"URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK"
Zagreb, Malešnica V/22, mob 098 9201797, e-mail damirleski@gmail.com
transakcijski račun IBAN HR9424020061140259429 OIB 19291130860

MAPA: 1/3	TD: 199/21	ZOP: 199/21

Naručitelj	**ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE OIB 91660837233** **Vrapčanska ulica 165, 10 000 Zagreb**

Građevina	**ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE** **Vrapčanska ulica, 10 000 Zagreb** **k.č. 3445, k.o. Gornje Vrapče**

GLAVNI PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE

projekt pojačanja građevinske konstrukcije crkve sv. Barbare Djevice i Mučenice u Zagrebu

MAPA 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE

Glavni projektant obnove **ANTON BIBA, dipl.ing.arh.** **A 1237**

ANTON BIBA

Digitalno potpisao: ANTON BIBA
Datum: 2022.03.18 11:27:11 +01'00'

Projektant konstrukcije **DAMIR LESKOVŠEK, dipl.ing.građ.** **G 4375**

DAMIR LESKOVŠEK

Digitally signed by DAMIR LESKOVŠEK
DN: c=HR, o=HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA, 2.5.4.97=VATHR-65080653676, ou=Signature, sn=LESKOVŠEK, givenName=DAMIR, serialNumber=PNOHR-19291130860, cn=DAMIR LESKOVŠEK
Date: 2022.03.18 10:44:16 +01'00'

Ured ovl.ing.građ. Damir Leskovšek **Zagreb, ožujak 2022.**

STRANICA ZA OVJERU OVLAŠTENOG REVIDENTA

Pero Šarušić

Digitally signed by Pero Šarušić
DN: c=HR, o=HKIG, 2.5.4.97=VATHR-65080653676, ou=Signature, sn=Šarušić, givenName=Pero, serialNumber=PNOHR-97319551087, cn=Pero Šarušić
Date: 2022.03.23 08:19:46 +01'00'

SADRŽAJ

OPĆI DIO

- Prikaz sastavnih dijelova glavnog projekta
- Rješenje o osnivanju ureda ovlaštenog inženjera građevinarstva
- Rješenje o upisu u imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva
- Rješenje Ministarstva kulture
- Izjava o usklađenosti sa zakonskom regulativom

TEHNIČKI DIO	**14**
- Tehnički opis	14 – 20
- Program kontrole i osiguranja kvalitete	21 – 26
- Statički proračun tornja zvonika – postojeće stanje	**27**
Analiza opterećenja	28 – 30
Prostorni model	31 – 51
Analiza rezultata	52 – 55
Zaključak – prijedlog ojačanja	56
- Statički proračun tornja zvonika – ojačanje čel. konstrukcijom	**57**
Analiza opterećenja	58 – 60
Prostorni model	61 – 134
- Odabrano ojačanje i sanacija – toranj zvonika	**135 – 137**
- Statički proračun crkve	**138**
Analiza opterećenja	139 – 141
Prostorni model	142 – 177
Analiza rezultata	178 – 181
Zaključak – prijedlog ojačanja	182
- Odabrano ojačanje i sanacija – crkva	**183 – 188**

GRAFIČKI PRILOZI

Nacrt br. 1 - nova podna ploča čelične rešetke zvonika

Nacrt br. 2 - povezivanje kamenog zida i čelične rešetke zvonika

Nacrt br. 3 - pročelja zvonika - ojačanje zidova

Nacrt br. 4 - povezivanje uzdužnih zidova crkve zategama

Nacrt br. 5 - ojačanje zabatnog zida iznad slavoluka AB okvirom

Nacrt br. 6 - ojačanje slavoluka

Nacrt br. 7 - ojačanje stropa crkve

Nacrt br. 8 - sjeverno pročelje crkve - ojačanje zidova

Nacrt br. 9 - južno pročelje crkve - ojačanje zidova

POPIS MAPA

I **MAPA broj 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE T.D. 199/21**
URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRADITELJSTVA DAMIR LESKOVŠEK,
Malešnica V 22, 10090 Zagreb
Projektant: Damir Leskovšek, dipl.ing.građ. ovl. inženjer građevinarstva G 4375

II **MAPA broj 2 - ARHITEKTONSKI PROJEKT T.D. 09/2021**
ARBI d.o.o., Kaptol 20, 10000 Zagreb
Projektant: Anton Biba, dipl.ing.arh. ovl. arhitekt A 1237

III **MAPA broj 3 - IZVEDBENI TROŠKOVNIK T.D. 09/2021**
ARBI d.o.o., Kaptol 20, 10000 Zagreb
Projektant: Anton Biba, dipl.ing.arh. ovl. arhitekt A 1237

REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

KLASA: UP/I-367-03/20-01/2
URBROJ: 500-03-20-2
Zagreb, 20. veljače 2020. godine

Hrvatska komora inženjera građevinarstva na temelju članka 20. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje ("Narodne novine", broj 78/2015, 118/2018., 110/2019.) odlučujući o zahtjevu koji je podnio **Damir Leskovšek, Zagreb, Ulica Malešnica V br. 22,** donosi slijedeće

RJEŠENJE

o osnivanju Ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva

1. U Upisnik ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja Hrvatske komore inženjera građevinarstva, upisuje se **Ured za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva Damir Leskovšek, dipl. ing. građ., OIB 19291130860, Zagreb,** pod rednim brojem **859** , s danom upisa **01.03.2016.** godine.

2. Ured za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjer građevinarstva Damir Leskovšek, dipl. ing. građ., Zagreb, osniva se danom upisa u Upisnik ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja Hrvatske komore inženjera građevinarstva, a s radom započinje 01.03.2016. godine.

3. Poslovno sjedište Ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva Damir Leskovšek, dipl. ing. građ., je na adresi **Zagreb, Ulica Malešnica V br. 22**.

4. Ured mora imati natpisnu ploču koja se postavlja pored ulaza u zgradu u kojoj je smješten ured. Naziv ureda ispisuje se na natpisnoj ploči četverokutnog oblika, dimenzija 350x150x2 mm, u materijalu eloksirani aluminij prirodne boje. Gravura teksta i logotipa Komore boja se u crnoj i crvenoj boji.

5. Komora izdaje natpisnu ploču, a Damir Leskovšek, dipl. ing. građ. snosi trošak korištenja natpisne ploče, koji jednokratno uplaćuje u korist računa Hrvatske komore inženjera građevinarstva. Natpisna ploča vlasništvo je Komore.

6. Matični broj Ureda: **80464181**

7. Šifra djelatnosti Ureda je: **71.12. Inženjerstvo i s njim povezano tehničko savjetovanje**.

8. Skraćeni naziv Ureda je: ***Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Damir Leskovšek***

9. Ovo Rješenje u potpunosti zamjenjuje postojeće Rješenje Klasa: UP/I-311-01/15-01/859, Urbroj: 500-03-15-1 od 20. veljače 2015. godine.

Obrazloženje

Dana 08.02.2016. godine Damir Leskovšek, dipl. ing. građ., podnio je Zahtjev za osnivanje Ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva.

U prilogu zahtjeva, podnositelj zahtjeva je podnio slijedeću dokumentaciju:
- presliku važećeg osobnog dokumenta,
- dokaz o radnom stažu (Elektronički zapis o podacima evidentiranim u matičnoj evidenciji Hrvatskog zavoda za mirovinsko osiguranje),
- dokaz o uplati troška korištenja natpisne ploče u iznosu od 450,00 kn,
- dokaz o uplati naknade za administrativne troškove u iznosu od 250,00 kn,
- 70,00 kn Upravne pristojbe (biljezi RH).

Zahtjev je osnovan.

Prema odredbi članka 19. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje, između ostalih i ovlašteni inženjer građevinarstva može obavljati poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu ili drugoj pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ured za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja osniva se upisom u Upisnik ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja Hrvatske komore inženjera građevinarstva.

U postupku koji je prethodio donošenju ovog rješenja izvršen je uvid u priloženu dokumentaciju i utvrđeno je da je zahtjev podnositelja osnovan te da podnositelj udovoljava uvjetima koji su propisani Zakonom o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje, Zakonom o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju i Statutom Hrvatske komore inženjera građevinarstva.

Uvidom u službenu evidenciju Hrvatske komore inženjera građevinarstva utvrđeno je da je Damir Leskovšek, dipl. ing. građ. upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore inženjera građevinarstva pod rednim brojem **4375**, s danom upisa **13.10.2009.** godine te je i s tog osnova stekao pravo na samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja.

Ured za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva osnovan je upisom u Upisnik ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja Hrvatske komore inženjera građevinarstva, **s danom 01.03.2016. godine, pod rednim brojem 859**.

Dana 20. veljače 2020. godine Damir Leskovšek, dipl. ing. građ., zatražio je izmjenu adrese sjedišta Ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva na adresu Zagreb, Ulica Malešnica V br. 22 te zatražio izmjenu Rješenja o osnivanju Ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva Klasa:UP/I-311-01/15-01/859, Urbroj: 500-03-15-1 od 20. veljače 2015. godine obzirom da je promijenio sjedište ureda.

Suklado svemu prethodno iznesenom te obzirom na nastanak novih okolnosti, izdaje se ovo Rješenje koje u potpunosti zamjenjuje postojeće Rješenje Klasa:UP/I-311-01/15-01/859, Urbroj: 500-03-15-1 od 20. veljače 2015. godine

Uredu je Državni zavod za statistiku dodijelio Matični broj ureda, u skladu s Odlukom o sadržaju i načinu vođenja registra ovlaštenih organizacija.

Uredu je u skladu s Nacionalnom klasifikacijom djelatnosti dodijeljena pripadajuća šifra djelatnosti za samostalnu djelatnost inženjera u graditeljstvu 71.12. Inženjerstvo i s njim povezano tehničko savjetovanje.

Ured će poslovati pod skraćenim nazivom: *Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Damir Leskovšek.*

Pečat ovlaštenog inženjera građevinarstva može se koristiti samo na projektima i drugoj dokumentaciji u okviru obavljanja poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja koje je sam izradio u samostalnom Uredu, odnosno koja je izrađena pod njegovim vodstvom i isti se ne može koristiti u druge svrhe, odnosno u svrhu redovitog poslovanja Ureda.

Ovlašteni inženjer građevinarstva koji obavlja poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja samostalno u vlastitom uredu dužan je za redovito poslovanje imati poseban pečat Ureda kojega sam izrađuje o svom trošku.

U članku 63. Pravilnika o upisima u imenike, upisnike i evidencije Hrvatske komore inženjera građevinarstva i pečatima, iskaznicama i natpisnim pločama propisano je da je ovlašteni inženjer građevinarstva koji poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja obavlja samostalno u vlastitom uredu ili zajedničkom uredu dužan imati ploču ureda istaknutu pored ulaza u zgradu u kojoj su smješteni.

Oblik i obvezatni sadržaj natpisne ploče propisan je Pravilnikom o upisima u imenike, upisnike i evidencije Hrvatske komore inženjera građevinarstva.
Ploču ureda izdaje Komora i ista je vlasništvo Komore.

Damir Leskovšek, dipl. ing. građ., uplatio je u korist računa Hrvatske komore inženjera građevinarstva naknadu za administrativne troškove u iznosu od 250,00 kn po Odluci o iznosu naknade za administrativne troškove te trošak korištenja natpisne ploče u iznosu od 450,00 kn.

Upravna pristojba u vrijednosti 20,00 kn (slovima: dvadeset kuna) prema tarifnom br. 1 i u vrijednosti od 50,00 kn (slovima: pedeset kuna), prema Tar.br. 2. stavak 1. Uredbe o tarifi upravnih pristojbi („Narodne novine", broj 8/17, 37/17, 129/17, 18/19, 97/19, 128/19) plaćena je uplatom na račun broj HR1210010051863000160.

Slijedom navedenog, na temelju članaka 20. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje ("Narodne novine", broj 78/2015, 118/2018., 110/2019.), odlučeno je kao u izreci.

Uputa o pravnom lijeku:

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

Na žalbu se plaća pristojba u iznosu od 35,00 kuna prema Tar.br. 3. stavak 1 Tarife upravnih pristojbi Uredbe o tarifi upravnih pristojbi.



Predsjednica
Hrvatske komore inženjera građevinarstva

Nina Dražin Lovrec, dipl.ing.građ.

Dostaviti:
1. **Damir Leskovšek**,
   10000 Zagreb, Ulica Malešnica V br. 22
2. Područna služba HZMO Zagreb, Trpimirova 4, 10000 Zagreb
3. HZZO Zagreb, Jukićeva 12, 10000 Zagreb
4. Područni ured Porezne uprave Zagreb, Park Stara Trešnjevka 2, 10000 Zagreb
5. U Zbirku isprava Komore
6. Povrat potvrde o izvršenoj dostavi uz točke 1. do 4.

REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

KLASA: UP/I-360-01/09-01/4375
URBROJ: 500-03-20-3
Zagreb, 20. veljače 2020. godine

Hrvatska komora inženjera građevinarstva na temelju članka 26. stavka 5. i članka 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju ("Narodne novine", broj 78/2015, 114/2018, 110/2019) odlučujući o zahtjevu koji je podnio **Damir Leskovšek, Zagreb, Ulica Malešnica V br. 22,** donosi slijedeće

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se **Damir Leskovšek, dipl. ing. građ., Zagreb, Ulica Malešnica V br. 22, OIB 19291130860,** pod rednim brojem **4375**, s danom upisa **13.10.2009.** godine.

2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva **Damir Leskovšek, dipl. ing. građ.**, stječe pravo na uporabu strukovnog naziva **"ovlašteni inženjer građevinarstva"** i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 48., 50., 53. stavak 1. i 2., 55. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje ("Narodne novine", broj 78/2015. 118/2018, 110/2019), te ostala prava i dužnosti sukladno ovom Zakonu, posebnim zakonima i propisima donesenim temeljem tih zakona, te općim aktima Komore.

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

4. Ovim rješenjem zamjenjuje se rješenje KLASA: UP/I-360-01/09-01/4375, URBROJ: 500-03-09-1 od 26.10.2009. godine.

Obrazloženje

Dana 12.10.2009.. godine Damir Leskovšek, dipl. ing. građ., podnio je zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

U prilogu zahtjeva, podnositelj zahtjeva je podnio slijedeću dokumentaciju:

- Uvjerenje-O PREBIVALIŠTU
- Potvrda-ekvival. MAG.ING.AEDIF.
- Dokaz-AKADEMSKE KOMPETENCIJE
- Osobne stručne kompetencije
- UVJERENJE-stručni ispit / GR 1104
- UVJERENJE-istraga i/ili kazneni postupak
- Registracija tvrtke- ima djelatnost
- Radna knjižica
- Dokaz o plaćenoj upisnini
- Fotografije- 2 kom za osobnu iskaz.

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

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

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

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

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

Zahtjev podnositelja je osnovan.

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

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

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

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

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

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori inženjera građevinarstva članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore, osim u slučaju mirovanja članstva i privremenog prekida obavljanja djelatnosti, a pri prestanku članstva u Komori dužan je podmiriti sve dospjele financijske obveze prema Komori, sve sukladno članku 13. stavku 1. točki 5. Statuta Hrvatske komore inženjera građevinarstva.

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

Ovim rješenjem zamjenjuje se rješenje KLASA: UP/I-360-01/09-01/4375, URBROJ: 500-03-09-1 od 26.10.2009. godine, obzirom da je dana 20.02.2020. godine Damir Leskovšek, dostavio presliku diplome dipl. ing. građ. kojom se dokazuje da su ispunjeni uvjeti za promjenu u izreci rješenja na način da se umjesto „mag.ing.aedif" navodi „dipl. ing. građ.".

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

Upravna pristojba u vrijednosti 20,00 kn (slovima: dvadeset kuna) prema tarifnom br. 1 i u vrijednosti od 50,00 kn (slovima: pedeset kuna), prema Tar.br. 2. stavak 1. Uredbe o tarifi upravnih pristojbi („Narodne novine", broj 8/17, 37/17, 129/17, 18/19, 97/19, 128/19) plaćena je uplatom na račun broj HR1210010051863000160.

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

Uputa o pravnom lijeku:

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

Na žalbu se plaća pristojba u iznosu od 35,00 kuna prema Tar.br. 3. stavak 1. Tarife upravnih pristojbi Uredbe o tarifi upravnih pristojbi.

Predsjednica
Hrvatske komore inženjera građevinarstva
Nina Dražin Lovrec
Nina Dražin Lovrec, dipl.ing.građ.

Dostaviti:
1. **Damir Leskovšek,**
   10000 Zagreb, Ulica Malešnica V br. 22
2. U Zbirku isprava Komore

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO KULTURE

UPRAVA ZA ZAŠTITU KULTURNE BAŠTINE
Klasa: UP/I-612-08/16-03/0507
Urbroj: 532-04-01-01-01/7-17-6
Zagreb, 6. veljače 2017.

Ministarstvo kulture rješavajući o zahtjevu Damira Leskovšeka, mag. ing. aedif., Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva 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 – Uredba) i članka 11. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 74/03, 44/10), u postupku izdavanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, na prijedlog Stručnog povjerenstva za utvrđivanje uvjeta za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, donosi

R J E Š E N J E

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

2. Utvrđuje se da Damir Leskovšek, mag. ing. aedif., Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva iz Zagreba ispunjava sve uvjete propisane citiranim Pravilnikom za obavljanje poslova iz toč 1. izreke ovoga rješenja.

Ovlašteni inženjer građevinarstva Damir Leskovšek, mag. ing. aedif. 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. Po pravomoćnosti ovoga rješenja, Damir Leskovšek, mag. ing. aedif., Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva iz Zagreba, upisat će se u Upisnik specijaliziranih pravnih i fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara pod rednim brojem **2735**.

O b r a z l o ž e n j e

Damir Leskovšek, mag. ing. aedif., Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva iz Zagreba podnio je Ministarstvu kulture zahtjev za izdavanje 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 20. veljače 2006. i rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 26. listopada 2009., popis kulturnih dobara i poslova na kojima je podnositelj zahtjeva radio, opis tehničke opremljenosti, te Izjava o poduzimanju potrebnih mjera iz članka 7. uvodno cit. Pravilnika.

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

Stručno povjerenstvo je na temelju priložene dokumentacije i pozitivnih mišljenja Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu od 22. studenog 2016. i Konzervatorskog odjela u Šibeniku od 1. prosinca 2016., a sukladno čl. 10. st. 4. Pravilnika, utvrdilo da postoje propisani uvjeti za obavljanje poslova iz čl. 2. st. 1. toč. 3. Pravilnika: izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.

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

Davor Trupković, dipl. ing. arh.

Dostavlja se:
1. Damir Leskovšek, mag.ing.aedif., M. Viriusa 14, 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

Temeljem članka 70, Stavak (1), "Zakona o gradnji", (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), te članka 16. Stavak 2. Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanu projekata građevine (NN 118/2019), izdaje se:

IZJAVA PROJEKTANTA GRAĐEVINSKOG PROJEKTA KONSTRUKCIJE O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA KONSTRUKCIJE SA PROSTORNIM PLANOM, ZAKONIMA I DRUGIM PROPISIMA

Projektant	**DAMIR LESKOVŠEK, dipl.ing.građ.**	**ovlaštenje HKIG br. G 4375**

MAPA : 1/3	**TD: 199/21**	**ZOP: 199/21**

Naručitelj	**ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE** **Vrapčanska ulica 165, 10 000 Zagreb**	**OIB 91660837233**

Građevina	**ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE** **Vrapčanska ulica, 10 000 Zagreb** **k.č. 3445, k.o. Gornje Vrapče**

Razina razrade	**GLAVNI PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE**

Strukovna odrednica	**MAPA 1: GRAĐEVINSKI PROJEKT: PROJEKT KONSTRUKCIJE**

Ovaj projekt je usklađen sa:

- Posebni uvjeti zaštite kulturnog dobra Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode KLASA: 612-08/21-028/91, URBROJ: 251-14-04/003-22-12, 28.2.2022.
- Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije - (NN 102/20) i (NN 10/21)
- MAPA 2 – Arhitektonski projekt
- odredbama zakona i propisa kako slijedi:
  1. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
  2. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
  3. Zakon o građevinskim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
  4. Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
  5. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, uredba o izmjeni 154/14, 94/18, 96/18)

– Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
– Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/2017, 75/20)
– Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije : niz HRN EN 1991, uključivo i pripad. NA
– Projektiranje konstrukcija otpornih na potres : niz HRN EN 1998, uključivo i pripadajući NA
– Projektiranje betonskih konstrukcija : niz HRN EN 1992, uključivo i pripadajući NA
– Projektiranje zidanih konstrukcija : niz HRN EN 1996, uključivo i pripadajući NA
– Projektiranje drvenih konstrukcija : niz HRN ENV 1995, uključivo i pripadajući NA
– Projektiranje čeličnih konstrukcija: niz HRN EN 1993/NA, uključivo i pripadajući NA
– Geotehničko projektiranje : niz HRN EN 1997, uključivo i pripadajući NA

Projektant: Damir Leskovšek dipl.ing.građ.

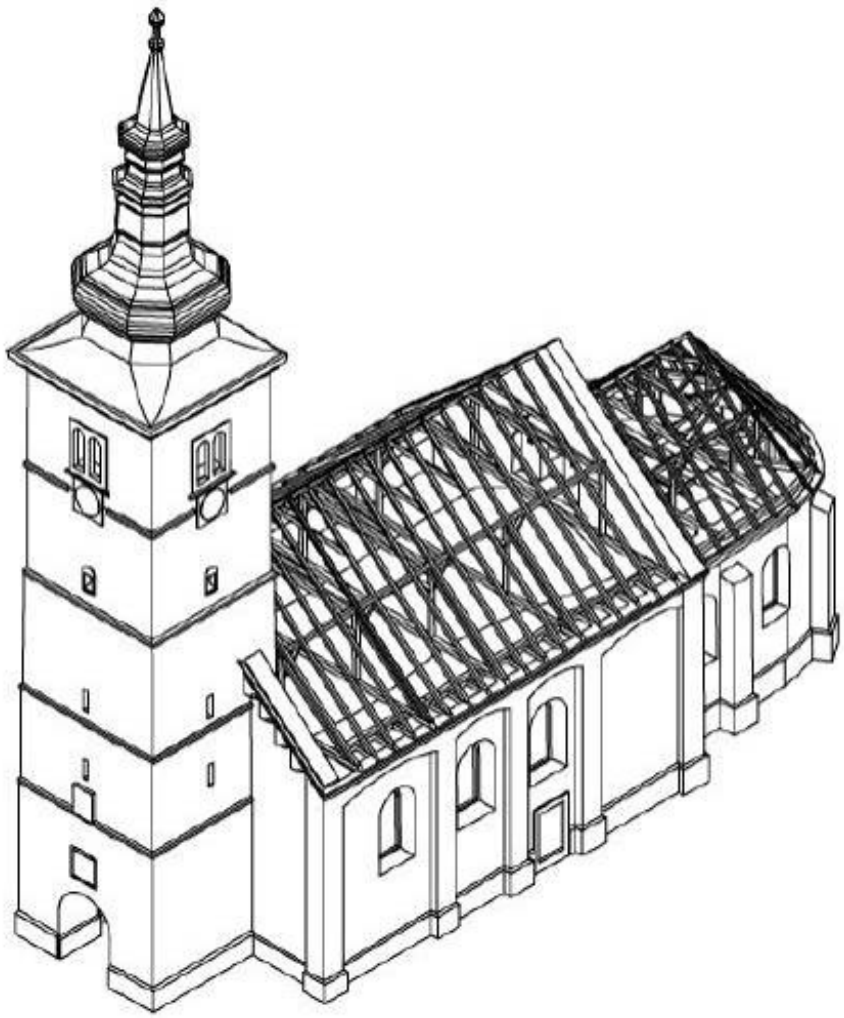
TEHNIČKI OPIS

OPĆENITO

Predmet statičkog proračuna je dokaz nosivosti i stabilnosti sanacije i ojačanja konstrukcije župne crkve sv. Barbare u Vrapču.

