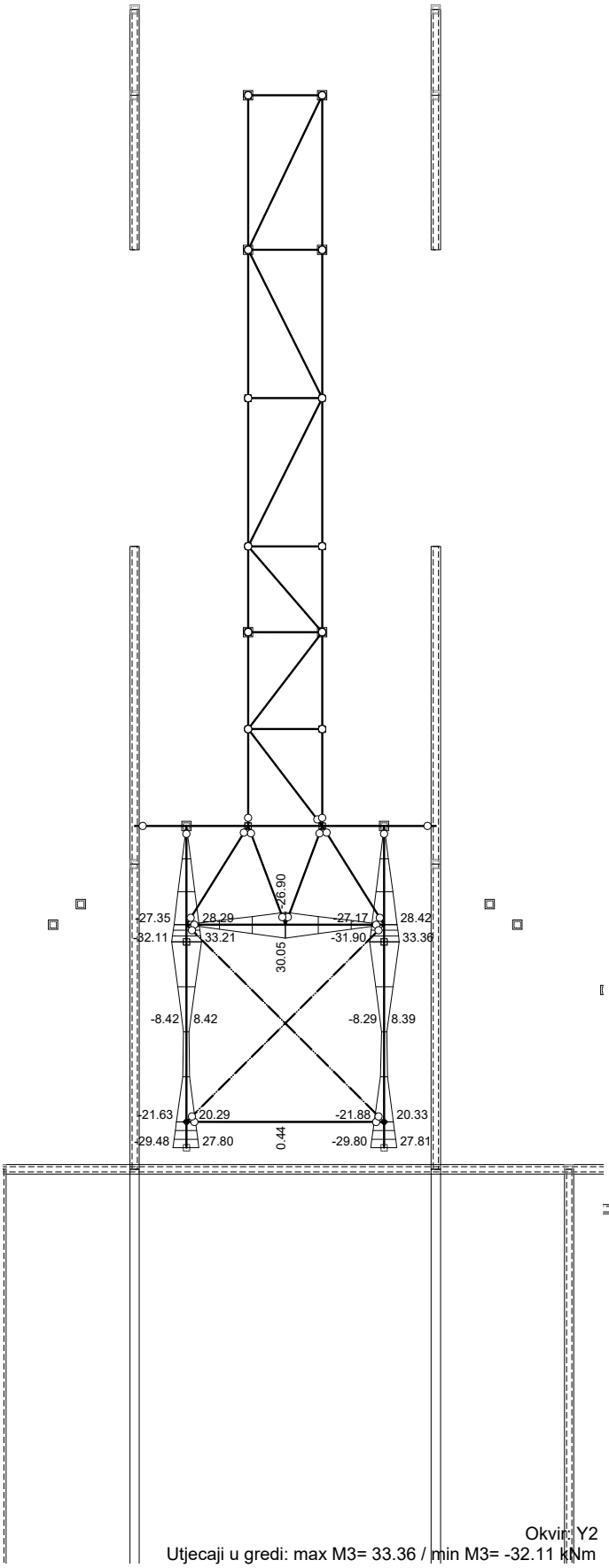
Okvir: Y2
Utjecaji u gredi: max T3= 14.01 / min T3= -13.54 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



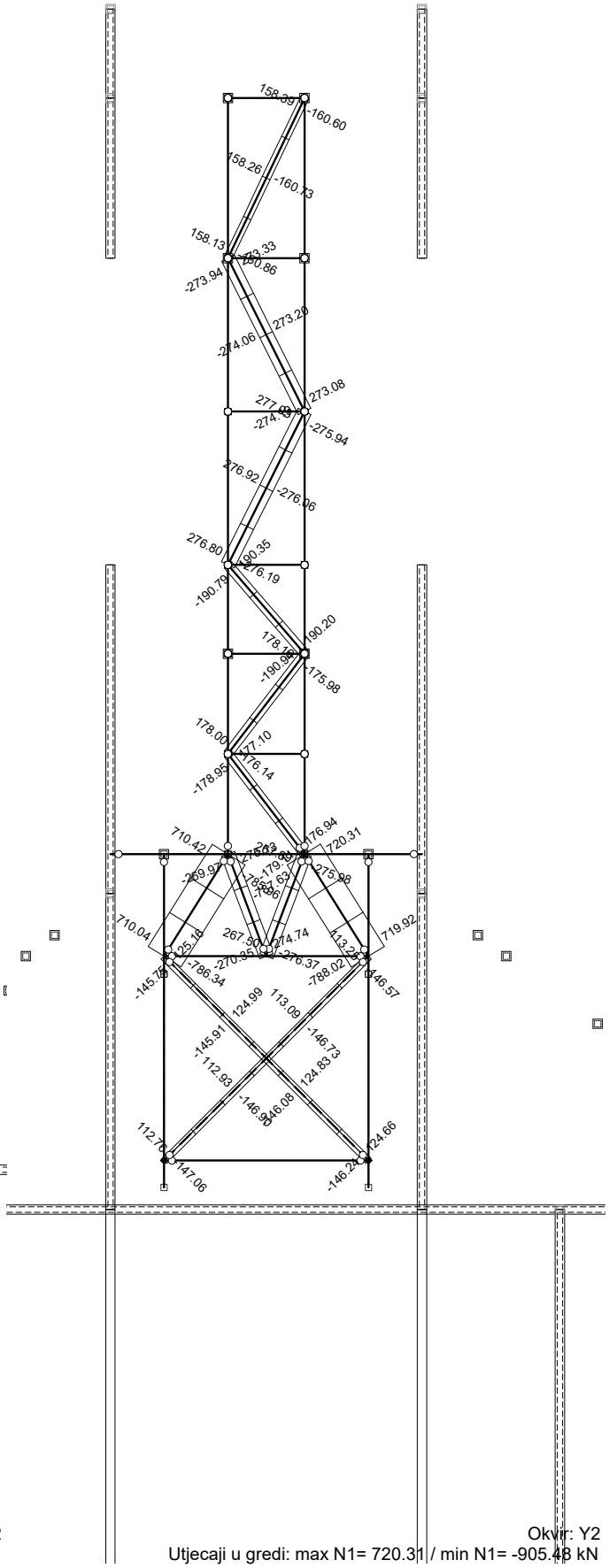
Okvir: Y2
Utjecaji u gredi: max M2= 8.12 / min M2= -6.09 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



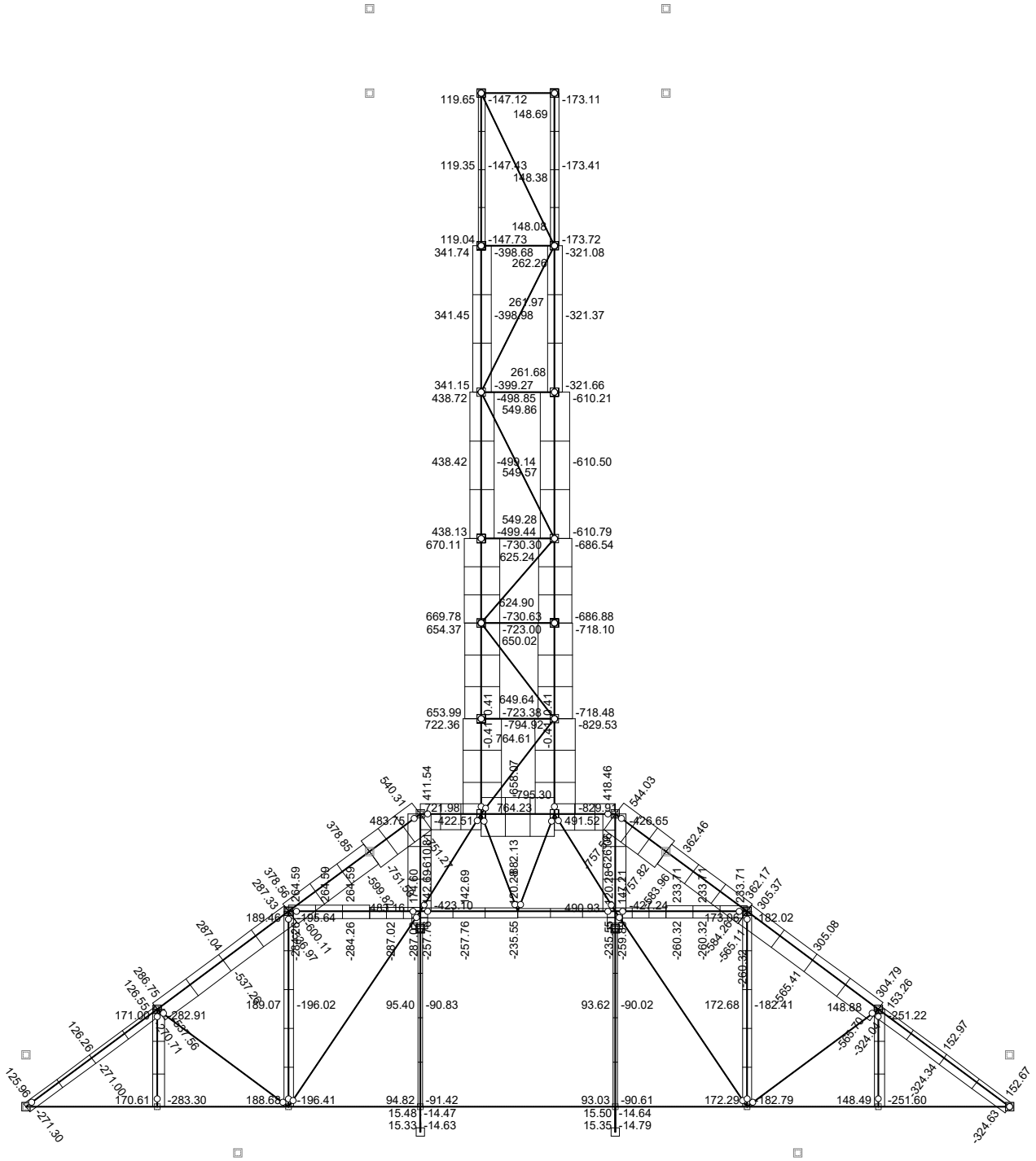
Okvir: Y2
Utjecaji u gredi: max M3= 33.36 / min M3= -32.11 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



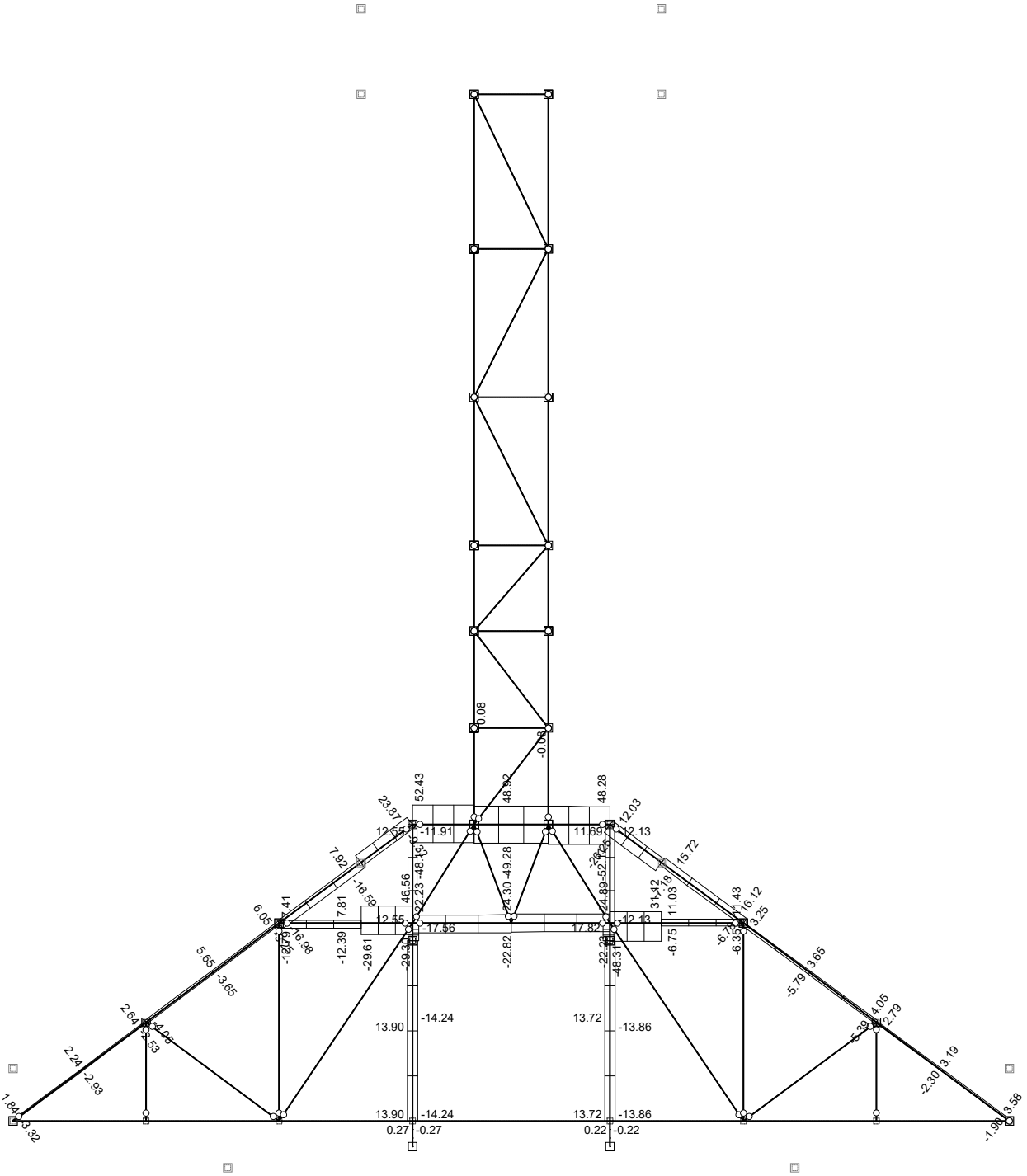
Okvir: Y2
Utjecaji u gredi: max N1= 720.31 / min N1= -905.48 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



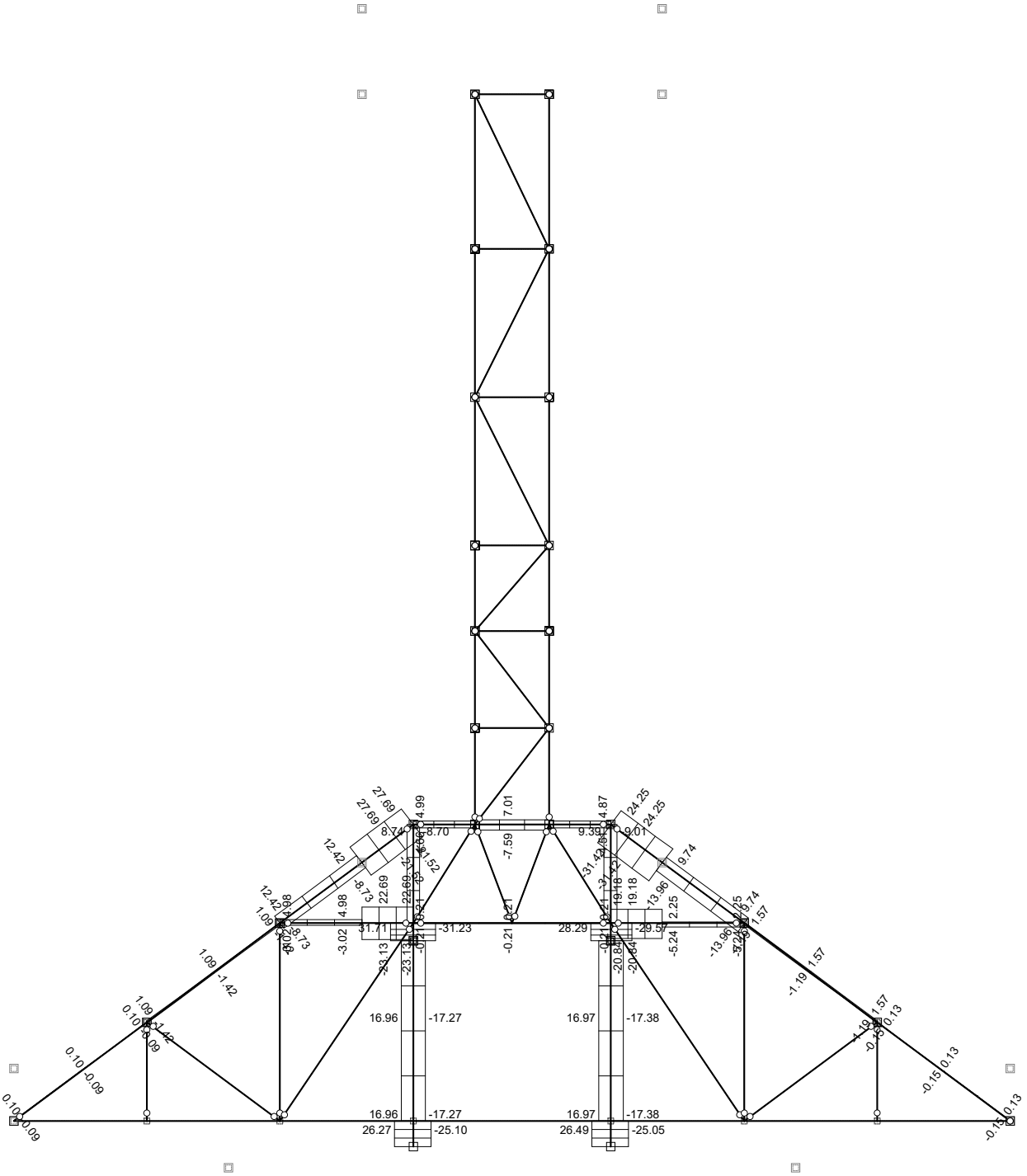
Okvir: Y5
Utjecaji u gredi: max N1= 764.61 / min N1= -882.13 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



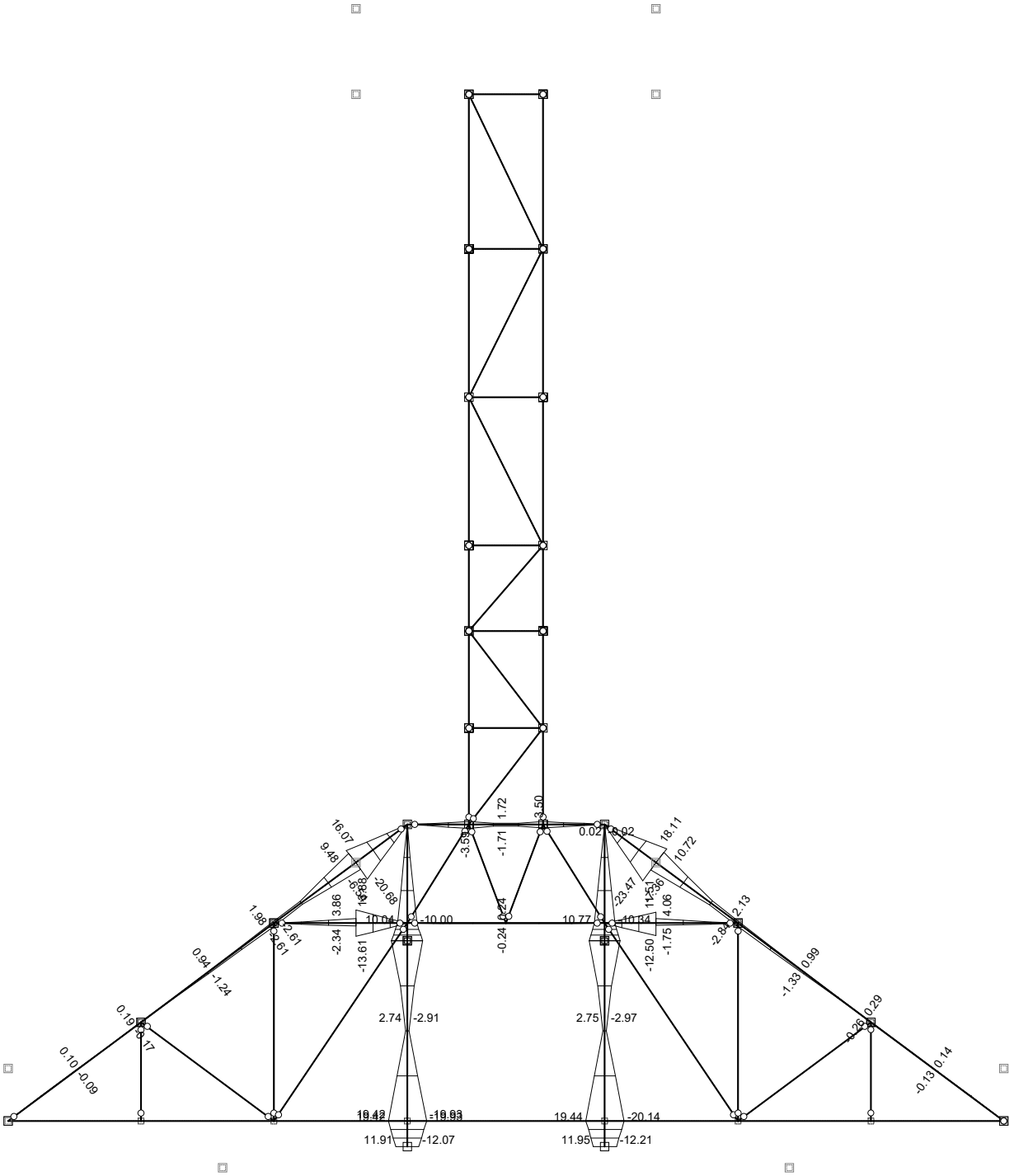
Okvir: Y5
Utjecaji u gredi: max T2= 59.70 / min T2= -60.10 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



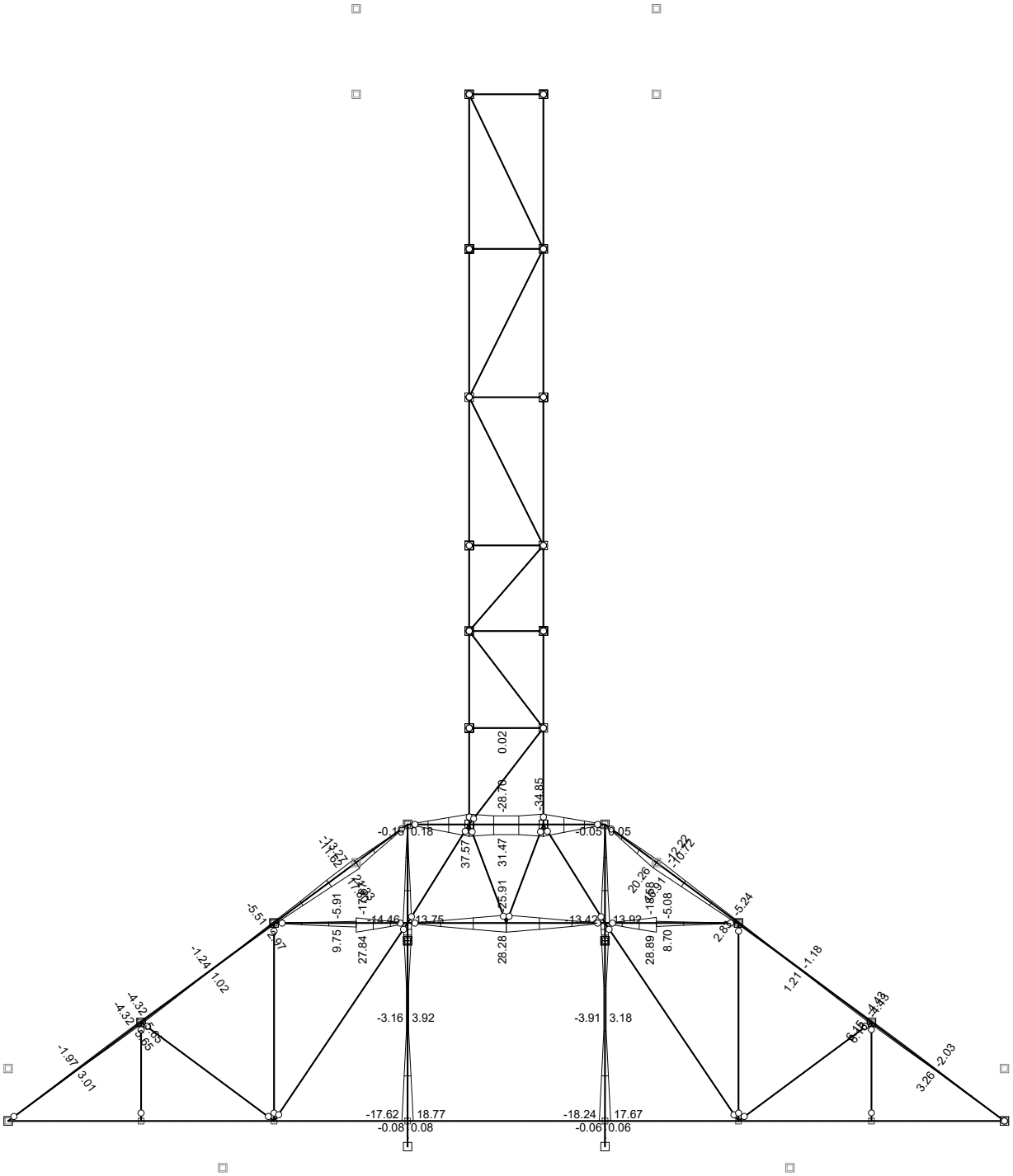
Okvir: Y5
Utjecaji u gredi: max T3= 31.71 / min T3= -31.42 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



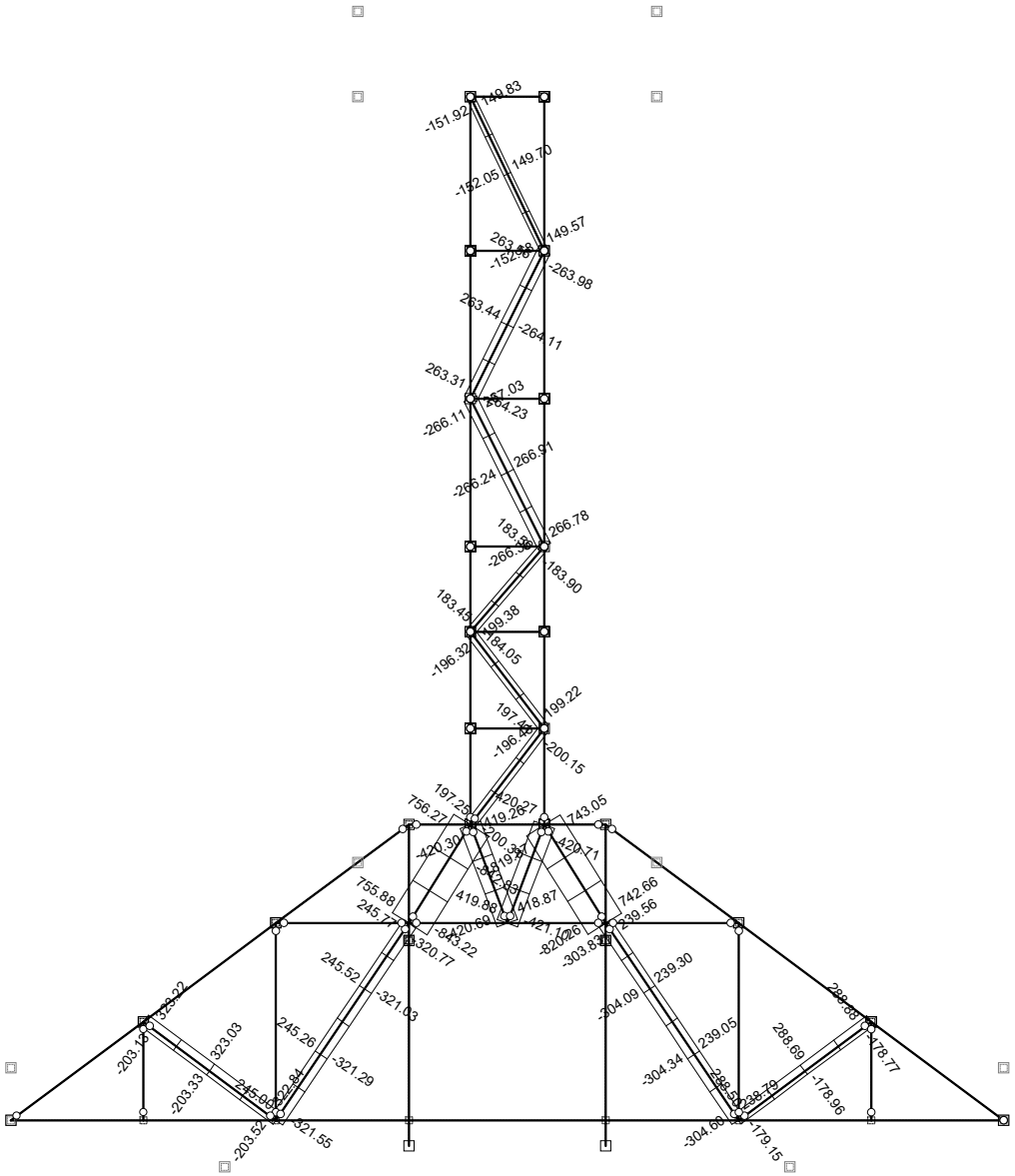
Okvir: Y5
Utjecaji u gredi: max M2= 19.45 / min M2= -23.47 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



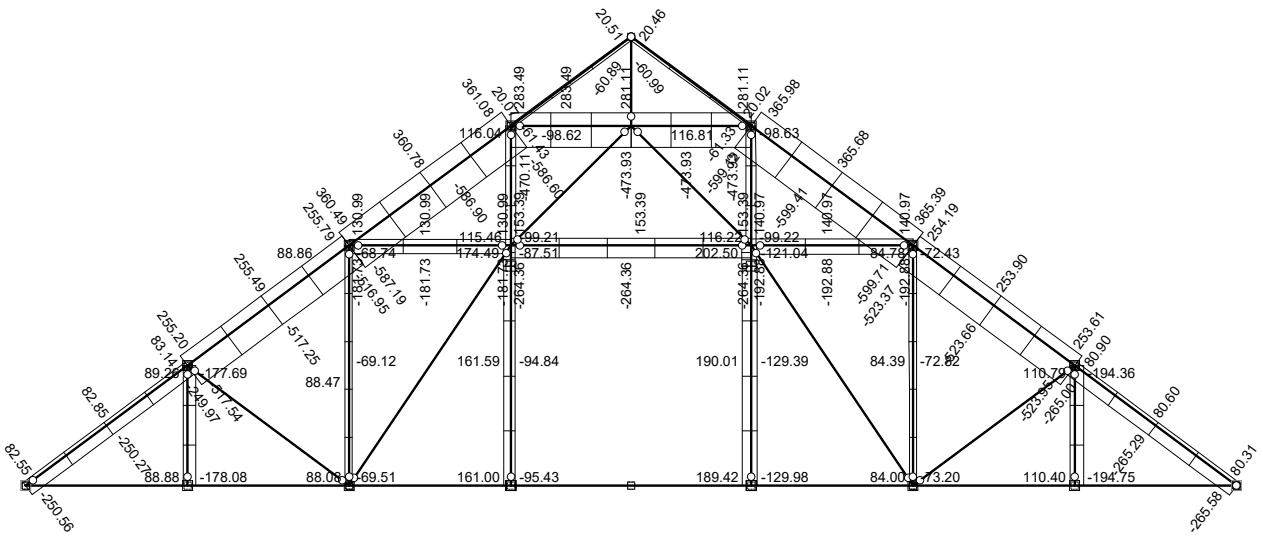
Okvir: Y5
Utjecaji u gredi: max M3= 73.01 / min M3= -67.00 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



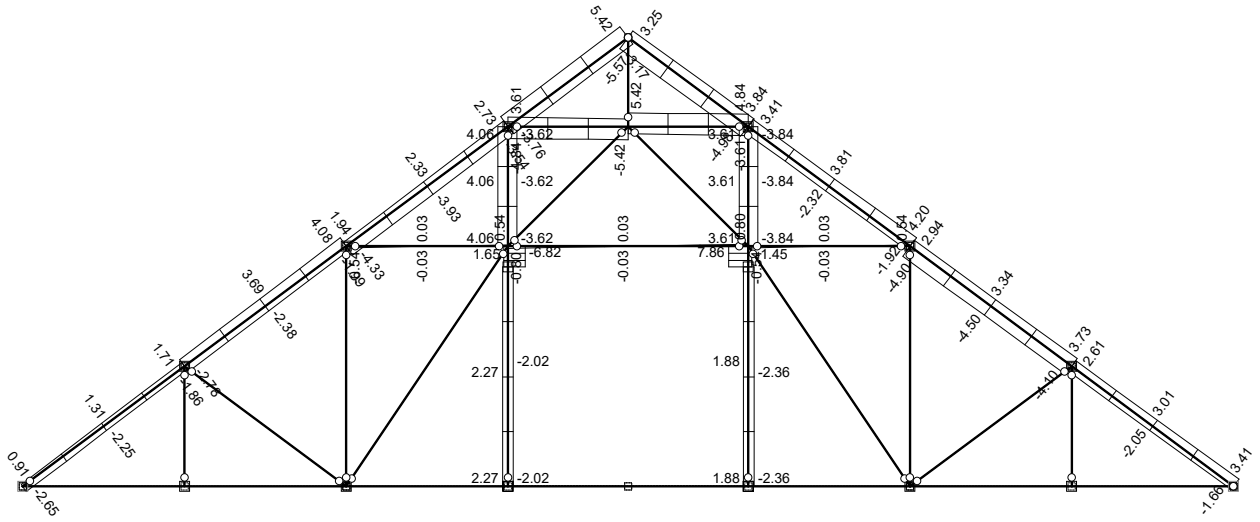
Okvir: Y5
Utjecaji u gredi: max N1= 764.61 / min N1= -882.13 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



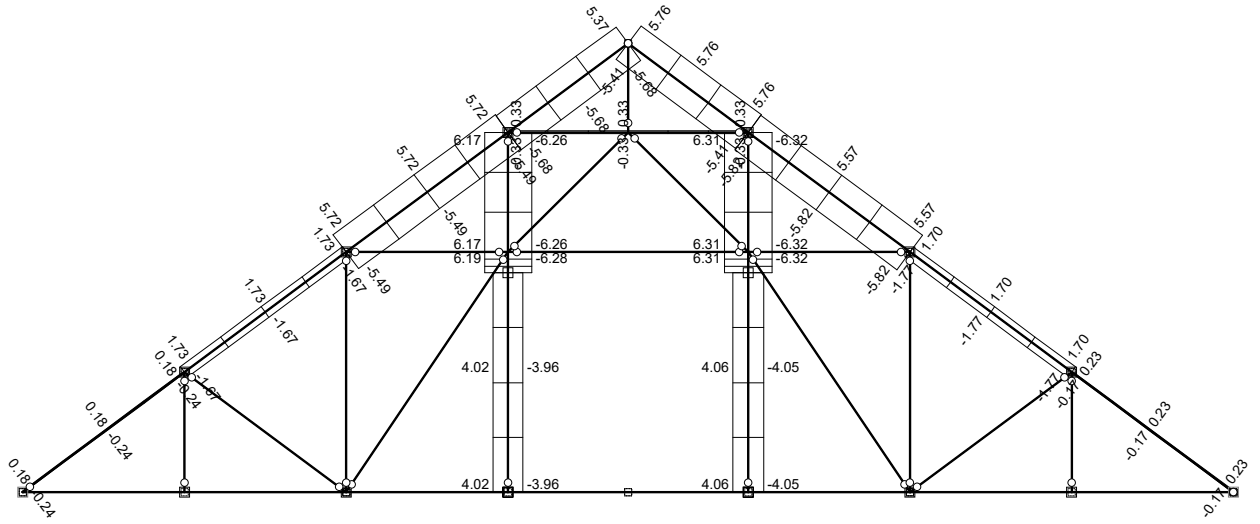
Okvir: Y7
Utjecaji u gredi: max N1= 400.86 / min N1= -599.71 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



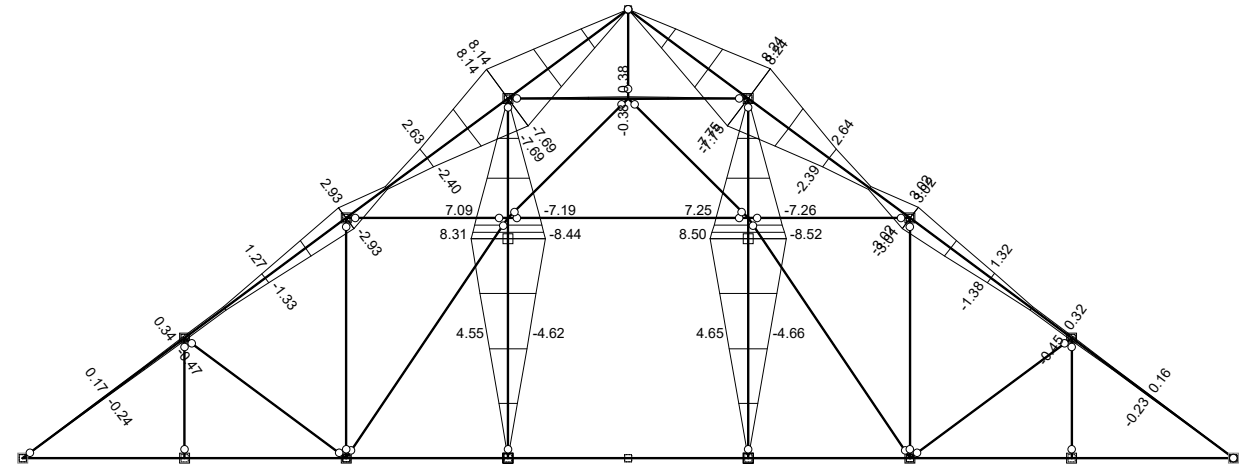
Okvir: Y7
Utjecaji u gredi: max T2= 36.83 / min T2= -37.14 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



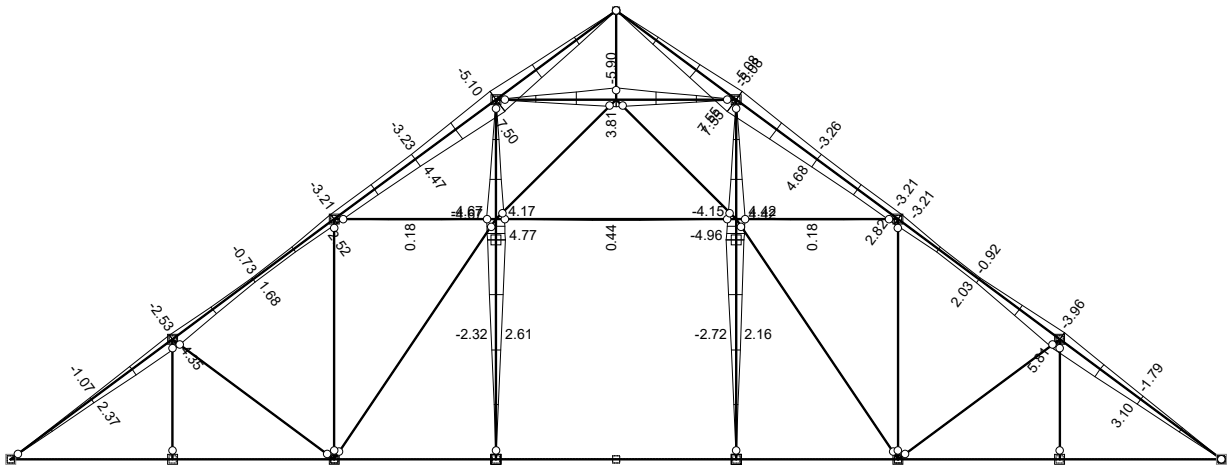
Okvir: Y7
Utjecaji u gredi: max T3= 10.78 / min T3= -10.93 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



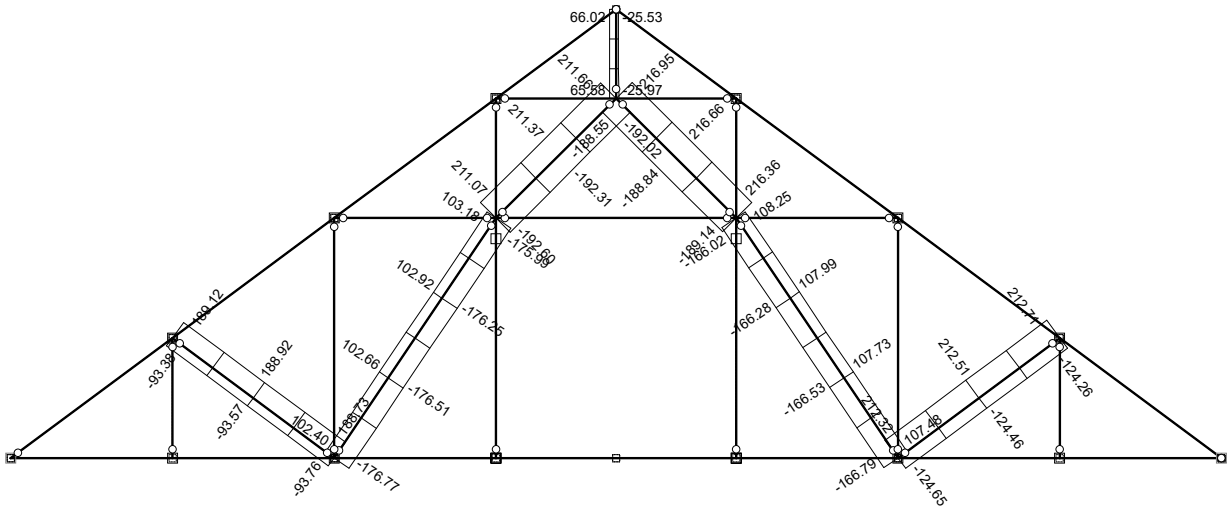
Okvir: Y7
Utjecaji u gredi: max M2= 9.27 / min M2= -8.75 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



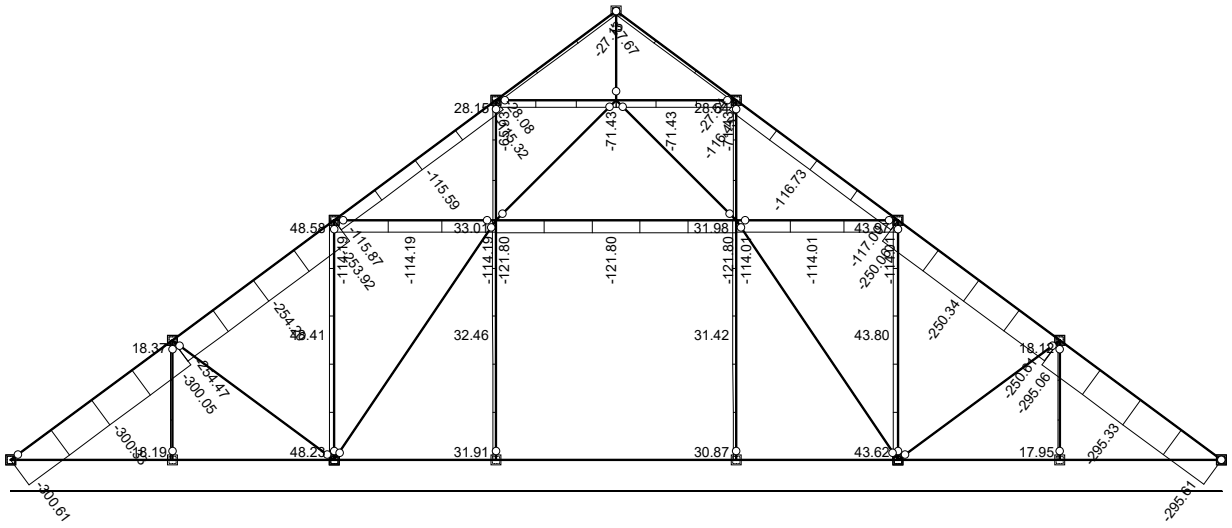
Okvir: Y7
Utjecaji u gredi: max M3= 46.39 / min M3= -39.28 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



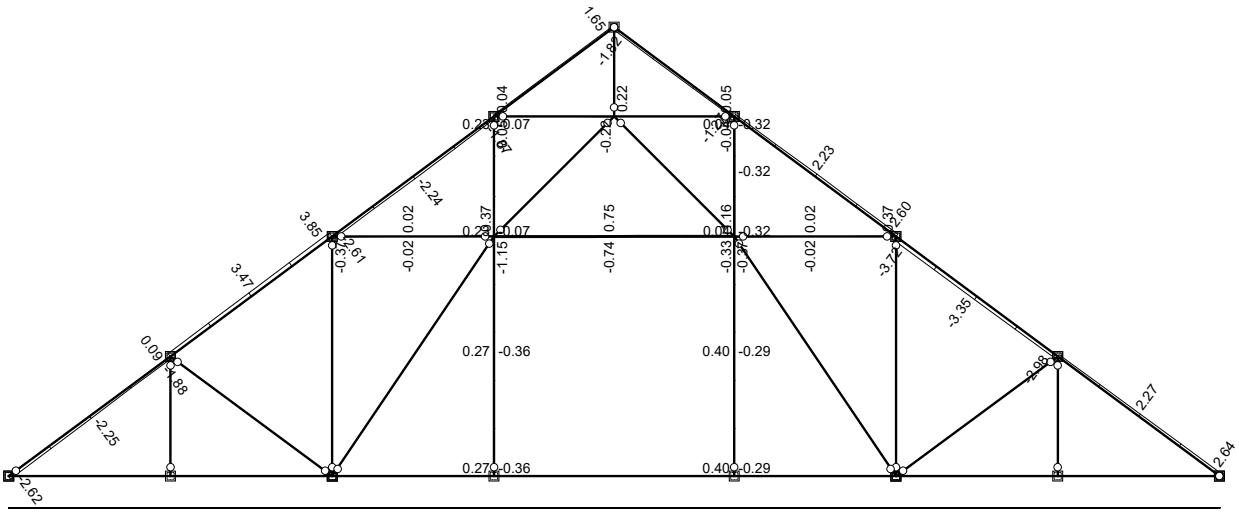
Okvir: Y7
Utjecaji u gredi: max N1= 400.86 / min N1= -599.71 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



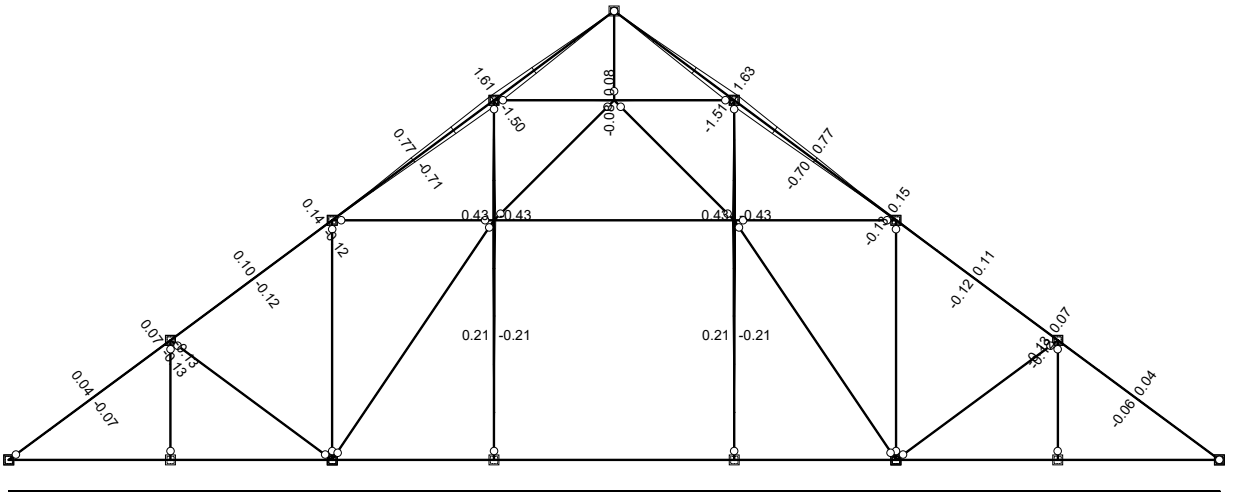
Okvir: Y8
Utjecaji u gredi: max N1= 400.87 / min N1= -300.61 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



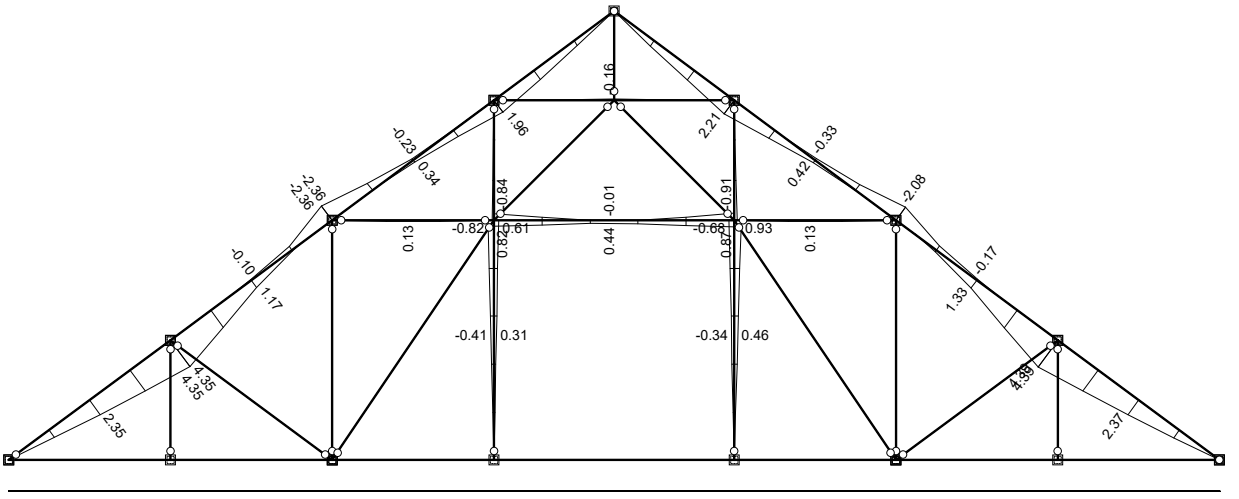
Okvir: Y8
Utjecaji u gredi: max T2= 78.52 / min T2= -56.80 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



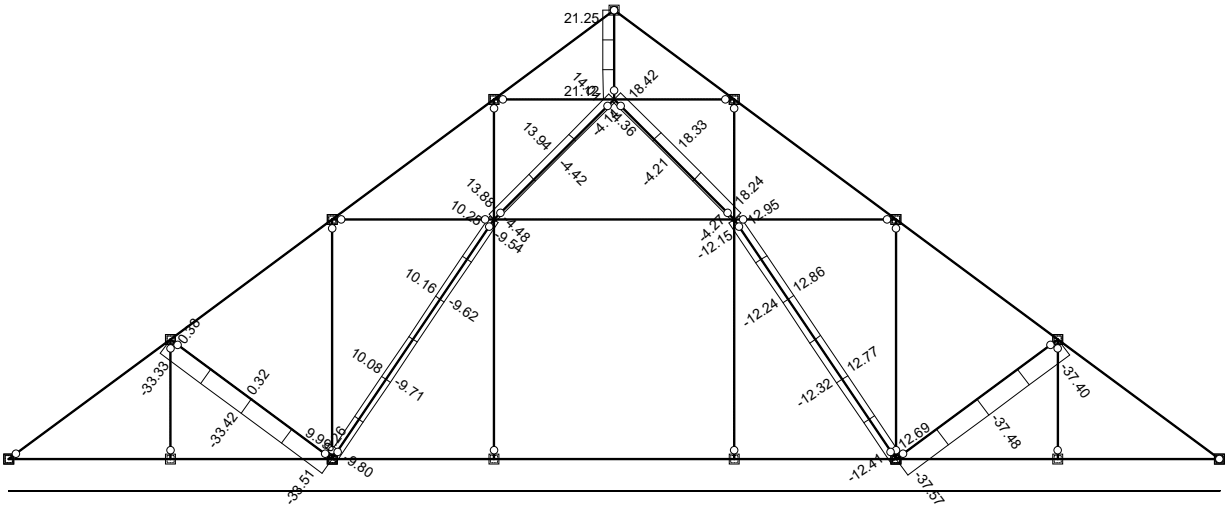
Okvir: Y8
Utjecaji u gredi: max M2= 128.45 / min M2= -133.76 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



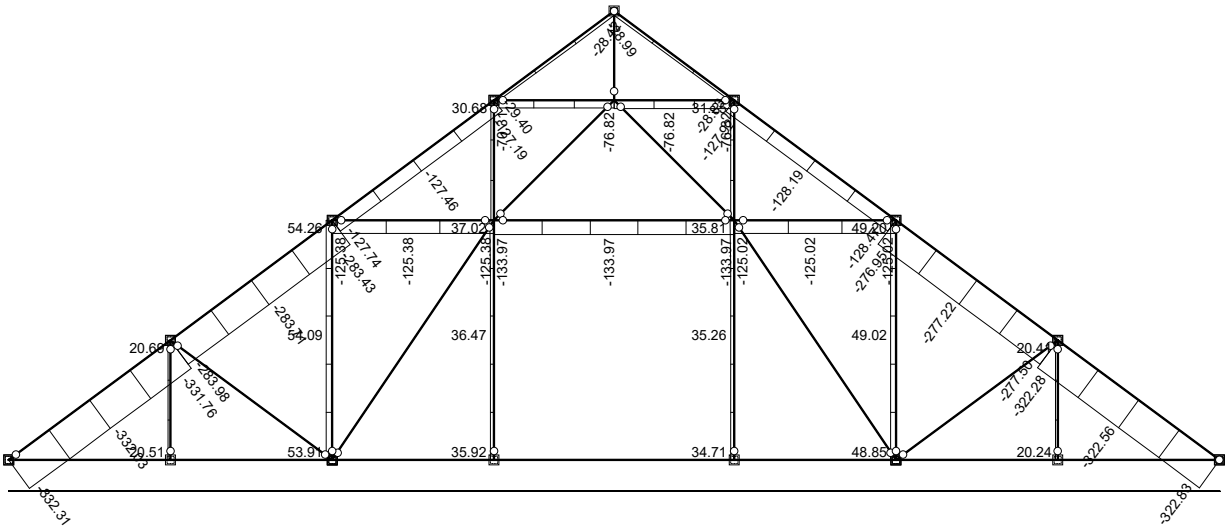
Okvir: Y8
Utjecaji u gredi: max M3= 46.76 / min M3= -61.62 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



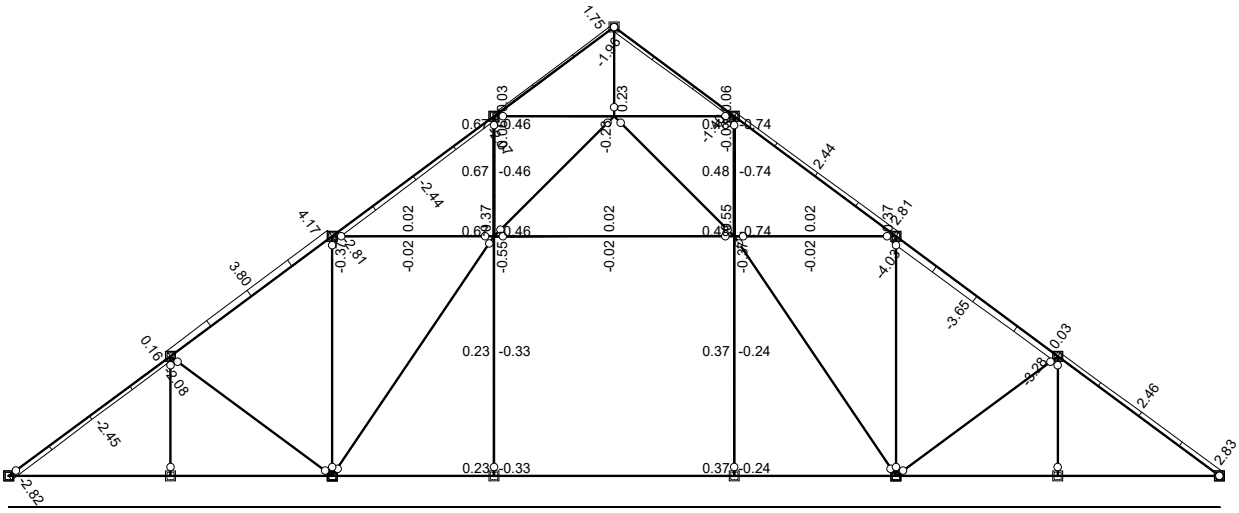
Okvir: Y8
Utjecaji u gredi: max N1= 400.87 / min N1= -300.61 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



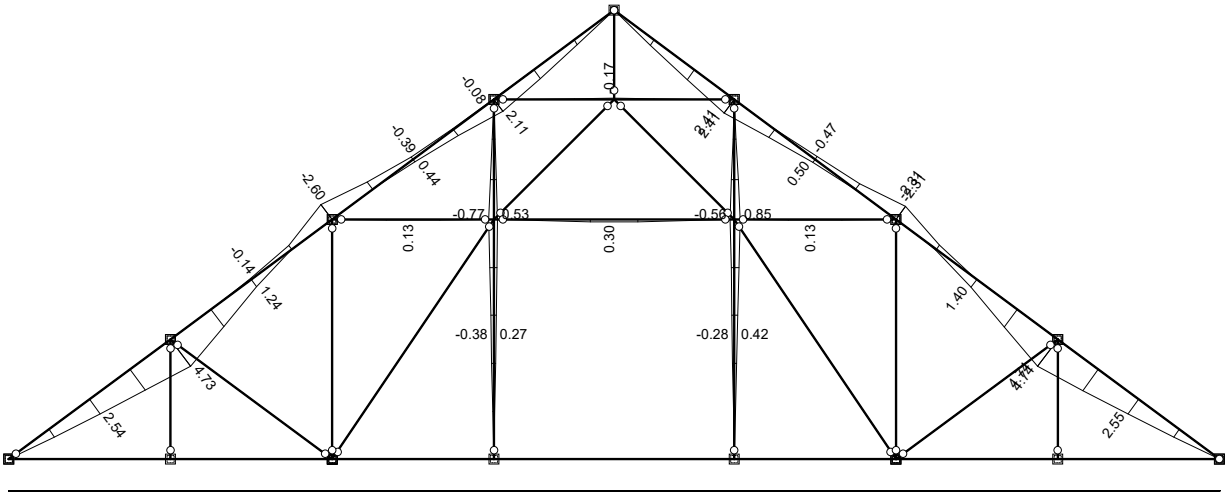
Okvir: Y11
Utjecaji u gredi: max N1= 387.14 / min N1= -332.31 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



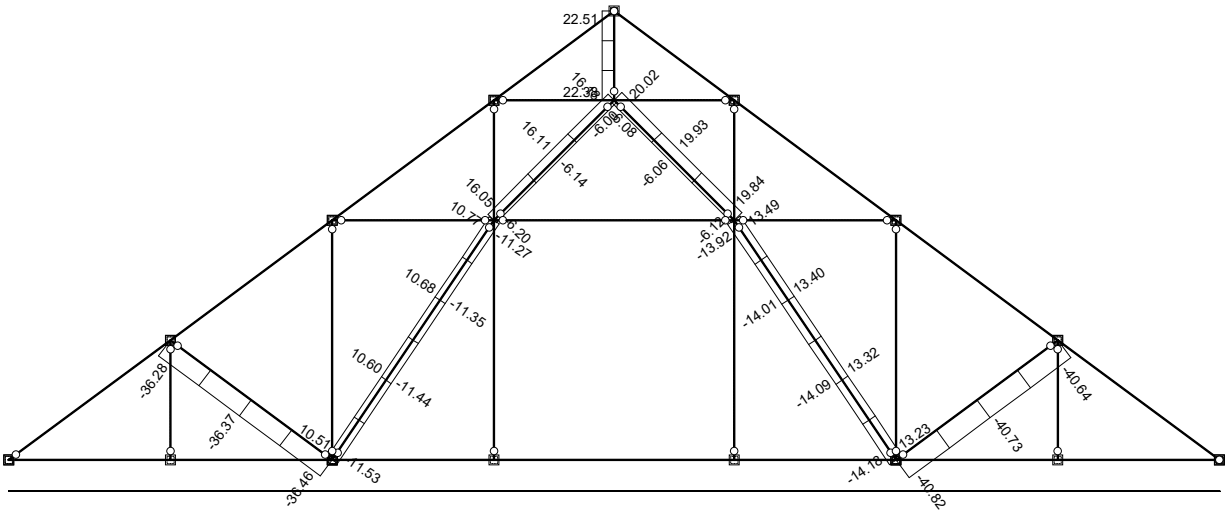
Okvir: Y11
Utjecaji u gredi: max T2= 76.42 / min T2= -54.35 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



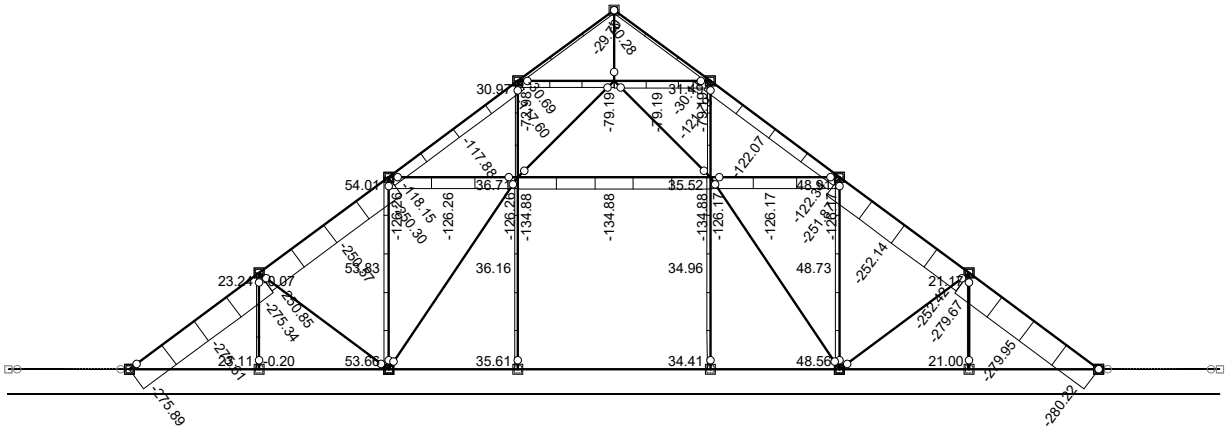
Okvir: Y11
Utjecaji u gredi: max M3= 48.65 / min M3= -65.93 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



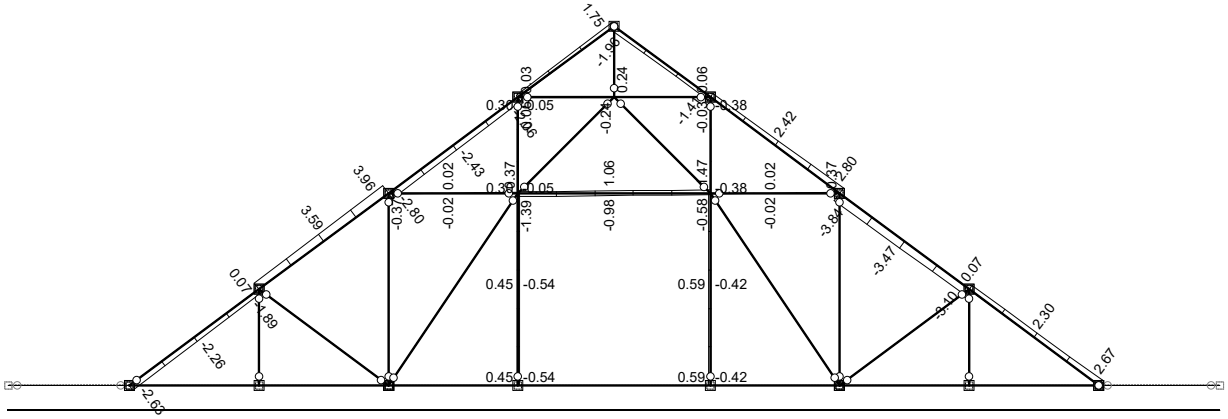
Okvir: Y11
Utjecaji u gredi: max N1= 387.14 / min N1= -332.31 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



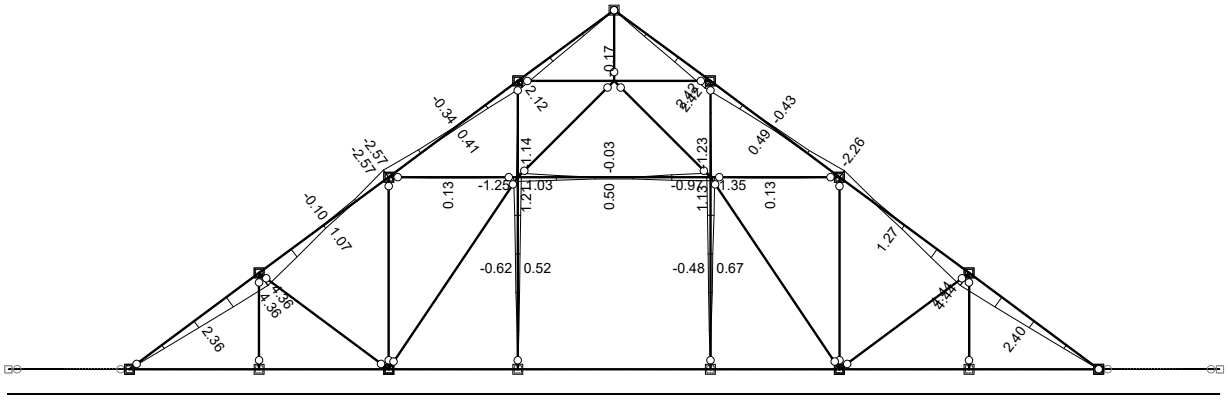
Okvir: Y12
Utjecaji u gredi: max N1= 374.53 / min N1= -280.22 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



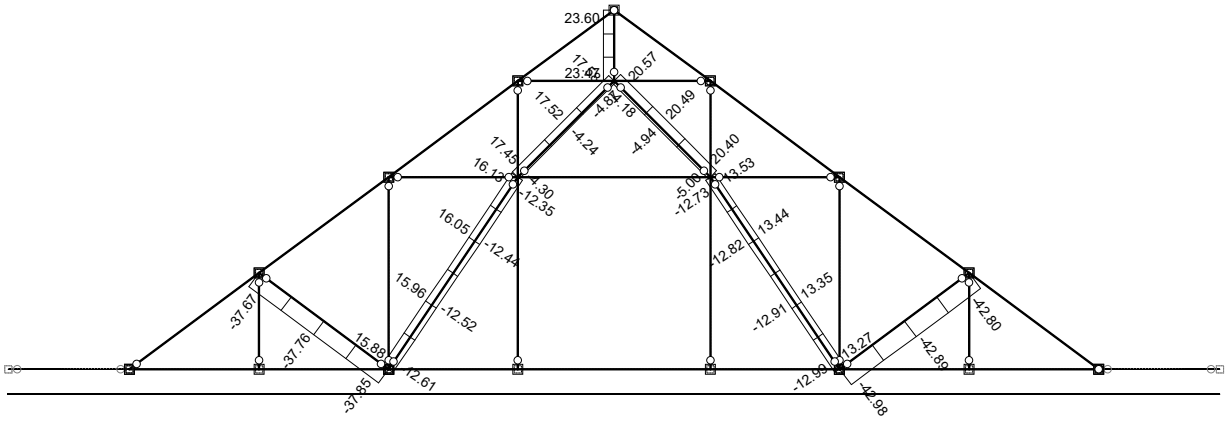
Okvir: Y12
Utjecaji u gredi: max T2= 69.39 / min T2= -72.02 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



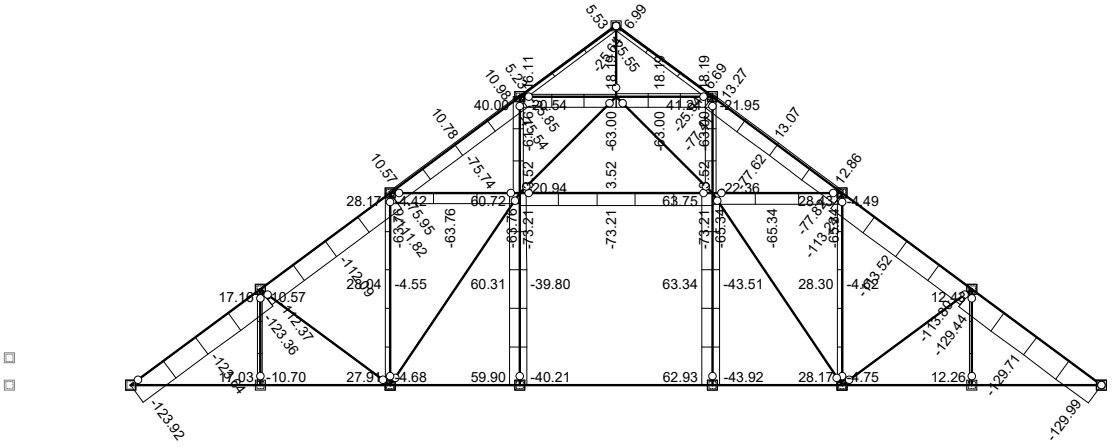
Okvir: Y12
Utjecaji u gredi: max M3= 42.49 / min M3= -48.01 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



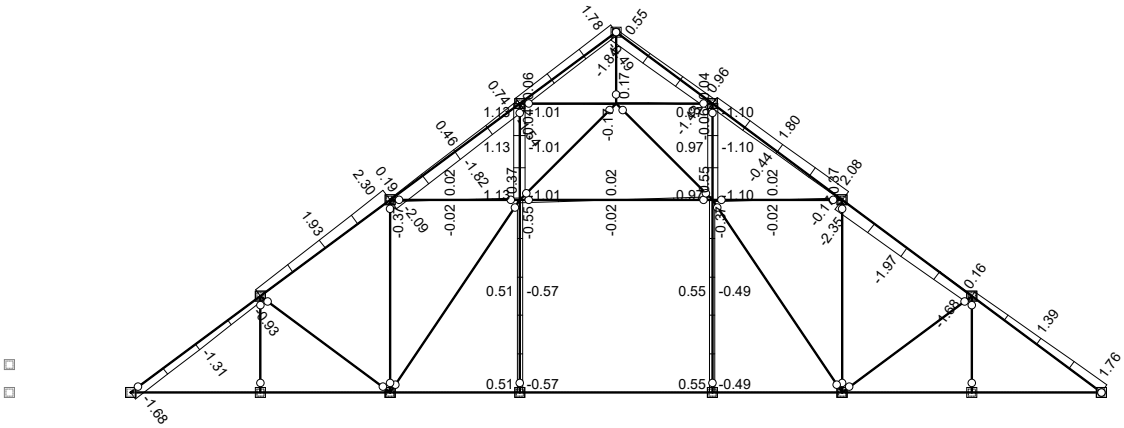
Okvir: Y12
Utjecaji u gredi: max N1= 374.53 / min N1= -280.22 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



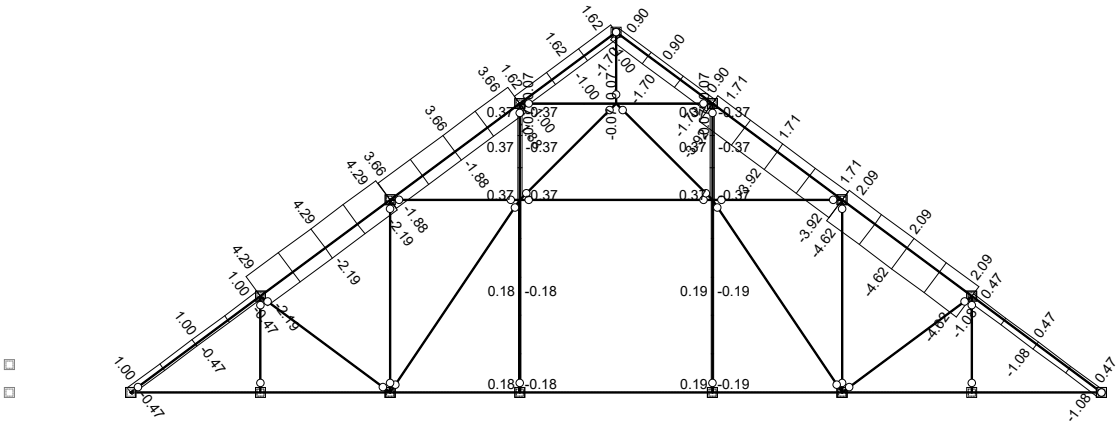
Okvir: Y13
Utjecaji u gredi: max N1= 118.53 / min N1= -129.99 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



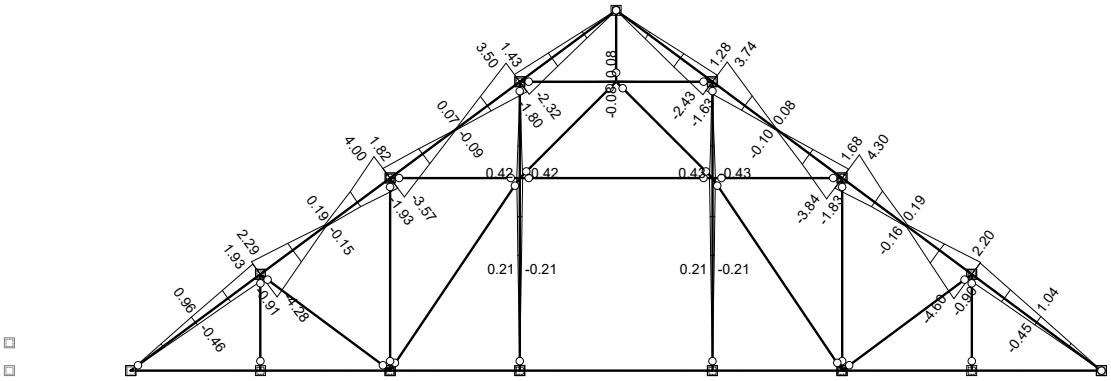
Okvir: Y13
Utjecaji u gredi: max T2= 14.60 / min T2= -10.92 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



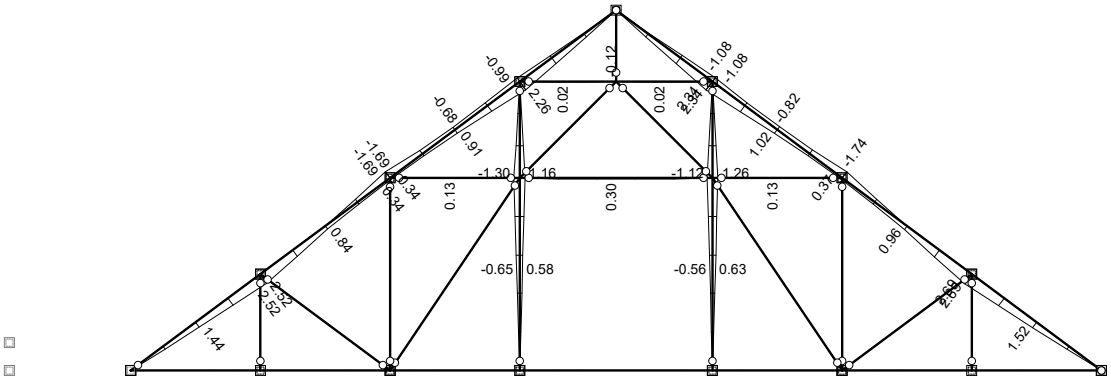
Okvir: Y13
Utjecaji u gredi: max T3= 11.36 / min T3= -13.30 kN

Opt. 17: [ULS] 11-16



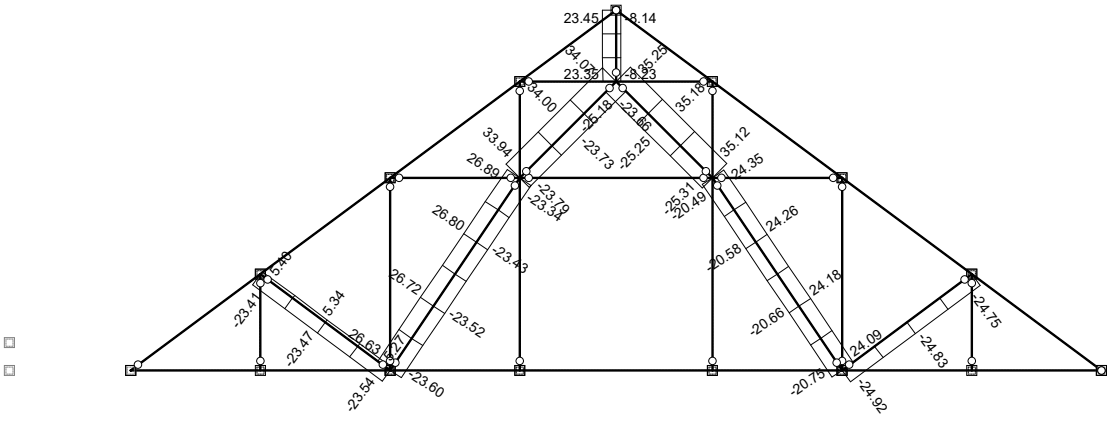
Okvir: Y13
Utjecaji u gredi: max M2= 9.44 / min M2= -11.18 kNm

Opt. 17: [ULS] 11-16



Okvir: Y13
Utjecaji u gredi: max M3= 14.75 / min M3= -16.69 kNm

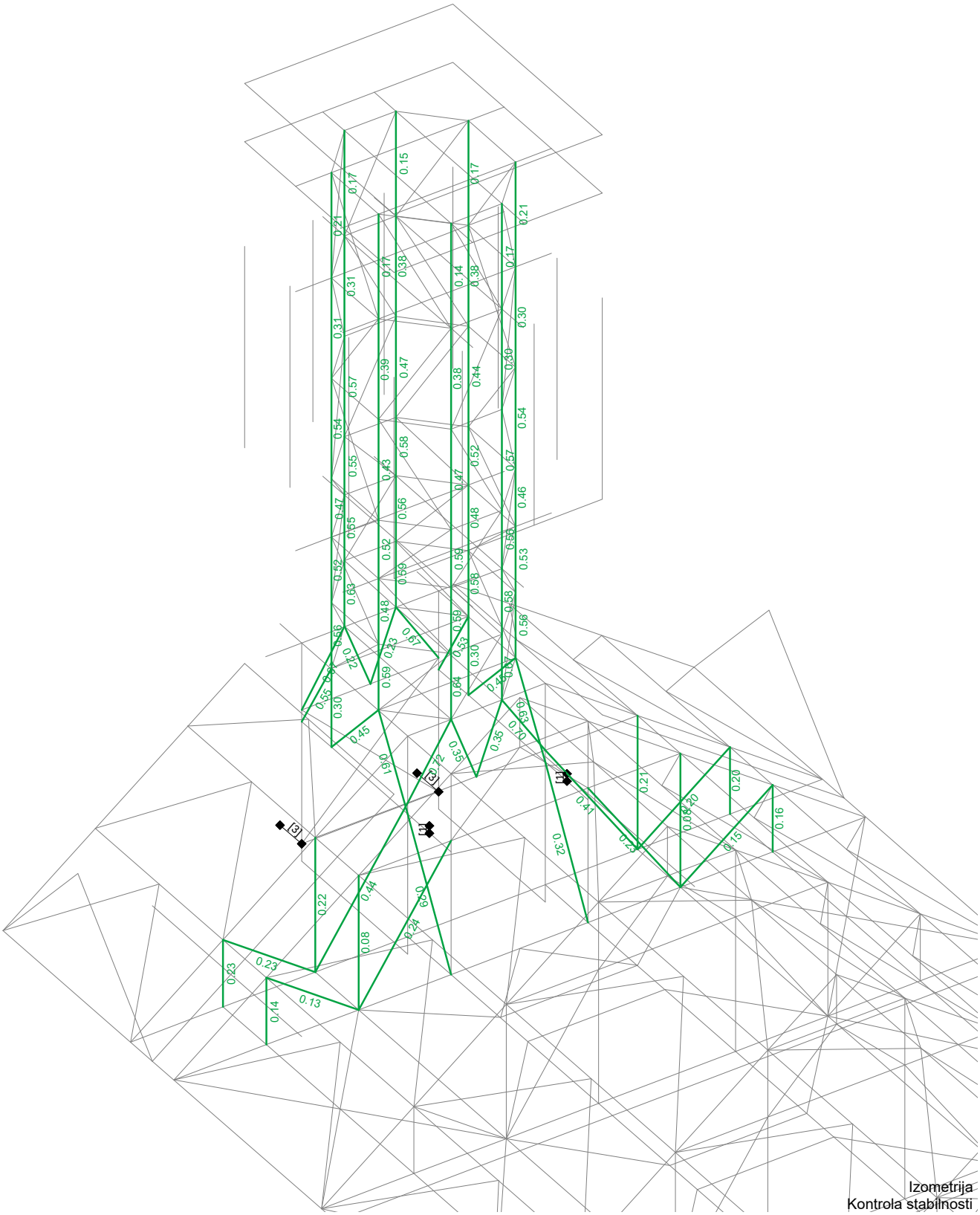
Opt. 17: [ULS] 11-16



Okvir: Y13
Utjecaji u gredi: max N1= 118.53 / min N1= -129.99 kN

DIMENZIONIRANJE ČELIČNIH ELEMENATA

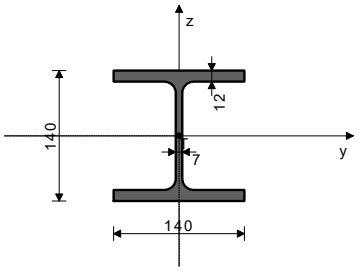
Dimenzioniranje se provodi za svaki set čeličnih greda te se izvještaj daje za najiskorišteniji element određenog seta



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 13083-11657
POPREČNI PRESJEK: HEB 140 [S 355] [Set: 12]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	43.000 cm2
Ay =	29.880 cm2
Az =	13.120 cm2
Ix =	20.100 cm4
Iy =	1510.0 cm4
Iz =	550.00 cm4
Wy =	215.71 cm3
Wz =	78.571 cm3
Wy,pl =	245.57 cm3
Wz,pl =	117.60 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

16. γ=0.72	15. γ=0.53	14. γ=0.05
13. γ=0.05	10. γ=0.04	11. γ=0.03
12. γ=0.03		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 58.1 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-843.05 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.017 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.037 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	135.56 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1526.5 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (843.05 <= 1526.50)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{y,eff}$ =	188.66 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	66.973 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.04 <= 66.97)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	166.43 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	166.43 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.02 <= 166.43)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.552