DOKAZ O PRIKLADNOSTI GRAĐEVINE – POJAČANJA I SANACIJA

Prema Tehničkom propisu o izmjenama i dopunama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije - Prilog III, Razine obnove potresom oštećenih konstrukcija zgrada u odnosu na mehaničku otpornost i stabilnost (NN 17/17, 75/20), predviđa se popravak konstrukcije uz pojačanja kojima se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade na potresno djelovanje **- razina 3.** Predmetna građevina je pojedinačno zaštićeno nepokretno kulturno dobro upisano u Registar kulturnih dobara RH.



OPIS KONSTRUKCIJE – POSTOJEĆE STANJE

Zidani temelji i perimetralni zidovi crkve i zvonika zidani su kamenom, većim i manjim gromadama te ispunom od lomljenca. Zidovi su ožbukani iznutra i izvana.

Debljina temelja je 130-200 cm, i sežu do dubine 230 cm od okolnog uređenog terena. Perimetralni zidovi crkve debljine su 125-140 cm, odnosno 205 cm na mjestima potporanja, dok su zidovi sakristije debljine 95-135 cm. Zidovi zvonika su debljine 160-200 cm u podnožju, a ta se debljina mijenja po visini: na prvoj etaži 180-195 cm, na drugoj etaži 160-170 cm, na trećoj etaži 150-160 cm, na četvrtoj etaži 120-130, na petoj etaži 110 cm, te na zadnjoj etaži (zvona) debljine 110 cm.

Svetište crkve je niže i uže od broda, sakristija je smještena sa sjeverne strane, a zvonik je ispred glavnog pročelja. Svetište i brod crkve svođeni su zidanim bačvastim svodom s usječenim šiljastim susvodnicama, pjevalište je svođeno križnim svodovima, oslanja se na dva kamena stupa povezana eliptičnim lukovima. Sakristija je svođena križnim svodom.

Zidovi pročelja ojačani su potpornjima, rastvoreni su visokim prozorima segmentno lučnih nadvoja. Visoki četvrtasti toranj barokne lukovice, s biforama na zadnjoj etaži, raščlanjen je horizontalnim vijencima koji dijele katove te naslikanim uglovnim kvadrima. Zidovi zvonika su ožbukani s vanjske strane i djelomično s unutrašnje (prizemlje i djelomično na višim pozicijama). Na pet razina visinski nalaze se drveni međupodesti međusobno povezani drvenim ljestvama. Konstrukcija zvona je čelična prostorna rešetkasta krnja piramida smještena na zadnjem katu i oslanja se na drvene grede u dvije razine (u dva smjera), oslonjene u perimetralne zidove zvonika i dodatno poduprte u donjoj etaži drvenim stupom. Krovište zvonika je drveno s daščanom oplatom.

Dvostrešno krovište broda crkve, svetišta i sakristije, obnovljeno je 80-tih godina 20 stoljeća, kada je izveden i betonski vijenac po obodu perimetralnih zidova svetišta, radi učvršćenja istih. 2019. godine krov i pokrov su obnovljeni, kao i krovna limarije.

OPIS KONSTRUKCIJE – SANACIJA I OJAČANJA

TORANJ – ZVONIK CRKVE

Prema elaboratu ocjene postojećeg stanja zaključeno je da zidovi u podnožju tornja te sami temelji zadovoljavaju. Za sanaciju tornja od razine kora, predviđena je čelična konstrukcija unutar tornja, povezana sa zidovima. Čelična konstrukcija preuzima dio posmičnih i vlačnih naprezanja koja zidovi (kamen i vapneni mort) ne mogu preuzeti. Podnožje novog čeličnog tornja bit će na armiranobetonskoj podnoj ploči u razini kora. Također će se kameni zidovi dodatno sanirati i ojačati FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom sa mrežom i sidrenim užadi sa vanjske strane zidova.

Konstrukcija nove čelične prostorne rešetke tornja zvonika – sve profile međusobno zavariti

Stupovi	L 180 x 180 x 18 – u uglovima sa unutarnje strane zvonika
Vertikalni spregovi	L 180 x 180 x 18, L 160 x 160 x 15
	L 140 x 140 x 14, L 120 x 120 x 12
	Stupove i vertikalne spregove ankerirati – povezati za
	postojeće zidove zvonika sa M 14 / 100 cm
Podesti	L 160 x 160 x 15 – rubno uz zid
	IPBI (HEA) 120 - horizontale
	L 80 x 80 x 8, L 70 x 70 x 7, L 60 x 60 x 6 – kosnici / ispune
	Rubne profile uz zid povezati šipkama Ø 25 mm kroz cijeli zid
	zvonika (4 komada / zidu) – vidi nacrt br. 2
Podna ploča u nivou kora	d = 25 cm – armiranobetonska ploča
	Izvesti utor – šlic dubine cca 20 cm za oslonac nove ploče
	sa produbljivanjem do 40 cm – vidi nacrt br. 1
Ojačanje zidova tornja	FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom
	sa mrežom i sidrenim užadi sa vanjske strane zidova
	– vidi nacrt br. 3
Ojačanje ulaznog nadvoja	FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom
	sa mrežom i sidrenim užadi + injektiranje pukotina
	– vidi nacrt br. 3
Ojačanje svoda iznad vrata za krov	Ø 8 / 20 cm - čelične spiralne šipke
	Postaviti lučno po svodu u epoxy
	– vidi nacrt br. 7

CRKVA

Prema elaboratu ocjene postojećeg stanja zaključeno je da nosivost postojećih zidova i temelja crkve zadovoljava, no zbog prekoračenja pomaka glavnih uzdužnih zidova lađe pri vrhu, iste je potrebno povezati zategama na mjestima proširenja - kontrafora (3 kom).

Vrh zida potrebno je obujmiti horizontalnim serklažem koji je povezan trnovima – sidrima za postojeću konstrukciju. Zatege provući do vanjske strane zida-kontrafora i sidriti u betonski ležaj.

Globalna stabilnost broda crkve, pomak vrha uzdužnih zidova i zaustavljanja mehanizma širenja nožice bačvastog svoda time će se zaustaviti i dodatno ukrutiti.

Zabatni zid iznad slavoluka potrebno je ukrutiti armiranobetonskim okvirom. Kameni zidovi će se sanirati i ojačati FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom sa mrežom i sidrenim užadi sa vanjske strane zidova, bačvasti strop iznad glavog broda i svetišta sa gornje strane (djelomično sa obje strane), dok će se svod između broda i svetišta crkve ojačati FRP sistemom sa unutrašnje strane crkve.

Pukotine na otvorima – prozorima pročelja sanirat će se ugradnjom čeličnih spiralnih šipki.

Drvena konstrukcija je nedavno obnovljena i nisu uočena oštećenja. Ukoliko se prilikom radova uoči da je pojedini vez raskliman ili greda trula, iste je potrebno zamijeniti i dodatno povezati bočnim limovima i vijčanom / čavlanom vezom.

Konstrukcija – ojačanja / sanacija

Uzdužni horizontalni serklaž po vrhu zida	b / h = 45 x 45 cm – armirani beton Povezati sa trnovima L = 100 cm za postojeće zidove – vidi nacrt br. 4
Zatege sa napinjalkama	šipke Ø 30 mm Provući do vanjske strane i sidriti u betonski ležaj Izvesti na mjestima proširenja zida (3 kom) – vidi nacrt br. 4
Poprečni horizontalni serklaž po vrhu zida	b / h = 30 x 30 cm – armirani beton Izvesti iznad uzdužnog serklaža u liniji (iznad) slavoluka Povezati sa trnovima L = 100 cm za postojeći slavoluk – vidi nacrt br. 5
Okvir u zabatnom zidu iznad slavoluka	b / h = 30 x 30 cm (stupovi + greda) – armirani beton – vidi nacrt br. 5
Ojačanje slavoluka	FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom sa mrežom i sidrenim užadi sa bočnih strana – vidi nacrt br. 6

Ojačanje bačvastog stropa	FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom sa mrežom i sidrenim užadi sa gornje strane, djelomično po sredini sa obje strane – vidi nacrt br. 7
Ojačanje postojećih zidova	FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom sa mrežom i sidrenim užadi sa vanjske strane zidova – vidi nacrt br. 8 i 9
Ojačanje prozora na pročeljima	Ø 16 mm, L = 100 cm - čelična spiralna šipka 4 komada sa gornje i donje strane u sredini širine zida – vidi nacrt br. 8 i 9

MATERIJALI

Betonske konstrukcije

- beton: razred tlačne čvrstoće C 25/30

Čelične konstrukcije

- oznaka materijala: S 335 prema HRN EN 10025-2:2007

- spojevi su varovi kvalitete II i vijci klase čvrstoće 10.9

- zaštitu od korozije izvesti sustavom boja (sa 2 osnovna i 2 završna premaza)

Drvene konstrukcije

- crnogorica II klase, čvrstoće C24, gustoće ρ_k = 350 kg/m^3, vlažnost 12<u<20%

FRP (Fiber Reinforced Polymer)

- mreža + sidrena užad – izvedba i ugradnja prema uputama proizvođača



Slika 2.4 proizvodi od FRP-a: šipke; lamele; užad; tkanine i mreže

TEMELJENJE

Za predmetnu parcelu izrađen je geotehnički elaborat: 578/2021 iz srpnja 2021.god. od

KREŠO GEO d.o.o. Zagreb, Jablanska 54, izradio: Krešimir Bolanča dipl.ing.građ.

Tlo je svrstano u tip C temeljnog tla prema HRN EN 1998-1:2011.

Koeficijent reakcije tla za proračun temelja k = 5 000 kN/m^2.

Tlo je dobre nosivosti te nije sklono gubitku čvrstoće pri djelovanju potresa.

Nije registrirana podzemna voda.

Temelji se sastoje od postojećih kamenih temelja zidanih većim i manjim gromadama te ispunom od lomljenca. Debljina temelja je 130-200 cm, i sežu do dubine 230 cm od okolnog uređenog terena.

Potrebno je konsolidirati temeljno zide i izvesti ispravni drenažni sustav s kontroliranom odvodnjom površinskih i krovnih voda.

Statičkim proračunom maksimalno naprezanje tla: $\sigma tla_{max} < \sigma tla_{dop}$

PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE I NAČIN ODRŽAVANJA GRAĐEVINE

Proračunski uporabni vijek građevine iznosi > 100 god. tijekom kojeg je potrebno provoditi redovito održavanje građevine, koje obuhvaća servisiranje, inspekciju (vizualna kontrola), obnovu i poboljšanje, sve prema utvrđenom stanju i potrebi. Vizualne kontrole nužno je provesti nakon:

- masivnih vremenskih nepogoda (oluja, poplava), koje bi mogle izazvati veća oštećenja
- eventualnih opterećenja snijegom zimi većih od minimalnih propisanih
- ekstremnih potresa (potresi, urušavanje tla, zabijanja)
- izmjena na rubnim uvjetima zemljišta (razina podzemnih voda, voda iz slojeva, položaj na obronku) iz kojih bi mogla rezultirati građevinska oštećenja (npr. taloženje)
- građevinskih mjera na vlastitom objektu ili direktno u susjedstvu

Tijekom uporabnog vijeka građevine potrebno je provoditi jednostavne radove na održavanju građevine, kao što su redovito čišćenje, pravodobna zamjena brže trošivih dijelova, te veće zahvate koji obuhvaćaju popravke ili rekonstrukcije. Održavanje konstrukcije mora biti takvo da se tijekom uporabnog vijeka građevine očuvaju njezina tehnička svojstva. Održavanje konstrukcije podrazumijeva redovite preglede od strane stručne osobe u skladu s propisima.

Za građevinu minimalni vremenski razmak između dva redovita pregleda iznosi 5 god.

TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVINSKOG OTPADA

POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE

Izvođač radova dužan je rabiti za gradnju i održavanje građevine samo građevne proizvode za koje je dokazana njihova uporabljivost prema Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19), Zakonu o građevnim proizvodima (NN 76/13,30/14, 130/17, 32/19) i Tehničkom propisu o građevnim proizvodima (NN 33/10, 87/10, 146/10, 81/11, 100/11 – ispravak, 130/12, 81/13).

NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVINSKOG OTPADA

Način zbrinjavanja građevnog otpada koji nastaje tijekom izgradnje građevine potrebno je uskladiti s načinom gospodarenja građevnim otpadom propisanim Pravilnikom o gospodarenju otpadom (NN 117/17), Pravilnikom o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16), a temeljem Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19).

OPIS NAČINA ZBRINJAVANJA OPASNOG OTPADA

Prilikom izgradnje predmetne građevine i njene uporabe nije predviđen nastanak opasnog otpada prema Uredbi o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05 i 39/09).

OPIS ISPUNJENJA TEMELJNIH ZAHTJEVA ZA GRAĐEVINU

Mehanička otpornost i stabilnost se osigurava izvođenjem svih konstruktivnih elemenata i ugradnjom materijala u skladu sa ovim projektom.

PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Cijena građevinskih radova iz ovog projekta: 5. 700 000,00 kn + PDV

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJE KVALITETE

Na temelju Zakona o gradnji" tijekom građenja potrebno je osigurati slijedeće dokaze kvalitete:

BETONSKE KONSTRUKCIJE

Ugradnja betona, armature i predgotovljenih betonskih elemenata u betonsku konstrukciju provodi se prema hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA.
Kontrola betona prije ugradnje u betonsku konstrukciju provodi se u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama za beton,
hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA te Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije.
Kontrola čelika za armiranje, čelika za prednapinjanje, armature i predgotovljenih betonskih elemenata, prije ugradnje provodi se prema hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA te Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije.

Materijal za izradu betona i svježi beton

U tvornici betona potrebno je vršiti tehničku kontrolu rada i kontrolu osnovnih materijala i gotovog betona. Rukovodilac gradilišta treba od betonare pribaviti ateste svih upotrebljenih materijala za pripremu betona. Atesti moraju biti u skladu s "Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije" (NN17/17, 75/20).

Ugrađeni beton

Kvaliteta betona navedena je u poglavlju : Tehnički opis - Materijali.
Kontrolu kvalitete ugrađenog betona treba vršiti ovlaštena organizacija uzimanjem betona na pojedinim konstruktivnim elementima. Dovoljno je ispitivanje tlačne čvrstoće kocaka odnosno valjka s bridom (promjerom) 20 cm i starosti od 28 dana. Program uzimanja uzoraka treba izraditi organizacija koja će vršiti ispitivanje, a u dogovoru sa izvođačem radova i na osnovu plana izvedbe.

Betonski čelik

Kvaliteta čelika navedena je u poglavlju : Tehnički opis - Materijali.
Za dokaz kvalitete čelika koji će se ugraditi, armiračnica mora dobaviti i dostaviti gradilištu ateste proizvođača čelika s potvrdom rukovodioca armiračnice da se svi atesti odnose na taline iz kojih je betonski čelik izrađen.
Rukovodilac gradilišta je dužan te ateste pribaviti i provjeriti da li su u skladu s knjigama evidencije armiračnice (u kojima mora biti evidentiran po vremenu i objektima ulaz i izlaz određenih količina čelika iz svake određene taline).

ZIDANE KONSTRUKCIJE

Specificirana svojstva, dokazivanje uporabljivosti, potvrđivanje sukladnosti, označavanje građevnih proizvoda, ispitivanje građevnih proizvoda, posebnosti pri projektiranju i građenju te potrebni kontrolni postupci kao i drugi zahtjevi koje moraju ispunjavati građevni proizvodi određeni su "Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije" (NN 17/17, 75/20).

Na izvođenje i održavanje zidanih konstrukcija primjenjuje se "Tehnički propis za građevinske konstrukcije" (NN 17/17, 75/20).

Materijali

Vrsta zidnih elemenata, tlačne čvrstoće zidnih elemenata i morta, razred nadzora proizvodnje i razred izvedbe, navedeni su u poglavlju : Tehnički opis - Materijali.

Debljina stijenki opečnih zidnih elemenata sa vertikalnim šupljinama mora biti min 12 mm prema NAD-u norme HRN ENV 1998-1-3.

Prije zidanja ziđa izvođač mora provesti sljedeće:

– pregled svake otpremnice i oznaka na zidnim elementima, mortu i drugim građevnim proizvodima, koji se koriste

– vizualnu kontrolu zidnih elemenata, vreća morta i ambalaže ostalih građevnih proizvoda da se utvrde moguća oštećenja– utvrđivanje

razreda kontrole proizvodnje zidnih elemenata (I ili II)

Izvođenje

Zidni elementi se postavljaju i povezuju u skladu s projektom, i u skladu s točkom 2.3.2.2. norme HRN EN 1996-2.

Zidni elementi na gradilištu moraju biti složeni po vrstama i razredima i osigurani od djelovanja atmosferilija (kiše, snijega, leda).

Mort mora biti transportiran do gradilišta i skladišten na način da je zaštićen od utjecaje vlage i drugih štetnih utjecaja na specificirana tehnička svojstva. Mort mora biti složen po vrstama i razredima.

Agregat mora biti transportiran na gradilište i skladišten na način da se ne promijene njegova specificirana tehnička svojstva.

Mort i veziva ne smiju se, bez prethodnih kontrolnih ispitivanja, ugrađivati nakon provedena 3 mjeseca na gradilištu. Mort se mora miješati strojno i ne smije se ugrađivati ukoliko je započeo proces stvrdnjavanja.

Pri izvedbi zida zidane konstrukcije zidni elementi povezuju se mortom uz potpuno ispunjavanje horizontalnih i vertikalnih sljubnica.

Horizontalne i vertikalne sljubnice trebaju biti debljine 8 do 10 mm.

Pri zidanju zida zidni elementi zida trebaju se preklapati za pola duljine zidnog elementa, mjereno u smjeru zida, a iznimno za 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm.

Zidovi moraju biti zidani u vertikalnoj ravnini, a horizontalne sljubnice trebaju biti u jednoj razini.

Temperatura svježeg morta ne smije biti niža od +5°C, niti viša od +35°C.

Kada je srednja dnevna temperatura zraka manja od +50°C ili viša od +35°C, zidanje ziđa treba izvoditi pod posebnim uvjetima sukladno odredbama iz projekta zidane konstrukcije.

Novo izvedene zidove treba prikladno zaštititi od prekomjernog gubitka vlage ili prekomjernog vlaženja, od mehaničkog oštećenja uslijed udara i od atmosferilija.

DRVENE KONSTRUKCIJE

Razred čvrstoće i vlažnost konstrukcijskog drva, navedeni su u poglavlju : Tehnički opis – Materijali.

Prije izvođenja elemenata drvene konstrukcije izvođač mora:

– 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.

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. Iznimno, 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. Rupe, utori i zarezi za spajala moraju biti izvedeni s takvom preciznošću da se osiguraju projektom predviđena svojstva spoja.

Smatra se da je predhodni uvjet ispunjen ako se rupe za spajala izvode istovremeno na svim elementima istog spoja privremeno složenim u konačni položaj.

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.

Na zaštitu drvenih konstrukcija primjenjuju se hrvatske norme iz Priloga »E«.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Propisi

Specificirana svojstva, dokazivanje uporabljivosti, potvrđivanje sukladnosti te označavanje građevnih proizvoda, ispitivanje građevnih proizvoda, posebnosti pri projektiranju i građenju te potrebni kontrolni postupci kao i drugi zahtjevi koje mora ispunjavati čelična konstrukcija određeni su "Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije" (NN 17/17, 75/20).

Na izvođenje i održavanje čelične konstrukcije primjenjuje se "Tehnički propis za građevinske konstrukcije" (NN 17/17, 75/20).

Materijal za izradu konstrukcije

Oznaka materijala i klasa izvođenja navedeni su u poglavlju: Tehnički opis - materijali

Odstupanja u kvaliteti materijala može odobriti jedino projektant.

Sav materijal mora imati odgovarajuća uvjerenja o kvaliteti, a na osnovnom materijalu se mora vidljivo označiti broj šarže i lima sa uvjerenja.

Kod rezanja na manje dijelove potrebno je na sve važnije elemente prenijeti i broj šarže i lima.

Na elemente osjetljive na zamor materijala prenošenje osnovnih podataka izvršiti bez utiskivanja (npr. bojom).

Zaštita čelične konstrukcije od korozije

Antikorozivnu zaštitu izvesti prema zahtjevima iz projekta i propisa.

Zaštita čelične konstrukcije od korozije navedena je u poglavlju: Tehnički opis - materijali

Posebnu pažnju obratiti na vlažnost zraka i temperaturu zraka.

Nakon izvođenja svakog sloja potrebno je provjeriti debljinu i prionjivost premaza.

Zaštita čelične konstrukcije od požara

Zaštita čelične konstrukcije od požara navedena je u poglavlju: Tehnički opis

Uvjeti za izradu čelične konstrukcije

Izvođač radova prije početka radova na izradi konstrukcije mora dostaviti nadzornom inženjeru slijedeće :

uvjerenja o kvaliteti osnovnog i dodatnog materijala, spojnog materijala, te sredstava za antikorozivnu i protupožarnu zaštitu

uvjerenje o podobnosti pogona za izvođenje zavarivačkih radova

uvjerenja zavarivača za vrstu zavarivačkih radova koji će se primijeniti na konstrukciji, za traženu debljinu, materijal i položaj zavarivanja

specifikacija postupaka zavarivanja i odobrenje o primjeni postupaka zavarivanja

uvjerenje o ispravnosti strojeva za izvođenje zavarivačkih radova

plan izvođenja zavarivačkih radova

uvjerenje o podobnosti izvođača za izvođenje antikorozivne zaštite

ovlaštenje odgovornih osoba u sustavu interne kontrole izvođača

plan rada interne kontrole izvođača

Prije početka radova na montaži izvođač radova mora predočiti odobreni projekt montaže.