Uvjet 6.41: (0.00 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	135.56 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.299
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	17030 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.964
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	1338.2 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (843.05 <= 1338.22)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	135.56 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.496
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.845
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	1172.9 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (843.05 <= 1172.88)

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 =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	112.63 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	22479 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	780.94 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	245.57 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.334
Koeficijent redukcije (6.3.2.3.)	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	79.253 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (0.04 <= 79.25)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	1.000
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.009
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.769
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.949
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.282
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.964
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.630
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.000

Uvjet 6.61: (0.63 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.845
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.719
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.000

Uvjet 6.62: (0.72 <= 1)

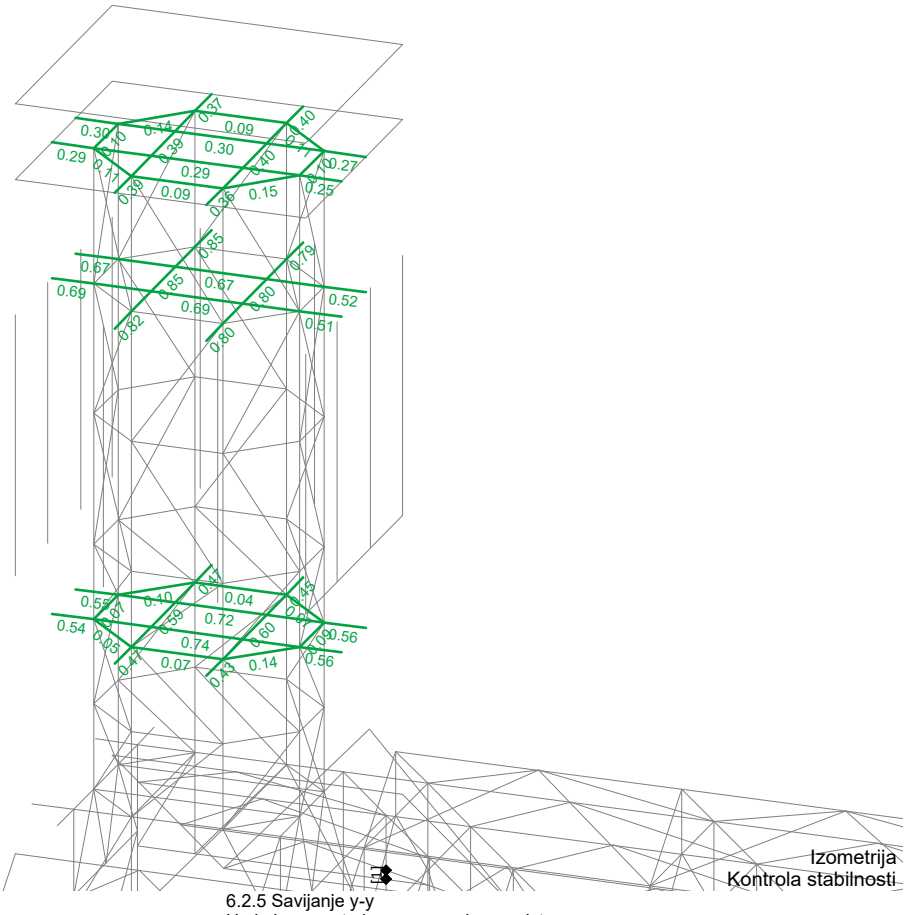
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 14, na 19.4 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-60.454 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.117 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.021 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	135.56 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	166.43 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	166.43 kN

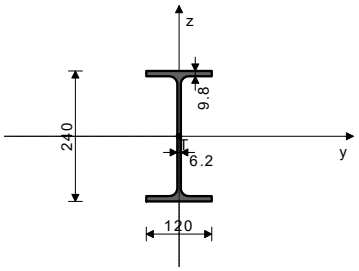
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.12 <= 166.43)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 17657-17303
POPREČNI PRESJEK: IPE 240 [S 355] [Set: 13]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	39.100 cm2
Ay =	19.972 cm2
Az =	19.128 cm2
Ix =	12.900 cm4
Iy =	3890.0 cm4
Iz =	284.00 cm4
Wy =	324.17 cm3
Wz =	47.333 cm3
Wy,pl =	354.99 cm3
Wz,pl =	70.560 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

16. γ=0.85	15. γ=0.84	13. γ=0.10
14. γ=0.10	10. γ=0.08	11. γ=0.07
12. γ=0.07		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-38.437 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-19.147 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-31.022 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-18.558 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	11.550 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	60.000 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1388.1 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (38.44 <= 1388.05)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{y,eff}$ =	250.68 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	88.992 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (18.56 <= 88.99)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{z,eff}$ =	38.311 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	13.601 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (11.55 <= 13.60)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	280.07 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	280.07 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (31.02 <= 280.07)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	465.42 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	465.42 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (19.15 <= 465.42)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.028
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	126.02 kNm
Koeficijent	α =	2.000
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.022
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	25.049 kNm
Koeficijent	β =	1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.461

Uvjet 6.41: (0.48 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	$l_{,y}$ =	60.000 cm
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{,y}$ =	0.079
Krivulja izvijanja za os y-y: A	α =	0.210
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	2.24e+5 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,y}$ =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	1261.9 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (38.44 <= 1261.86)

Dužina izvijanja z-z	$l_{,z}$ =	60.000 cm

Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.291
Krivulja izvijanja za os z-z: B	α =	0.340
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.967
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b.Rd,z}$ =	1220.6 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (38.44 <= 1220.56)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.879
Koeficijent	C2 =	0.000
Koeficijent	C3 =	0.939
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	60.000 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	37391 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	3609.5 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	354.99 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.187
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	114.57 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (18.56 <= 114.57)

savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

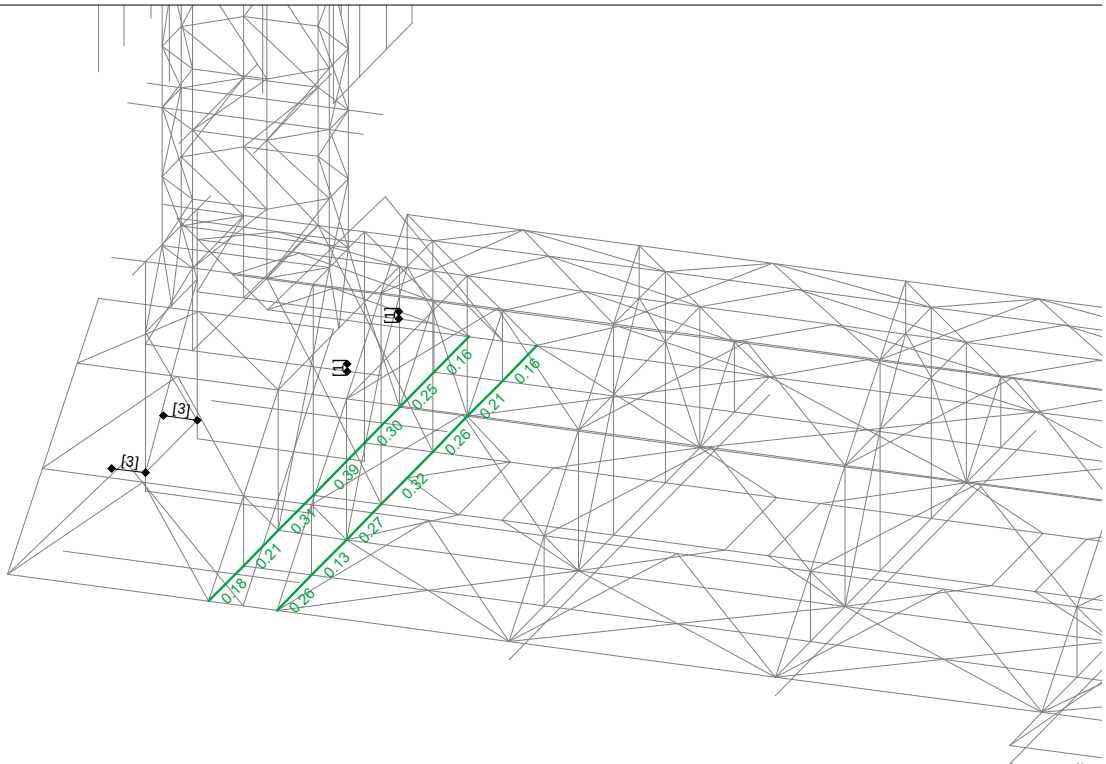
Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.600
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.598
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.360
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.891
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.600
Redukcijski koeficijent	χ_y =	1.000
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.030
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.097
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.182

Uvjet 6.61: (0.31 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.967
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.031
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.144
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.304

Uvjet 6.62: (0.48 <= 1)

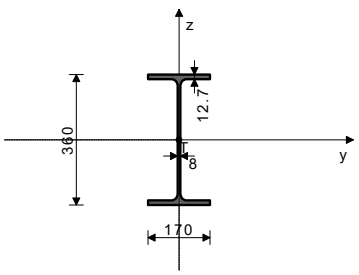
6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 11659-9899
POPREČNI PRESJEK: IPE 360 [S 355] [Set: 14]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	72.700 cm2
Ay =	37.592 cm2
Az =	35.108 cm2
Ix =	37.500 cm4
Iy =	16270 cm4
Iz =	1040.0 cm4
Wy =	903.89 cm3
Wz =	122.35 cm3
Wy,pl =	996.68 cm3
Wz,pl =	183.52 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	1.000

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

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

16. γ=0.39	15. γ=0.24	13. γ=0.07
14. γ=0.06	10. γ=0.05	11. γ=0.04
12. γ=0.04		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-196.18 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-3.743 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-60.099 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-66.997 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	4.292 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	230.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	2580.9 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (196.18 <= 2580.85)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	Wy,pl =	996.68 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	353.82 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (67.00 <= 353.82)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	Wz,pl =	183.52 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	65.148 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (4.29 <= 65.15)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	719.57 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	719.57 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (60.10 <= 719.57)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	770.48 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	770.48 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (3.74 <= 770.48)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.076
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	353.82 kNm
Koeficijent	α =	2.000
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.036
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	65.148 kNm
Koeficijent	β =	1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.066

Uvjet 6.41: (0.10 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	230.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.201
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	N_{cr},y =	63746 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	2345.2 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (196.18 <= 2345.22)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	230.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.796
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.665
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b.Rd,z}$ =	1559.7 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (196.18 <= 1559.68)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.365
Koeficijent	C2 =	0.553
Koeficijent	C3 =	1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	230.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	3.14e+5 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	1078.3 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	996.68 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.340
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.573
Koeficijent redukcije (6.3.2.3.)	χLT =	0.929
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	298.89 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (67.00 <= 298.89)

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

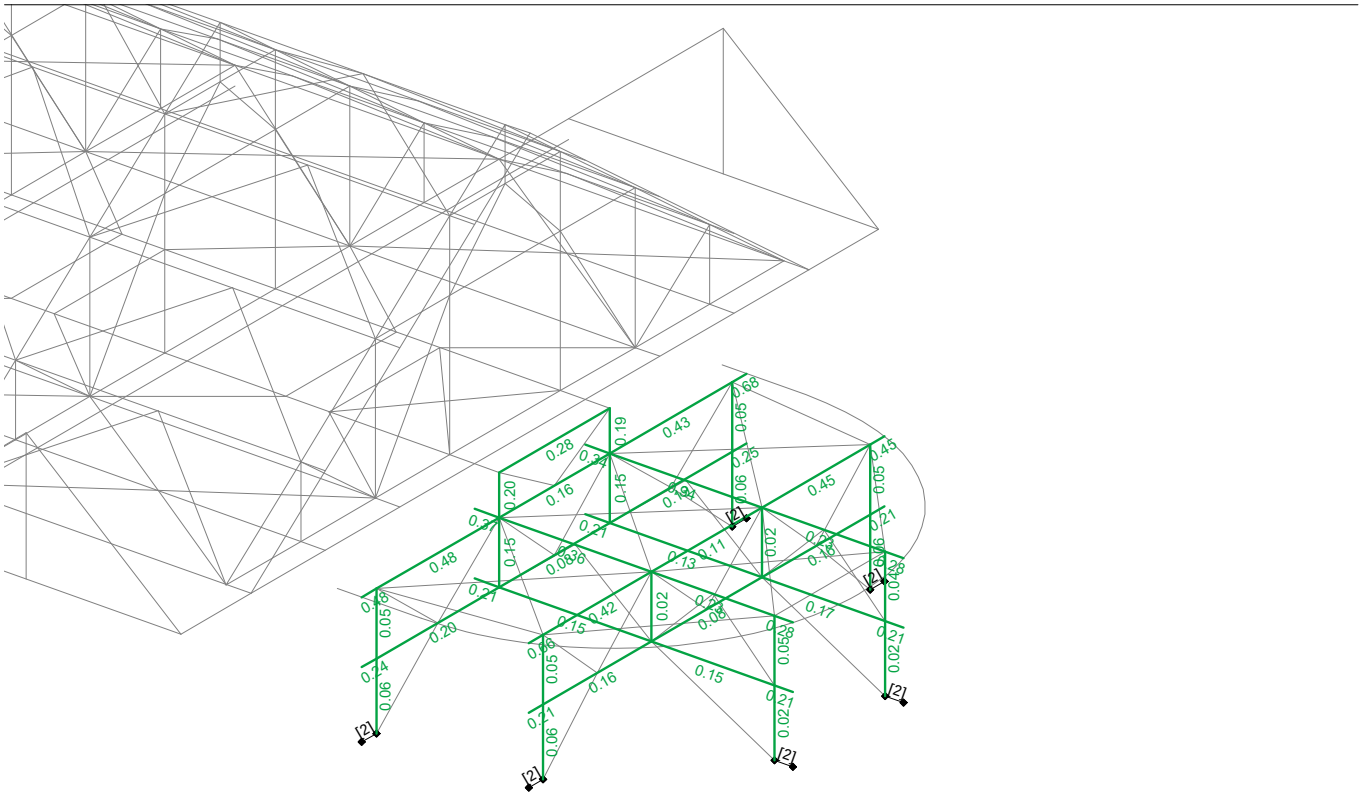
Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.561
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.577
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.561
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.561
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.389
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.968
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.649

Redukcijski koeficijent	χy =	1.000
N_{Ed} / (χy N_{Rk} / γM1)		0.084
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.126
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.028

Uvjet 6.61: (0.24 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	0.665
N_{Ed} / (χz N_{Rk} / γM1)		0.126
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.217
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.047

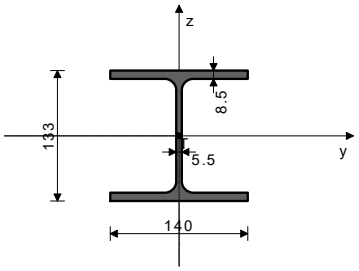
Uvjet 6.62: (0.39 <= 1)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 23936-23828
POPREČNI PRESJEK: HEA 140 [S 355] [Set: 15]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	31.400 cm2
Ay =	21.293 cm2
Az =	10.107 cm2
Ix =	8.160 cm4
Iy =	1030.0 cm4
Iz =	389.00 cm4
Wy =	154.89 cm3
Wz =	55.571 cm3
Wy,pl =	170.19 cm3
Wz,pl =	83.300 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

16. γ=0.68	15. γ=0.65	13. γ=0.04
14. γ=0.03	10. γ=0.03	12. γ=0.02
11. γ=0.02		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-78.436 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-34.642 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-14.039 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-4.173 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	10.967 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	30.000 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1114.7 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (78.44 <= 1114.70)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{y,eff}$ =	134.00 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	47.568 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (4.17 <= 47.57)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{z,eff}$ =	45.172 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	16.036 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (10.97 <= 16.04)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	130.76 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	130.76 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (14.04 <= 130.76)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	470.96 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	470.96 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (34.64 <= 470.96)

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

Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.070
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	29.572 kNm
Koeficijent	β =	1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.371

Uvjet 6.41: (0.38 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	30.000 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.069
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	N_{cr},y =	2.37e+5 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	1013.4 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (78.44 <= 1013.36)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	30.000 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.112
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b.Rd,z}$ =	1013.4 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (78.44 <= 1013.36)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.879
Koeficijent	C2 =	0.000
Koeficijent	C3 =	0.939
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	30.000 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	15064 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	10574 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	170.19 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.076
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	54.924 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (4.17 <= 54.92)

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

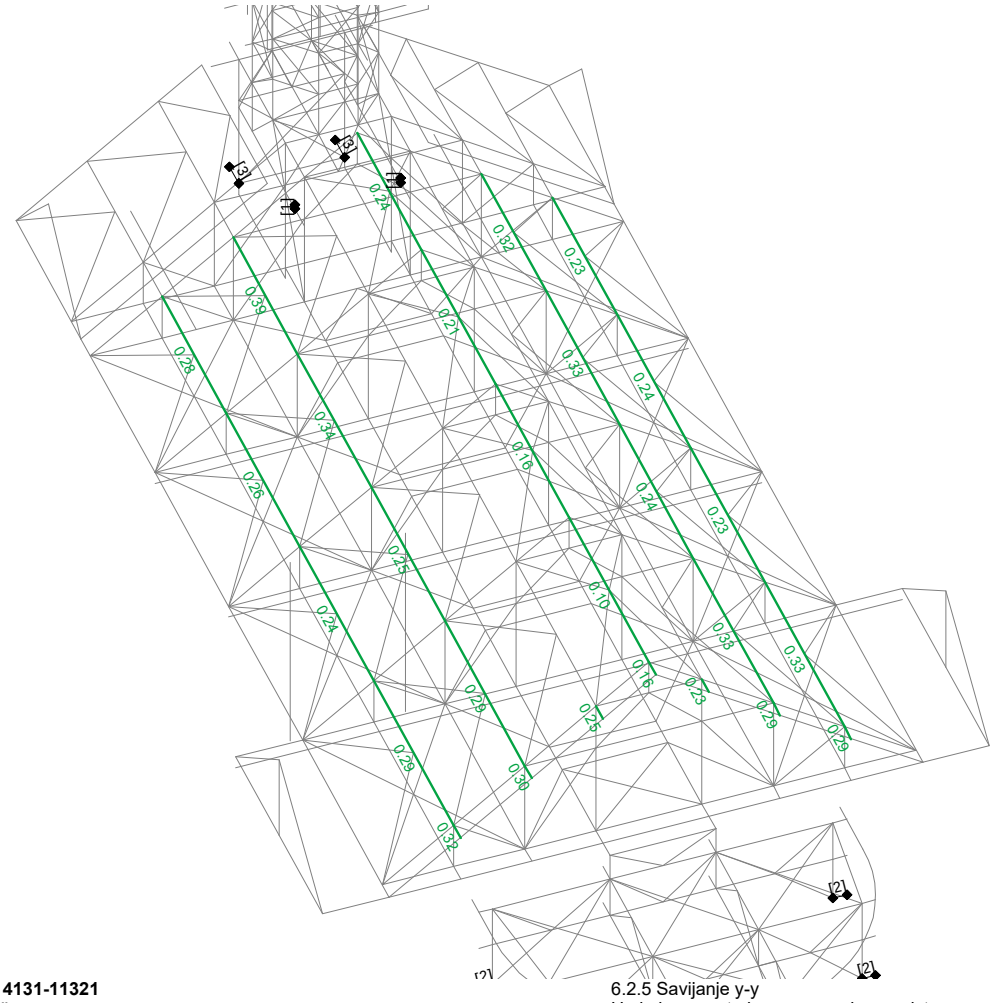
Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.600
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.600
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.594
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.349
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.712
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.582

Redukcijski koeficijent	χy =	1.000
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.077
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.045
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.143

Uvjet 6.61: (0.27 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	1.000
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.077
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.054
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.238

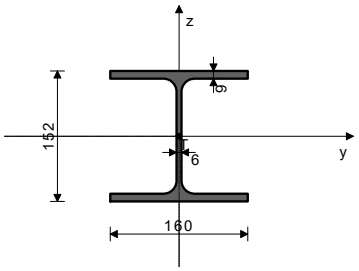
Uvjet 6.62: (0.37 <= 1)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 14131-11321
POPREČNI PRESJEK: HEA 160 [S 355] [Set: 16]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	38.800 cm2
Ay =	25.560 cm2
Az =	13.240 cm2
Ix =	12.300 cm4
Iy =	1670.0 cm4
Iz =	616.00 cm4
Wy =	219.74 cm3
Wz =	77.000 cm3
Wy,pl =	237.43 cm3
Wz,pl =	115.20 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

16. γ=0.39	13. γ=0.21	15. γ=0.17
14. γ=0.17	10. γ=0.15	12. γ=0.06
11. γ=0.04		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 187.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-257.81 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	2.178 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.856 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-6.852 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.626 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	375.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 1377.4 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (257.81 <= 1377.40)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{y,eff}$ = 186.16 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 66.086 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (6.85 <= 66.09)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{z,eff}$ = 61.387 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 21.792 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.63 <= 21.79)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 164.79 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 164.79 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.86 <= 164.79)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 566.78 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 566.78 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (2.18 <= 566.78)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.187
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,z,Rd}$ = 40.896 kNm
Koeficijent β = 1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β 0.015
Uvjet 6.41: (0.02 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y l,y = 375.00 cm
Relativna vitkost y-y λ_y = 0.748
Krivulja izvijanja za os y-y: B α = 0.340
Elastična kritična sila $N_{cr,y}$ = 2461.3 kN
Redukcijski koeficijent χ,y = 0.756
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,y}$ = 946.50 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (257.81 <= 946.50)

Dužina izvijanja z-z l,z = 187.50 cm
Relativna vitkost z-z λ_z = 0.616
Krivulja izvijanja za os z-z: C α = 0.490
Redukcijski koeficijent χ,z = 0.776

Računska otpornost na izvijanje	$N_{b.Rd,z}$ =	971.62 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (257.81 <= 971.62)		

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 =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	250.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	31410 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	230.81 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	237.43 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.604
Koeficijent redukcije (6.3.2.3.)	χLT =	0.945
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	72.433 kNm
Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (6.85 <= 72.43)		

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.092
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.666
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.977
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.109

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.756
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.272
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.103
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.011
Uvjet 6.61: (0.39 <= 1)		

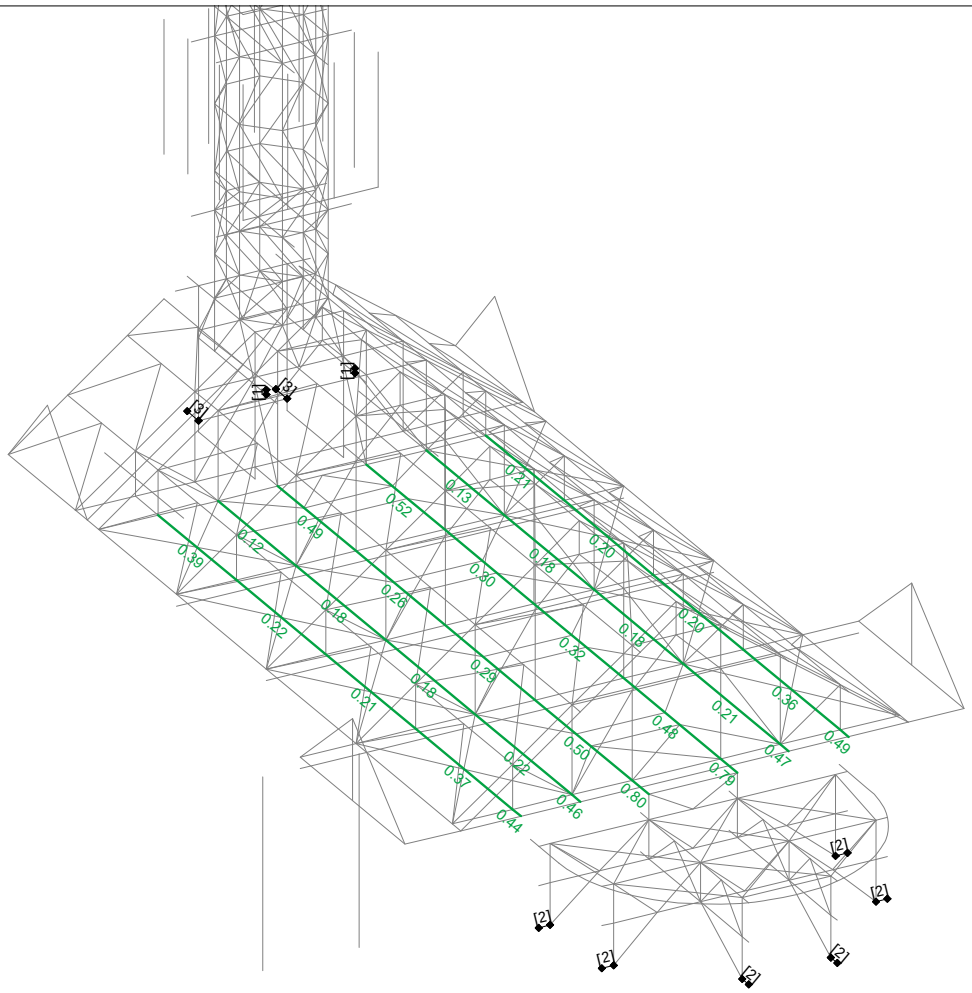
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.776
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.265
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.092
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.019
Uvjet 6.62: (0.38 <= 1)		

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 13, na 20.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-19.152 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-1.789 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	9.059 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-1.741 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.306 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	375.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

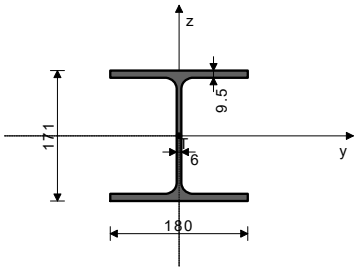
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	164.79 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	164.79 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (9.06 <= 164.79)		
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	566.78 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	566.78 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (1.79 <= 566.78)		



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 21873-21523
POPREČNI PRESJEK: HEA 180 [S 355] [Set: 18]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	45.300 cm2
Ay =	30.780 cm2
Az =	14.520 cm2
Ix =	14.900 cm4
Iy =	2510.0 cm4
Iz =	925.00 cm4
Wy =	293.57 cm3
Wz =	102.78 cm3
Wy,pl =	316.62 cm3
Wz,pl =	153.90 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	1.000

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

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

16. γ=0.80	15. γ=0.58	12. γ=0.08
13. γ=0.07	11. γ=0.05	10. γ=0.05
14. γ=0.02		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 40.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-18.592 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-84.661 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-64.436 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-25.747 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	29.496 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	80.000 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1608.2 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (18.59 <= 1608.15)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	Wy,pl =	316.62 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	112.40 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (25.75 <= 112.40)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	Wz,pl =	153.90 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	54.635 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (29.50 <= 54.63)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	297.60 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	297.60 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (64.44 <= 297.60)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	630.87 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	630.87 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (84.66 <= 630.87)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.012
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	112.40 kNm
Koeficijent	α =	2.000
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.052
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	54.635 kNm
Koeficijent	β =	1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.540

Uvjet 6.41: (0.59 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	80.000 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.141
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	81285 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	1462.0 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (18.59 <= 1461.95)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	80.000 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.232
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.984
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	1438.4 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (18.59 <= 1438.37)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.365
Koeficijent	C2 =	0.553
Koeficijent	C3 =	1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	80.000 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	60211 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	3399.3 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	316.62 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.182
Koeficijent redukcije (6.3.2.3.)	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	102.18 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (25.75 <= 102.18)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.900
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.974
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.900
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.899
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.583
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.832
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.972

Redukcijski koeficijent	χ_y =	1.000
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.013
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.227
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.346

Uvjet 6.61: (0.59 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.984
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.013
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.210
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.577

Uvjet 6.62: (0.80 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 15, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	16.162 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	87.365 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	69.236 kN
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-5.453 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	80.000 cm

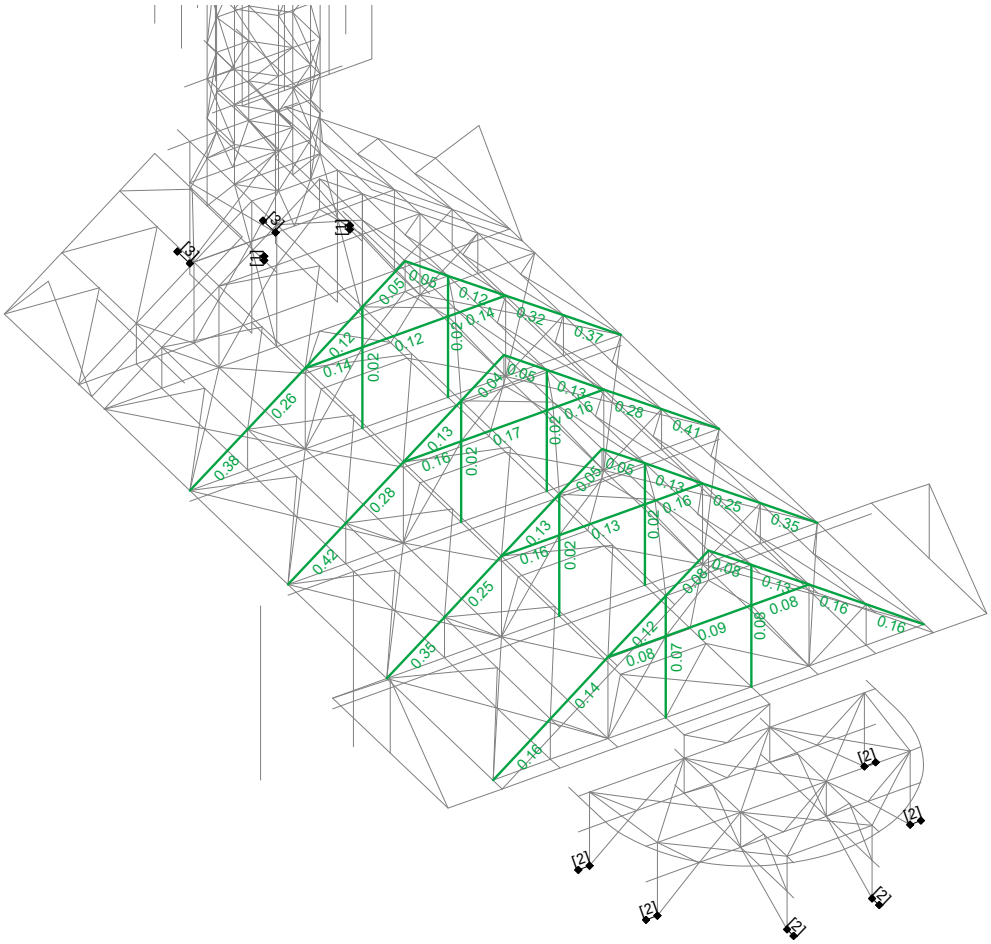
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	297.60 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	297.60 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (69.24 <= 297.60)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	630.87 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	630.87 kN

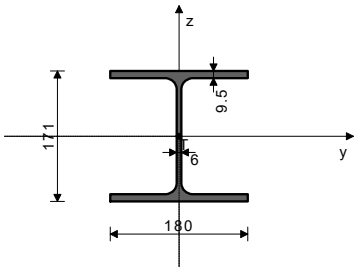
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (87.37 <= 630.87)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 15264-13333
POPREČNI PRESJEK: HEA 180 [S 355] [Set: 19]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	45.300 cm2
Ay =	30.780 cm2
Az =	14.520 cm2
Ix =	14.900 cm4
Iy =	2510.0 cm4
Iz =	925.00 cm4
Wy =	293.57 cm3
Wz =	102.78 cm3
Wy,pl =	316.62 cm3
Wz,pl =	153.90 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

13. γ=0.42	14. γ=0.33	10. γ=0.29
16. γ=0.28	15. γ=0.12	11. γ=0.11
12. γ=0.09		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 13, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-332.31 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-2.822 kN
Sistemska dužina štapa	L =	192.95 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1608.2 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (332.31 <= 1608.15)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	297.60 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	297.60 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (2.82 <= 297.60)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	192.95 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.339
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	13973 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.950
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	1388.2 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (332.31 <= 1388.17)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	192.95 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.559
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.810
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	1183.5 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (332.31 <= 1183.47)

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	344.74 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	1613.1 kN
Redukcijski koeficijent	χ,T =	0.541
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	790.68 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (332.31 <= 790.68)

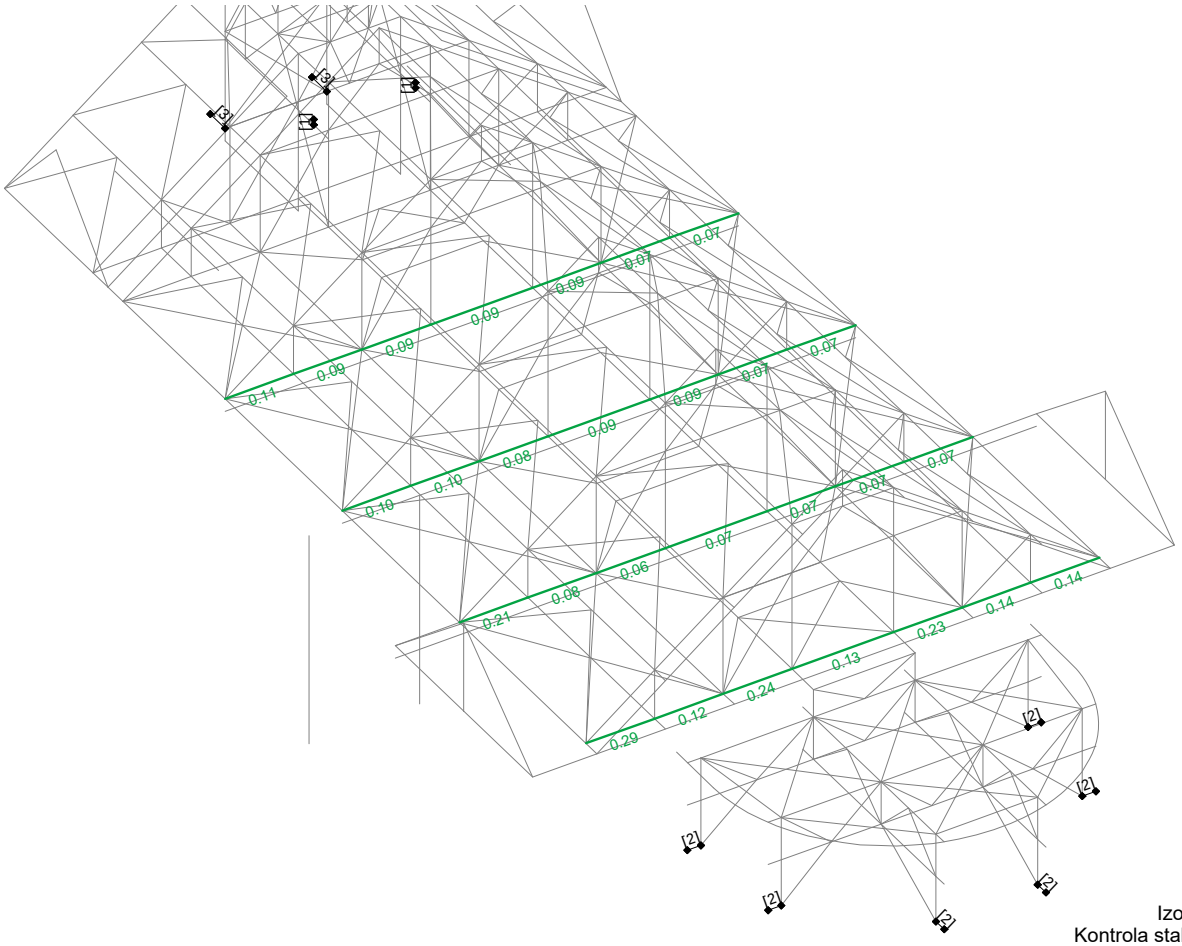
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 13, na 19.3 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-332.26 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-2.748 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.527 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	192.95 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	186.92 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	186.92 kN

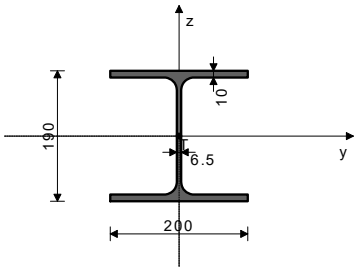
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (2.75 <= 186.92)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 19047-19949
POPREČNI PRESJEK: HEA 200 [S 355] [Set: 20]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	53.800 cm2
Ay =	35.750 cm2
Az =	18.050 cm2
Ix =	21.100 cm4
Iy =	3690.0 cm4
Iz =	1340.0 cm4
Wy =	388.42 cm3
Wz =	134.00 cm3
Wy,pl =	414.15 cm3
Wz,pl =	200.00 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

16. γ=0.29	15. γ=0.25	13. γ=0.03
14. γ=0.03	10. γ=0.02	11. γ=0.02
12. γ=0.01		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-78.968 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-13.305 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-9.631 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-16.687 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	11.182 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	155.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1909.9 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (78.97 <= 1909.90)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{y,eff}$ =	329.33 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	116.91 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (16.69 <= 116.91)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{z,eff}$ =	108.44 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	38.497 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (11.18 <= 38.50)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	226.48 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	226.48 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (9.63 <= 226.48)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	791.52 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	791.52 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (13.30 <= 791.52)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.041
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	147.02 kNm
Koeficijent	α =	2.000
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.013
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	71.000 kNm
Koeficijent	β =	1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.157

Uvjet 6.41: (0.17 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	155.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.245
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	31833 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.984
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	1708.5 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (78.97 <= 1708.53)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	155.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.406
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.894
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	1552.0 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (78.97 <= 1552.05)

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 =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	155.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	1.08e+5 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	1277.7 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	414.15 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.339
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.968
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	129.40 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (16.69 <= 129.40)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.733
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.631
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.733
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.735
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.383
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.996
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.638

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.984
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.046
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.095
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.066

Uvjet 6.61: (0.21 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.894
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.051
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.128
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.111

Uvjet 6.62: (0.29 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 15, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	112.47 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	11.309 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	14.596 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	14.747 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-9.396 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	155.00 cm

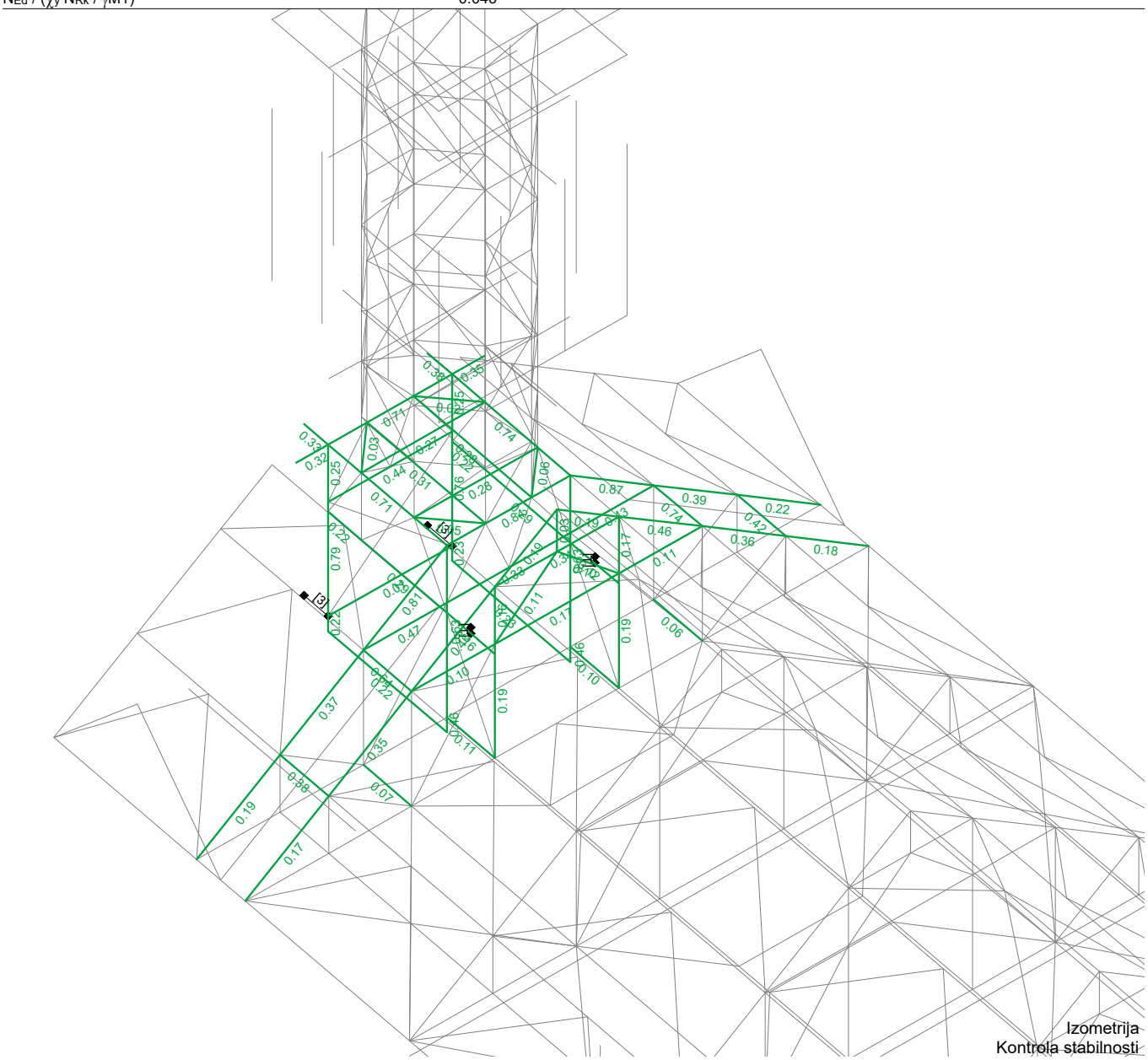
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	226.48 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	226.48 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (14.60 <= 226.48)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	791.52 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	791.52 kN

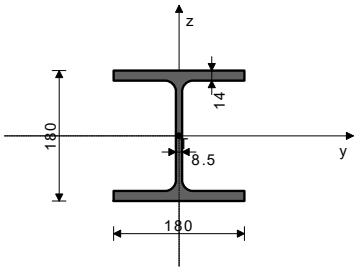
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (11.31 <= 791.52)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 14528-14250
POPREČNI PRESJEK: HEB 180 [S 355] [Set: 21]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	65.300 cm2
Ay =	45.010 cm2
Az =	20.290 cm2
Ix =	42.300 cm4
Iy =	3830.0 cm4
Iz =	1360.0 cm4
Wy =	425.56 cm3
Wz =	151.11 cm3
Wy,pl =	479.91 cm3
Wz,pl =	226.80 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

16. γ=0.87	15. γ=0.41	13. γ=0.19
14. γ=0.18	10. γ=0.14	11. γ=0.12
12. γ=0.11		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 74.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-757.82 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-31.417 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-25.940 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-9.098 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	23.466 kNm
Moment torzije	M_t =	-0.025 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	192.95 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 2318.2 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (757.82 <= 2318.15)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{y,eff}$ = 373.05 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 132.43 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (9.10 <= 132.43)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{z,eff}$ = 123.01 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 43.669 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (23.47 <= 43.67)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 264.81 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 264.81 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (25.94 <= 264.81)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 997.32 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 997.32 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (31.42 <= 997.32)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.327
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,z,Rd}$ = 79.197 kNm
Koeficijent β = 1.635
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β 0.137
Uvjet 6.41: (0.14 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	192.95 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.330
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	N_{cr},y =	21322 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.953
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	2008.6 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (757.82 <= 2008.57)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	192.95 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.553
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.813
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	1712.7 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (757.82 <= 1712.66)

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 =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	110.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	93746 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	2411.1 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	479.91 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.266
Koeficijent redukcije (6.3.2.3.)	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	154.88 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (9.10 <= 154.88)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.971
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.956
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.971
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.019
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.702
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.966
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.170

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.953
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.377
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.060
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.225

Uvjet 6.61: (0.66 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.813
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.442
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.057
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.375

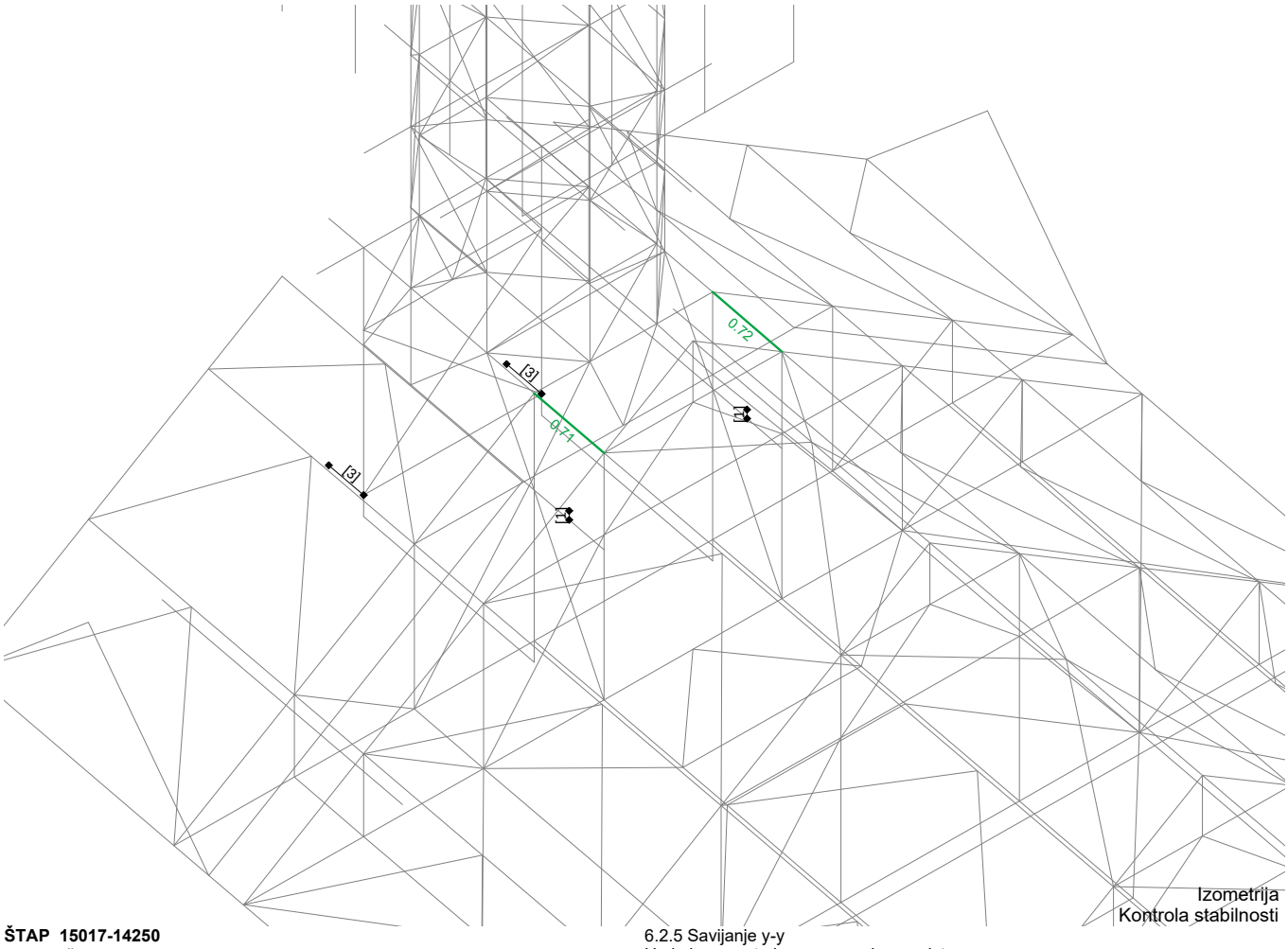
Uvjet 6.62: (0.87 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 16, na 18.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-757.65 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-31.417 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-26.171 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-2.255 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	5.866 kNm
Moment torzije	M_t =	-0.025 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	192.95 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 264.81 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 264.81 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (26.17 <= 264.81)

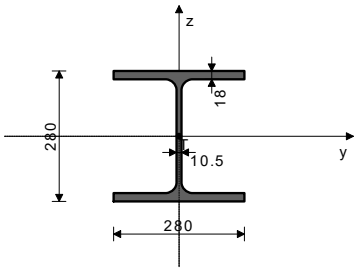
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 997.32 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 997.32 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (31.42 <= 997.32)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 15017-14250
POPREČNI PRESJEK: HEB 280 [S 355] [Set: 22]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	131.00 cm2
Ay =	90.270 cm2
Az =	40.730 cm2
Ix =	144.00 cm4
Iy =	19270 cm4
Iz =	6590.0 cm4
Wy =	1376.4 cm3
Wz =	470.71 cm3
Wy,pl =	1510.1 cm3
Wz,pl =	705.60 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

15. γ=0.72	16. γ=0.56	13. γ=0.13
14. γ=0.13	10. γ=0.10	11. γ=0.08
12. γ=0.08		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 55.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-737.04 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-75.422 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-294.33 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-161.67 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	18.979 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	110.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 4650.5 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (737.04 <= 4650.50)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{y,eff}$ = 879.15 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 312.10 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (161.67 <= 312.10)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{z,eff}$ = 207.86 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 73.792 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (18.98 <= 73.79)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 525.11 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 525.11 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (294.33 <= 525.11)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 1538.9 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 1538.9 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (75.42 <= 1538.88)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Koeficijent redukcije ρ = 0.015
Reducirana granica razvlačenja fy* = 34.980 kN/cm2
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{v,Rd,y}$ = 307.53 kNm
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{v,Rd,z}$ = 72.711 kNm

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.158
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,y,Rd}$ = 502.42 kNm
Koeficijent α = 2.000
Omjer $(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^{\alpha}$ 0.104
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,z,Rd}$ = 246.82 kNm
Koeficijent β = 1.000
Omjer $(M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^{\beta}$ 0.077
Uvjet 6.41: (0.18 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y l,y = 110.00 cm
Relativna vitkost y-y λ_y = 0.119
Krivulja izvijanja za os y-y: B α = 0.340
Elastična kritična sila N_{cr},y = 3.30e+5 kN
Redukcijski koeficijent χ,y = 1.000
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,y}$ = 4227.7 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (737.04 <= 4227.73)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	110.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.203
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.998
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b.Rd,z}$ =	4221.3 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (737.04 <= 4221.31)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.365
Koeficijent	C2 =	0.553
Koeficijent	C3 =	1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	110.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	1.13e+6 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	20775 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	1510.1 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.161
Koeficijent redukcije (6.3.2.3.)	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	487.34 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (161.67 <= 487.34)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.900
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.900
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.900
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.887
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.522
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.803
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.870

Redukcijski koeficijent	χ_y =	1.000
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.174
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.294
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.043

Uvjet 6.61: (0.51 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.998
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.175
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.266
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.072

Uvjet 6.62: (0.51 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 15, na 91.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	689.34 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	34.507 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	379.07 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	69.520 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-13.827 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	110.00 cm

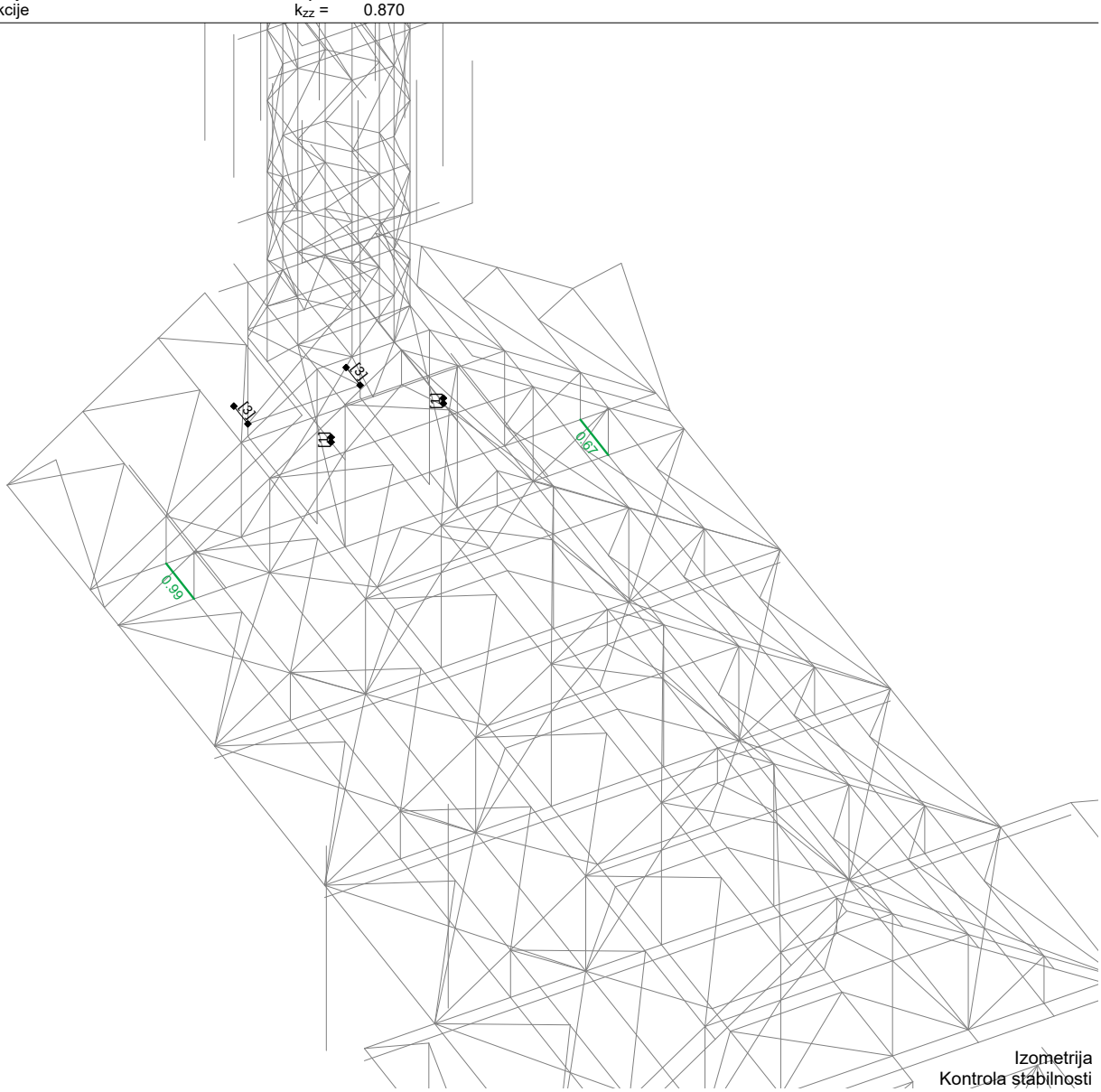
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	525.11 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	525.11 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (379.07 <= 525.11)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	1897.6 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	1897.6 kN

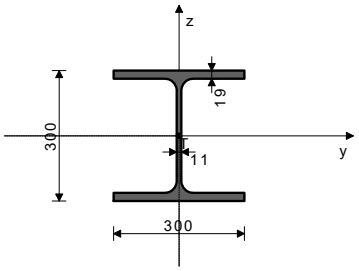
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (34.51 <= 1897.61)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 8482-7670
POPREČNI PRESJEK: HEB 300 [S 355] [Set: 23]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	149.00 cm2
Ay =	101.65 cm2
Az =	47.350 cm2
Ix =	186.00 cm4
Iy =	25170 cm4
Iz =	8560.0 cm4
Wy =	1678.0 cm3
Wz =	570.67 cm3
Wy,pl =	1830.3 cm3
Wz,pl =	855.00 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.930

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

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

16. γ=0.99	15. γ=0.57	13. γ=0.14
14. γ=0.13	10. γ=0.10	11. γ=0.08
12. γ=0.08		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 55.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-258.11 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-166.36 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-191.23 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-105.00 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	94.682 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	110.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 5289.5 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (258.11 <= 5289.50)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{y,eff}$ = 1063.3 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 377.47 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (105.00 <= 377.47)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{z,eff}$ = 269.15 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 95.548 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (94.68 <= 95.55)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 590.69 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 590.69 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (191.23 <= 590.69)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 1756.0 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 1756.0 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (166.36 <= 1756.03)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.049
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,y,Rd}$ = 649.77 kNm
Koeficijent α = 2.000
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α 0.026
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,z,Rd}$ = 303.52 kNm
Koeficijent β = 1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β 0.312
Uvjet 6.41: (0.34 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y l,y = 110.00 cm
Relativna vitkost y-y λ_y = 0.111
Krivulja izvijanja za os y-y: B α = 0.340
Elastična kritična sila N_{cr},y = 4.31e+5 kN
Redukcijski koeficijent χ,y = 1.000
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,y}$ = 4808.6 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (258.11 <= 4808.64)

Dužina izvijanja z-z l,z = 110.00 cm
Relativna vitkost z-z λ_z = 0.190
Krivulja izvijanja za os z-z: C α = 0.490
Redukcijski koeficijent χ,z = 1.000
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,z}$ = 4808.6 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (258.11 <= 4808.64)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje
Koeficijent C1 = 1.365
Koeficijent C2 = 0.553
Koeficijent C3 = 1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja k = 1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja kw = 1.000
Koordinata zg = 0.000 cm
Koordinata zj = 0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka L = 110.00 cm
Sektorski moment inercije Iw = 1.69e+6 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje Mcr = 28825 kNm
Odgovarajući moment otpora W_y = 1830.3 cm3
Koeficijent imperf. αLT = 0.210
Bezdimenzionalna vitkost λLT_ = 0.150
Koeficijent redukcije (6.3.2.3.) χLT = 1.000
Računska otpornost na izvijanje $M_{b,Rd}$ = 590.70 kNm
Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (105.00 <= 590.70)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)
Koeficijent uniformnog momenta C_{my} = 0.900
Koeficijent uniformnog momenta C_{mz} = 0.955
Koeficijent uniformnog momenta C_{mLT} = 0.900
Koeficijent interakcije k_{yy} = 0.896
Koeficijent interakcije k_{yz} = 0.566
Koeficijent interakcije k_{zy} = 0.790
Koeficijent interakcije k_{zz} = 0.944

Redukcijski koeficijent χ_y = 1.000
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1) 0.054
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.159
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.194
Uvjet 6.61: (0.41 <= 1)

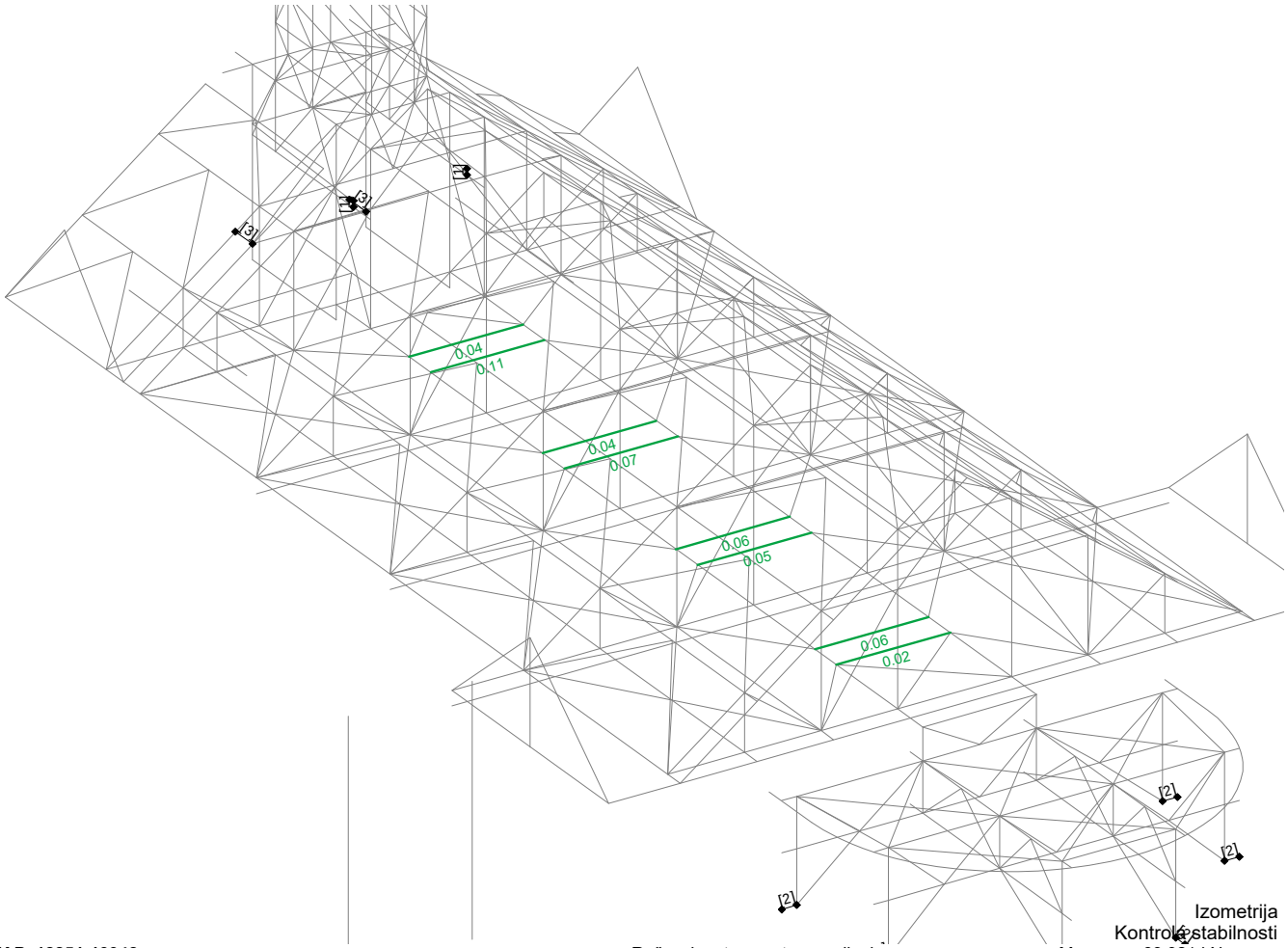
Redukcijski koeficijent χ_z = 1.000
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1) 0.054
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.140
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.324
Uvjet 6.62: (0.52 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 15, na 55.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	10.967 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	33.019 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	300.08 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	104.63 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-14.854 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	110.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 590.69 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 590.69 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (300.08 <= 590.69)

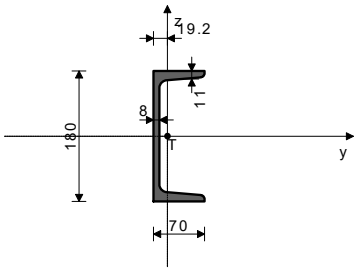
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 2167.9 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 2167.9 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (33.02 <= 2167.85)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 12251-13948
POPREČNI PRESJEK: [180 [S 355] [Set: 24]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	28.000 cm2
Ay =	13.915 cm2
Az =	14.085 cm2
Ix =	9.550 cm4
Iy =	1350.0 cm4
Iz =	114.00 cm4
Wy =	150.00 cm3
Wz =	22.441 cm3
Wy,pl =	180.06 cm3
Wz,pl =	47.978 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

16. γ=0.11	15. γ=0.02	12. γ=0.02
14. γ=0.02	11. γ=0.02	13. γ=0.01
10. γ=0.01		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 95.8 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-29.368 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.042 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.140 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	230.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 994.00 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (29.37 <= 994.00)

6.2.5 Savijanje y-y
Plastični moment otpora $W_{y,pl}$ = 180.06 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 63.921 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.14 <= 63.92)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 288.69 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 288.69 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.04 <= 288.69)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.030
Uvjet 6.41: (0.00 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y l,y = 230.00 cm
Relativna vitkost y-y λ_y = 0.434
Krivulja izvijanja za os y-y: C α = 0.490
Elastična kritična sila $N_{cr,y}$ = 5289.3 kN
Redukcijski koeficijent χ,y = 0.879
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,y}$ = 794.70 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (29.37 <= 794.70)

Dužina izvijanja z-z l,z = 230.00 cm
Relativna vitkost z-z λ_z = 1.492
Krivulja izvijanja za os z-z: C α = 0.490
Redukcijski koeficijent χ,z = 0.317
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,z}$ = 286.64 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (29.37 <= 286.64)

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 = 0.000 cm
Koordinata zj = 0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka L = 230.00 cm
Sektorski moment inercije Iw = 7603.3 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje Mcr = 78.229 kNm
Odgovarajući moment otpora W_y = 180.06 cm3
Koeficijent imperf. αLT = 0.760

Bezdimenzionalna vitkost	$\lambda LT_$ =	0.904
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.519
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	30.134 kNm
Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (0.14 <= 30.13)		

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	1.000
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.958
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.649
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.985
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.082

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.879
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.037
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.004
Uvjet 6.61: (0.04 <= 1)		

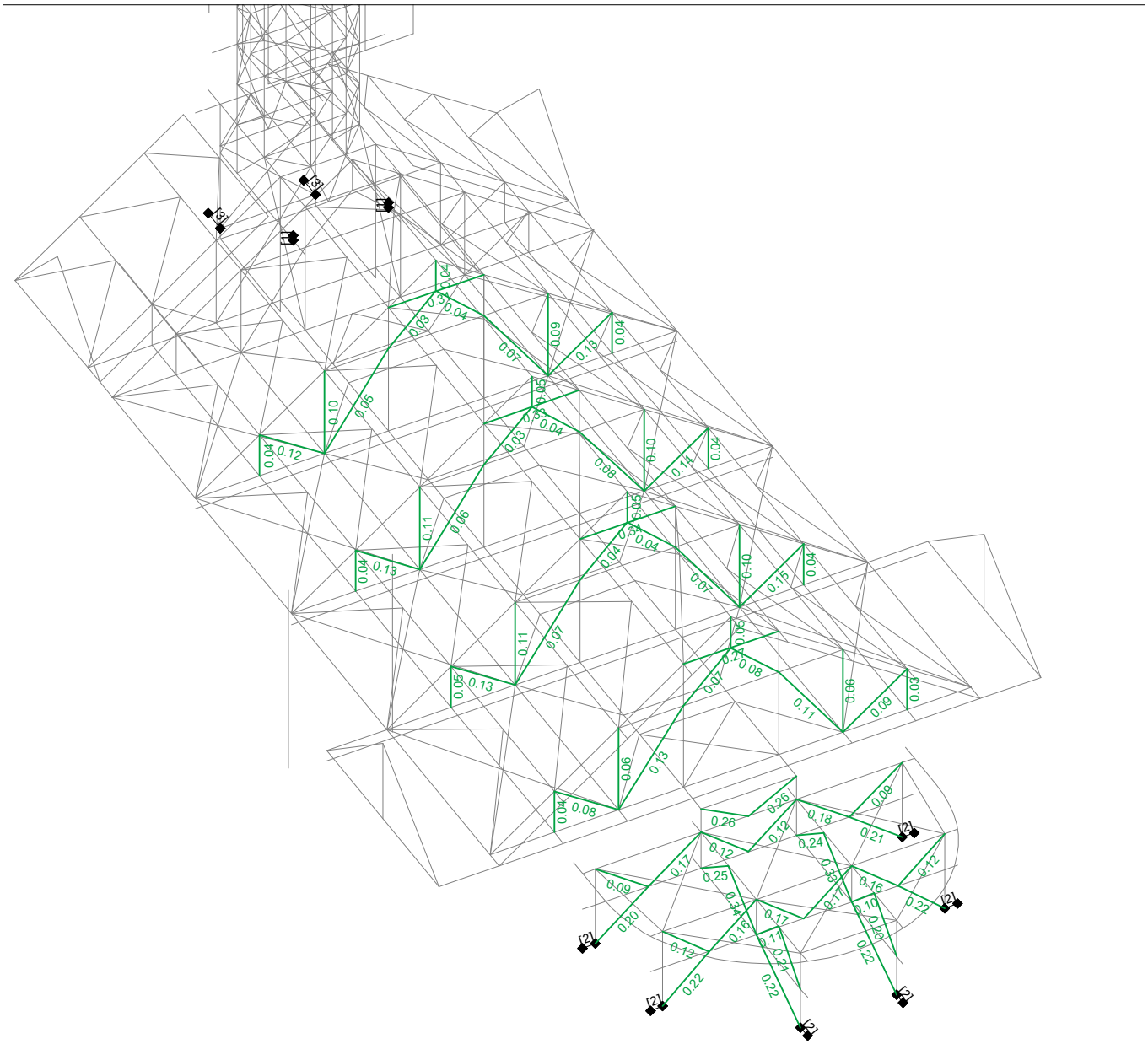
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.317
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.102
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.005
Uvjet 6.62: (0.11 <= 1)		

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-4.377 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.341 kN
Sistemska dužina štapa	L =	230.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

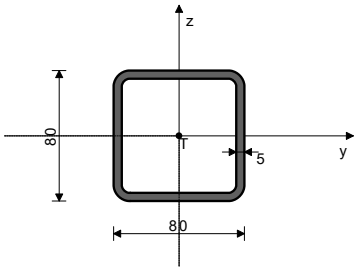
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	288.69 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	288.69 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.34 <= 288.69)		



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 22279-22164
POPREČNI PRESJEK: SHS 80x5 [S 355] [Set: 25]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	14.360 cm2
Ay =	7.180 cm2
Az =	7.180 cm2
Ix =	210.94 cm4
Iy =	124.44 cm4
Iz =	124.44 cm4
Wy =	31.110 cm3
Wz =	31.110 cm3
Wy,pl =	42.250 cm3
Wz,pl =	42.250 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

16. γ=0.34	15. γ=0.16	14. γ=0.08
13. γ=0.08	10. γ=0.06	11. γ=0.05
12. γ=0.05		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 99.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-113.14 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.017 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.025 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	159.59 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	509.78 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (113.14 <= 509.78)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	42.250 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	14.999 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.02 <= 15.00)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	147.16 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	147.16 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.02 <= 147.16)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.222

Uvjet 6.41: (0.00 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	159.59 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.710
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	1012.6 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.719
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	333.11 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (113.14 <= 333.11)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	159.59 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.710
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.719
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	333.11 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (113.14 <= 333.11)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	1.000
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.114
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.704
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.669
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.173

Redukcijski koeficijent	χy =	0.719
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.340
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.002

Uvjet 6.61: (0.34 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	0.719
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.340
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.001

Uvjet 6.62: (0.34 <= 1)

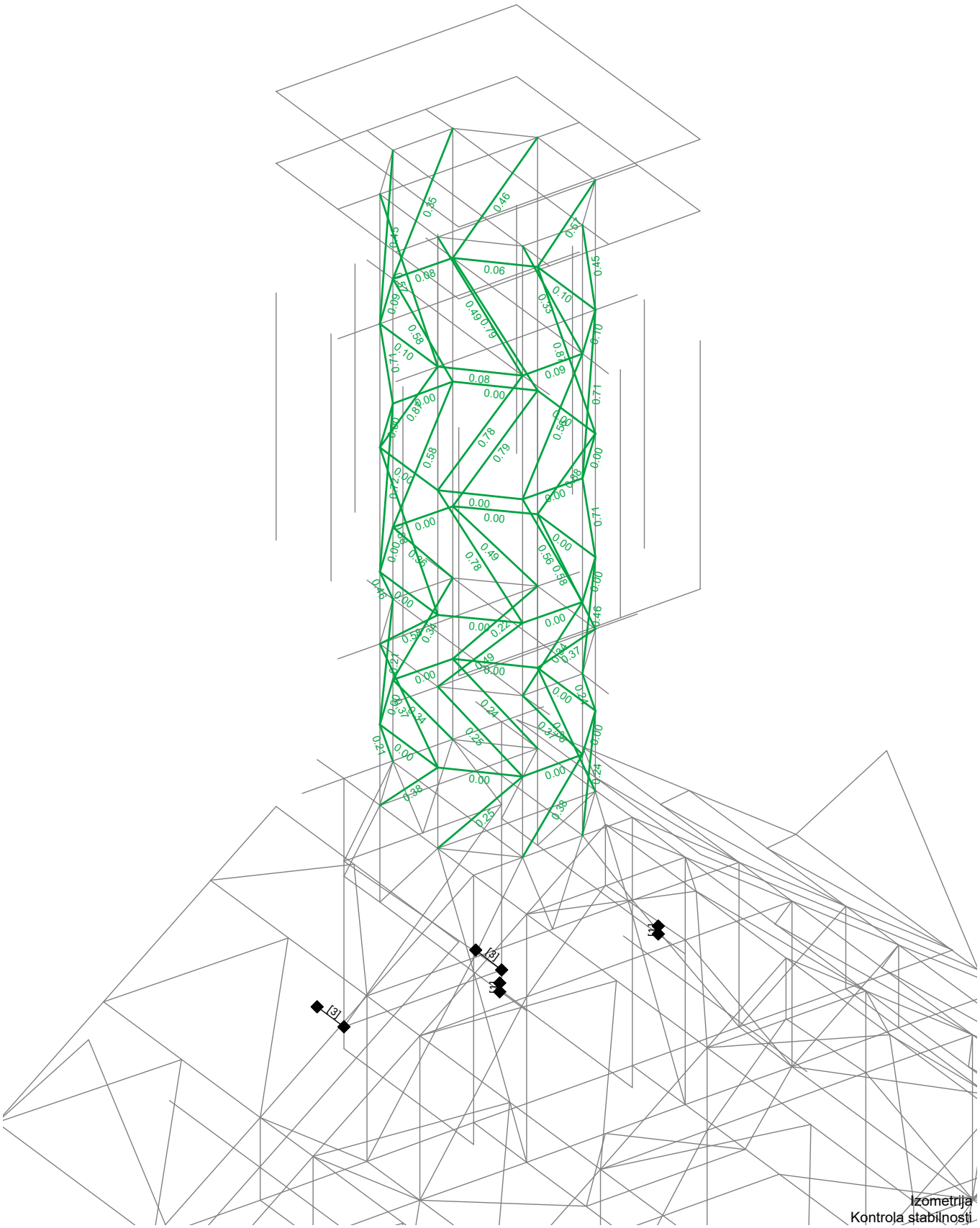
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-24.904 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.094 kN
Sistemska dužina štapa	L =	159.59 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	147.16 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	147.16 kN

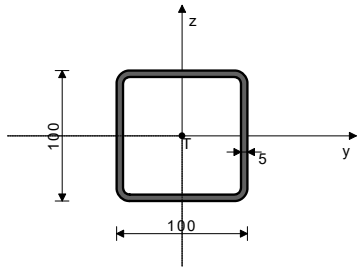
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.09 <= 147.16)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 16992-15162
POPREČNI PRESJEK: SHS 100x5 [S 355] [Set: 26]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	18.360 cm2
Ay =	9.180 cm2
Az =	9.180 cm2
Ix =	428.69 cm4
Iy =	261.77 cm4
Iz =	261.77 cm4
Wy =	52.354 cm3
Wz =	52.354 cm3
Wy,pl =	67.750 cm3
Wz,pl =	67.750 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

16. γ=0.95	15. γ=0.65	13. γ=0.01
14. γ=0.01	11. γ=0.00	12. γ=0.00
10. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 95.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-396.96 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.043 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	210.13 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	651.78 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (396.96 <= 651.78)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	67.750 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	24.051 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.04 <= 24.05)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.609

Uvjet 6.41: (0.00 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	210.13 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.728
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	1228.7 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.707
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	418.97 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (396.96 <= 418.97)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	210.13 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.728
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.707
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	418.97 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (396.96 <= 418.97)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	1.000
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.426
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.900
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.855
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.501

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.707
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.947
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.003

Uvjet 6.61: (0.95 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.707
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.947
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.002

Uvjet 6.62: (0.95 <= 1)

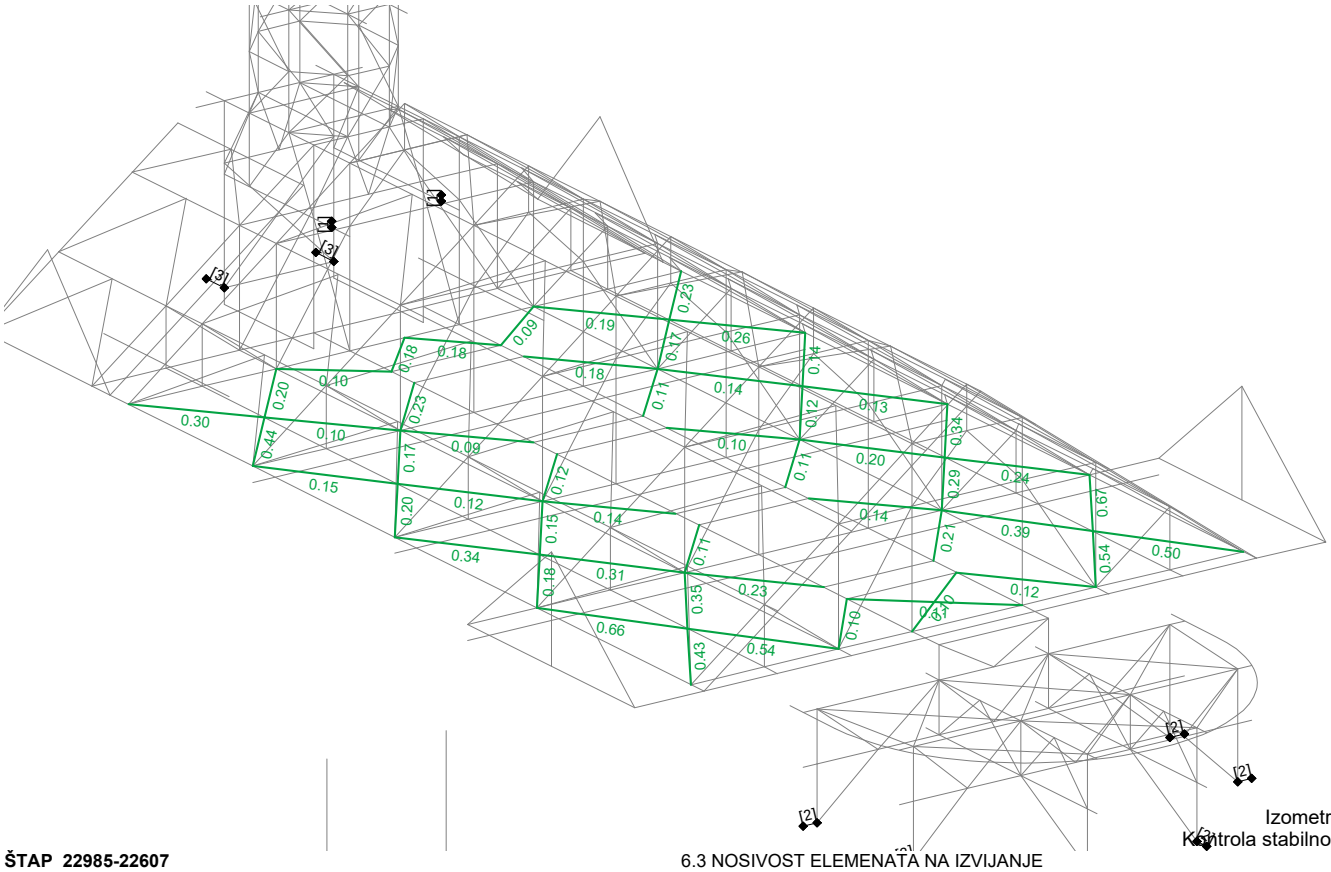
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.376 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.117 kN
Sistemska dužina štapa	L =	210.13 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	188.15 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	188.15 kN

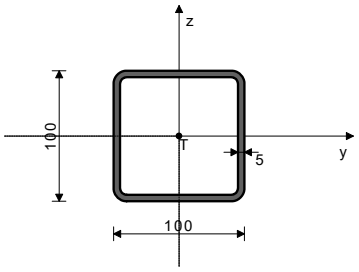
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.12 <= 188.15)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 22985-22607
POPREČNI PRESJEK: SHS 100x5 [S 355] [Set: 27]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	18.360 cm2
Ay =	9.180 cm2
Az =	9.180 cm2
Ix =	428.69 cm4
Iy =	261.77 cm4
Iz =	261.77 cm4
Wy =	52.354 cm3
Wz =	52.354 cm3
Wy,pl =	67.750 cm3
Wz,pl =	67.750 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

16. γ=0.67 15. γ=0.30 14. γ=0.09
13. γ=0.09 12. γ=0.06 10. γ=0.06
11. γ=0.06

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 139.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-219.61 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.141 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	279.43 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 651.78 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (219.61 <= 651.78)

6.2.5 Savijanje y-y
Plastični moment otpora $W_{y,pl}$ = 67.750 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 24.051 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.14 <= 24.05)

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.337
Uvjet 6.41: (0.01 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	279.43 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.969
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	N_{cr},y =	694.85 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.558
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	330.88 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (219.61 <= 330.88)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	279.43 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.969
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.558
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	330.88 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (219.61 <= 330.88)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	1.000
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.435
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.906
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.861
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.510

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.558
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.664
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.009

Uvjet 6.61: (0.67 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.558
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.664
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.006

Uvjet 6.62: (0.67 <= 1)

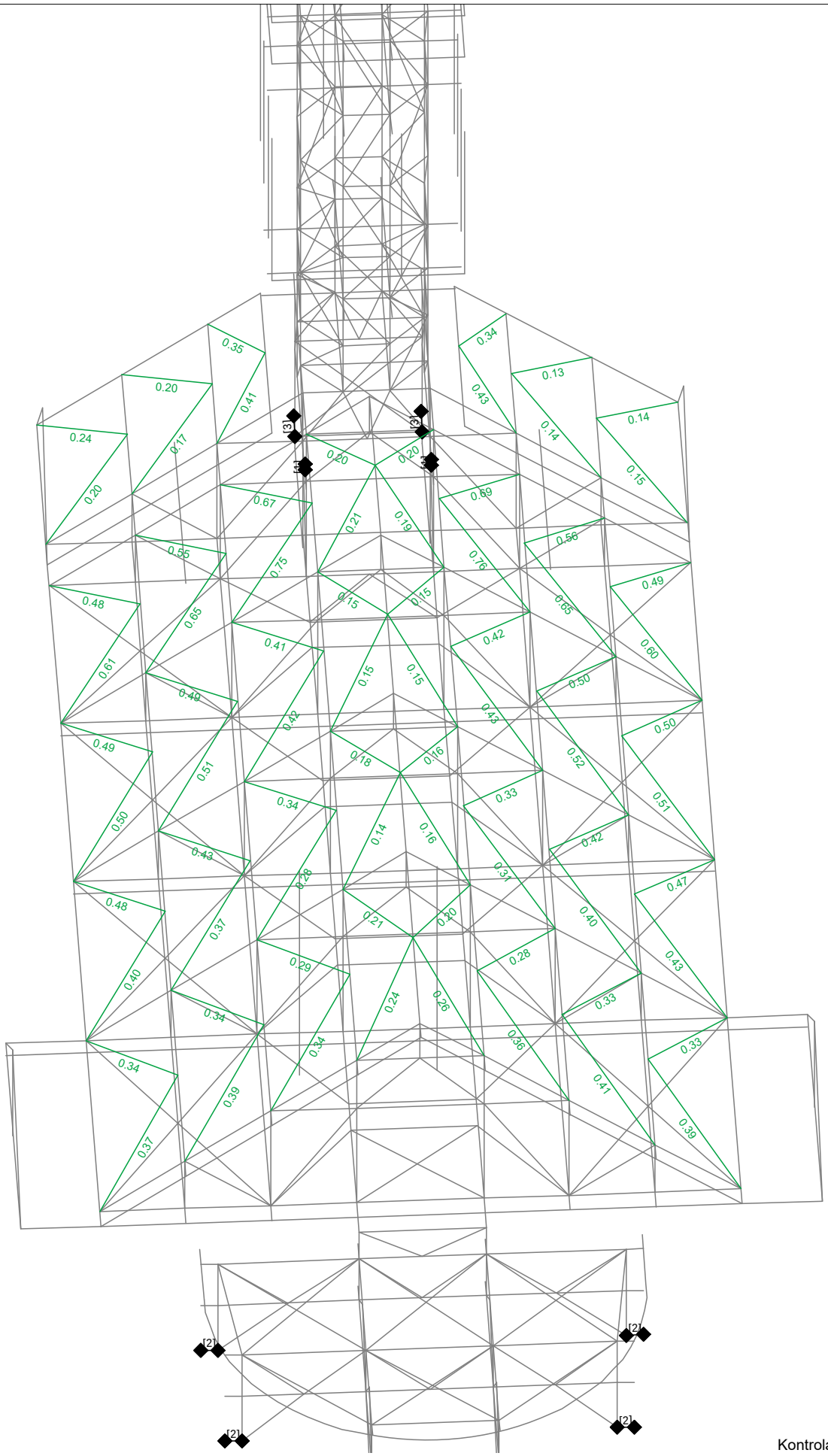
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-27.291 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.272 kN
Sistemska dužina štapa	L =	279.43 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	188.15 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	188.15 kN

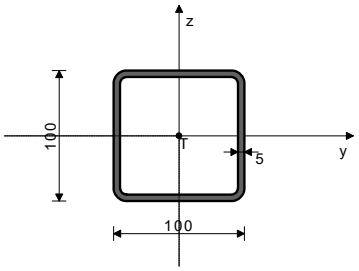
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.27 <= 188.15)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 17592-16228
POPREČNI PRESJEK: SHS 100x5 [S 355] [Set: 28]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	18.360 cm2
Ay =	9.180 cm2
Az =	9.180 cm2
Ix =	428.69 cm4
Iy =	261.77 cm4
Iz =	261.77 cm4
Wy =	52.354 cm3
Wz =	52.354 cm3
Wy,pl =	67.750 cm3
Wz,pl =	67.750 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

16. γ=0.76	15. γ=0.38	12. γ=0.07
11. γ=0.06	14. γ=0.05	13. γ=0.03
10. γ=0.02		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 144.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-256.96 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.013 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.113 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	269.05 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 651.78 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (256.96 <= 651.78)

6.2.5 Savijanje y-y
Plastični moment otpora $W_{y,pl}$ = 67.750 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 24.051 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.11 <= 24.05)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 188.15 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 188.15 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.01 <= 188.15)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.394
Uvjet 6.41: (0.01 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	269.05 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.933
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	N_{cr},y =	749.52 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.580
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	343.66 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (256.96 <= 343.66)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	269.05 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.933
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.580
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b.Rd,z}$ =	343.66 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (256.96 <= 343.66)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	1.000
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.470
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.929
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.882
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.548

Redukcijski koeficijent	χy =	0.580
N_{Ed} / (χy N_{Rk} / γM1)		0.748
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.008

Uvjet 6.61: (0.76 <= 1)

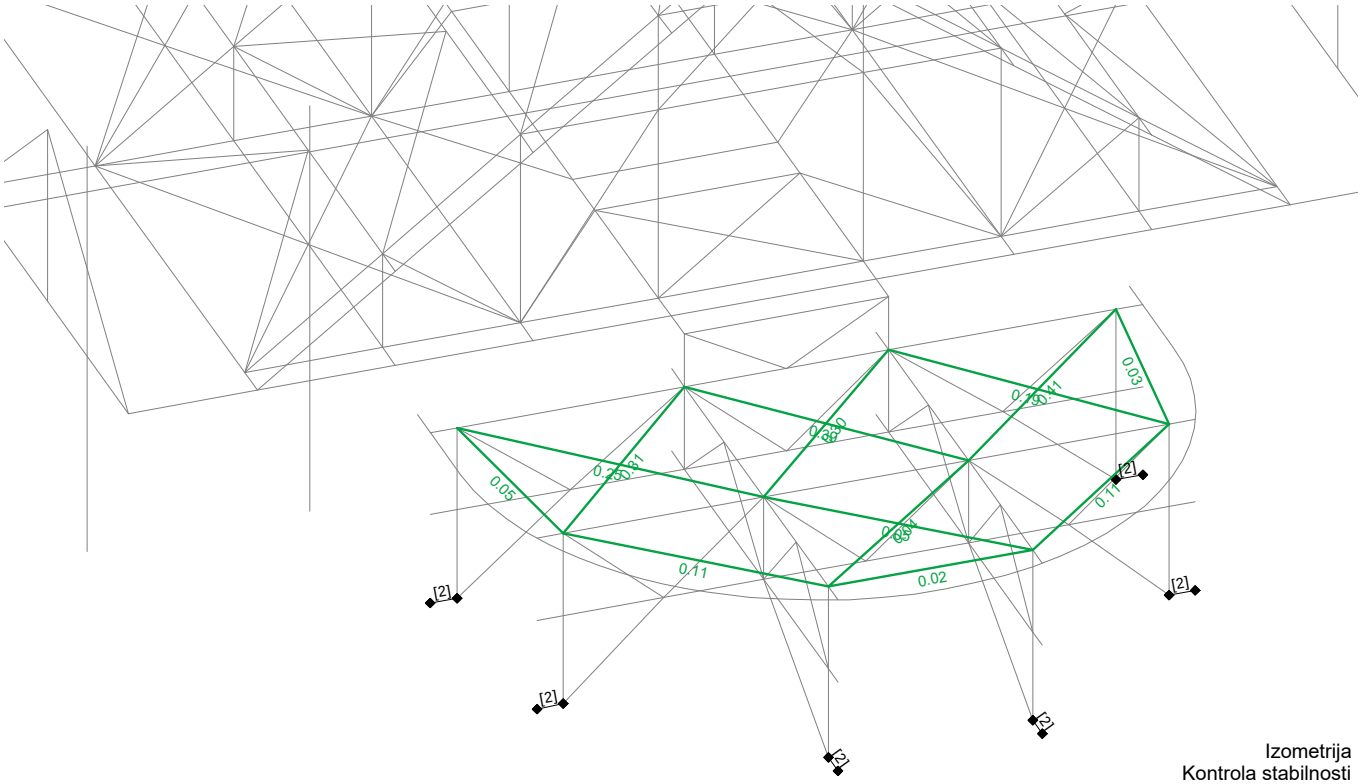
Redukcijski koeficijent	χz =	0.580
N_{Ed} / (χz N_{Rk} / γM1)		0.748
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.005

Uvjet 6.62: (0.75 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-13.851 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.237 kN
Sistemska dužina štapa	L =	269.05 cm

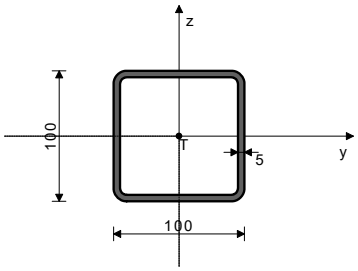
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 188.15 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 188.15 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.24 <= 188.15)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 23828-23797
POPREČNI PRESJEK: SHS 100x5 [S 355] [Set: 29]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	18.360 cm2
Ay =	9.180 cm2
Az =	9.180 cm2
Ix =	428.69 cm4
Iy =	261.77 cm4
Iz =	261.77 cm4
Wy =	52.354 cm3
Wz =	52.354 cm3
Wy,pl =	67.750 cm3
Wz,pl =	67.750 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

16. γ=0.41	15. γ=0.16	14. γ=0.02
13. γ=0.02	12. γ=0.01	11. γ=0.01
10. γ=0.01		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-66.646 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-1.521 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.257 kN
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	4.048 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	355.80 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	651.78 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (66.65 <= 651.78)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	67.750 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	24.051 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (4.05 <= 24.05)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	188.15 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	188.15 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.26 <= 188.15)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	188.15 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	188.15 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (1.52 <= 188.15)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.102
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	24.051 kNm
Koeficijent	β =	1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.168

Uvjet 6.41: (0.17 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	355.80 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	1.233
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	428.58 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.418
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	247.82 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (66.65 <= 247.82)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	355.80 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.233
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.418
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	247.82 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (66.65 <= 247.82)

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

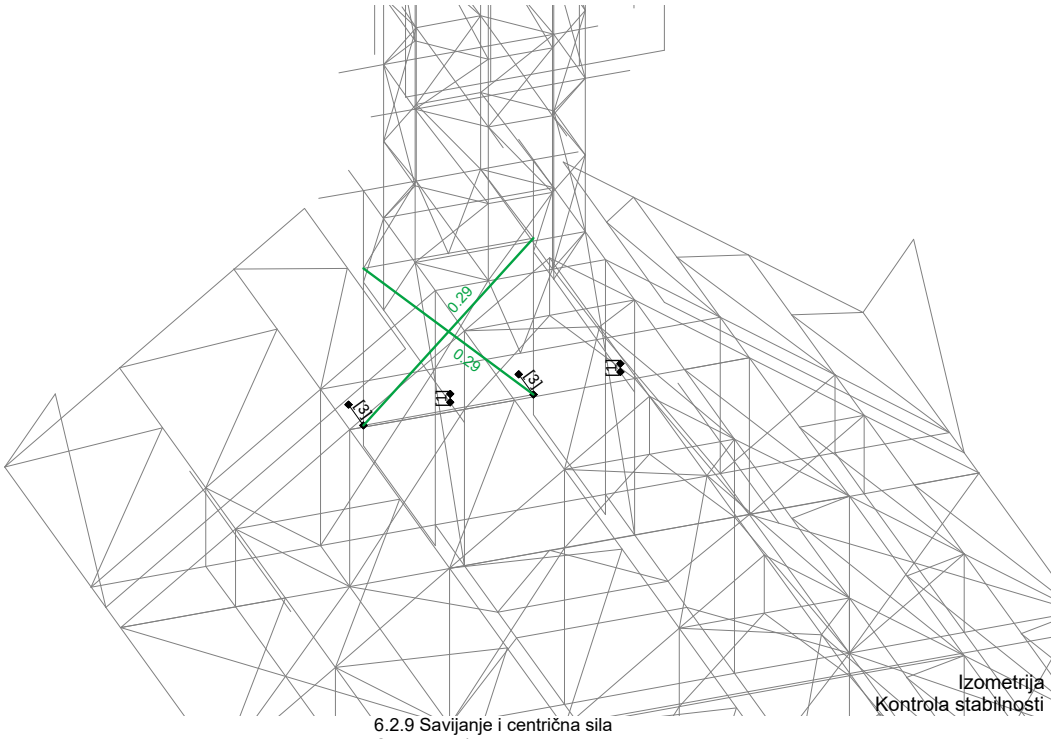
Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.643
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.154
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.469
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.692
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.782

Redukcijski koeficijent	χy =	0.418
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.269
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.087

Uvjet 6.61: (0.36 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	0.418
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.269
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.145

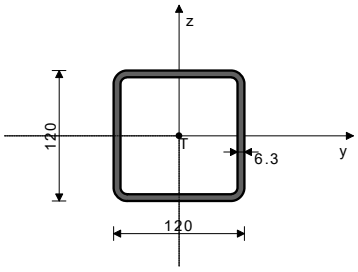
Uvjet 6.62: (0.41 <= 1)



Izometrija
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 11364-7953
POPREČNI PRESJEK: SHS 120x6.3 [S 355] [Set: 30]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	27.290 cm2
Ay =	13.645 cm2
Az =	13.645 cm2
Ix =	955.50 cm4
Iy =	571.60 cm4
Iz =	571.60 cm4
Wy =	95.267 cm3
Wz =	95.267 cm3
Wy,pl =	122.29 cm3
Wz,pl =	122.29 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

16. γ=0.29	15. γ=0.13	13. γ=0.05
14. γ=0.05	10. γ=0.04	11. γ=0.03
12. γ=0.03		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 142.3 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-146.84 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.031 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.196 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	325.15 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 968.80 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (146.84 <= 968.80)

6.2.5 Savijanje y-y
Plastični moment otpora $W_{y,pl}$ = 122.29 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 43.414 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.20 <= 43.41)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 279.67 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 279.67 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.03 <= 279.67)

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

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.152
Uvjet 6.41: (0.00 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	325.15 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.930
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	1120.6 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.582
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	512.26 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (146.84 <= 512.26)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	325.15 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.930
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.582
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	512.26 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (146.84 <= 512.26)

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

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	1.000
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.149
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.726
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.689
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.209

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.582
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.287
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.006

Uvjet 6.61: (0.29 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.582
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.287
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.003

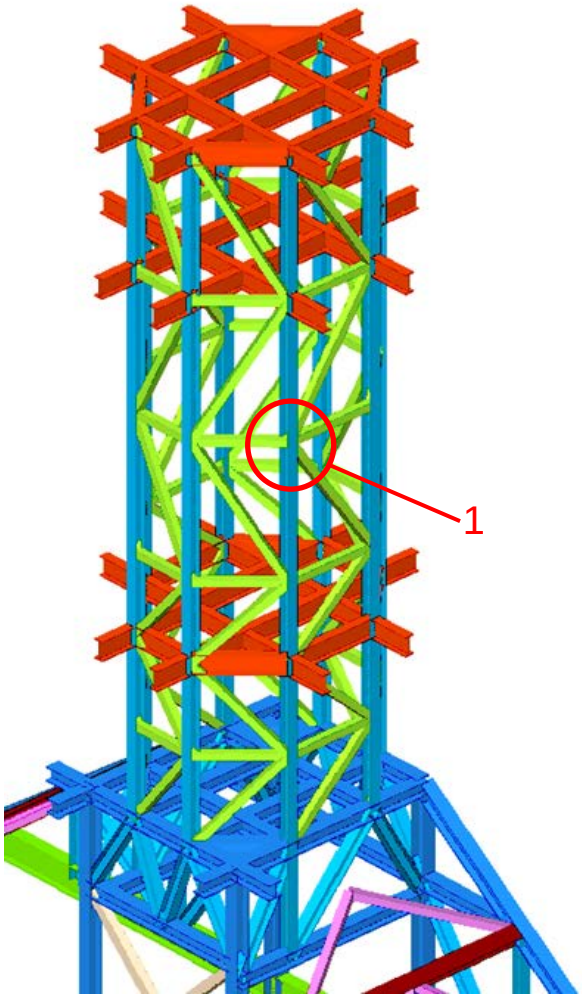
Uvjet 6.62: (0.29 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 13, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-24.915 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.333 kN
Sistemska dužina štapa	L =	325.15 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 279.67 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 279.67 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.33 <= 279.67)

Čelična potkonstrukcija zvonika - detalji



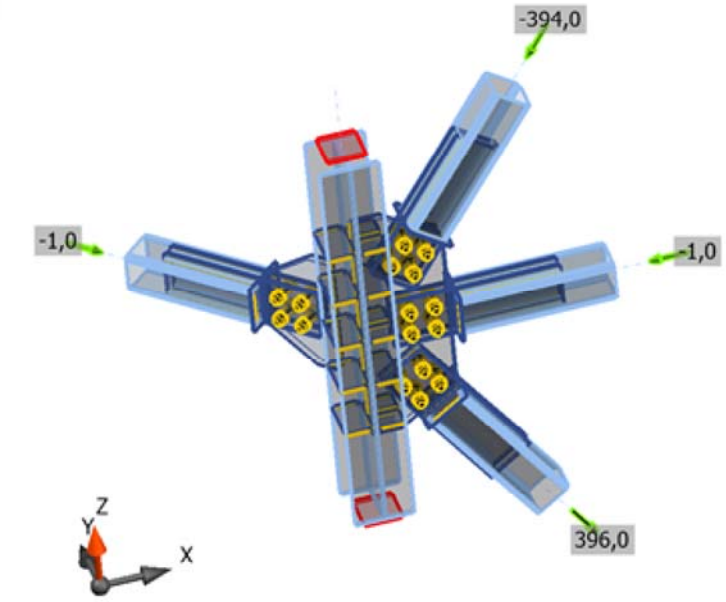
Prikazani detalji:

1 – Spoj čvora rešetke zvonika

DETALJ 1 - SPOJ ČVORA REŠETKE ZVONIKA

Beams and columns

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
Stup	5 - HEB140	0,0	90,0	90,0	0	0	0
H1	6 - SHSCF100/100/5.0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
H2	6 - SHSCF100/100/5.0	135,0	0,0	0,0	0	-20	0
D1	6 - SHSCF100/100/5.0	0,0	55,0	0,0	0	0	0
D3	6 - SHSCF100/100/5.0	0,0	-55,0	0,0	0	0	0



Geometry

Name	Material
5 - HEB140	S 355
6 - SHSCF100/100/5.0	S 355
6 - SHSCF100/100/5.0	S 355
6 - SHSCF100/100/5.0	S 355
6 - SHSCF100/100/5.0	S 355

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm^2]
M16 10.9	M16 10.9	16	1000,0	201

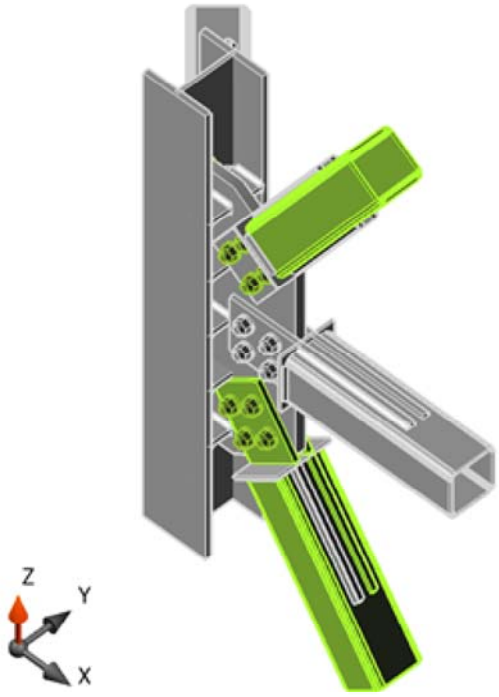
Load effects (equilibrium not required)

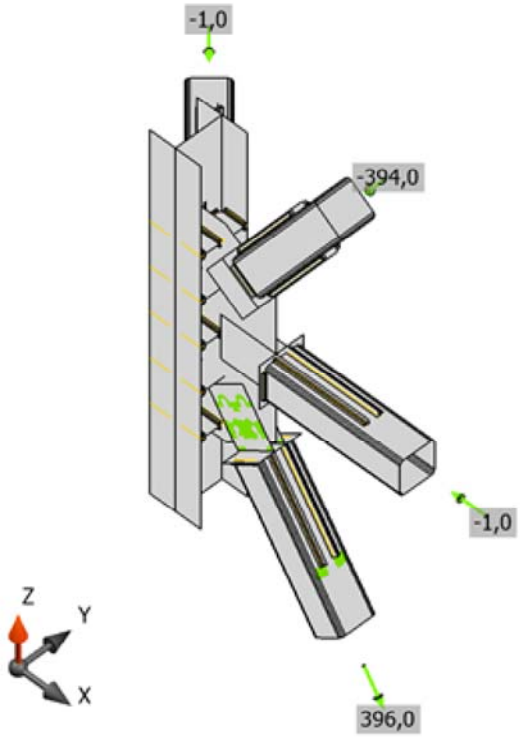
Name	Member	Pos.	X [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	H1	End	0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	H2	End	0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D1	End	0	396,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D3	End	0	-394,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

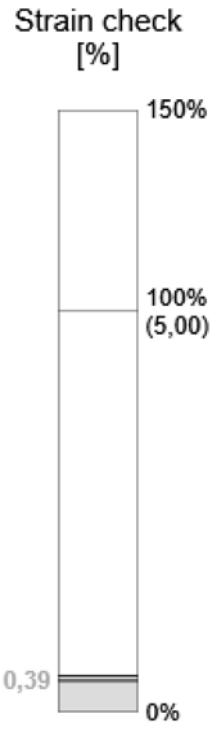
Check

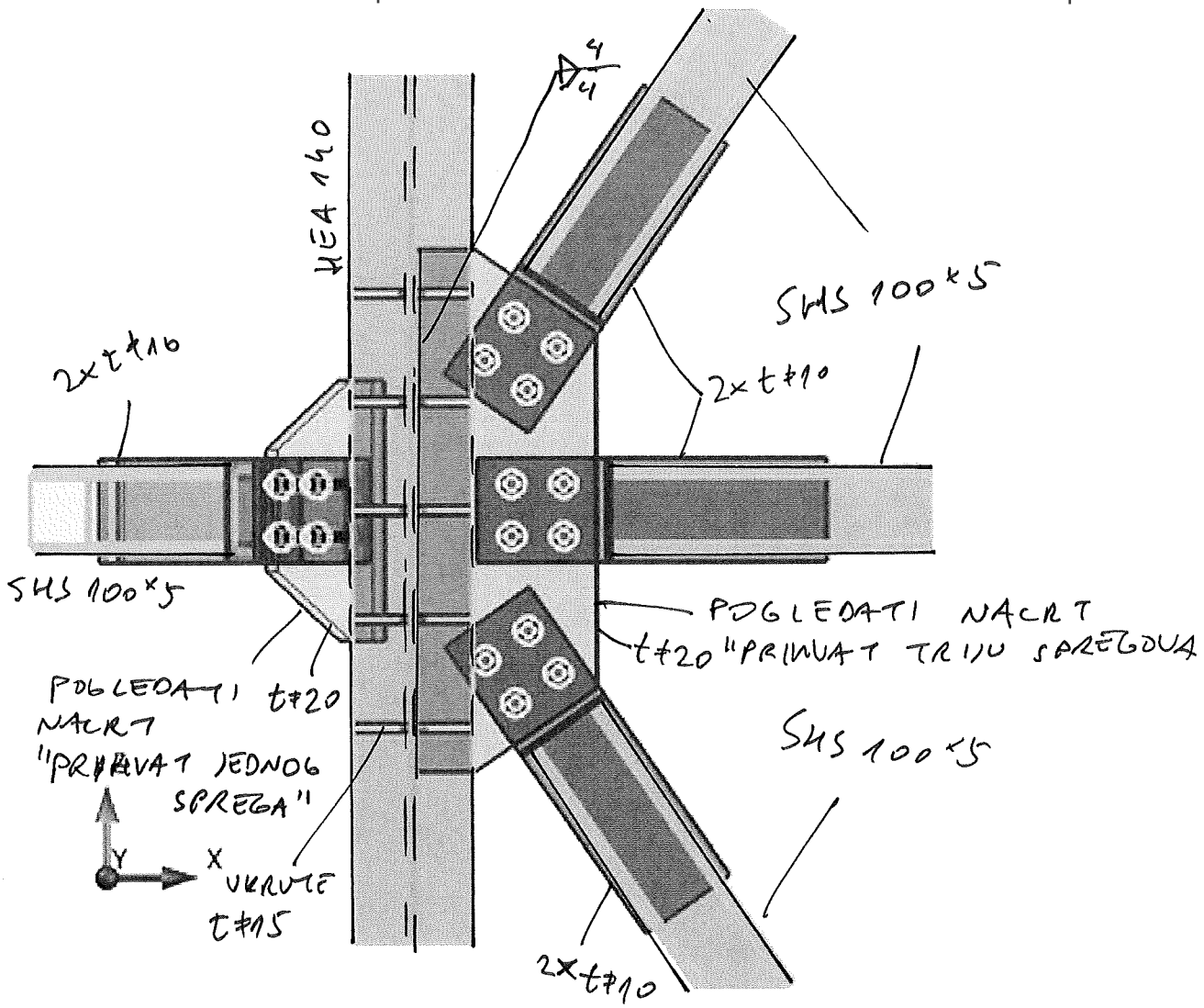
Summary

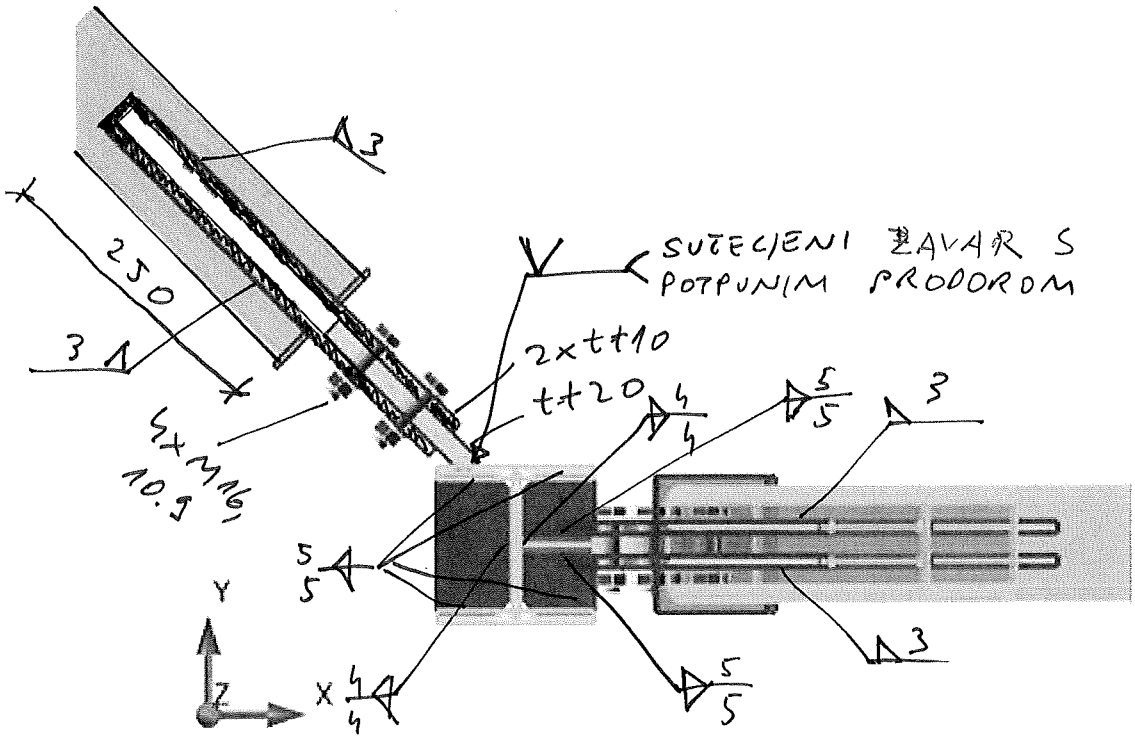
Name	Value	Check status
Analysis	100,0%	OK
Plates	0,4 < 5%	OK
Bolts	88,8 < 100%	OK
Welds	70,3 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	


Z
Y
X


-1,0
-394,0
-1,0
396,0
Z
Y
X

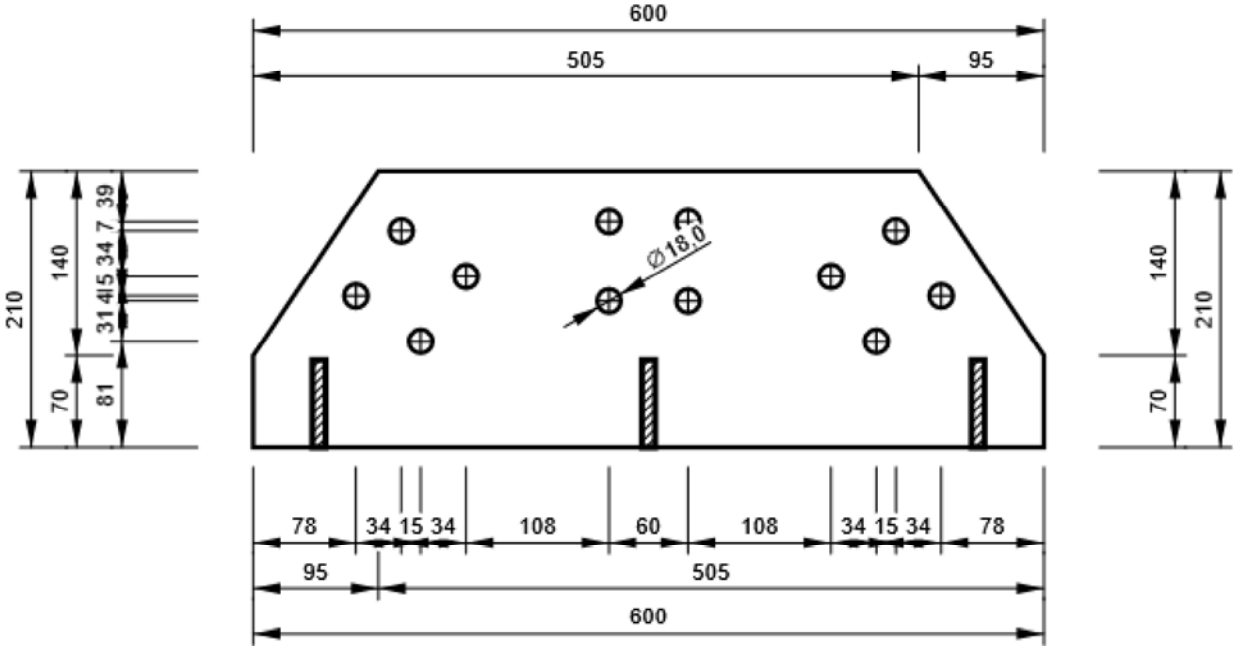

Strain check
[%]
150%
100%
(5,00)
0,39
0%


HEA 140
SHS 100x5
2x t=10
2x t=10
SHS 100x5
POGLEDATI NACRT "PRIHVAT JEDNOG SPREGA"
t=20
POGLEDATI NACRT t=20 "PRIHVAT TRIJU SPREGOVA
SHS 100x5
UKRUTE t=15
2x t=10
Y
X


250
SUTEČENI ZAVAR S POTPUNIM PRODOROM
2x t=10
t=20
4x M16 10.9
Y
Z
X

PRIHVAT TRIJU SPREGOVA

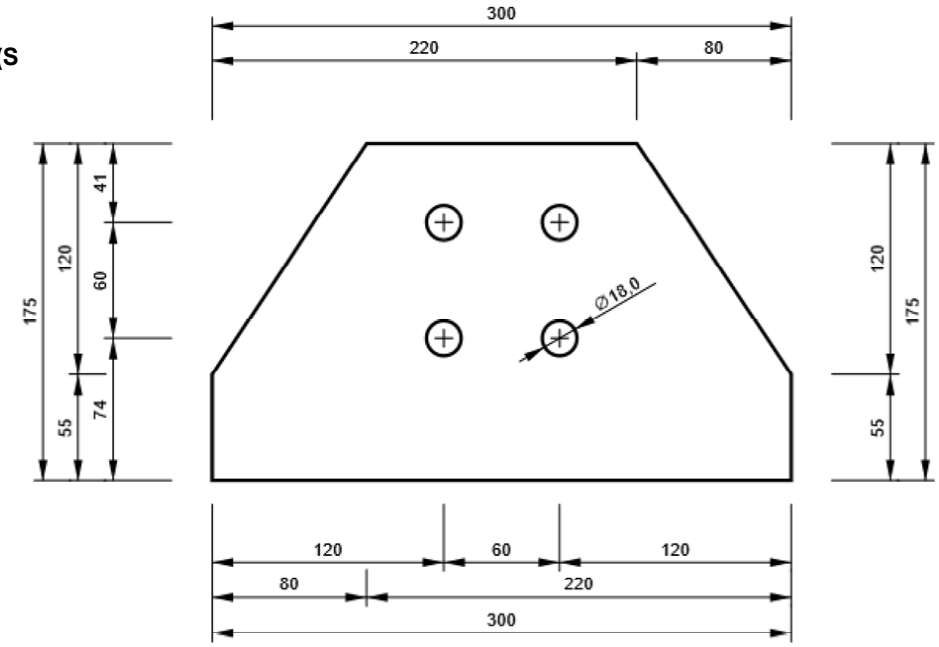
P20,0x210-600 (S 355)



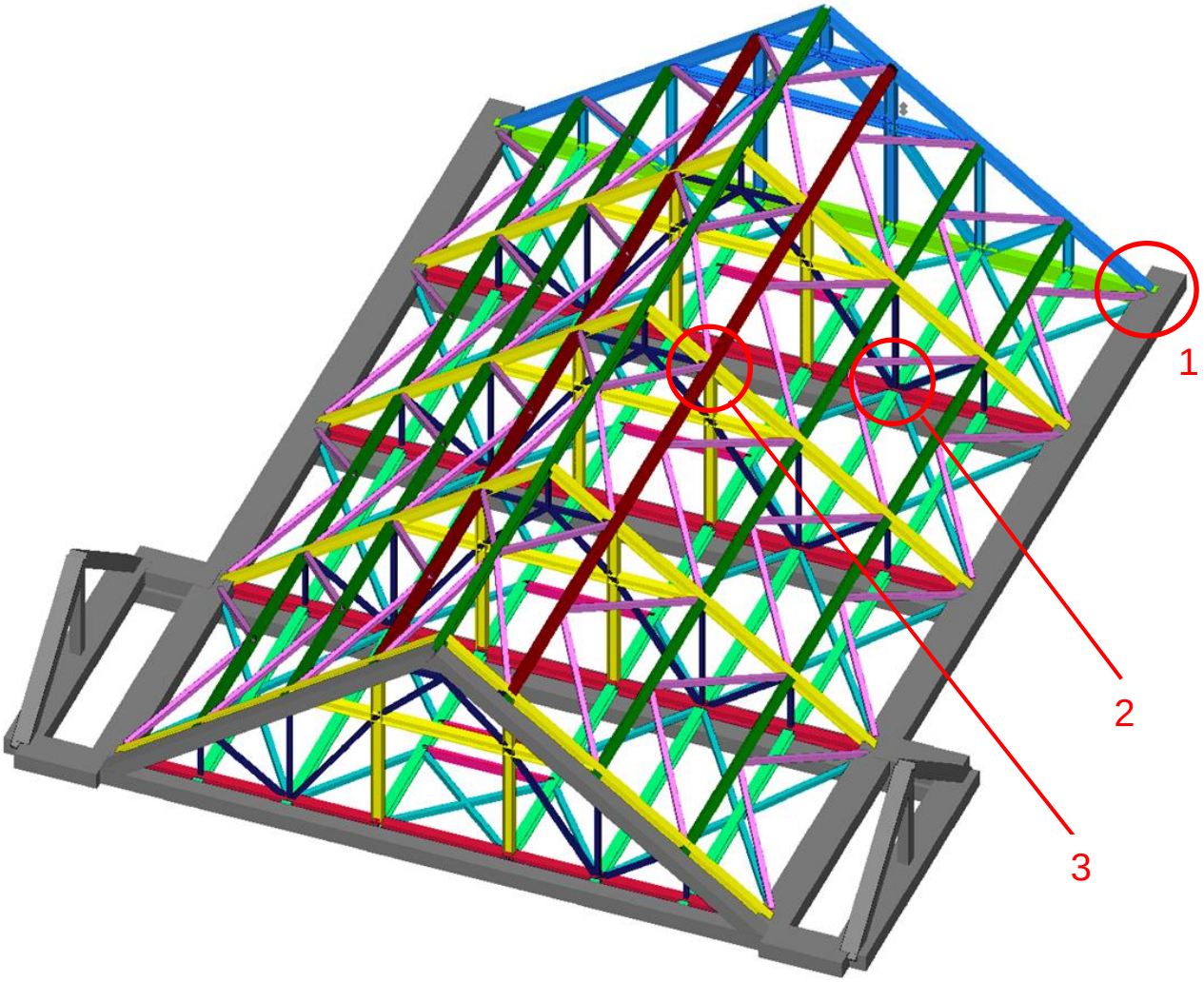
PRIHVAT JEDNOG SPREGA

SP8

P20,0x175-300 (S



Čelična potkonstrukcija glavnog broda krova - detalji



Prikazani detalji:

1 – Sidrenje krovnih rešetki na zidove

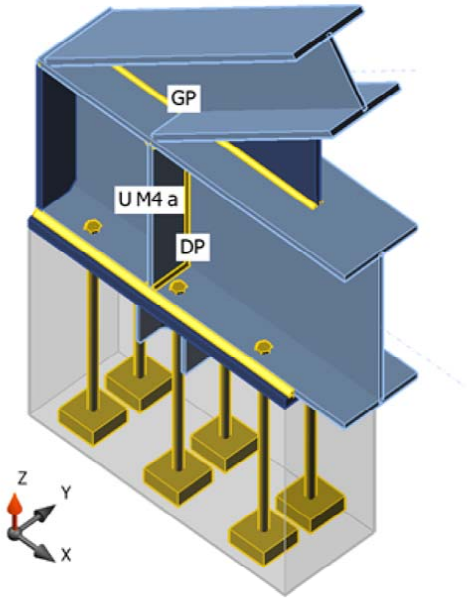
2 – Spoj vertikalne i kose ispune na donji pojas krovne rešetke glavnog broda

3A – Spoj horizontalne i vertikalne ispune na gornji pojas krovne rešetke glavnog broda
3B – Spoj podrožnica i spregova na gornji pojas krovne rešetke glavnog broda

DETALJ 1 - SIDRENJE KROVNIH REŠETKI NA ZIDOVE

Beams and columns

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
DP	2 - IPE360	0,0	0,0	0,0	-300	0	180
Ukruta	4 - Plate 10, 170	0,0	-90,0	0,0	0	0	35
GP	5 - HEB160	0,0	-36,0	0,0	-50	0	385
M4	4 - Plate 10, 170	0,0	-90,0	0,0	0	0	35



Cross-sections

Name	Material
2 - IPE360	S 235
4 - Plate 10, 170	S 235
5 - HEB160	S 235
4 - Plate 10, 170	S 235

Anchors / Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm^2]
M16 5.6	M16 5.6	16	500,0	201

Load effects (equilibrium not required)

Name	Member	Pos.	X [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	DP	End	0	304,0	0,0	-73,0	0,0	0,0	0,0
	Ukruta	End	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	GP	End	0	-118,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M4	End	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Foundation block

Item	Value	Unit
CB 1		

Item	Value	Unit
Dimensions	210 x 600	mm
Depth	440	mm
Anchor	M16 5.6	
Anchoring length	390	mm
Shear force transfer	Shear iron	
Cross-section of shear iron	HEA120	
Length of shear iron	150	mm

Check

Summary

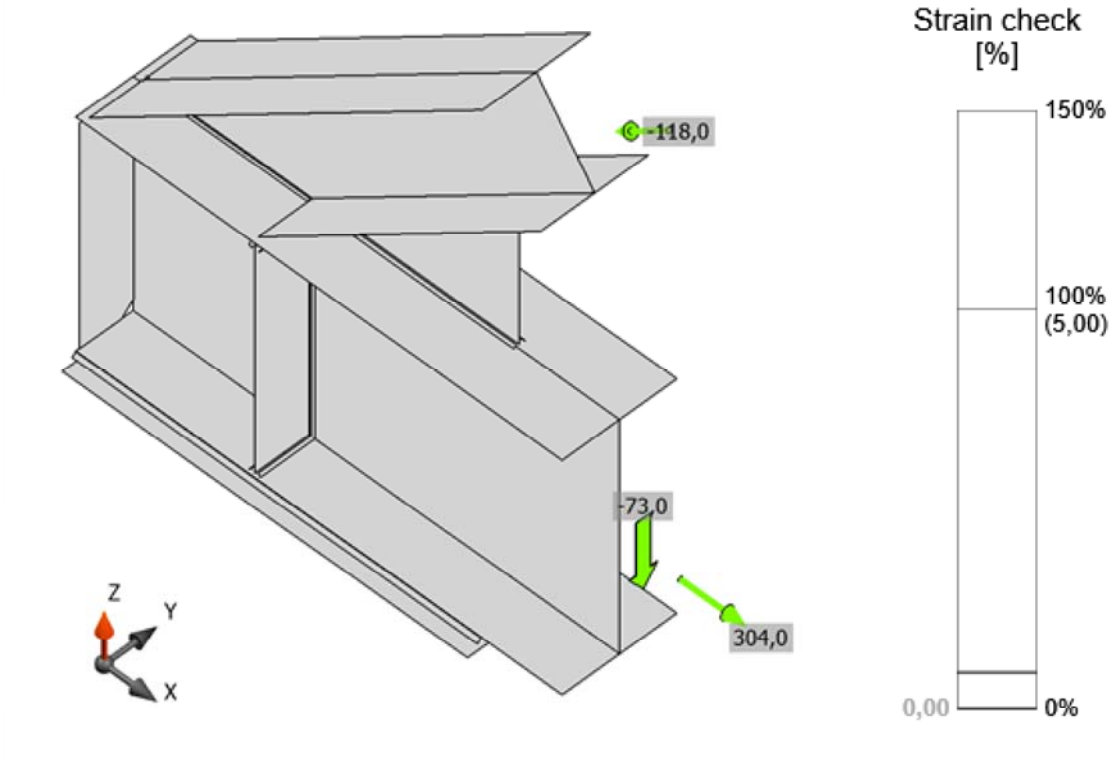
Name	Value	Check status
Analysis	100,0%	OK
Plates	0,0 < 5%	OK
Anchors	0,0 < 100%	OK
Welds	44,0 < 100%	OK
Concrete block	11,3 < 100%	OK
Shear	90,8 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [1e-4]	Check status
DP-bfl 1	12,7	LE1	131,9	0,0	OK
DP-tfl 1	12,7	LE1	22,8	0,0	OK
DP-w 1	8,0	LE1	91,9	0,0	OK
Ukruta-bfl 1	10,0	LE1	34,6	0,0	OK
GP-bfl 1	13,0	LE1	26,6	0,0	OK
GP-tfl 1	13,0	LE1	24,5	0,0	OK
GP-w 1	8,0	LE1	31,1	0,0	OK
M4-bfl 1	10,0	LE1	34,6	0,0	OK
BP1	20,0	LE1	53,0	0,0	OK
STIFF1a	10,0	LE1	29,4	0,0	OK
STIFF1b	10,0	LE1	29,4	0,0	OK
WID1	10,0	LE1	28,4	0,0	OK

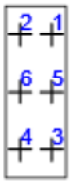
Design data

Material	fy [MPa]	ε_{lim} [1e-4]
S 235	235,0	500,0



Strain check, LE1

Anchors

	Name	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	N_{rdc} [kN]	Ut_t [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_s [%]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	C_{pf}	$V_{Rd,c}$ [kN]	C_{ef}	Status
	A1	LE1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	OK	0,0	OK	OK
	A2	LE1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	OK	0,0	OK	OK
	A3	LE1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	OK	0,0	OK	OK
	A4	LE1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	OK	0,0	OK	OK
	A5	LE1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	OK	0,0	OK	OK
	A6	LE1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	OK	0,0	OK	OK

Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	V_{rds} [kN]	S_{tf} [MN/m]
M16 5.6 - 1	48,0	276,9	37,7	0,0	330

Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Status
DP-tfl 1	GP-bfl 1	12,7	160	LE1								OK
DP-tfl 1	GP-tfl 1	12,7	160	LE1								OK
DP-bfl 1	STIFF1a	10,0	63	LE1								OK
DP-w 1	STIFF1a	8,0	299	LE1								OK
DP-tfl 1	STIFF1a	10,0	63	LE1								OK

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Status
DP-bfl 1	STIFF1b	10,0	63	LE1								OK
DP-w 1	STIFF1b	8,0	299	LE1								OK
DP-tfl 1	STIFF1b	10,0	63	LE1								OK
DP-tfl 1	GP-w 1	◢4,0◣	250	LE1	26,9	0,0	-10,2	10,1	-10,2	7,5	6,7	OK
		◢4,0◣	250	LE1	26,9	0,0	-10,2	-10,1	10,2	7,5	6,7	OK
BP1	DP-bfl 1	◢7,5	600	LE1	158,3	0,0	2,5	-90,6	-12,1	44,0	12,3	OK
BP1	DP-bfl 1	◢7,5	600	LE1	158,6	0,0	2,5	90,7	-12,0	44,0	12,3	OK
DP-bfl 1	Ukruta-bfl 1	◢5,0◣	81	LE1	59,5	0,0	-25,9	-16,8	-26,0	16,5	9,6	OK
		◢5,0◣	81	LE1	58,3	0,0	-25,5	16,3	25,5	16,2	9,2	OK
DP-tfl 1	Ukruta-bfl 1	◢5,0◣	81	LE1	18,1	0,0	-9,3	4,4	-7,8	5,0	4,8	OK
		◢5,0◣	81	LE1	23,3	0,0	-12,8	2,2	11,0	6,5	5,9	OK
DP-w 1	Ukruta-bfl 1	◢4,0◣	334	LE1	19,3	0,0	-6,8	5,6	-8,8	5,3	1,9	OK
		◢4,0◣	334	LE1	21,2	0,0	-0,2	-9,2	8,1	5,9	2,0	OK
DP-w 1	M4-bfl 1	◢4,0◣	334	LE1	19,3	0,0	-6,8	-5,6	-8,8	5,4	1,9	OK
		◢4,0◣	334	LE1	21,2	0,0	-0,2	9,2	8,1	5,9	2,0	OK
DP-bfl 1	M4-bfl 1	◢5,0◣	81	LE1	59,4	0,0	-25,8	16,7	-25,9	16,5	9,6	OK
		◢5,0◣	81	LE1	58,2	0,0	-25,5	-16,3	25,5	16,2	9,2	OK
DP-tfl 1	M4-bfl 1	◢5,0◣	81	LE1	18,0	0,0	-9,3	-4,4	-7,8	5,0	4,8	OK
		◢5,0◣	81	LE1	23,3	0,0	-12,8	-2,2	11,0	6,5	5,9	OK
DP-tfl 1	WID1	◢5,0◣	300	LE1	46,8	0,0	17,9	-17,4	17,9	13,0	6,0	OK
		◢5,0◣	300	LE1	46,8	0,0	17,9	17,4	-17,9	13,0	6,0	OK
GP-bfl 1	WID1	◢5,0◣	370	LE1	37,9	0,0	-6,3	-20,6	-6,3	10,5	4,3	OK
		◢5,0◣	370	LE1	37,9	0,0	-6,3	20,6	6,3	10,5	4,3	OK

Design data

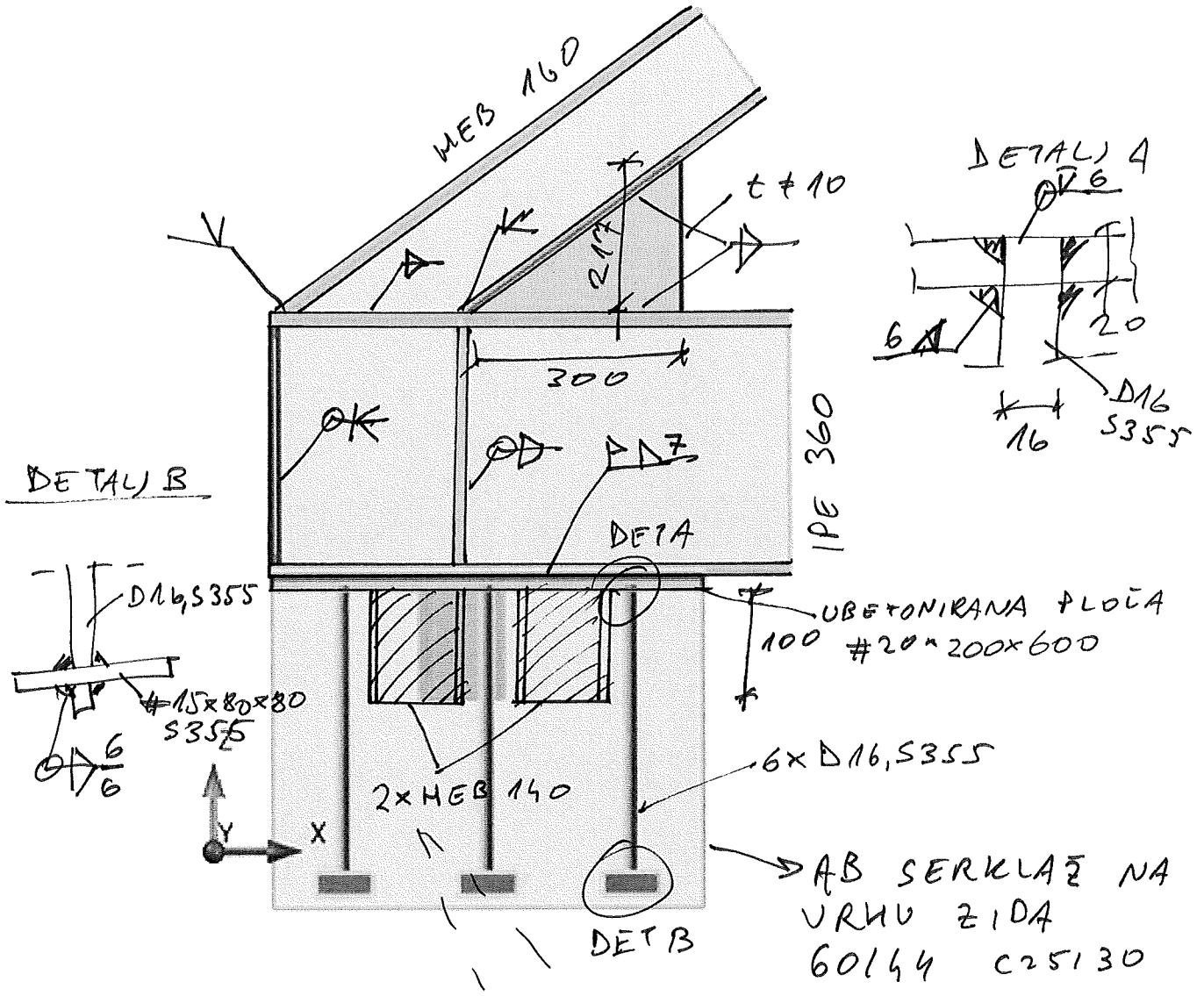
	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	0,80	360,0	259,2

Concrete block

Item	Loads	c [mm]	A_{eff} [mm^2]	σ [MPa]	Kj [-]	F_{jd} [MPa]	Ut [%]	Check status
CB 1	LE1	50	101190	1,4	1,12	12,5	11,3	OK

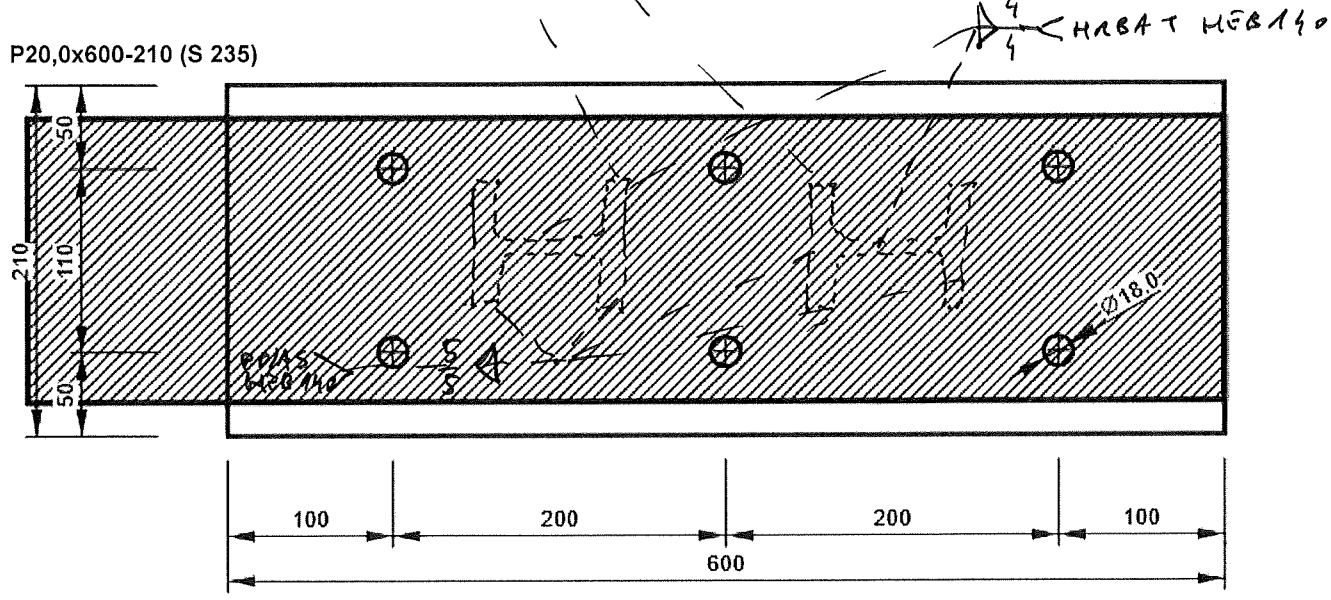
Shear in contact plane

Name	Loads	V_y [kN]	V_y [kN]	$V_{Rd,y}$ [kN]	$V_{Rd,z}$ [kN]	Ut [%]	Check status
BP1	LE1	0,0	-208,5	260,5	114,8	181,6	**Not OK!**



BP1

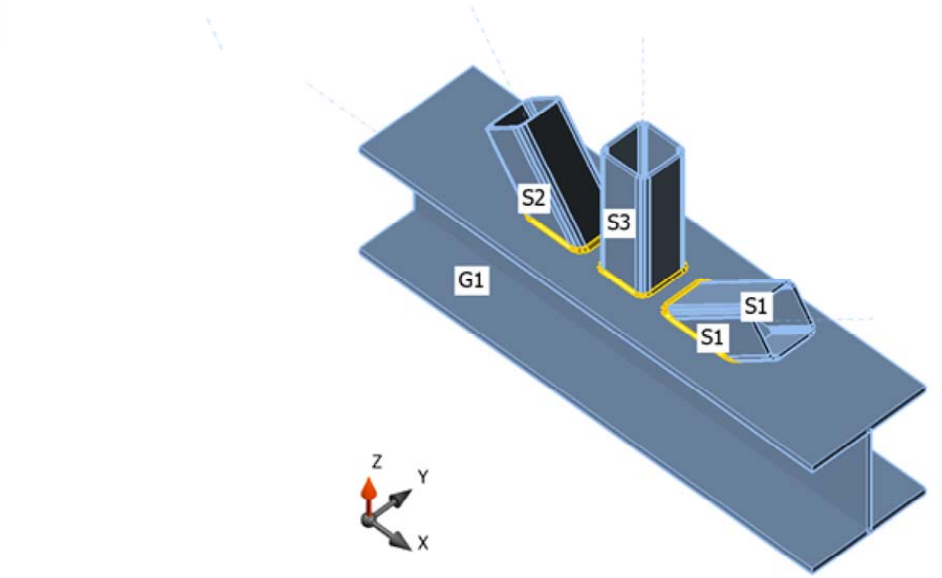
P20,0x600-210 (S 235)



DETALJ 2 - SPOJ VERTIKALNE I KOSE ISPUNE NA DONJI POJAS KROVNE REŠETKE GLAVNOG BRODA

Beams and columns

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
G1	3 - HEA200	0.0	0.0	0.0	0	0	0
S1	4 - SHSCF80/80/5.0	0.0	-36.0	0.0	0	0	-4
S2	5 - SHSCF80/80/5.0	180.0	-53.3	0.0	0	0	-40
S3	5 - SHSCF80/80/5.0	180.0	-90.0	0.0	0	0	0



Cross-sections

Name	Material
3 - HEA200	S 235
4 - SHSCF80/80/5.0	S 235
5 - SHSCF80/80/5.0	S 235
5 - SHSCF80/80/5.0	S 235

Load effects (equilibrium not required)

Name	Member	Pos.	X [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ULS1	S1	End	0	-43.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	S2	End	0	-24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	S3	End	0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ULS2	S1	End	0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	S2	End	0	26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	S3	End	0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LE3	S1	End	0	-43.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	S2	End	0	-24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	S3	End	0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5%	OK
Welds	36.7 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [1e-4]	Check status
G1-bfl 1	10.0	ULS2	44.8	0.0	OK
G1-tfl 1	10.0	ULS2	49.5	0.0	OK
G1-w 1	6.5	ULS2	67.9	0.0	OK
S1	5.0	LE3	76.4	0.0	OK
S2	5.0	ULS2	97.3	0.0	OK
S3	5.0	ULS2	148.7	0.0	OK

Design data

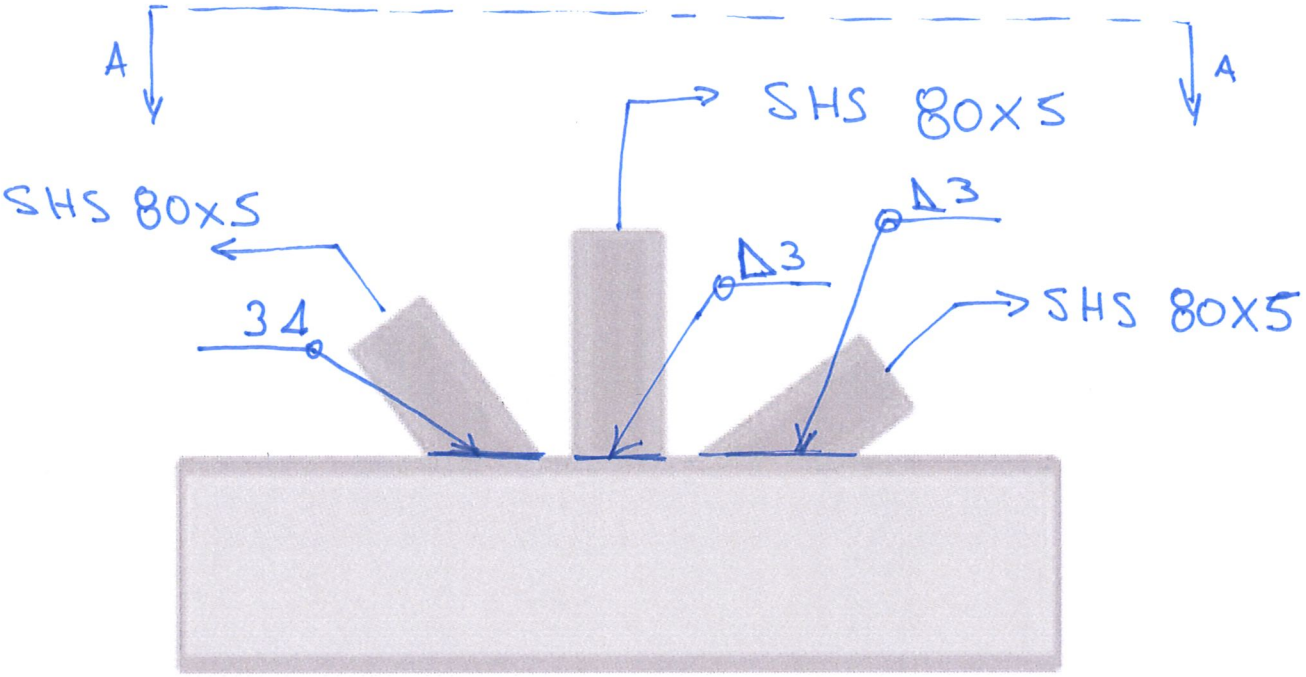
Material	fy [MPa]	ε_{lim} [1e-4]
S 235	235.0	500.0

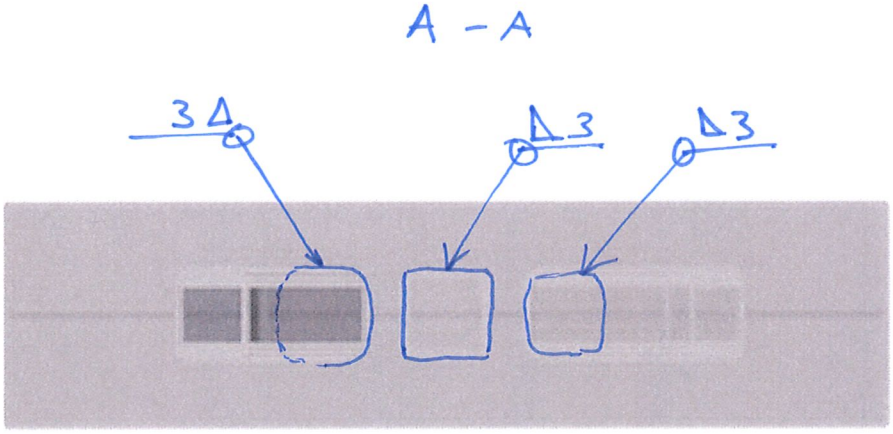
Welds (Average value used, plastic redistribution recommended)

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Status
G1-tfl 1	S1-1	◢3.0	382	ULS1	97.5	34.1	0.2	52.8	27.1	OK
G1-tfl 1	S2-2	◢3.0	317	ULS2	70.1	-6.5	0.8	-40.3	19.5	OK
G1-tfl 1	S3-3	◢3.0	282	ULS1	132.3	57.9	0.0	-68.6	36.7	OK

Design data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	0.80	360.0	259.2

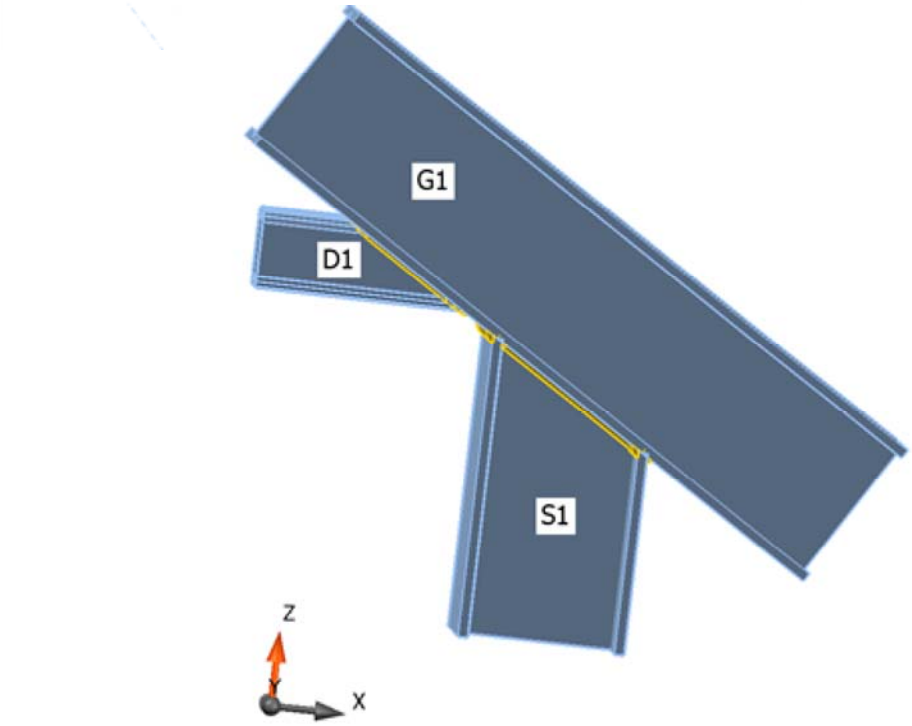

A
A
SHS 80x5
SHS 80x5
Δ3
Δ3
3Δ
SHS 80x5


A - A
3Δ
Δ3
Δ3

DETALJ 3A - SPOJ HORIZONTALNE I VERTIKALNE ISPUNE NA GORNJI POJAS KROVNE REŠETKE GLANOG BRODA

Beams and columns

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
G1	3 - HEA180	0.0	32.0	0.0	0	0	0
S1	4 - HEA180	0.0	90.0	0.0	0	0	0
D1	5 - SHSCF80/80/5.0	180.0	0.0	0.0	60	0	10



Cross-sections

Name	Material
3 - HEA180	S 235
4 - HEA180	S 235
5 - SHSCF80/80/5.0	S 235

Load effects (equilibrium not required)

Name	Member	Pos.	X [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ULS1	S1	End	0	41.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D1	End	0	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ULS2	S1	End	0	-22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D1	End	0	-79.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ULS3	S1	End	0	41.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D1	End	0	-79.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5%	OK
Welds	38.0 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [1e-4]	Check status
G1-bfl 1	9.5	ULS2	59.6	0.0	OK
G1-tfl 1	9.5	ULS2	41.0	0.0	OK
G1-w 1	6.0	ULS2	69.1	0.0	OK
S1-bfl 1	9.5	ULS1	34.7	0.0	OK
S1-tfl 1	9.5	ULS3	31.5	0.0	OK
S1-w 1	6.0	ULS1	30.8	0.0	OK
D1	5.0	ULS2	137.0	0.0	OK

Design data

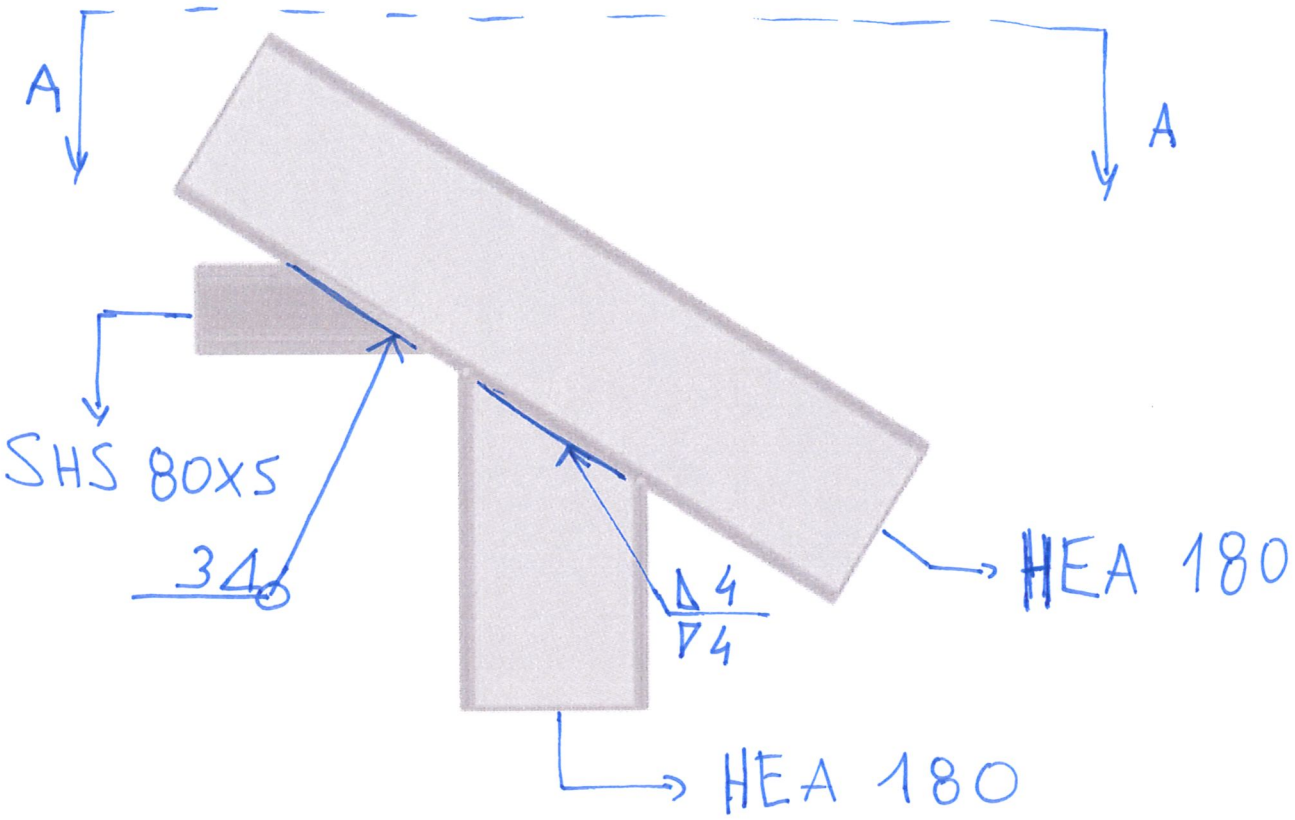
Material	fy [MPa]	ε_{lim} [1e-4]
S 235	235.0	500.0

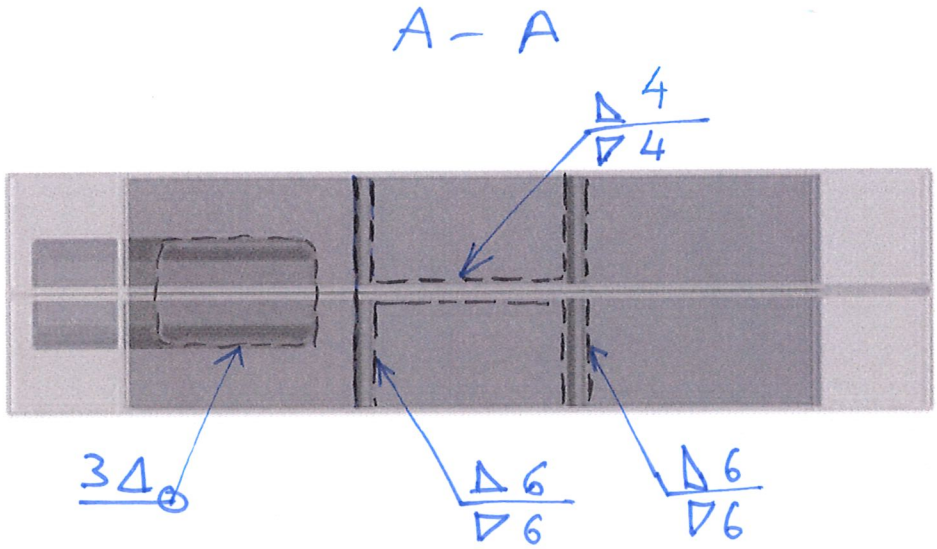
Welds (Average value used, plastic redistribution recommended)

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Status
G1-bfl 1	S1-bfl 1	◢6.0◣	180	ULS1	13.2	-2.9	0.0	7.4	3.7	OK
G1-bfl 1	S1-tfl 1	◢6.0◣	180	ULS3	11.8	-4.1	0.0	6.4	3.3	OK
G1-bfl 1	S1-w 1	◢4.0◣	190	ULS1	16.8	-6.7	5.9	-6.7	4.7	OK
G1-bfl 1	D1-2	◢3.0	409	ULS3	136.7	-56.7	0.4	-71.8	38.0	OK

Design data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	0.80	360.0	259.2

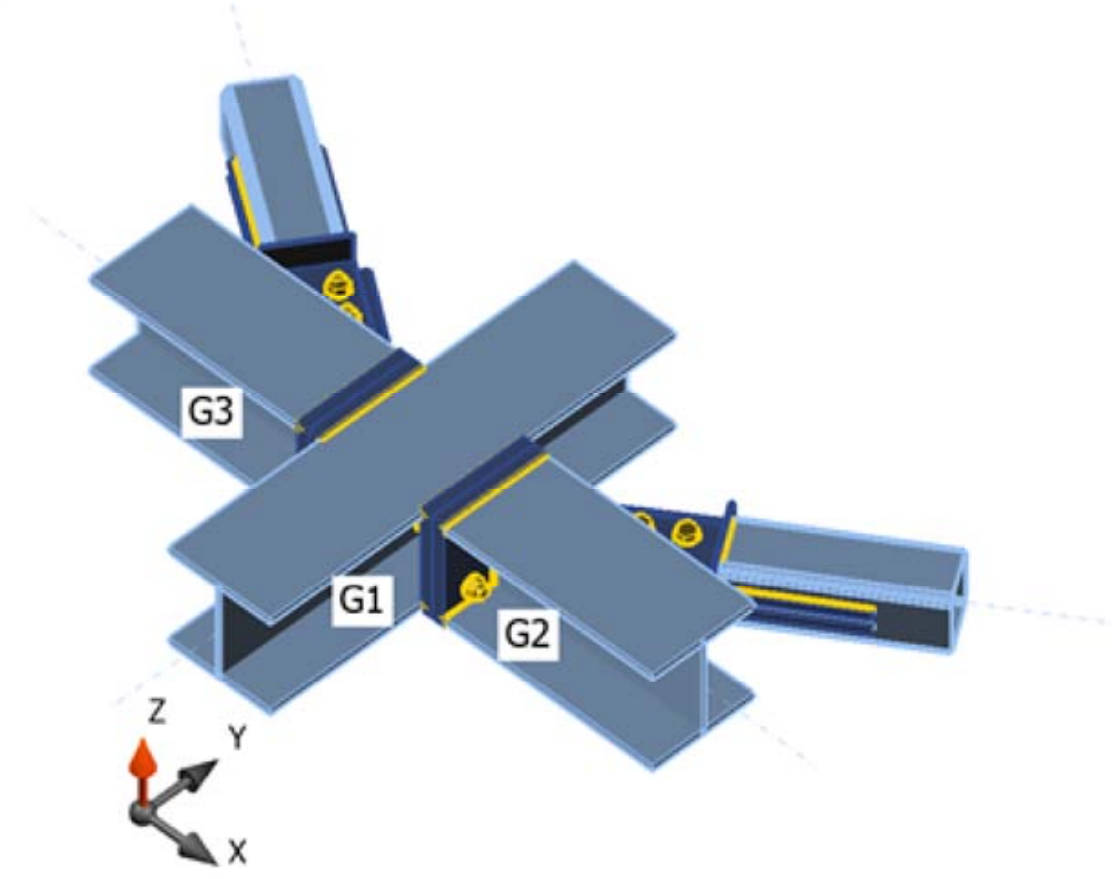

A
A
SHS 80X5
3
4
4
4
HEA 180
HEA 180


A – A
4
4
3
6
6
6
6

DETALJ 3B - SPOJA PODROŽNICA I SPREGOVA NA GORNJI POJAS KROVNE REŠETKE GLAVNOG BRODA

Beams and columns

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
G1	5 - HEA180	90,0	0,0	0,0	0	0	0
G2	4 - HEA180	0,0	0,0	0,0	0	0	0
G3	3 - HEA180	180,0	0,0	0,0	0	0	0
S1	6 - SHSCF100/100/5.0	34,0	0,0	0,0	0	-70	0
S2	6 - SHSCF100/100/5.0	146,0	0,0	0,0	0	70	0



Name	Material
5 - HEA180	S 235
4 - HEA180	S 235
3 - HEA180	S 235
6 - SHSCF100/100/5.0	S 235
6 - SHSCF100/100/5.0	S 235

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm^2]
M16 10.9	M16 10.9	16	1000,0	201

Load effects (equilibrium not required)

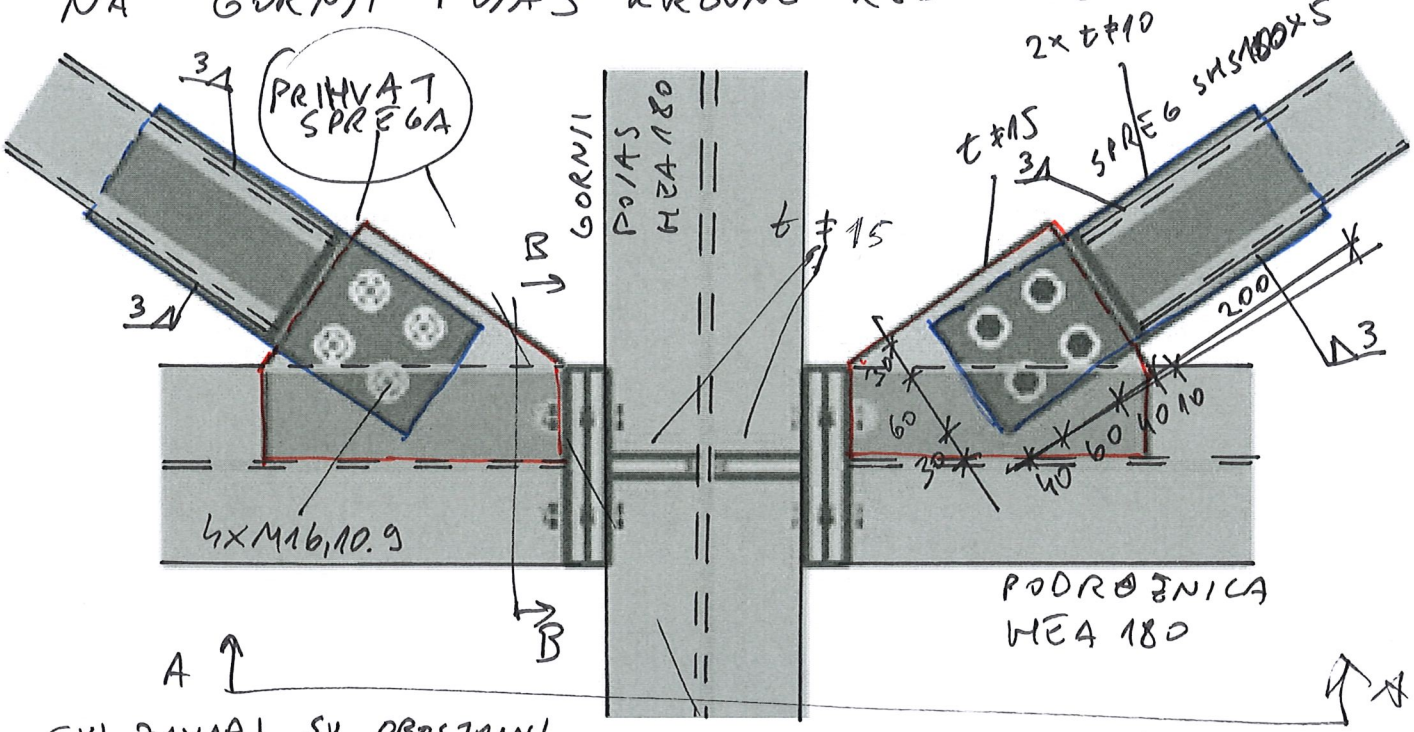
Name	Member	Pos.	X [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	G2	End	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	G3	End	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	S1	End	0	258,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	S2	End	0	258,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LE2	G2	End	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	G3	End	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	S1	End	0	-258,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	S2	End	0	-258,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LE3	G2	End	0	322,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0
	G3	End	0	322,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0
	S1	End	0	-67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	S2	End	0	-67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LE4	G2	End	0	-322,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0
	G3	End	0	-322,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0
	S1	End	0	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	S2	End	0	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Check

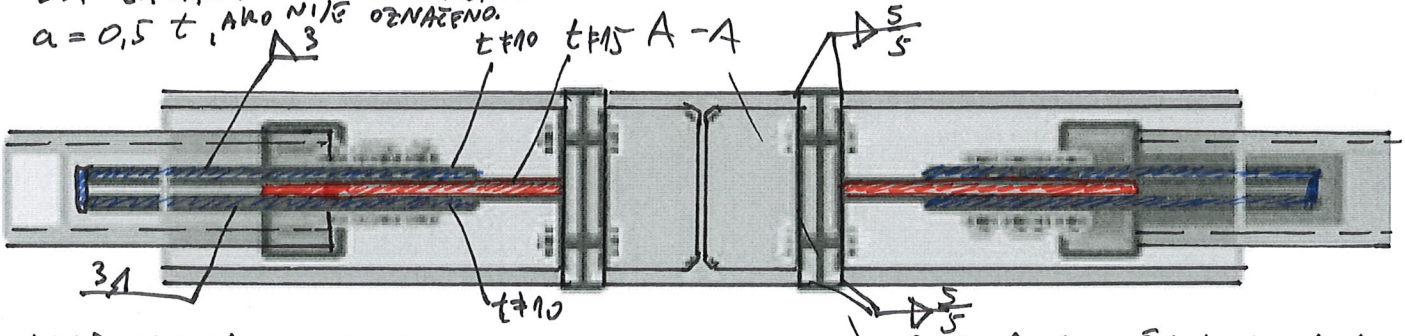
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100,0%	OK
Plates	0,4 < 5%	OK
Bolts	95,6 < 100%	OK
Welds	98,5 < 100%	OK
Buckling	13,61	

SPOJ PODROŽNICE HEA 180 I SPREGA NA GORNJI POJAS KROVNE REŠETKE HEA 180



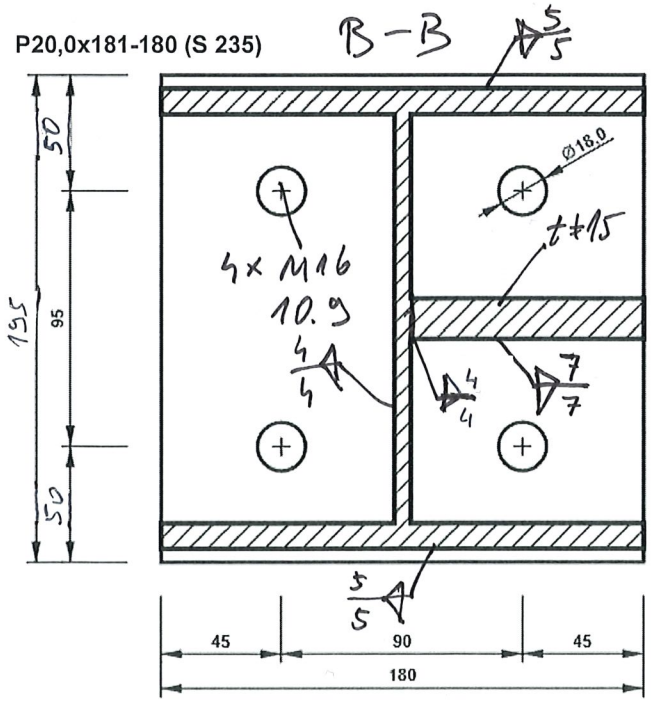
SVI ZAVARI SU OBOSTRANI
$a = 0{,}5\ t$, AKO NIJE OZNAČENO.



NAPOMENA: OVAJ SPOJ SE NE ODNOSI NA SPOJ PODROŽNICA NA GORNJI POJAS OD PROFILA HEB 180!!!