Navedena dokumentacija sastavni je dio dokumentacije za tehnički pregled konstrukcije.

Tijekom izrade i montaže konstrukcije izvođač radova dužan je voditi zakonom propisane dnevnike, koje uz internu kontrolu izvođača ovjerava i nadzorni inženjer.

Ako se materijal za izradu nabavlja i tijekom izrade konstrukcije, potrebno je nadzornom inženjeru dostaviti odgovarajuća uvjerenja o kvaliteti.

Prije isporuke konstrukcije na gradilište vrši se prijem konstrukcije u radionici uz pribavljenu kompletnu dokumentaciju o kvaliteti. O prijemu sastavlja se zapisnik koji ovjeravaju svi sudionici izgradnje : investitor, izvođač radova u radionici, nadzorni inženjer te izvođač radova na montaži konstrukcije.

Napomene za izradu čelične konstrukcije u radionici

Kod rezanja izbjegavati mogućnost pojave lokalnih zareza, naročito kod vlačno opterećenih elemenata. Svaki uočeni zarez potrebno je izbrusiti ili dovariti i izbrusiti.

Svi elementi trebaju biti izrađeni u granicama dopuštenih odstupanja. Ukoliko su granice prekoračene, potrebno je zatražiti suglasnost projektanta na izvedeno stanje.

Kod zavarivačkih radova potrebno je osigurati stalnu kontrolu. Površine za zavarivanje moraju biti kvalitetno pripremljene i bez masnoće, rđe i druge prljavštine.

Kod izvođenja zavarivačkih radova konstrukcija nakon hlađenja ne smije poprimiti neželjeni deformirani oblik. Ne dopušta se zavarivanje na temperaturi nižoj od 0°C.

Poslije izvedenih radova potrebno je obaviti dimenzionalnu i vizualnu kontrolu te kontrole predviđene projektom.

Po potrebi, izvodi se i probna montaža o čemu se sastavlja zapisnik koji ovjerava nadzorni inženjer.

Za radove koji nakon potpunog sklapanja konstrukcije neće biti vidljivi, radi se zapisnik o preuzimanju u trenutku dostupnosti svih dijelova konstrukcije pregledu.

Elementi konstrukcije moraju se prije transporta na gradilište označiti i osigurati od oštećenja prije i u toku transporta na gradilište.

Prijem elemenata čelične konstrukcije

Prijem elementa čelične konstrukcije u radionici obavlja se prije isporuke na gradilište na temelju radioničkih nacrta i specifikacija. Prilikom prijema radova potrebno je uz dokumentaciju navedenu u točki 5. staviti na uvid i slijedeće :

radioničke nacrte sa specifikacijama

dnevnik izrade u radionici

dnevnik zavarivačkih radova u radionici

dnevnik izrade antikorozivne zaštite

izvješće interne kontrole o kvaliteti izvedenih radova

Prijem elementa čelične konstrukcije na gradilištu, nakon montaže, obavlja se na temelju radioničkih nacrta i projekta montaže. Prilikom prijema izvedene konstrukcije potrebno je staviti na uvid i slijedeće :

kompletnu dokumentaciju sa primopredaje konstrukcije u radionici

projekt montaže

radioničke nacrte sa specifikacijama

dnevnik izvođenja radova na montaži

dnevnik zavarivačkih radova na montaži

dnevnik izvođenja antikorozivne zaštite

dnevnik izvođenja protupožarne zaštite

izvješće interne kontrole o kvaliteti izvedenih radova

uvjerenja o kvaliteti dodatnog materijala, spojnih sredstava te sredstava za antikorozivnu i protupožarnu zaštitu

uvjerenje o podobnosti izvođača za izvođenje radova na montaži

uvjerenja zavarivača na izradi i montaži konstrukcije za vrstu primijenjenih zavarivačkih radova, za traženu debljinu, materijal i položaj zavarivanja

specifikacija postupaka zavarivanja i odobrenje o primjeni postupaka zavarivanja

uvjerenja o ispravnosti strojeva za zavarivanje

plan izvođenja zavarivačkih radova

uvjerenje o podobnosti izvođača za izvođenje antikorozivne zaštite

uvjerenje o podobnosti izvođača za izvođenje protupožarne zaštite

ovlaštenja svih odgovornih osoba u sustavu interne kontrole izvođača

- plan rada interne kontrole izvođača

STATIČKI PRORAČUN TORNJA ZVONIKA
POSTOJEĆE STANJE

ANALIZA OPTEREĆENJA

1 STALNO "G"

KROVIŠTE ZVONIKA (KAPA)

Krovište zvonika je drvena konstrukcija sa daščanom oplatom i pokrovom od bakrenog lima,
visina kape 15,1 m, širina pri dnu 5,0 m

Opterećenje po m^2

pokrov (bakreni lim) = 0,10 KN/m^2

daščana oplata = 0,15

drvena građa = 0,35

g = 0,60 KN/m^2

Površina kape : A = (5,0 * 15,1 / 2) * 4 = 151 m^2

Težina kape : G = 0,60 * 151 = 90,0 KN

Raspodjela težine na zidove zvonika : O = 19,0 m g = G / O = 90,0 / 19,0 = 4,75 KN/m ≈ 5,0 KN/m

ZVONA tri zvona ukupne težine G_z = 8,3 KN

zvona 8,3 * 1,2 = G_z = 10,0 KN

nosiva podkonstrukcija = 4,0

G = 14,0 KN

Raspodjela težine na zidove zvonika : G_1 = G / 4 = 14,0 / 4 = 3,5 KN

STROP IZNAD ULAZA

drveni pod = 0,30 KN/m^2

nasip d=30 cm na svodu 0,30 * 18,0 = 5,40

podgled (žbuka d=3 cm) 0,03 * 16,0 = 0,50

g_s = 6,20 KN/m^2

vlastita težina (puna opeka d=27 cm) 0,27 * 16,0 = g_v = 4,30

g = 10,50 KN/m^2

DRVENI STROPOVI U ZVONIKU

drveni pod = 0,25 KN/m^2

drvene grede = 0,25

g = 0,50 KN/m^2

Raspodjela na zidove zvonika

pripadajuća širina : e = 4,20 / 2 = 2,10 m

linijsko opterećenje : g' = g * e = 0,50 * 2,10 = 1,1 KN/m

KAMENI ZIDOVI

Veći i manji komadi kamena u relativno pravilnom rasteru povezani vapnenim mortom.
Usvojena zapreminska težina zida sa mortom : $\gamma = 22$ KN/m^3.

d = 1,90 m
težina zida 1,90 * 22,0 = 41,80 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 42,90 KN/m^2

d = 1,80 m
težina zida 1,80 * 22,0 = 39,60 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 40,70 KN/m^2

d = 1,70 m
težina zida 1,70 * 22,0 = 37,40 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 38,50 KN/m^2

d = 1,55 m
težina zida 1,55 * 22,0 = 34,10 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 35,20 KN/m^2

d = 1,45 m
težina zida 1,45 * 22,0 = 31,90 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 33,00 KN/m^2

d = 1,25 m
težina zida 1,25 * 22,0 = 27,50 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 28,60 KN/m^2

d = 1,15 m
težina zida 1,15 * 22,0 = 25,30 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 26,40 KN/m^2

d = 1,10 m
težina zida 1,10 * 22,0 = 24,20 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 25,30 KN/m^2

d = 1,00 m
težina zida 1,00 * 22,0 = 22,00 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 21,10 KN/m^2

d = 0,90 m
težina zida 0,90 * 22,0 = 19,80 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 20,90 KN/m^2

d = 0,75 m
težina zida 0,75 * 22,0 = 16,50 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 17,60 KN/m^2

2 UPORABNO "Q"

NAMJENA	KATEGORIJA	q_k (KN/m^2)
podesti u tornju		1,0

3 POTRES "Ex" i "Ey"



Karta potresnih područja Hrvatske (izvor: seizkarta.gfz.hr)

Vrijednost iz baze:

Tp = 95 godina: a_{gR} = 0,131 g

Tp = 225 godina: a_{gR} = 0,188 g **MJERODAVNO**

Tp = 475 godina: a_{gR} = 0,260 g

Tip temeljnog tla C

S = 1,15 T_B = 0,20 s T_C = 0,60 s T_D = 2,0 s

Faktor ponašanja za neomeđeno zide q = 1,5

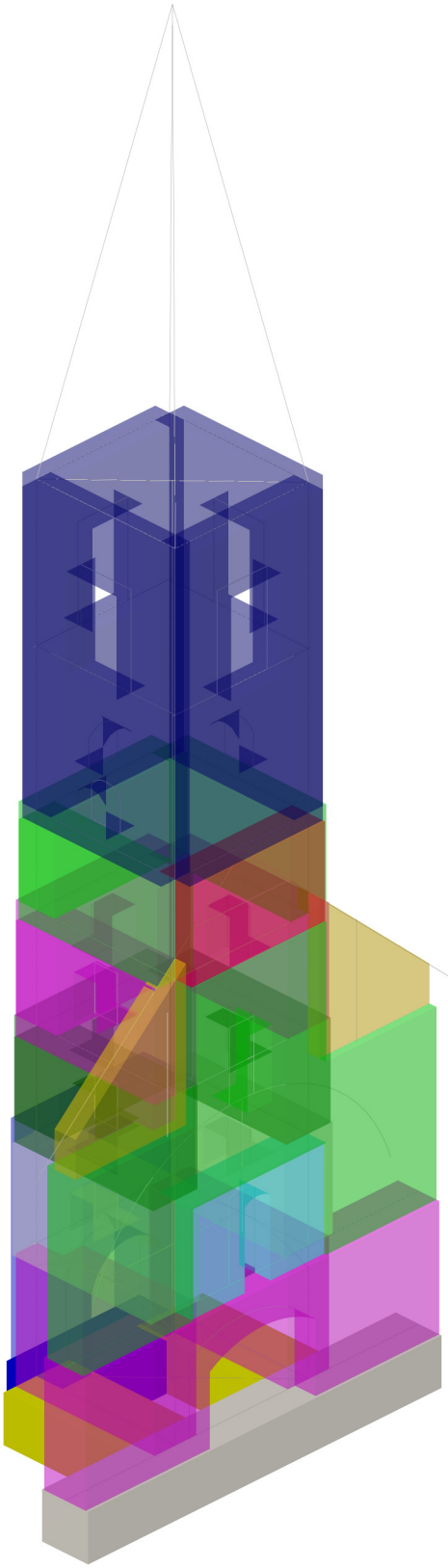
Raspucalost materijala 0,5

Razred važnosti zgrade III

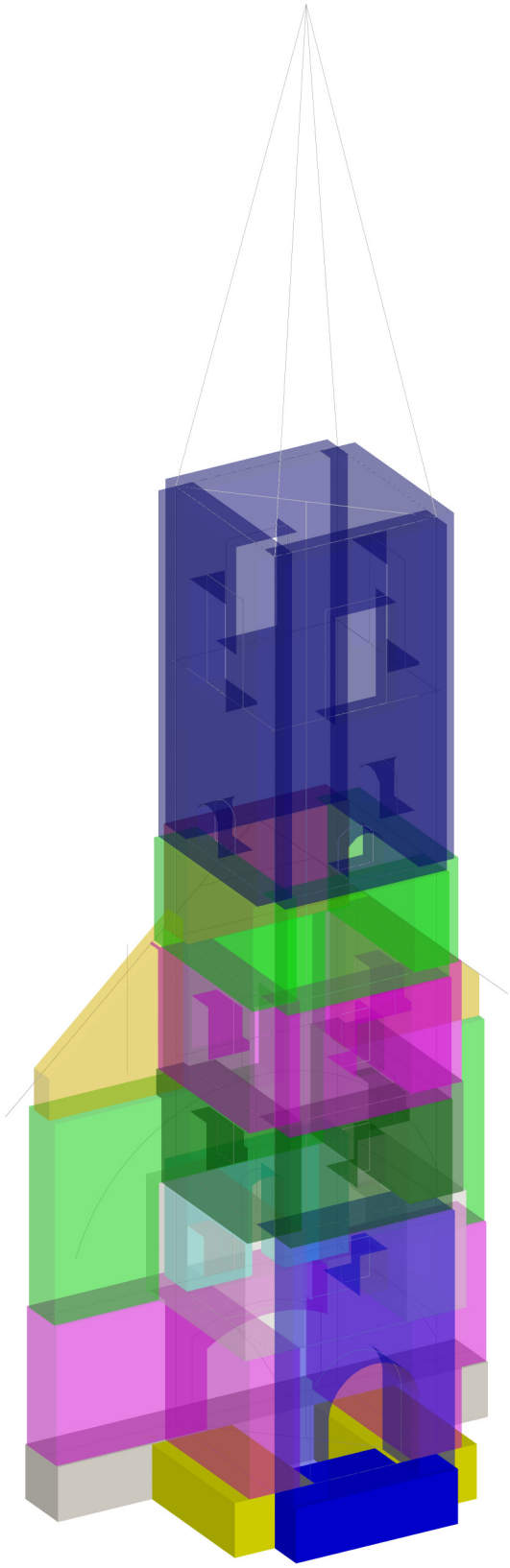
(zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem) **γ = 1,2**

PRORAČUN **Program Tower**

PROSTORNI MODEL



Izometrija



Izometrija

Ulazni podaci - Konstrukcija

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	4.75
Toranj-strop 5.etaže	20.85	4.70
Toranj-strop 4.etaže	16.15	2.85
Toranj-strop 3.etaže	13.30	3.30
Toranj-strop 2.etaže	10.00	3.00
Toranj-strop 1.etaže	7.00	3.20
Kor	3.80	3.80
Pod 0.00	0.00	

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.60	1.000e-5	6.000e+5	0.20
2	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.70	1.000e-5	6.000e+5	0.20
3	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.80	1.000e-5	6.000e+5	0.20
4	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.90	1.000e-5	6.000e+5	0.20
5	Kameni zid	6.000e+5	0.20	23.00	1.000e-5	6.000e+5	0.20
6	Kameni zid	6.000e+5	0.20	21.10	1.000e-5	6.000e+5	0.20
7	Kameni zid	6.000e+5	0.20	23.50	1.000e-5	6.000e+5	0.20
8	Opeka/Puna	4.500e+6	0.20	16.00	1.000e-5	4.500e+6	0.20
9	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.00	1.000e-5	4.500e+6	0.20

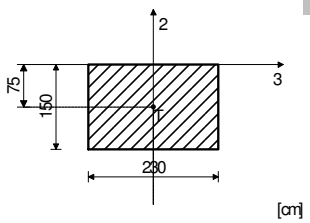
Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		2.300
2	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		2.100
3	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		1.600

Setovi greda

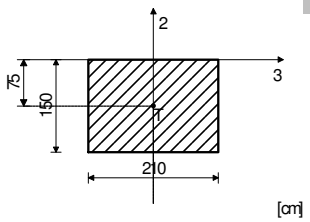
Set: 1 Presjek: b/d=230/150, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
9 - Kameni zid	3.450e+0	2.875e+0	2.875e+0	1.540e+0	1.521e+0	6.469e-1



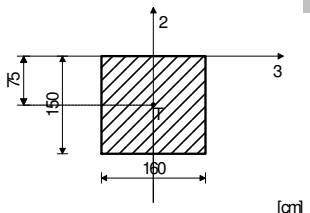
Set: 2 Presjek: b/d=210/150, Fiktivna ekscentričnost

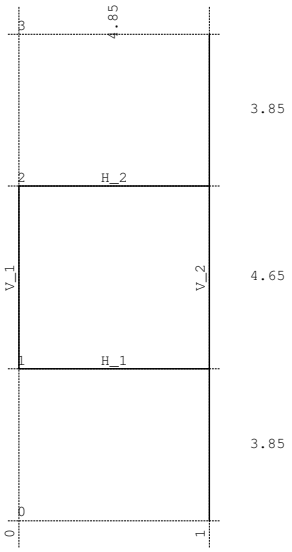
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
9 - Kameni zid	3.150e+0	2.625e+0	2.625e+0	1.322e+0	1.158e+0	5.906e-1



Set: 3 Presjek: b/d=160/150, Fiktivna ekscentričnost

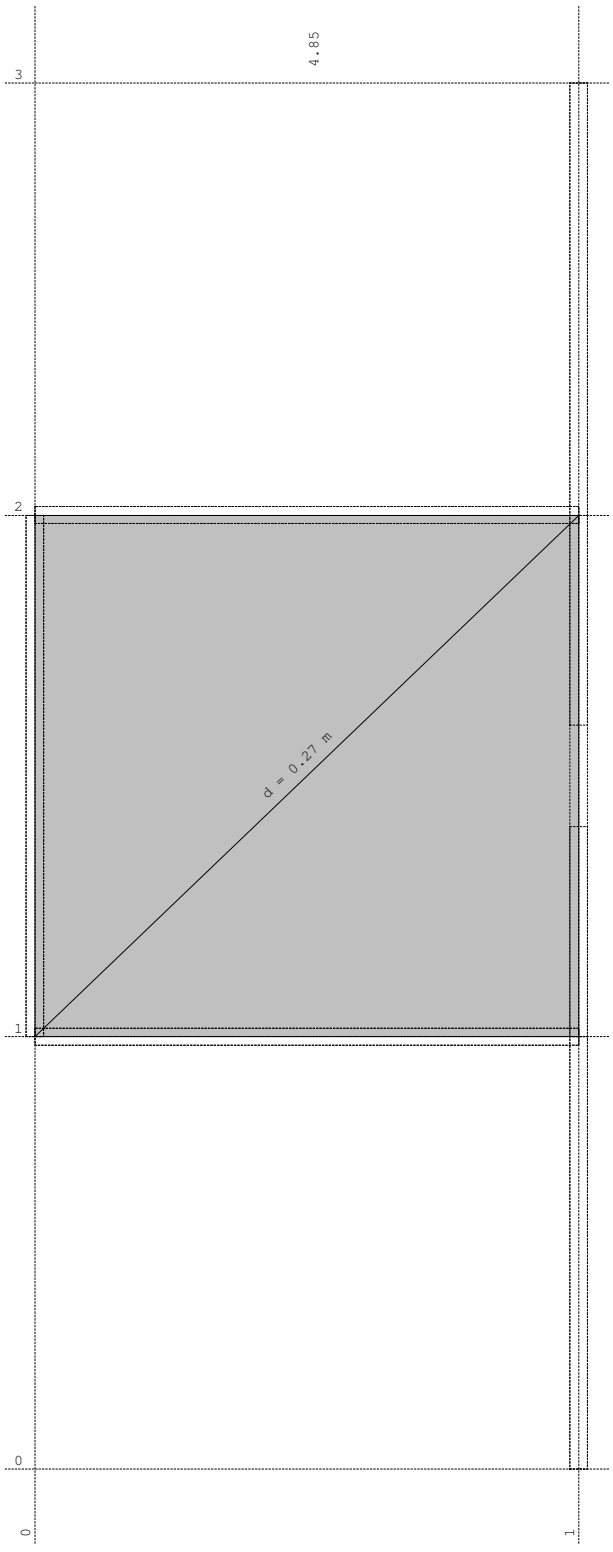
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
9 - Kameni zid	2.400e+0	2.000e+0	2.000e+0	8.053e-1	5.120e-1	4.500e-1



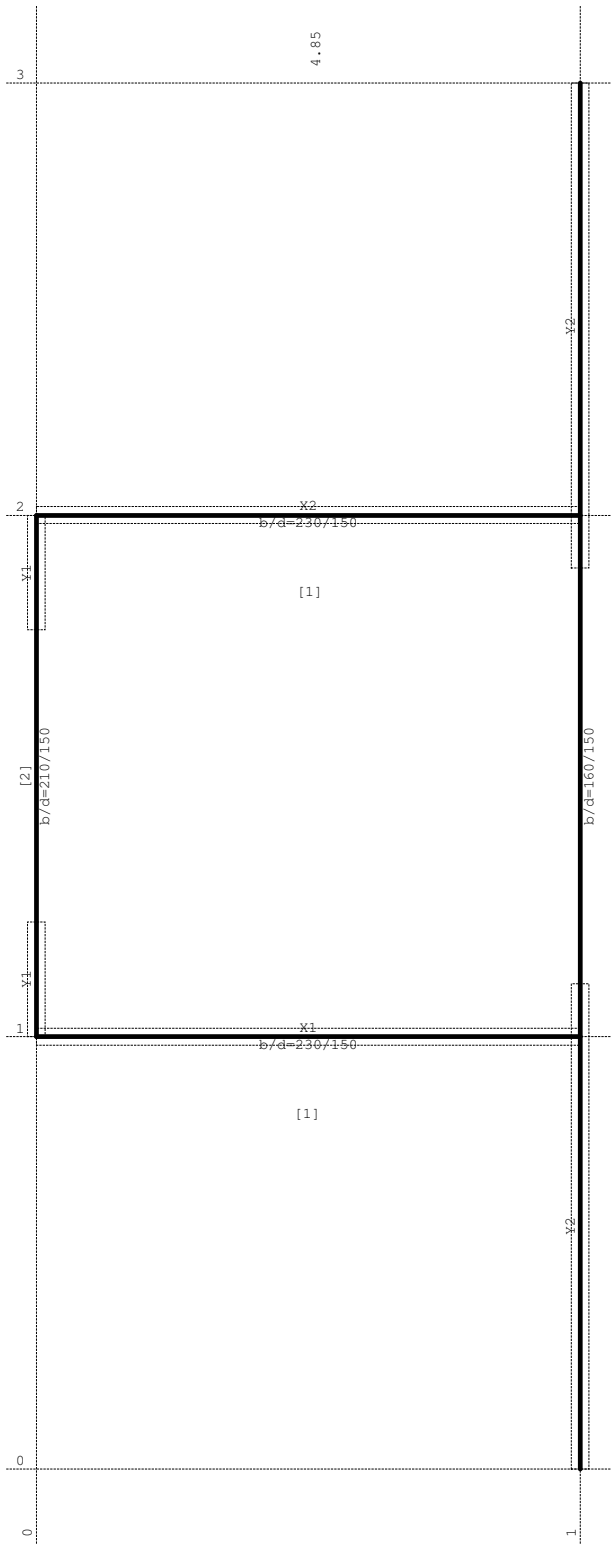


Dispozicija okvira

Ulazni podaci - Konstrukcija

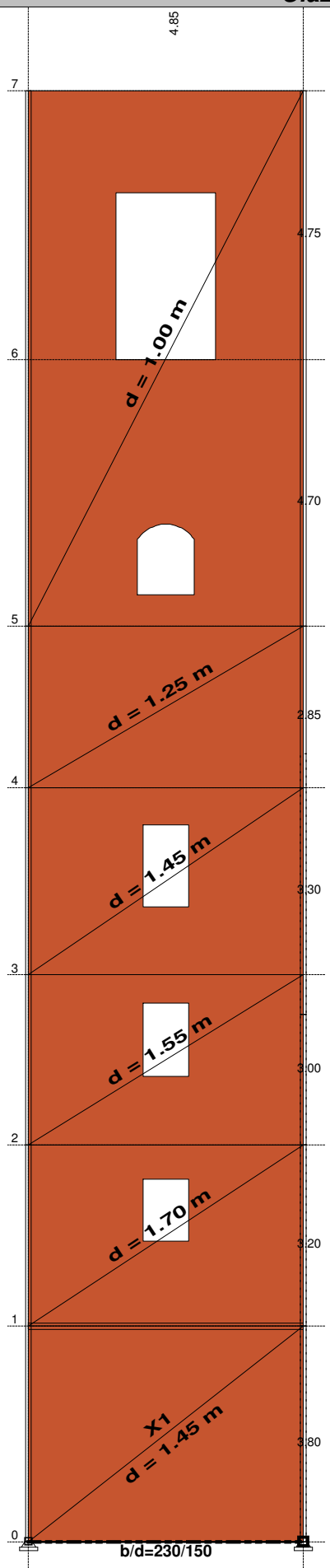


Nivo: Kor [3.80 m]