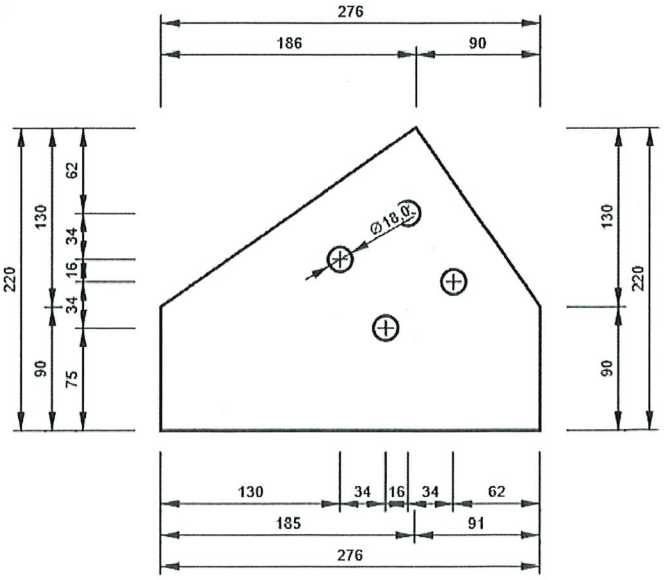
SEP1 - 2

P20,0x181-180 (S 235)

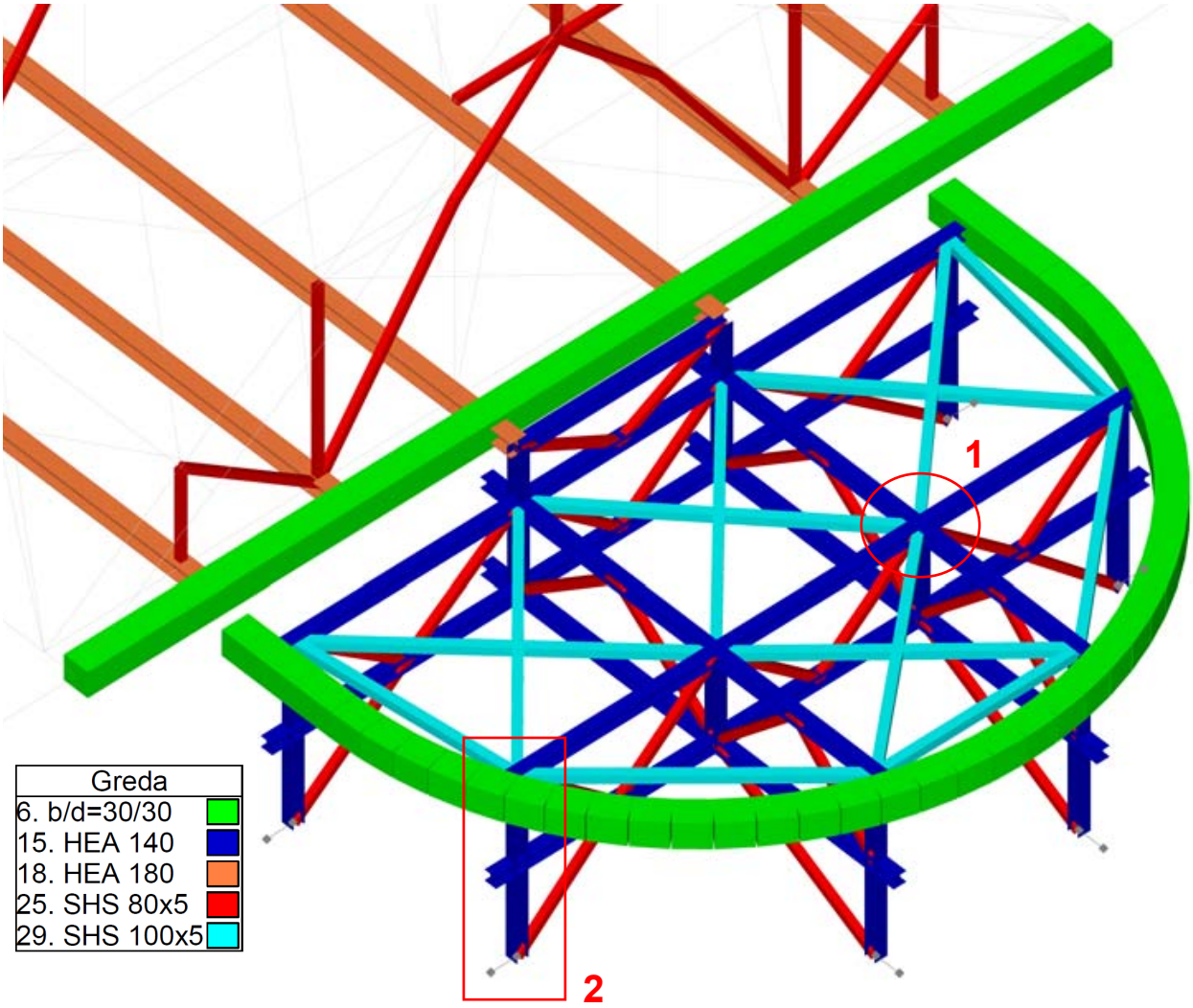


SP2

P15,0x220-276 (S 235)



Čelična potkonstrukcija apside - detalji



Prikazani detalji:

1 - Čvor čelične rešetke

2 - Sidrenje čelične rešetke na zid

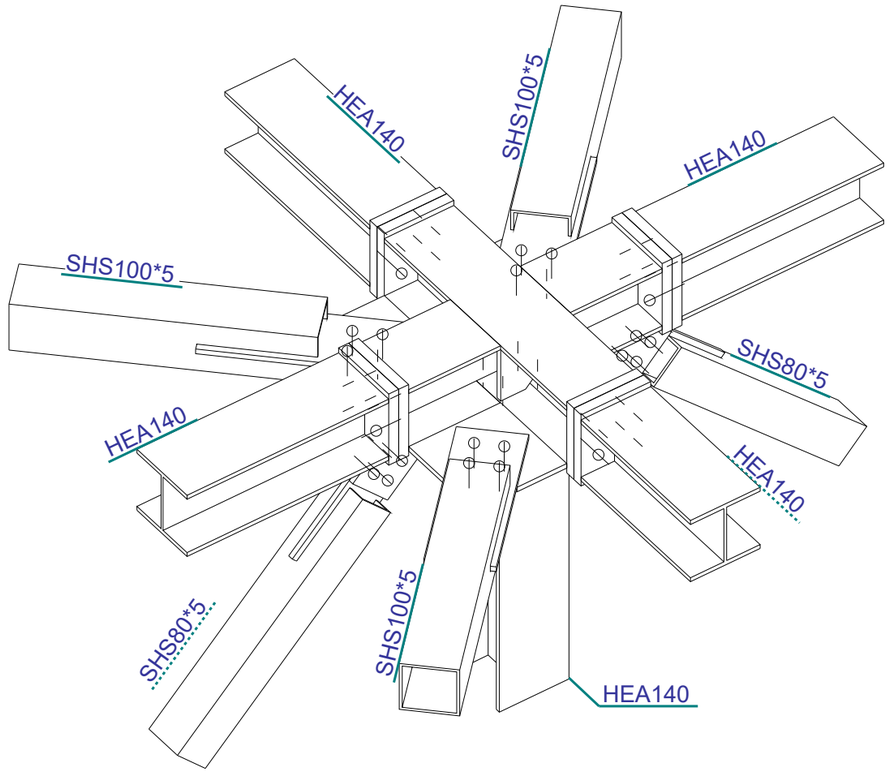
RADIONICA
STATIKE
Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

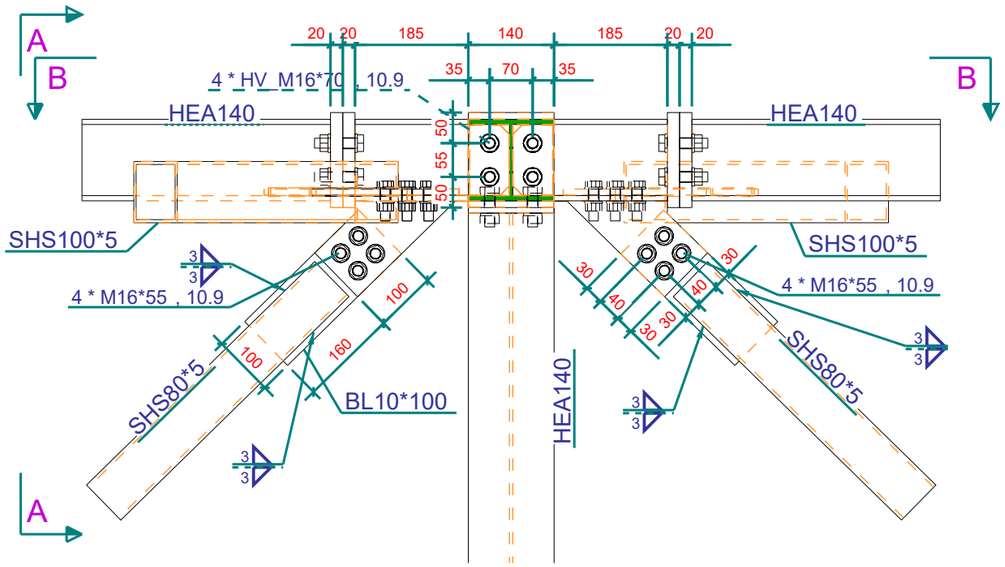
GRAĐEVINA: **PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA U ZAGREBU,** Ulica Svetog preobraženja, k.č.br.2258 i 2259, k.o. Centar

NARUČITELJ: **SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB,** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

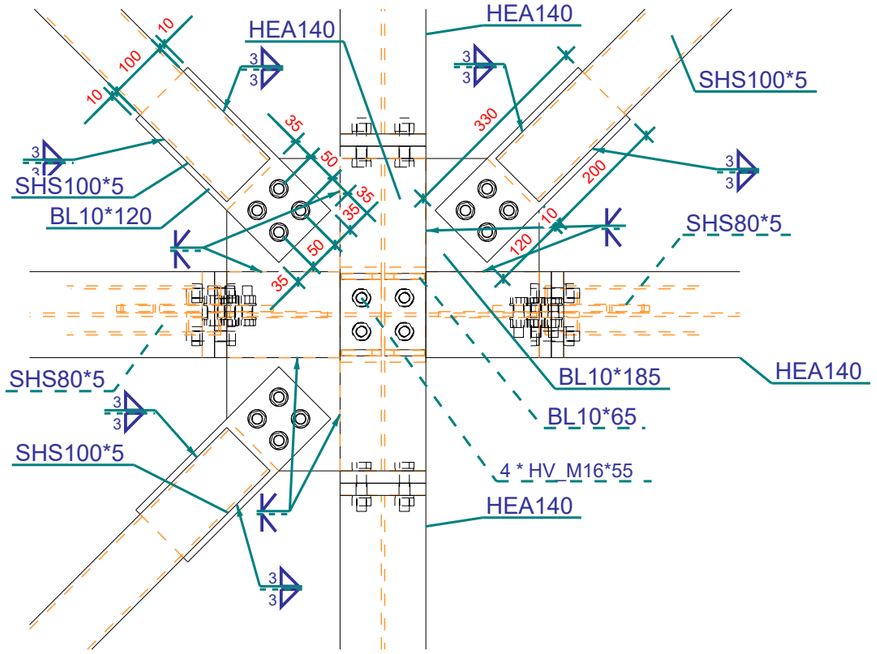
Datum: **kolovoz 2021.**

DETALJ 1 - ČVOR ČELIČNE REŠETKE

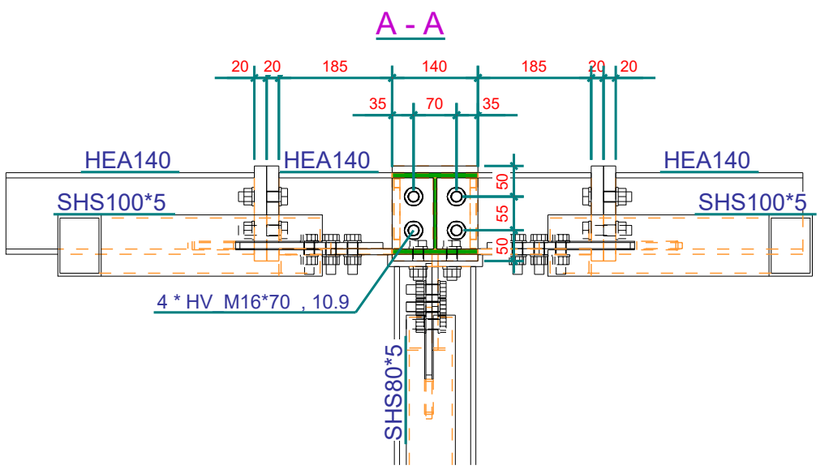




B - B
1:10

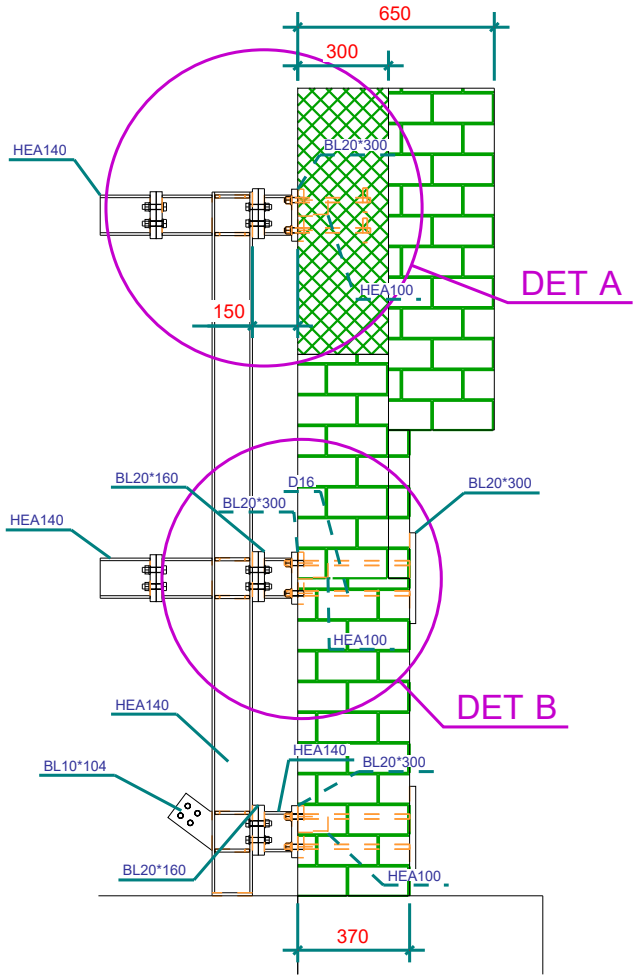


A - A

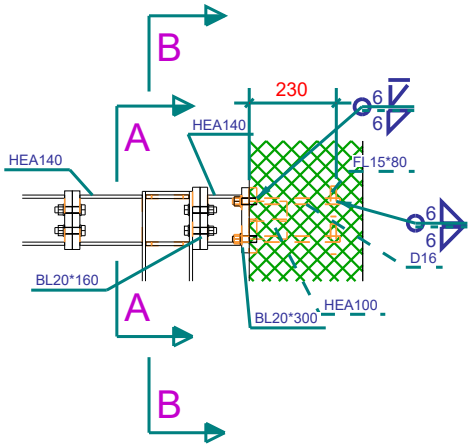


NAPOMENA:
Ako nije drugacije oznaceno zavari su obostrani kutni a=0,5 t

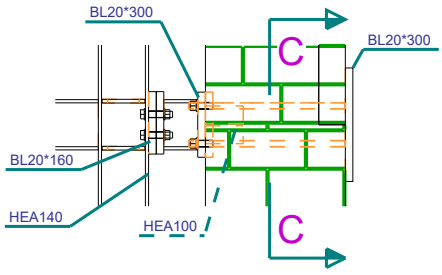
DETALJ 2 - SIDRENJE ČELIČNE REŠETKE NA ZID



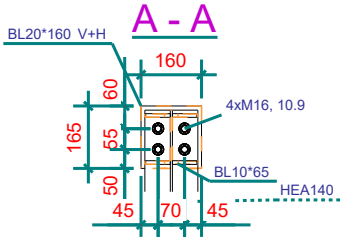
DETAIL A



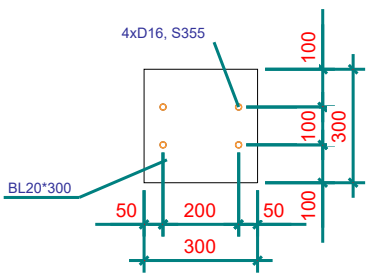
DETAIL B



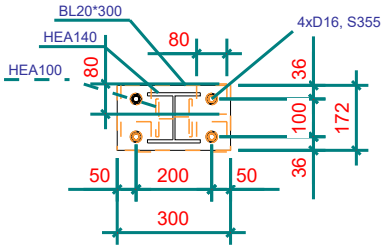
A - A



C - C



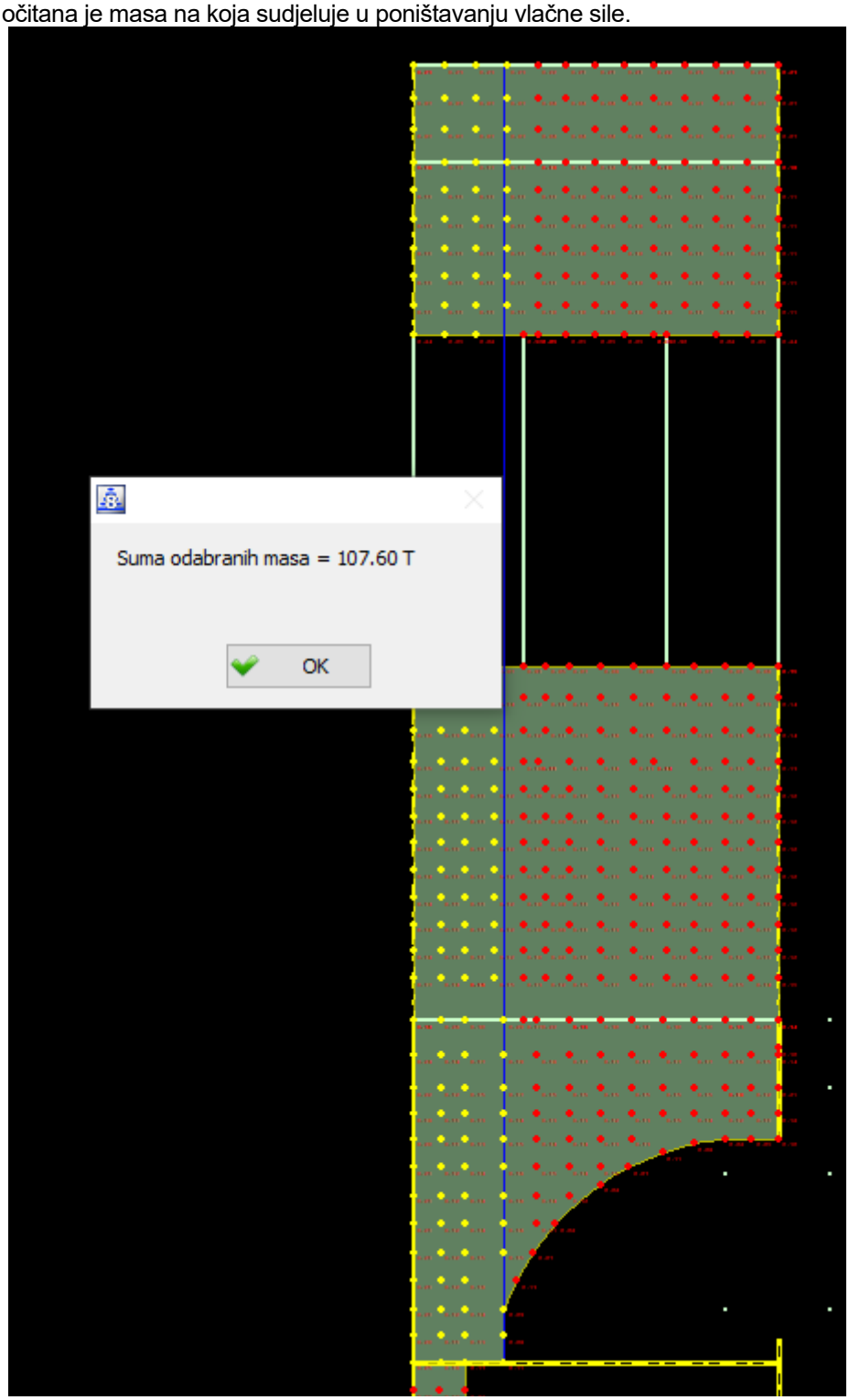
B - B



Sidrenje rešetke na vlačne sile u okviru V_2

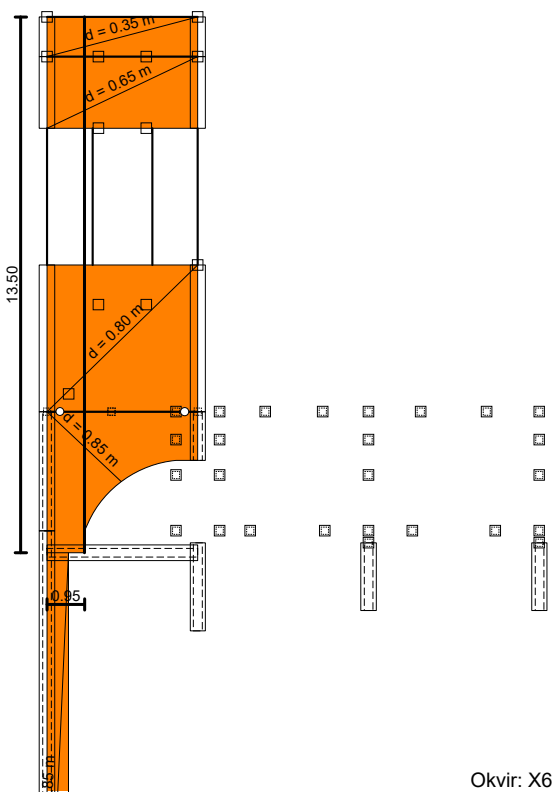
Čeličnu rešetku u okviru V_2 potrebno je sidriti u zid crkve da se poništi vlačna sila u stupovima rešetke okvira V_2. Maksimalna vlačna sila iznosi N=905 kN

Sidrene šipke: Φ28 – n=905/(43,475×6,16) = 3,38 – 4 komada
Dubina sidrenja šipki se mjeri da masi zida u sudjelujućoj površini bude veća od vlačne sile. Iz programa Tower očitana je masa na koja sudjeluje u poništavanju vlačne sile.

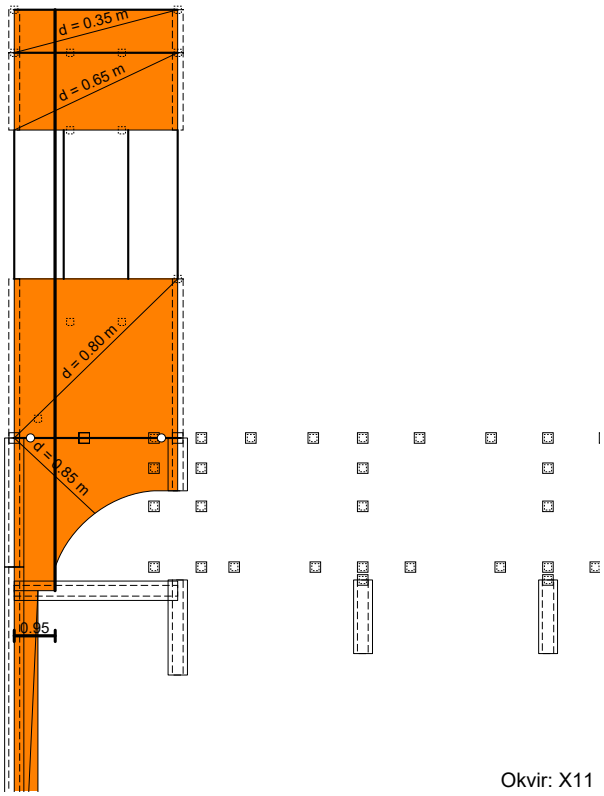


Na sljedećim stranicama prikazane su površine koje sudjeluju u masi koja poništava vlačnu silu. Šipke treba ubušiti minimalno 200 cm

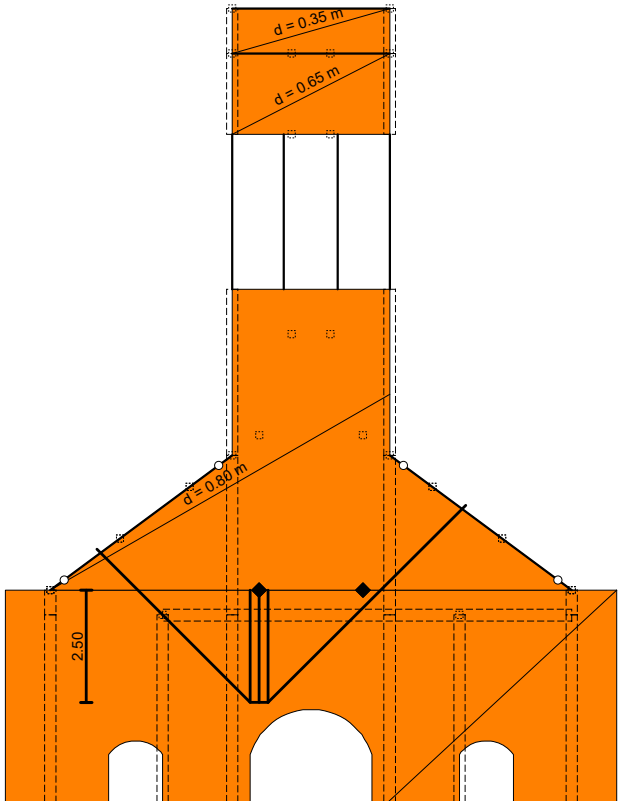
Pripadne površine i masa zidova za anuliranje vlačne sile



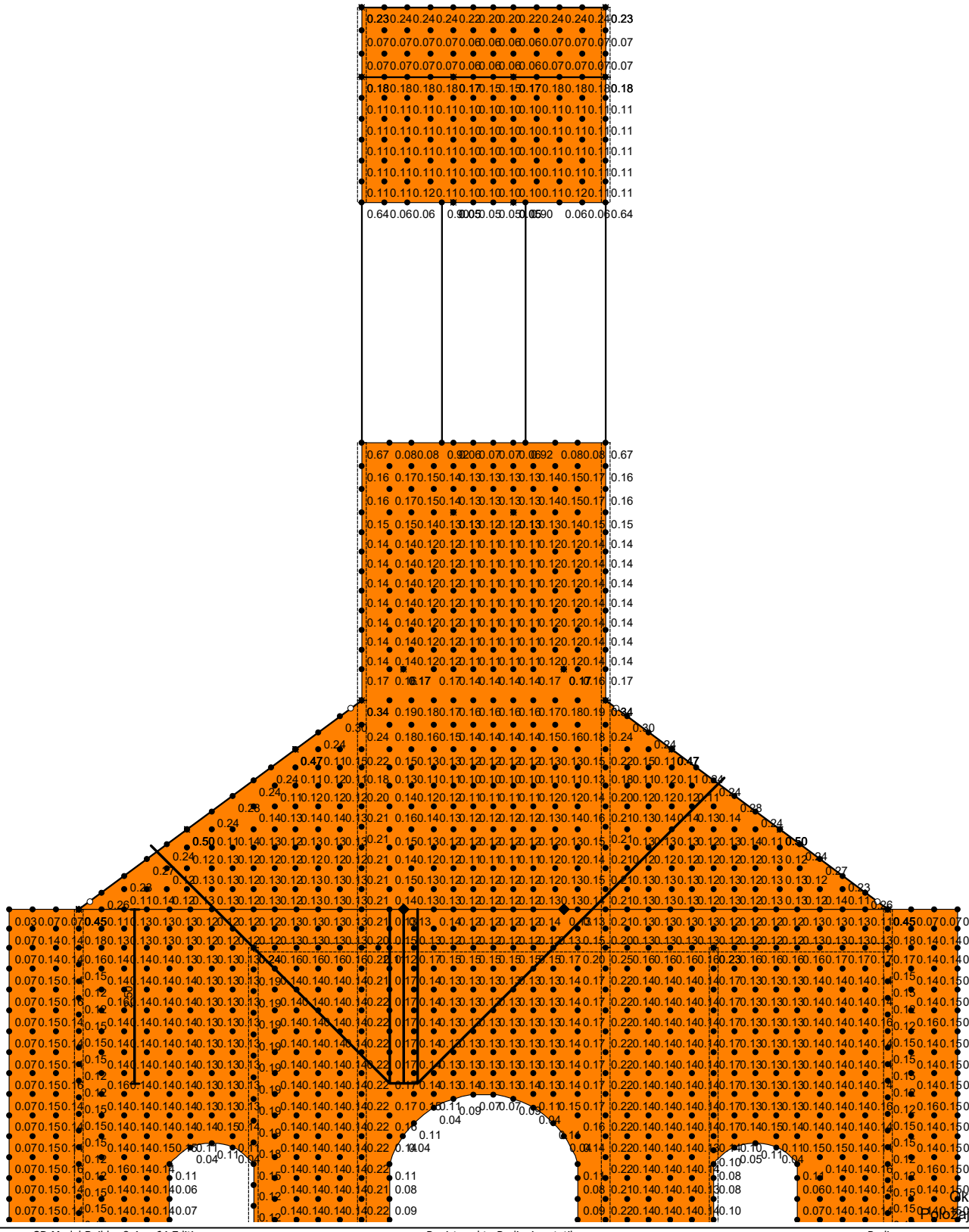
Okvir: X6

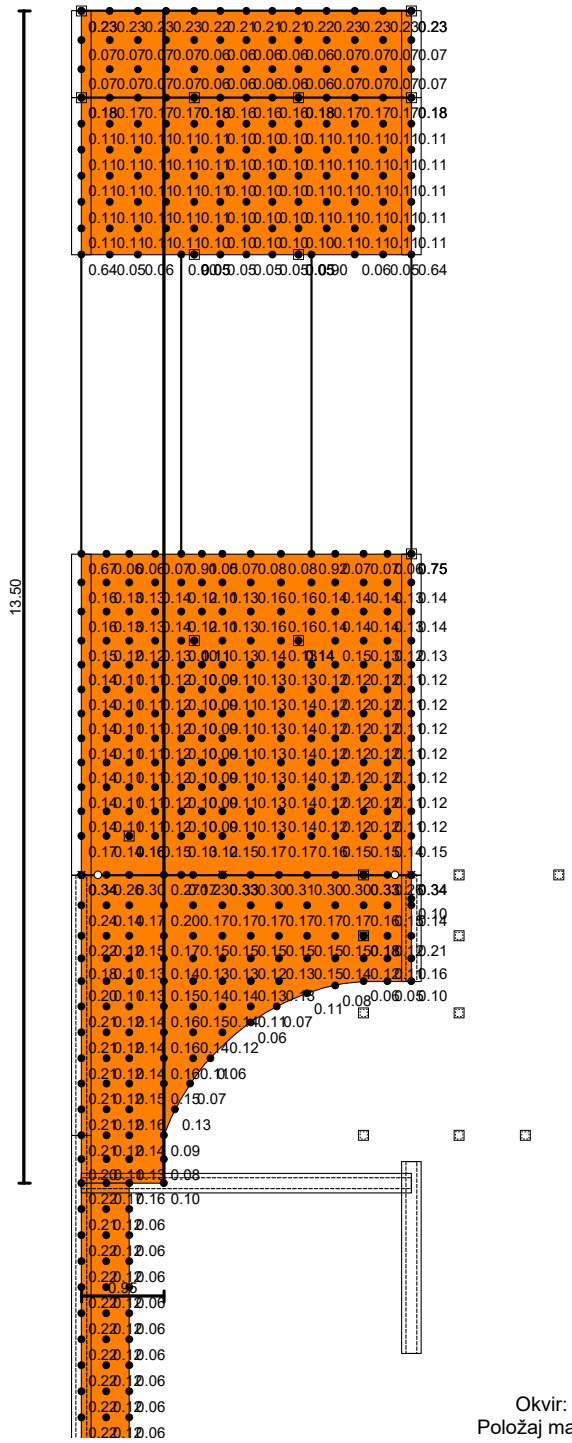


Okvir: X11

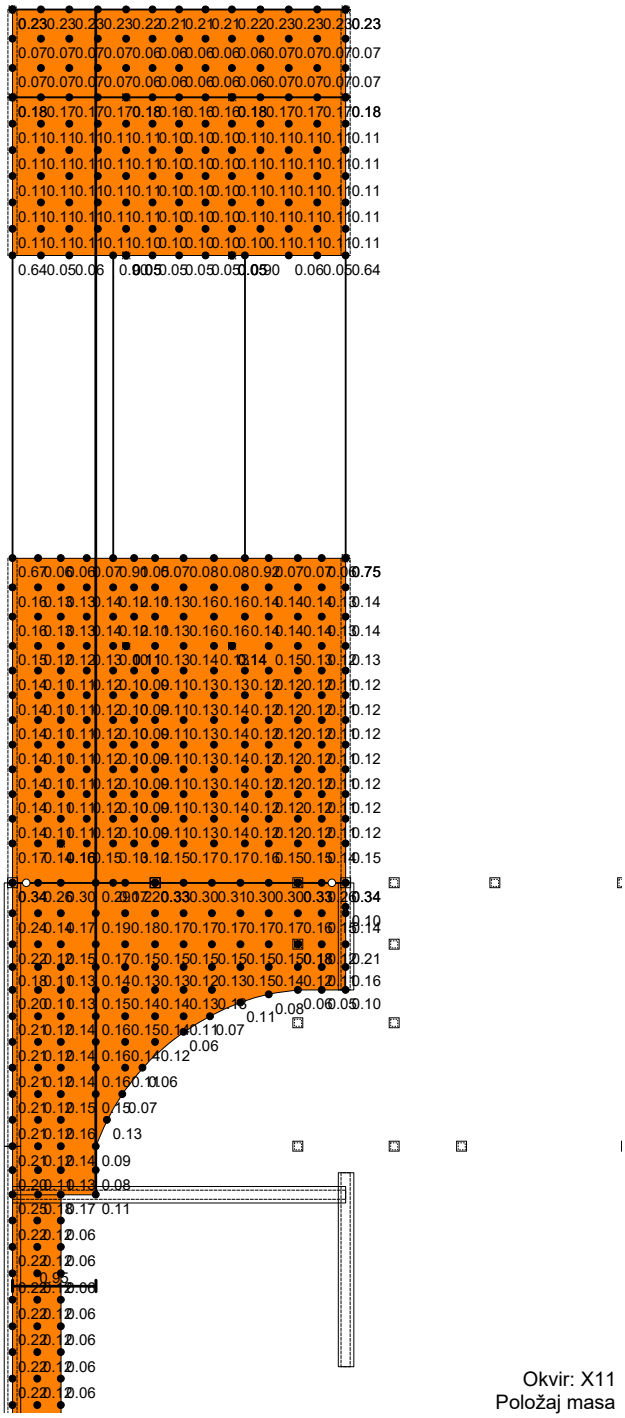


Okvir: Y1


Okvir: Y1
Položaj masa



Okvir: X6
Položaj masa



Okvir: X11
Položaj masa

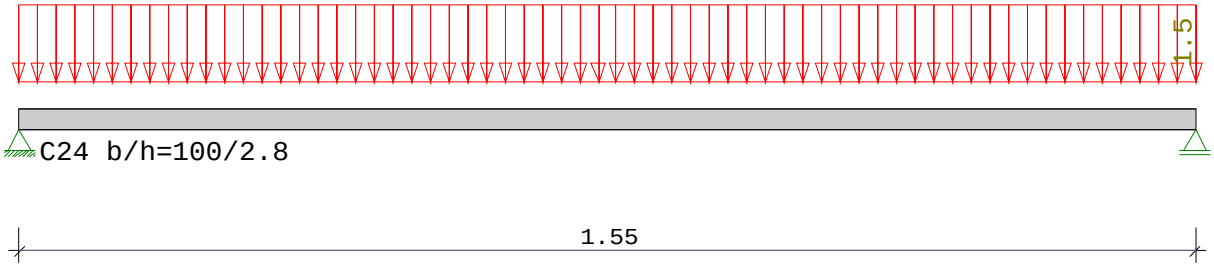
Proračun podne drvene konstrukcije poda tavana

Proračun je za sve elemente proveden s drvom klase C24.

Stalno opterećenje
- Težina drvene konstrukcije - program uzima sam

$\Delta g \approx$ 0,00 kN/m^2

Uporabno opterećenje
- Uporabno za nestambena potkrovlja A1 ..... q = 1,50 kN/m^2



area load: dead load g = 0.00 kN/m2
live load q = 1.50 kN/m2 Action A

Design : DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 100/2.8 e = 100.0 cm
based on EN 1995-1-1/A2:2014

Material CodeEN 338:2016
C24 service class 2 kdef = 0.80 γM = 1.30 γM(A) = 1.00
E_{mean} = 1100 kN/cm2 G_{mean}= 69 kN/cm2
fm,k = 24.0 N/mm2 fv,k = 4.0 N/mm2

proofs: 100.0 / 2.8 e = 100.0 cm kmod = 0.80

max Myd = 0.68 kNm σmd =-5.17 N/mm2km =1.00 η= 0.27
Compression flange is supported continuously.
Column 1ri x = 0.03 m Vz,d = 1.68 kN τD = 0.09 N/mm2 η= 0.07

Analysis serviceability according to DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 (2.2.3 , 7.2)
perm. w_{inst}< L/250 perm. w_{fin}< L/200 perm. w_{net}< L/300

Span	x1 (mm)		wgB	wqB	w	all w	η
			(	mm		)	
1	775	inst:	0.0	5.6	5.6	6.2	0.90
		fin:	0.0	6.9	6.9	7.8	0.90
		net:	0.0	3.0	3.0	5.2	0.59

Support reactions (kN/m)

CA	Column 1 max	min	Column 2 max	min
g	0.0	0.0	0.0	0.0
A	1.2	0.0	1.2	0.0
tot	1.2	0.0	1.2	0.0

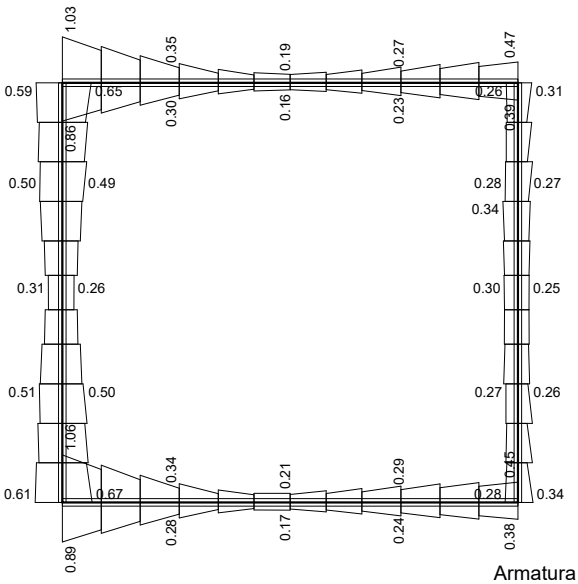
proof of oscillations span 1 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
To span 1 no vibration proof was performed. (No g-load)

Za raspone veće od L=155 cm potrebno je ugraditi sekundarni čelični nosač RHS 80/50/5.

PRORAČUN ARMIRANOBETONSKIH GREDA, SERKLAŽA I OKVIRA

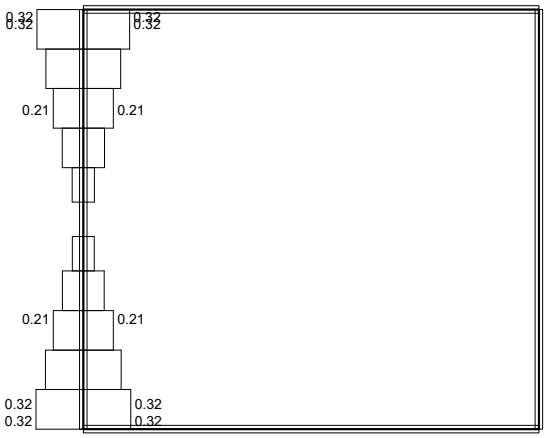
Prikaz potrebne armature

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



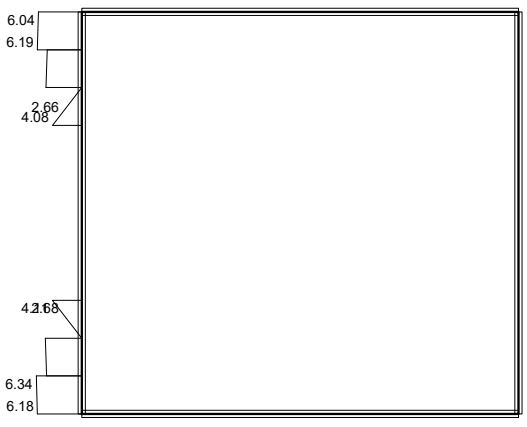
Nivo: Poz 406 - Vrh zida zvonike [25.55 m]
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 1.06 / 0.89 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



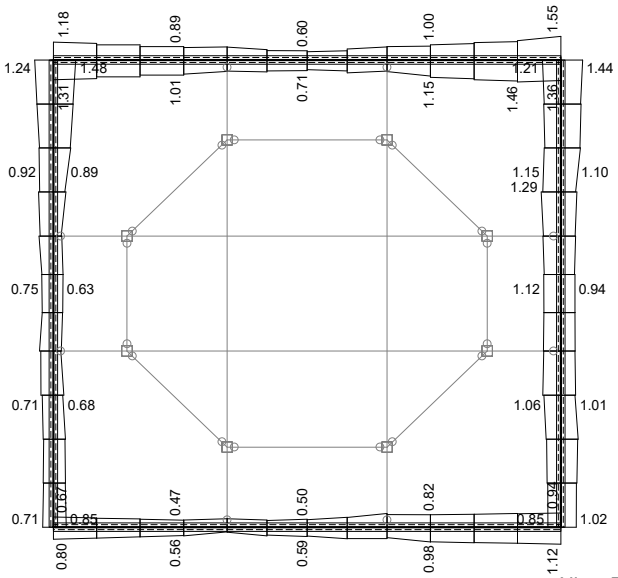
Nivo: Poz 406 - Vrh zida zvonike [25.55 m]
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 0.32 / 0.32 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



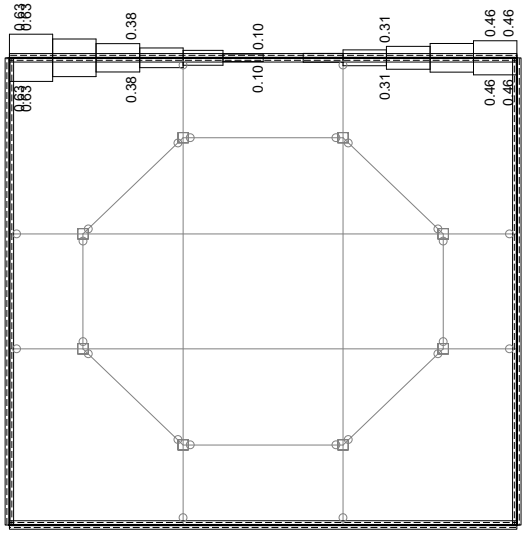
Nivo: Poz 406 - Vrh zida zvonike [25.55 m]
Armatura u gredama: max Asw= 6.34 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



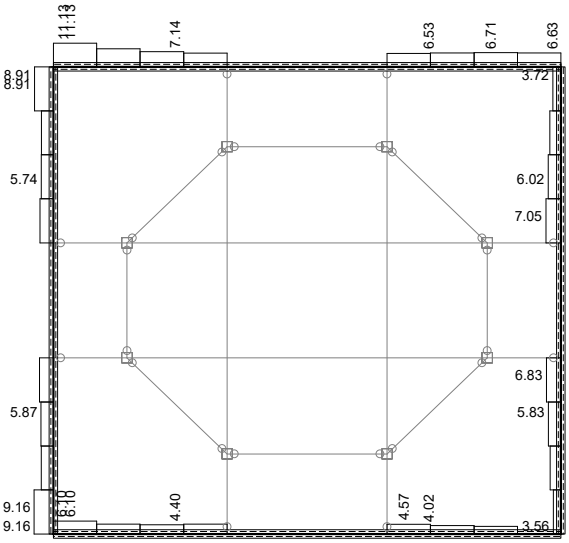
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 1.55 / 1.48 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



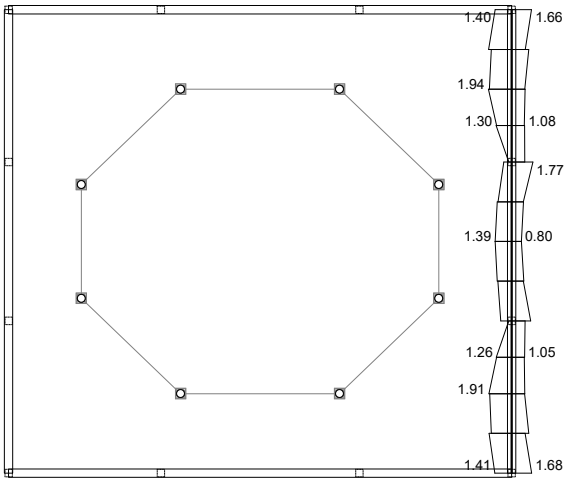
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 0.63 / 0.63 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



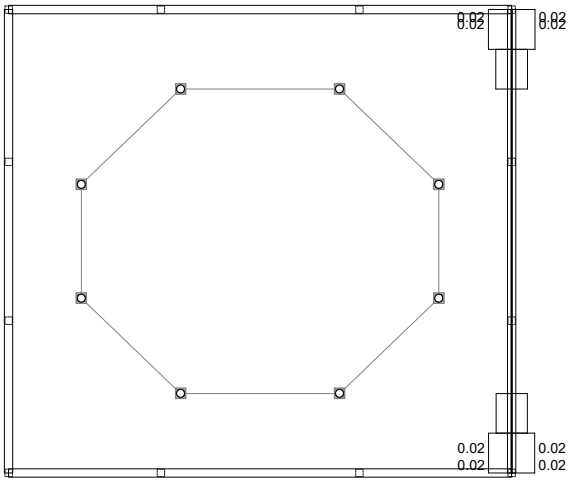
Nivo: Poz 405 - Vrh zadebljanja zvon [24.55 m]
Armatura u gredama: max Asw= 11.13 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



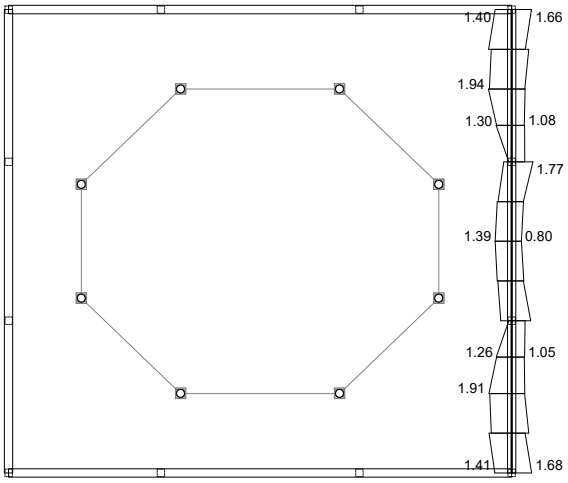
Nivo: Poz 403 - Dno prozora zvonika [19.30 m]
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 1.94 / 1.77 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



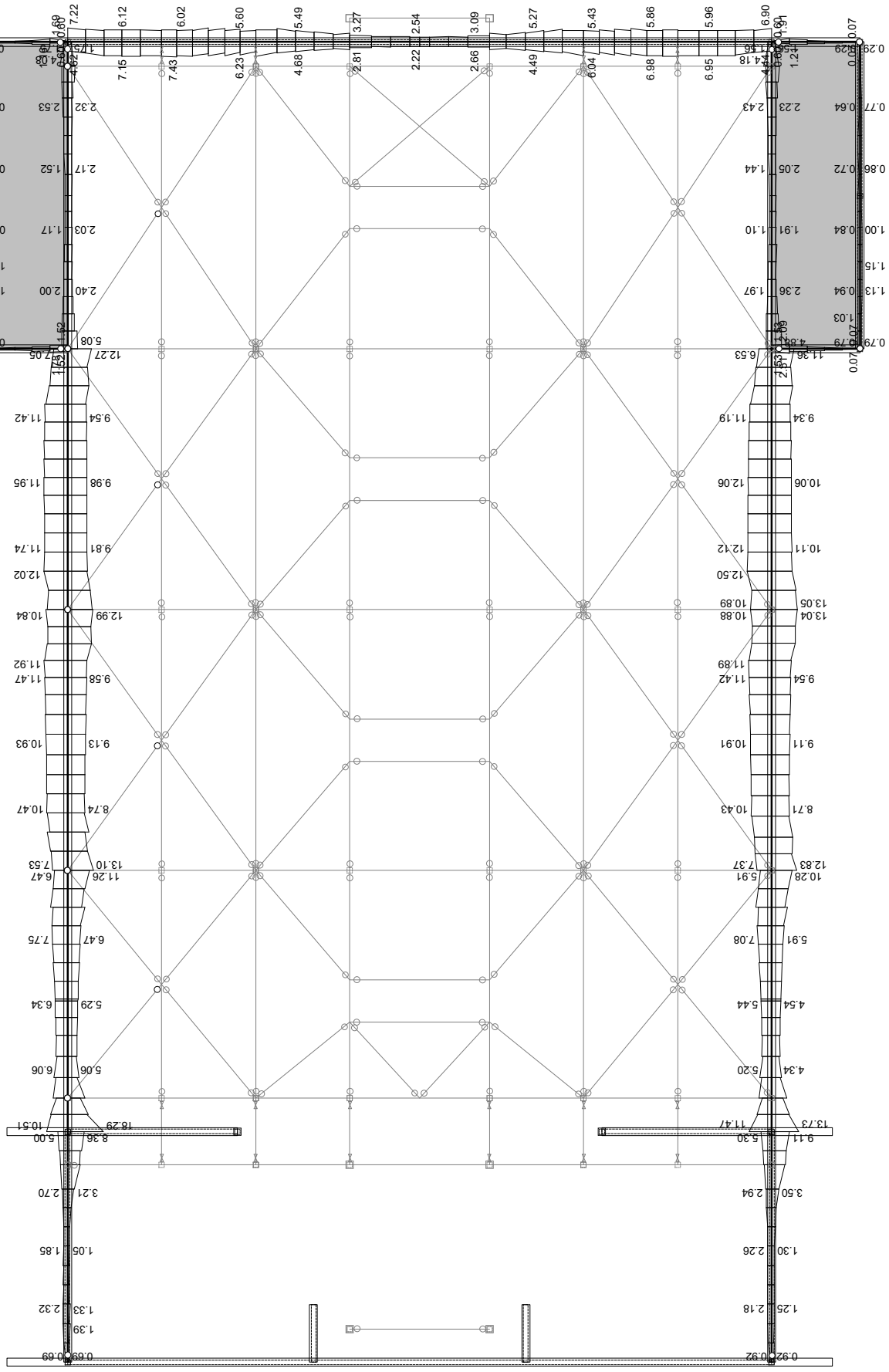
Nivo: Poz 403 - Dno prozora zvonika [19.30 m]
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 0.02 / 0.02 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



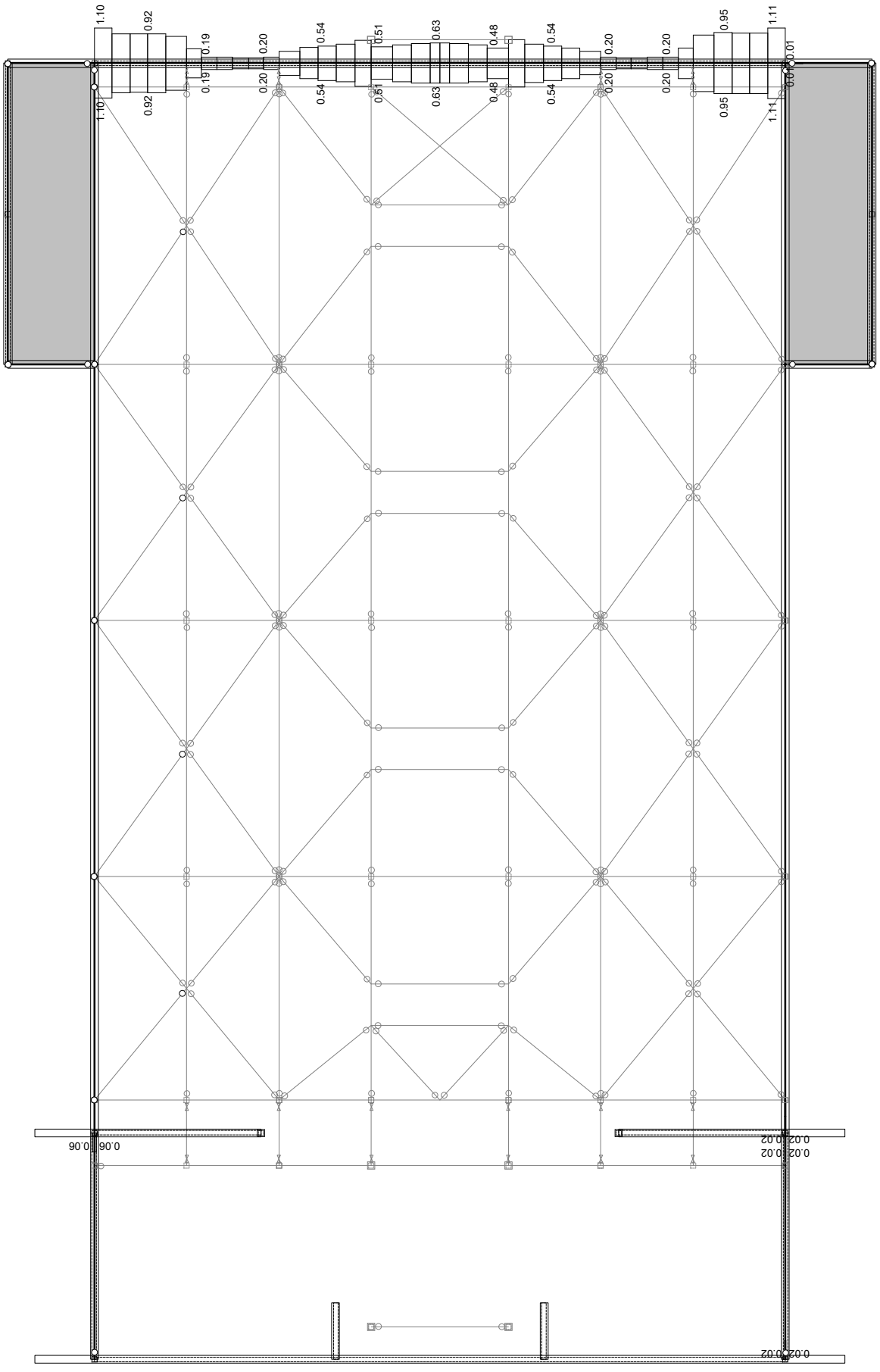
Nivo: Poz 403 - Dno prozora zvonika [19.30 m]
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 1.94 / 1.77 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



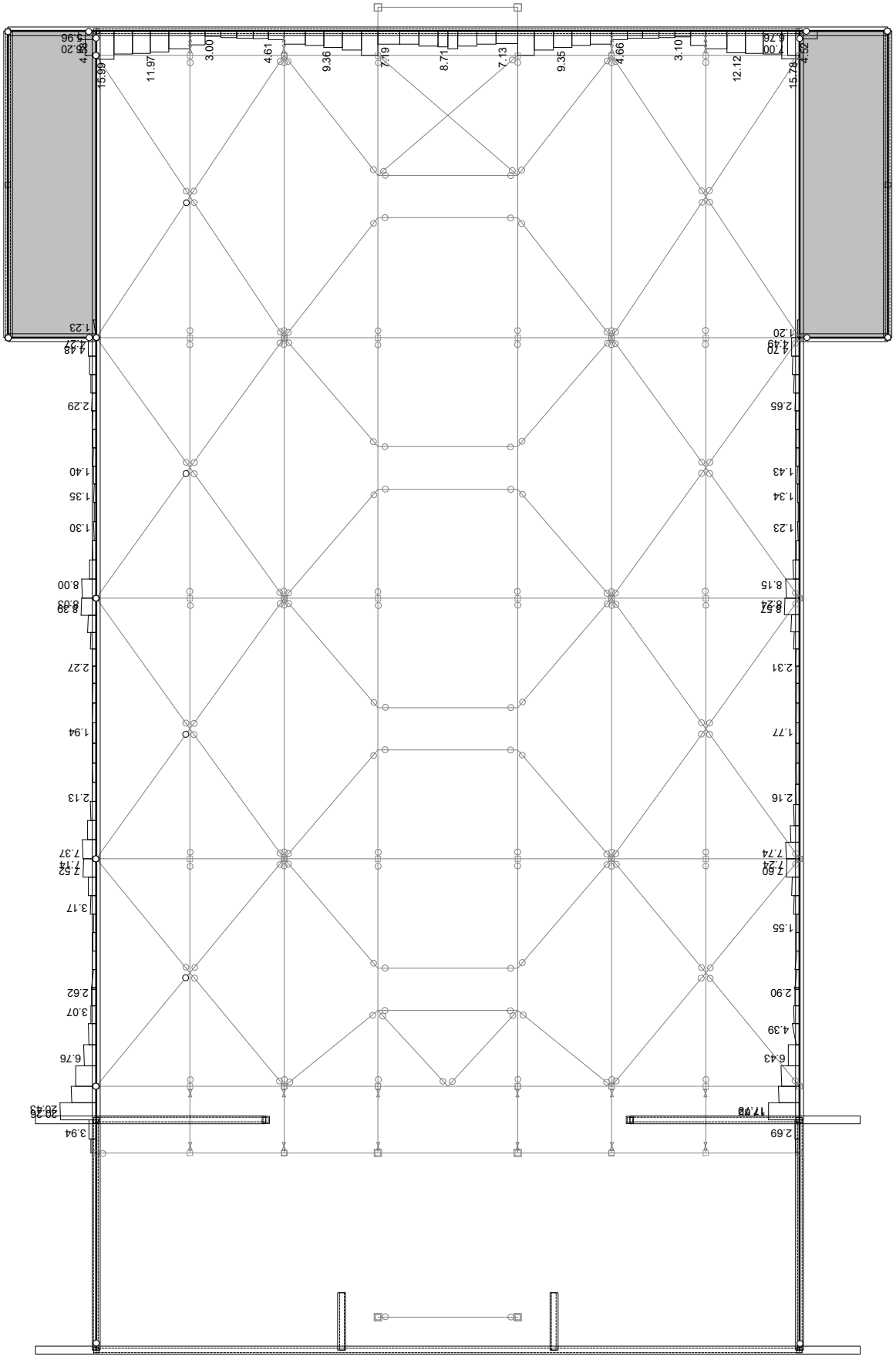
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 12.50 / 18.29 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



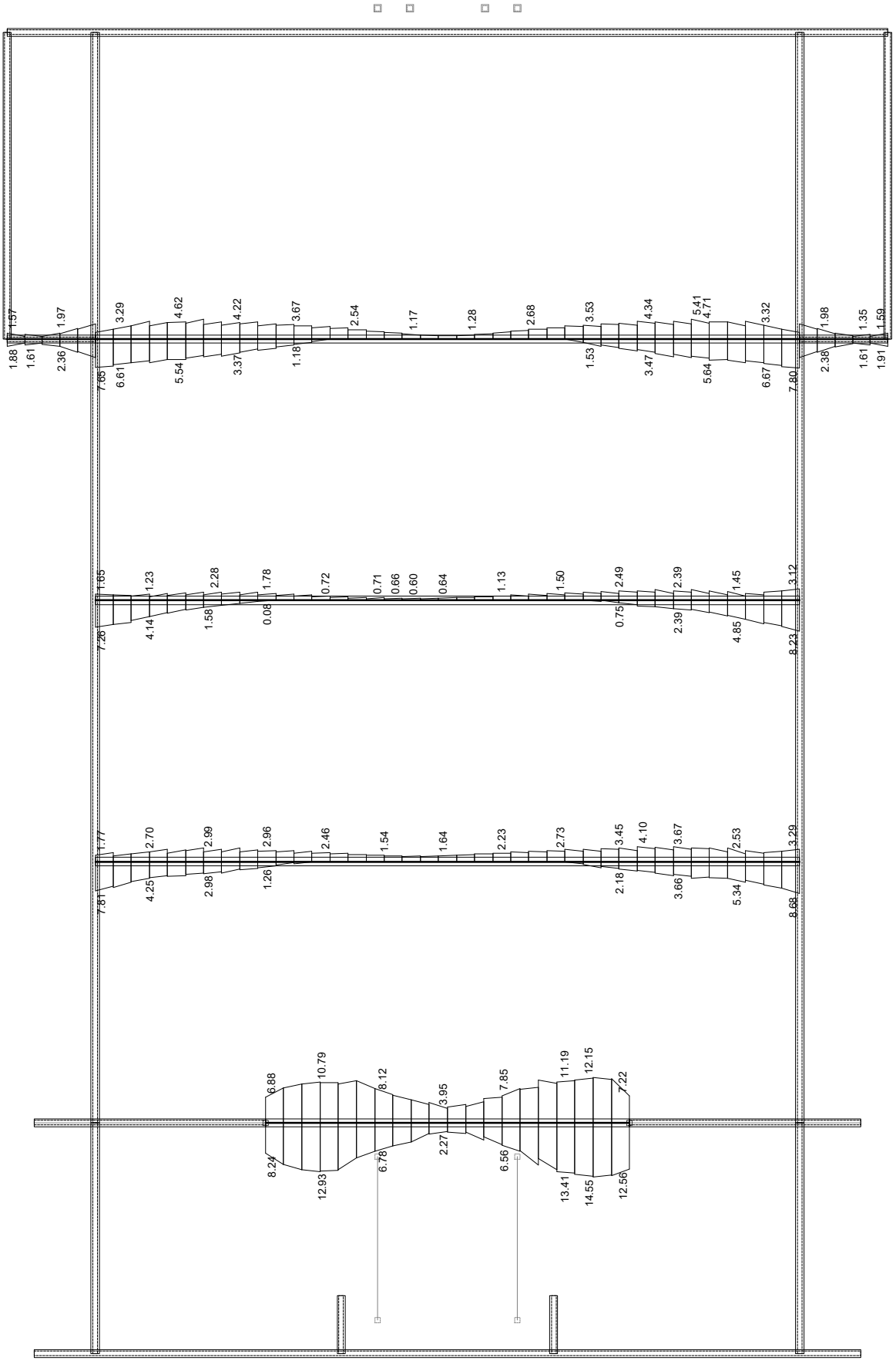
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 1.11 / 1.11 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



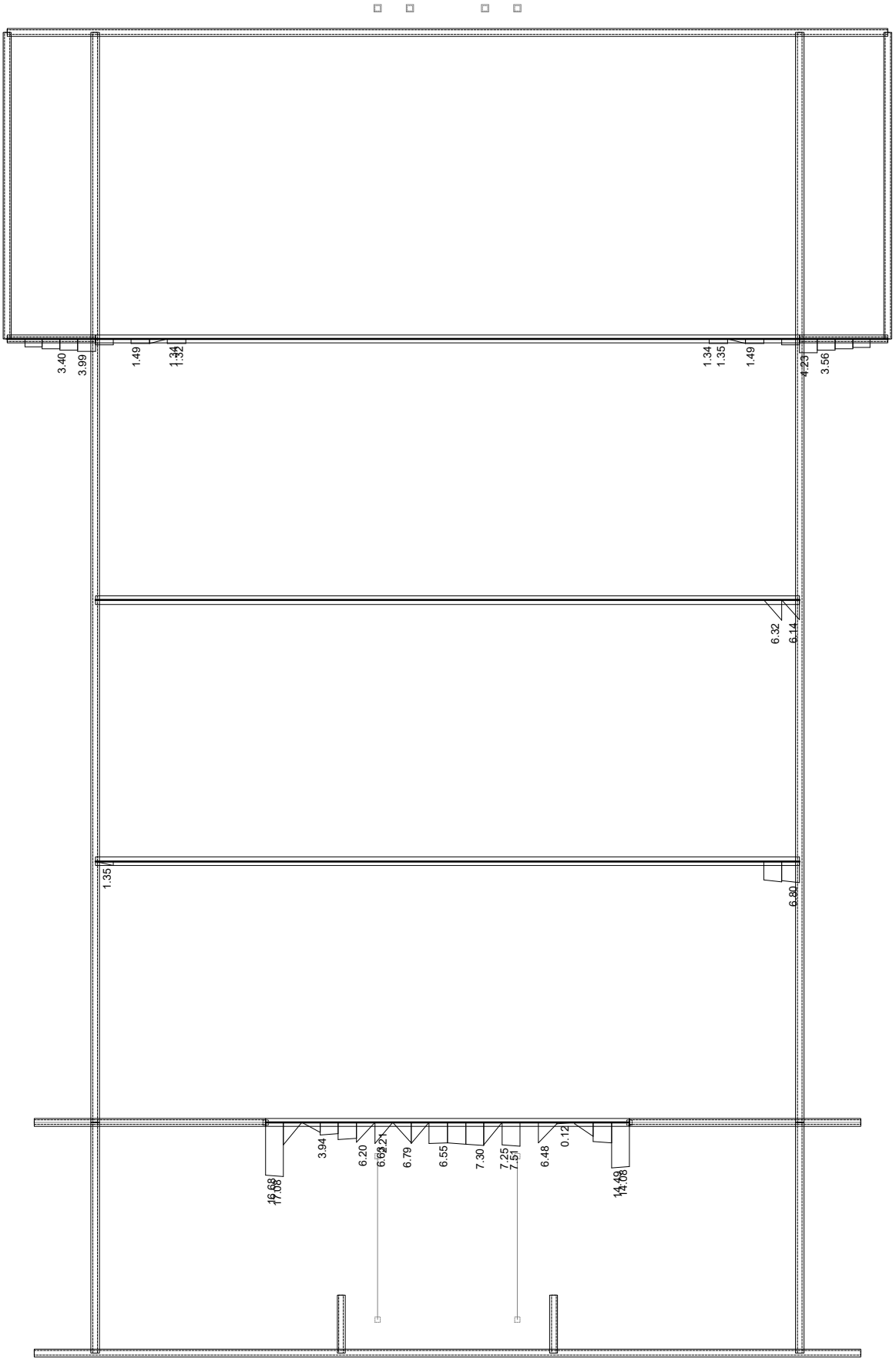
Nivo: Poz 300 - Čelik iznad lukova [12.60 m]
Armatura u gredama: max Asw= 20.43 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



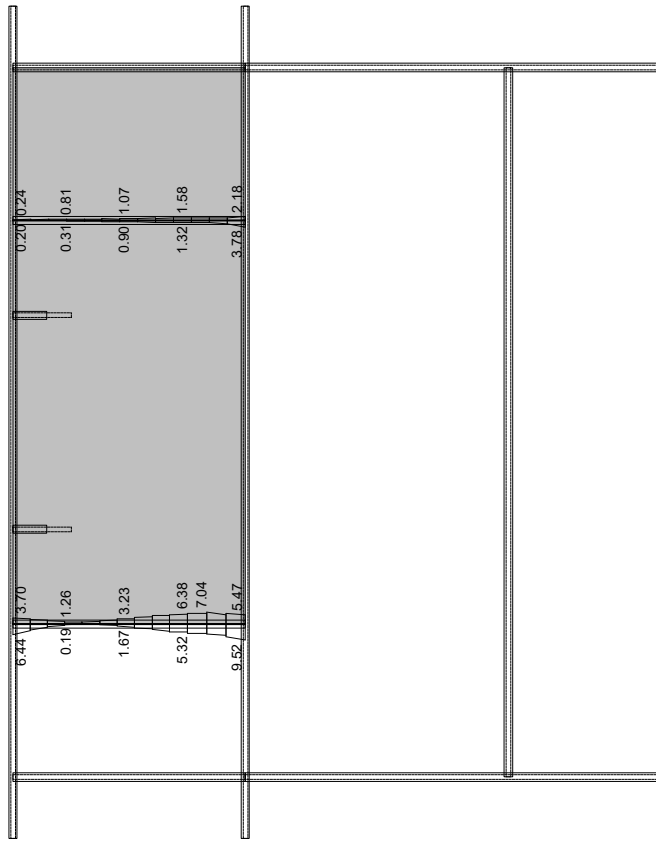
Nivo: Poz 203 - Vrh lukova crkve [12.30 m]
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 14.55 / 12.15 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



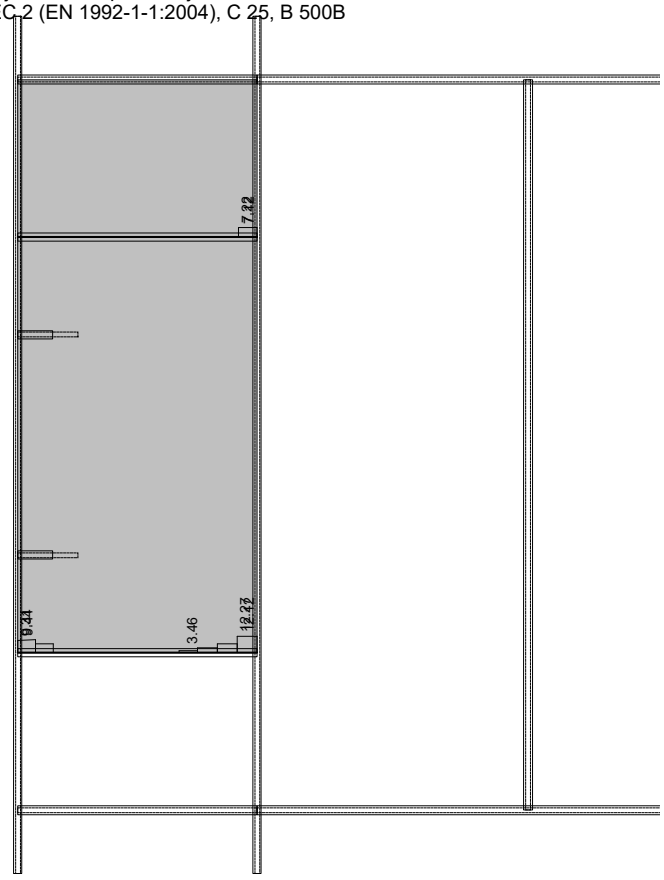
Nivo: Poz 203 - Vrh lukova crkve [12.30 m]
Armatura u gredama: max Asw= 17.08 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



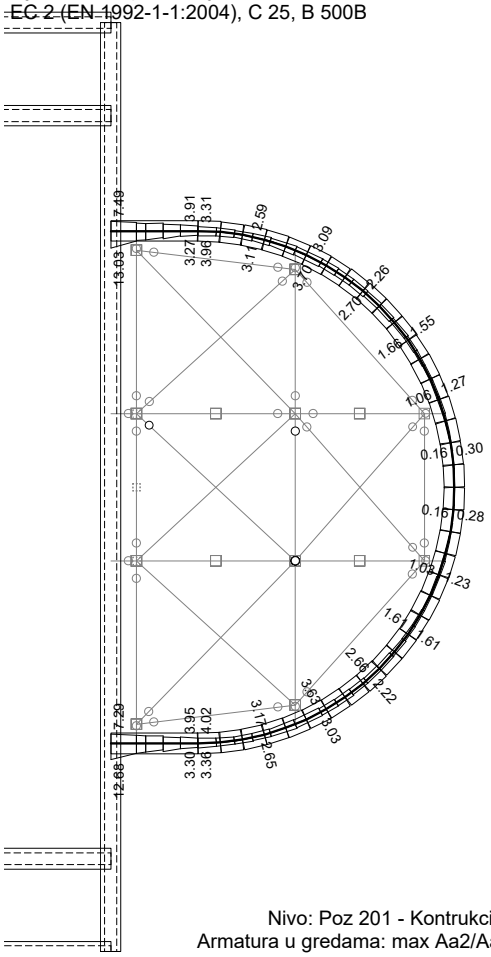
Nivo: Poz 202 - Strop pjevališta [12.05 m]
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 7.04 / 9.52 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



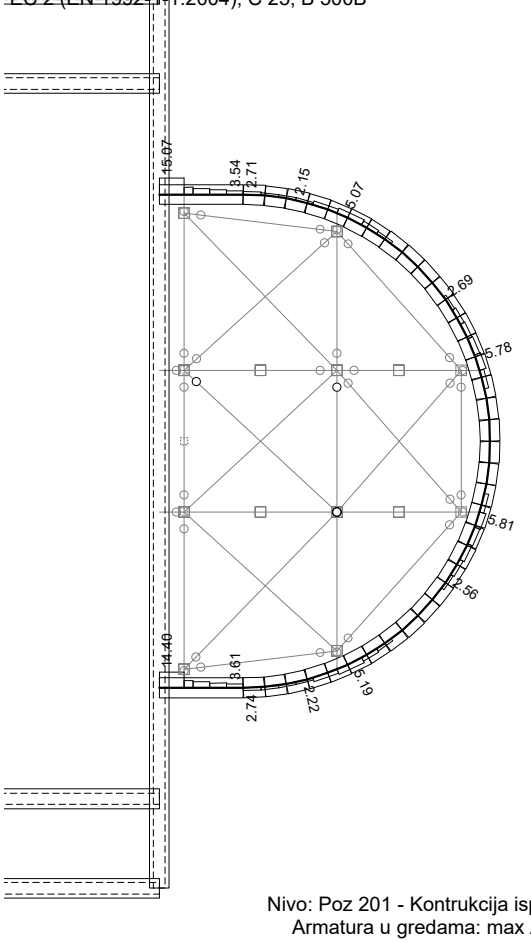
Nivo: Poz 202 - Strop pjevališta [12.05 m]
Armatura u gredama: max Asw= 12.27 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



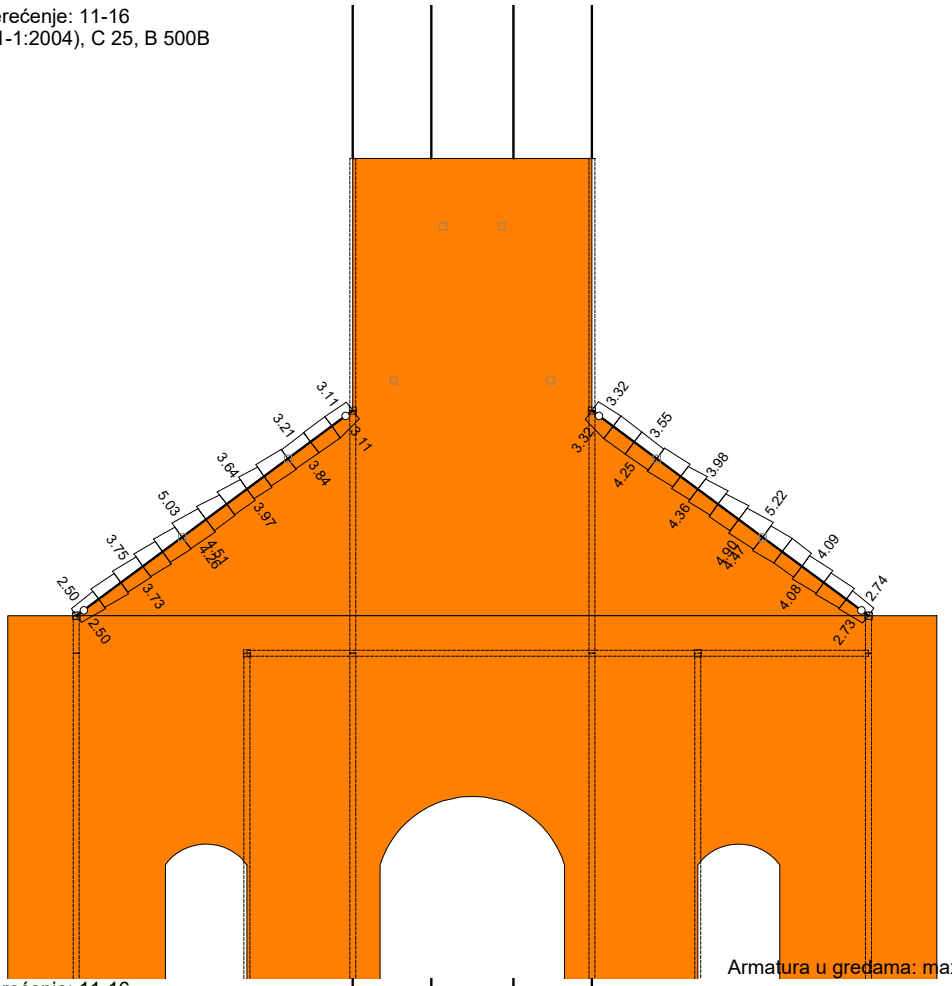
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 7.49 / 13.03 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



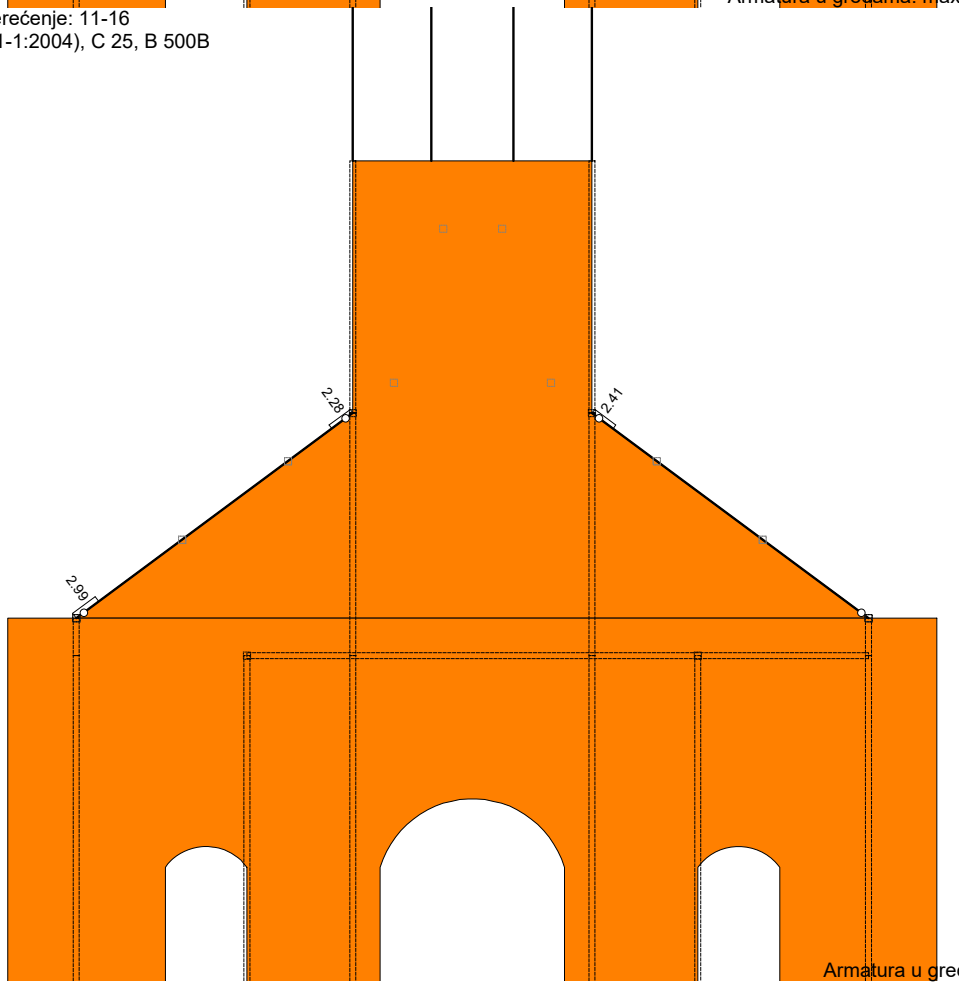
Nivo: Poz 201 - Kontrukcija ispod kr [11.95 m]
Armatura u gredama: max Asw= 15.07 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



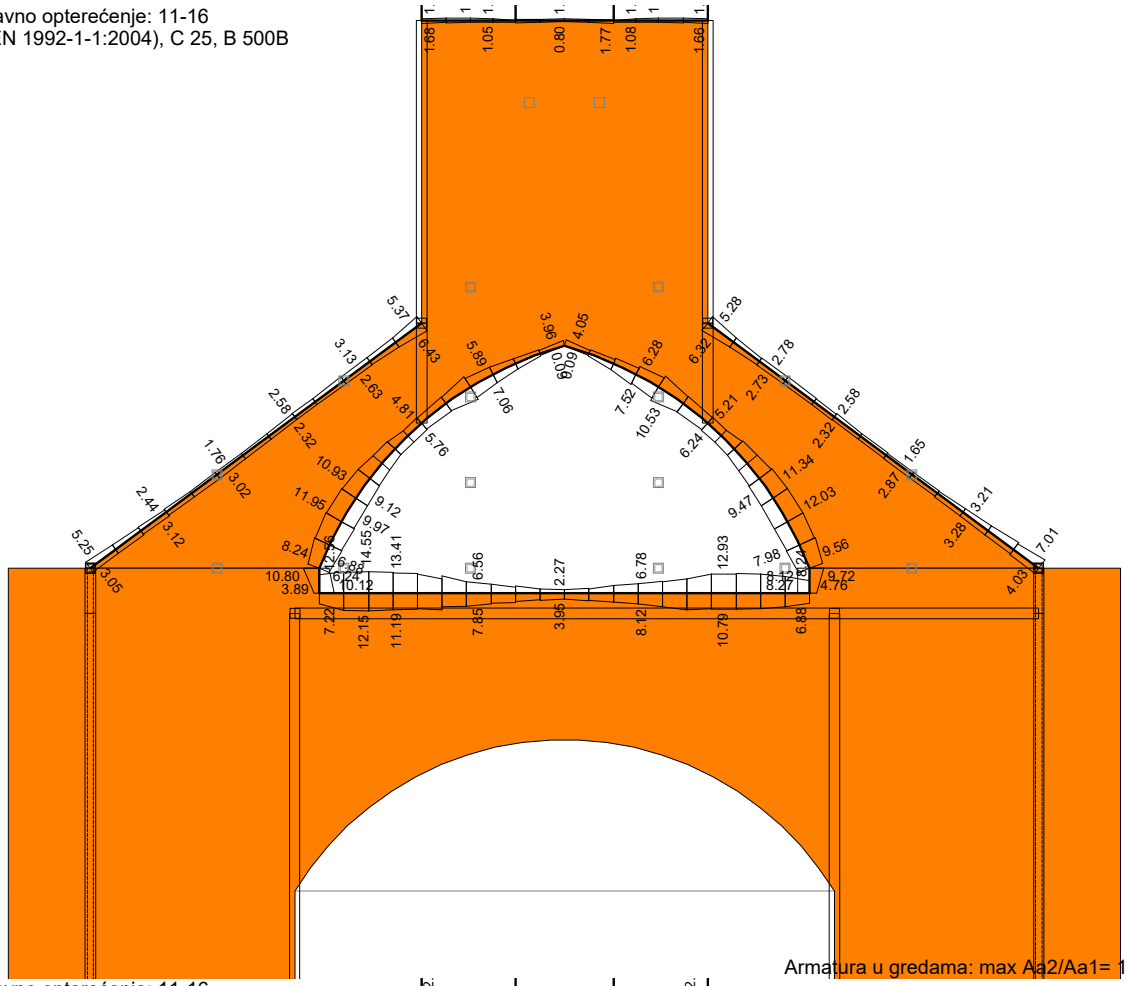
Okvir: Y1
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 5.22 / 4.90 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



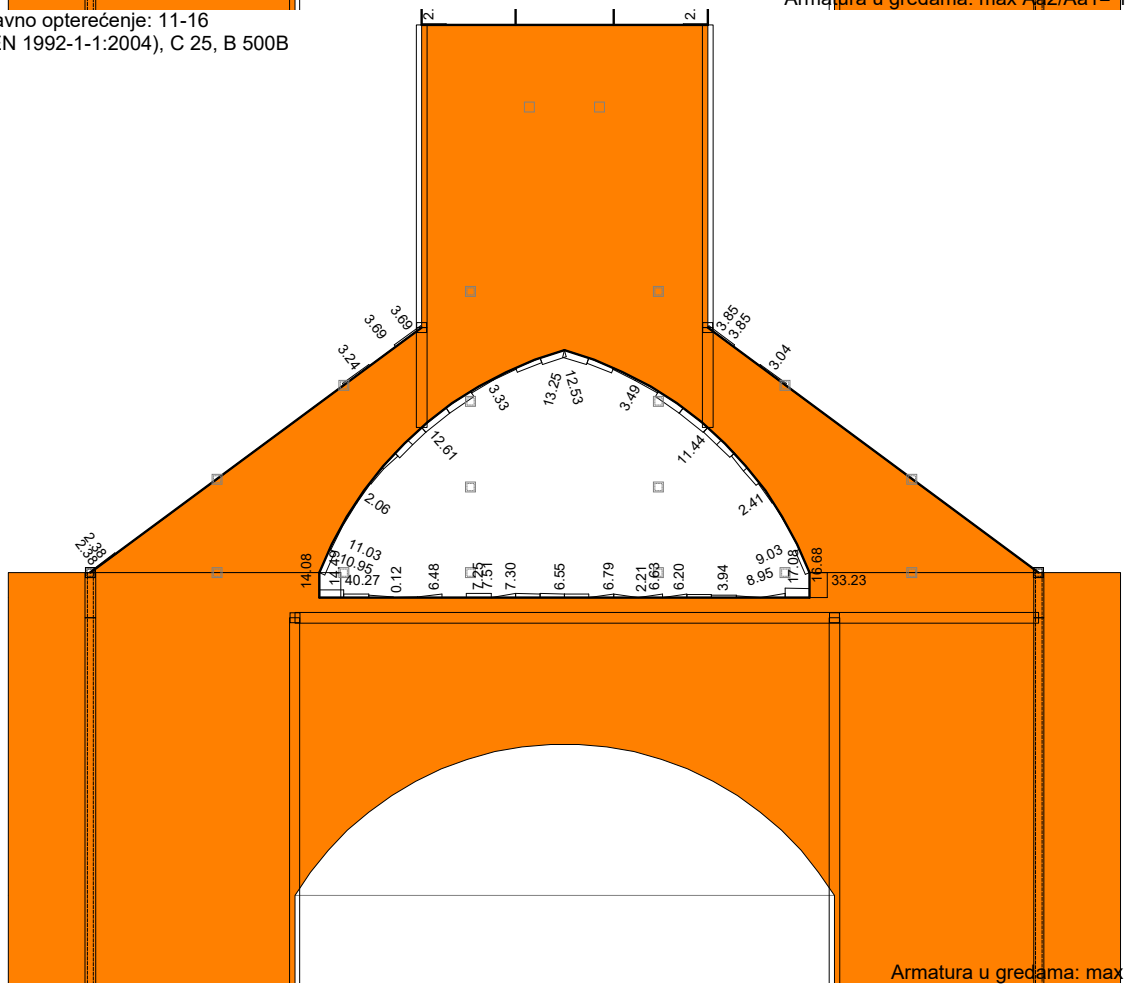
Okvir: Y1
Armatura u gredama: max Asw= 9.16 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



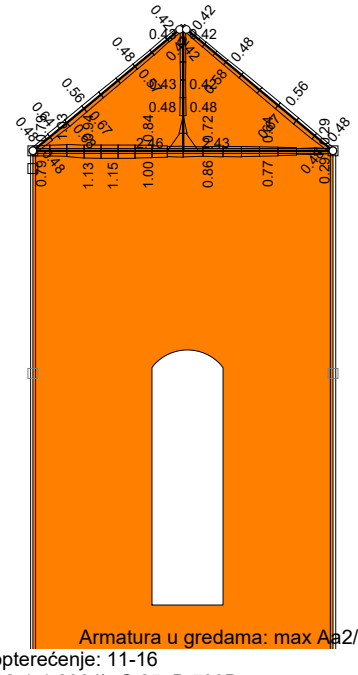
Okvir: Y6
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 14.55 / 12.15 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



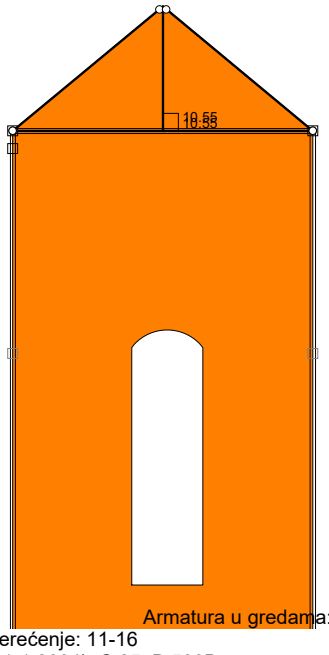
Okvir: Y6
Armatura u gredama: max Asw= 40.27 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



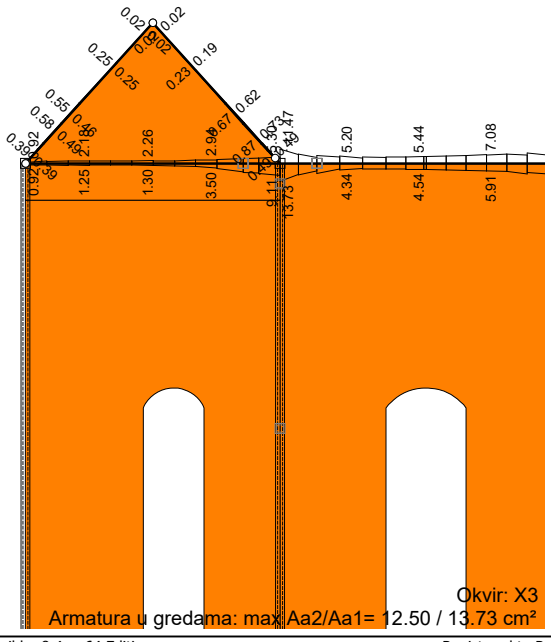
Okvir: X2
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 2.43 / 2.46 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



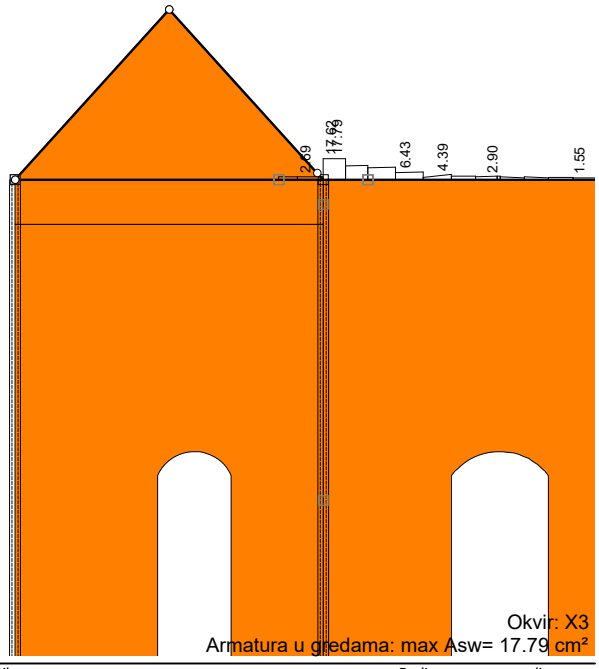
Okvir: X2
Armatura u gredama: max Asw= 10.55 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



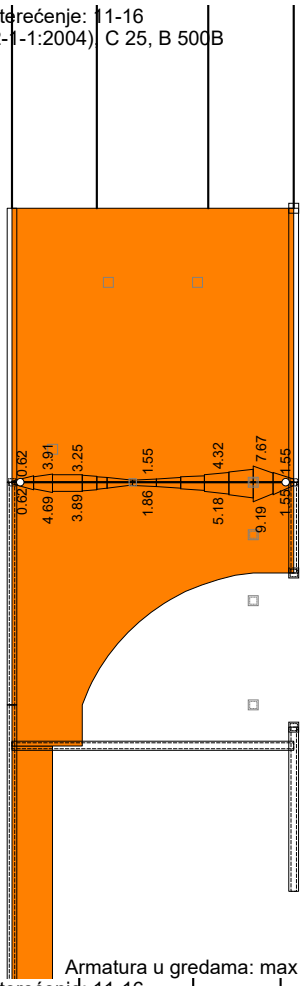
Okvir: X3
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 12.50 / 13.73 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



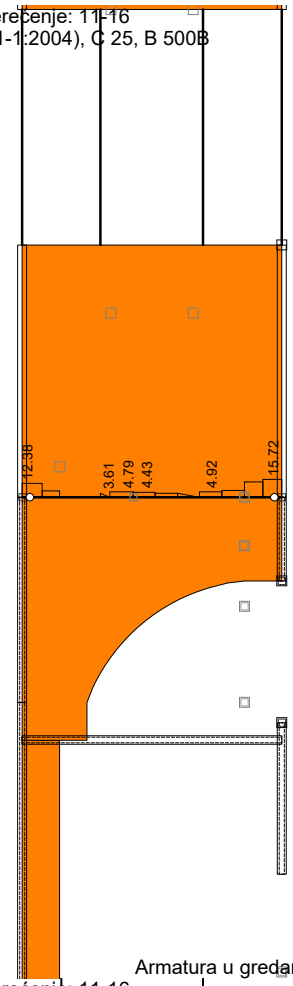
Okvir: X3
Armatura u gredama: max Asw= 17.79 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



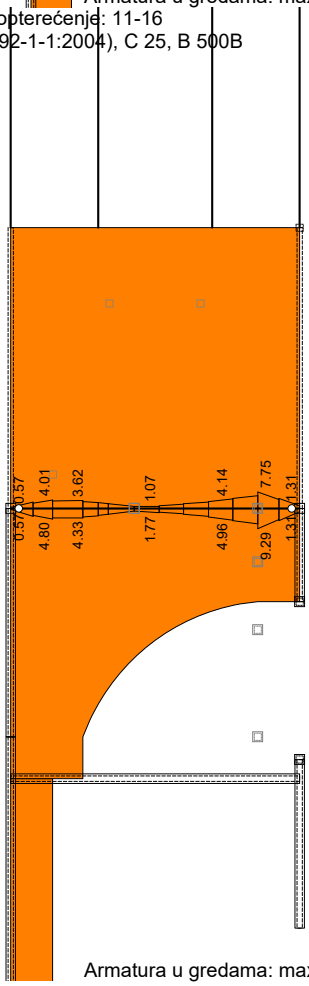
Okvir: X6
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 7.67 / 9.19 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



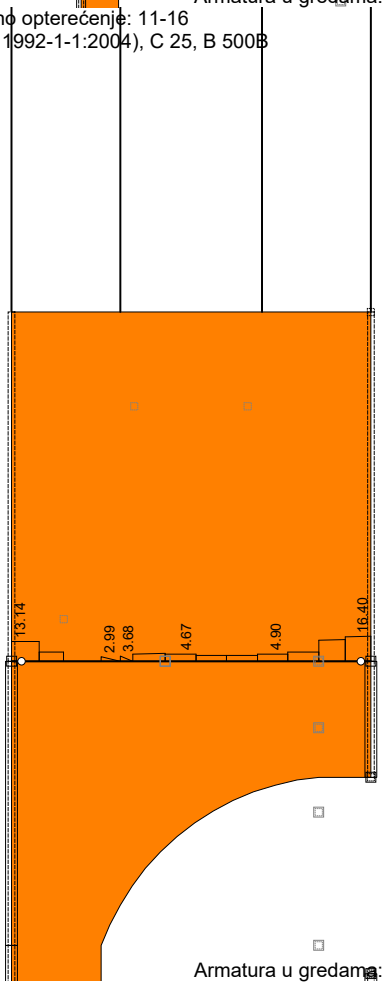
Okvir: X6
Armatura u gredama: max Asw= 15.72 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



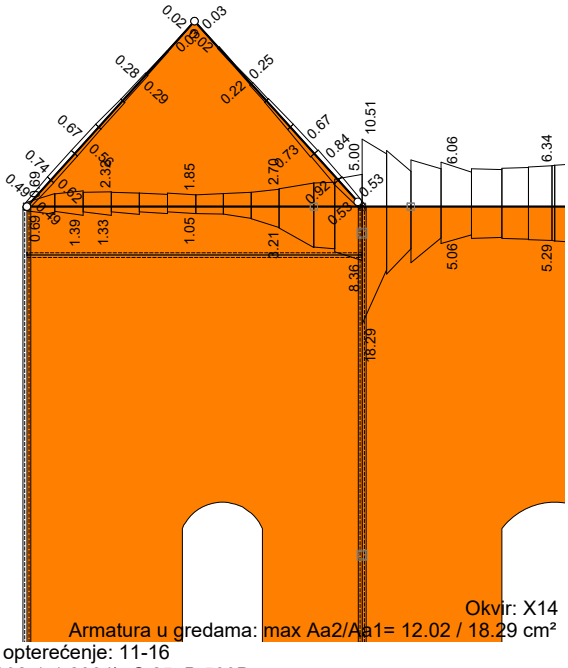
Okvir: X11
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 7.75 / 9.29 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



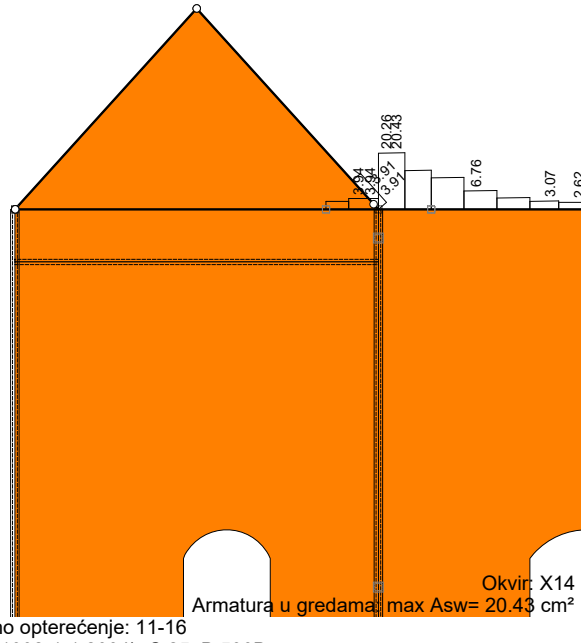
Okvir: X11
Armatura u gredama: max Asw= 16.40 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



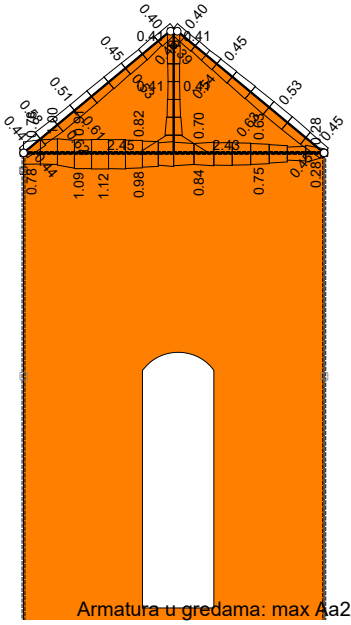
Okvir: X14
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 12.02 / 18.29 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



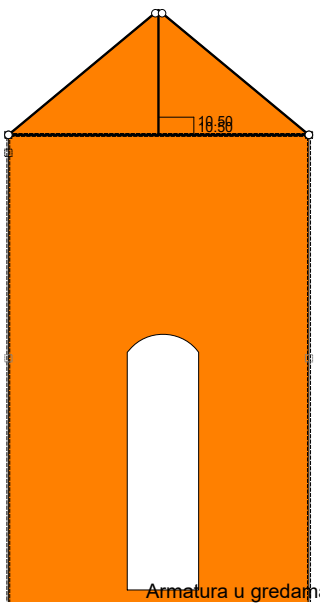
Okvir: X14
Armatura u gredama: max Asw= 20.43 cm²

Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



Okvir: X15
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 2.43 / 2.45 cm²

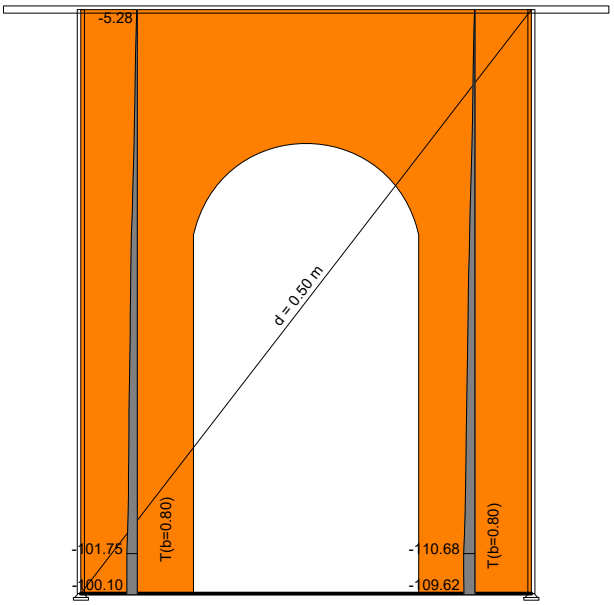
Mjerodavno opterećenje: 11-16
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



Okvir: X15
Armatura u gredama: max Asw= 10.50 cm²

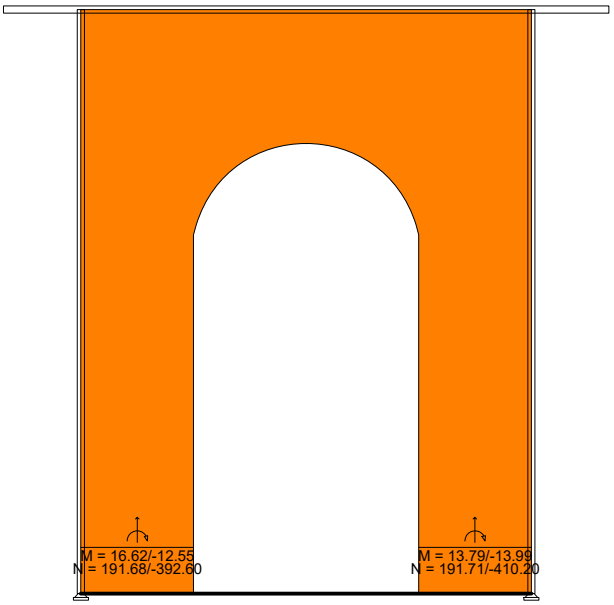
UNUTARNJE SILE U ZIDANIM ZIDOVIMA

Opt. 17: I+II



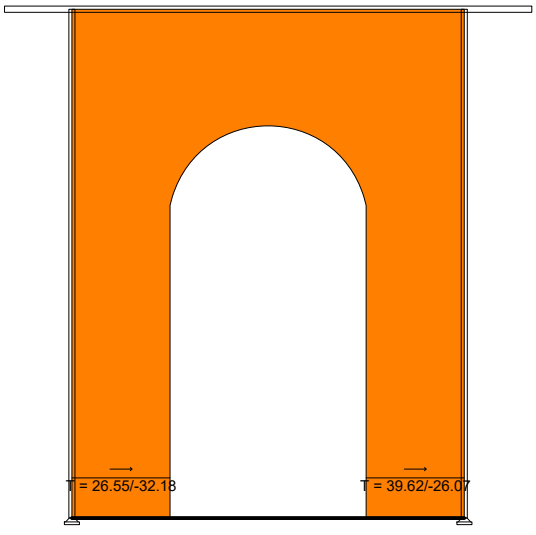
Okvir: X1
Utjecaji u ploči: max Ny= 1.79 / min Ny= -162.94 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: X1
Vektorski presjeci: Nn

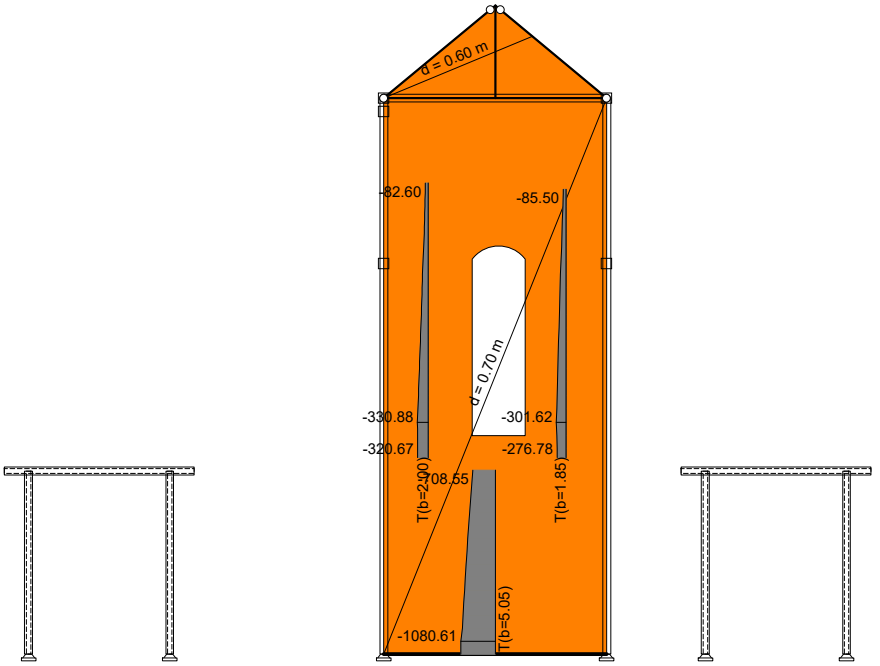
Opt. 19: [Potres] 15,16



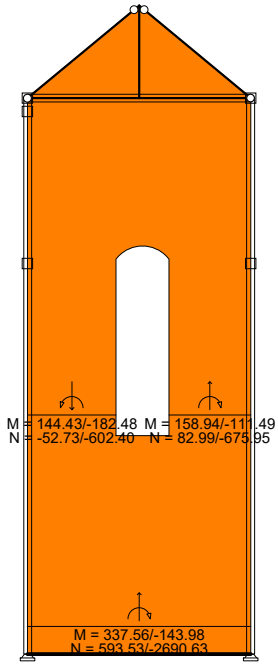
Okvir: X1
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II

Opt. 19: [Potres] 15,16

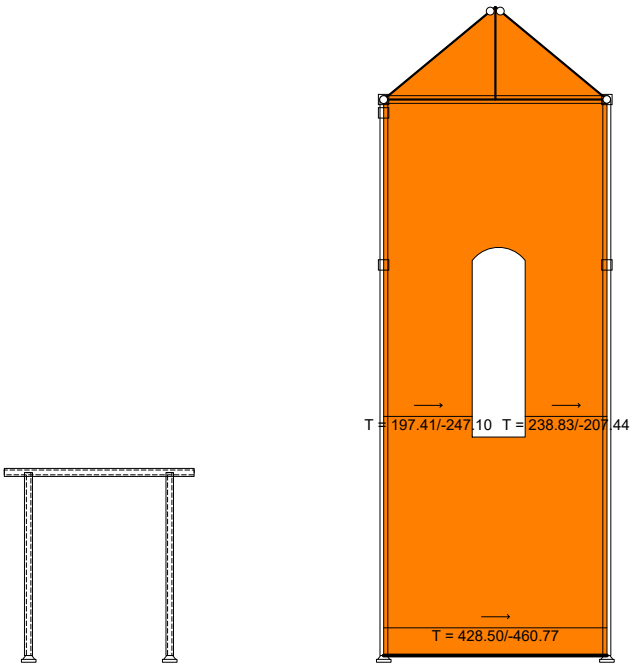


Okvir: X2
Utjecaji u ploči: max Ny= 27.17 / min Ny= -340.22 kN/m



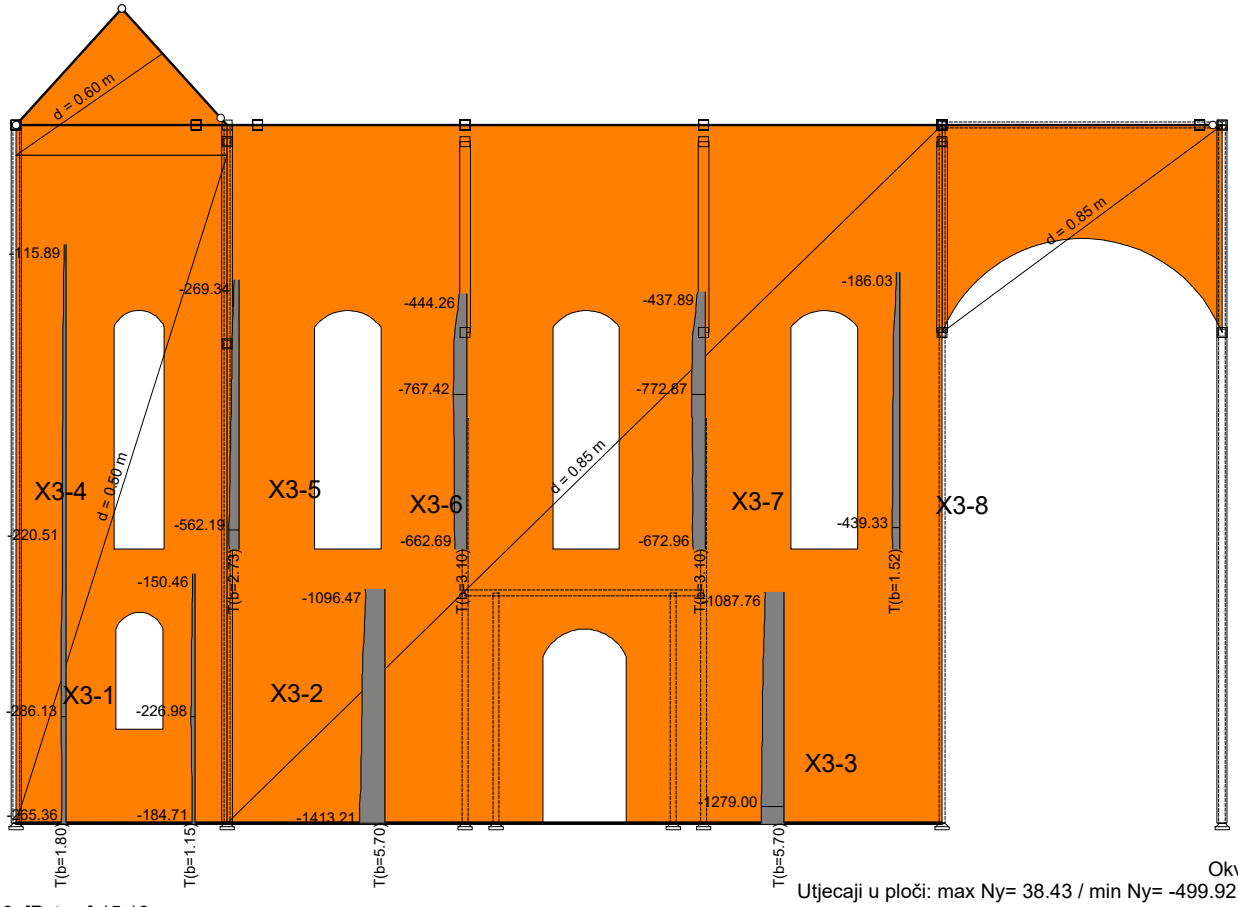
Okvir: X2
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



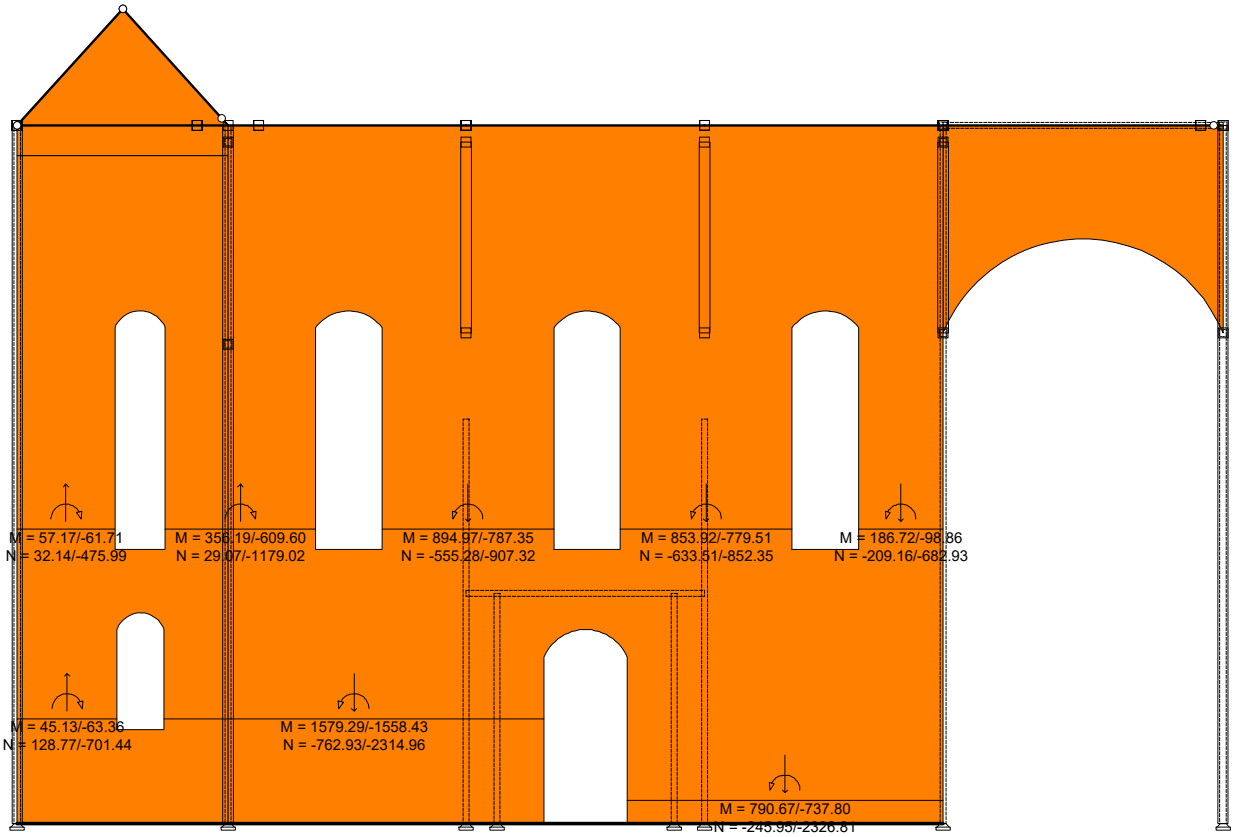
Okvir: X2
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



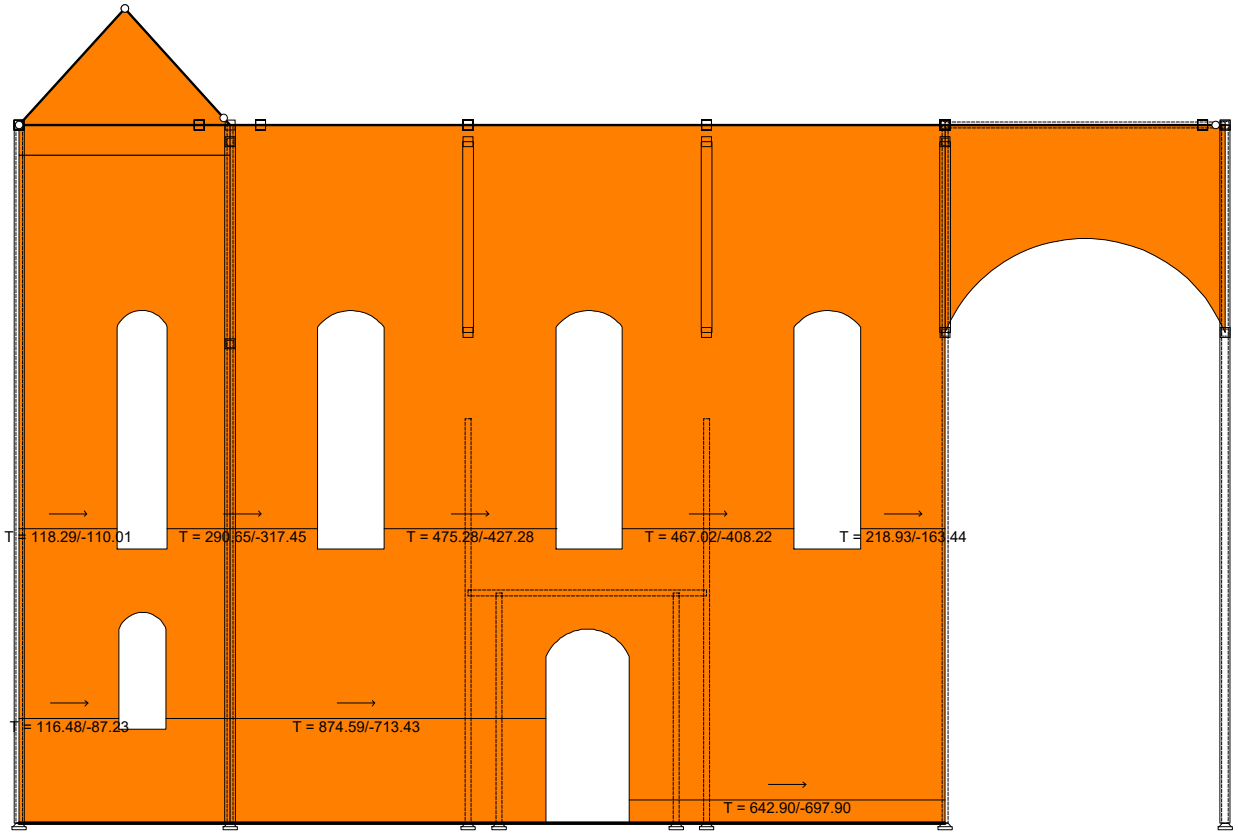
Okvir: X3
Utjecaji u ploči: max Ny= 38.43 / min Ny= -499.92 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: X3
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16

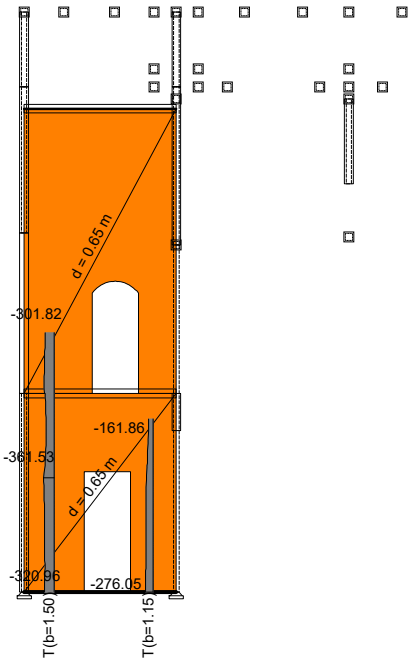


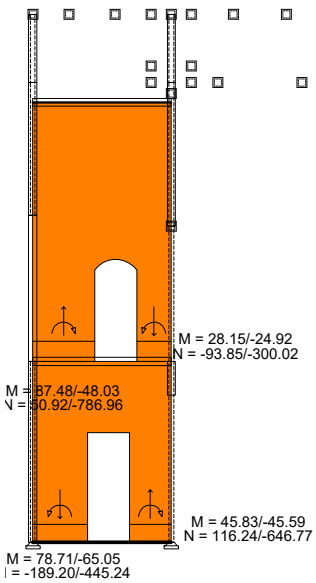
Okvir: X3
Vektorski presjeci: Nns

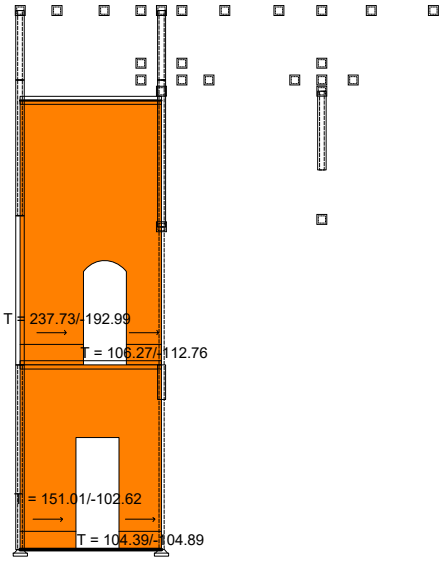
Opt. 17: I+II

Opt. 19: [Potres] 15,16

Opt. 19: [Potres] 15,16





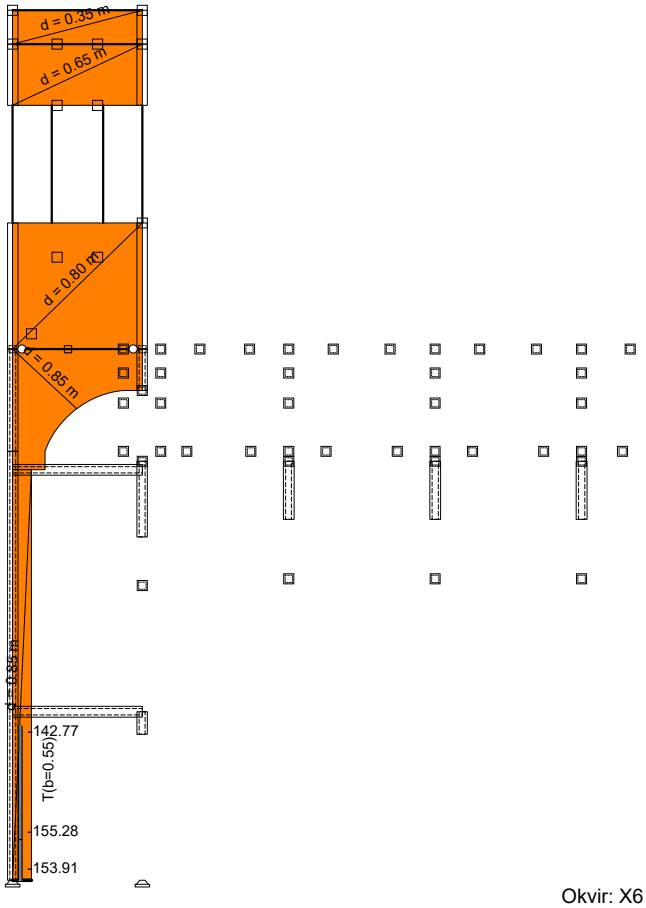


Okvir: X5
Utjecaji u ploči: max Ny= 45.91 / min Ny= -491....

Okvir: X5
Vektorski presjeci: Nn

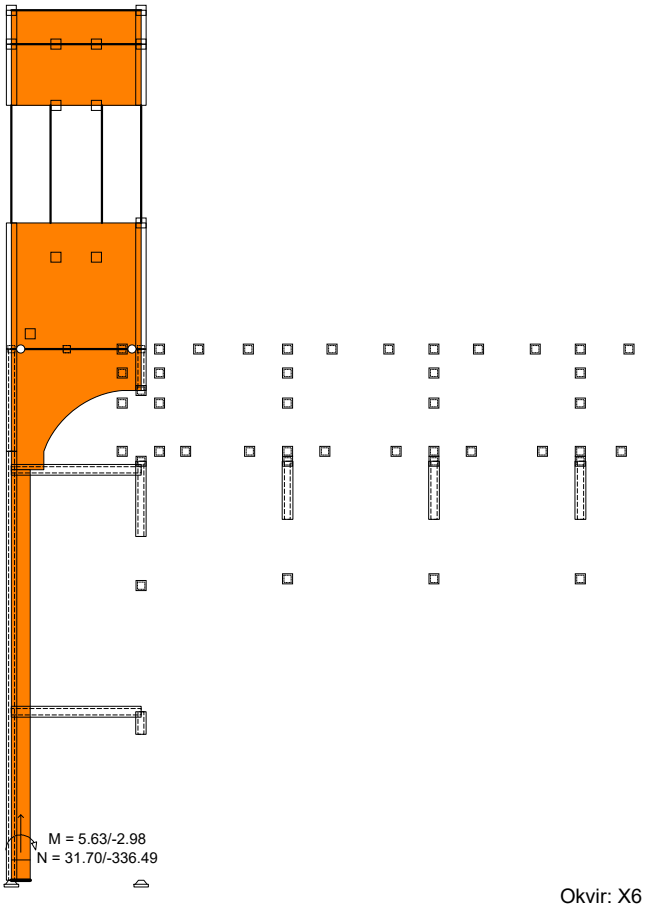
Okvir: X5
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



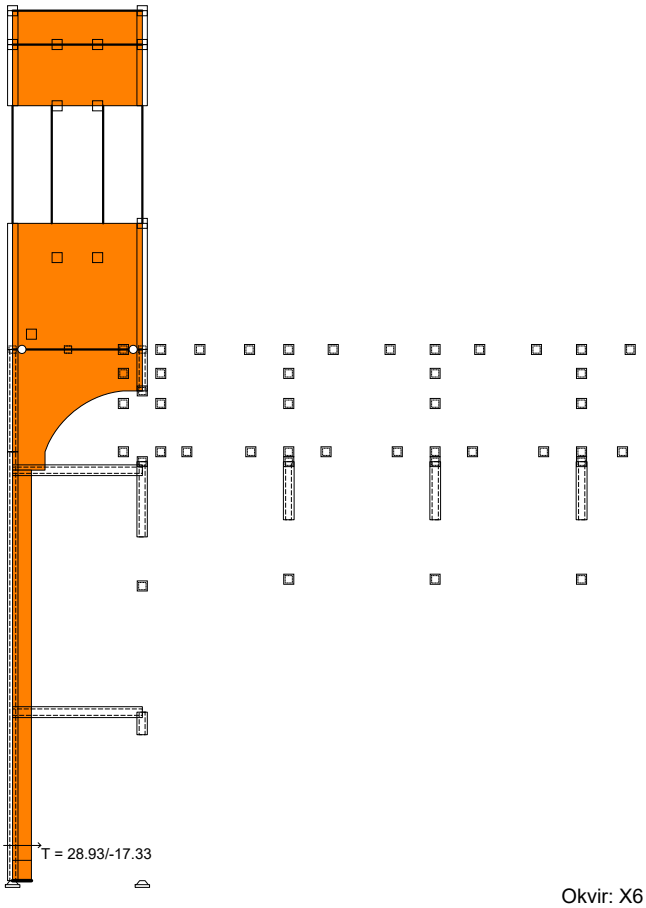
Okvir: X6
Utjecaji u ploči: max Ny= 136.32 / min Ny= -363.66 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



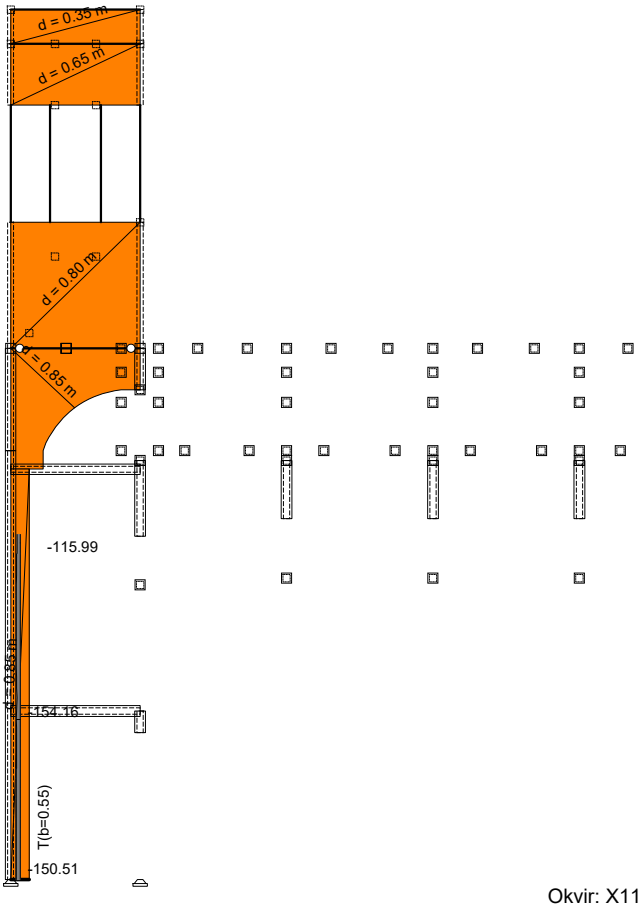
Okvir: X6
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



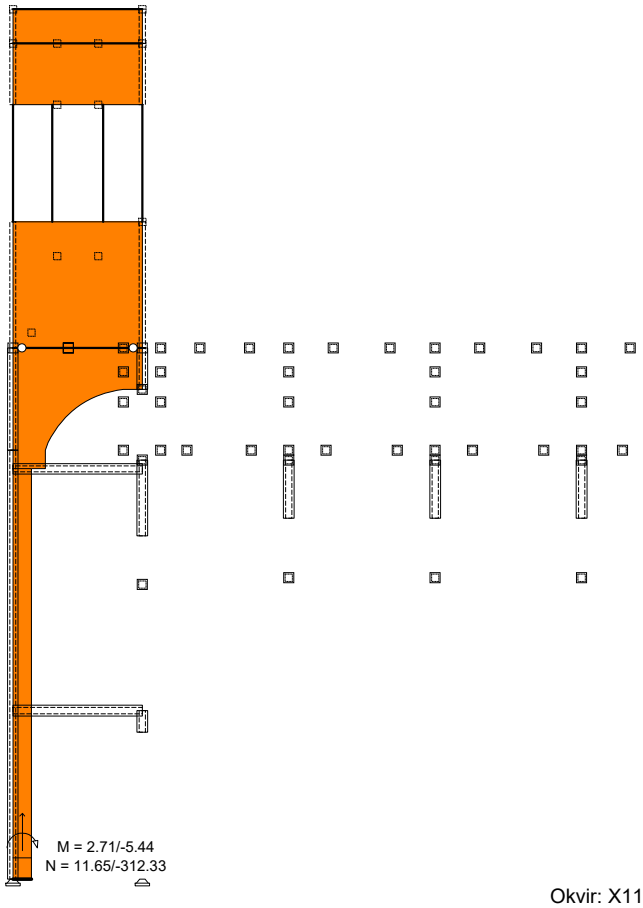
Okvir: X6
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



Okvir: X11
Utjecaji u ploči: max Ny= 161.38 / min Ny= -351.59 kN/m

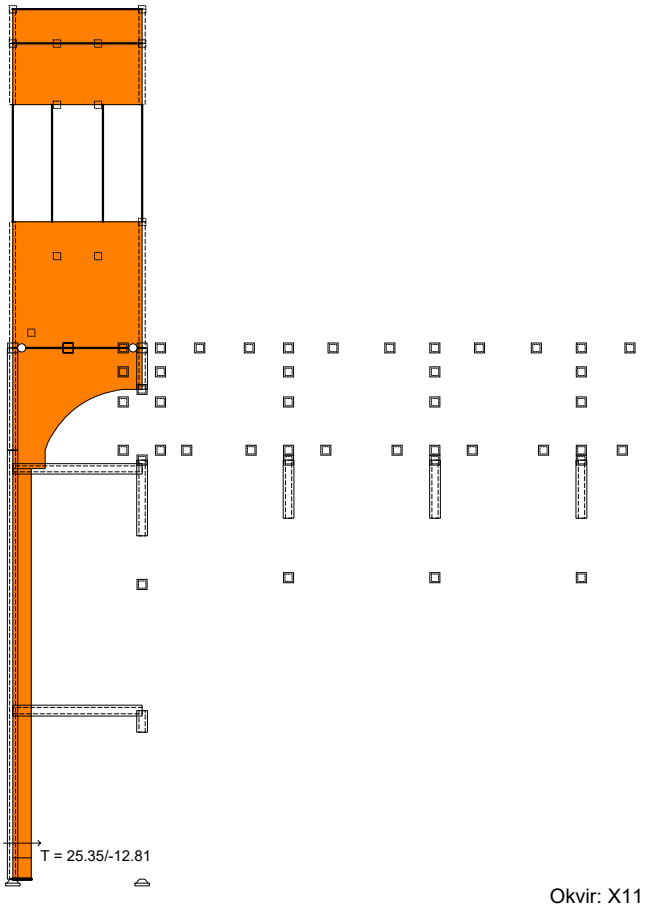
Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: X11
Vektorski presjeci: Nn

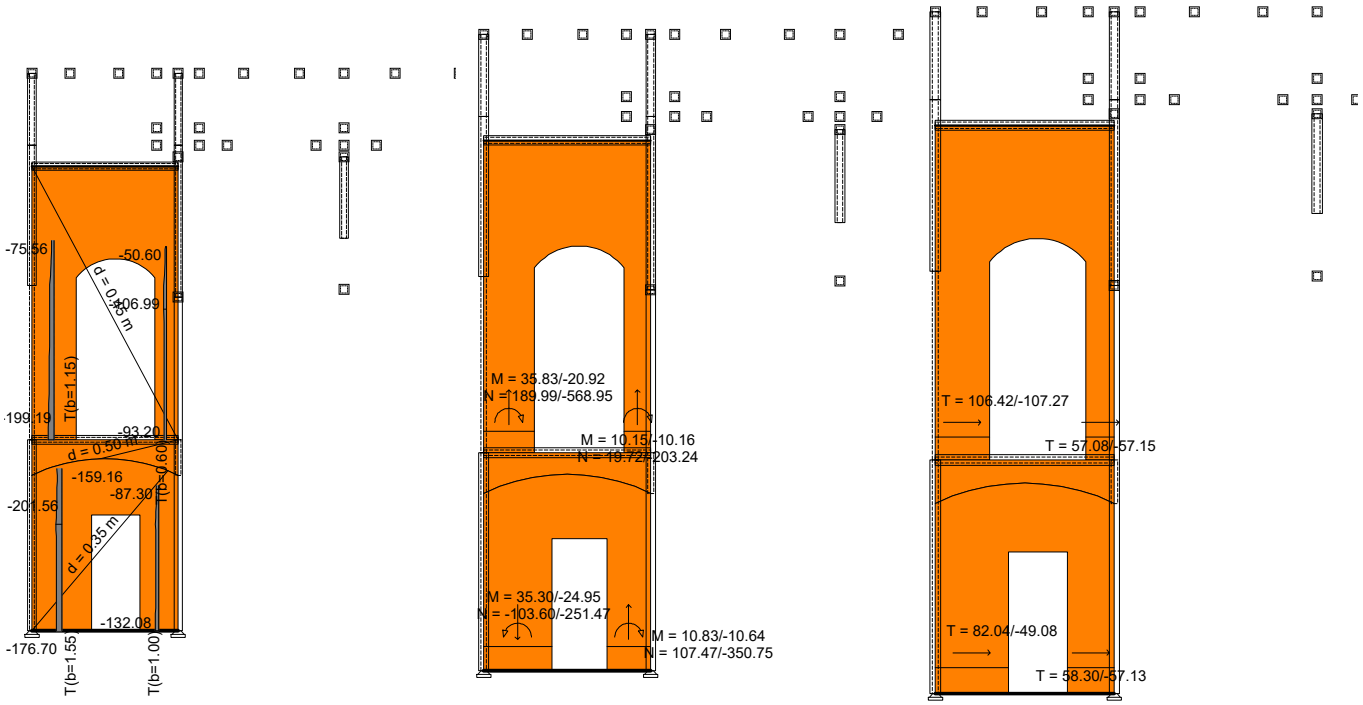
Opt. 17: I+II

Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: X11
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 19: [Potres] 15,16

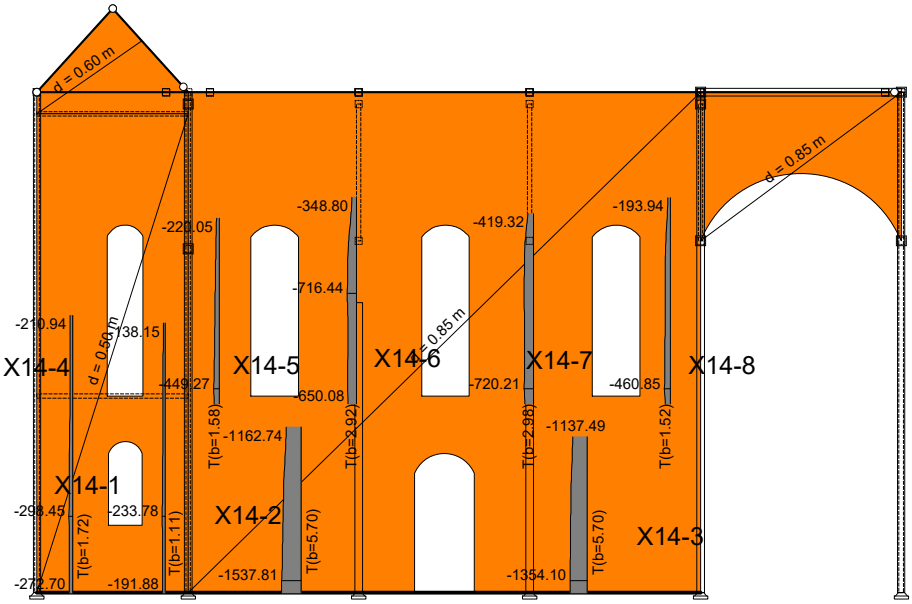


Okvir: X12
Utjecaji u ploči: max Ny= 19.84 / min Ny= -266....

Okvir: X12
Vektorski presjeci: Nn

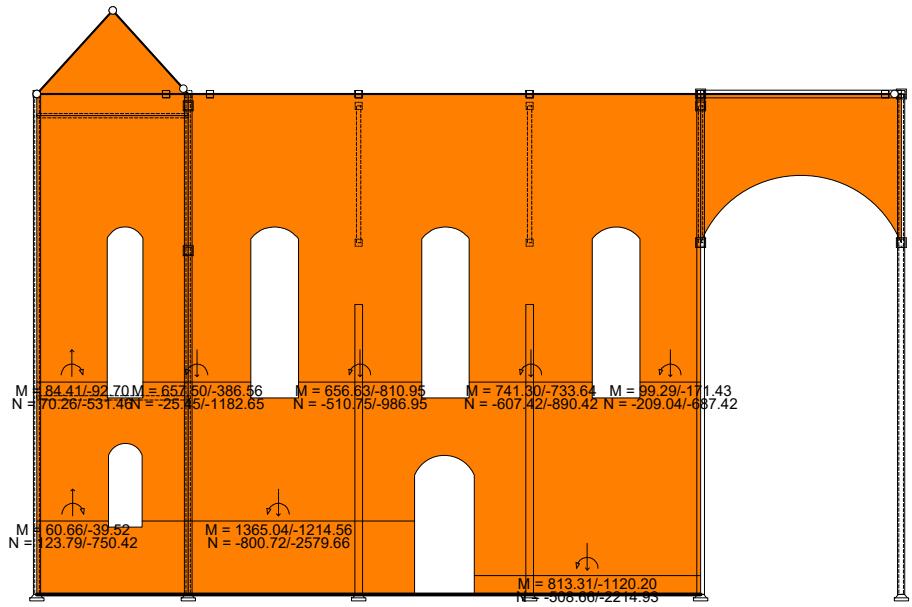
Okvir: X12
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



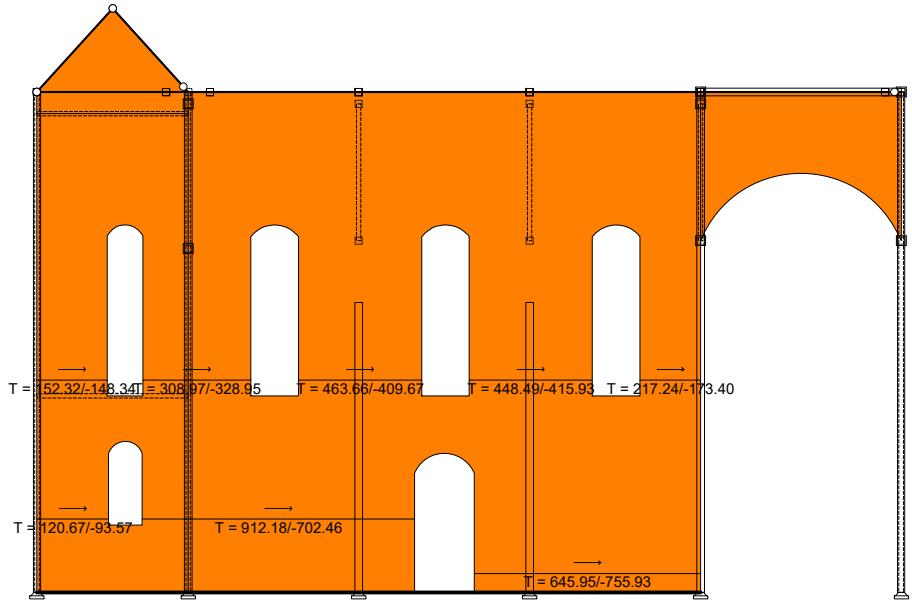
Okvir: X14
Utjecaji u ploči: max Ny= 48.14 / min Ny= -647.00 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



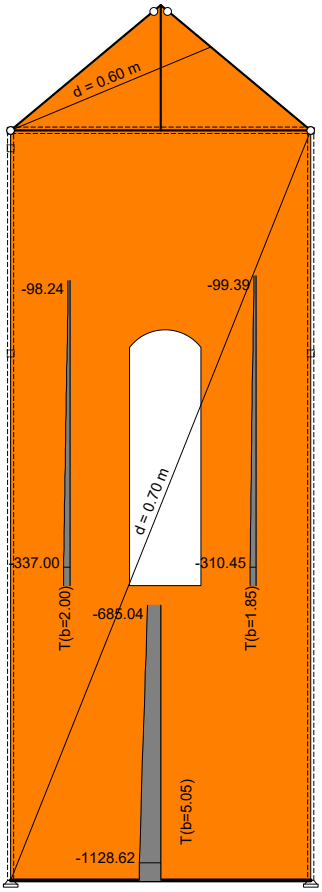
Okvir: X14
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



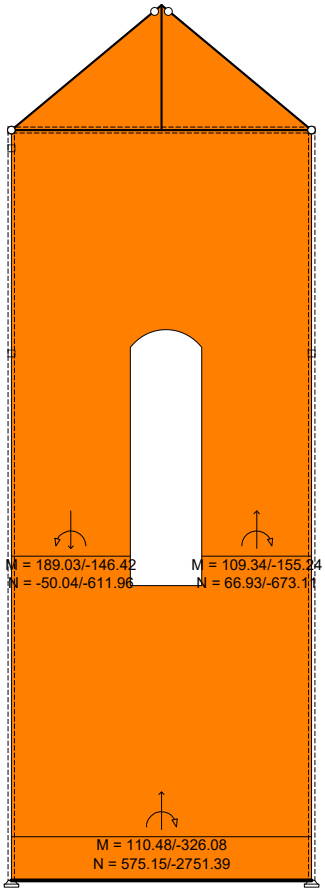
Okvir: X14
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



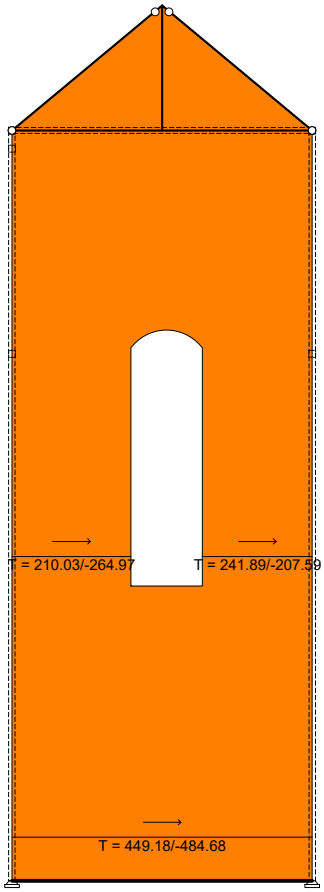
Okvir: X15
Utjecaji u ploči: max Ny= 28.16 / min Ny= -360.11 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



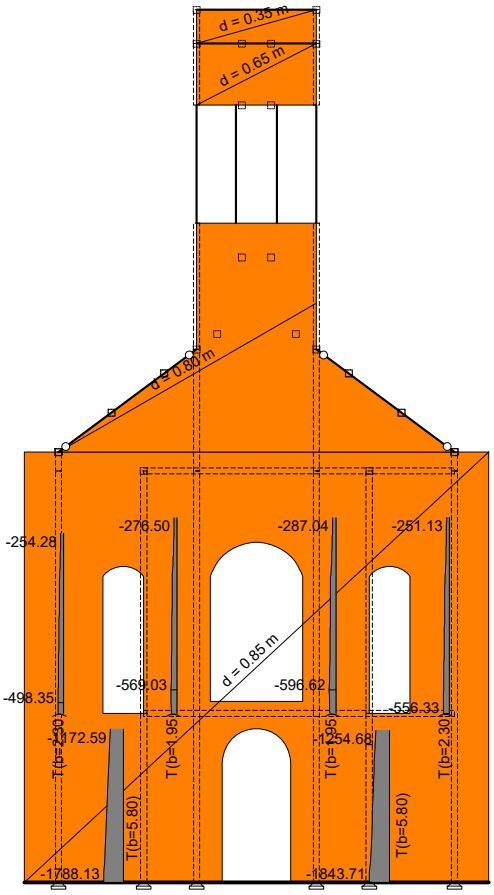
Okvir: X15
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



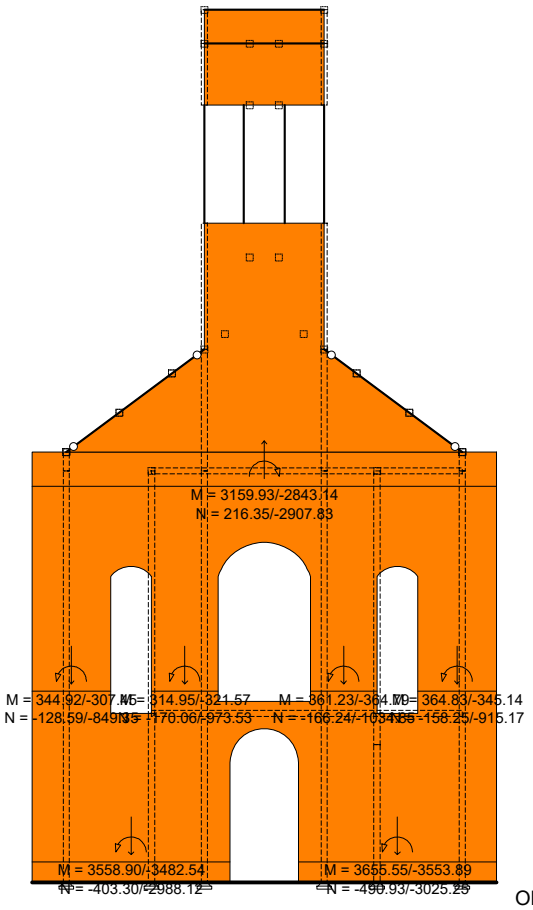
Okvir: X15
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



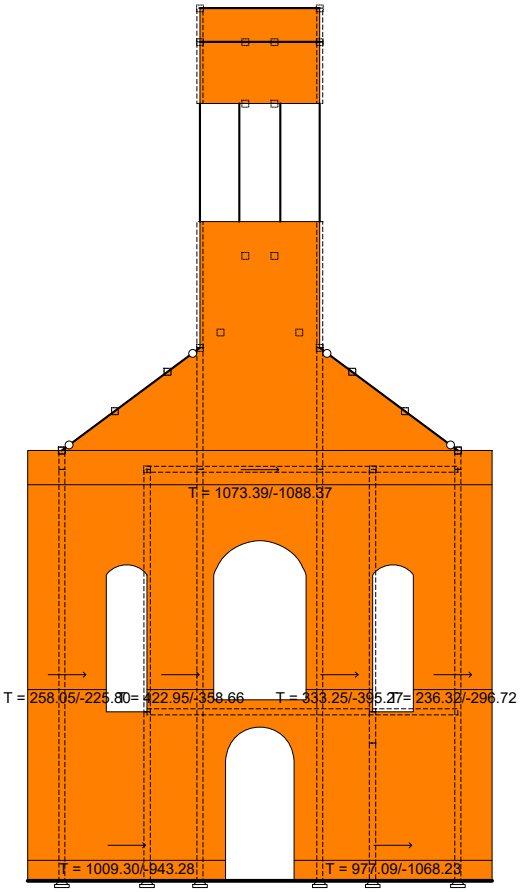
Okvir: Y1
Utjecaji u ploči: max Ny= 43.59 / min Ny= -535.98 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



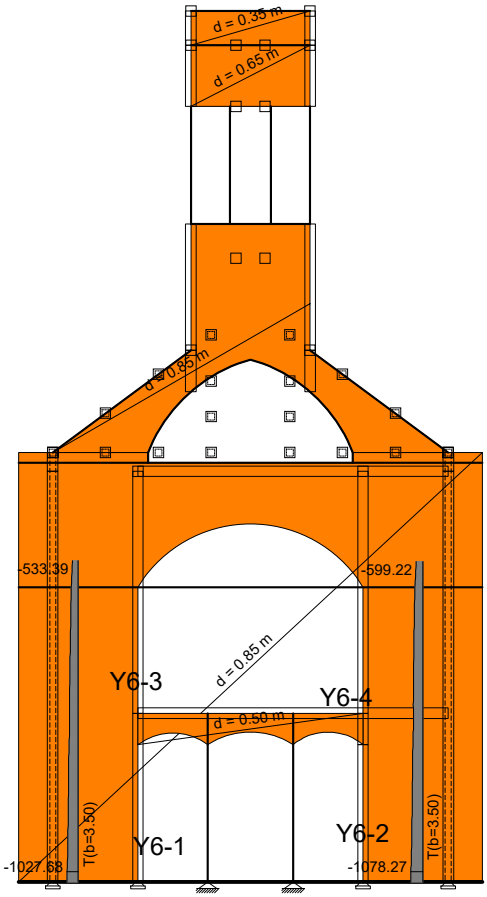
Okvir: Y1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: Y1
Vektorski presjeci: Nns

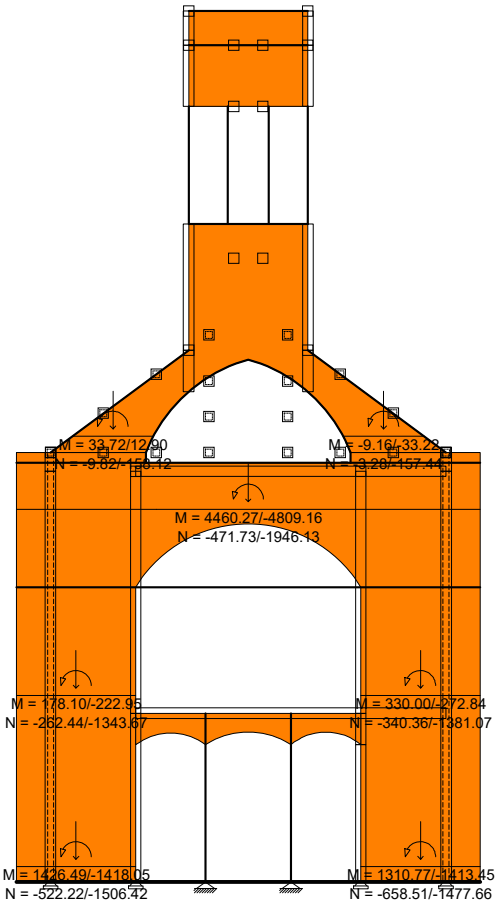
Opt. 17: I+II



Okvir: Y6

Utjecaji u ploči: max Ny= 20.45 / min Ny= -469.63 kN/m

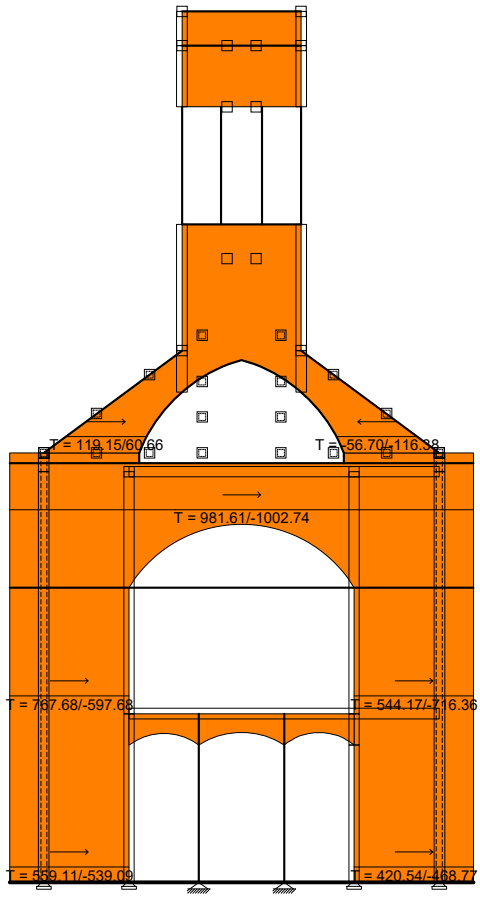
Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: Y6

Vektorski presjeci: Nn

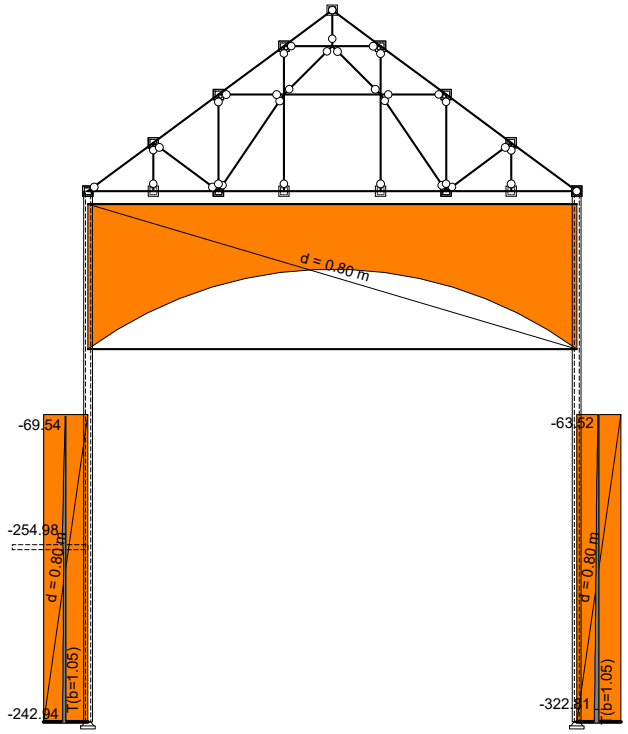
Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: Y6

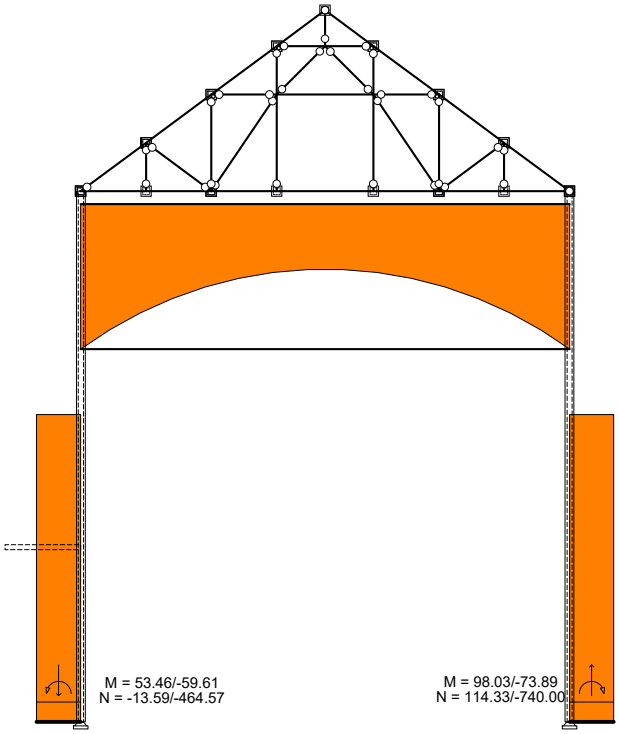
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



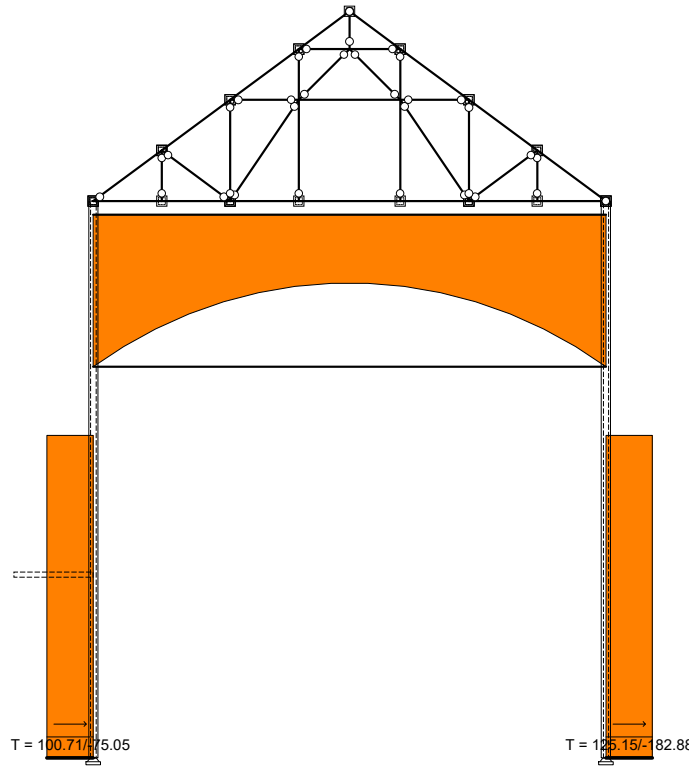
Okvir: Y8
Utjecaji u ploči: max Ny= 28.07 / min Ny= -789.63 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



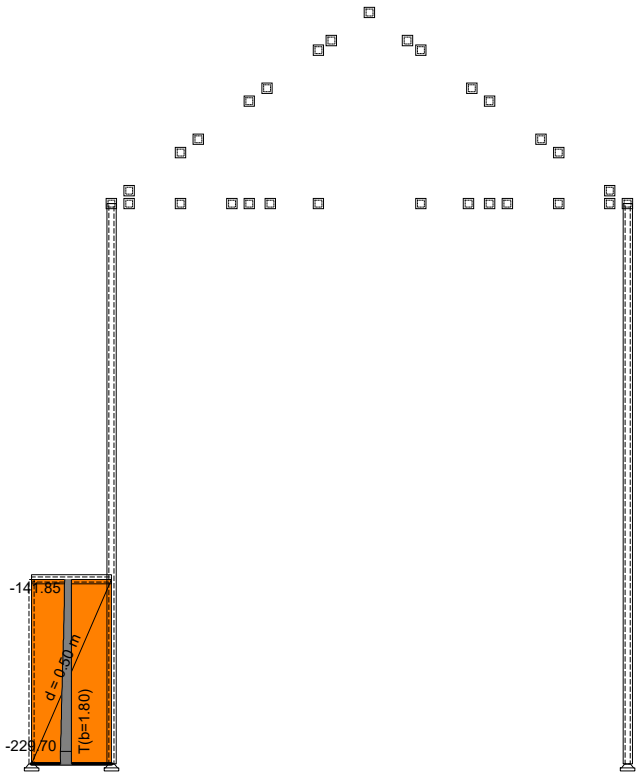
Okvir: Y8
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



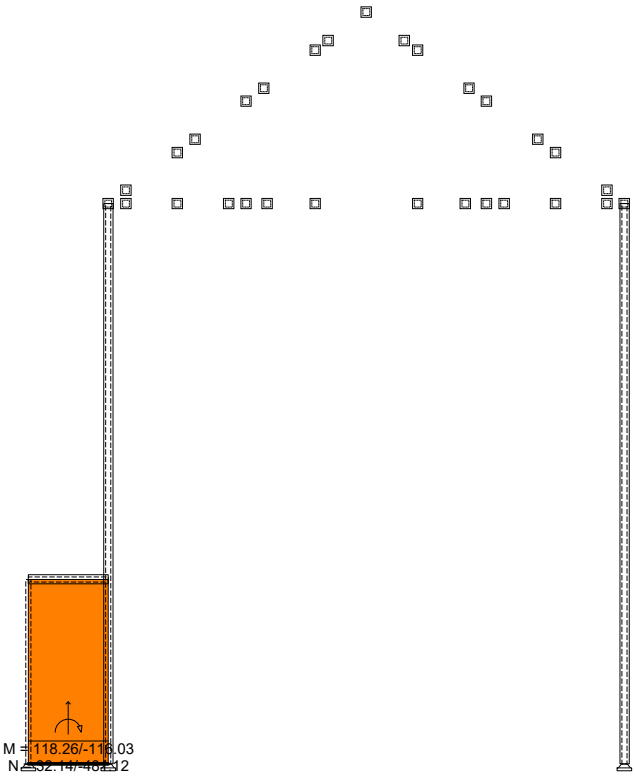
Okvir: Y8
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



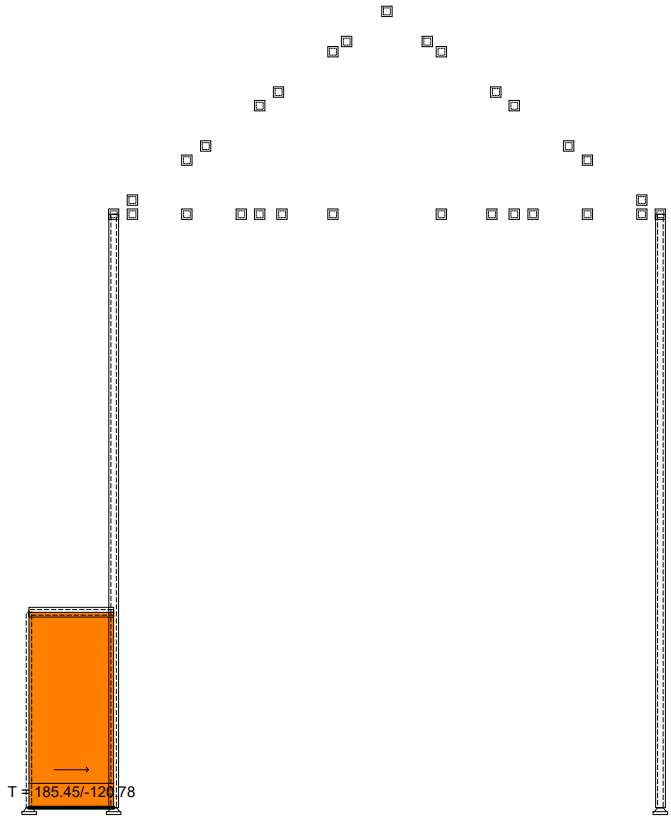
Okvir: Y9
Utjecaji u ploči: max Ny= -10.02 / min Ny= -166.97 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



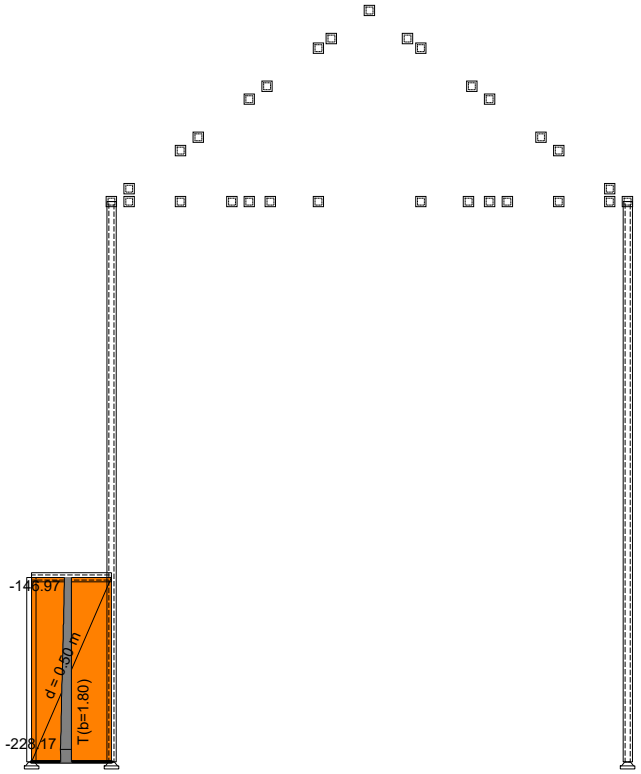
Okvir: Y9
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