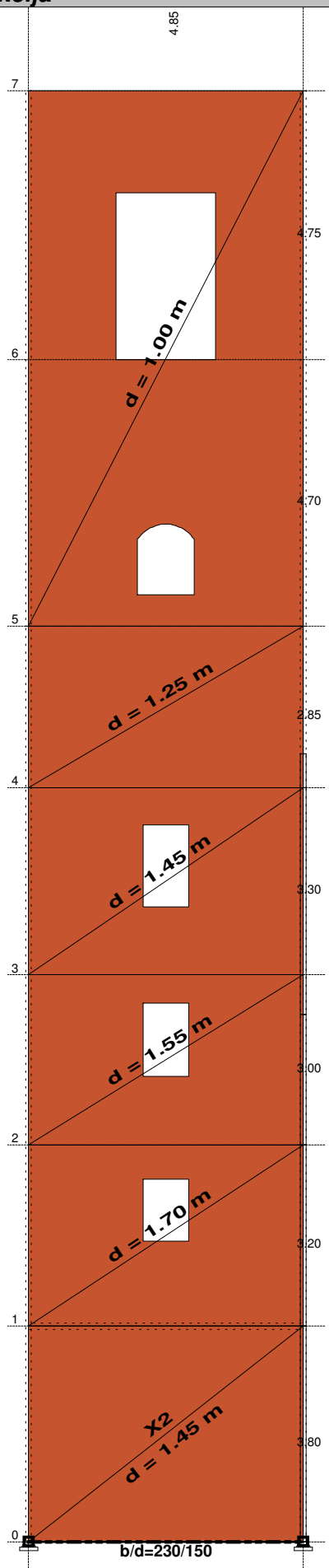


Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija

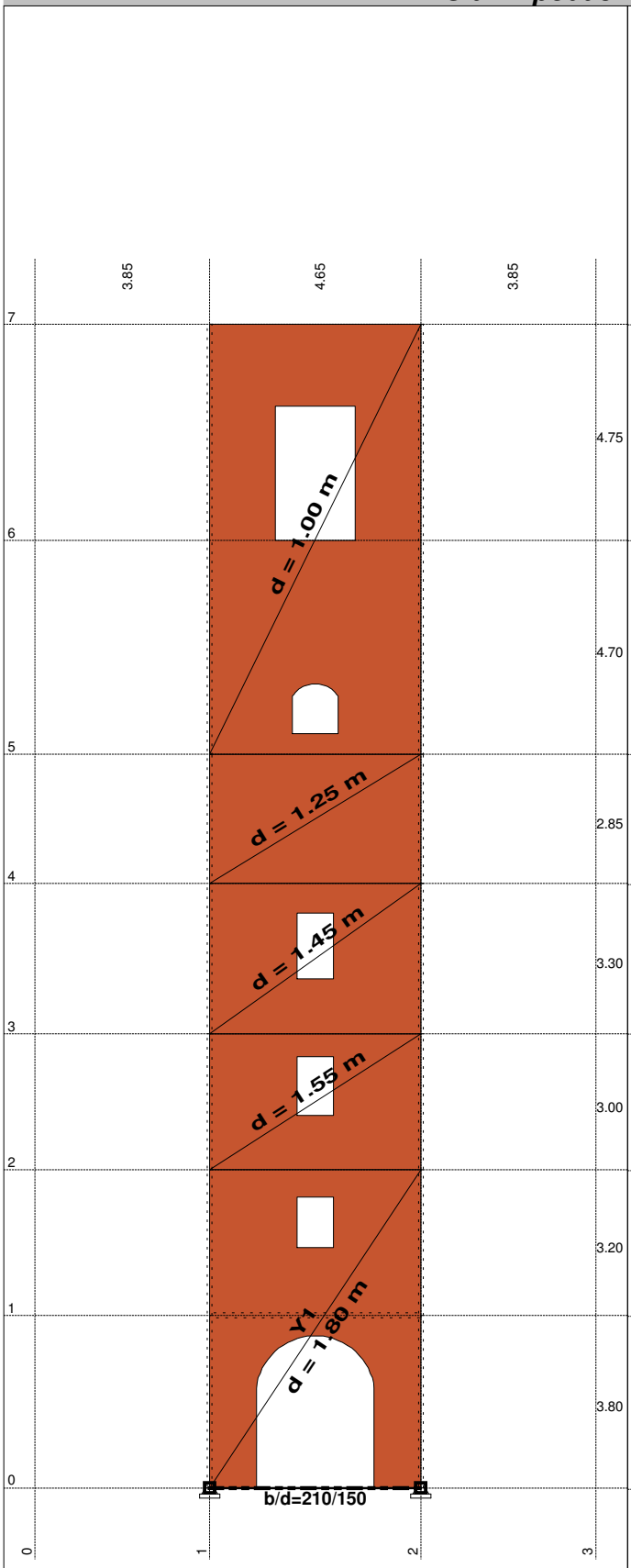


Okvir: H_1 - JUŽNO PROČELJE

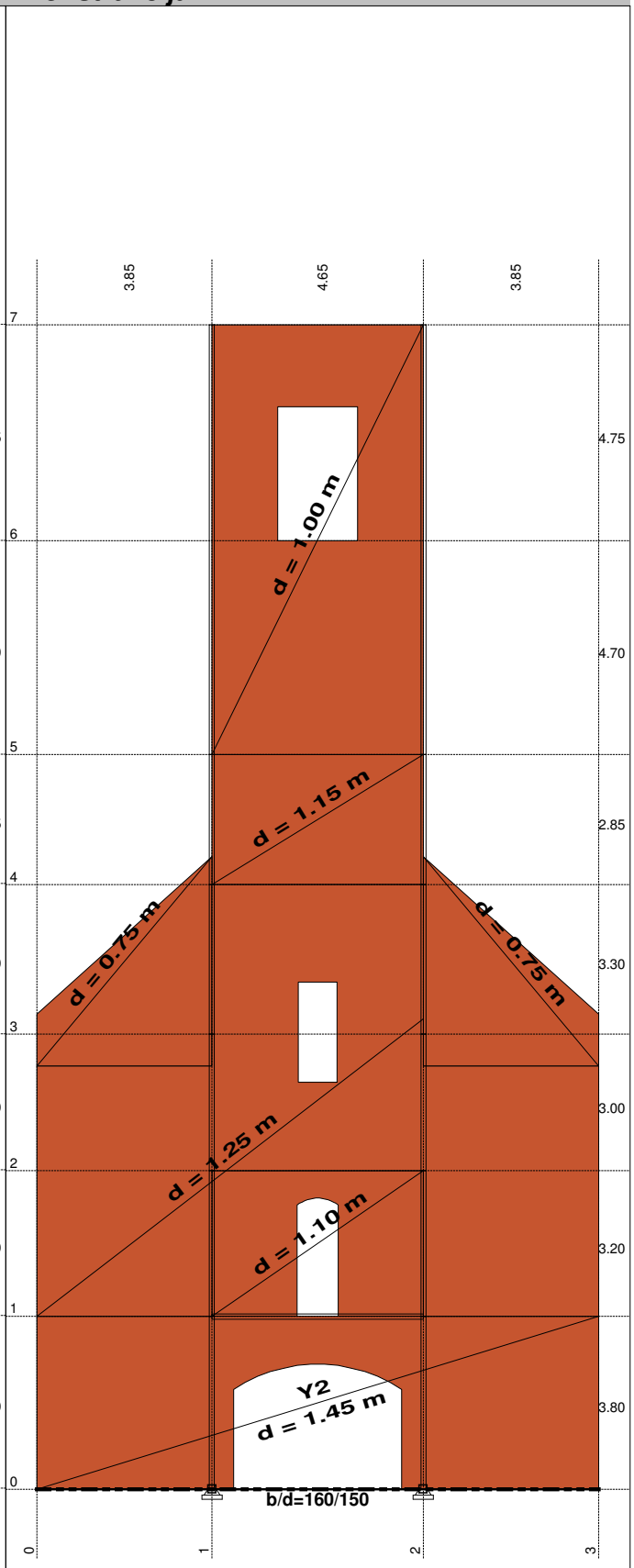


Okvir: H_2 - SJEVERNO PROČELJE

Ulazni podaci - Konstrukcija



Okvir: V_1 - ZAPADNO PROČELJE



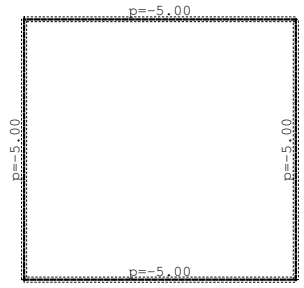
Okvir: V_2 - ISTOČNO PROČELJE

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

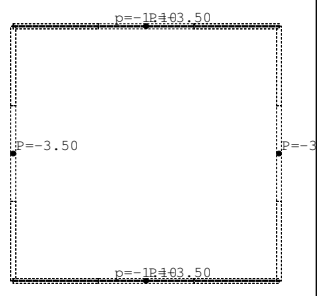
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Stalno G (g)	0.00	0.00	-17027.5
2	Uporabno Q	0.00	0.00	-146.11
3	Potres Ex			
4	Potres Ey			
5	Komb.: 1.35xI+1.5xII	0.00	0.00	-23206.3
6	Komb.: I+0.6xII+III+0.3xIV			
7	Komb.: I+0.6xII+0.3xIII+IV			
8	Komb.: I+II	0.00	0.00	-17173.6

Opt. 1: Stalno G (g)



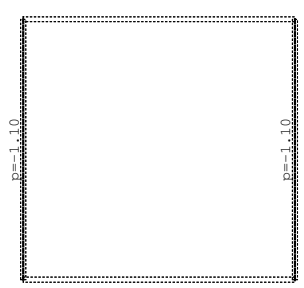
Nivo: Toranj
strop 6.etaže [25.60 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



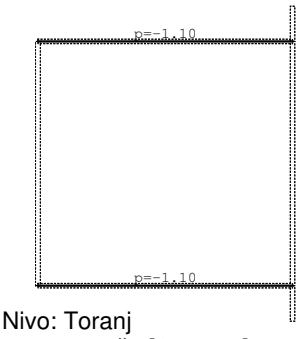
Nivo: Toranj
strop 5.etaže [20.85 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



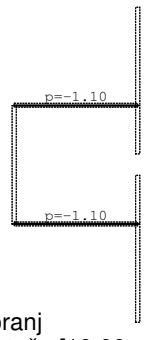
Nivo: Toranj
strop 4.etaže [16.15 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



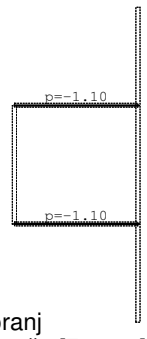
Nivo: Toranj
strop 3.etaže [13.30 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



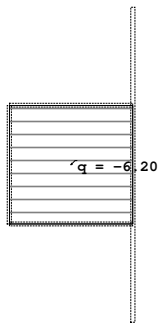
Nivo: Toranj
strop 2.etaže [10.00 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



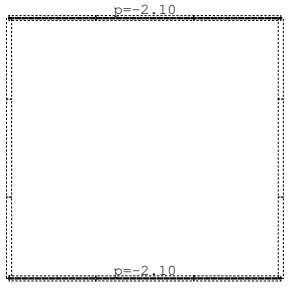
Nivo: Toranj
strop 1.etaže [7.00 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



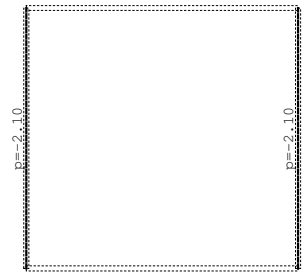
Nivo: Kor [3.80 m]

Opt. 2: Uporabno Q



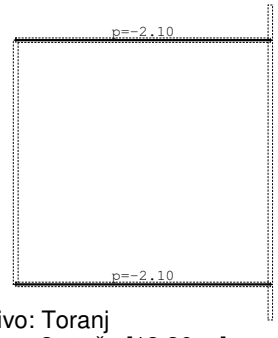
Nivo: Toranj
strop 5.etaže [20.85 m]

Opt. 2: Uporabno Q



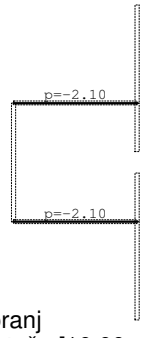
Nivo: Toranj
strop 4.etaže [16.15 m]

Opt. 2: Uporabno Q



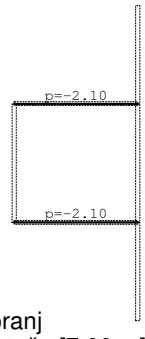
Nivo: Toranj
strop 3.etaže [13.30 m]

Opt. 2: Uporabno Q



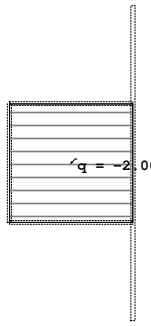
Nivo: Toranj
strop 2.etaže [10.00 m]

Opt. 2: Uporabno Q



Nivo: Toranj
strop 1.etaže [7.00 m]

Opt. 2: Uporabno Q



Nivo: Kor [3.80 m]

Modalna analiza

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča
Zidovi - redukcija krutosti na savijanje: 0.500
Zidovi - redukcija aksijalne krutosti: 0.500
Multiplikator krutosti ležajeva: 100.000

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent	
1	Stalno G (g)	1.00	
2	Uporabno Q	0.30	

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
Toranj-strop 6.etaže	25.60	2.47	6.17	97.67	
Toranj-strop 5.etaže	20.85	2.41	6.18	160.64	
Toranj-strop 4.etaže	16.15	2.42	6.17	176.47	
Toranj-strop 3.etaže	13.30	2.56	6.17	189.83	
Toranj-strop 2.etaže	10.00	2.75	6.17	220.18	
Toranj-strop 1.etaže	7.00	3.02	6.17	251.21	
Kor	3.80	2.91	6.17	334.93	14.85
Pod 0.00	0.00	3.00	6.17	309.88	
Ukupno:	9.45	2.76	6.17	1740.79	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	2.42	6.17
Toranj-strop 5.etaže	20.85	2.42	6.17
Toranj-strop 4.etaže	16.15	2.37	6.17
Toranj-strop 3.etaže	13.30	2.30	6.17
Toranj-strop 2.etaže	10.00	2.02	6.17
Toranj-strop 1.etaže	7.00	2.90	6.17
Kor	3.80	4.27	6.17
Pod 0.00	0.00	4.51	6.17

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	0.04	0.00
Toranj-strop 5.etaže	20.85	0.02	0.00
Toranj-strop 4.etaže	16.15	0.05	0.00
Toranj-strop 3.etaže	13.30	0.26	0.00
Toranj-strop 2.etaže	10.00	0.73	0.00
Toranj-strop 1.etaže	7.00	0.12	0.00
Kor	3.80	1.36	0.00
Pod 0.00	0.00	1.51	0.00

Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	1.4616	0.6842
2	1.1085	0.9021
3	0.5009	1.9964
4	0.4283	2.3346
5	0.4276	2.3386
6	0.2501	3.9992
7	0.2470	4.0487
8	0.2443	4.0936
9	0.2353	4.2508
10	0.2175	4.5981

Seizmički proračun

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

Razred tla:	C
Razred važnosti:	III (γ=1.2)
Odnos ag/g:	0.19
Koeficijent prigušenja	0.05

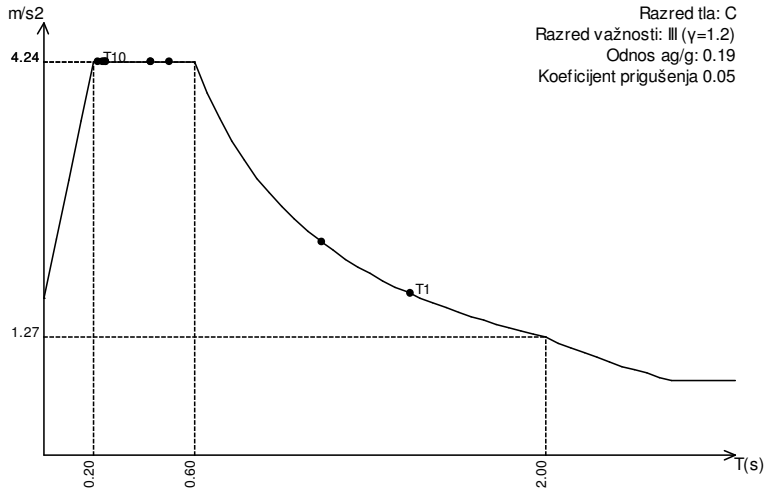
Faktori pravca potresa:

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

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td
Potres Ex	1.150	0.200	0.600	2.000
Potres Ey	1.150	0.200	0.600	2.000

Projektni spektar



Potres Ex

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	290.11	-0.00	4.65	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00
Toranj-strop 5.etaže	20.85	356.90	-0.01	9.05	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
Toranj-strop 4.etaže	16.15	270.71	-0.00	9.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Toranj-strop 3.etaže	13.30	219.72	-0.00	6.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
Toranj-strop 2.etaže	10.00	166.32	-0.00	4.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	-0.00
Toranj-strop 1.etaže	7.00	111.26	-0.00	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
Kor	3.80	60.55	-0.00	3.13	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Pod 0.00	0.00	0.70	-0.00	-0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	1476.3	-0.03	37.68	0.00	0.02	0.00	0.00	0.17	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	-0.00	-1.14	0.00	-444.45	1.14	4.21	0.00	0.01	-0.00
Toranj-strop 5.etaže	20.85	-0.00	-0.20	-0.00	-116.46	0.20	1.51	-0.00	-0.01	-0.00
Toranj-strop 4.etaže	16.15	0.00	0.89	-0.00	297.93	-0.91	5.44	-0.00	-0.01	-0.00
Toranj-strop 3.etaže	13.30	0.00	1.27	0.00	444.23	-1.30	8.26	0.00	-0.00	-0.00
Toranj-strop 2.etaže	10.00	0.00	1.42	-0.00	546.25	-1.43	4.87	0.00	0.01	-0.00
Toranj-strop 1.etaže	7.00	0.00	1.29	0.00	492.00	-1.35	1.74	0.00	0.01	-0.00
Kor	3.80	0.00	1.06	0.00	351.44	-1.07	4.82	0.00	0.02	-0.00
Pod 0.00	0.00	0.00	0.02	-0.00	8.83	-0.02	-0.24	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	0.01	4.61	-0.00	1579.8	-4.75	30.61	0.00	0.02	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	15.15	-0.01	-60.31	0.00	-0.02	0.00	126.53	0.05	40.76
Toranj-strop 5.etaže	20.85	-8.35	0.02	-90.39	-0.00	0.01	0.00	-108.79	-0.06	62.09
Toranj-strop 4.etaže	16.15	-15.40	0.01	-83.57	-0.00	0.02	0.00	-162.58	-0.07	54.56
Toranj-strop 3.etaže	13.30	-8.90	0.01	-77.68	-0.00	0.01	0.00	-100.05	-0.04	52.71
Toranj-strop 2.etaže	10.00	13.93	-0.01	-68.69	0.00	-0.00	0.00	107.72	0.04	47.33
Toranj-strop 1.etaže	7.00	27.16	-0.02	-58.02	0.00	-0.01	0.00	223.96	0.09	43.69
Kor	3.80	26.99	-0.04	-49.76	0.00	-0.03	0.00	224.03	0.14	36.00
Pod 0.00	0.00	0.85	-0.00	-4.15	0.00	-0.00	0.00	5.86	0.00	3.16
	Σ=	51.43	-0.03	-492.58	0.00	-0.01	0.00	316.68	0.17	340.30

Nivo	Z [m]	Ton 10		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	0.00	-0.06	0.00
Toranj-strop 5.etaže	20.85	-0.00	0.06	0.00
Toranj-strop 4.etaže	16.15	-0.00	0.07	0.00
Toranj-strop 3.etaže	13.30	-0.00	0.02	0.00
Toranj-strop 2.etaže	10.00	0.00	-0.05	-0.00
Toranj-strop 1.etaže	7.00	0.00	-0.09	0.00
Kor	3.80	0.00	-0.10	0.00
Pod 0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.00	-0.15	0.00

Seizmički proračun

Potres Ey

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	-0.01	0.00	-0.00	0.01	395.53	0.00	-0.05	1.36	0.00
Toranj-strop 5.etaže	20.85	-0.01	0.00	-0.00	0.01	460.70	0.00	-0.03	1.00	-0.00
Toranj-strop 4.etaže	16.15	-0.01	0.00	-0.00	0.00	326.08	0.05	0.06	3.10	0.00
Toranj-strop 3.etaže	13.30	-0.00	0.00	-0.00	0.00	251.63	0.00	0.03	7.13	0.00
Toranj-strop 2.etaže	10.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	188.54	0.02	0.07	11.25	-0.02
Toranj-strop 1.etaže	7.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	132.20	0.00	0.03	13.74	0.00
Kor	3.80	-0.00	0.00	-0.00	-0.01	83.23	0.03	0.05	3.06	0.00
Pod 0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00	0.10	-0.00
	Σ=	-0.03	0.00	-0.00	0.02	1839.3	0.10	0.17	40.75	-0.02

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]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	-1.29	-460.43	0.01	1.34	-0.00	-0.01	0.01	4.05	-0.02
Toranj-strop 5.etaže	20.85	-0.33	-82.88	-0.00	0.35	-0.00	-0.00	-0.00	-3.59	-0.04
Toranj-strop 4.etaže	16.15	0.84	359.34	-0.06	-0.90	0.00	-0.02	-0.01	-4.02	-0.04
Toranj-strop 3.etaže	13.30	1.30	512.59	0.02	-1.34	0.00	-0.02	0.00	-1.62	-0.03
Toranj-strop 2.etaže	10.00	1.61	575.00	-0.14	-1.64	0.00	-0.01	0.01	2.29	-0.03
Toranj-strop 1.etaže	7.00	1.44	522.57	0.00	-1.48	0.00	-0.01	0.02	3.95	-0.02
Kor	3.80	1.00	428.52	0.06	-1.06	0.00	-0.01	0.01	6.21	-0.02
Pod 0.00	0.00	0.03	9.42	-0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.12	-0.00
	Σ=	4.61	1864.1	-0.12	-4.75	0.01	-0.09	0.02	7.39	-0.20

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]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	-0.01	0.00	0.04	-0.00	0.49	-0.01	0.07	0.00	0.02
Toranj-strop 5.etaže	20.85	0.01	-0.00	0.06	0.00	-0.43	-0.01	-0.06	-0.00	0.03
Toranj-strop 4.etaže	16.15	0.01	-0.00	0.06	0.01	-0.50	-0.01	-0.09	-0.00	0.03
Toranj-strop 3.etaže	13.30	0.01	-0.00	0.05	0.00	-0.28	-0.01	-0.05	-0.00	0.03
Toranj-strop 2.etaže	10.00	-0.01	0.00	0.05	-0.00	0.08	-0.01	0.06	0.00	0.03
Toranj-strop 1.etaže	7.00	-0.02	0.00	0.04	-0.01	0.17	-0.01	0.12	0.00	0.02
Kor	3.80	-0.02	0.00	0.03	-0.01	0.82	-0.01	0.12	0.00	0.02
Pod 0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.01	-0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-0.03	0.00	0.33	-0.01	0.36	-0.06	0.17	0.00	0.18

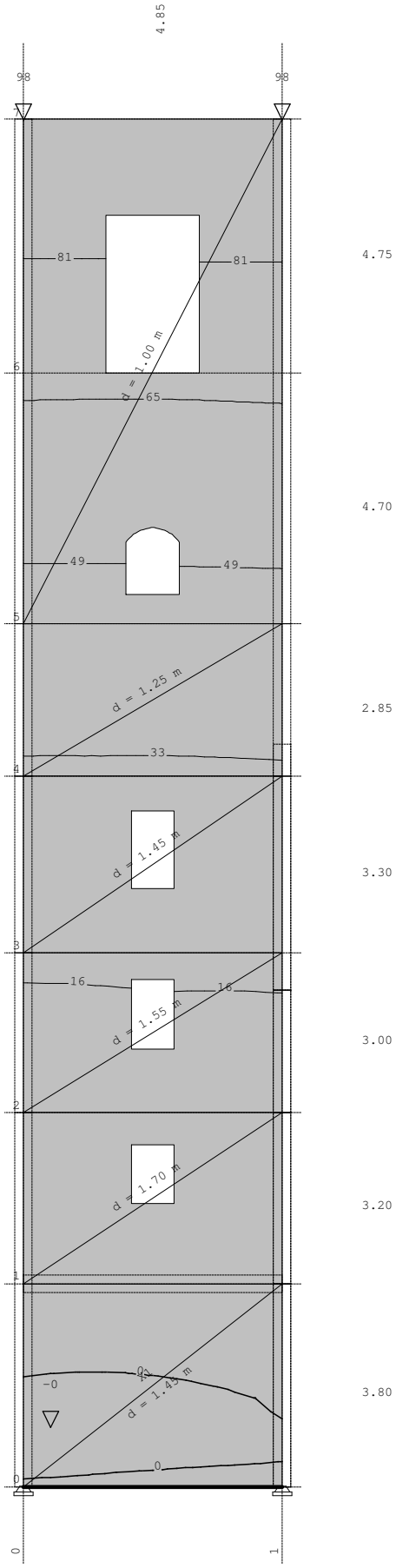
Nivo	Z [m]	Ton 10		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	-0.06	198.45	-0.01
Toranj-strop 5.etaže	20.85	0.08	-223.28	-0.02
Toranj-strop 4.etaže	16.15	0.04	-231.06	-0.06
Toranj-strop 3.etaže	13.30	0.06	-71.61	-0.01
Toranj-strop 2.etaže	10.00	-0.06	160.46	0.02
Toranj-strop 1.etaže	7.00	-0.11	309.98	-0.01
Kor	3.80	-0.10	366.80	-0.01
Pod 0.00	0.00	-0.00	10.15	-0.00
	Σ=	-0.15	519.89	-0.12

Faktori participacije - Relativno učešće		
Ton \ Naziv	1. Potres Ex	2. Potres Ey
1	0.431	0.000
2	0.000	0.431
3	0.000	0.010
4	0.000	0.436
5	0.461	0.000
6	0.000	0.002
7	0.015	0.000
8	0.000	0.000
9	0.092	0.000
10	0.000	0.122

Faktori participacije - Sudjelujuće mase			
Ton	U [α=0°]	U [α=90°]	U [Z]
1	48.72	0.00	0.03
2	0.00	46.03	0.00
3	0.00	0.55	0.00
4	0.00	25.25	0.00
5	21.40	0.00	0.01
6	0.00	0.10	0.00
7	0.70	0.00	63.91
8	0.00	0.00	0.00
9	4.29	0.00	4.95
10	0.00	7.04	0.00
ΣU (%)	75.11	78.99	68.90

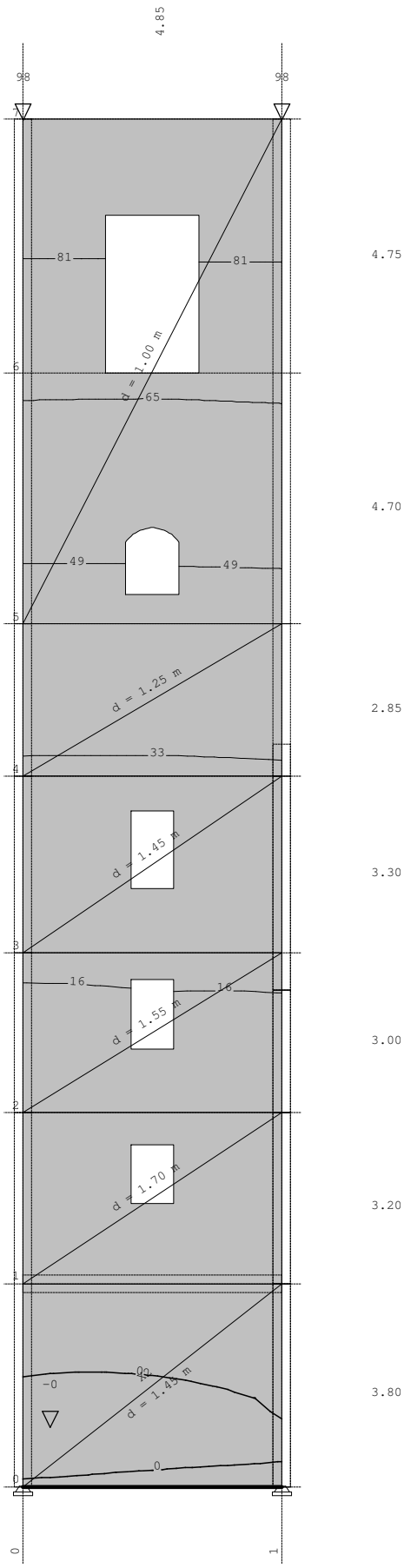
Poprečne sile u tlocrtu		
Slučaj opterećenja	Kut α[°]	VtB[kN] (Modal)
Potres Ex	0	2188.44
Potres Ey	90	2679.88

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



Okvir: H_1
Utjecaji u ploči: max Xp= 98 / min Xp= -0 m / 1000

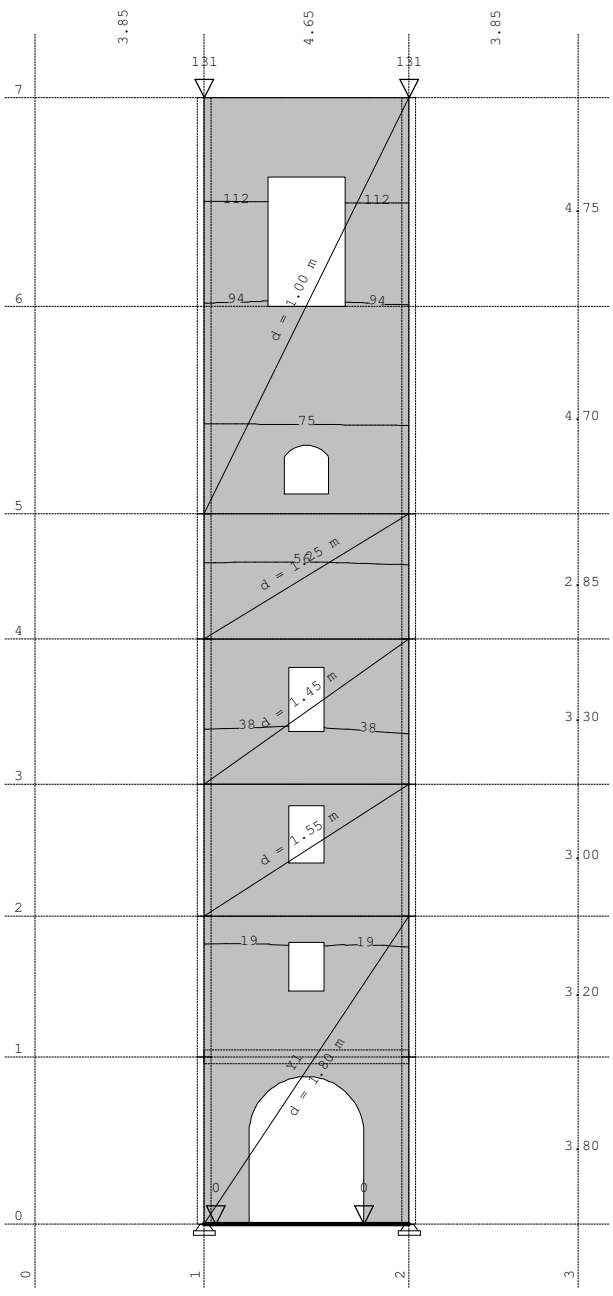
Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



Okvir: H_2
Utjecaji u ploči: max Xp= 98 / min Xp= -0 m / 1000

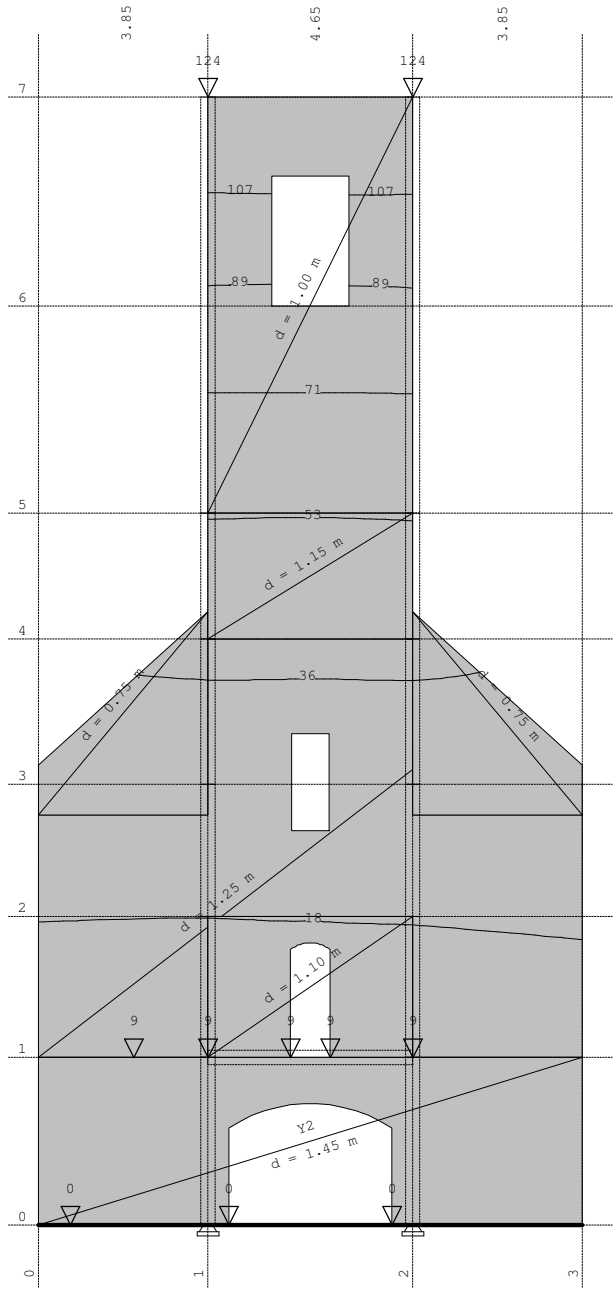
Statički proračun

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



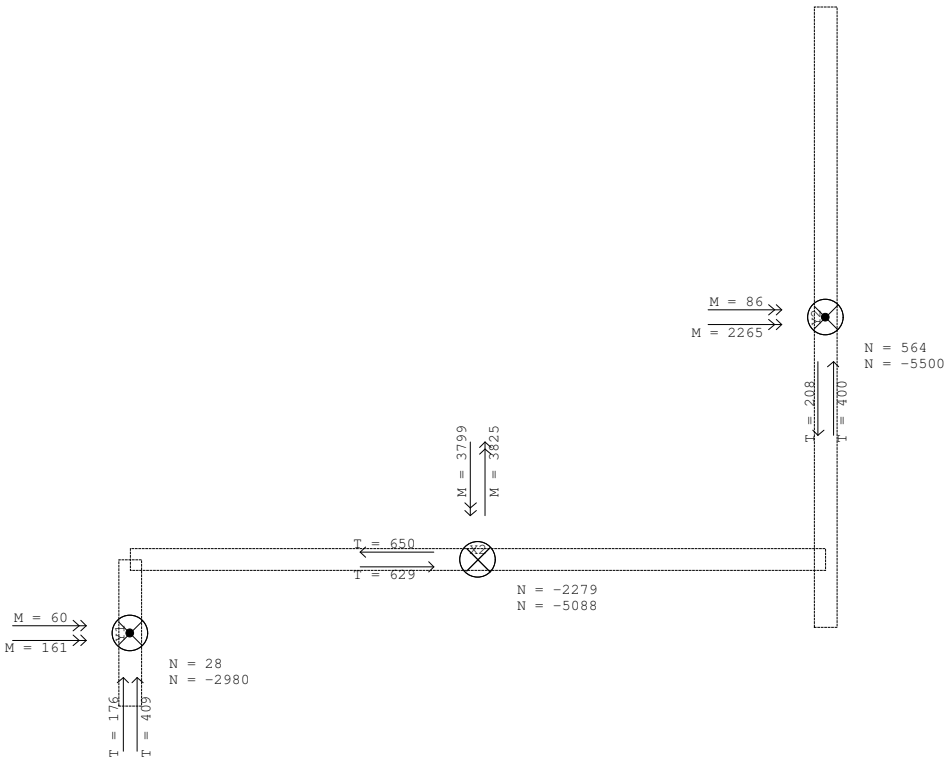
Okvir: V_1
Utjecaji u ploči: max Yp= 131 / min Yp= 0 m / 1000

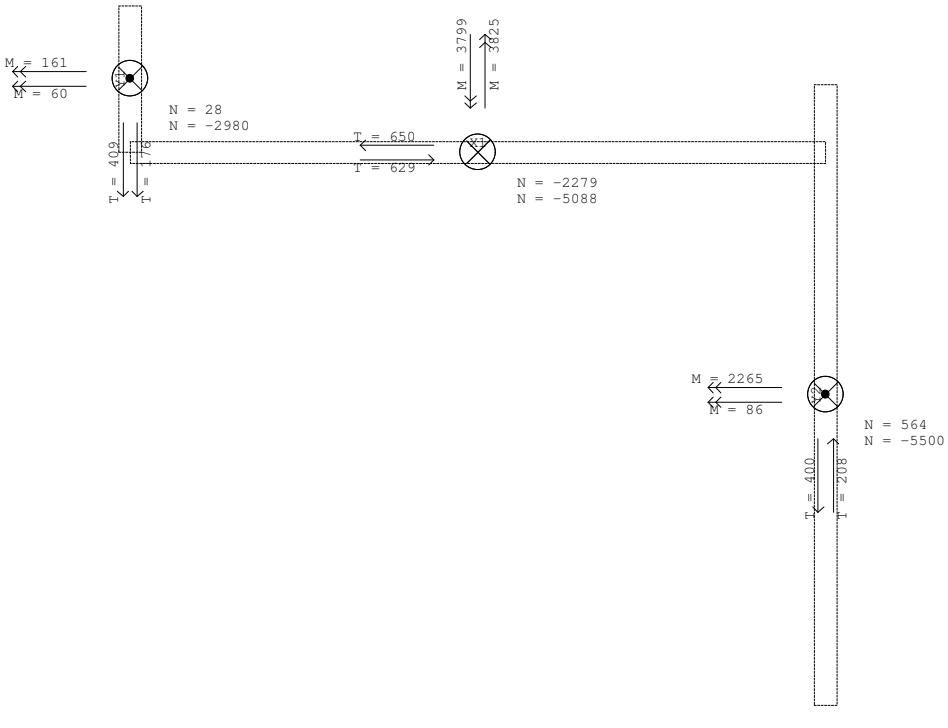
Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max Yp= 124 / min Yp= 0 m / 1000

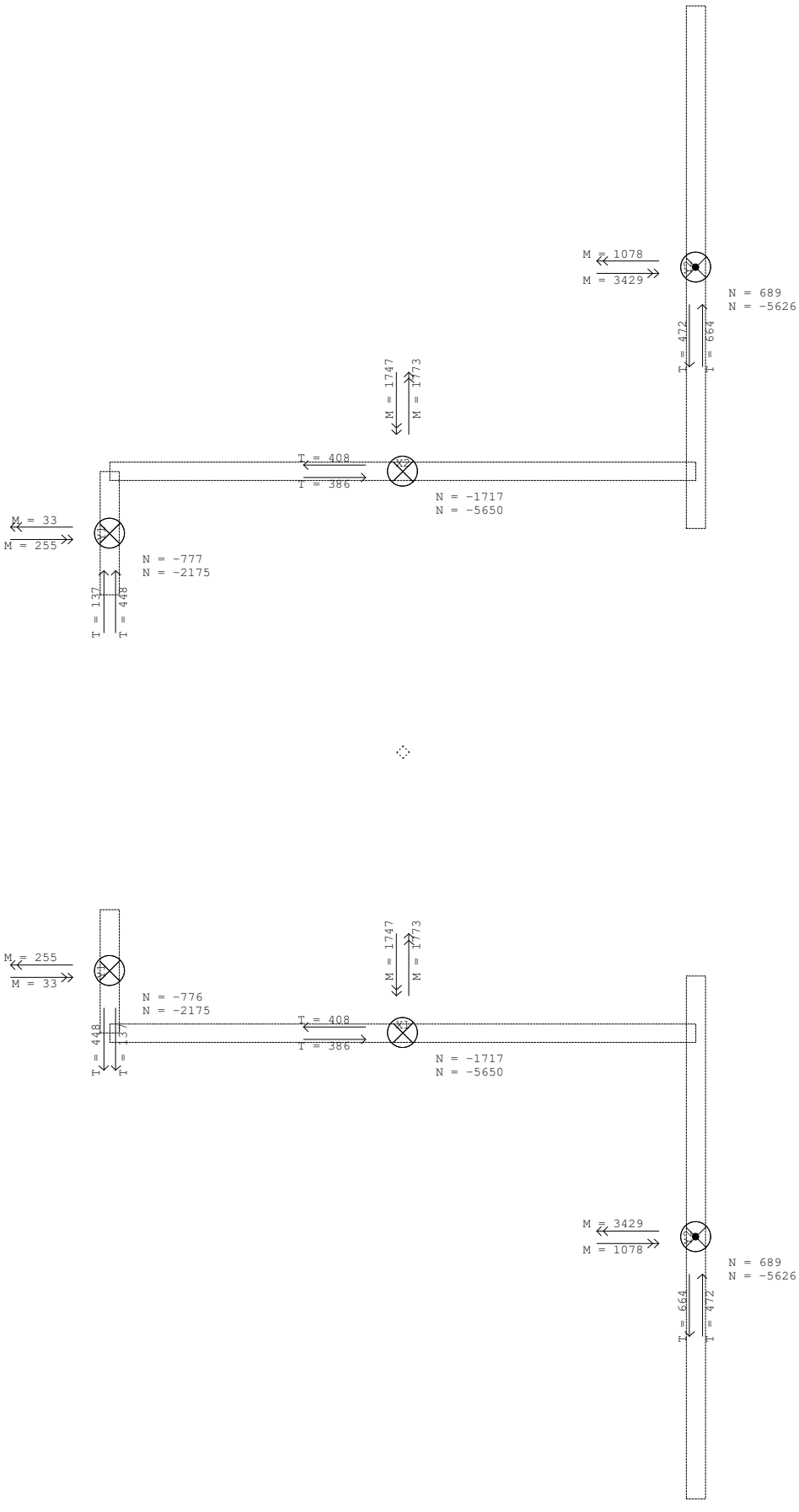
Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV