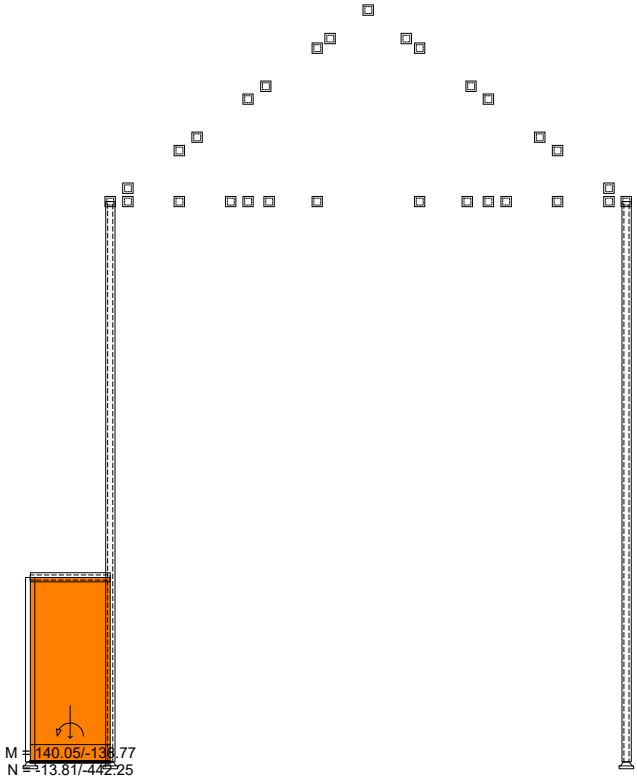
Okvir: Y9
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



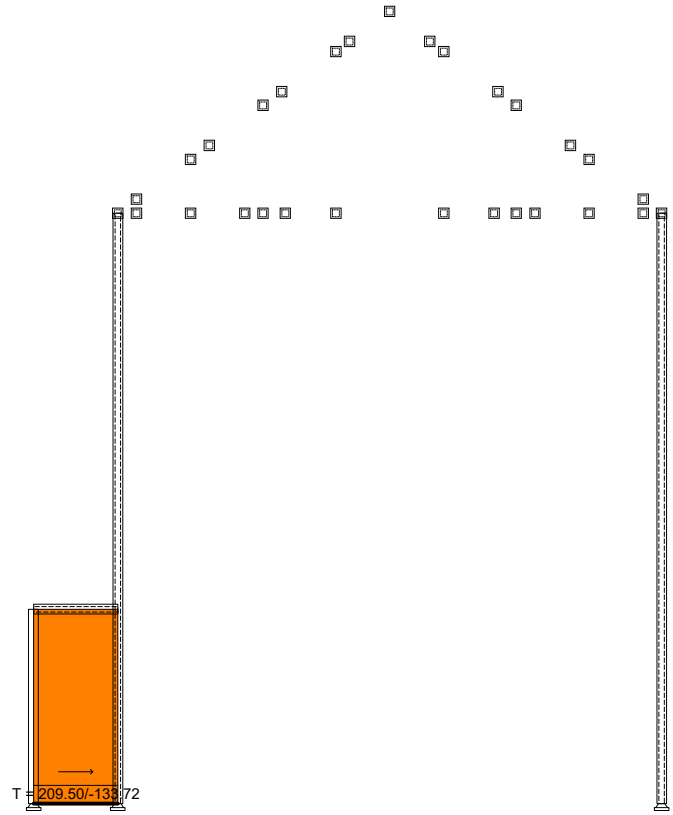
Okvir: Y10
Utjecaji u ploči: max Ny= -9.03 / min Ny= -163.25 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



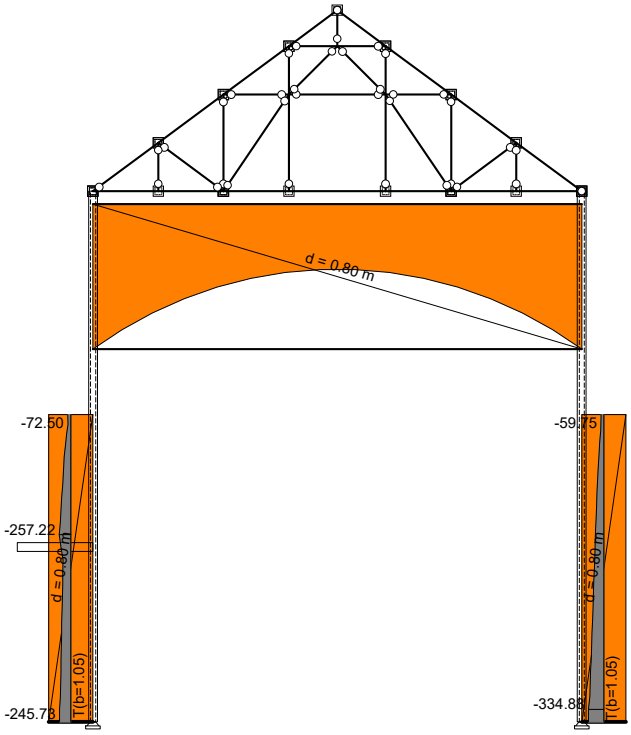
Okvir: Y10
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



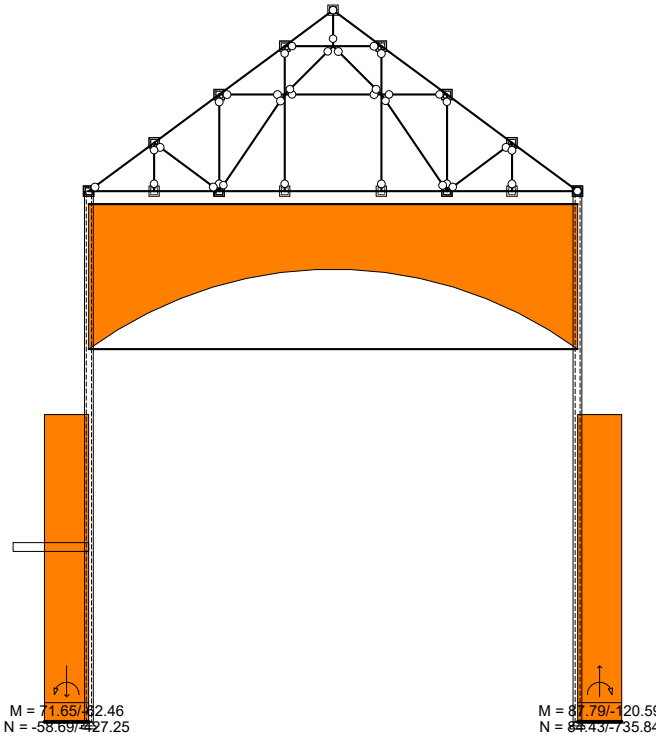
Okvir: Y10
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



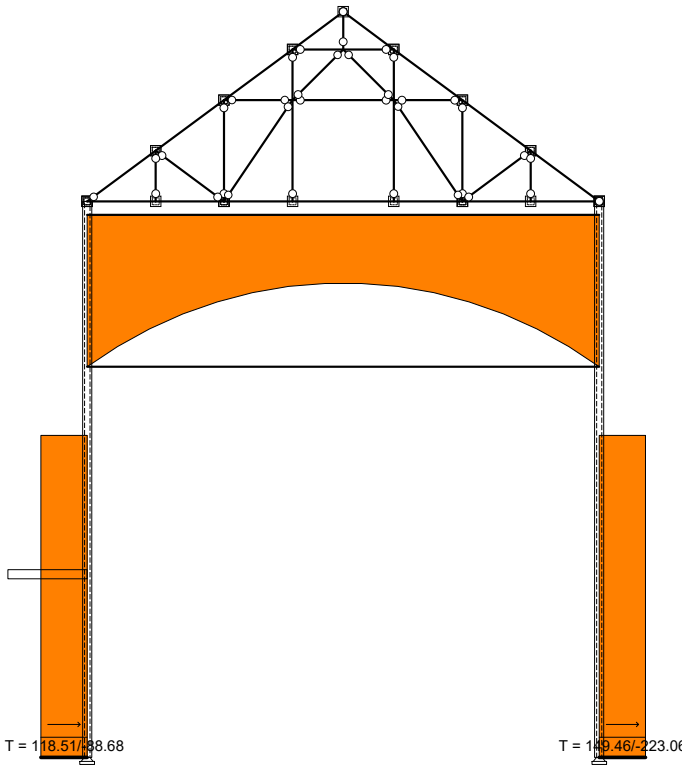
Okvir: Y11
Utjecaji u ploči: max Ny= 28.12 / min Ny= -777.31 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



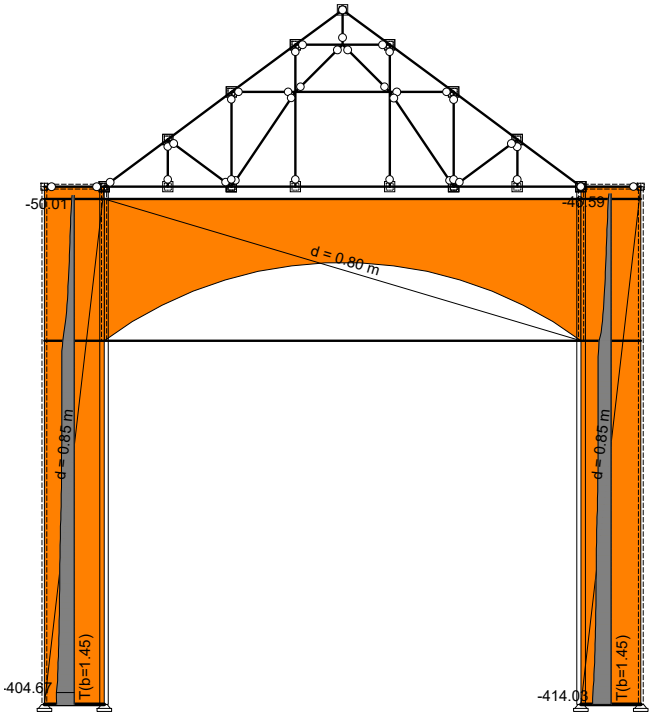
Okvir: Y11
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



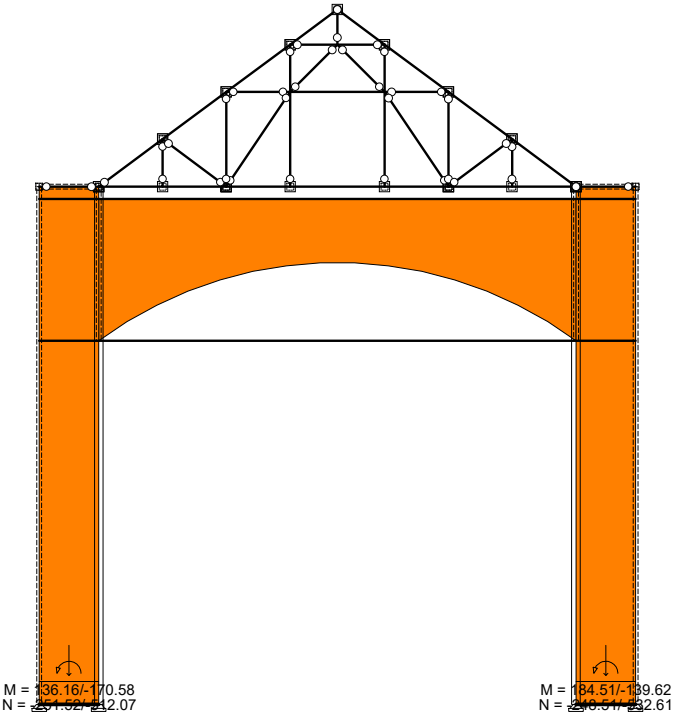
Okvir: Y11
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



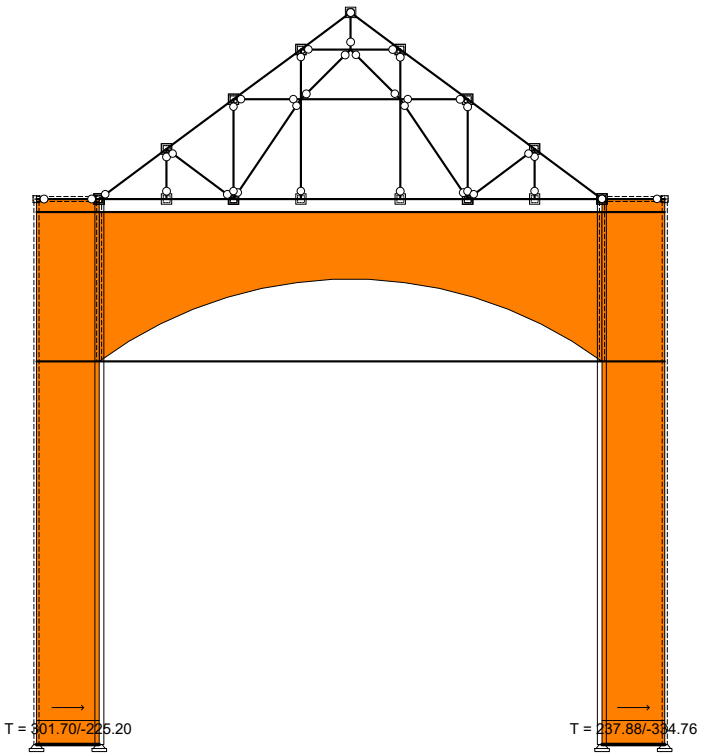
Okvir: Y12
Utjecaji u ploči: max Ny= 37.07 / min Ny= -877.06 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



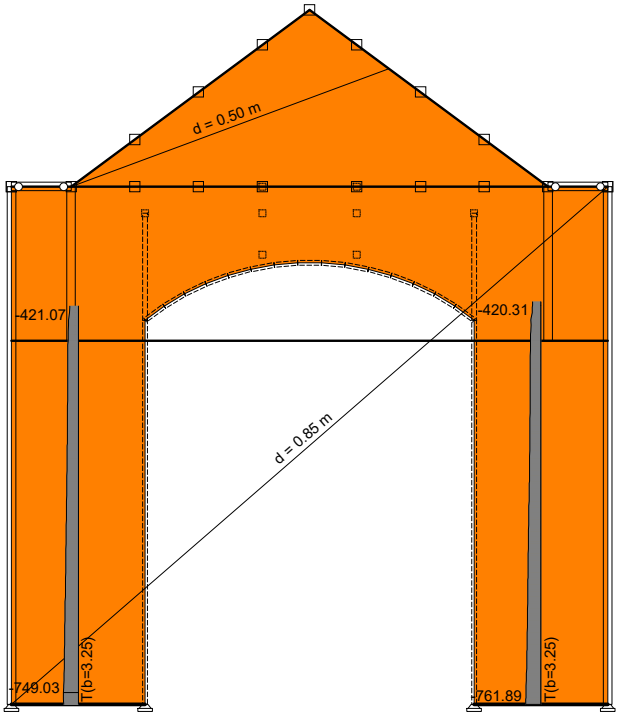
Okvir: Y12
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



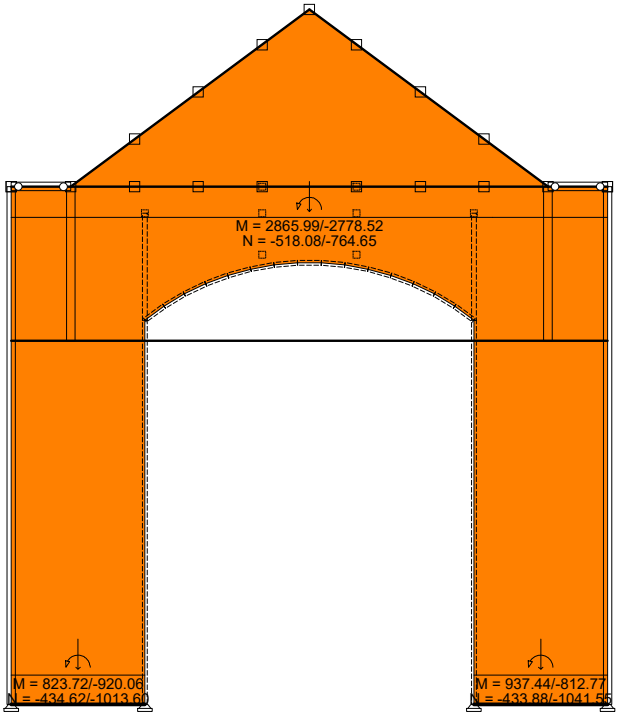
Okvir: Y12
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



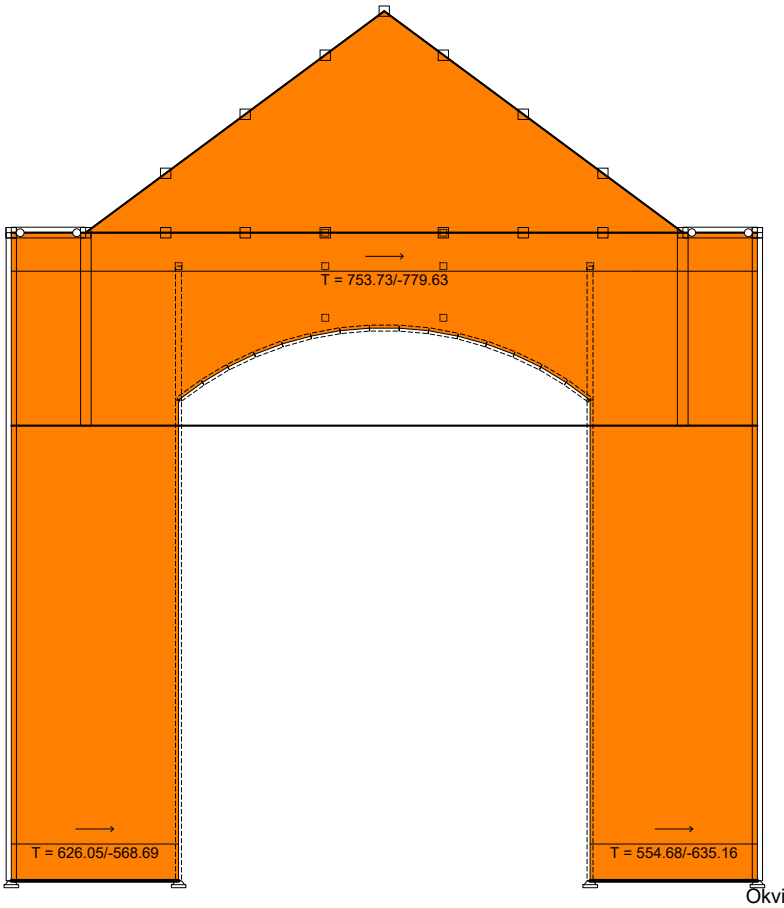
Okvir: Y14
Utjecaji u ploči: max Ny= 40.80 / min Ny= -464.21 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



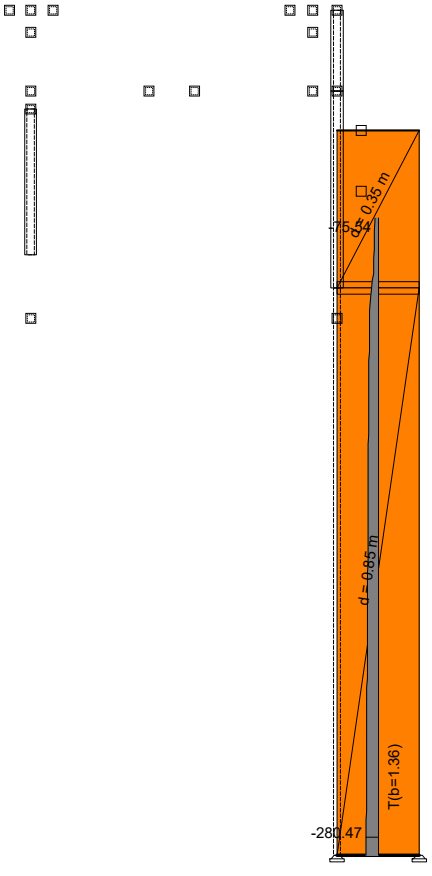
Okvir: Y14
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: Y14
Vektorski presjeci: Nns

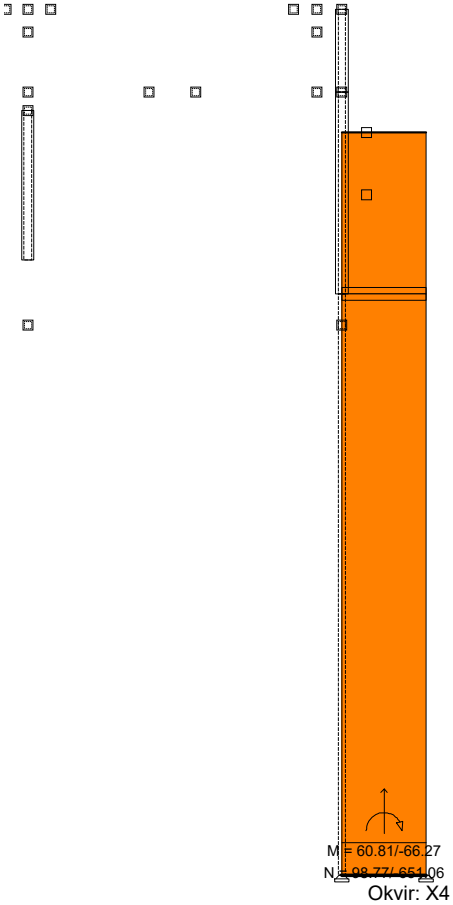
Opt. 17: I+II



Okvir: X4

Utjecaji u pločama: max Ny= -11.37 / min Ny= -259...

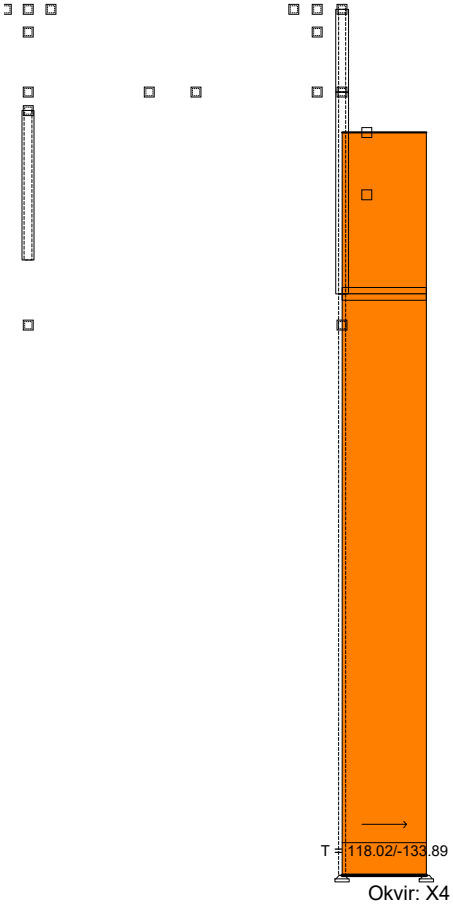
Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: X4

Vektorski presjeci: Nn

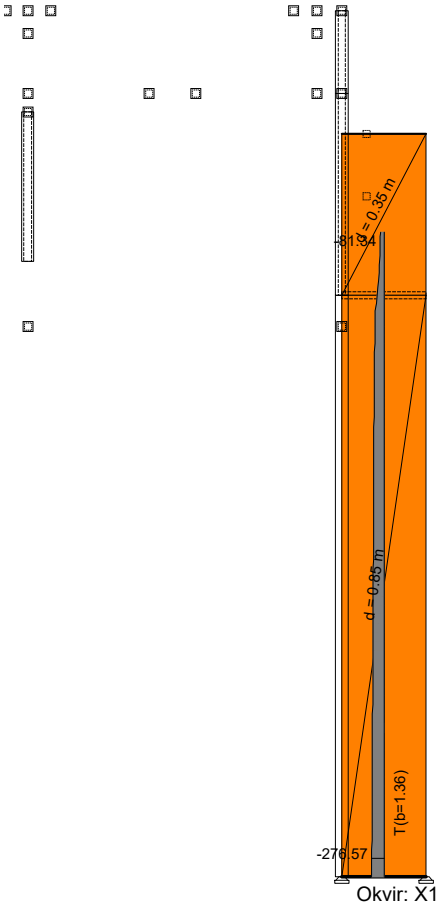
Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: X4

Vektorski presjeci: Nns

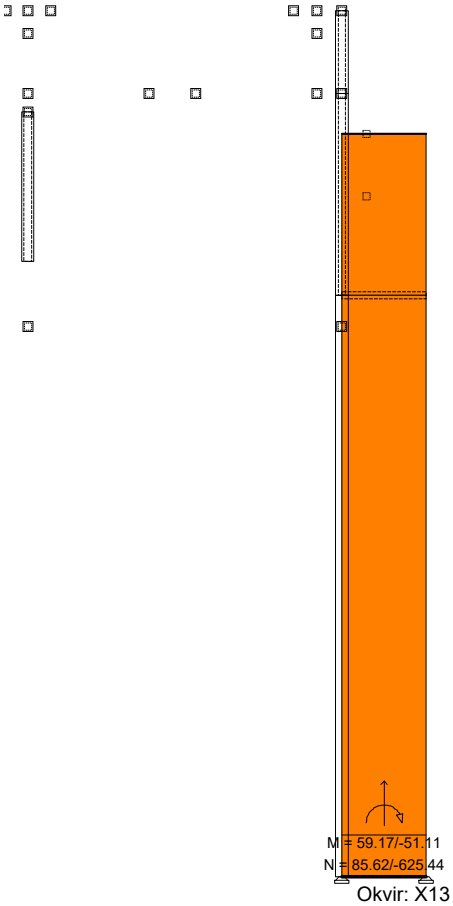
Opt. 17: I+II



Okvir: X13

Utjecaji u pločama: max Ny= -11.85 / min Ny= -265...

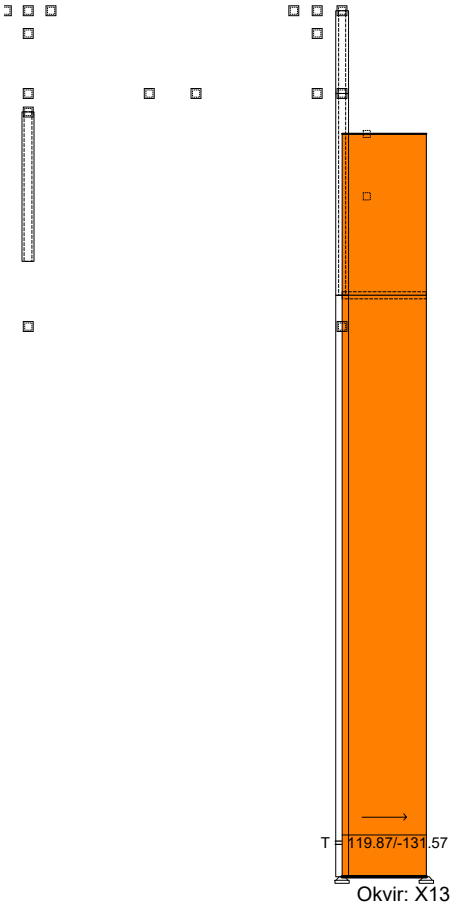
Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: X13

Vektorski presjeci: Nn

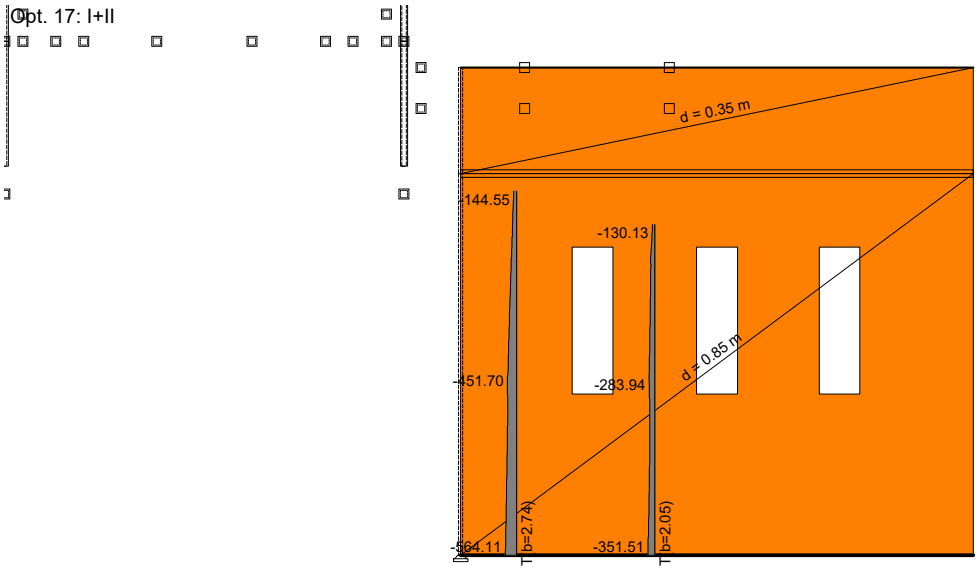
Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: X13

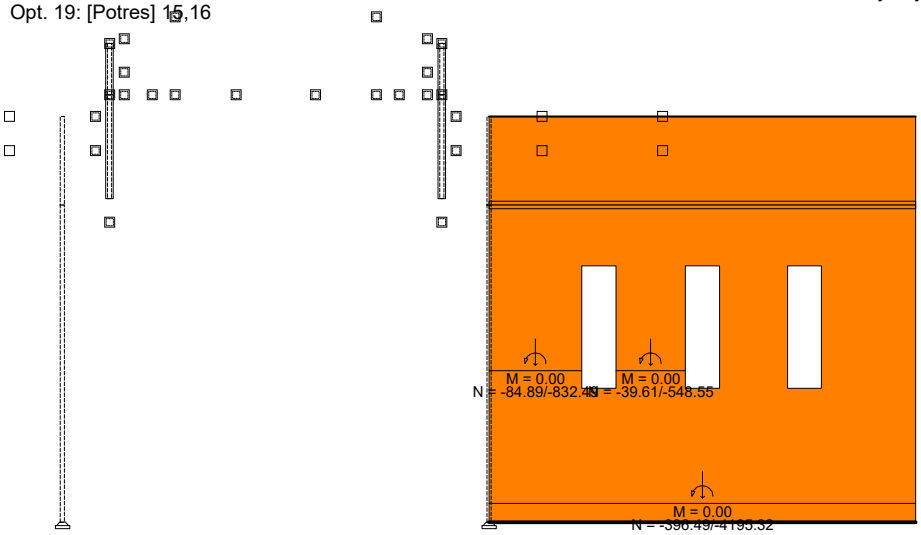
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 17: I+II



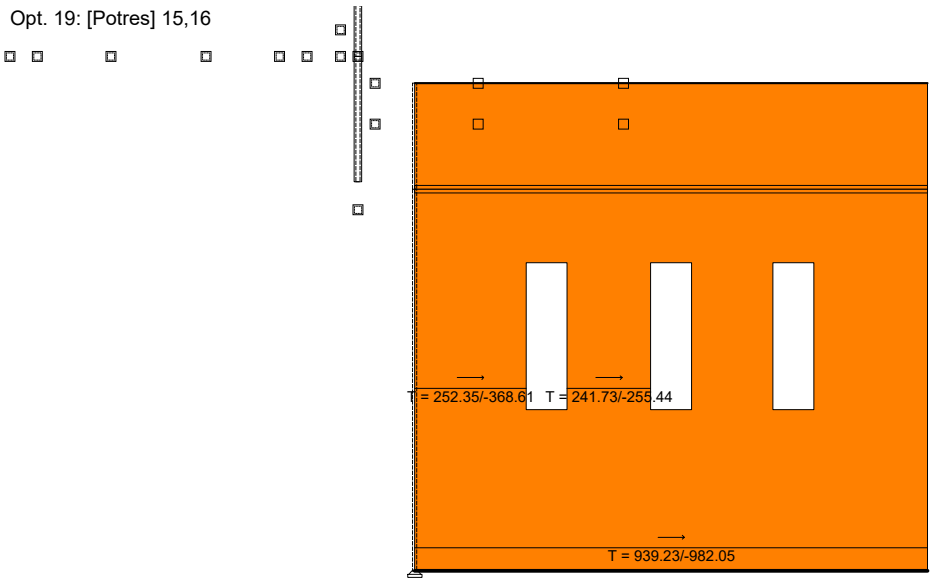
Okvir: C1
Utjecaji u ploči: max Ny= 27.68 / min Ny= -281.87 kN/m

Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: C1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 19: [Potres] 15,16



Okvir: C1
Vektorski presjeci: Nns

Proračun zidanih zidova

Zidani zidovi se kontroliraju na poprečnu silu za postojeće stanje te s dodatkom nosivosti kroz čelične zatege i s dodatkom FRCM-a

OTPORNOST ZIĐA NA HORIZONTALNU POSMIČNU SILU - X SMJER												
$f_{vk,0}$	0.12	N/mm²	(za sve zidove isto)	γ_M	1.5	za seizmiku		MORT ZA ZIDANJE - vapno				
PRORAČUN ZIĐA NA HORIZONTALNU SILU:				FP_{RZ}	1.2	ag/g	0.183					
$f_{vk} = f_{vk,0} + 0{,}4 * \sigma_d$				Posmična čvrstoća ziđa		$\sigma_d = N_{Ed} / (L_c * d)$		Vertikalno naprezanje zida				
$V_{Rd} = (1/\gamma_M) * f_{vk} * L_c * d$				Posmična otpornost ziđa		$L_c = 3*[L/2 - (M_{Ed} / N_{Ed,min})] \leq L$		Tlačna duljina zida				
ZID	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	L [cm]	d [cm]	L_c [cm]	σ_d [kN/cm²]	f_{vk} [kN/cm²]	V_{Rd} [kN]	UVJET: $V_{Rd} > V_{Ed}$		V_{Rd} / V_{Ed} [%
X1-1	102	17	**32**	110	50	110	0.0185	0.0194	**59.3**	OK		185
X1-2	111	14	**40**	110	50	110	0.0202	0.0201	**61.3**	OK		153
X2-1	1080	338	**461**	602	69	602	0.0260	0.0224	**516.9**	OK		112
X2-2	331	183	**247**	240	69	194	0.0247	0.0219	**162.9**	NE ZADOVOLJAVA		66
X2-3	302	159	**239**	240	69	202	0.0217	0.0207	**160.1**	NE ZADOVOLJAVA		67
X3-1	286	63	**117**	160	70	160	0.0255	0.0222	**138.2**	OK		118
X3-2	1640	1580	**875**	630	80	630	0.0325	0.0250	**700.4**	NE ZADOVOLJAVA		80
X3-3	1279	791	**698**	625	85	625	0.0241	0.0216	**638.4**	NE ZADOVOLJAVA		91
X3-4	220	62	**118**	160	55	155	0.0257	0.0223	**105.9**	NE ZADOVOLJAVA		90
X3-5	562	610	**318**	275	85	87	0.0761	0.0424	**174.1**	NE ZADOVOLJAVA		55
X3-6	663	895	**476**	310	85	60	0.1300	0.0640	**181.3**	NE ZADOVOLJAVA		38
X3-7	672	854	**467**	310	85	84	0.0944	0.0498	**196.8**	NE ZADOVOLJAVA		42
X3-8	440	187	**219**	210	85	188	0.0276	0.0230	**204.0**	NE ZADOVOLJAVA		93
X4-1-C1_1	731	67	**501**	460	85	460	0.0187	0.0195	**423.1**	NE ZADOVOLJAVA		84
X13-4-C1_4	728	60	**501**	460	85	460	0.0186	0.0194	**422.4**	NE ZADOVOLJAVA		84
X5-1	321	78	**151**	140	80	137	0.0293	0.0237	**144.5**	NE ZADOVOLJAVA		96
X5-2	276	46	**113**	155	65	155	0.0274	0.0230	**128.5**	OK		114
X5-3	301	87	**238**	145	65	131	0.0354	0.0262	**123.6**	NE ZADOVOLJAVA		52
X6-1	154	6	**30**	170	90	170	0.0101	0.0160	**136.2**	OK		454
X11-1	150	6	**26**	170	90	170	0.0098	0.0159	**135.3**	OK		521
X12-1	201	35	**82**	140	35	140	0.0410	0.0284	**77.3**	NE ZADOVOLJAVA		94
X12-2	132	11	**58**	140	35	140	0.0269	0.0228	**62.0**	OK		107
X12-3	199	36	**107**	140	65	140	0.0219	0.0207	**104.9**	NE ZADOVOLJAVA		98
X12-4	93	10	**58**	140	65	140	0.0102	0.0161	**81.3**	OK		140
X14-1	298	61	**121**	185	60	185	0.0268	0.0227	**140.2**	OK		116
X14-2	1770	1365	**913**	680	80	680	0.0325	0.0250	**756.0**	NE ZADOVOLJAVA		83
X14-3	1354	1120	**755**	625	85	625	0.0255	0.0222	**655.1**	NE ZADOVOLJAVA		87
X14-4	211	93	**152**	175	60	130	0.0270	0.0228	**99.0**	NE ZADOVOLJAVA		65
X14-5	590	657	**329**	270	85	71	0.0979	0.0511	**171.3**	NE ZADOVOLJAVA		52
X14-6	650	811	**464**	310	85	91	0.0843	0.0457	**195.8**	NE ZADOVOLJAVA		42
X14-7	720	742	**449**	310	85	156	0.0544	0.0337	**248.3**	NE ZADOVOLJAVA		55
X14-8	461	172	**217**	210	85	203	0.0267	0.0227	**217.5**	OK		100
X15-1	1128	326	**485**	600	70	600	0.0269	0.0227	**530.7**	OK		109
X15-2	337	189	**265**	240	70	192	0.0251	0.0220	**164.4**	NE ZADOVOLJAVA		62
X15-3	311	155	**242**	240	70	210	0.0211	0.0204	**167.3**	NE ZADOVOLJAVA		69
		ΣV_{Ed}	**10564.0**					ΣV_{Rd}	**8484.5**		**Σ**	80
											min*1,25	48

PRORAČUNSKA OTPORNOST ZIĐA NA HORIZONTALNU POSMIČNU SILU - X SMJER - S ZATEGAMA

PRORAČUNSKA NOSIVOST ZIĐA S ARMATURNIM ZATEGAMA

$f_{vk} = f_{vk,0} + 0{,}4 * \sigma_d$	Posmična čvrstoća ziđa	$\sigma_d = N_{Ed} / (L_c * d)$	Vertikalno naprezanje zida
$V_{Rd} = (1/\gamma_M) * f_{vk} * L_c * d + Vrda$	Posmična otpornost ziđa	$L_c = 3 * [L/2 - (M_{Ed} / N_{Ed,min})] \leq L$	Tlačna duljina zida

ZID	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	L [cm]	d [cm]	L_c [cm]	σ_d [kN/cm²]	f_{vk} [kN/cm²]	V_{Rd} [kN]	UVJET: $V_{Rd} > V_{Ed}$	*zatege* V_{Rd} / V_{Ed} [%]
X1-1	102.0	17.0	**32.0**	110	50	110	0.0185	0.0194	**59.3**	**OK**	185
X1-2	111.0	14.0	**40.0**	110	50	110	0.0202	0.0201	**61.3**	**OK**	153
X2-1	1080.0	338.0	**461.0**	602	69	602	0.0260	0.0224	**779.1**	**OK**	169
X2-2	331.0	183.0	**247.0**	240	69	194	0.0247	0.0219	**337.6**	**OK**	137
X2-3	302.0	159.0	**239.0**	240	69	202	0.0217	0.0207	**334.8**	**OK**	140
X3-1	286.0	63.0	**117.0**	160	70	160	0.0255	0.0222	**225.6**	**OK**	193
X3-2	1640.0	1580.0	**875.0**	630	80	630	0.0325	0.0250	**700.4**	**NE ZADOVOLJAVA**	80
X3-3	1279.0	791.0	**698.0**	625	85	625	0.0241	0.0216	**900.6**	**OK**	129
X3-4	220.0	62.0	**118.0**	160	55	155	0.0257	0.0223	**193.3**	**OK**	164
X3-5	562.0	610.0	**318.0**	275	85	87	0.0761	0.0424	**261.5**	**NE ZADOVOLJAVA**	82
X3-6	663.0	895.0	**476.0**	310	85	60	0.1300	0.0640	**356.1**	**NE ZADOVOLJAVA**	75
X3-7	672.0	854.0	**467.0**	310	85	84	0.0944	0.0498	**371.6**	**NE ZADOVOLJAVA**	80
X3-8	440.0	187.0	**219.0**	210	85	188	0.0276	0.0230	**291.4**	**OK**	133
X4-1-C1_1	731.0	67.0	**501.0**	460	85	460	0.0187	0.0195	**597.9**	**OK**	119
X13-4-C1_4	728.0	60.0	**501.0**	460	85	460	0.0186	0.0194	**597.2**	**OK**	119
X5-1	321.0	78.0	**151.0**	140	80	137	0.0293	0.0237	**231.8**	**OK**	154
X5-2	276.0	46.0	**113.0**	155	65	155	0.0274	0.0230	**215.9**	**OK**	191
X5-3	301.0	87.0	**238.0**	145	65	131	0.0354	0.0262	**211.0**	**NE ZADOVOLJAVA**	89
X6-1	154.0	6.0	**30.0**	170	90	170	0.0101	0.0160	**223.6**	**OK**	745
X11-1	150.0	6.0	**26.0**	170	90	170	0.0098	0.0159	**222.7**	**OK**	857
X12-1	201.0	35.0	**82.0**	140	35	140	0.0410	0.0284	**164.7**	**OK**	201
X12-2	132.0	11.0	**58.0**	140	35	140	0.0269	0.0228	**149.4**	**OK**	258
X12-3	199.0	36.0	**107.0**	140	65	140	0.0219	0.0207	**192.3**	**OK**	180
X12-4	93.0	10.0	**58.0**	140	65	140	0.0102	0.0161	**168.7**	**OK**	291
X14-1	298.0	61.0	**121.0**	185	60	185	0.0268	0.0227	**227.6**	**OK**	188
X14-2	1770.0	1365.0	**913.0**	680	80	680	0.0325	0.0250	**756.0**	**NE ZADOVOLJAVA**	83
X14-3	1354.0	1120.0	**755.0**	625	85	625	0.0255	0.0222	**917.2**	**OK**	121
X14-4	211.0	93.0	**152.0**	175	60	130	0.0270	0.0228	**186.4**	**OK**	123
X14-5	590.0	657.0	**329.0**	270	85	71	0.0979	0.0511	**258.7**	**NE ZADOVOLJAVA**	79
X14-6	650.0	811.0	**464.0**	310	85	91	0.0843	0.0457	**370.6**	**NE ZADOVOLJAVA**	80
X14-7	720.0	742.0	**449.0**	310	85	156	0.0544	0.0337	**335.7**	**NE ZADOVOLJAVA**	75
X14-8	461.0	172.0	**217.0**	210	85	203	0.0267	0.0227	**304.9**	**OK**	141
X15-1	1128.0	326.0	**485.0**	600	70	600	0.0269	0.0227	**792.8**	**OK**	163
X15-2	337.0	189.0	**265.0**	240	70	192	0.0251	0.0220	**339.2**	**OK**	128
X15-3	311.0	155.0	**242.0**	240	70	210	0.0211	0.0204	**342.1**	**OK**	141
		ΣV_{Ed}	**10564.0**					**ΣV_{Rd}**	**12679.3**	**Σ**	120
										min*1,25	93

PRORAČUN FRCM POJAČANJA								
γ_{Rd}		2	η	0.9	ε_{fd} [%]	1.035		
γ_m		1.5	E_f [MPa]	236000	TIP	C 170		
t_{vf} [mm]		0.048	α	1.5				
α_t		0.8	$\varepsilon_{lim,conv}$ [%]	1.15				
ZID	Potrebno ojačanje FRCM-om	h [cm] zida	Mjerodavna duljina za proračun [cm]	**0,5: jedan sloj s jedne strane zida 1: obostrano jedan sloj**	**FRCM $V_{f,t}$ [kN]**	***final*** **V_{Rd} / V_{Ed} [%]**	**UVJET: $V_{Rd} > V_{Ed}$**	
X1-1	**DA**	400	110	0.5	52	111	**OK**	
X1-2	**DA**	400	110	0.5	52	113	**OK**	
X2-1	**DA**	400	602	0.5	282	1061	**OK**	
X2-2	**DA**	400	240	0.5	113	450	**OK**	
X2-3	**DA**	400	240	0.5	113	447	**OK**	
X3-1	**DA**	400	160	0.5	75	301	**OK**	
X3-2	**DA**	400	630	0.5	295	996	**OK**	
X3-3	**DA**	400	625	0.5	293	1194	**OK**	
X3-4	**DA**	400	160	0.5	75	268	**OK**	
X3-5	**DA**	400	275	0.5	129	390	**OK**	
X3-6	**DA**	400	310	0.5	145	502	**OK**	
X3-7	**DA**	400	310	0.5	145	517	**OK**	
X3-8	**DA**	400	210	0.5	98	390	**OK**	
X4-1-C1_1	**DA**	400	460	0.5	216	814	**OK**	
X13-4-C1_4	**DA**	400	460	0.5	216	813	**OK**	
X5-1	**DA**	400	140	0.5	66	298	**OK**	
X5-2	**DA**	400	155	0.5	73	289	**OK**	
X5-3	**DA**	400	145	0.5	68	279	**OK**	
X6-1	**DA**	400	170	0.5	80	303	**OK**	
X11-1	**DA**	400	170	0.5	80	302	**OK**	
X12-1	**DA**	400	140	0.5	66	230	**OK**	
X12-2	**DA**	400	140	0.5	66	215	**OK**	
X12-3	**DA**	400	140	0.5	66	258	**OK**	
X12-4	**DA**	400	140	0.5	66	234	**OK**	
X14-1	**DA**	400	185	0.5	87	314	**OK**	
X14-2	**DA**	400	680	0.5	319	1075	**OK**	
X14-3	**DA**	400	625	0.5	293	1210	**OK**	
X14-4	**DA**	400	175	0.5	82	268	**OK**	
X14-5	**DA**	400	270	0.5	127	385	**OK**	
X14-6	**DA**	400	310	0.5	145	516	**OK**	
X14-7	**DA**	400	310	0.5	145	481	**OK**	
X14-8	**DA**	400	210	0.5	98	403	**OK**	
X15-1	**DA**	400	600	0.5	281	1074	**OK**	
X15-2	**DA**	400	240	0.5	113	452	**OK**	
X15-3	**DA**	400	240	0.5	113	455	**OK**	
					ΣV_{Rd}	**17409.9**	**Σ**	165

OTPORNOST ZIĐA NA HORIZONTALNU POSMIČNU SILU - Y SMJER

$f_{vk,0}$	0.12	N/mm²	(za sve zidove isto)	γ_M	1.5	za seizmiku		MORT ZA ZIDANJE - vapno
PRORAČUN ZIĐA NA HORIZONTALNU SILU:				FP_{RZ}	1.2	ag/g	0.259	
$f_{vk} = f_{vk,0} + 0{,}4 * \sigma_d$			Posmična čvrstoća ziđa			$\sigma_d = N_{Ed} / (L_c * d)$		Vertikalno naprezanje zida
$V_{Rd} = (1/\gamma_M) * f_{vk} * L_c * d$			Posmična otpornost ziđa			$L_c = 3*[L/2 - (M_{Ed} / N_{Ed,min})] \le L$		Tlačna duljina zida

ZID	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	L [cm]	d [cm]	L_c [cm]	σ_d [kN/cm²]	f_{vk} [kN/cm²]	V_{Rd} [kN]	UVJET: $V_{Rd} > V_{Ed}$	V_{Rd} / V_{Ed} [%]
Y1-1	1788	3559	**1009**	580	85	273	0.0771	0.0428	**551.9**	NE ZADOVOLJAVA	55
Y1-2	1843	3655	**1068**	580	85	275	0.0788	0.0435	**565.4**	NE ZADOVOLJAVA	53
Y1-3	498	345	**258**	238	85	149	0.0393	0.0277	**195.2**	NE ZADOVOLJAVA	76
Y1-4	569	322	**423**	207	85	141	0.0476	0.0310	**206.2**	NE ZADOVOLJAVA	49
Y1-5	596	365	**395**	205	85	124	0.0566	0.0347	**202.6**	NE ZADOVOLJAVA	51
Y1-6	556	365	**297**	238	85	160	0.0409	0.0283	**214.3**	NE ZADOVOLJAVA	72
Y6-1	1027	1427	**560**	385	85	161	0.0752	0.0421	**319.3**	NE ZADOVOLJAVA	57
Y6-2	1078	1414	**768**	385	85	184	0.0689	0.0396	**343.8**	NE ZADOVOLJAVA	45
Y6-3	800	223	**469**	360	85	360	0.0261	0.0225	**381.8**	NE ZADOVOLJAVA	81
Y6-4	800	330	**717**	360	85	360	0.0261	0.0225	**381.8**	NE ZADOVOLJAVA	53
Y8-1	243	60	**101**	170	80	170	0.0179	0.0191	**144.7**	OK	143
Y8-2	323	98	**183**	170	80	164	0.0246	0.0218	**159.2**	NE ZADOVOLJAVA	87
Y9-1	230	118	**186**	265	50	244	0.0189	0.0196	**132.3**	NE ZADOVOLJAVA	71
Y10-1	229	141	**210**	265	50	213	0.0215	0.0206	**121.8**	NE ZADOVOLJAVA	58
Y11-1	246	72	**119**	170	80	167	0.0184	0.0194	**143.8**	OK	121
Y11-2	335	121	**150**	170	80	147	0.0286	0.0234	**152.7**	OK	102
Y12-1	405	171	**302**	255	85	255	0.0187	0.0195	**234.5**	NE ZADOVOLJAVA	78
Y12-2	414	185	**335**	255	85	248	0.0196	0.0198	**232.8**	NE ZADOVOLJAVA	69
Y14-1	749	920	**626**	430	85	277	0.0319	0.0247	**323.1**	NE ZADOVOLJAVA	52
Y14-2	762	937	**635**	430	85	276	0.0325	0.0250	**325.8**	NE ZADOVOLJAVA	51
X-C1_2	285	100	**256**	205	85	202	0.0166	0.0186	**177.9**	NE ZADOVOLJAVA	70
X-C1_3	285	100	**256**	205	85	202	0.0166	0.0186	**177.9**	NE ZADOVOLJAVA	70
		ΣV_{Ed}	**9323.0**					ΣV_{Rd}	**5688.8**	Σ	61
										min*1,25	56

PRORAČUNSKA OTPORNOST ZIĐA NA HORIZONTALNU POSMIČNU SILU - Y SMJER S ZATEGAMA

PRORAČUNSKA NOSIVOST ZIĐA

$f_{vk} = f_{vk,0} + 0{,}4 * \sigma_d$			Posmična čvrstoća ziđa			$\sigma_d = N_{Ed} / (L_c * d)$		Vertikalno naprezanje zida
$V_{Rd} = (1/\gamma_M) * f_{vk} * L_c * d$			Posmična otpornost ziđa			$L_c = 3*[L/2 - (M_{Ed} / N_{Ed,min})] \le L$		Tlačna duljina zida

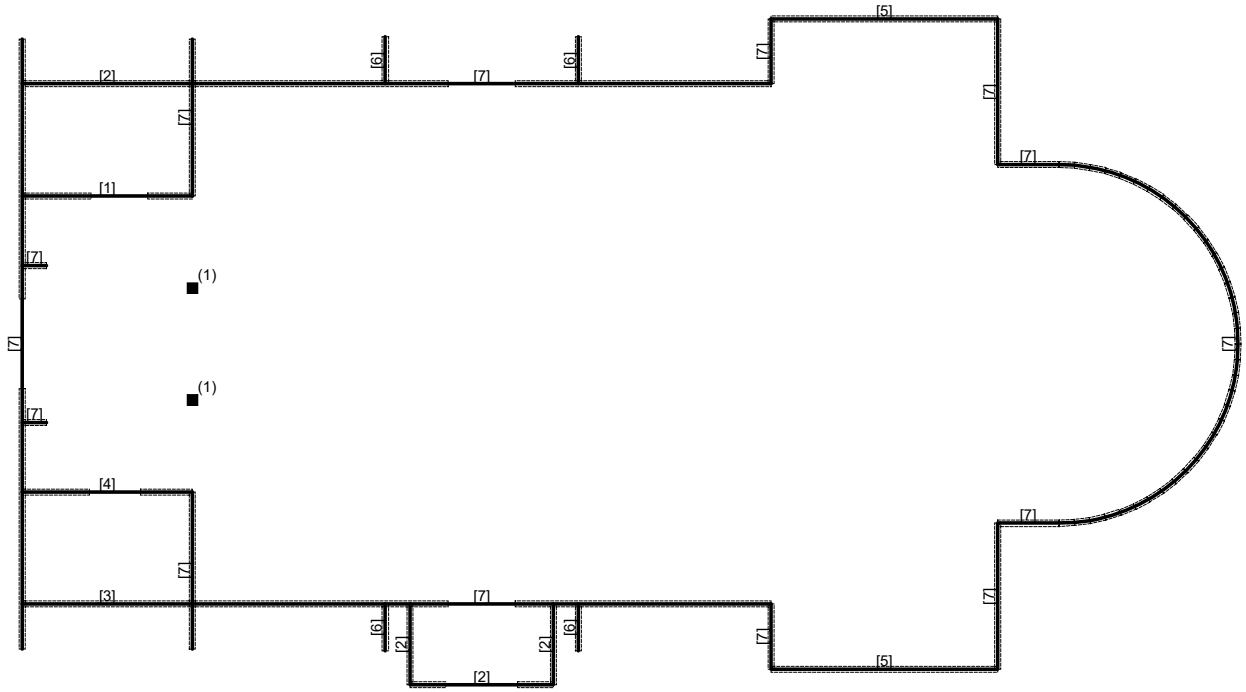
ZID	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	L [cm]	d [cm]	L_c [cm]	σ_d [kN/cm²]	f_{vk} [kN/cm²]	V_{Rd} [kN]	UVJET: $V_{Rd} > V_{Ed}$	*zatege* V_{Rd} / V_{Ed} [%]
Y1-1	1788.0	3559	**1009**	580	85	273	0.0771	0.0428	**814.1**	NE ZADOVOLJAVA	81
Y1-2	1843.0	3655	**1068**	580	85	275	0.0788	0.0435	**827.6**	NE ZADOVOLJAVA	77
Y1-3	498.0	345	**258**	238	85	149	0.0393	0.0277	**370.0**	OK	143
Y1-4	569.0	322	**423**	207	85	141	0.0476	0.0310	**381.0**	NE ZADOVOLJAVA	90
Y1-5	596.0	365	**395**	205	85	124	0.0566	0.0347	**377.4**	NE ZADOVOLJAVA	96
Y1-6	556.0	365	**297**	238	85	160	0.0409	0.0283	**389.0**	OK	131
Y6-1	1027.0	1427	**560**	385	85	161	0.0752	0.0421	**494.0**	NE ZADOVOLJAVA	88
Y6-2	1078.0	1414	**768**	385	85	184	0.0689	0.0396	**606.0**	NE ZADOVOLJAVA	79
Y6-3	800.0	223	**469**	360	85	360	0.0261	0.0225	**556.6**	OK	119
Y6-4	800.0	330	**717**	360	85	360	0.0261	0.0225	**556.6**	NE ZADOVOLJAVA	78
Y8-1	243.0	60	**101**	170	80	170	0.0179	0.0191	**232.1**	OK	230
Y8-2	323.0	98	**183**	170	80	164	0.0246	0.0218	**246.6**	OK	135
Y9-1	230.0	118	**186**	265	50	244	0.0189	0.0196	**219.7**	OK	118
Y10-1	229.0	141	**210**	265	50	213	0.0215	0.0206	**209.2**	NE ZADOVOLJAVA	100
Y11-1	246.0	72	**119**	170	80	167	0.0184	0.0194	**231.2**	OK	194
Y11-2	335.0	121	**150**	170	80	147	0.0286	0.0234	**240.0**	OK	160
Y12-1	405.0	171	**302**	255	85	255	0.0187	0.0195	**409.3**	OK	136
Y12-2	414.0	185	**335**	255	85	248	0.0196	0.0198	**407.6**	OK	122
Y14-1	749.0	920	**626**	430	85	277	0.0319	0.0247	**585.3**	NE ZADOVOLJAVA	93
Y14-2	762.0	937	**635**	430	85	276	0.0325	0.0250	**588.0**	NE ZADOVOLJAVA	93
X-C1_2	285.0	100	**256**	205	85	202	0.0166	0.0186	**265.3**	OK	104
X-C1_3	285.0	100	**256**	205	85	202	0.0166	0.0186	**265.3**	OK	104
		ΣV_{Ed}	**9323.0**					ΣV_{Rd}	**9271.8**	Σ	99
										min*1,25	97

PRORAČUN FRCM POJAČANJA								
γ_{Rd}		2	η	0.9	ε_{fd} [%]	1.035		
γ_m		1.5	E_f [MPa]	236000	TIP	C 170		
t_{vf} [mm]		0.048	α	1.5				
α_t		0.8	$\varepsilon_{lim,conv}$ [%]	1.15				
ZID	Potrebno ojačanje FRCM-om	h [cm] zida	Mjerodavna duljina za proračun [cm]	**0,5: jedan sloj s jedne strane zida 1: obostrano jedan sloj**	**FRCM $V_{f,t}$ [kN]**	***final*** **V_{Rd} / V_{Ed} [%]**	**UVJET: $V_{Rd} > V_{Ed}$**	
Y1-1	**DA**	400	580	0.5	272	1086	**OK**	
Y1-2	**DA**	400	580	0.5	272	1100	**OK**	
Y1-3	**DA**	400	238	0.5	112	482	**OK**	
Y1-4	**DA**	400	207	0.5	97	478	**OK**	
Y1-5	**DA**	400	205	0.5	96	474	**OK**	
Y1-6	**DA**	400	238	0.5	112	501	**OK**	
Y6-1	**DA**	400	385	0.5	181	675	**OK**	
Y6-2	**DA**	400	385	0.5	181	787	**OK**	
Y6-3	**DA**	400	360	0.5	169	725	**OK**	
Y6-4	**DA**	400	360	0.5	169	725	**OK**	
Y8-1	**DA**	400	170	0.5	80	312	**OK**	
Y8-2	**DA**	400	170	0.5	80	326	**OK**	
Y9-1	**DA**	400	265	0.5	124	344	**OK**	
Y10-1	**DA**	400	265	0.5	124	333	**OK**	
Y11-1	**DA**	400	170	0.5	80	311	**OK**	
Y11-2	**DA**	400	170	0.5	80	320	**OK**	
Y12-1	**DA**	400	255	0.5	120	529	**OK**	
Y12-2	**DA**	400	255	0.5	120	527	**OK**	
Y14-1	**DA**	400	430	0.5	202	787	**OK**	
Y14-2	**DA**	400	430	0.5	202	790	**OK**	
X-C1_2	**DA**	400	205	0.5	96	361	**OK**	
X-C1_3	**DA**	400	205	0.5	96	361	**OK**	
					ΣV_{Rd}	**12333.3**	**Σ**	132

Zaključak: Zidani zidovi ojačani s čeličnim zategama i FRCM sustavom imaju dovoljnu nosivost da zadovolje traženu razinu otpornosti.

KONTROLA NAPREZANJA TEMELJNE KONSTRUKCIJE

Prikaz širine temeljnih traka i naprezanja



Nivo: Poz 000 - Temelji [0.00 m]

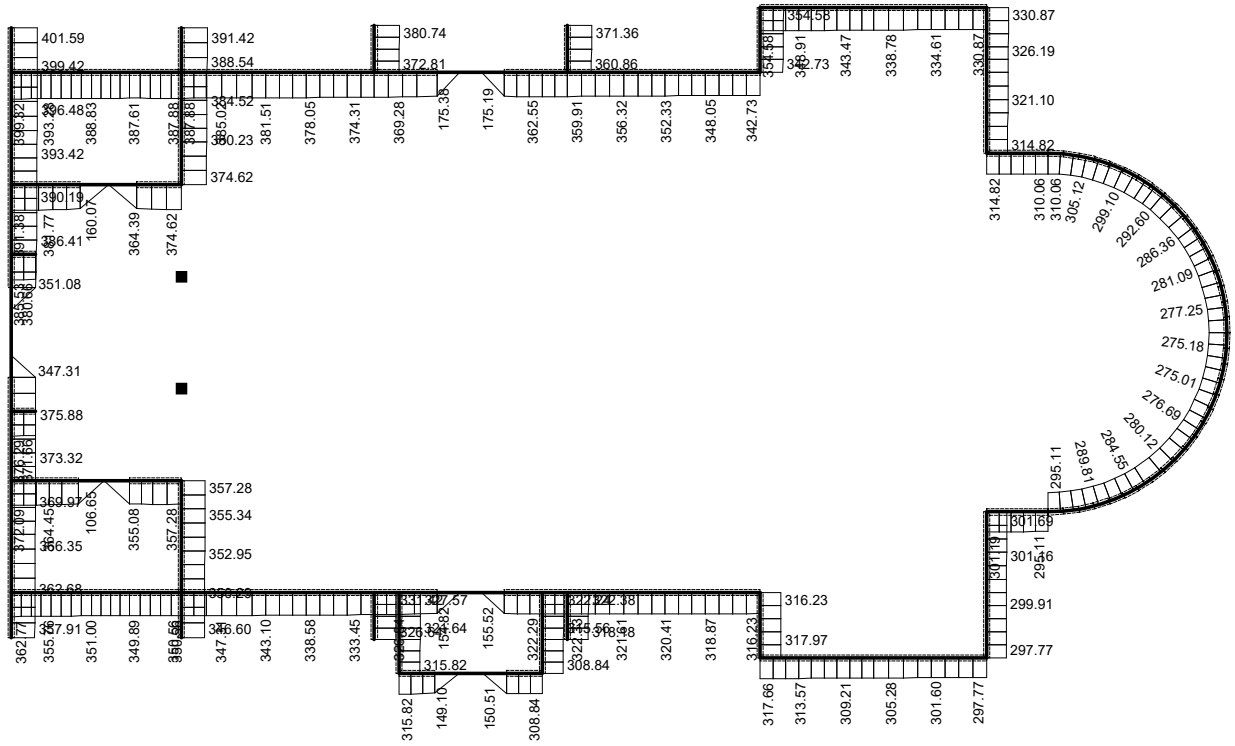
Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4		0.500
2	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4		0.650
3	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4		0.700
4	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4		0.800
5	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4		0.850
6	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4		0.950
7	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4		1.000

Setovi točkastih ležajeva

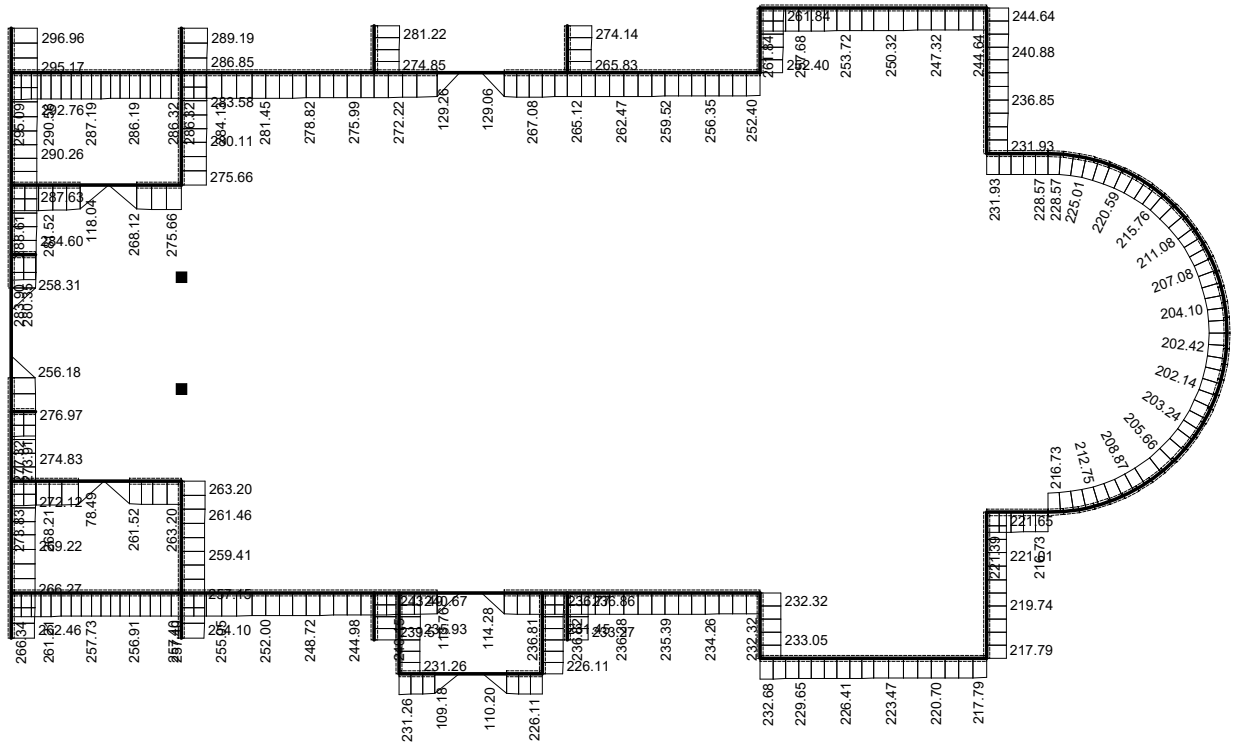
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4			

Opt. 13: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.9xV



Nivo: Poz 000 - Temelji [0.00 m]
Utjecaji u lin. ležaju: max σ,tla= 401.59 / min σ,tla= -0.00 kN/m²

Opt. 10: I+II+III



Nivo: Poz 000 - Temelji [0.00 m]
Utjecaji u lin. ležaju: max σ,tla= 296.96 / min σ,tla= -0.00 kN/m²

C.4.2 NELINEARNI PRORAČUN POJAČANE KONSTRUKCIJE CRKVE PUSHOVER METODOM

C.4.2.1 OPĆENITO O NELINEARNOM PRORAČUNU PUSHOVER ANALIZOM

Nelinearna se statička pushover analiza provodi po sljedećim koracima:

1. Transformacija višestupanjskog sustava (VS) na jednostupanjski sustav (JS)

Pretpostavlja se sljedeći odnos normaliziranih bočnih sila F_i i normaliziranih pomaka Φ_i:

$\overline{F}_i = m_i \times \Phi_i$

gdje je m_i masa na i-tom katu.

Pomaci se normaliziraju tako da je $\Phi_n = 1$, gdje je n kontrolni čvor (obično n označuje razinu krova), pa vrijedi:

$F_n = m_n$

Masa istovrijednoga sustava s jednim stupnjem slobode m* određuje se izrazom:

$m^* = \sum(m_i \times \Phi_i) = \sum \overline{F}_i$

Faktor pretvorbe dan je izrazom:

$\Gamma = m^*/\sum(m_i \times \Phi_i^2) = \sum \overline{F}_i/\sum(\overline{F}_i^2/m_i)$

Sila F* i pomak d* istovrijednoga sustava s jednim stupnjem slobode proračunaju se iz:

$F^* = F_b/\Gamma$

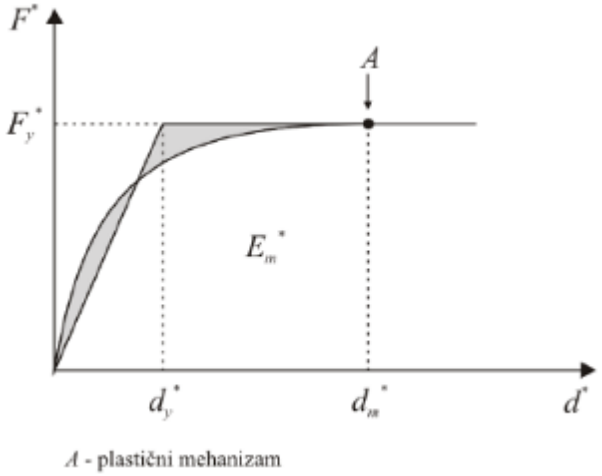
$d^* = d_n/\Gamma$

gdje je F_b poprečna sila u podnožju, a d_n pomak kontrolnoga čvora sustava s više stupnjeva slobode.

2. Određivanje idealiziranog (ekvivalentnog) elastoplastičnog dijagrama

Sila pri popuštanju F_y^* koja ujedno predstavlja graničnu čvrstoću idealiziranoga sustava jednaka je poprečnoj sili u podnožju pri stvaranju plastičnoga mehanizma.

Početna krutost idealiziranog sustava određuje se tako da su ploštine ispod stvarne i idealizirane krivulje sile-deformiranje jednake.



A - plastični mehanizam

Na temelju te pretpostavke pomak pri popuštanju idealiziranog JS-a d_y^* dan je izrazom:

$d_y^* = 2 \times (d_m^* - E_m^*/F_y^*)$

gdje je E_m^* stvarna energija deformiranja do početka stvaranja plastičnog mehanizma.

3. Određivanje perioda idealiziranog (ekvivalentnog) sustava

Period T* idealiziranog istovrijednog sustava s jednim stupnjem slobode određen je izrazom:

$T^* = 2\pi \times (m^* \times d_y^* / F_y^*)^{1/2}$

4. Određivanje ciljanog pomaka idealiziranog (ekvivalentnog) sustava

Ciljani pomak se definira kao pomak istovrijednog sustava s jednim stupnjem slobode izveden iz elastičnog spektra odziva.

Ciljani pomak konstrukcije s periodom T* s neograničenim elastičnim ponašanjem dan je izrazom:

$d_{et}^* = S_e(T^*) \times T^{*2} / 4\pi^2$

gdje je $S_e(T^*)$ elastični spektar odziva za ubrzanje za period T*.

- Za $T^* < T_C$ i $F_y^*/m^* \geq S_e(T^*)$ odziv je elastičan pa vrijedi:

  $d_t^* = d_{et}^*$

- Za $T^* < T_C$ i $F_y^*/m^* < S_e(T^*)$ odziv je nelinearan pa vrijedi:

  $d_t^* = d_{et}^* \times (T^* + (q_u - 1) \times T_C) / (q_u \times T^*)$

  tako da je $d_{et}^* \leq d_t^* \leq 3 \times d_{et}^*$

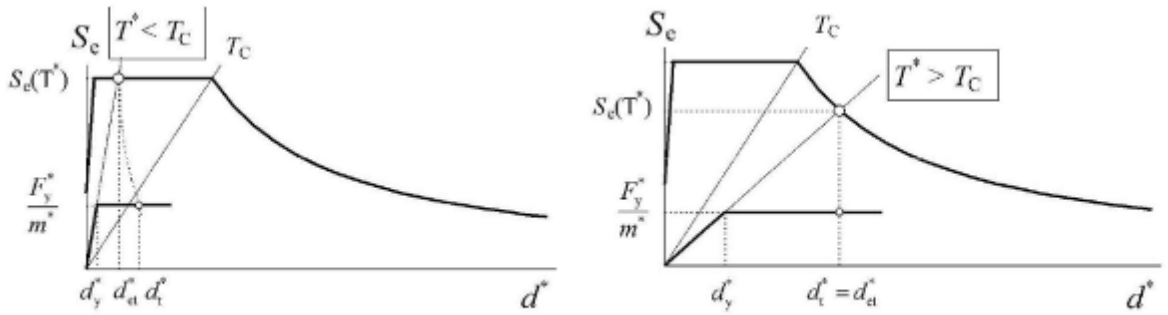
  Pri tome je q_u omjer ubrzanja konstrukcije s neograničenim elastičnim ponašanjem $S_e(T^*)$ i konstrukcije s ograničenom čvrstoćom F_y^*/m^*:

  $q_u = S_e(T^*) \times m^* / F_y^*$

- Za $T^* \geq T_C$ vrijedi:

  $d_t^* = d_{et}^*$

Ako je ciljani pomak d_t^* odreden po gornjim izrazima dosta različit od pomaka d_m^* koji je uzet za određivanje idealizirane perfektne elastoplastične ovisnosti sila – pomak, smije se upotrijebiti iterativni postupak. U novom se koraku ponovo određuje ovisnost sila – pomak, ali se za novi d_m^* uzme prethodno dobiveni d_t^* (i odgovarajući F_y^*).



a) kratkoperiodični raspon

b) srednje periodični i dugoperiodični raspon

5. Određivanje ciljanog pomaka višestupnjevnog sustava

Ciljani pomak za sustav s više stupnjeva slobode odgovara kontrolnom čvoru i dan je izrazom:

$d_t = \Gamma \times d_t^*$

6. Krivulja kapaciteta

Pushover analizom se određuje odnos izmedu poprečne sile u podnožju i kontrolnog pomaka (krivulja kapaciteta nosivosti) za različite zadane slučajeve te se vrijednost kontrolnog pomaka uspoređuje s ciljanim pomakom.

Kontrolni pomak (pomak kontrolnog čvora) uzima se u središtu mase krova zgrade i predstavlja karakteristiku konstrukcije.

Pri proračunu primjenjuju se dvije vertikalne raspodjele bočnih opterećenja:

- Jednolična raspodjela proporcionalna masama neovisno o visini $F_i = F_b \times m_i / \sum(m_j)$.
- „Modalna" raspodjela sila određena prema prvom tonu vibracija.

Bočna opterećenja djeluju na mjestima masa u modelu i zadaju se u dva okomita smjera. U obzir se uzima slučajna ekscentričnost $e_{ai} = \pm 0{,}05\ L_i$.

Modeliranje konstrukcije u programu 3muri

Modeliranje građevine vrši se umetanjem zidova izrađenih od konačnih makro elemenata. Razlikuju se deformabilni vertikalni zidani elementi (piers) i horizontalni zidani elementi (spandrel beams). Kruti čvorovi naznačeni su u područjima zida koja su obično manje izložena potresnim oštećenjima. Općenito, zidani elementi su postavljeni neprekinuto uz otvore, a kruti čvorovi su elementi koji ih međusobno spajaju. Ovako modelirana konstrukcija omogućava prepoznavanje mehanizama oštećenja, posmika u centralnom dijelu elementa ili tlaka/savijanja na rubovima elementa. Na ovaj je način razvoj oštećenja prilagođen realnom ponašanju konstrukcije.

Čvorovi modela su trodimenzionalni, s pet stupnjeva slobode (tri komponente pomaka i rotacija oko X i Y osi). Alternativno, postoje i dvodimenzionalni čvorovi s tri stupnja slobode (dva pomaka i rotacija ravnine zida). Trodimenzionalni se čvorovi koriste za prijenos djelovanja s jednog zida na drugi okomito postavljeni zid. Dvodimenzionalni čvorovi imaju stupnjeve slobode samo u ravnini zida, odnosno omogućavaju prijenos reznih sila između različitih točaka zida.

Horizontalna je konstrukcija modelirana pločastim elementima s tri čvora povezana sa zidovima preko trodimenzionalnih čvorovia. Na pod je moguće zadati stalna i uporabna opterećenja okomita na njegovu ravninu. Seizmička opterećenja djeluju u razini i u smjeru poda. Podni su konačni elementi definirani s aksijalnom krutošću, ali bez krutosti savijanja. To je zato što nas isključivo zanima prijenos horizontalnih opterećenja uslijed seizmičkog djelovanja.

Granična stanja za koja program omogućava provjeru građevine

LS of Near Collapse (NC) - Granično stanje blizu rušenja (BR)

Odgovara potpunom iskorištenju sposobnosti deformiranja konstrukcijskih elemenata.

Konstrukcija je teško oštećena s malom preostalom bočnom čvrstocom i krutošću iako vertikalni elementi još mogu nositi vertikalna opterecenja. Najveći broj nekonstrukcijskih dijelova je srušen. Postoje veliki trajni pomaci. Konstrukcija je blizu rušenja i vjerojatno ne bi preživjela idući potres, čak i umjerenog intenziteta.

Odgovarajuća razina zaštite postiže se odabirom povratnog razdoblja potresnog djelovanja na 2475 godina, koje odgovara vjerojatnosti premašaja od 2% u 50 godina.

Mora biti zadovoljen sljedeći uvjet:

$$d_t^{NC} \leq d_m^{NC}$$

gdje su d_t^{NC} – ciljani pomak određen iz elastičnog spektra
d_m^{NC} – maksimalni pomak konstrukcije za stanje BR

Računa se indeks rizika:

$$\alpha_{NC} = \frac{PGA_{CNC}}{PGA_{DNC}} \quad ;$$

gdje su PGA_{CNC} – akceleracija koja odgovara konstrukciji za stanje BR
PGA_{DNC} - a_{gR} za stanje BR

LS of Significant Damage (SD) - Granično stanje znatnog oštećenja (ZO)

Približno je istovrijedno s GSN u projektiranju novih konstrukcija.

Konstrukcija je znatno oštećena, ima izvjesnu preostalu bočnu čvrstocu i krutost, a vertikalni elementi mogu nositi vertikalna opterećenja. Nekonstrukcijski dijelovi su ošteceni premda pregrade i ispunski elementi nisu ispali iz vlastite ravnine. Postoje umjereni trajni pomaci. Konstrukcija može izdržati naknadni udar umjerenoga intenziteta. Vjerojatno bi popravak konstrukcije bio neekonomičan.

Odgovarajuća razina zaštite postiže se odabirom povratnog razdoblja potresnog djelovanja na 475 godina, koje odgovara vjerojatnosti premašaja od 10% u 50 godina.

Mora biti zadovoljen sljedeći uvjet:

$$d_t^{SD} \leq d_m^{SD}$$

gdje su d_t^{SD} – ciljani pomak određen iz elastičnog spektra
d_m^{SD} – maksimalni pomak konstrukcije za stanje ZO

Računa se indeks rizika:

$$\alpha_{SD} = \frac{PGA_{CSD}}{PGA_{DSD}} \quad ;$$

gdje su PGA_{CSD} – akceleracija koja odgovara konstrukciji za stanje ZO
PGA_{DSD} - a_{gR} za stanje ZO

LS of Damage Limitation (DL) - Granično stanje ograničenog oštećenja (00)

Konstrukcija je samo lagano oštećena s konstrukcijskim elementima koji nemaju znatno popuštanje i zadržali su svoju čvrstoću i krutost. Nekonstrukcijski dijelovi kao pregrade i ispunski elementi smiju imati raspodijeljene pukotine, ali se oštećenje može ekonomično popraviti. Stalni pomaci su zanemarivi. Nisu potrebni nikakvi popravci konstrukcije.

Prilagodba proračuna domaćim normama

Prema HRN EN 1998-3/NA porebno je, pri ocjenjivanju i obnovi postojećih zgrada, kontrolirati granično stanje znatnog oštećenja (ZO) za povratno razdoblje potresnog djelovanja od 475 godina, koje odgovara vjerojatnosti premašaja od 10% u 50 godina, i granično stanje ograničenog oštećenja (00) za povratno razdoblje potresnog djelovanja od 95 godina, koje odgovara vjerojatnosti premašaja od 10% u 10 godina.

S obzirom da program u krivuljama kapaciteta pokazuje samo vrijednosti d_t^{NC} i d_m^{NC} napravljen je prilagođen proračun za stanje BR (NC) koji odgovara stanju ZO (SD).

Za jednake parametre konstrukcije, te za jednako proračunsko ubrzanje tla (a_{gR}) i kategoriju tla, vrijedi:

$d_t^{NC} = d_t^{SD}$ i $d_m^{SD} = 0.75 \times d_m^{NC}$

pa uvjet za zadovoljenje stanja ZO (SD) postaje:

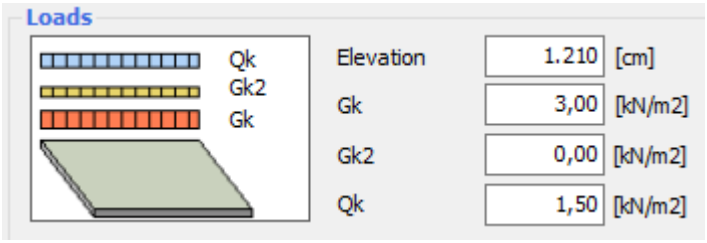
$1.33 \times d_t^{NC} \leq d_m^{NC}$.

C.4.2.2 NELINEARAN PRORAČUN POJAČANE KONSTRUKCIJE CRKVE NA PROSTORNOM MODELU

Slijedi prikaz i pojašnjenja opterećenja, karakteristika konstrukcije i karakteristika materijala zadanih u modelu konstrukcije.

Vertikalna opterećenja

Slijedi karakteristični prikaz zadanih površinskih vertikalnih opterećenja u razinama stropova.

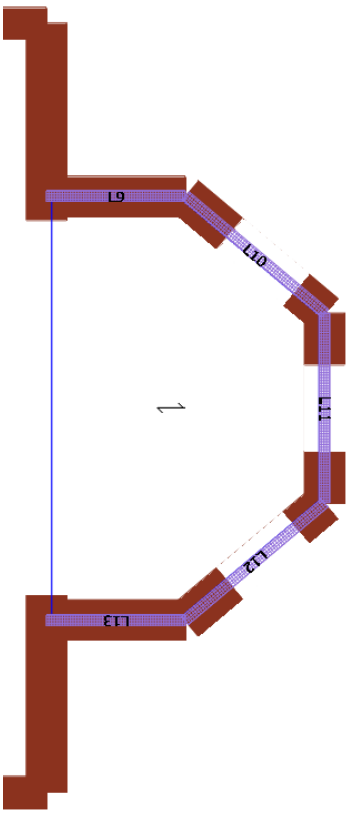


Karakteristično površinsko opterećenje stropova

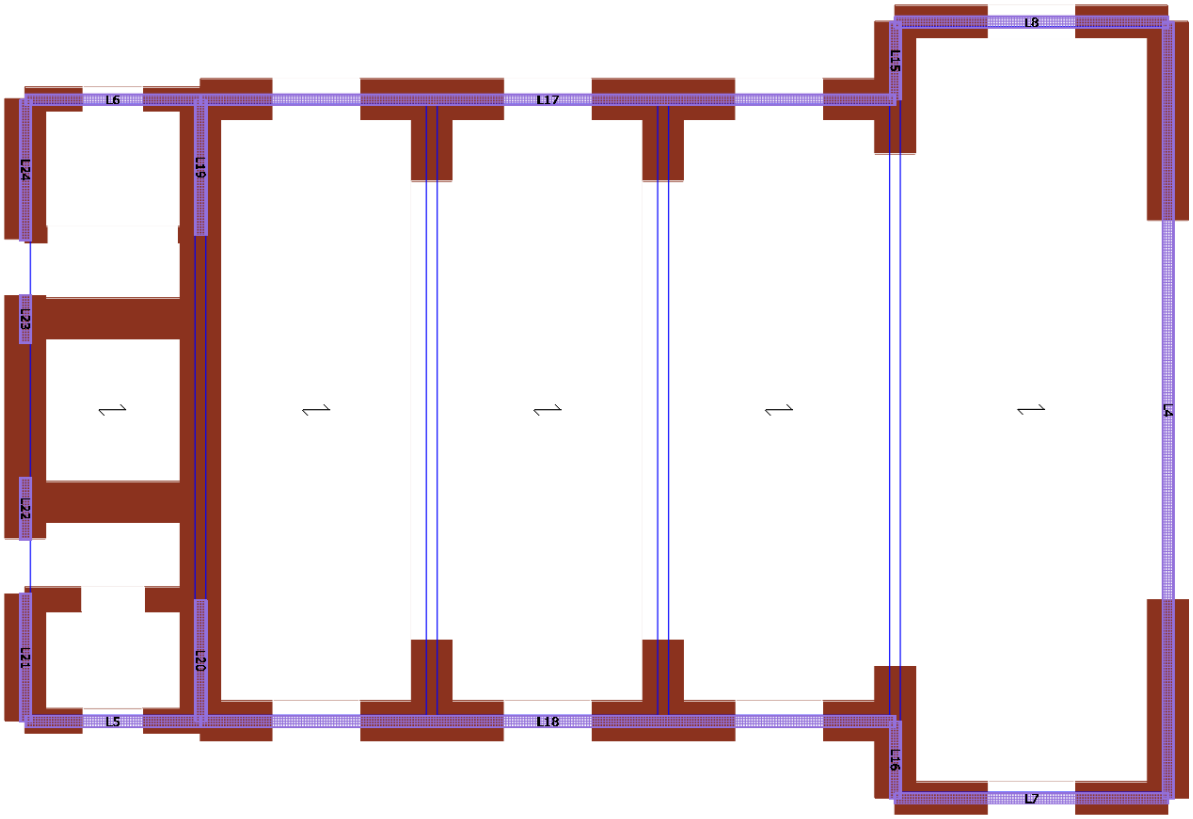
S obzirom da ukrućeni zvonik i krovna konstrukcija nisu mjerodavni kod globalne ocjene seizmičke otpornosti zidova, nisu posebno modelirani ni analizirani, nego su u modelima zadani kao vertikalno linijsko opterećenje po zidovima na koje se oslanjaju.