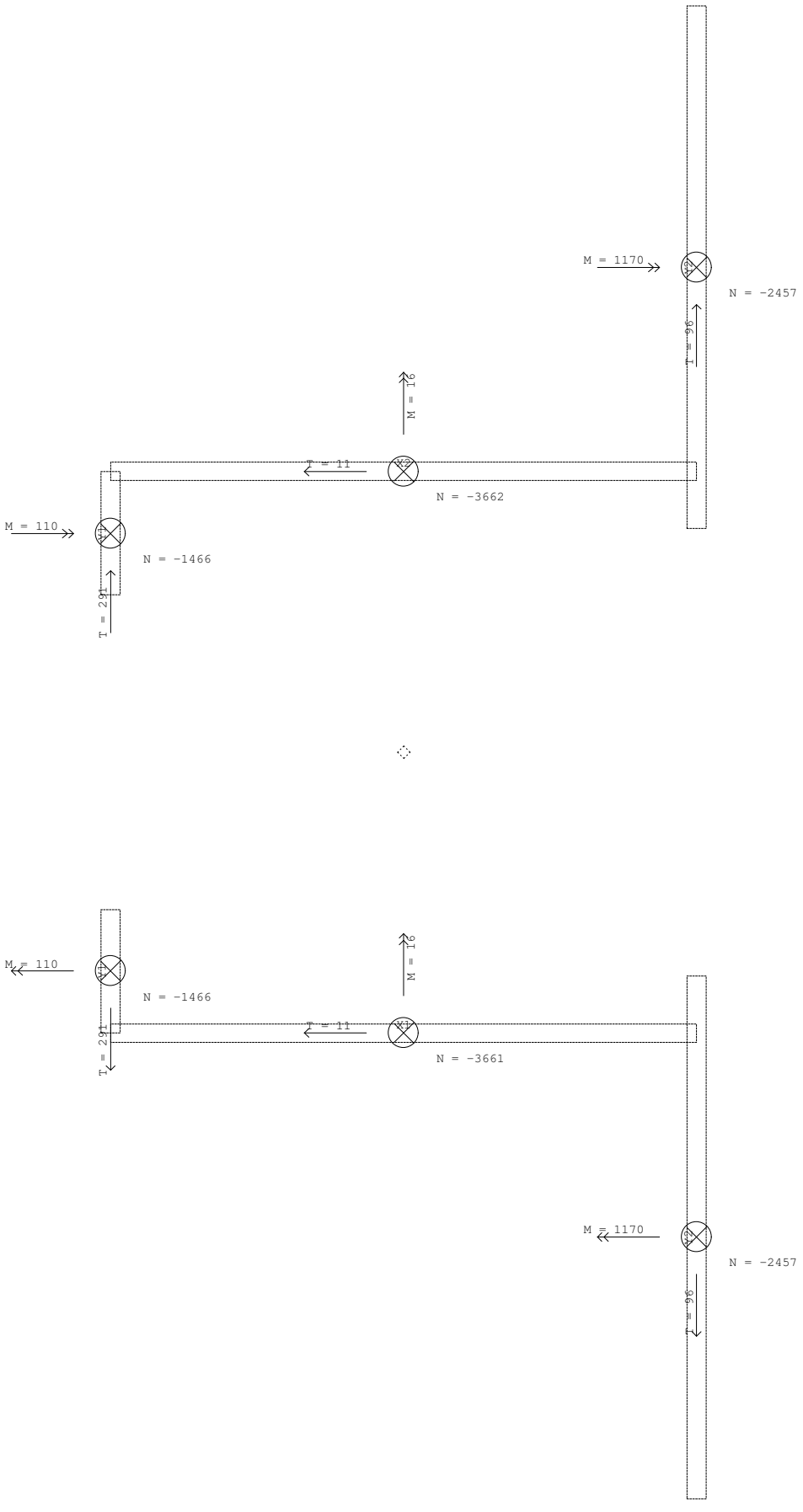
Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]
Utjecaji u indirektnim elementima - Iznad/Ispred

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



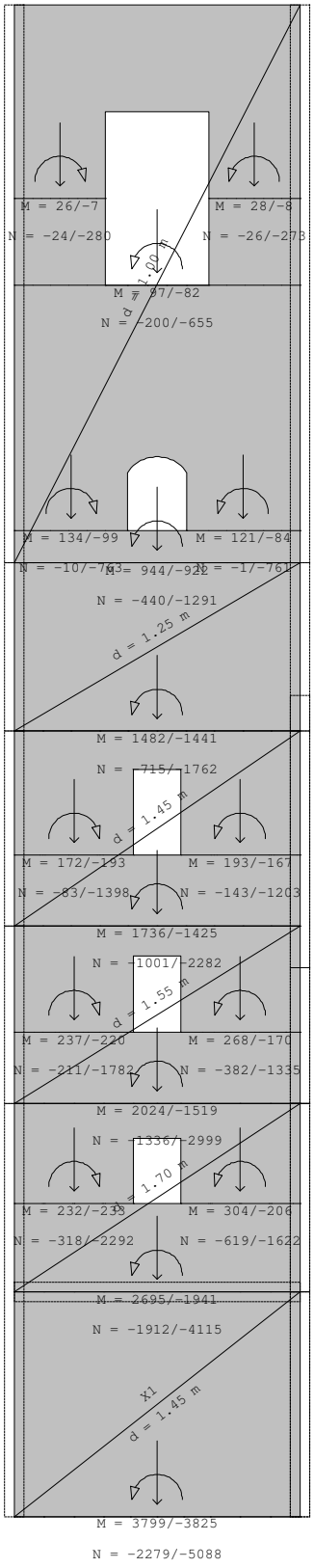
Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]
Utjecaji u indirektnim elementima - Iznad/Ispred

Opt. 1: Stalno G (g)



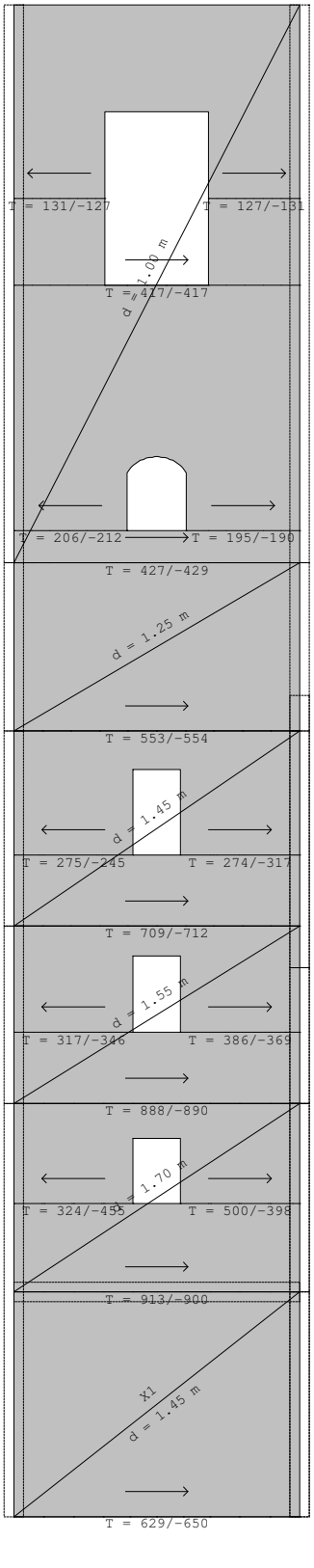
Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]
Utjecaji u indirektnim elementima - Iznad/Ispred

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



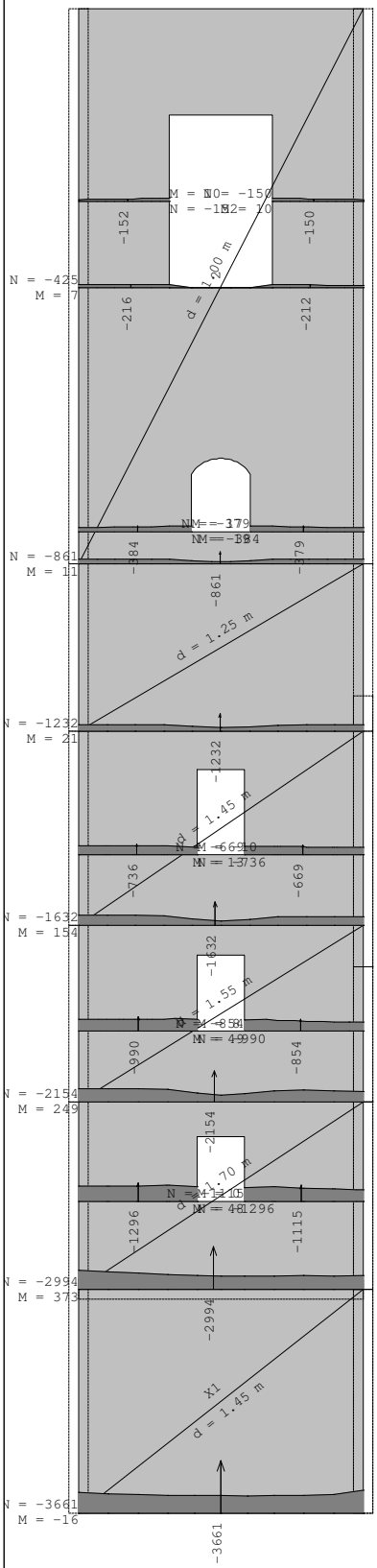
Okvir: H_1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



Okvir: H_1
Vektorski presjeci: Nns

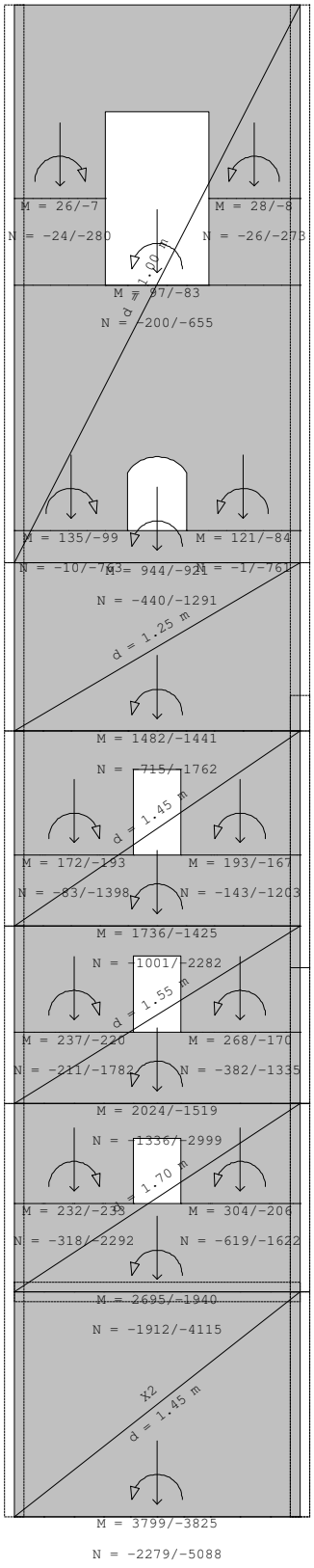
Opt. 1: Stalno G (g)



Okvir: H_1
Vektorski presjeci: Nn

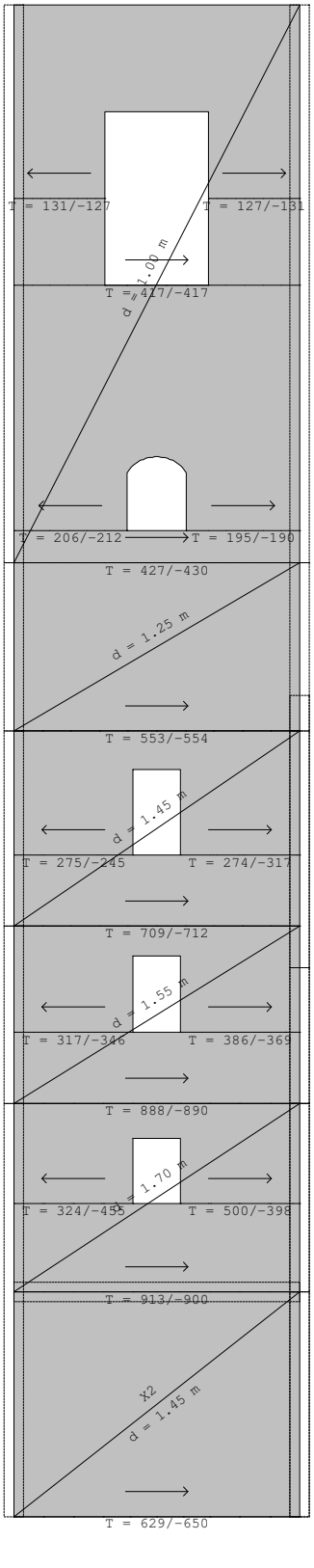
Statički proračun

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



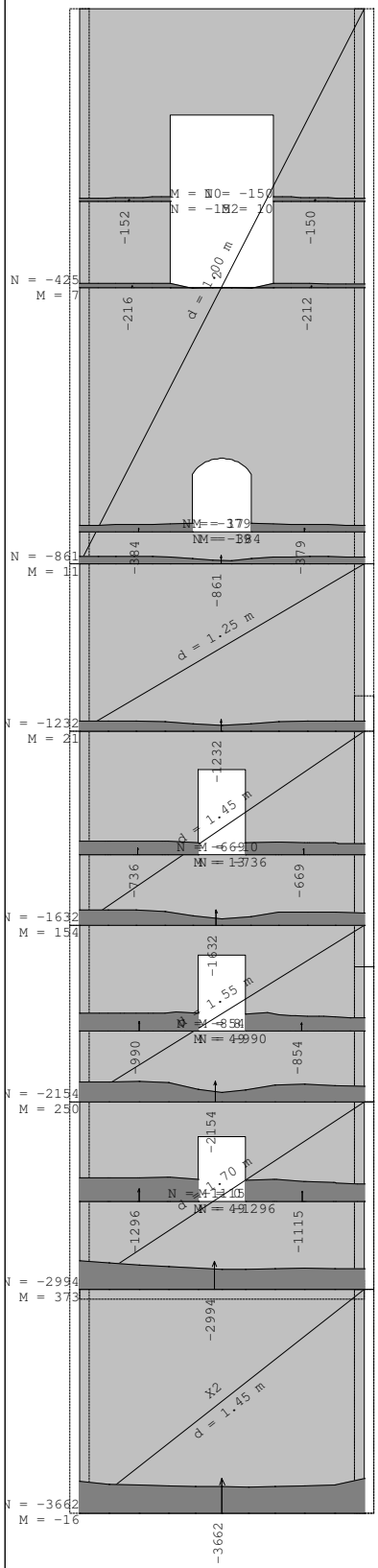
Okvir: H_2
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



Okvir: H_2
Vektorski presjeci: Nns

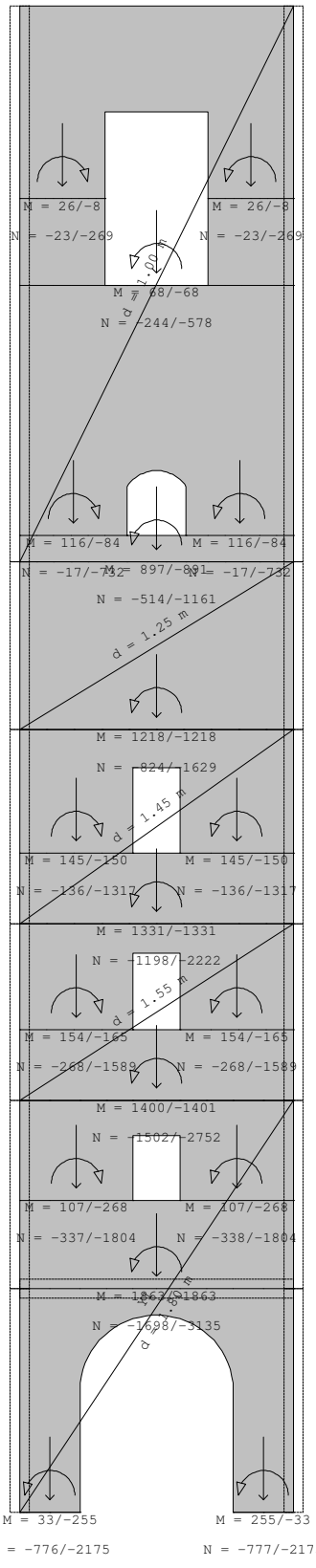
Opt. 1: Stalno G (g)



Okvir: H_2
Vektorski presjeci: Nn

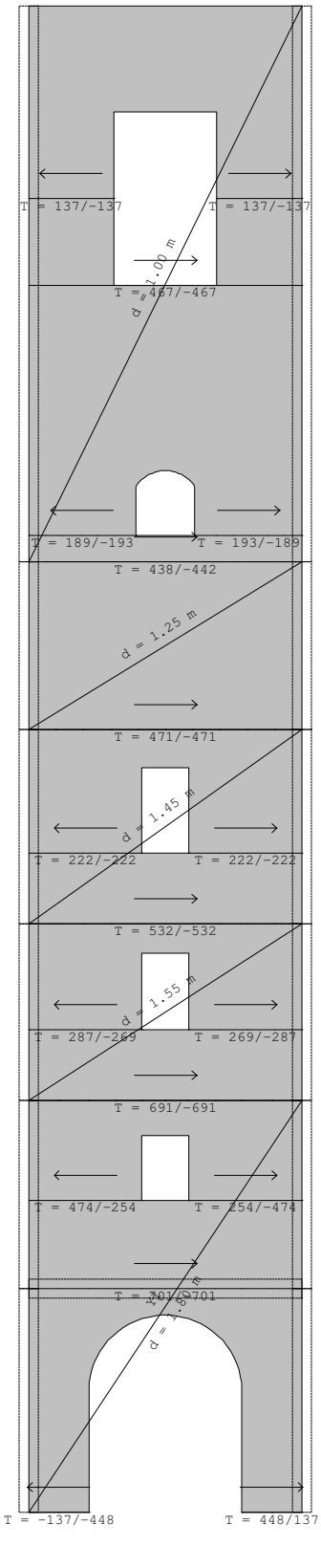
Statički proračun

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



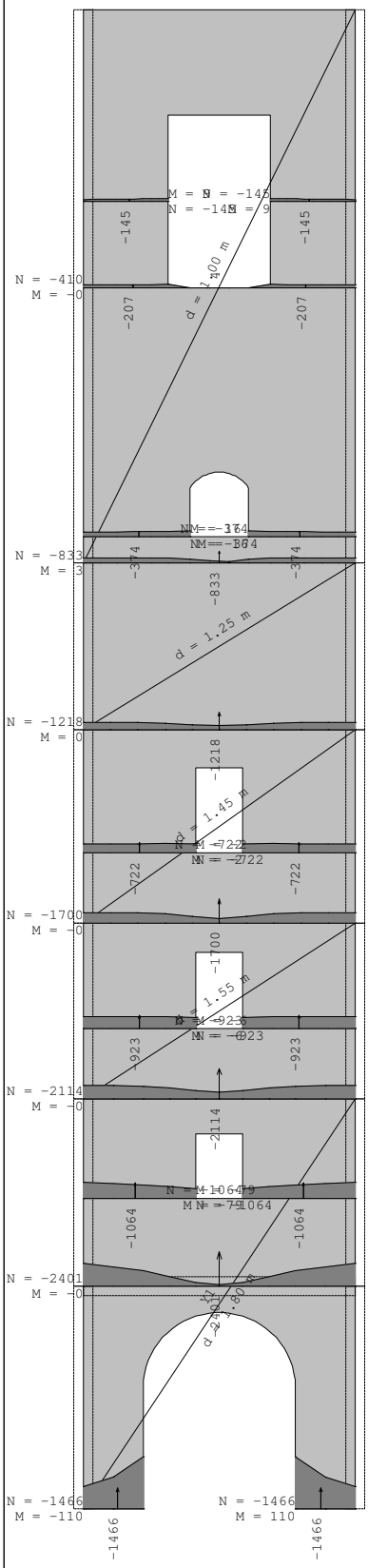
Okvir: V_1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



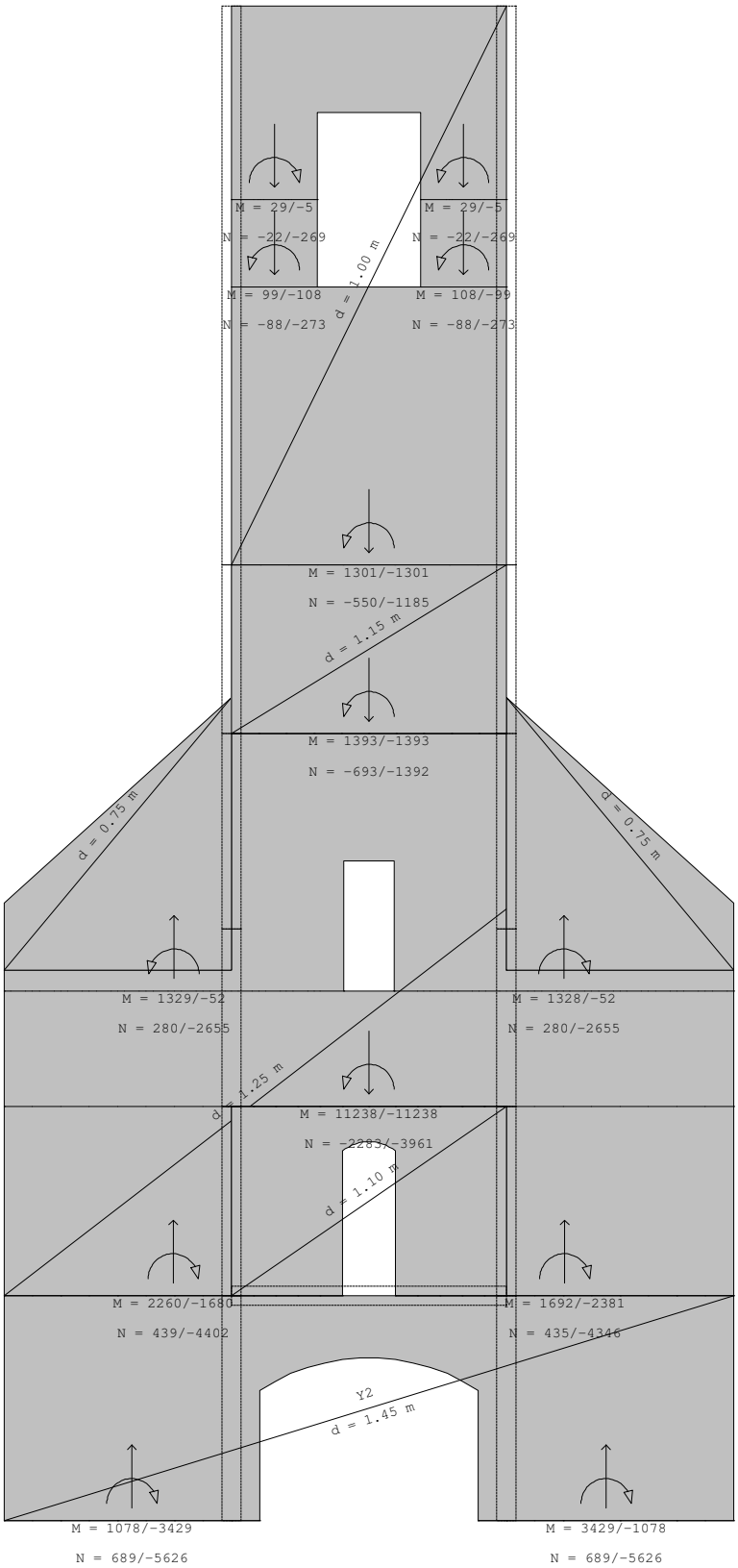
Okvir: V_1
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 1: Stalno G (g)



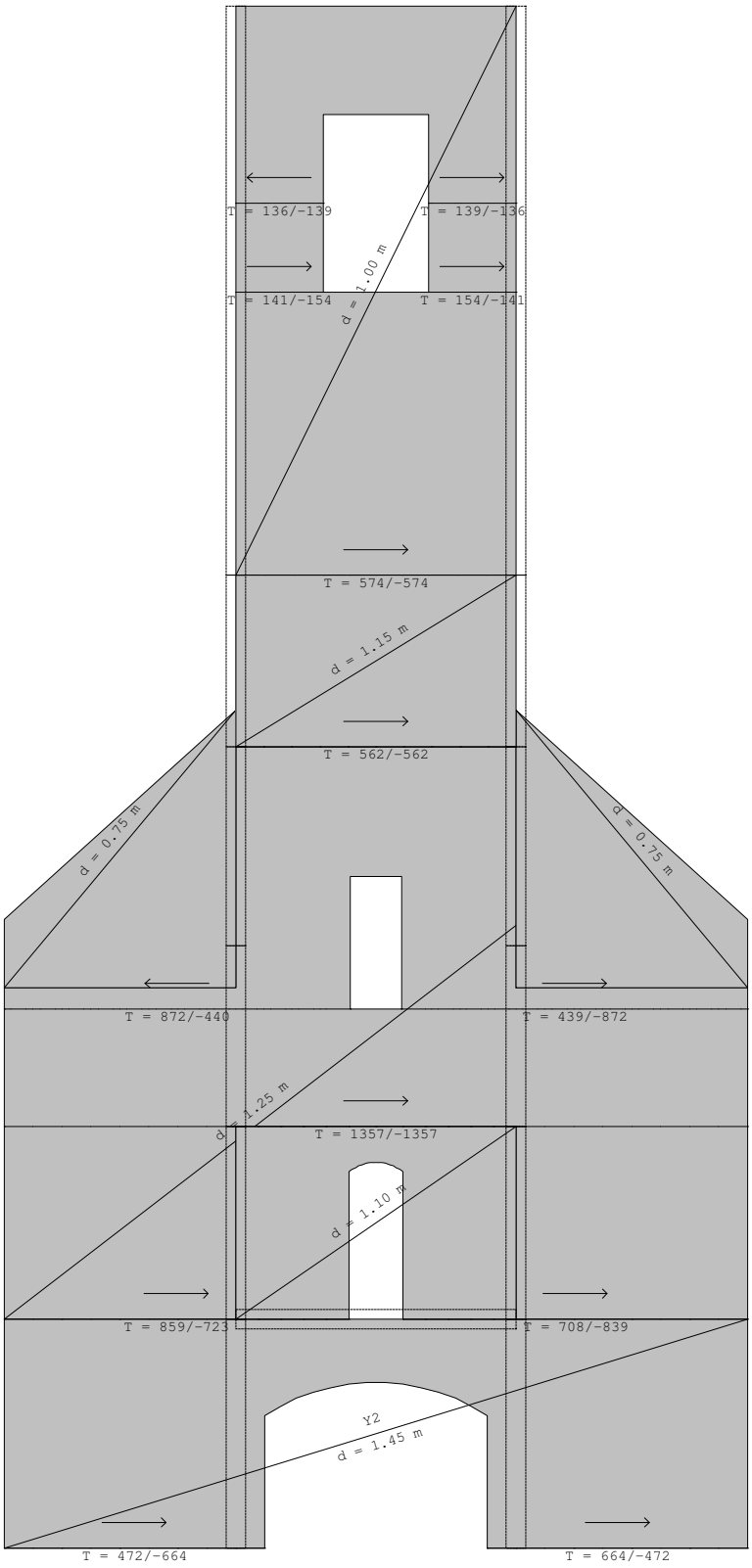
Okvir: V_1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



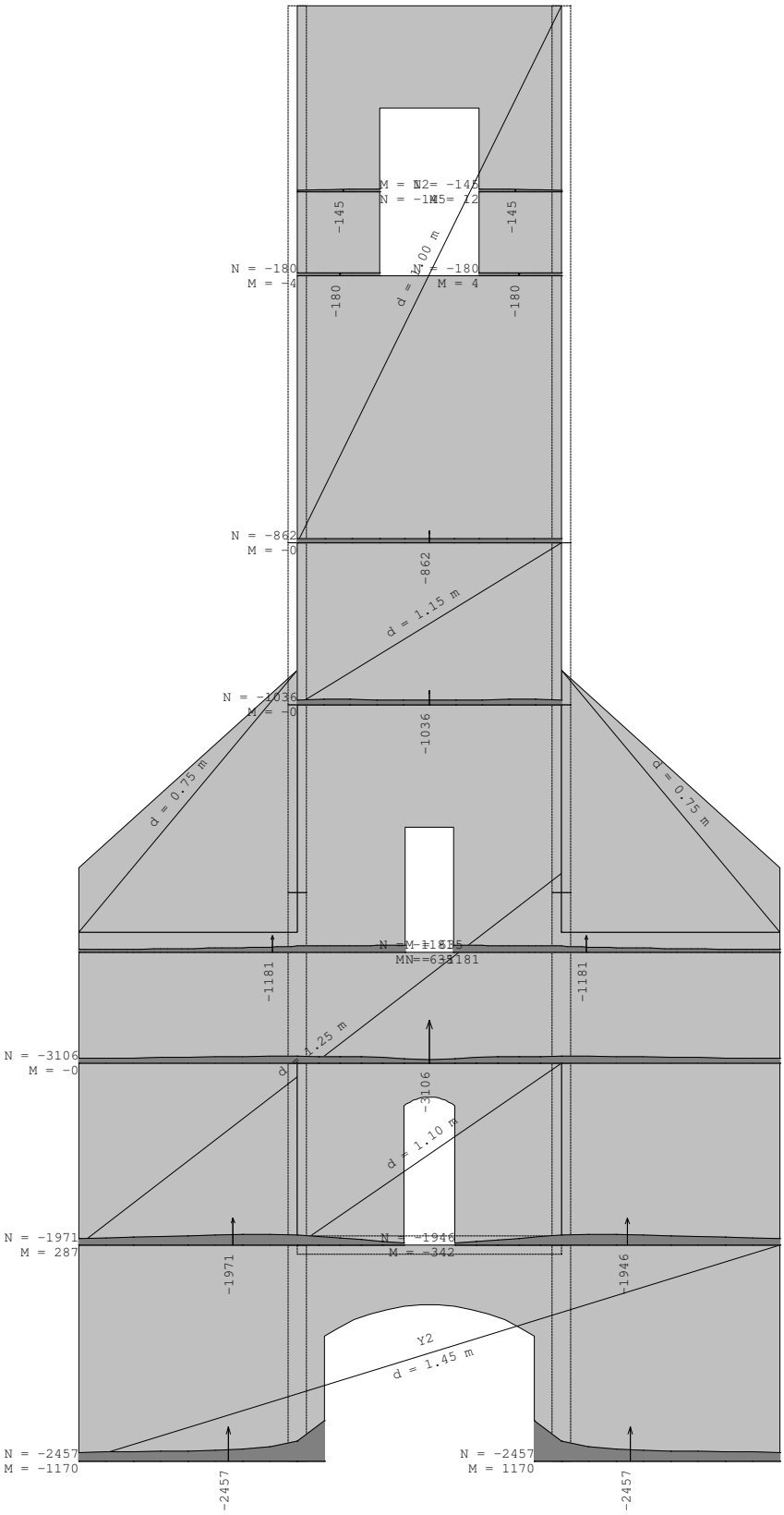
Okvir: V_2
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



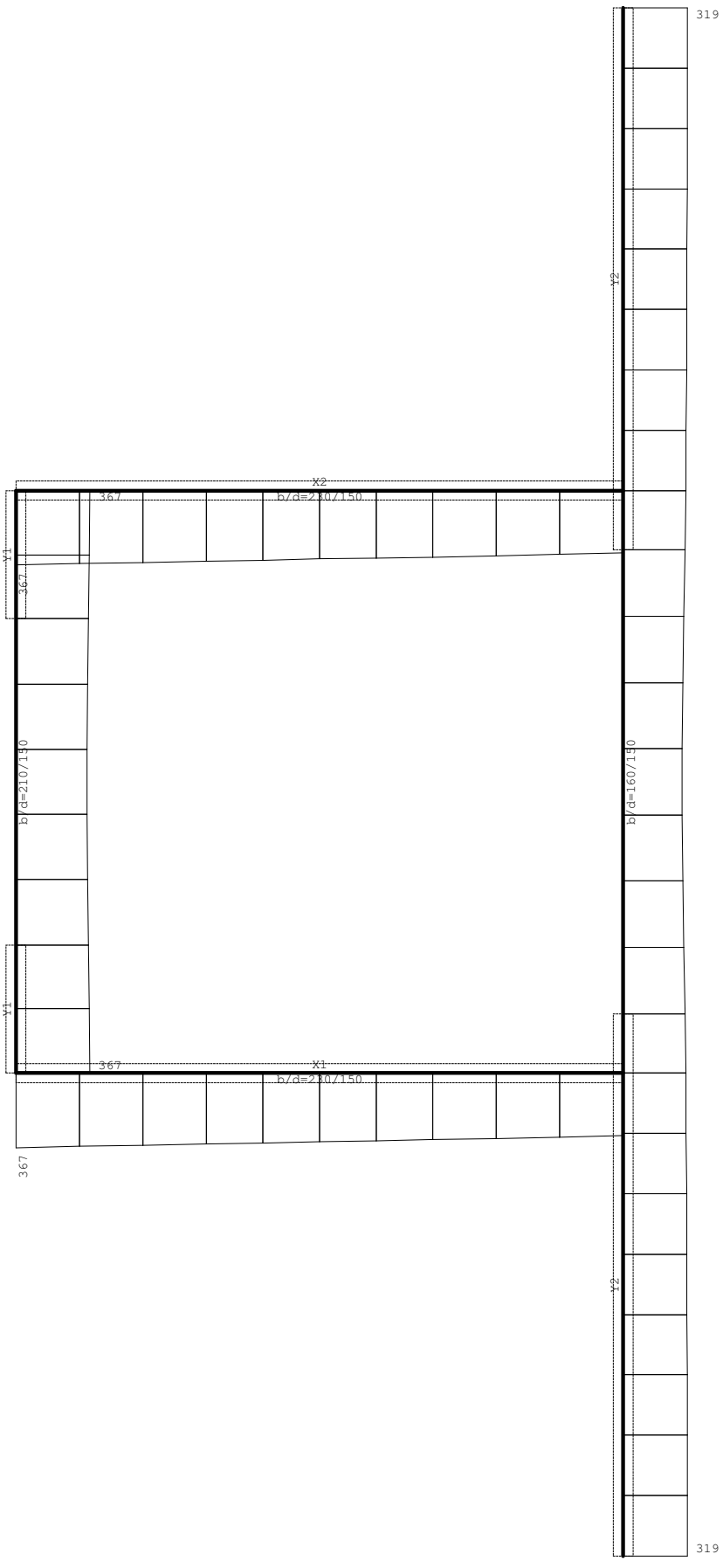
Okvir: V_2
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 1: Stalno G (g)



Okvir: V_2
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 8: I+II



Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]
Utjecaji u lin. ležaju: max σ,tla= 367 / min σ,tla= 292 kN/m²

ANALIZA REZULTATA

KONTROLA POMAKA TORNJA - uvjet ograničenja oštećenja

Pomak na vrhu zadnje etaže : Xp = 98 mm (smjer X) Xp = 131 mm (smjer Y)

Pomak na dnu zadnje etaže: Xp = 68 mm Yp = 94 mm

Katni pomak : ΔXp = 30 mm ΔYp = 37 mm

visina etaže : h = 4,75 m

ograničenje međukatnog pomaka :

0,0075 * h = 0,0075 * 4750 = 35,6 mm > ΔXp = 30 mm zadovoljava

< ΔYp = 37 mm prekoračenje 4% zadovoljava

Ograničenje progiba konzole :

H / 180 = 25600 / 180 = 142 mm > Xp = 98 mm zadovoljava

> Yp = 131 mm zadovoljava

KONTROLA NOSIVOSTI ZIDOVA

Mehaničke karakteristike zida (iz literature)

prema Borriju

tlačna čvrstoća f_m = 1,2 - 2,15 MPa

modul elastičnosti E = 600 - 990 MPa

posmična čvrstoća T_0 = 0,024 - 0,036 MPa

Aničić D., Zemljotresno inženjerstvo, 1990. za kamen u vapnenom mortu

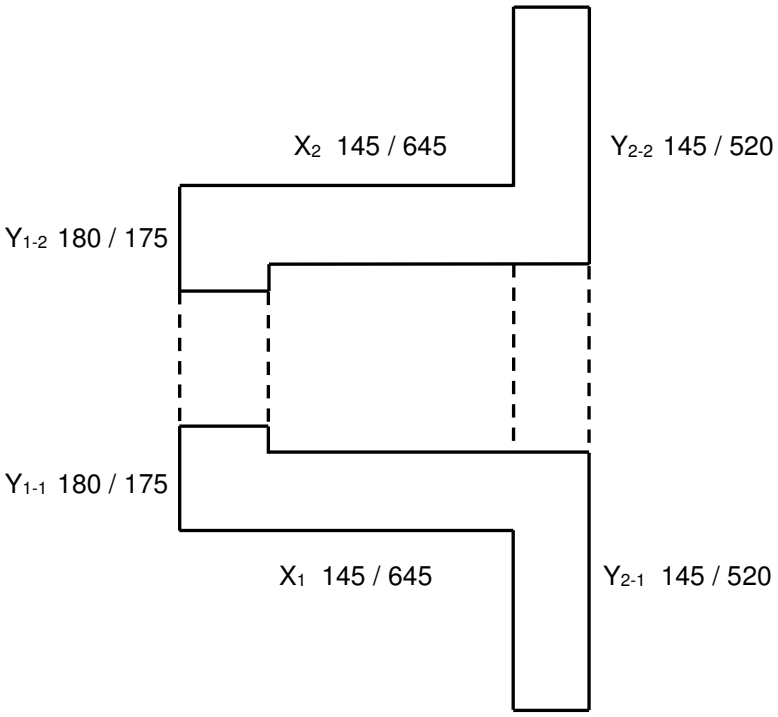
tlačna čvrstoća 0,50 MPa

vlačna čvrstoća 0,08 MPa

modul elastičnosti 1000 MPa

modul posmika 50 MPa

Shema zidova u podnožju



Kontrola zidova na tlak u podnožju

uzdužna sila od težine : $N = (3662 + 1466 + 2457) * 2 = 15170$ KN

površina zidova : $A = 1,45 * 6,45 * 2 + 1,80 * (1,75 - 1,45) * 2 + 1,45 * (5,20 - 1,45) * 2 = 30,7$ m²

naprezanje (tlak) $\sigma = N / A = 15170 / 30,7 = 494$ KN/m² = 0,494 N/mm² ≈ 0,50 N/mm²

zadovoljava

Kontrola zidova na vlak u podnožju

moment od potresne kombinacije : $M = 3825 * 2 = 7650$ KNm (za zidove X_1 i X_2)

površina polovice zidova : $A_t = 2 * 1,45 * 6,45 / 2 = 9,4$ m²

krak sila : $z = 2 * 6,45 / 3 = 4,3$ m

uzdužna vlačna sila : $N_t = M / z = 7650 / 4,3 = 1779$ KN

naprezanje (vlak) : $\sigma_t = N_t / A_t = 1779 / 9,4 = 189$ KN/m² = 0,189 N/mm²

ukupno naprezanje (+tlak-vlak) : $\sum\sigma = \sigma - \sigma_t = 0,494 - 0,189 = 0,305$ N/mm² nema vlačnih naprezanja

KONTROLA NOSIVOSTI ZIDOVA U PODNOŽJU TORNJA

$f_{vk,0} = 0{,}05$ N/mm^2 $\gamma_M = 1{,}5$ KL = 2

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M * CF$ $\sigma_d = N_{Ed} / A$ $f_{vk} = f_{vk,0} + 0{,}4 * \sigma_d$ $V_{Rd} = t * L_c * f_{vd}$

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

$V_{RHd} = C_r * A * \tau_{Rd}$ $R_z = \min(V_{Rd}, V_{RHd}) / V_{Ed}$

$\gamma_M * CF = 1{,}8$ $f_{td} = 0{,}08 / 1{,}8 = 0{,}044$ N/mm^2

U proračunu kontrole nosivosti zidova korišteni su sljedeći izrazi :

L_w duljina zida

t debljina zida

A površina zida

$A = L_w * t$

V_{Ed} poprečna sila dobivena seizmičkim proračunom

N_{Ed} uzdužna sila dobivena seizmičkim proračunom

M_{Ed} moment savijanja dobiven seizmičkim proračunom

σ_d proračunsko tlačno naprezanje

$\sigma_d = N_{Ed} / A$

f_{vk} karakteristična posmična čvrstoća zida

$f_{vk} = f_{vk,0} + 0{,}4 * \sigma_d$

$f_{vk,0}$ karakteristična početna posmična čvrstoća ziđa (očitano iz literature)

f_{vd} proračunska vrijednost posmične otpornosti zida

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M * CF$

V_{Rd} otpornost zida na poprečnu silu

$V_{Rd} = t * L_c * f_{vd}$

τ_{Rd} proračunska vrijednost poprečne otpornosti zida

$\tau_{Rd} = (f_{td} / 1{,}5) \times (1 + \sigma_d / f_{td})^{0,5}$

f_{td} proračunska vrijednost vlačne otpornosti zida

$f_{td} = f_{tk} / \gamma_M * CF$

f_{tk} karakteristična vlačna čvrstoća zida (očitano iz literature)

γ_M parcijalni koeficijent za materijale, uključujući nesigurnosti vezane uz geometriju i modelirenje u NA EC1998-1, vrijednost ovog koeficijenta je definirana kao $\gamma_M \geq 1{,}5$

L_c duljina tlačnog područja zida

$L_c = 3 * [L_w / 2 - (M_{Ed} / N_{Ed,\,min})] \leq L$ za neomeđeno ziđe

$N_{Ed,min}$ minimalna vrijednost unutarnje uzdužne sile u zidu dobivena seizmičkim proračunom (vlastita težina)

V_{Rd} otpornost zida

$V_{Rd} = (f_{vk} * t * L_c) / \gamma_M * CF$

CF faktor povjerenja uzet iz EC 1998-3, CF = 1,20 za razinu znanja 2

V_{RHd} otpornost zida na horizontalnu silu

$V_{RHd} = C_r \times A \times \tau_{Rd}$

C_r faktor smanjenja opterećenja (očitano iz literature)

ZID	L_{ek} cm	t cm	A cm^2	V_{Ed} KN	N_{Ed} KN	M_{Ed} KNm	σ_{cd} N/mm^2	0,4 * σ_{cd} N/mm^2	f_{cd} N/mm^2	τ_{Rd} N/mm^2	L_{ci} cm	V_{Rd}	V_{Ed} / V_{Rd}	V_{RdMd} KN	V_{Ed} / V_{RdMd}	ΔV_{Ed} KN	$R_{\check{z}}$	$R_{\check{z}}$*A
X_1	645	145	93525	650	3661	3825	0,391	0,157	0,207	0,092	645	1076	0,60	774	0,84		1,191	111388
X_2	645	145	93525	650	3661	3825	0,391	0,157	0,207	0,092	645	1076	0,60	774	0,84		1,191	111388
	∑A = 187050																∑ $R_{\check{z}}$ * A = 222776 ∑ $R_{\check{z}}$ * A / ∑A = 1,19 (119%)	
Y_{1-1}	175	180	31500	448	1466	255	0,465	0,186	0,236	0,100	175	413	1,08	284	1,58	164	0,634	19971
Y_{1-2}	175	180	31500	448	1466	255	0,465	0,186	0,236	0,100	175	413	1,08	284	1,58	164	0,634	19971
Y_{2-1}	520	145	75400	664	2457	3429	0,326	0,130	0,180	0,085	520	754	0,88	577	1,15	87	0,869	65523
Y_{2-2}	520	145	75400	664	2457	3429	0,326	0,130	0,180	0,085	520	754	0,88	577	1,15	87	0,869	65523
	∑A = 213800																∑ $R_{\check{z}}$ * A = 170988 ∑ $R_{\check{z}}$ * A / ∑A = 0,80 (80%)	

ZAKLJUČAK – PRIJEDLOG OJAČANJA

Nosivost zidova na potresno opterećenje u podnožju tornja za 225-godišnji period iznosi:

119 % za smjer X i 80 % za smjer Y

Srednja vrijednost otpornosti zidova smjera X i Y, koja se uzima kao otpornost građevine iznosi :

(119 + 80) / 2 = 99,5 %

<u>Zidovi u podnožju tornja zadovoljavaju.</u>

Za sanaciju tornja od razine kora, predviđena je čelična konstrukcija unutar tornja, povezana sa zidovima. Čelična konstrukcija preuzima dio posmičnih i vlačnih naprezanja koja zidovi (kamen i vapneni mort) ne mogu preuzeti.

Procjenjuje se da zidovi iznad prizemlja preuzimaju 50% potresne sile, a preostalih 50% preuzima Nova čelična konstrukcija.

Podnožje novog čeličnog tornja izvesti na armiranobetonskoj podnoj ploči u razini kora.

Kamene zidove dodatno sanirati i ojačati FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom sa mrežom i sidrenim užadi sa vanjske strane zidova.

STATIČKI PRORAČUN TORNJA ZVONIKA
OJAČANJE ČELIČNOM KONSTRUKCIJOM

ANALIZA OPTEREĆENJA

Čelična konstrukcija je prostorni rešetkasti toranj sa podestima na mjestima postojećih drvenih.
Izvodi se unutar zidova postojećeg tornja koji ima zidove promjenjive debljine stoga se tlocrt širi od podnožja prema vrhu.
Čelični stupovi u unutarnjim uglovima tornja oslonjeni su na postojeći zid na nivoima podesta gdje je donji zid deblji od gornjeg, modelirano sa točkastim ležajevima koji omogućuju horizontalne pomake.
Obodne grede podesta oslanjaju se na donji deblji zid, modelirano sa linijskim ležajevima koji omogućuju horizontalne pomake.