No.	Level	Type	Gk1
9	2	Linear	4
10	2	Linear	4
11	2	Linear	4
12	2	Linear	4
13	2	Linear	4
4	3	Linear	30
5	3	Linear	50
6	3	Linear	50
7	3	Linear	30
8	3	Linear	30
15	3	Linear	11
16	3	Linear	11
17	3	Linear	25
18	3	Linear	25
19	3	Linear	200
20	3	Linear	200
21	3	Linear	120
22	3	Linear	120
23	3	Linear	120
24	3	Linear	120

Vrijednosti linijskih opterećenja



Dispozicija linijskih opterećenja na razini 2



Dispozicija linijskih opterećenja na razini 3

Seizmičko opterećenje

Proračunsko ubrzanje tla za predmetnu građevinu je a_{gR} = 0.26×g = 2.55 m/s² (T_p = 475 godina).

Za razinu 3 seizmičke otpornosti građevina mora zadovoljiti granično stanje ZO za 75% proračunskog opterećenja, odnosno za ubrzanje tla 0.75×2.55 = 1.91 m/s²

Zadani su sljedeći seizmički parametri.

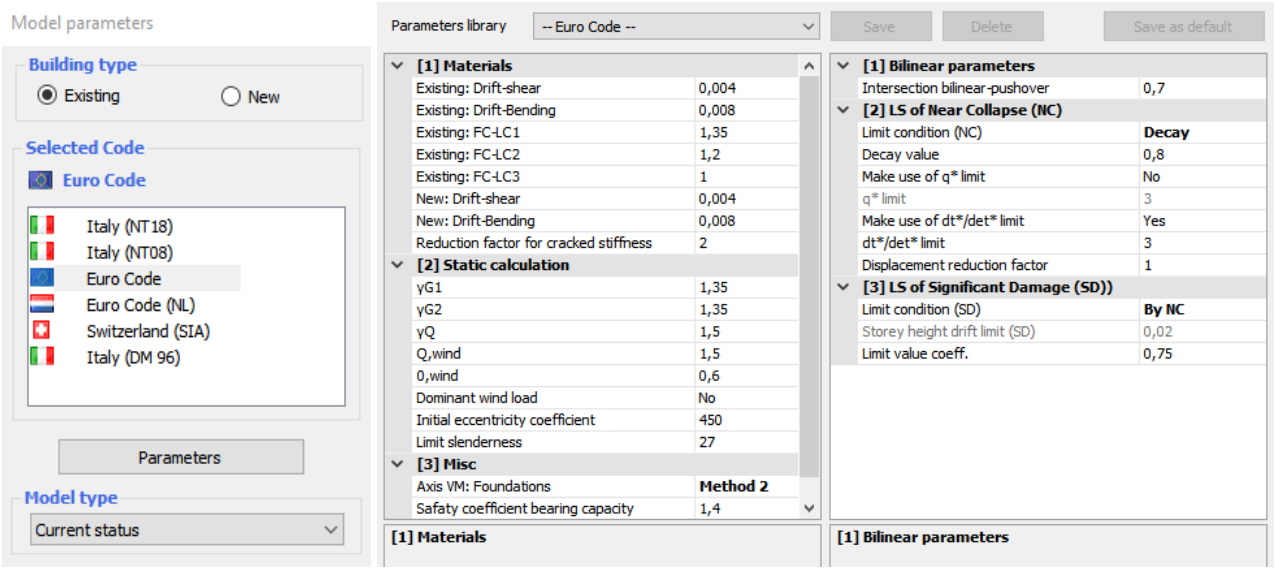
Spectrum Shape: Parametric

Spectrum Diagram

	NC	SD	DL
Verification	☑	☐	☐
a_{gR} [m/s²]	1,91	0,00	0,00
Soil type	C	C	C
S	1,15	1,15	1,15
T_B [s]	0,20	0,20	0,20
T_C [s]	0,60	0,60	0,60
T_D [s]	2,00	2,00	2,00

Importance Factor: 1,20

Normirani parametri za model



Karakteristike ziđa

Karakteristike ziđa dobivene su ispitivanjem ili su pretpostavljene na temelju podataka iz literature. Svi su proračuni rađeni s pretpostavkom da je ziđe injektirano.

E [N/mm2]	1500
G [N/mm2]	500
w [kg/m3]	1800
fm [N/mm2]	5
fvm0 [N/mm2]	0.12
fvlim [N/mm2]	2.2
fk [N/mm2]	4.2
FC	1.2
γm	1.5
Shear drift	0.004
Bending drift	0.008
ϕ ∞	0.5

Karakteristike ziđa od opeke

Karakteristike pojačanja zidanih zidova čeličnim šipkama

Tamo gdje nije moguće pojačati zidove FRCM-om obostrano, nego samo s vanjske strane, predviđeno je zidove dodatno pojačati šipkama od armaturnog čelika Ø16/100 cm.

S obzirom da program ne dopušta istovremeno zadavanje dviju vrsta pojačana (FRCM i armatura), odabrano je zadati obostrano pojačanje FRCM-om kod svih zidova. Takav je proračun na strani sigurnosti jer nosivost jednog sloja FRCM-a (Mapegrid C170) iznosi 47 kN/m, a nosivost armature Ø16 iznosi 87 kN/m.

Nosivost pojedinih zidova provjerena je zasebnim proračunom.

Karakteristike FRCM ojačanja zidanih zidova

Zadano je predviđeno FRCM pojačanje za zidove ili zidne segmente. Pojačanja je predviđeno koristiti i za zidove i za nadvoje u zidovima.

Reinforcement type	FRCM
Name	C170 1x2
Masonry	Staro kameno zide
Masonry type	Brick masonry
Exposure class	Internal
fbm [N/mm2]	15,0
fbtm [N/mm2]	1,0
Dist. application [cm]	0
Calculation coefficie...	
γ f,d	1,20
α	1,50
γ f	1,50
Shear drift	0,0060
Bending drift	0,0120
β	0,60

Opći parametri za FRCM ojačanja

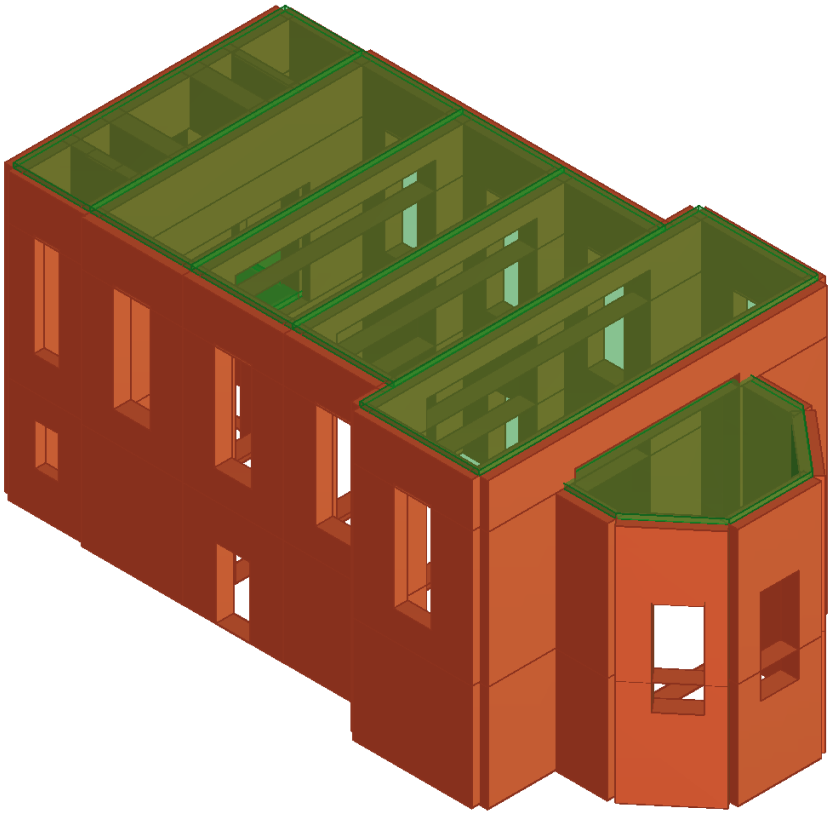
Effect typology	Shear +Bending
Application	Double side
Bending anchor	Efficacious
Layers number	1
tf [mm]	0,048
Area/m [mm2/m]	48,00
ηa	0,90
Ef [N/mm2]	236.000,00
ε fk [%]	0,00000
ε fd [%]	0,69000
f fdd [N/mm2]	1.628,40

Parametri za slučaj obostranog pojačanja jednim slojem

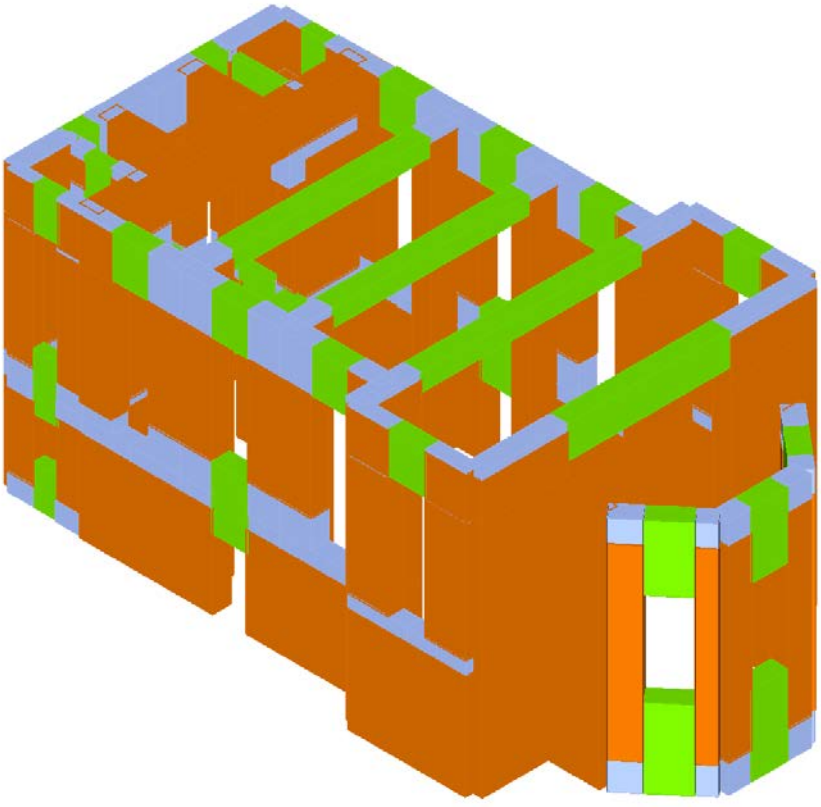
Karakteristike zadanih stropova

S obzirom da je predviđena izvedba prostorne čelične rešetkaste konstrukcije za ukrućenje zvonika i stropova crkve, u prostornom modelu za nelinearni proračun nisu modelirani zvonik i krovište nego su njihove težine zadane kao linijsko opterećenje na mjestima oslanjanja, a stropovi crkve su zadani kao kruti.

Prikaz 3D modela

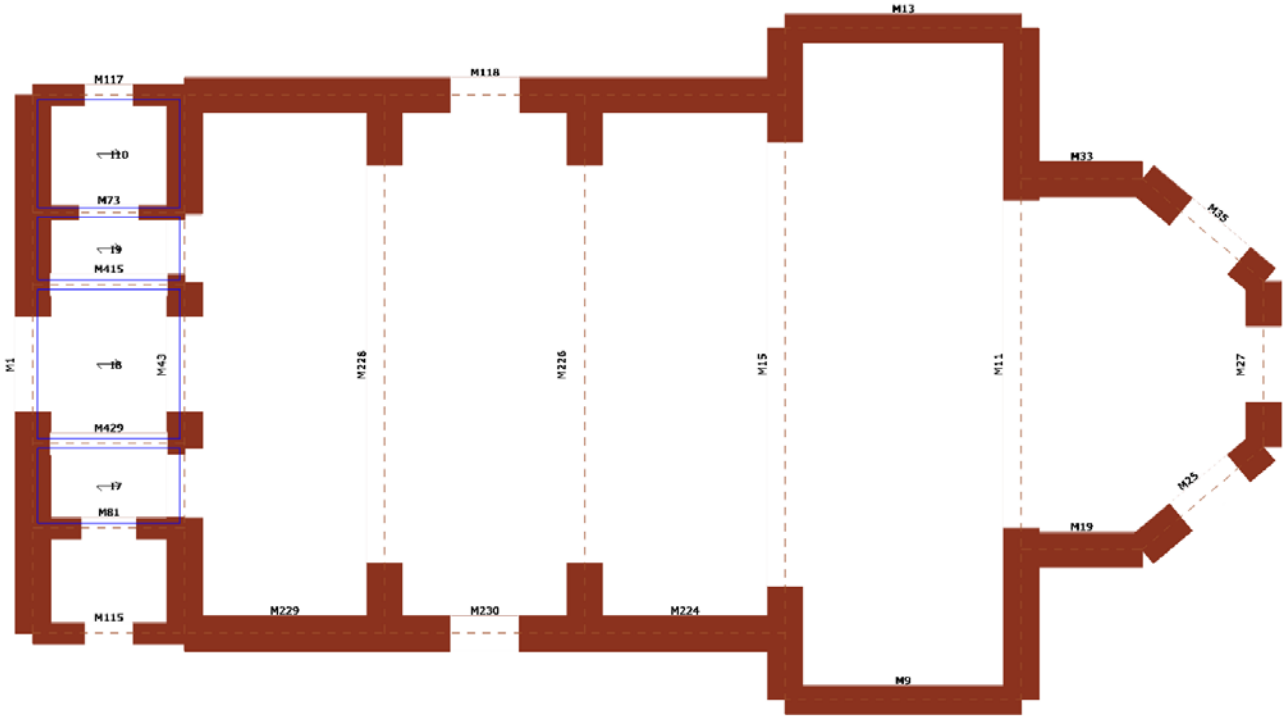


Konture zidova i stropova

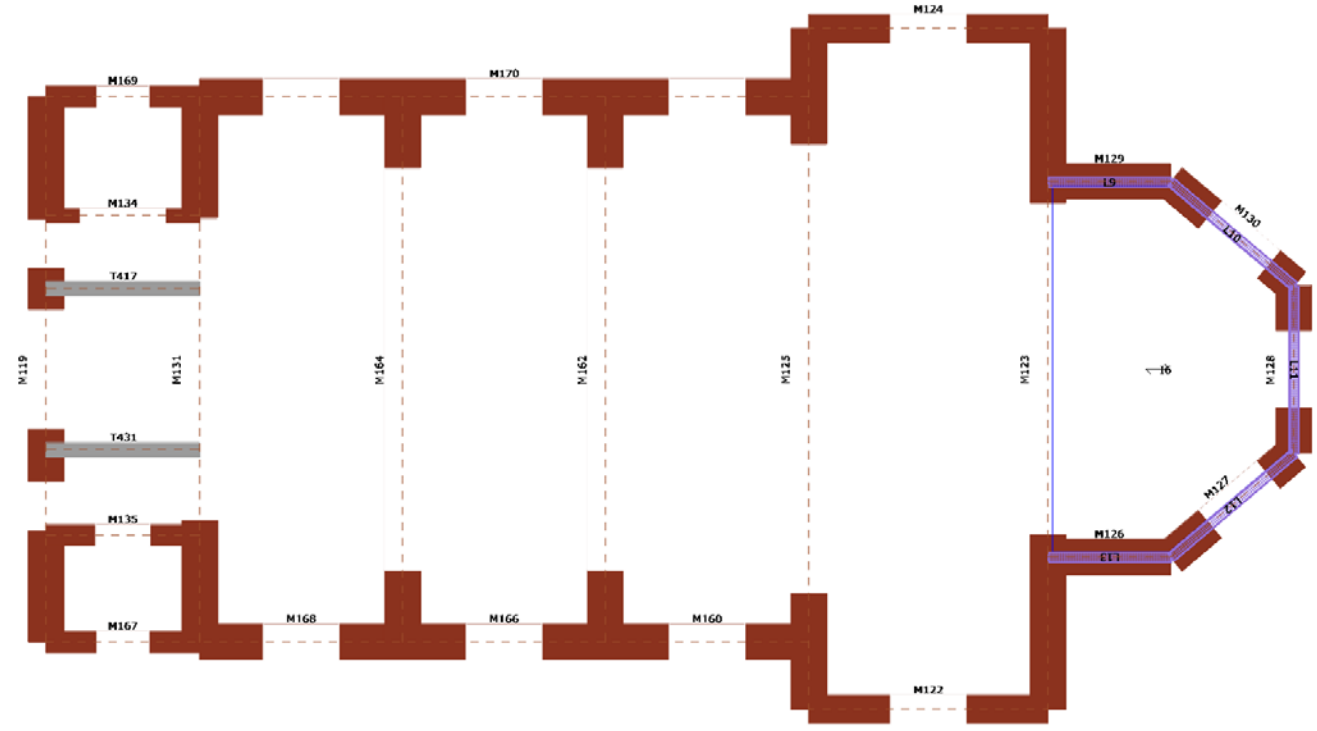


3D prikaz konačnih elemenata zidova

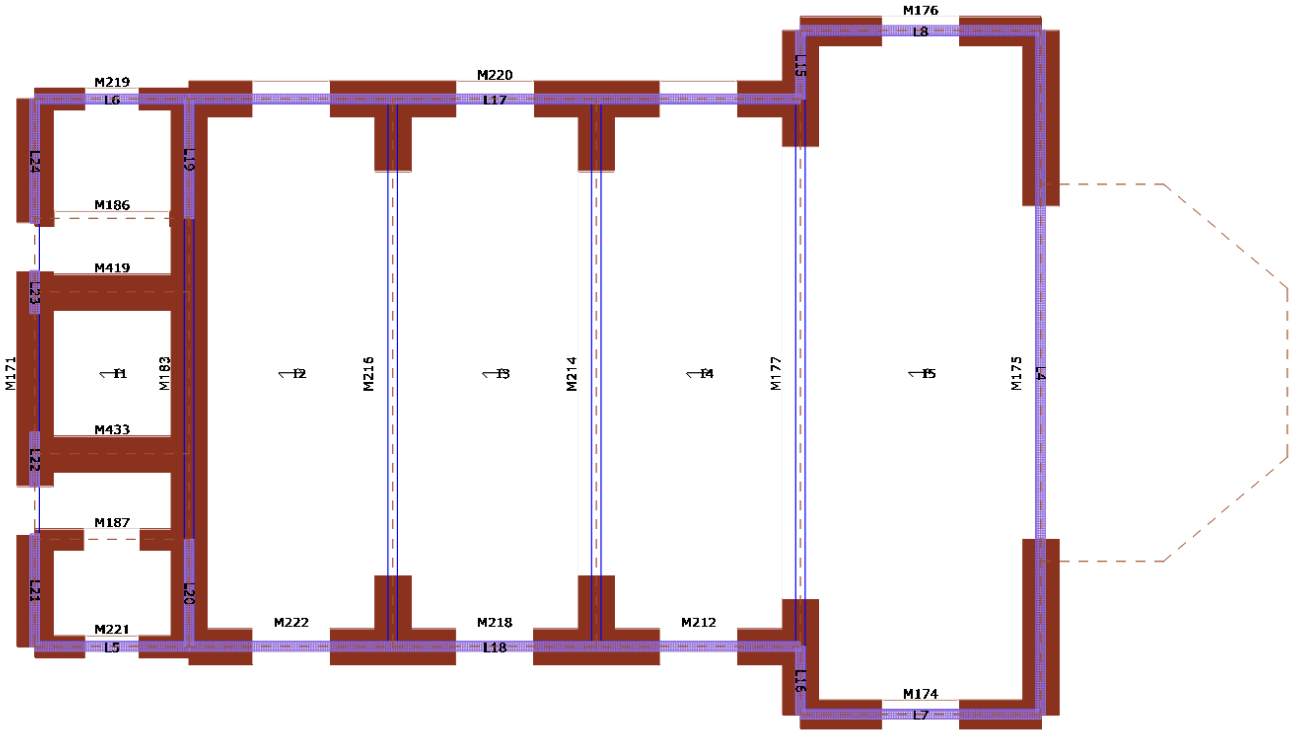
Prikazi modela u stropnim ravninama



Level plan 1 view



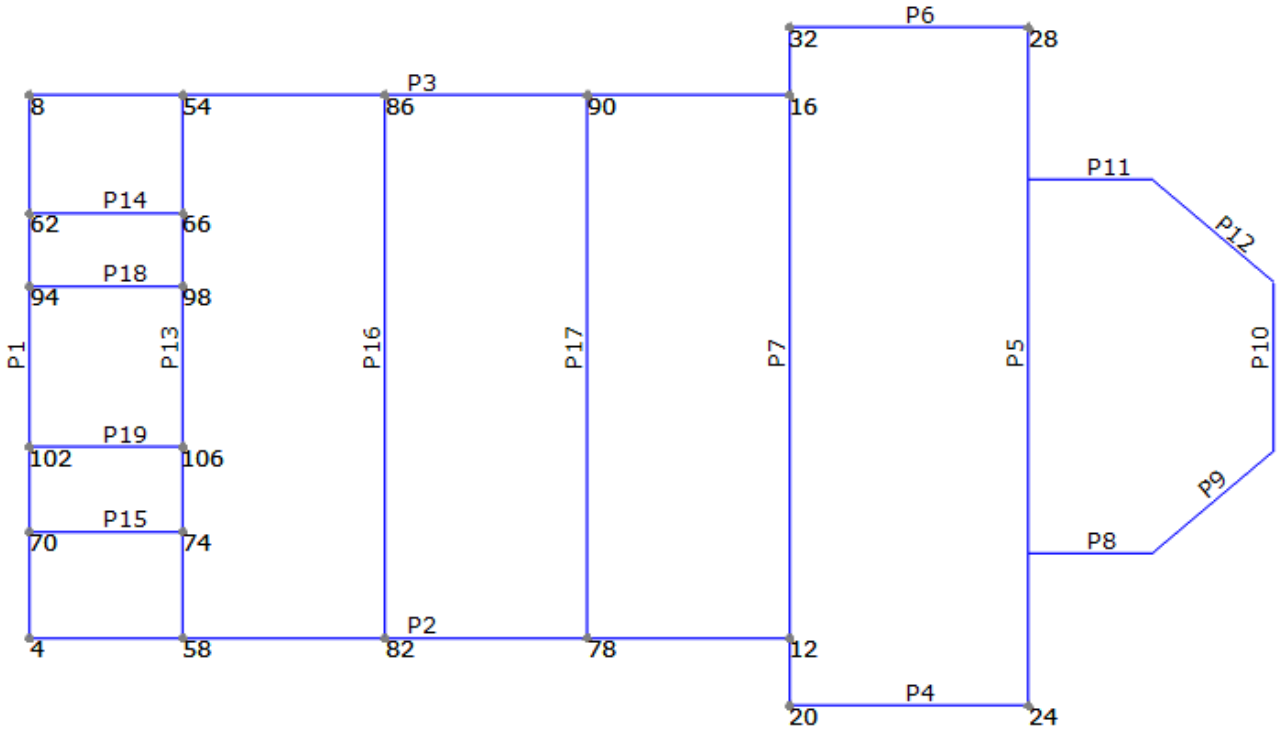
Level plan 2 view



Level plan 3 view

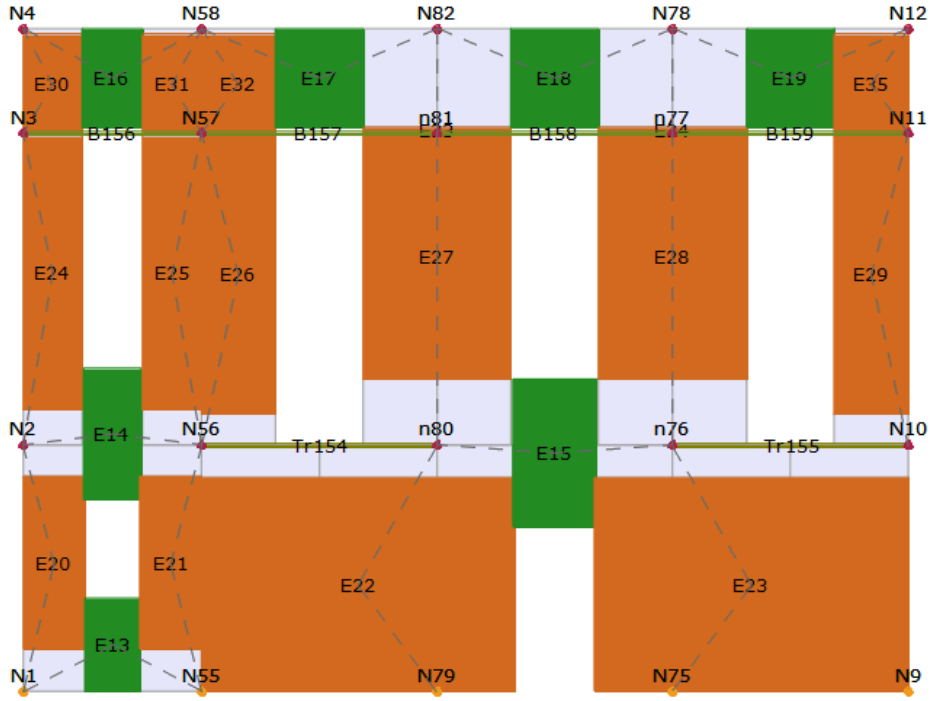
Prikaz modela u vertikalnim ravninama

Smjer X odgovara horizontalnom smjeru u dispoziciji, a smjer Y odgovara vertikalnom smjeru u dispoziciji.

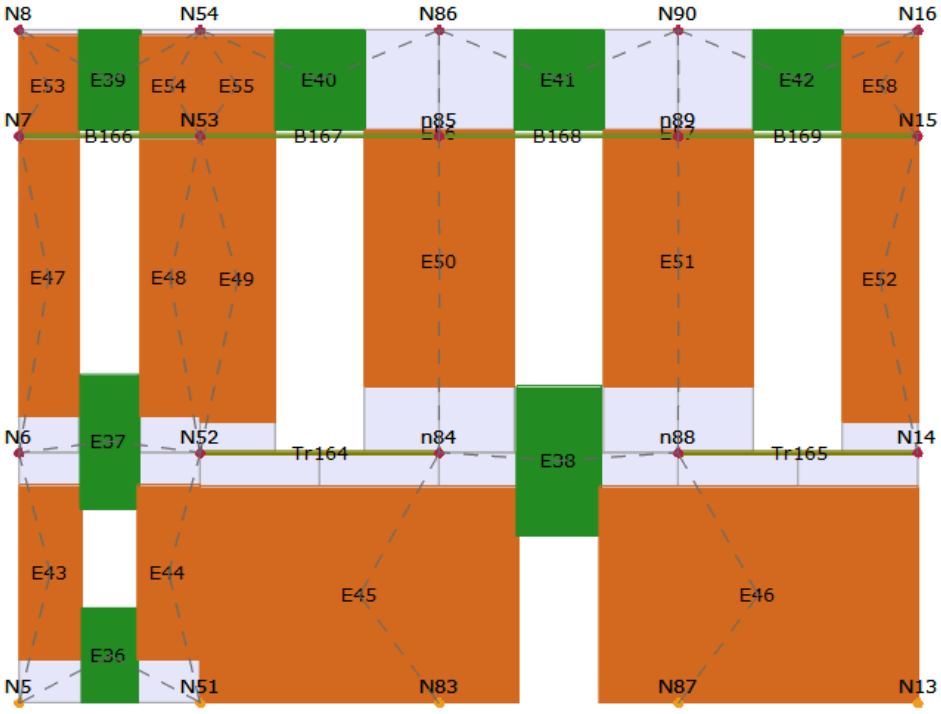


Dispozicija zidova

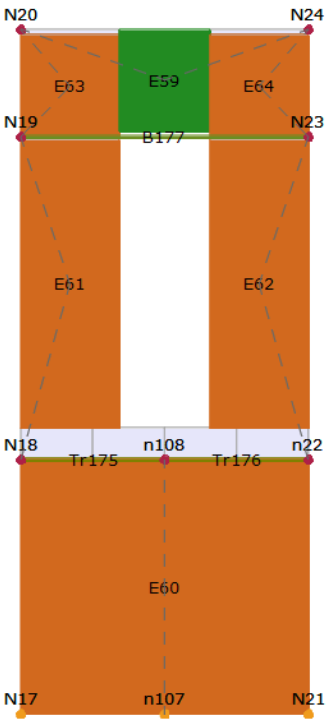
Karakteristični zidovi u smjeru X



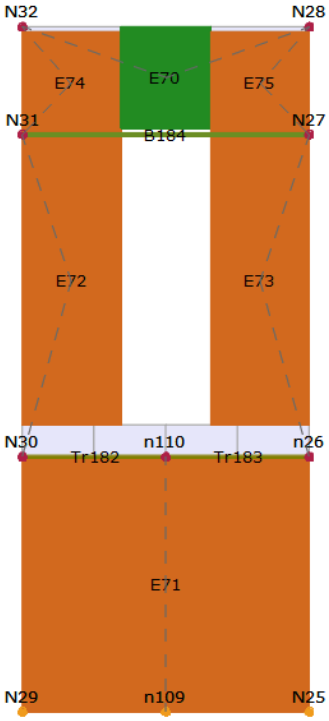
P2



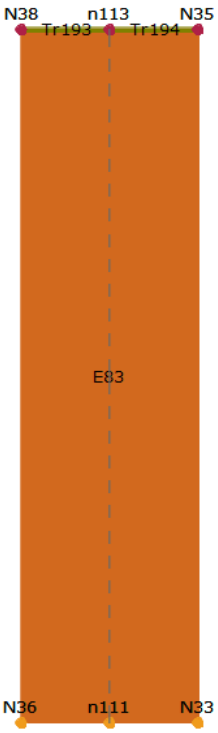
P3


N20
N24
E63
E59
E64
N19
N23
B177
E61
E62
N18
n108
n22
Tr175
Tr176
E60
N17
n107
N21

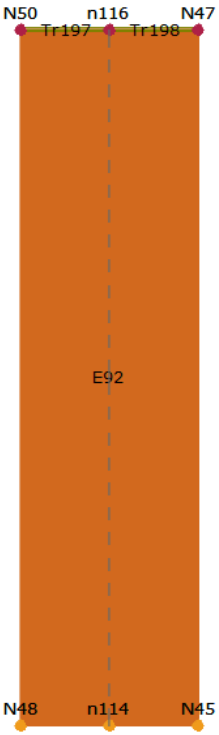
P4


N32
N28
E74
E70
E75
N31
N27
B184
E72
E73
N30
n110
n26
Tr182
Tr183
E71
N29
n109
N25

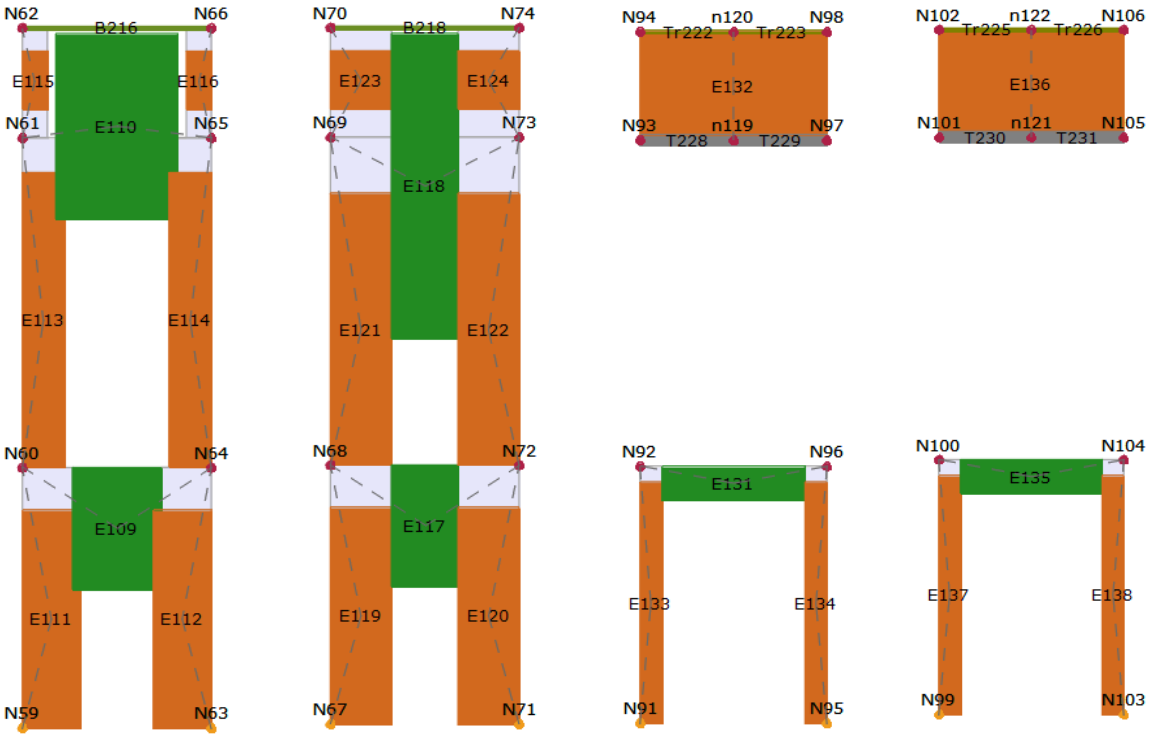
P6


N38
n113
N35
Tr193
Tr194
E83
N36
n111
N33

P8

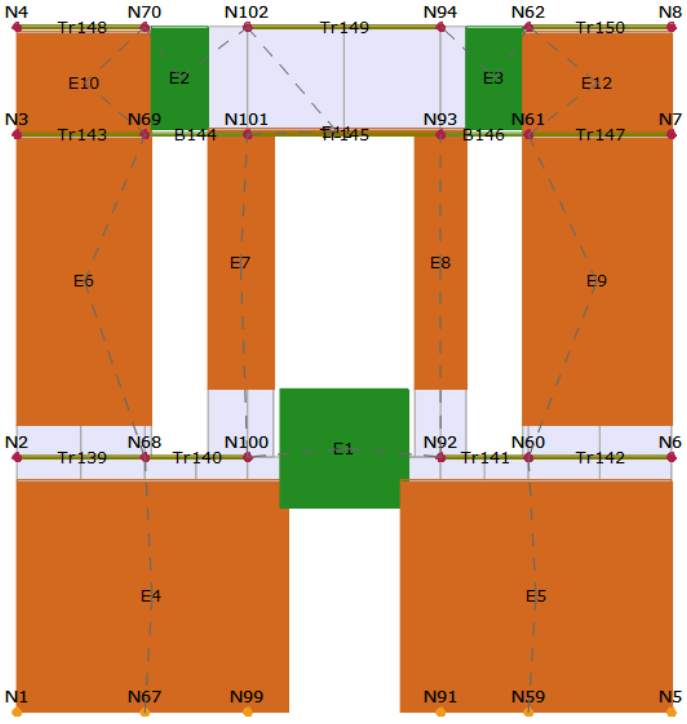

N50
n116
N47
Tr197
Tr198
E92
N48
n114
N45

P11

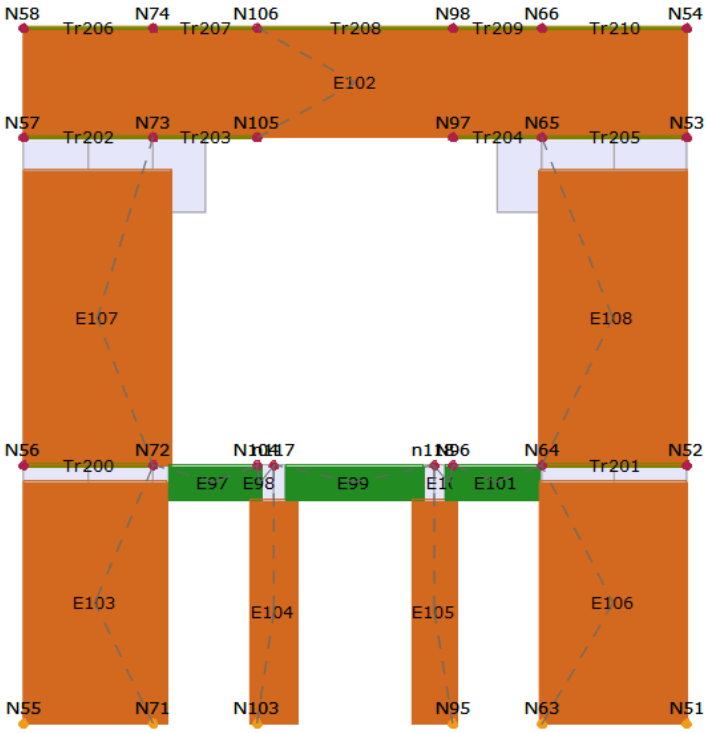


P14 *P15* *P18* *P19*

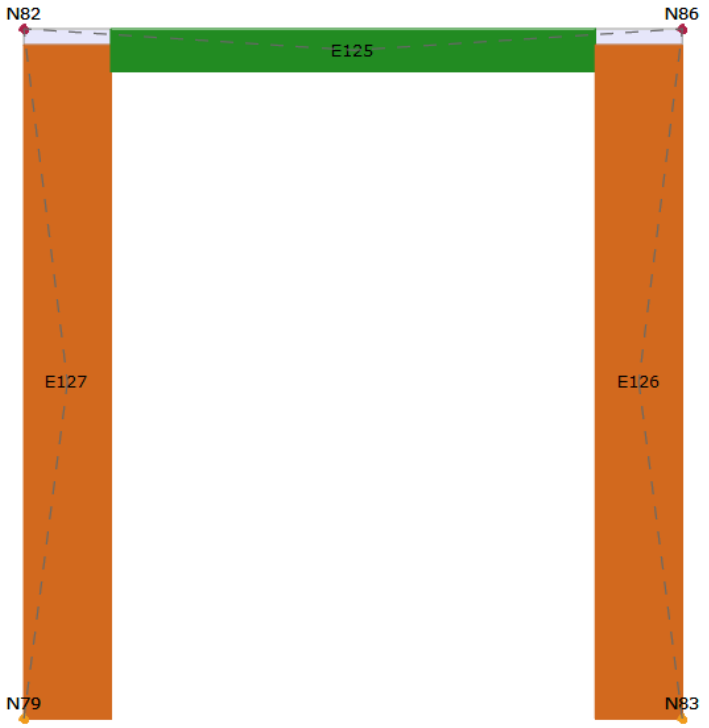
Karakteristični zidovi u smjeru Y



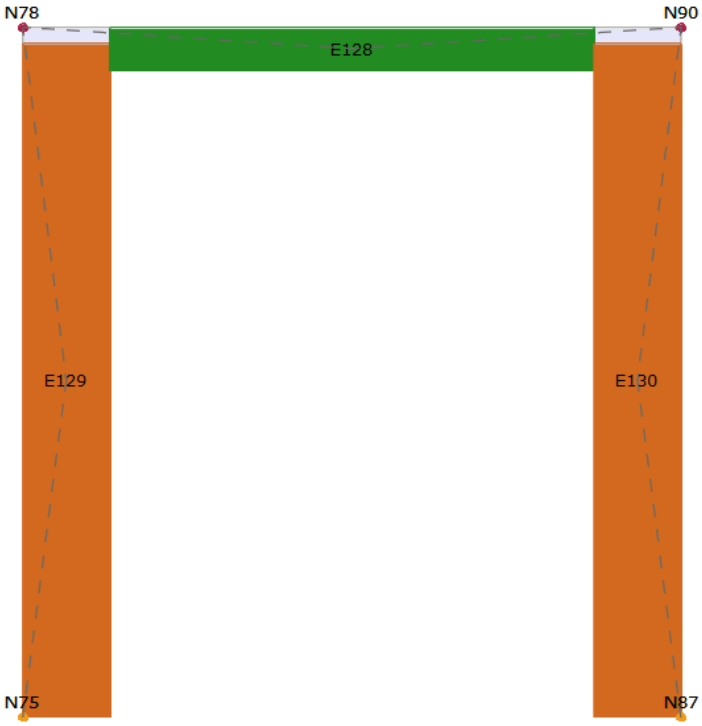
P1


N58
N74
N106
N98
N66
N54
Tr206
Tr207
Tr208
Tr209
Tr210
E102
N57
N73
N105
N97
N65
N53
Tr202
Tr203
Tr204
Tr205
E107
E108
N56
N72
Tr200
E97
E98
E99
E101
Tr201
N64
N52
E103
E104
E105
E106
N55
N71
N103
N95
N63
N51

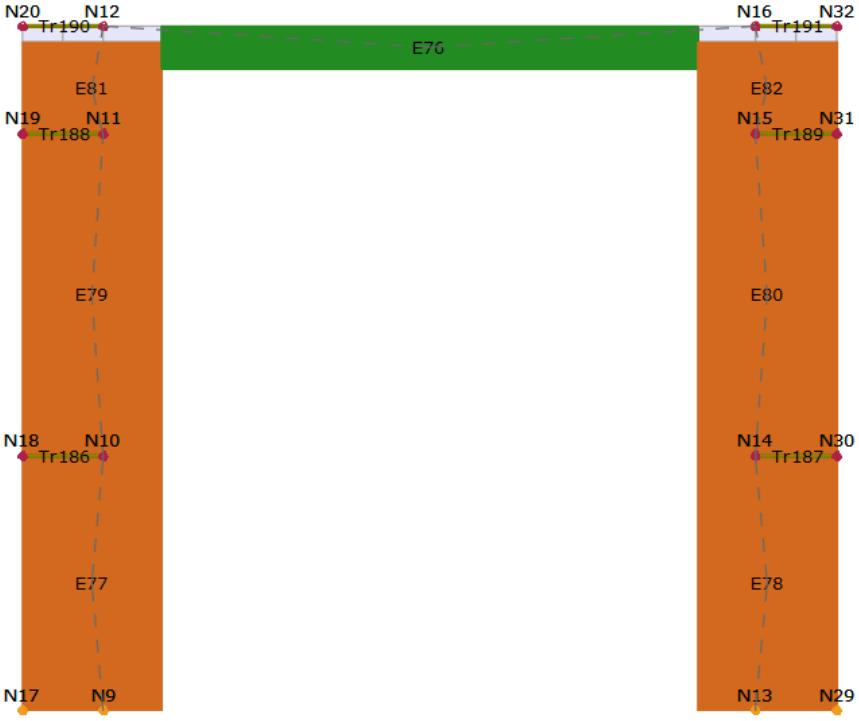
P13


N82
N86
E125
E127
E126
N79
N83

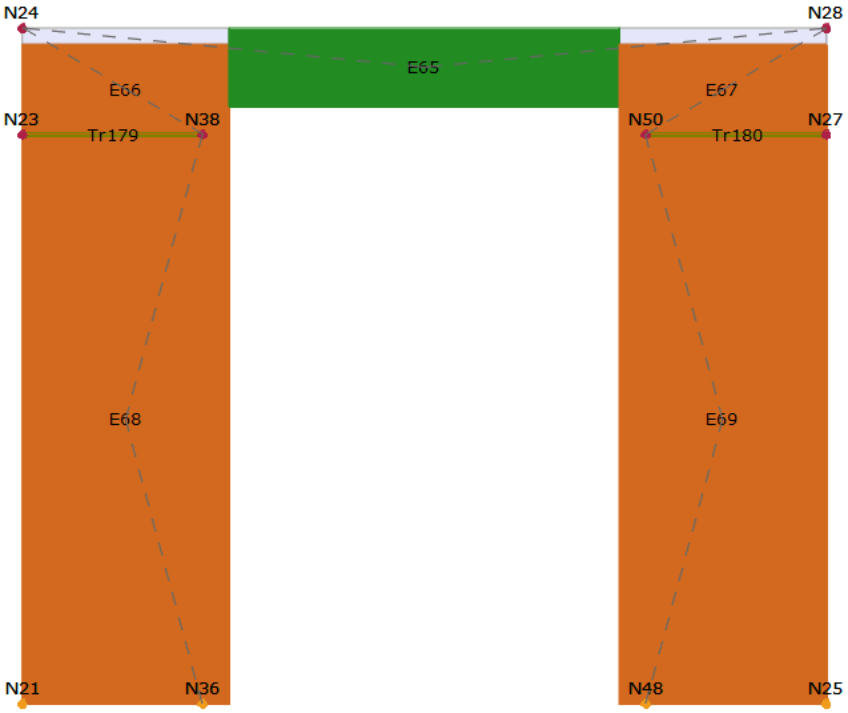
P16


N78
N90
E128
E129
E130
N75
N87

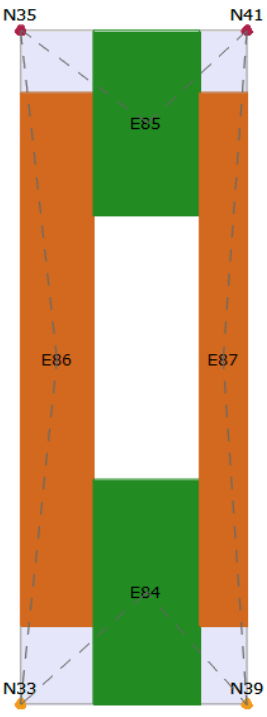
P17


N20
N12
Tr190
N16
N32
Tr191
E76
E81
E82
N19
N11
Tr188
N15
N31
Tr189
E79
E80
N18
N10
Tr186
N14
N30
Tr187
E77
E78
N17
N9
N13
N29

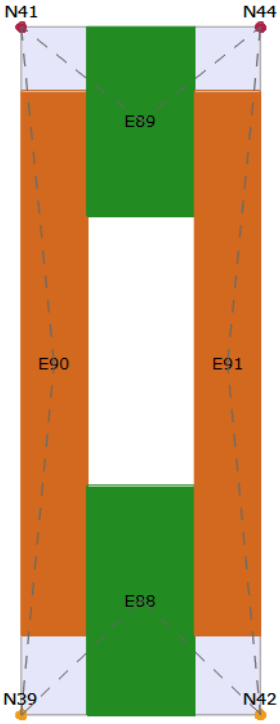
P7


N24
N28
E65
E66
E67
N23
N38
Tr179
N50
N27
Tr180
E68
E69
N21
N36
N48
N25

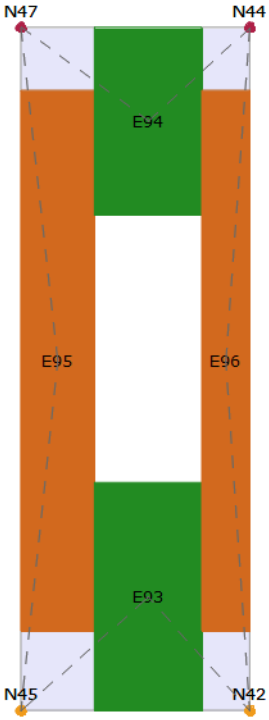
P5


N35
N41
E85
E86
E87
E84
N33
N39

P9


N41
N44
E89
E90
E91
E88
N39
N42

P10


N47
N44
E94
E95
E96
E93
N45
N42

P12

Rezultati analize

Slijedi tablični prikaz rezultata analize za sve normirane slučajeve opterećenja, za dvije raspodjele opterećenja (jednoliku i prema kvazistatičkim silama), u dva smjera na dva okomita pravca i uzimajući u obzir ekscentricitete.

No.	Insert in report	Seism dir.	Seismic load	Eccentricity [cm]	dt NC [cm]	dm NC [cm]	α NC	dm/dt NC
1	☑	+X	Uniform	0,00	5,03	14,28	2,838	2,839
2	☑	+X	Static forces	0,00	4,00	17,25	4,171	4,313
3	☑	-X	Uniform	0,00	3,94	12,56	3,071	3,188
4	☑	-X	Static forces	0,00	5,35	12,30	2,298	2,299
5	☑	+Y	Uniform	0,00	6,93	17,33	2,502	2,501
6	☑	+Y	Static forces	0,00	7,41	19,47	2,627	2,628
7	☑	-Y	Uniform	0,00	7,03	19,25	2,740	2,738
8	☑	-Y	Static forces	0,00	7,52	18,59	2,473	2,472
9	☑	+X	Uniform	72,10	5,08	13,22	2,603	2,602
10	☑	+X	Uniform	-72,10	5,06	12,90	2,548	2,549
11	☑	+X	Static forces	72,10	5,58	13,25	2,375	2,375
12	☑	+X	Static forces	-72,10	5,53	17,22	3,113	3,114
13	☑	-X	Uniform	72,10	3,70	12,57	3,243	3,397
14	☑	-X	Uniform	-72,10	3,87	12,00	2,981	3,101
15	☑	-X	Static forces	72,10	4,40	12,58	2,815	2,859
16	☑	-X	Static forces	-72,10	5,60	8,16	1,458	1,457
17	☑	+Y	Uniform	132,25	6,94	16,53	2,382	2,382
18	☑	+Y	Uniform	-132,25	6,80	18,27	2,686	2,687
19	☑	+Y	Static forces	132,25	7,42	19,13	2,577	2,578
20	☑	+Y	Static forces	-132,25	7,27	19,18	2,637	2,638
21	☑	-Y	Uniform	132,25	7,09	21,75	3,068	3,068
22	☑	-Y	Uniform	-132,25	6,95	18,37	2,642	2,643
23	☑	-Y	Static forces	132,25	7,59	19,65	2,590	2,589
24	☑	-Y	Static forces	-132,25	7,46	17,99	2,413	2,412

U tablici se vide žuto označeni najnepovoljniji slučajevi, slučaj 16 u X smjeru i slučaj 17 u Y smjeru. U oba slučaja konstrukcija zadovoljava uvjet za granično stanje značajnog oštećenja ($d_m/d_t > 1.33$), odnosno **zadovoljena je razina 3 seizmičke otpornosti građevine**.

Slijedi prikaz oštećenja za odabrane zidove u trenutku dosezanja ciljanog pomaka. Za slike vrijedi sljedeća legenda oštećenja:

R.C.

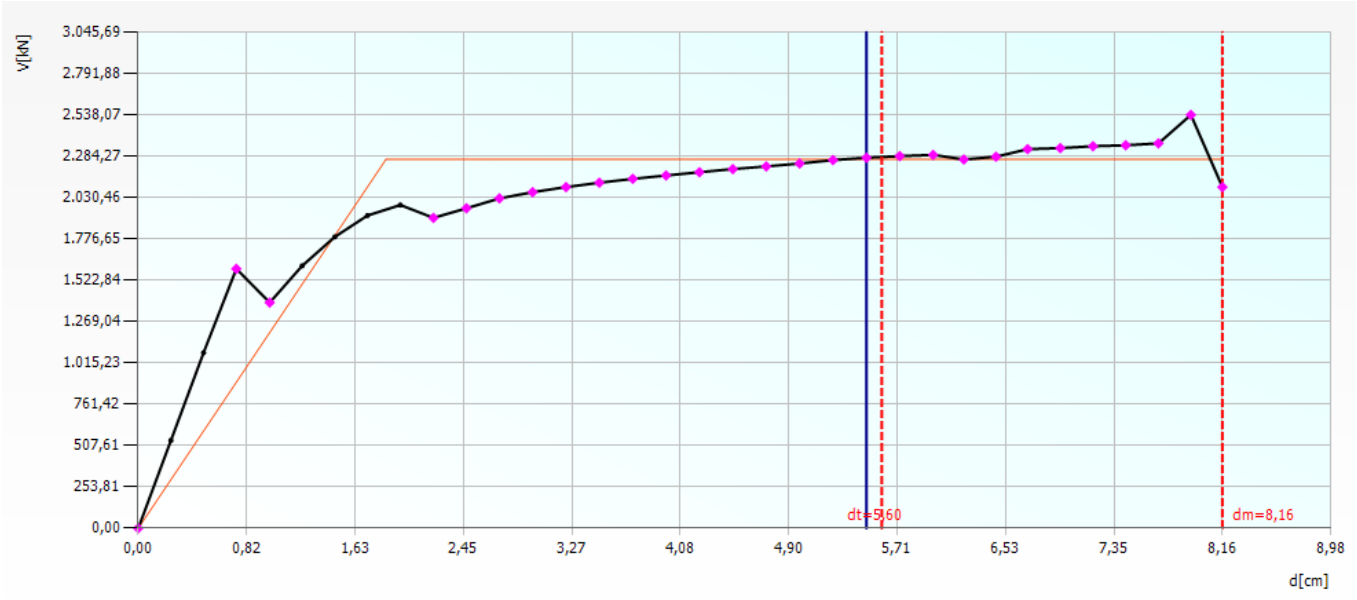
	Undamaged
	Shear failure
	Bending damage
	Bending failure
	Compression failure
	Tension failure
	Shear failure

Masonry

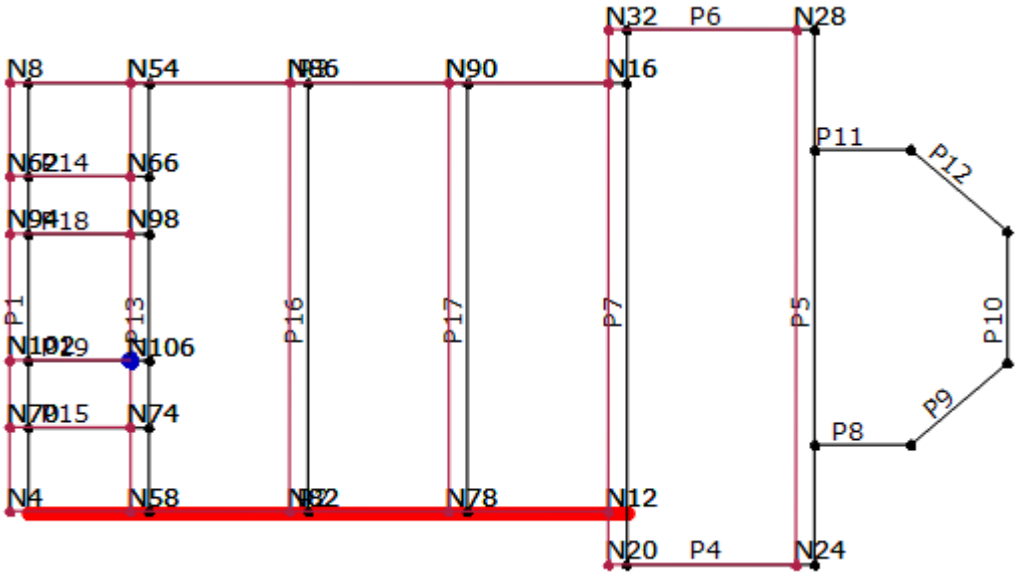
	Undamaged
	Shear damage
	Bending damage
	Shear failure
	Bending failure
	Compression failure
	Tension failure
	Failure during elastic phase

Zidovi u X smjeru

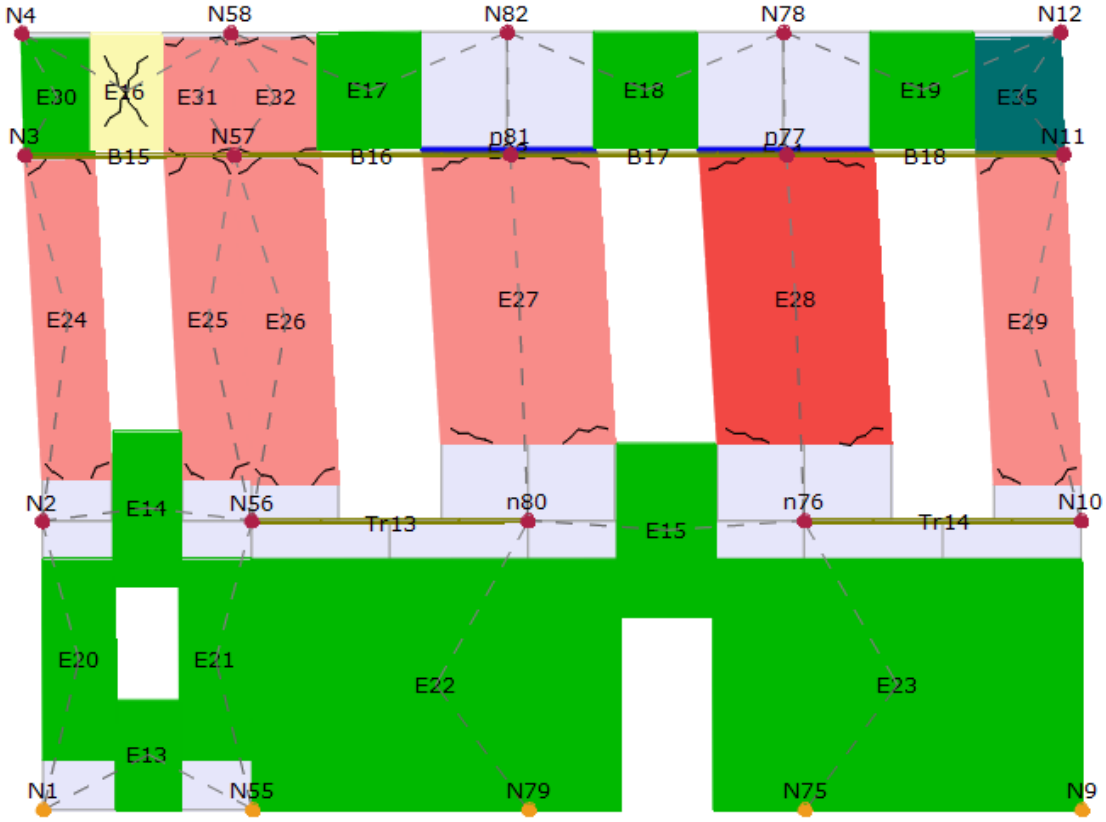
- Slučaj opterećenja 16
- Korak 22 na pushover krivulji (približno odgovara ciljanom pomaku d_t=5.60 cm)



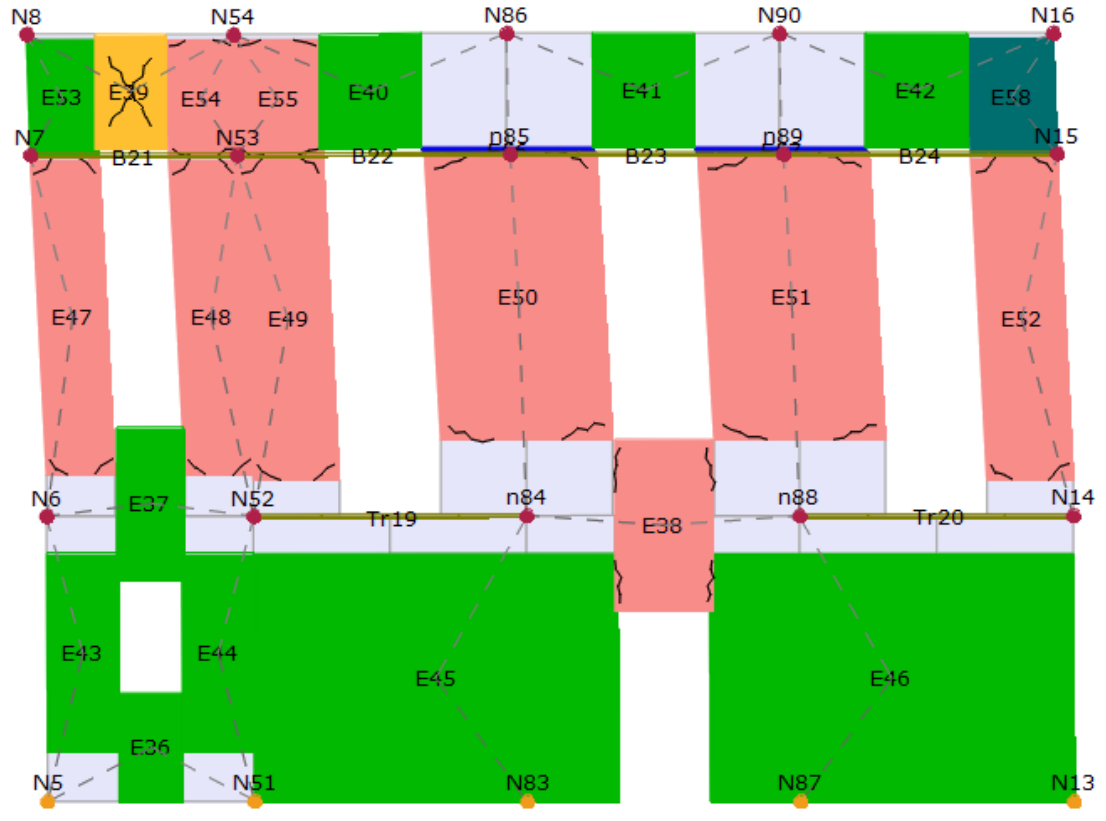
Pushover krivulja



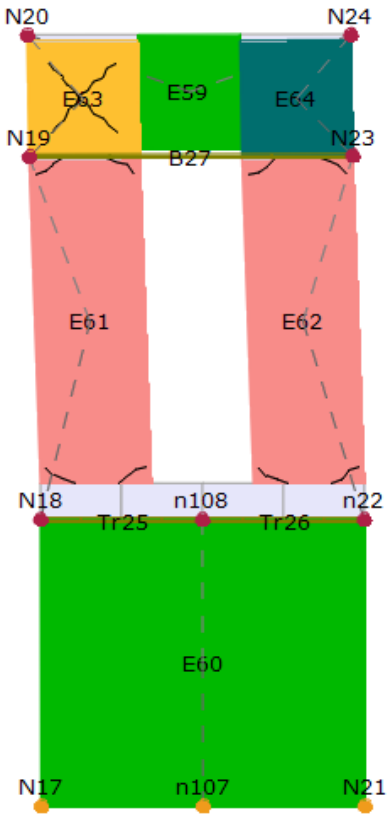
Tlocrtni prikaz pomaka razine 3


N4
N58
N82
N78
N12
E30
E16
E31
E32
E17
E18
E19
E35
N3
N57
p81
p77
N11
B15
B16
B17
B18
E24
E25
E26
E27
E28
E29
N2
E14
N56
Tr13
n80
E15
n76
Tr14
N10
E20
E21
E22
E23
E13
N1
N55
N79
N75
N9

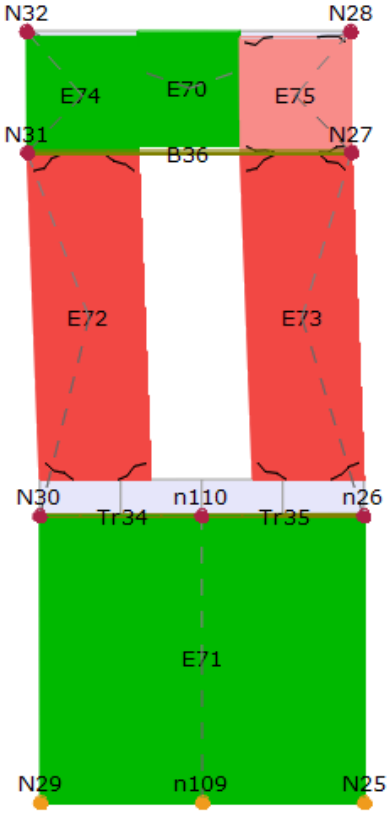
P2


N8
N54
N86
N90
N16
E53
E39
E54
E55
E40
E41
E42
E58
N7
N53
p85
p89
N15
B21
B22
B23
B24
E47
E48
E49
E50
E51
E52
N6
E37
N52
Tr19
n84
E38
n88
Tr20
N14
E43
E44
E45
E46
E36
N5
N51
N83
N87
N13

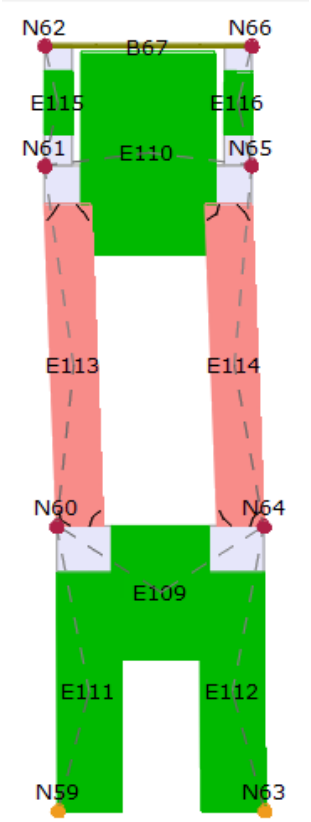
P3


N20
N24
E63
E59
E64
N19
B27
N23
E61
E62
N18
n108
n22
Tr25
Tr26
E60
N17
n107
N21

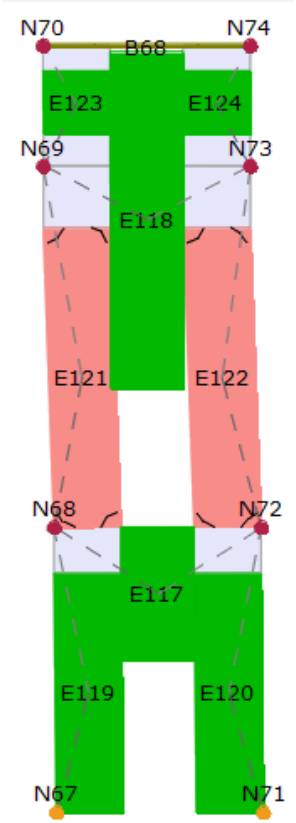
P4


N32
N28
E74
E70
E75
N31
B36
N27
E72
E73
N30
n110
n26
Tr34
Tr35
E71
N29
n109
N25

P6


N62
B67
N66
E115
E116
N61
E110
N65
E113
E114
N60
N64
E109
E111
E112
N59
N63

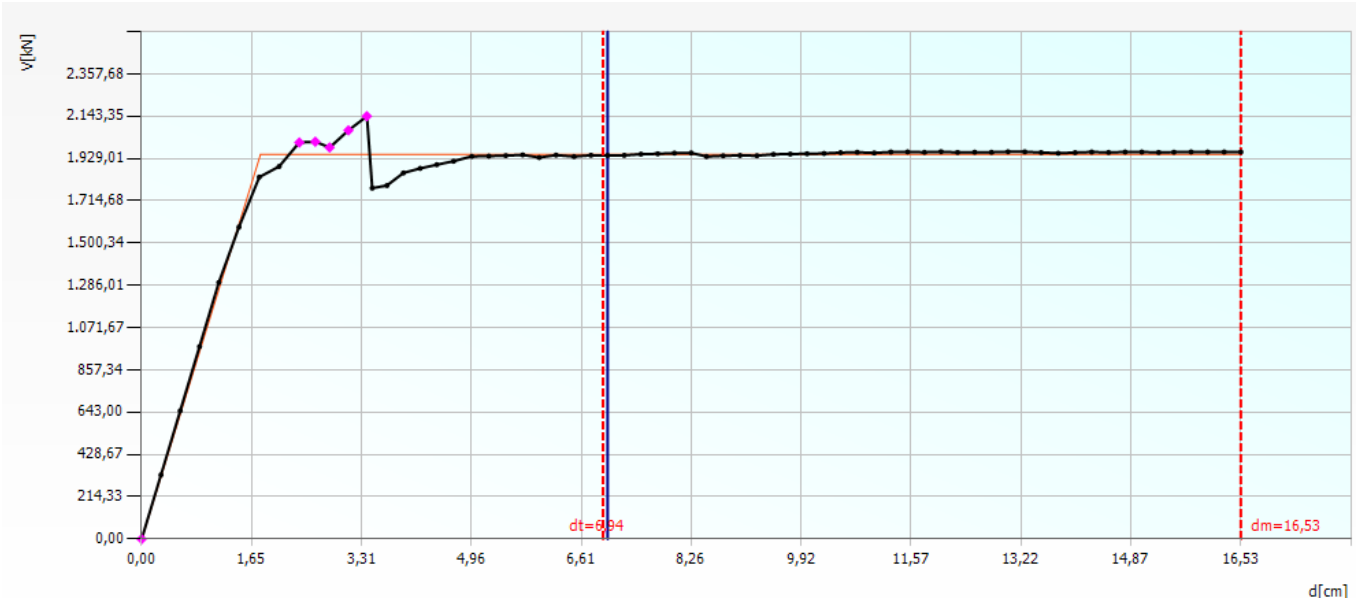
P14


N70
B68
N74
E123
E124
N69
N73
E118
E121
E122
N68
N72
E117
E119
E120
N67
N71

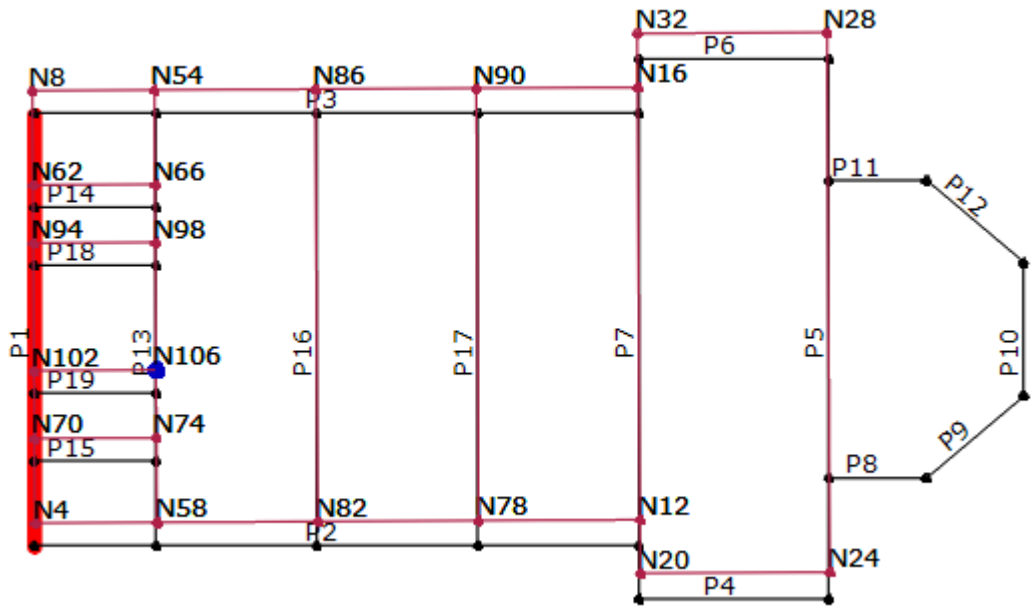
P15

Zidovi u Y smjeru

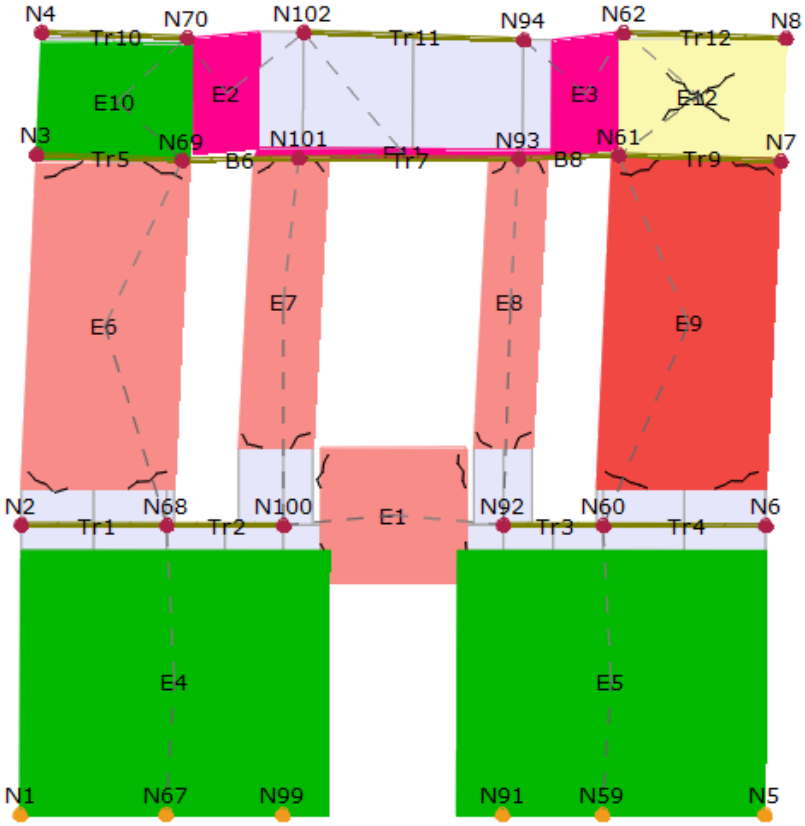
- Slučaj opterećenja 17
- Korak 27 na pushover krivulji (približno odgovara ciljanom pomaku d_t=6.94 cm)



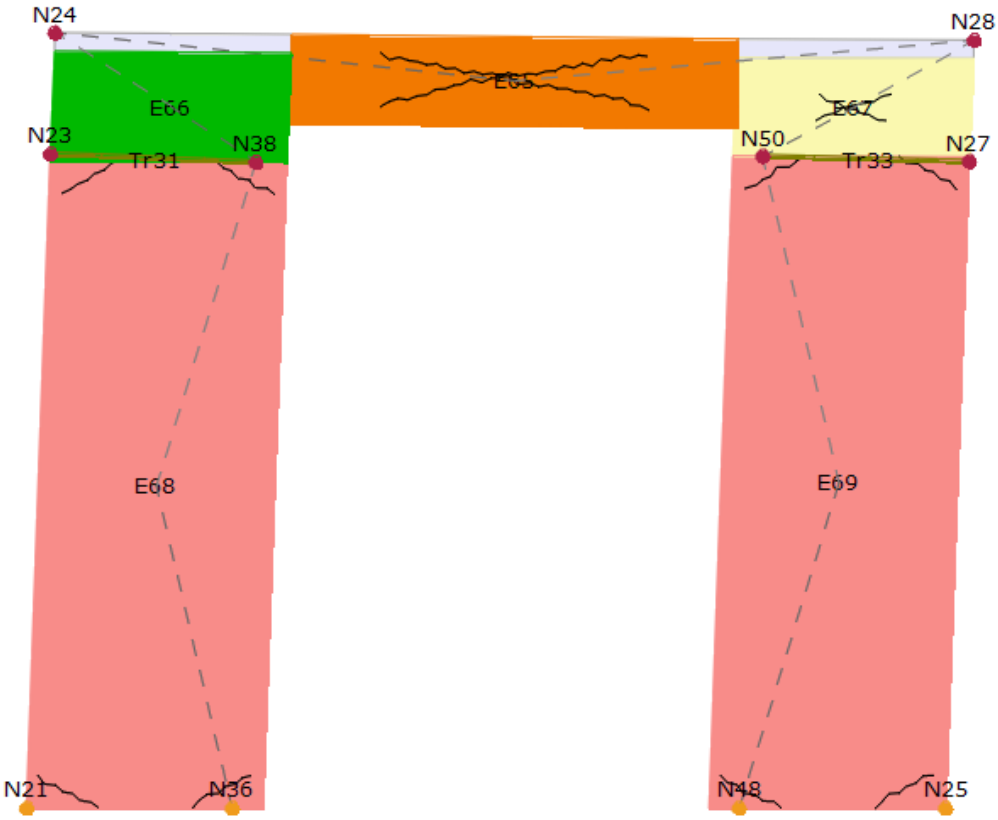
Pushover krivulja



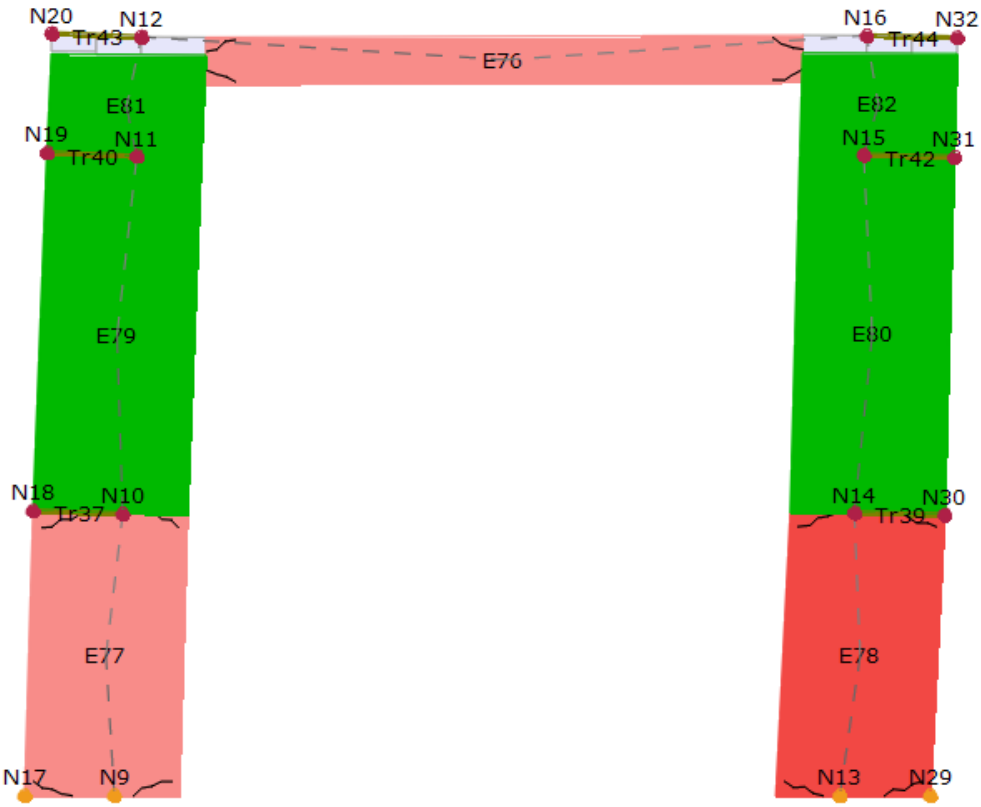
Tlocrtni prikaz pomaka razine 3


N4
N70
N102
N94
N62
N8
Tr10
Tr11
Tr12
E10
E2
E3
E12
N3
N69
N101
N93
N61
N7
Tr5
B6
Tr7
B8
Tr9
E6
E7
E8
E9
N2
N68
N100
N92
N60
N6
Tr1
Tr2
E1
Tr3
Tr4
E4
E5
N1
N67
N99
N91
N59
N5

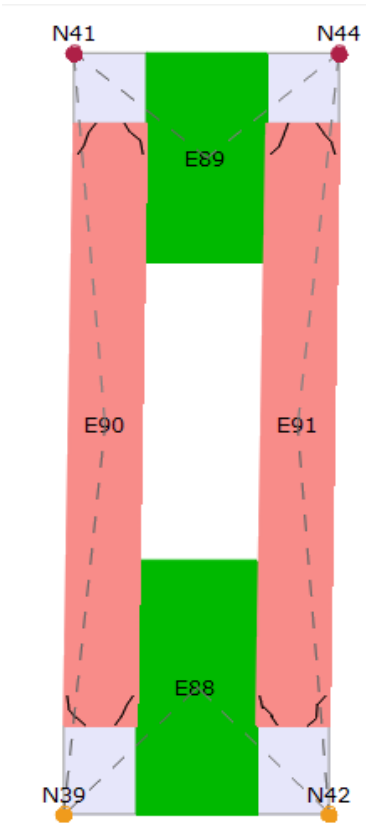
P1


N24
N28
E66
E65
E67
N23
N38
N50
N27
Tr31
Tr33
E68
E69
N21
N36
N48
N25

P5


N20
N12
Tr43
E76
N16
N32
Tr44
E81
E82
N19
N11
Tr40
N15
N31
Tr42
E79
E80
N18
N10
Tr37
N14
N30
Tr39
E77
E78
N17
N9
N13
N29

P7


N41
N44
E89
E90
E91
E88
N39
N42

P10

NARUČITELJ : **SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342**

GRAĐEVINA : **PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU**

LOKACIJA : **Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**

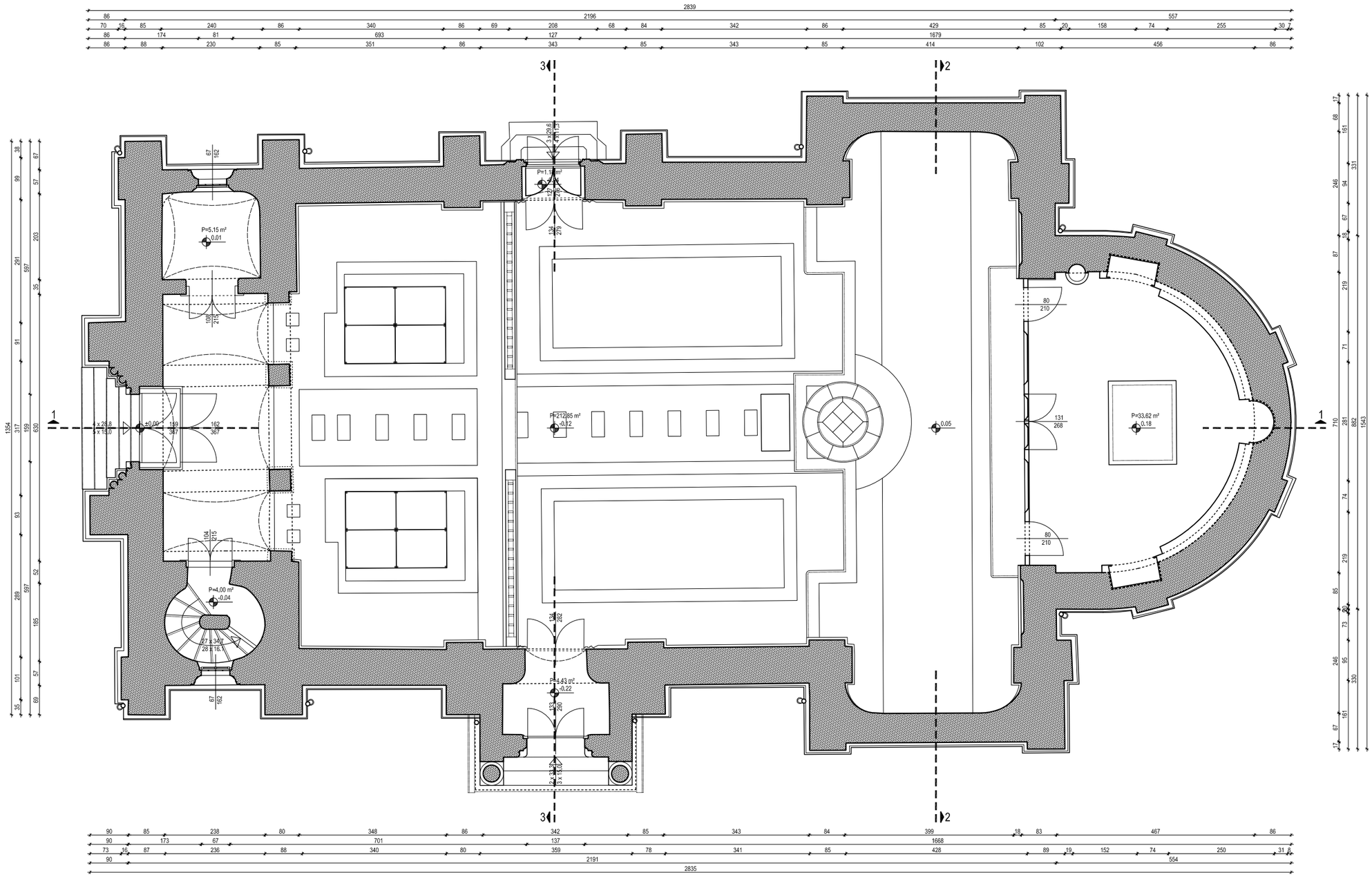
RAZINA PROJEKTA : **GLAVNI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA : **118/2021**

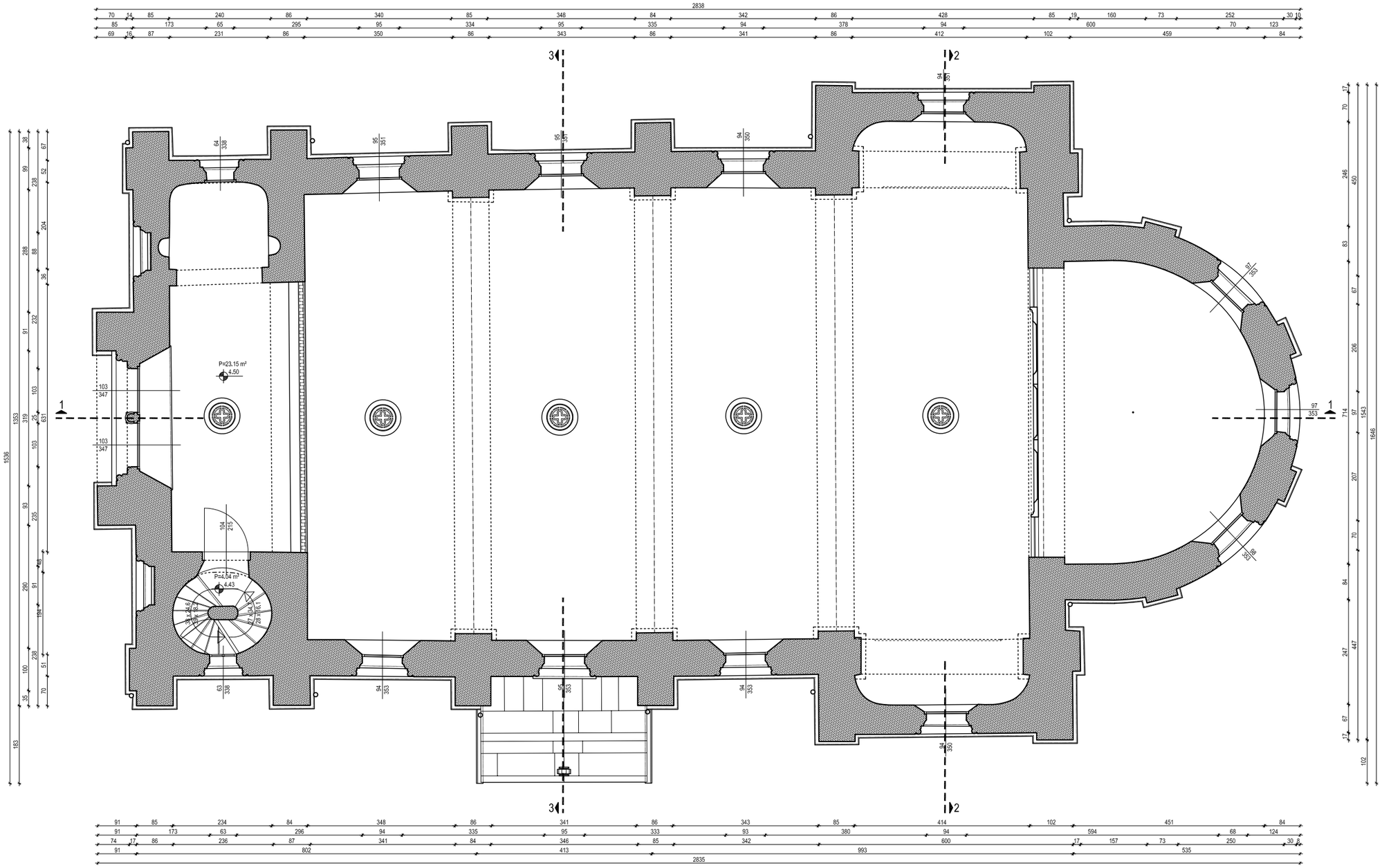
Z.O.P. : **85/21**

D/ NACRTI POSTOJEĆEG STANJA

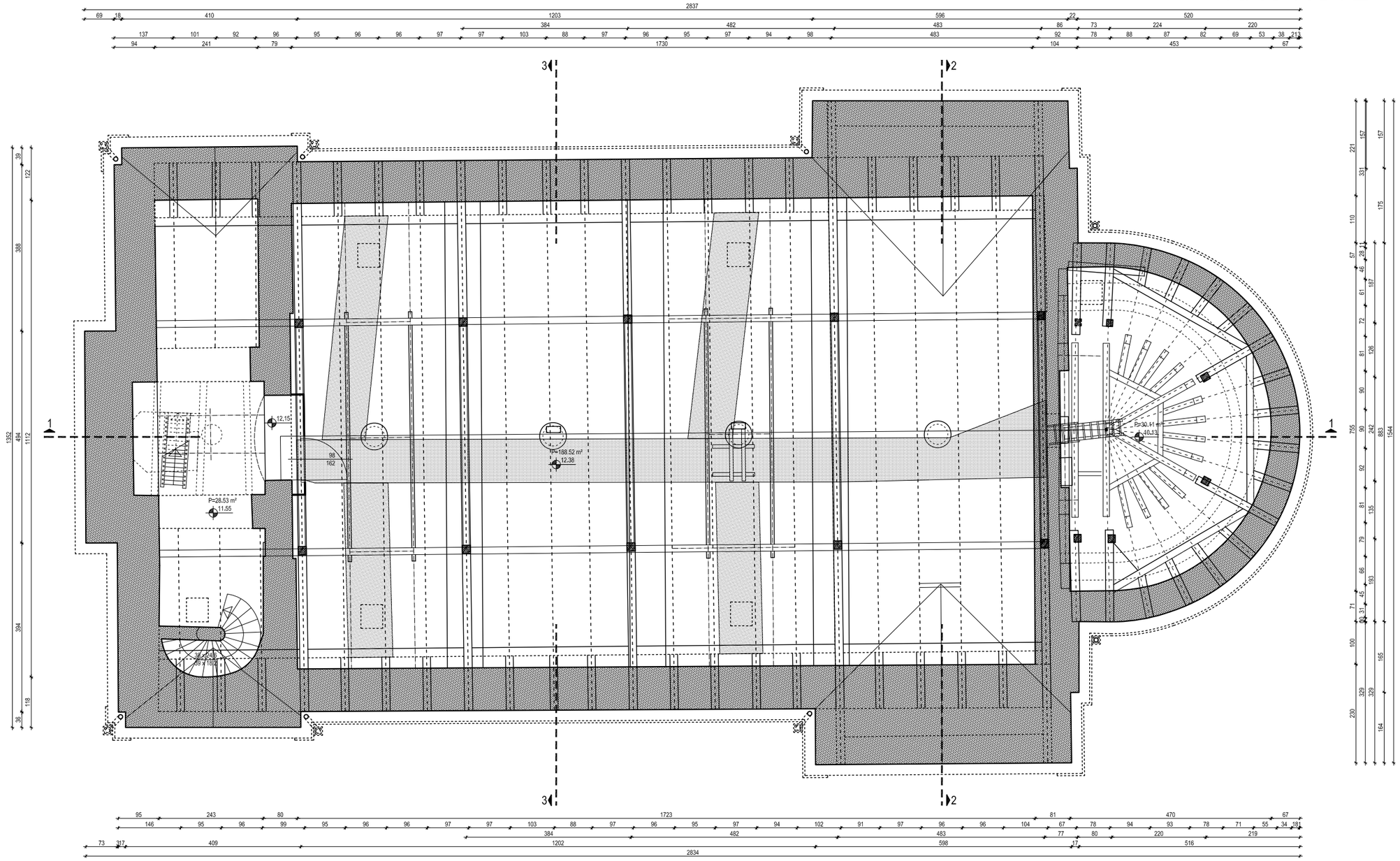
PRIZEMLJE


3
2
1
P=5,15 m²
±0,00
P=4,00 m²
±0,04
P=212,85 m²
±0,12
P=4,43 m²
±0,22
P=33,62 m²
±0,18
0,05
27 x 34,0
28 x 16,5
2 x 33,7
5 x 16,5

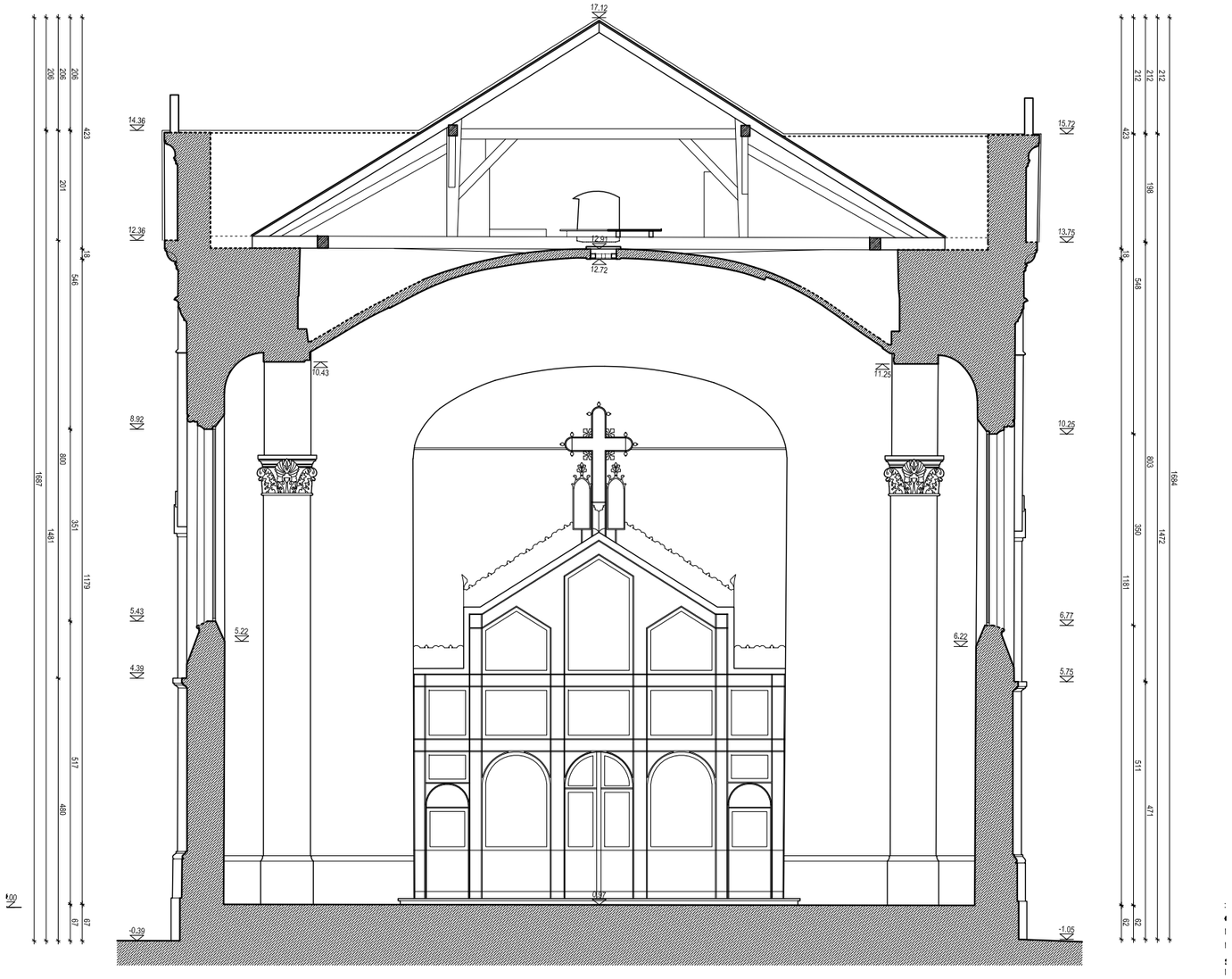
PJEVALIŠTE



KROVIŠTE


P=28.53 m²
11.55
P=188.52 m²
12.38
P=30.11 m²
10.13
12.15
98
162
38
24/5
39 x 18/2

PRESJEK 2-2


17.12
14.36
12.36
8.92
5.43
4.39
-0.39
15.72
13.75
10.25
6.77
5.75
-1.05
12.91
12.72
10.43
11.25
5.22
6.22
1:100
206
206
206
423
201
546
800
1687
1481
351
1179
517
480
67
67
212
212
212
423
198
548
803
1684
350
1472
181
511
471
29
29

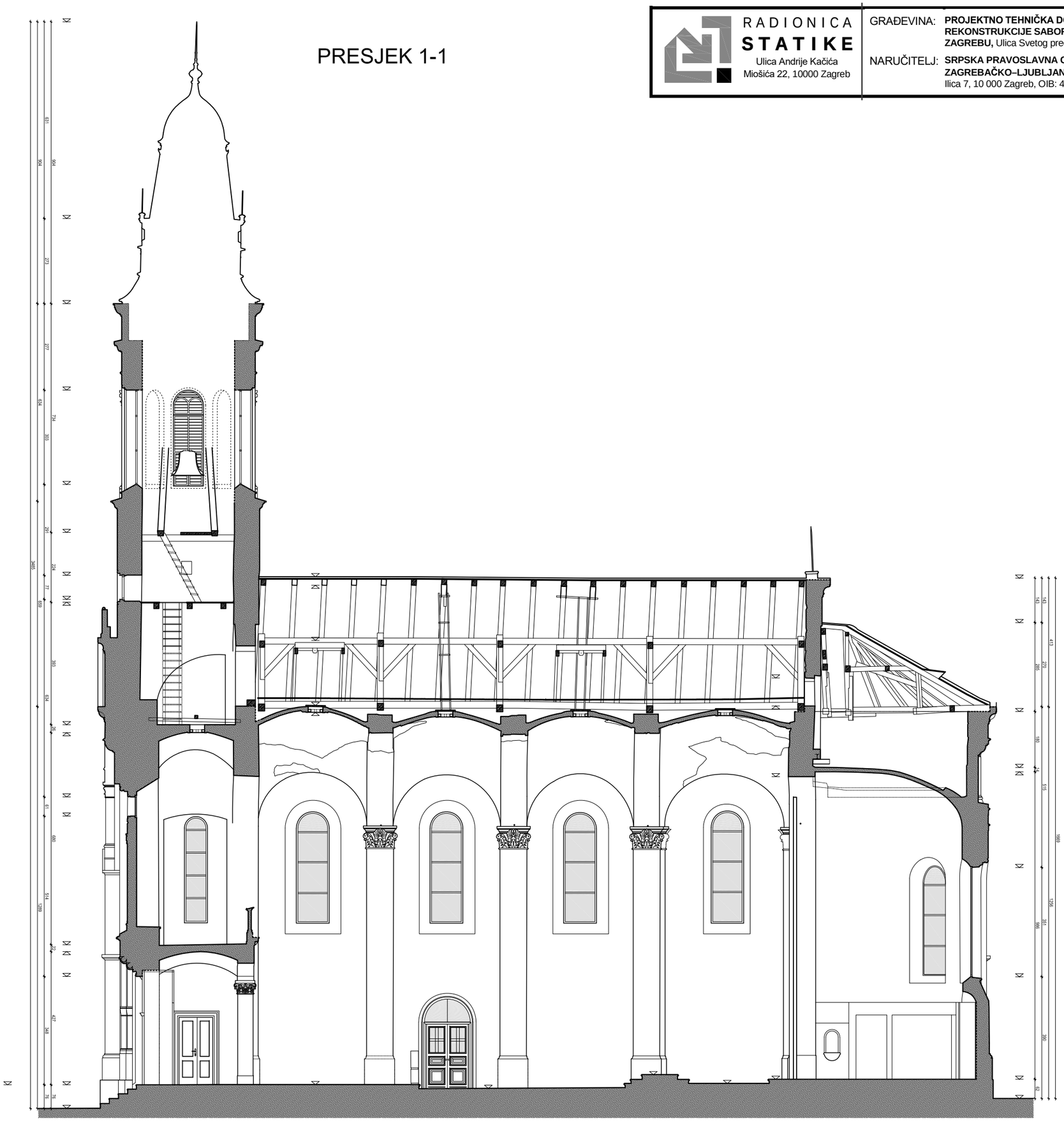
RADIONICA
STATIKE
Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA U ZAGREBU,** Ulica Svetog preobraženja, k.č.br.2258 i 2259, k.o. Centar

NARUČITELJ: **SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB,** Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

Datum: **kolovoz 2021.**

PRESJEK 1-1



NARUČITELJ : **SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342**

GRAĐEVINA : **PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU**

LOKACIJA : **Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**

RAZINA PROJEKTA : **GLAVNI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA : **118/2021**

Z.O.P. : **85/21**

E/ PRIKAZ POJAČANJA NOSIVE KONSTRUKCIJE

Popis nacrta

1 – Tlocrt prizemlja i tlocrt pjevališta

2 – Tlocrt potkrovlja i tlocrt krovišta

3 – Presjek 1-1

4 – Presjek 2-2 i presjek 3-3

5 – Presjek 4-4 i tlocrt tornja

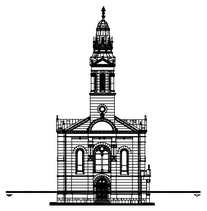
6 – Pročelje zapad

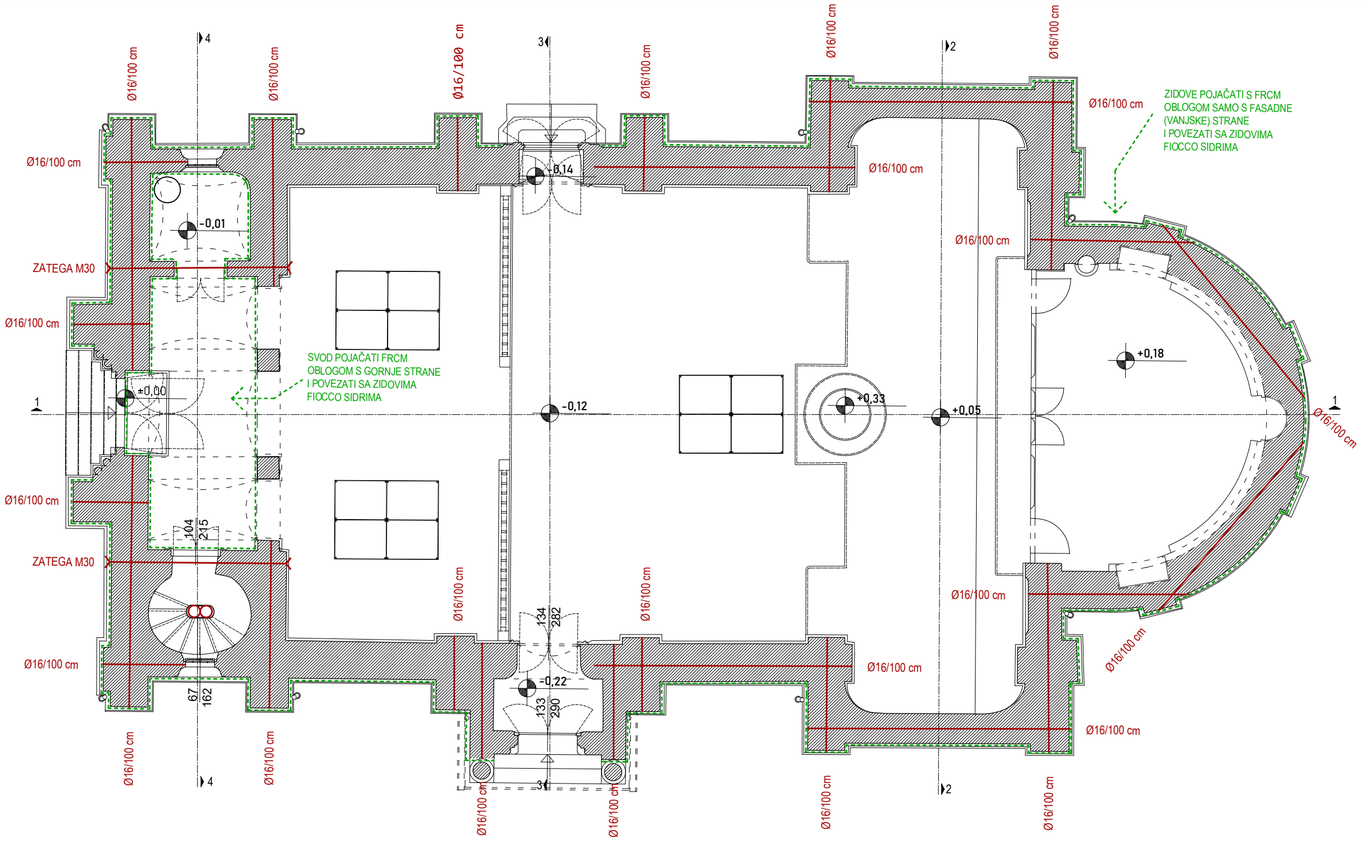
7 – Pročelje jug

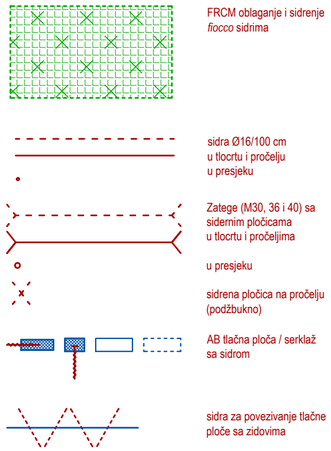
8 – Pročelje istok

9 – Pročelje sjever

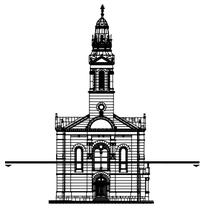
TLOCRT PRIZEMLJA

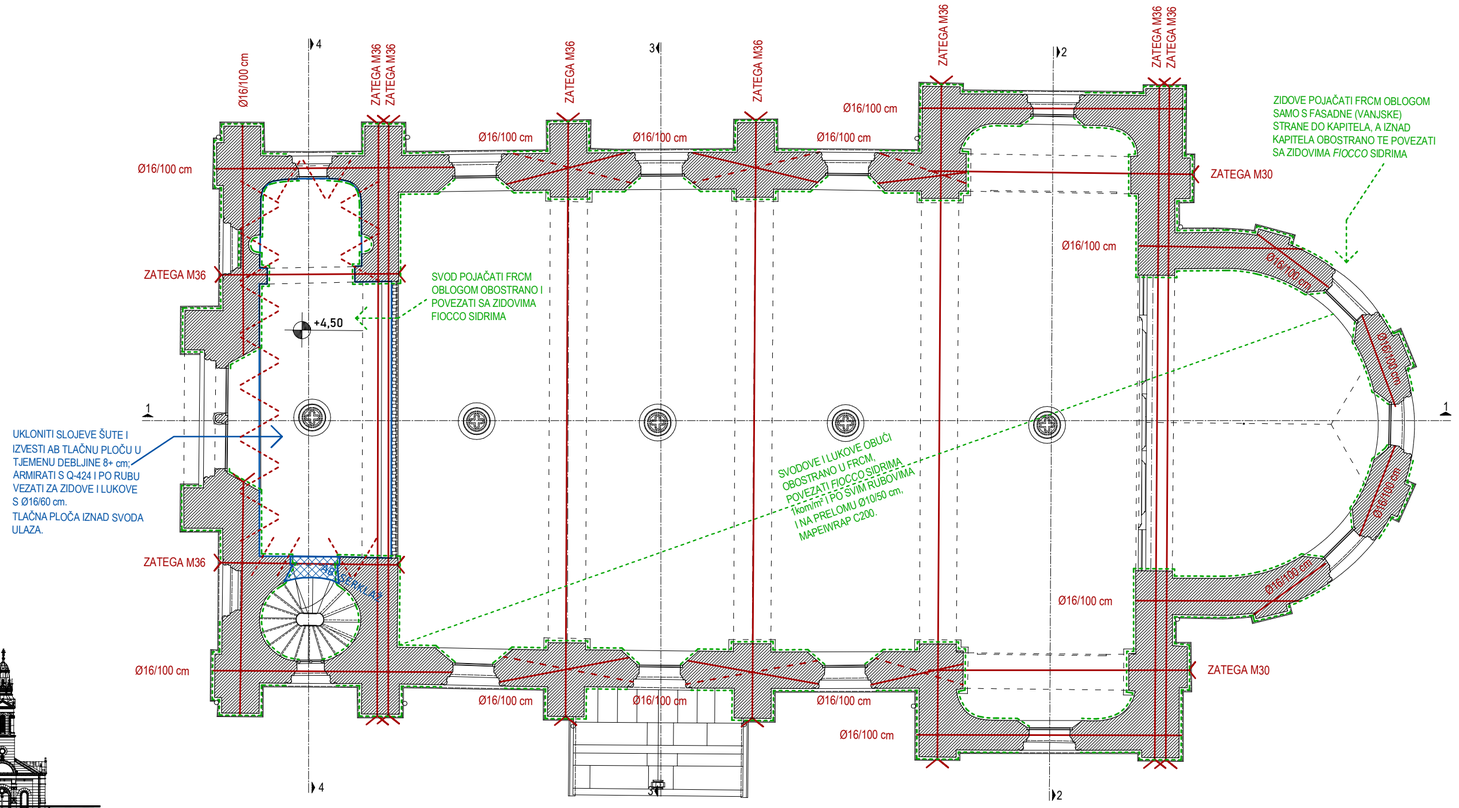






TLOCRT PJEVALIŠTA





0 | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20

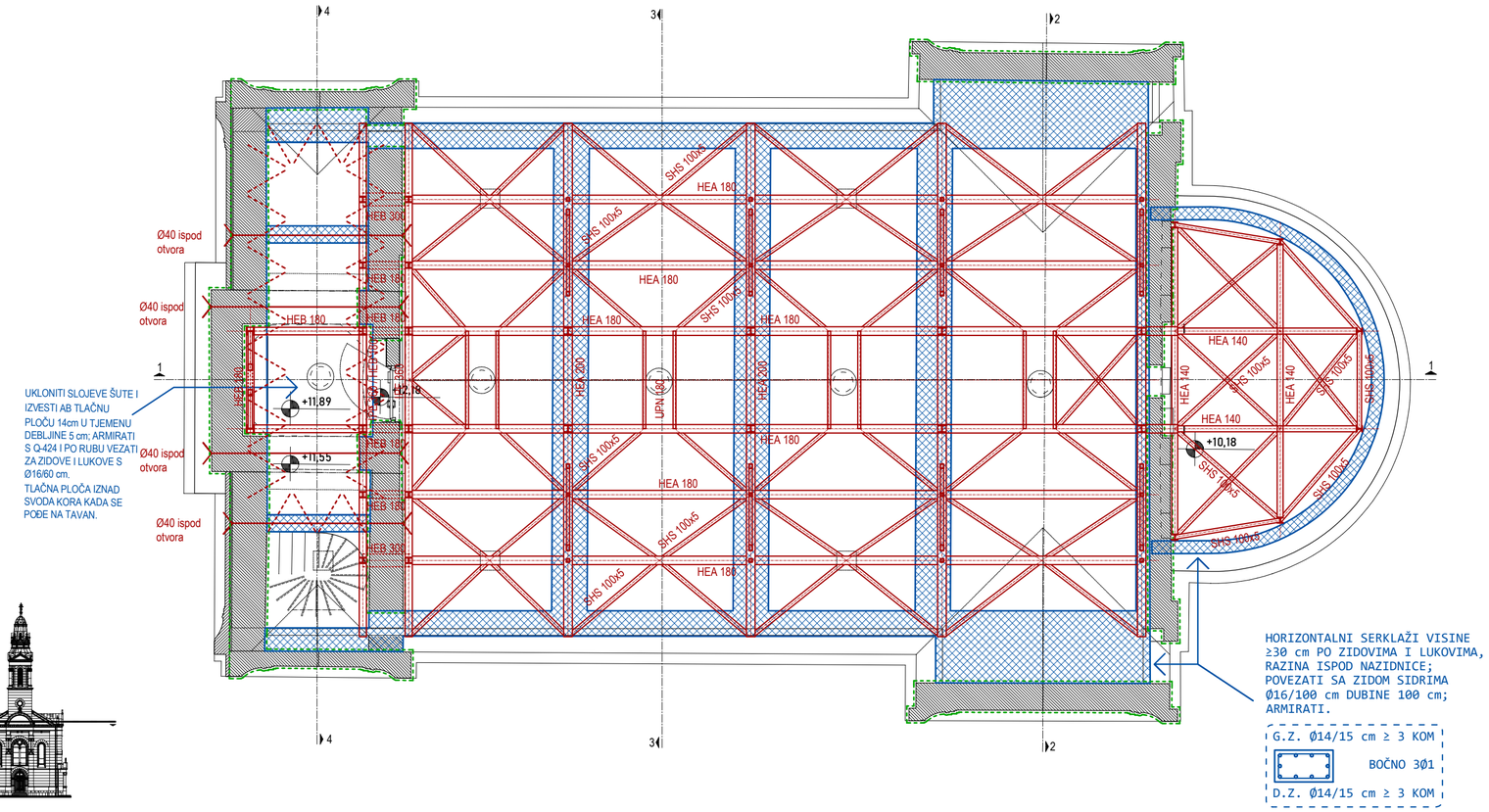
RADIONICA STATIKE d.o.o.
Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb
tel: +385 (1)30 20 444
fax: +385 (1)30 20 445
e-mail: radionica@statika.hr

INVESTITOR: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB
Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

GLAVNI PROJEKTANT:	Zora Salopek Baletić, dipl. ing. arh. (A3532)
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065) HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Branko Galić dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3065
SURADNICI:	Anđela Andrić, mag.ing.aedif. Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif. Ivana Jurić, mag.ing.aedif. Vlaho Miljanović, mag.ing.aedif. mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.građ. Filip Cvetko, mag.ing.aedif. Jan Sviben, mag.ing.aedif. Toma Ćurković, mag.ing.aedif. dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

GRAĐEVINA:	PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU	
LOKACIJA:	Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar Grad Zagreb	
RAZINA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE	
SADRŽAJ:	TLOCRT PRIZEMLJA TLOCRT PJEVALIŠTA	
MJERILO:	1:100	DATUM: 08/2021
ZOP:	85/21	
TD:	118/2021	BR.NACRTA: 1

TLOCRT POTKROVLJA



FRCM oblaganje i sidrenje *fiocco* sidrima

sidra Ø16/100 cm u tlocrtu i pročelju u presjeku

Zatege (M30, 36 i 40) sa sidernim pločicama u tlocrtu i pročeljima

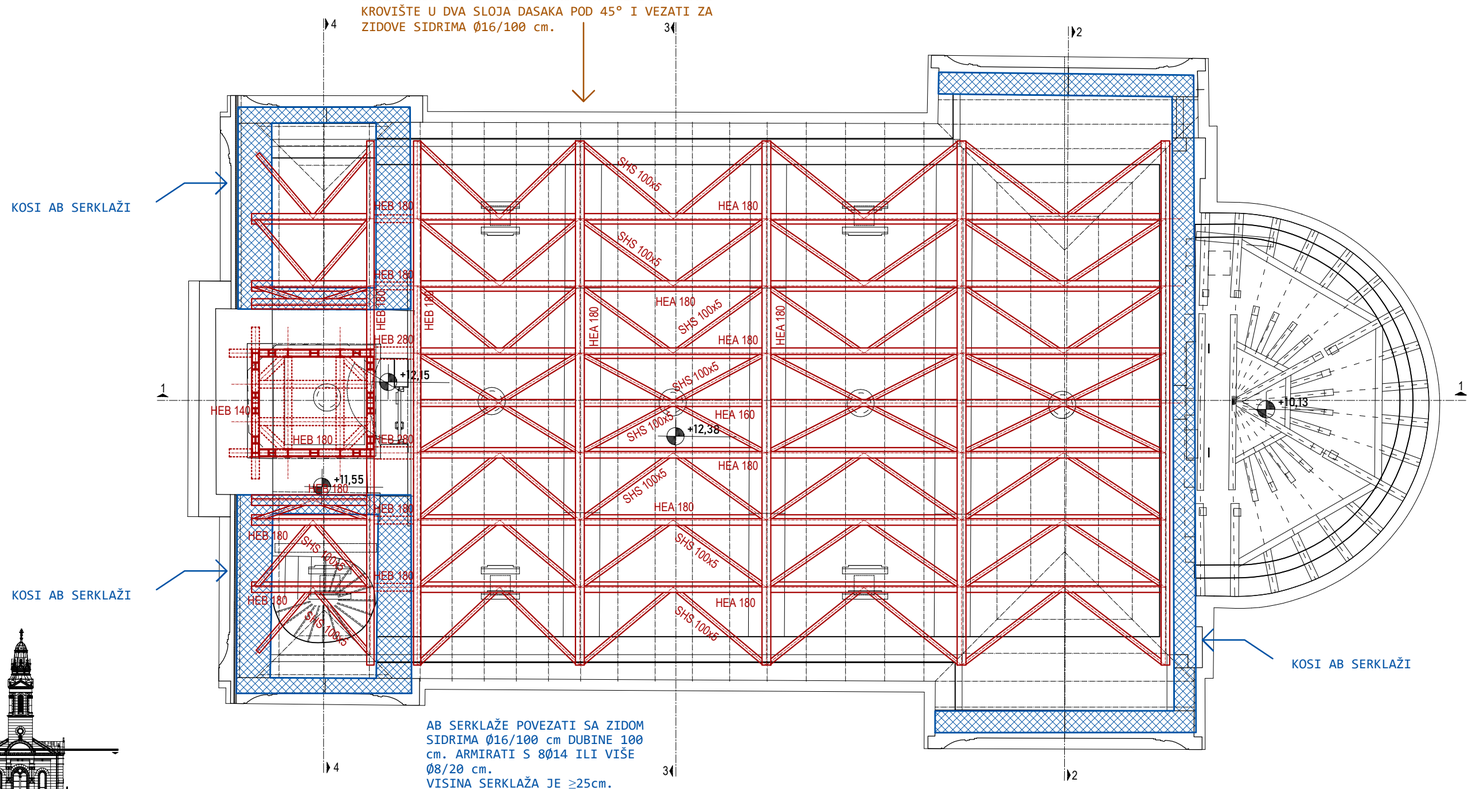
u presjeku

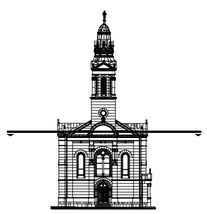
sidrena pločica na pročelju (podžbukno)

AB tlačna ploča / serklaž sa sidrom

sidra za povezivanje tlačne ploče sa zidovima

TLOCRT KROVIŠTA





0 | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20

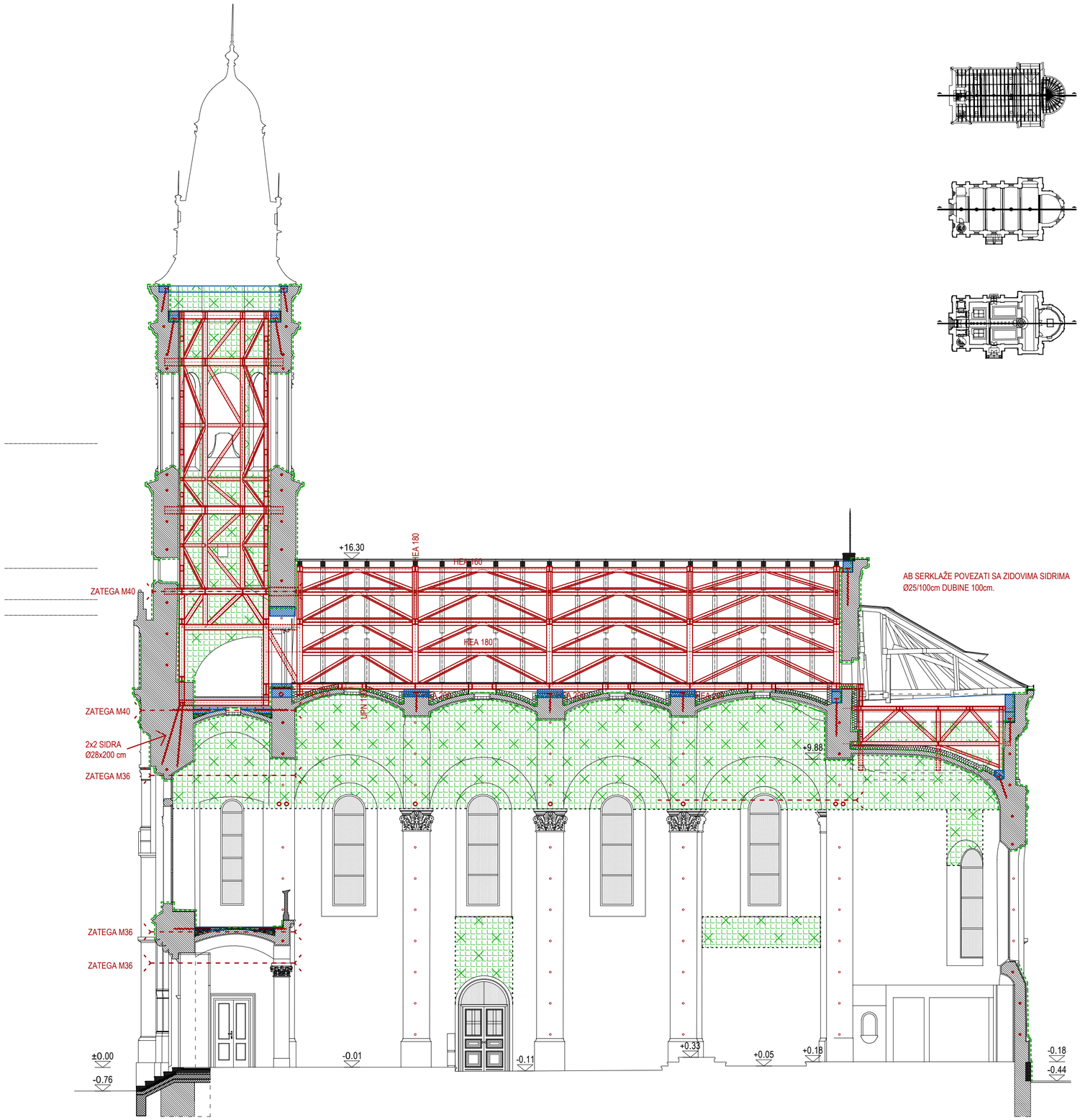
RADIONICA STATIKE d.o.o.
Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb
tel: +385 (1)30 20 444
fax: +385 (1)30 20 445
e-mail: radionica@statika.hr

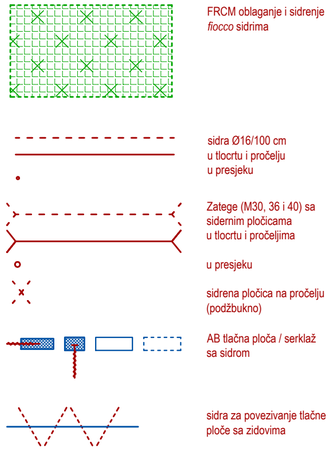
INVESTITOR: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB
Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

GLAVNI PROJEKTANT:	Zora Salopek Baletić, dipl. ing. arh. (A3532)
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065) HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Branko Galić dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3065
SURADNICI:	Anđela Andrić, mag.ing.aedif. Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif. Ivana Jurić, mag.ing.aedif. Vlaho Miljanović, mag.ing.aedif. mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.građ. Filip Cvetko, mag.ing.aedif. Jan Sviben, mag.ing.aedif. Toma Ćurković, mag.ing.aedif. dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

GRAĐEVINA:	PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU	
LOKACIJA:	Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar Grad Zagreb	
RAZINA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE	
SADRŽAJ:	TLOCRT POTKROVLJA TLOCRT KROVIŠTA	
MJERILO:	1:100	DATUM: 08/2021
ZOP:	85/21	
TD:	118/2021	BR.NACRTA: 2

PRESJEK 1-1





0 | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20

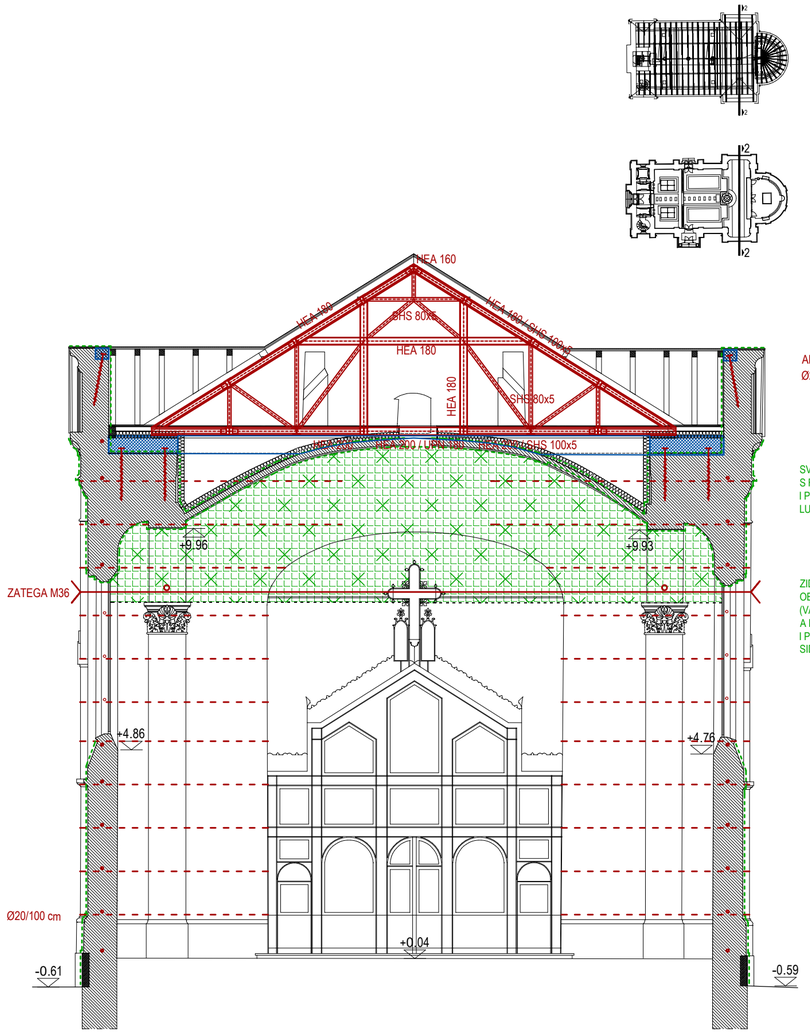
RADIONICA STATIKE d.o.o.
Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb
tel: +385 (1)30 20 444
fax: +385 (1)30 20 445
e-mail: radionica@statika.hr

INVESTITOR: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB
Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

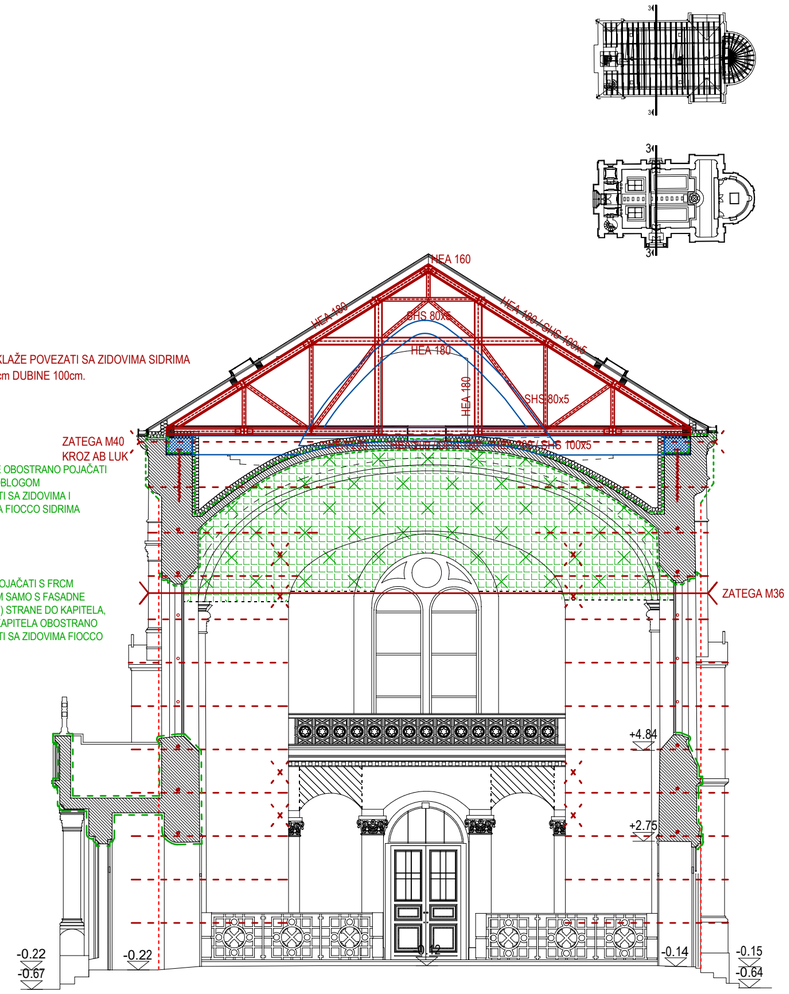
GLAVNI PROJEKTANT:	Zora Salopek Baletić, dipl. ing. arh. (A3532)
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065) HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Branko Galić dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3065
SURADNICI:	Anđela Andrić, mag.ing.aedif. Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif. Ivana Jurić, mag.ing.aedif. Vlaho Miljanovič, mag.ing.aedif. mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.građ. Filip Cvetko, mag.ing.aedif. Jan Sviben, mag.ing.aedif. Toma Ćurković, mag.ing.aedif. dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

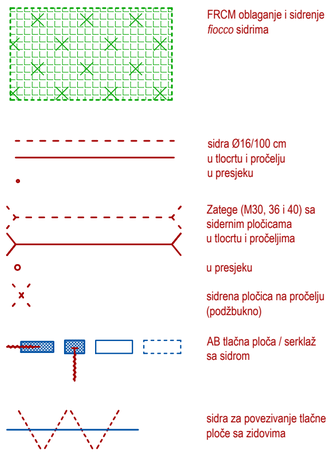
GRAĐEVINA:	PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU	
LOKACIJA:	Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar Grad Zagreb	
RAZINA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE	
SADRŽAJ:	PRESJEK 1-1	
MJERILO:	1:100	DATUM: 08/2021
ZOP:	85/21	
TD:	118/2021	BR.NACRTA: 3

PRESJEK 2-2



PRESJEK 3-3





0 | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20

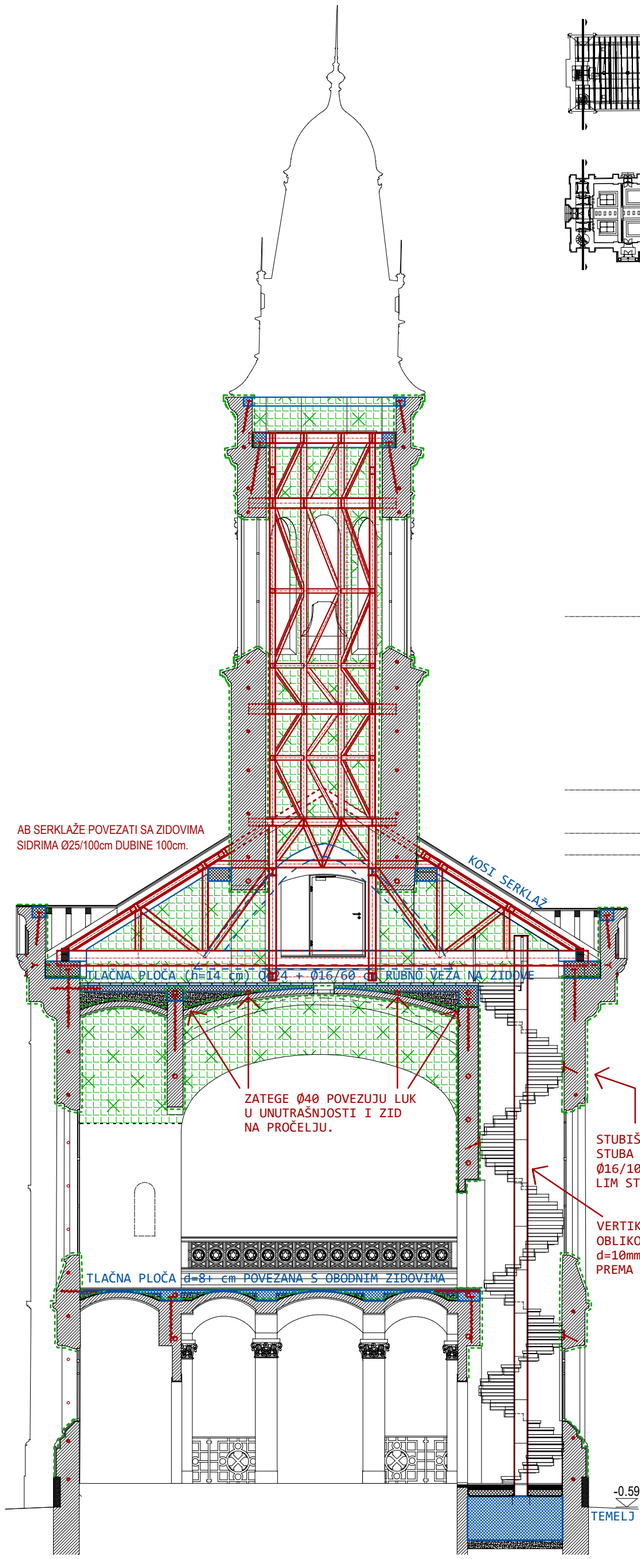
RADIONICA STATIKE d.o.o.
Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb
tel: +385 (1)30 20 444
fax: +385 (1)30 20 445
e-mail: radionica@statika.hr

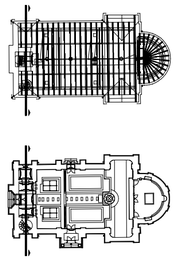
INVESTITOR: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB
Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

GLAVNI PROJEKTANT:	Zora Salopek Baletić, dipl. ing. arh. (A3532)
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065) HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Branko Galić dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3065
SURADNICI:	Anđela Andrić, mag.ing.aedif. Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif. Ivana Jurić, mag.ing.aedif. Vlaho Miljanović, mag.ing.aedif. mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.građ. Filip Cvetko, mag.ing.aedif. Jan Sviben, mag.ing.aedif. Toma Ćurković, mag.ing.aedif. dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

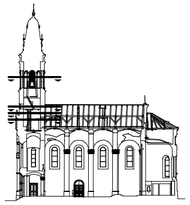
GRAĐEVINA:	PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU	
LOKACIJA:	Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar Grad Zagreb	
RAZINA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE	
SADRŽAJ:	PRESJEK 2-2 PRESJEK 3-3	
MJERILO:	1:100	DATUM: 08/2021
ZOP:	85/21	
TD:	118/2021	BR.NACRTA: 4

PRESJEK 4-4

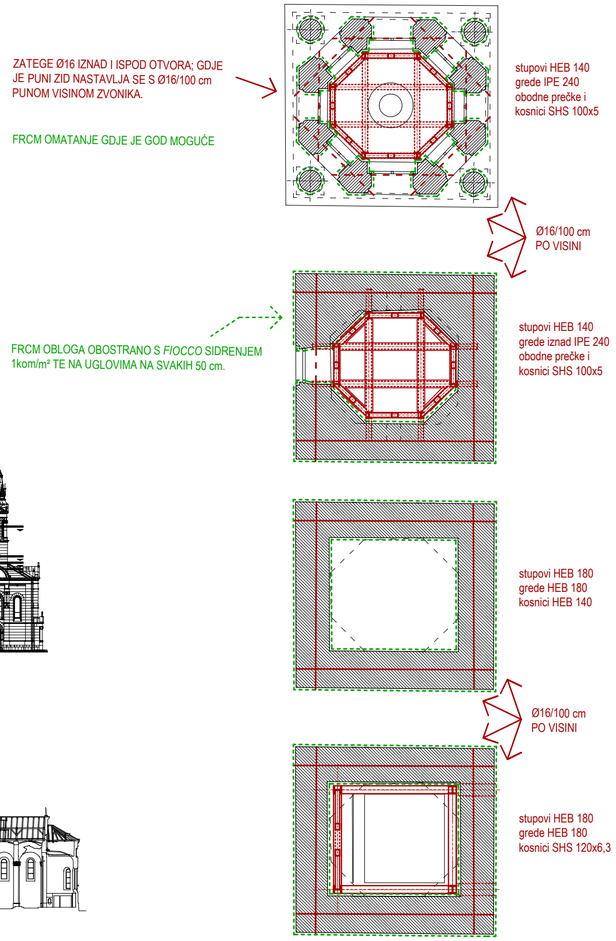


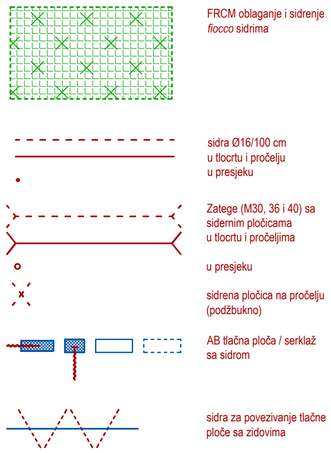






TORANJ





0 | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20

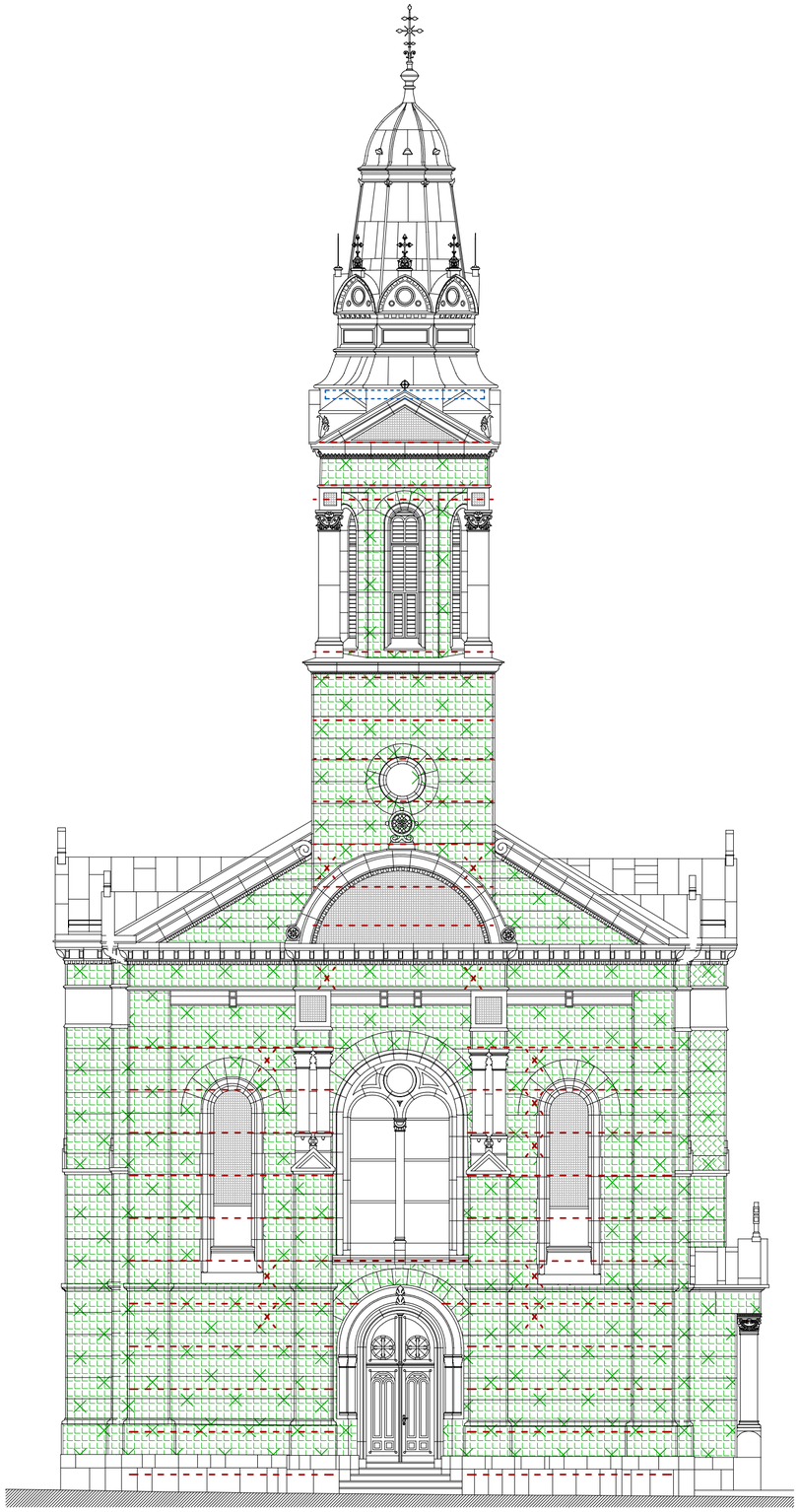
RADIONICA STATIKE d.o.o.
Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb
tel: +385 (1)30 20 444
fax: +385 (1)30 20 445
e-mail: radionica@statika.hr

INVESTITOR: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB
Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

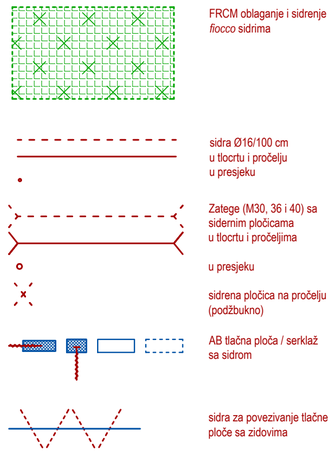
GLAVNI PROJEKTANT:	Zora Salopek Baletić, dipl. ing. arh. (A3532)
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065) HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Branko Galić dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3065
SURADNICI:	Anđela Andrić, mag.ing.aedif. Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif. Ivana Jurić, mag.ing.aedif. Vlaho Miljanovič, mag.ing.aedif. mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.građ. Filip Cvetko, mag.ing.aedif. Jan Sviben, mag.ing.aedif. Toma Ćurković, mag.ing.aedif. dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

GRAĐEVINA:	PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU	
LOKACIJA:	Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar Grad Zagreb	
RAZINA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE	
SADRŽAJ:	PRESJEK 4-4 TLOCRTI TORNJA	
MJERILO:	1:100	DATUM: 08/2021
ZOP:	85/21	
TD:	118/2021	BR.NACRTA: 5

PROČELJE ZAPAD



+34.00
+33.00
+32.00
+31.00
+30.00
+29.00
+28.00
+27.00
+26.00
+25.00
+24.00
+23.00
+22.00
+21.00
+20.00
+19.00
+18.00
+17.00
+16.00
+15.00
+14.00
+13.00
+12.00
+11.00
+10.00
+9.00
+8.00
+7.00
+6.00
+5.00
+4.00
+3.00
+2.00
+1.00
±0.00



0 | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20

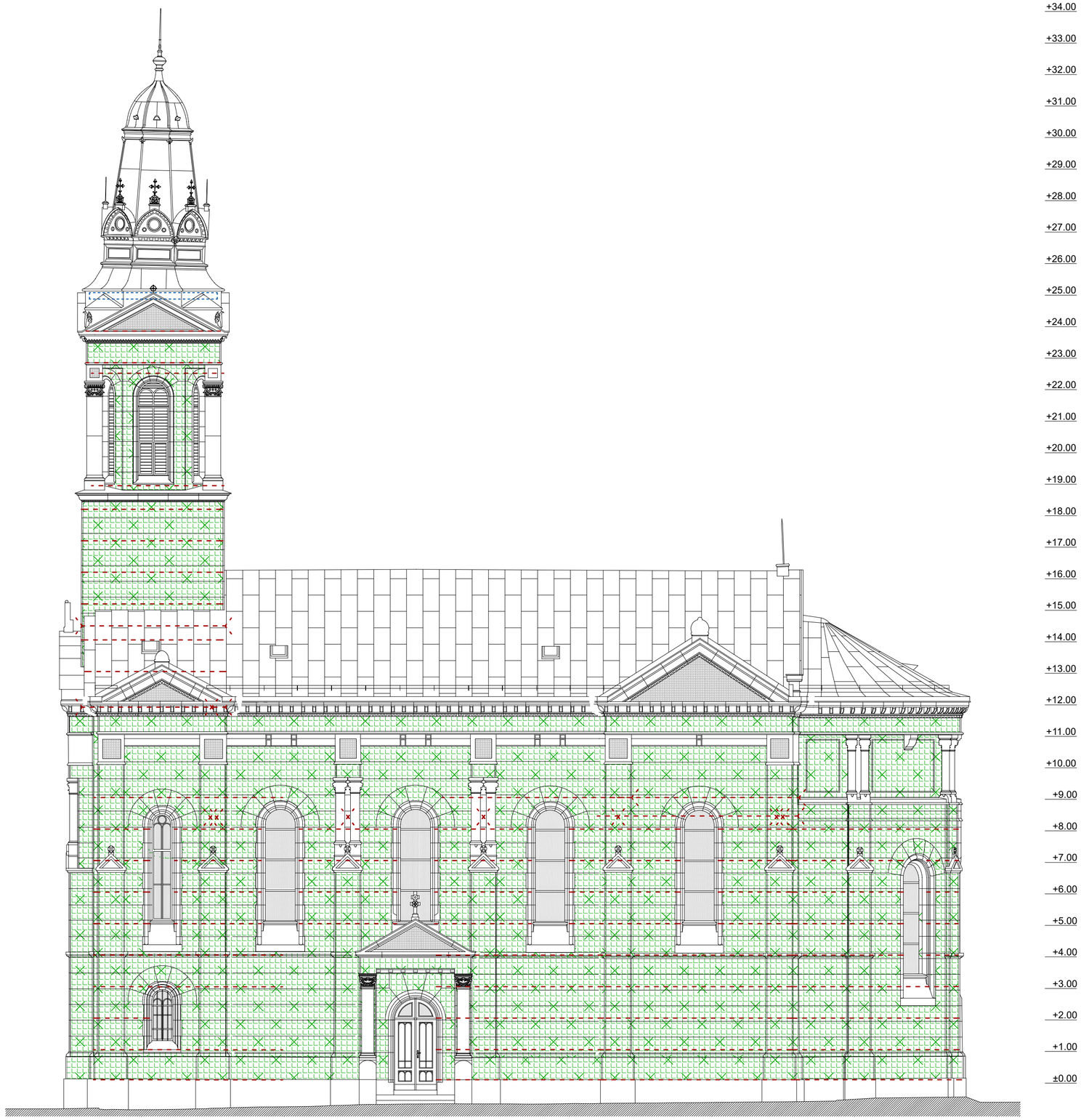
RADIONICA STATIKE d.o.o.
Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb
tel: +385 (1)30 20 444
fax: +385 (1)30 20 445
e-mail: radionica@statika.hr

INVESTITOR: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB
Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

GLAVNI PROJEKTANT:	Zora Salopek Baletić, dipl. ing. arh. (A3532)
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065) HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Branko Galić dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3065
SURADNICI:	Anđela Andrić, mag.ing.aedif. Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif. Ivana Jurić, mag.ing.aedif. Vlaho Miljanović, mag.ing.aedif. mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.grad. Filip Cvetko, mag.ing.aedif. Jan Sviben, mag.ing.aedif. Toma Ćurković, mag.ing.aedif. dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

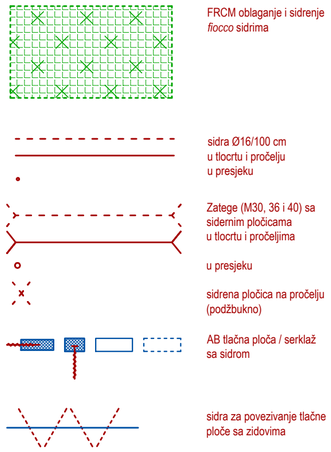
GRAĐEVINA:	PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU	
LOKACIJA:	Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar Grad Zagreb	
RAZINA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE	
SADRŽAJ:	PROČELJE ZAPAD	
MJERILO:	1:100	DATUM: 08/2021
ZOP:	85/21	
TD:	118/2021	BR.NACRTA: 6

PROČELJE JUG



+34.00
+33.00
+32.00
+31.00
+30.00
+29.00
+28.00
+27.00
+26.00
+25.00
+24.00
+23.00
+22.00
+21.00
+20.00
+19.00
+18.00
+17.00
+16.00
+15.00
+14.00
+13.00
+12.00
+11.00
+10.00
+9.00
+8.00
+7.00
+6.00
+5.00
+4.00
+3.00
+2.00
+1.00
±0.00

0 | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20



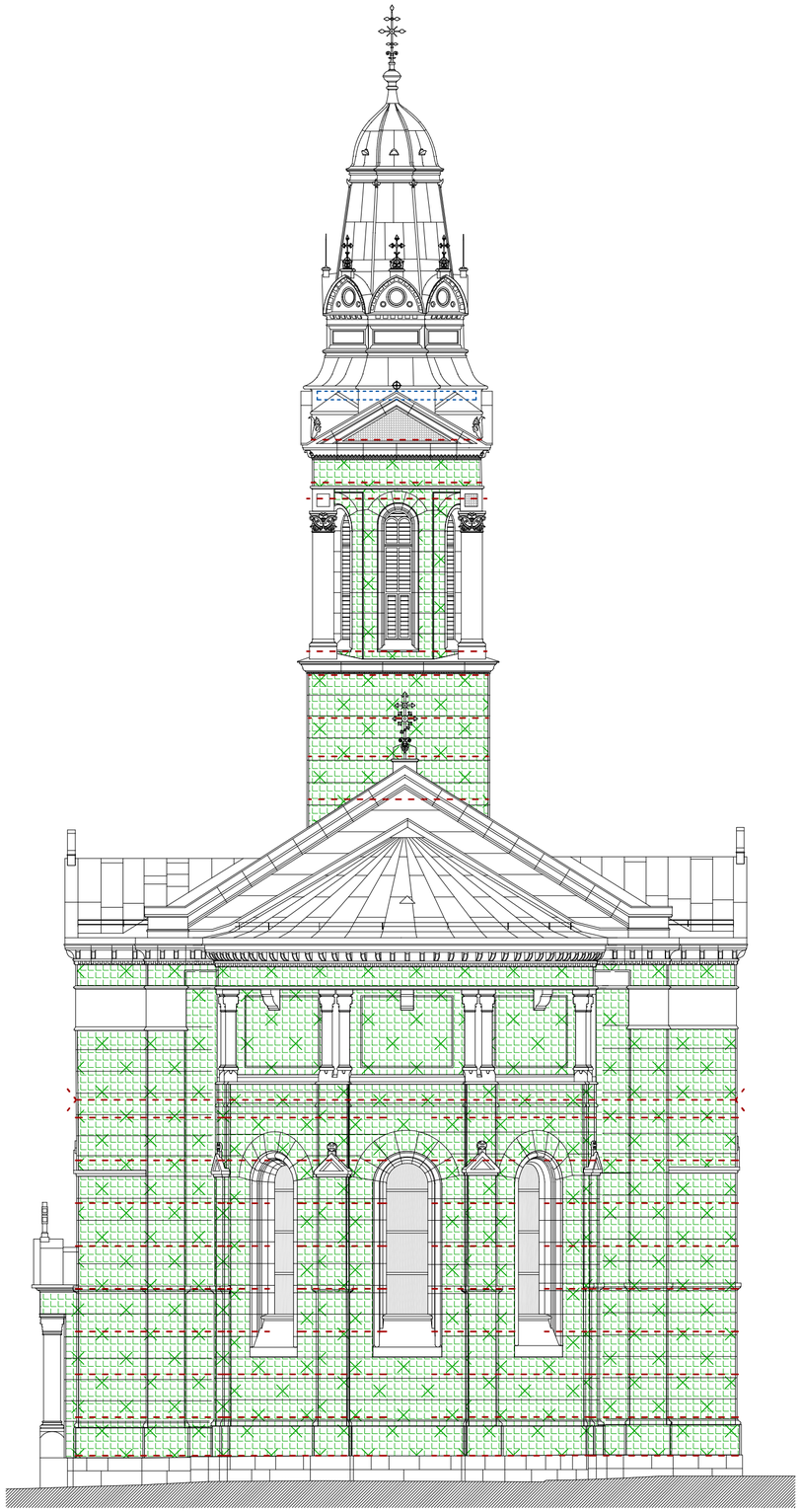
RADIONICA STATIKE d.o.o.
Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb
tel: +385 (1)30 20 444
fax: +385 (1)30 20 445
e-mail: radionica@statika.hr

INVESTITOR: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB
Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

GLAVNI PROJEKTANT:	Zora Salopek Baletić, dipl. ing. arh. (A3532)
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065) HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Branko Galić dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3065
SURADNICI:	Anđela Andrić, mag.ing.aedif. Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif. Ivana Jurić, mag.ing.aedif. Vlaho Miljanović, mag.ing.aedif. mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.građ. Filip Cvetko, mag.ing.aedif. Jan Sviben, mag.ing.aedif. Toma Ćurković, mag.ing.aedif. dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

GRAĐEVINA:	PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU	
LOKACIJA:	Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar Grad Zagreb	
RAZINA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE	
SADRŽAJ:	PROČELJE JUG	
MJERILO:	1:100	DATUM: 08/2021
ZOP:	85/21	
TD:	118/2021	BR.NACRTA: 7

PROČELJE ISTOK



+34.00
+33.00
+32.00
+31.00
+30.00
+29.00
+28.00
+27.00
+26.00
+25.00
+24.00
+23.00
+22.00
+21.00
+20.00
+19.00
+18.00
+17.00
+16.00
+15.00
+14.00
+13.00
+12.00
+11.00
+10.00
+9.00
+8.00
+7.00
+6.00
+5.00
+4.00
+3.00
+2.00
+1.00
±0.00

FRCM oblaganje i sidrenje *fiocco* sidrima

sidra Ø16/100 cm
u tlocrtu i pročelju
u presjeku

Zategе (M30, 36 i 40) sa sidernim pločicama
u tlocrtu i pročeljima

u presjeku

sidrena pločica na pročelju (podžbukno)

AB tlačna ploča / serklaž sa sidrom

sidra za povezivanje tlačne ploče sa zidovima

0 | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20

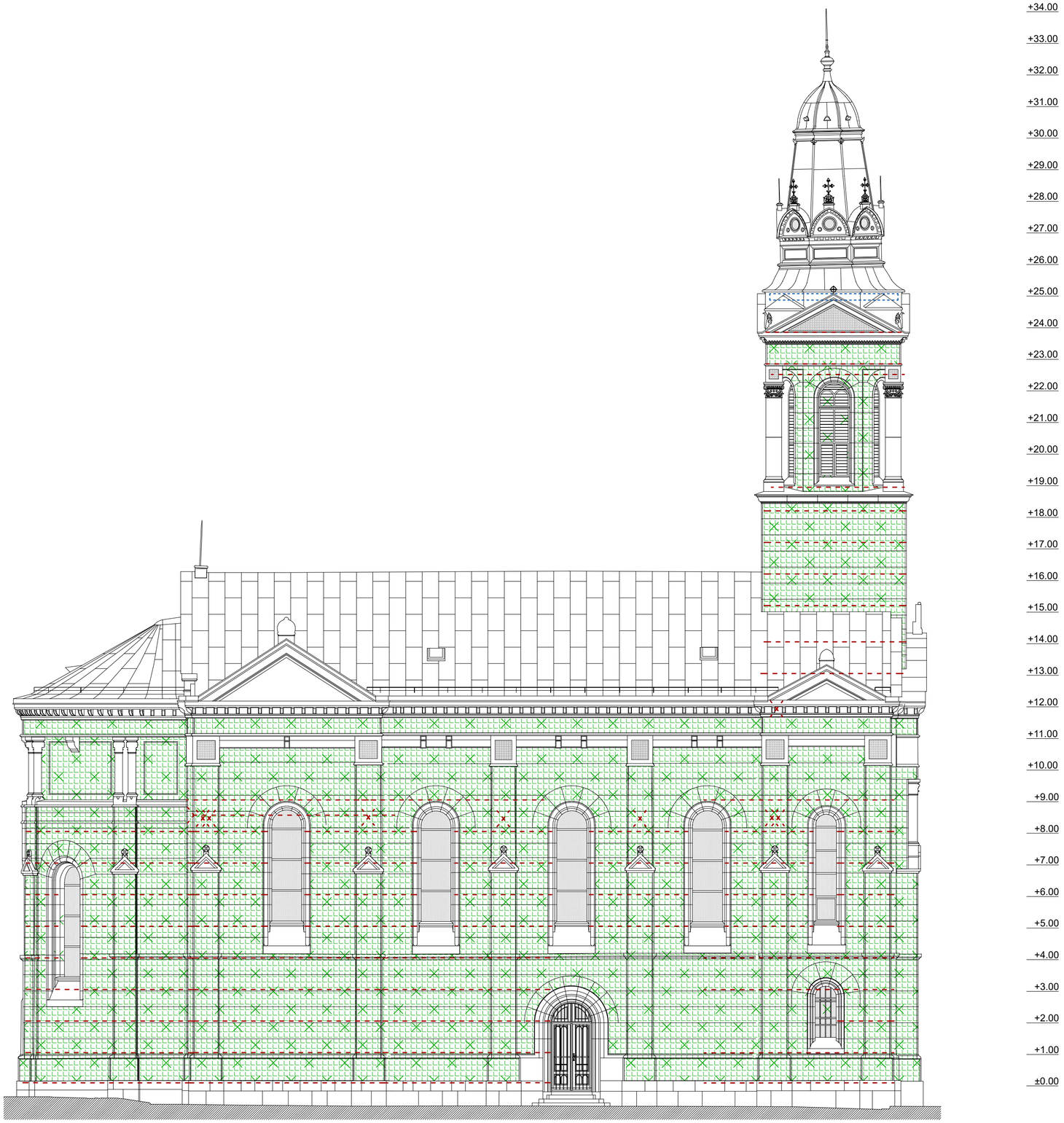
RADIONICA STATIKE d.o.o.
Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb
tel: +385 (1)30 20 444
fax: +385 (1)30 20 445
e-mail: radionica@statika.hr

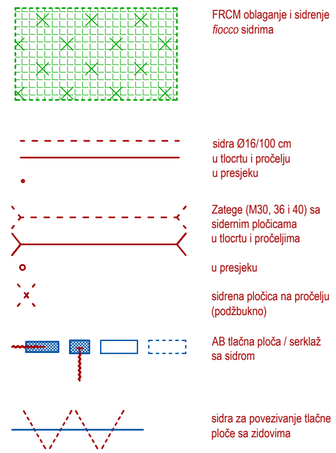
INVESTITOR: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB
Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

GLAVNI PROJEKTANT:	Zora Salopek Baletić, dipl. ing. arh. (A3532)
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065) HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Branko Galić dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3065
SURADNICI:	Anđela Andrić, mag.ing.aedif. Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif. Ivana Jurić, mag.ing.aedif. Vlaho Miljanović, mag.ing.aedif. mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.građ. Filip Cvetko, mag.ing.aedif. Jan Sviben, mag.ing.aedif. Toma Ćurković, mag.ing.aedif. dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

GRAĐEVINA:	PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU	
LOKACIJA:	Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar Grad Zagreb	
RAZINA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE	
SADRŽAJ:	PROČELJE ISTOK	
MJERILO:	1:100	DATUM: 08/2021
ZOP:	85/21	
TD:	118/2021	BR.NACRTA: 8

PROČELJE SJEVER





0 | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20

RADIONICA STATIKE d.o.o.
Andrije Kačića Miošića 22, 10 000 Zagreb
tel: +385 (1)30 20 444
fax: +385 (1)30 20 445
e-mail: radionica@statika.hr

INVESTITOR: SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB
Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342

GLAVNI PROJEKTANT:	Zora Salopek Baletić, dipl. ing. arh. (A3532)	GRAĐEVINA:	PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Branko Galić, dipl.ing.građ. (G 3065) HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Branko Galić dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3065	LOKACIJA:	Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar Grad Zagreb
		RAZINA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE
SURADNICI:	Anđela Andrić, mag.ing.aedif. Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif. Ivana Jurić, mag.ing.aedif. Vlaho Miljanović, mag.ing.aedif. mr.sc. Anto Kučer, dipl.ing.građ. Filip Cvetko, mag.ing.aedif. Jan Sviben, mag.ing.aedif. Toma Ćurković, mag.ing.aedif. dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.	SADRŽAJ:	PROČELJE SJEVER
		MJERILO: 1:100	DATUM: 08/2021
		ZOP: 85/21	
		TD: 118/2021	BR.NACRTA: 9

NARUČITELJ : **SRPSKA PRAVOSLAVNA CRKVA U HRVATSKOJ, EPARHIJA ZAGREBAČKO–LJUBLJANSKA, CRKVENA OPĆINA ZAGREB Ilica 7, 10 000 Zagreb, OIB: 41346262342**

GRAĐEVINA : **PROJEKTNO TEHNIČKA DOKUMENTACIJA CJELOVITE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SABORNE CRKVE PREOBRAŽENJA GOSPODNJEGA U ZAGREBU**

LOKACIJA : **Ulica Svetog Preobraženja, k.č.br. 2258 i 2259, k.o. Centar**

RAZINA PROJEKTA : **GLAVNI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA : **118/2021**

Z.O.P. : **85/21**

F/ PROCJENA TROŠKOVA

F/ ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA

		Količine	Jedinične cijene	Procjena [kn]
a. Armiranobetonska konstrukcija				
a.1	Beton razreda C25/30	≈ 80 m^3	≈ 1200,00 kn/m^3	≈ 96.000,00
a.2	Armatura kvalitete B 500B i B 500A	≈ 11800 kg	≈ 10,00 kn/kg	≈ 118.000,00
a.3	Oplata	≈ 250 m^2	≈ 150,00 kn/m^2	≈ 38.000,00
b. Drvena konstrukcija krovišta				
c.1	Drvena građa C24	≈ 26 m^3	≈ 4000 kn/m^3	≈ 104.000,00
c. Čelična konstrukcija krovište, toranj, stubište, zatege i sidra				
c.1	Čelik kvalitete S355JR	≈ 49357 kg	≈ 30,00 kn/kg	≈ 1.480.000,00
c.2	Horizontalne i vertikalne čelične zatege Φ 16, 25, 28 B500B	≈ 1636 m	≈ 100,00 kn/m	≈ 164.000,00
c.3	Horizontalne čelične zatege Φ 30 i 40 S355	≈ 334 m	≈ 120,00 kn/m	≈ 40.000,00
d. Izvedba FRCM sustava - zidovi, svodovi, lukovi, stupovi				
d.1	Mreža Mapegrid C200 i C170	≈ 2156 m^2	≈ 700,00 kn/m^2	≈ 1.500.000,00
d. Zidana konstrukcija				
d.1	Ziđe debljine t=25 cm	≈ 26 m^3	≈ 1000,00 kn/m^3	26.000,00
				3.566.000,00

U cijenu je uključena sva nova armiranobetonska konstrukcija (temelji stubišta, vertikalni i horizontalni serklaži, tlačne ploče), čelična konstrukcija (zvonik, krovište i stubište) i drvena konstrukcija krovišta. U cijenu nije uključena cijena uklanjanje krova, zvona, postojećeg stubišta, dodatnog podbetoniranja, prezidavanje po potrebi, podupiranje tijekom izvođenja. Procjena je izvršena na temelju glavnog projekta. Podaci u ovoj procjeni mogu poslužiti kao orijentacija prilikom proračuna okvirnih troškova u ranim fazama projekta kad postoje samo programski podaci o građevini. Podaci za Hrvatsku procijenjeni su uvažavajući karakteristike tržišta građevinskih usluga. Dobivena procjena ni u kojem slučaju ne može služiti kao podatak za stvarnu kalkulaciju potrebnih troškova i rezervaciju sredstva.

Troškovi gradnje nosive konstrukcije sveukupno iznose:

3.356.000,00 kn + PDV

U Zagrebu, kolovoz 2021.g.

Projektant:

Branko Galić, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Branko Galić
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3065