POTRES "Ex" i "Ey"



Karta potresnih područja Hrvatske (izvor: seizkarta.gfz.hr)

Vrijednost iz baze:

Tp = 95 godina: a_{gR} = 0,131 g

Tp = 225 godina: a_{gR} = 0,188 g **MJERODAVNO**

Tp = 475 godina: a_{gR} = 0,260 g

Tip temeljnog tla C

S = 1,15 T_B = 0,20 s T_C = 0,60 s T_D = 2,0 s

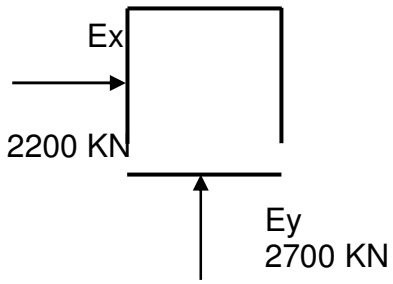
Faktor ponašanja za čeličnu konstrukciju ojačanja tornja q = 1,5

Razred važnosti zgrade III

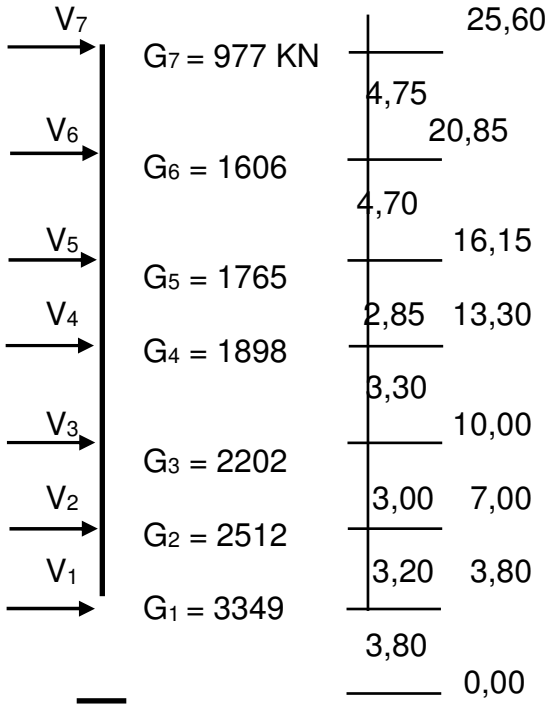
(zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem) **γ = 1,2**

Čelična konstrukcija proračunata na 50% seizmičke sile postojećeg zidanog tornja.

Poprečne sile u podnožju tornja



Raspodjela seizmičke sile po visini od postojećeg tornja



$\sum G = 14\,309$ KN $\quad \sum G_i * H_i = 164\,575$ KNm

$$V_i = S * (G_i * H_i / \sum G_i * H_i)$$

smjer X na vrh 15 % : 2200 * 0,15 = 330 KN

za raspodjelu : 2200 - 330 = 1870 KN

50 % na jedan stup 1/4

$V_{7,X}$ = 330 + 1870 * 977 * 25,60 / 164 575 =	614 KN	307,0 KN	76,8 KN
$V_{6,X}$ = 1870 * 1606 * 20,85 / 164 575 =	381	190,5	47,6
$V_{5,X}$ = 1870 * 1765 * 16,15 / 164 575 =	324	162,0	40,5
$V_{4,X}$ = 1870 * 1898 * 13,30 / 164 575 =	287	143,5	35,9
$V_{3,X}$ = 1870 * 2202 * 10,00 / 164 575 =	250	125,0	31,3
$V_{2,X}$ = 1870 * 2512 * 7,00 / 164 575 =	200	100,0	25,0
$V_{1,X}$ = 1870 * 3349 * 3,80 / 164 575 =	144	72,0	18,0

$\sum V_{i,X}$ = 2200 KN

smjer Y na vrh 15 % : 2700 * 0,15 = 405 KN

za raspodjelu : 2700 - 405 = 2295 KN

50 % na jedan stup 1/4

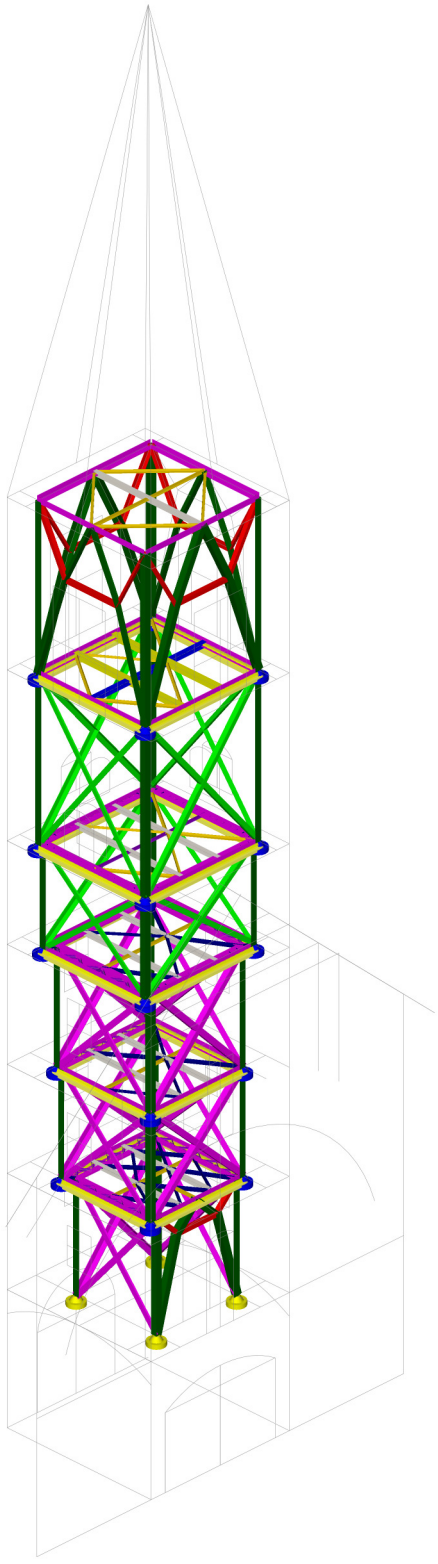
$V_{7,X}$ = 405 + 2295 * 977 * 25,60 / 164 575 =	754 KN	377,0	94,3
$V_{6,X}$ = 2295 * 1606 * 20,85 / 164 575 =	467	233,5	58,4
$V_{5,X}$ = 2295 * 1765 * 16,15 / 164 575 =	397	198,5	49,6
$V_{4,X}$ = 2295 * 1898 * 13,30 / 164 575 =	352	176,0	44,0
$V_{3,X}$ = 2295 * 2202 * 10,00 / 164 575 =	307	153,5	38,4
$V_{2,X}$ = 2295 * 2512 * 7,00 / 164 575 =	245	122,5	30,6
$V_{1,X}$ = 2295 * 3349 * 3,80 / 164 575 =	178	89,0	22,3

$\sum V_{i,X}$ = 2700 KN

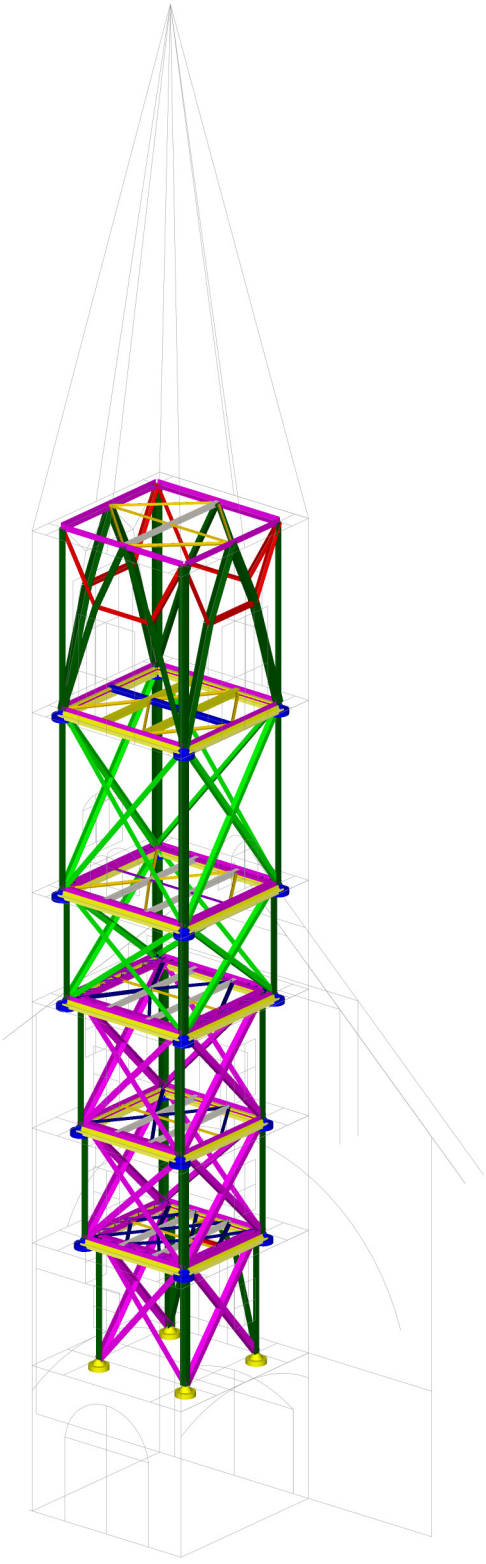
PRORAČUN **Program Tower**

Ulazni podaci - Konstrukcija

PROSTORNI MODEL

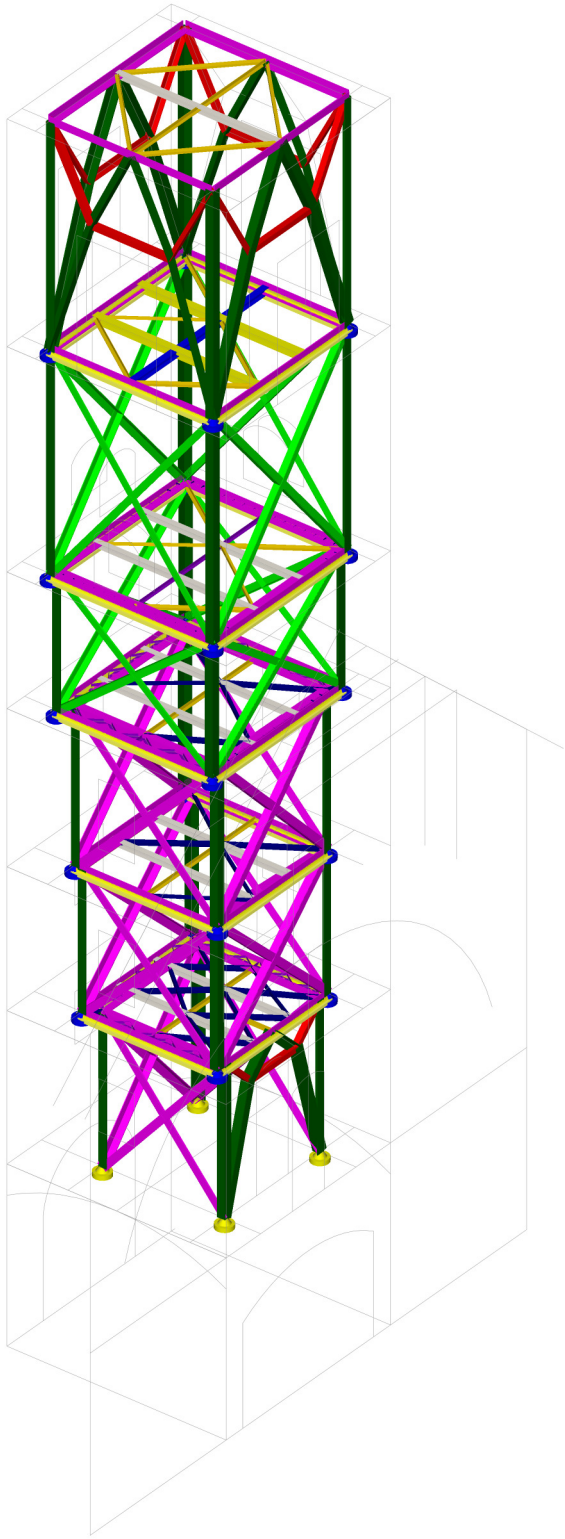


Izometrija

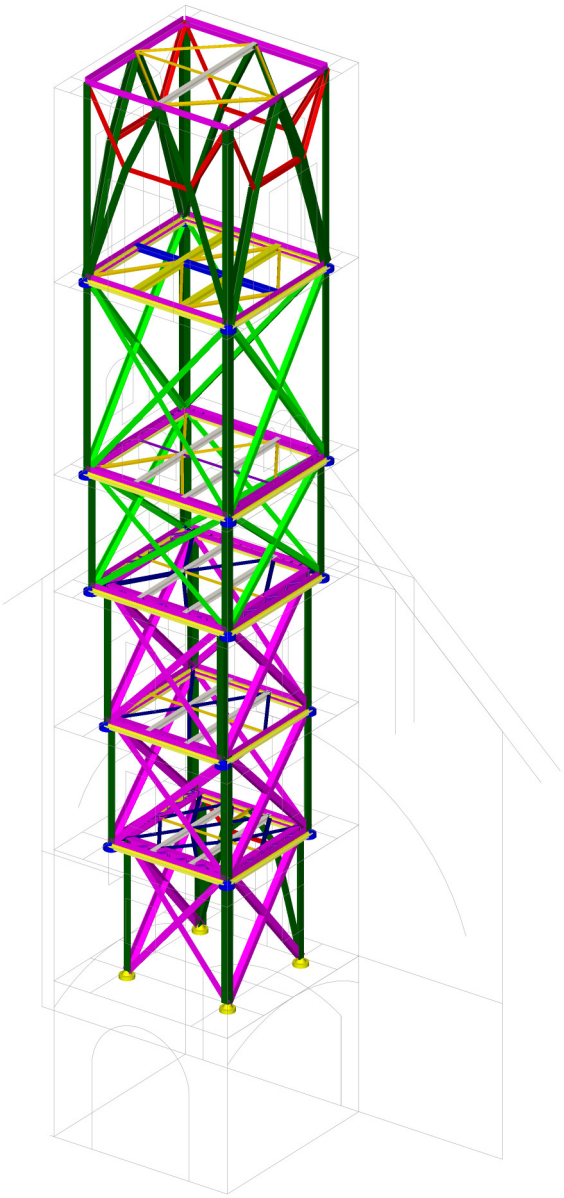


Izometrija

Ulazni podaci - Konstrukcija



Izometrija



Izometrija

Ulazni podaci - Konstrukcija

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	4.75
Toranj-strop 5.etaže	20.85	4.70
Toranj-strop 4.etaže	16.15	2.85
Toranj-strop 3.etaže	13.30	3.30
Toranj-strop 2.etaže	10.00	3.00
Toranj-strop 1.etaže	7.00	3.20
Kor	3.80	3.80
Pod 0.00	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	1.000e-5	2.100e+8	0.30

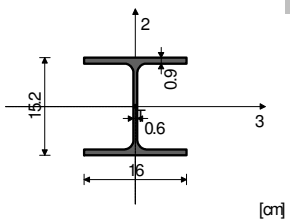
Setovi točkastih ležajeva

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

Setovi greda

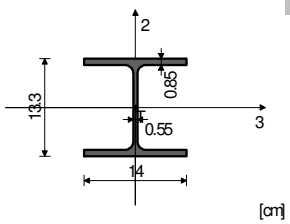
Set: 1 Presjek: IPBl 160

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	3.880e-3	1.324e-3	2.556e-3	1.230e-7	6.160e-6	1.670e-5



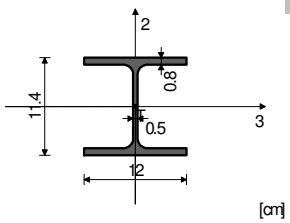
Set: 2 Presjek: IPBl 140

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	3.140e-3	1.011e-3	2.129e-3	8.160e-8	3.890e-6	1.030e-5



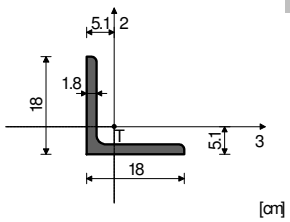
Set: 3 Presjek: IPBl 120

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	2.530e-3	8.420e-4	1.688e-3	6.020e-8	2.310e-6	6.060e-6



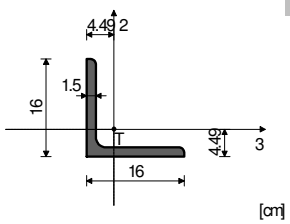
Set: 5 Presjek: L 180x180x18

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	6.190e-3	3.240e-3	3.240e-3	6.998e-7	1.864e-5	1.864e-5



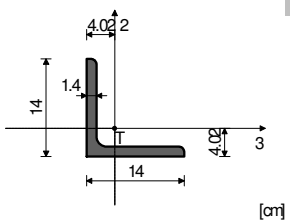
Set: 6 Presjek: L 160x160x15

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	4.610e-3	2.400e-3	2.400e-3	3.600e-7	1.102e-5	1.102e-5



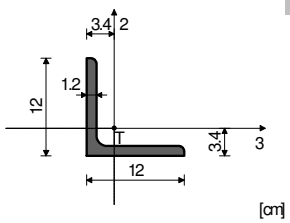
Ulazni podaci - Konstrukcija

Set: 7 Presjek: L 140x140x14



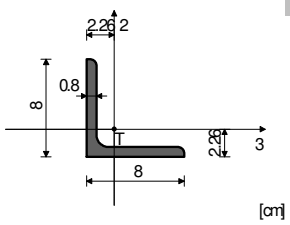
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	3.720e-3	1.960e-3	1.960e-3	2.561e-7	6.910e-6	6.910e-6

Set: 8 Presjek: L 120x120x12



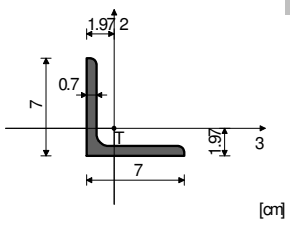
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	2.750e-3	1.440e-3	1.440e-3	1.382e-7	3.680e-6	3.680e-6

Set: 10 Presjek: L 80x80x8



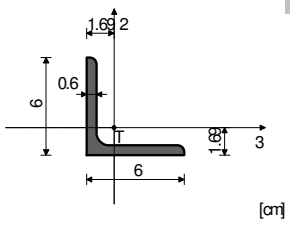
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.230e-3	6.400e-4	6.400e-4	2.730e-8	7.230e-7	7.230e-7

Set: 11 Presjek: L 70x70x7



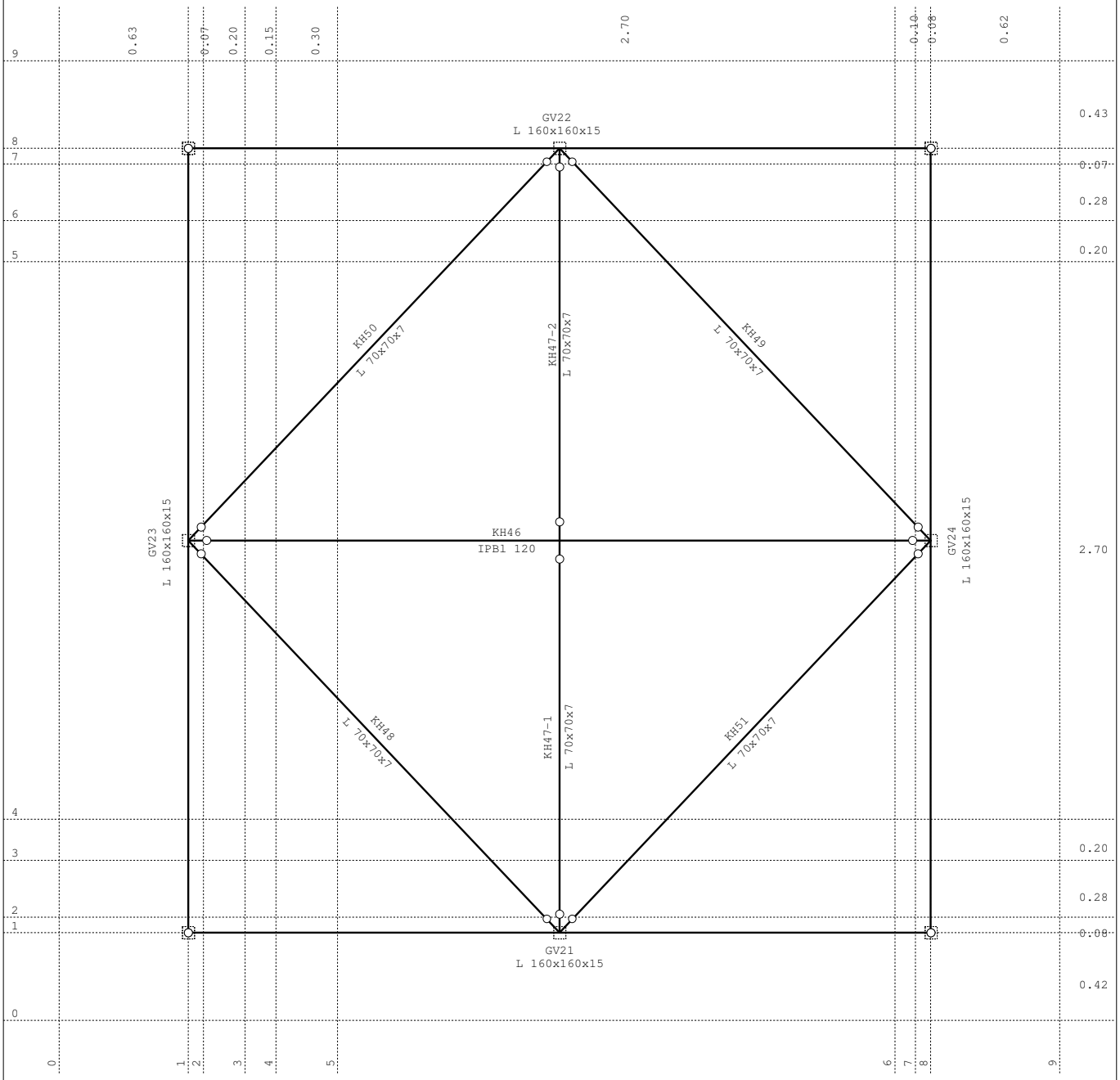
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	9.400e-4	4.900e-4	4.900e-4	1.600e-8	4.235e-7	4.235e-7

Set: 12 Presjek: L 60x60x6



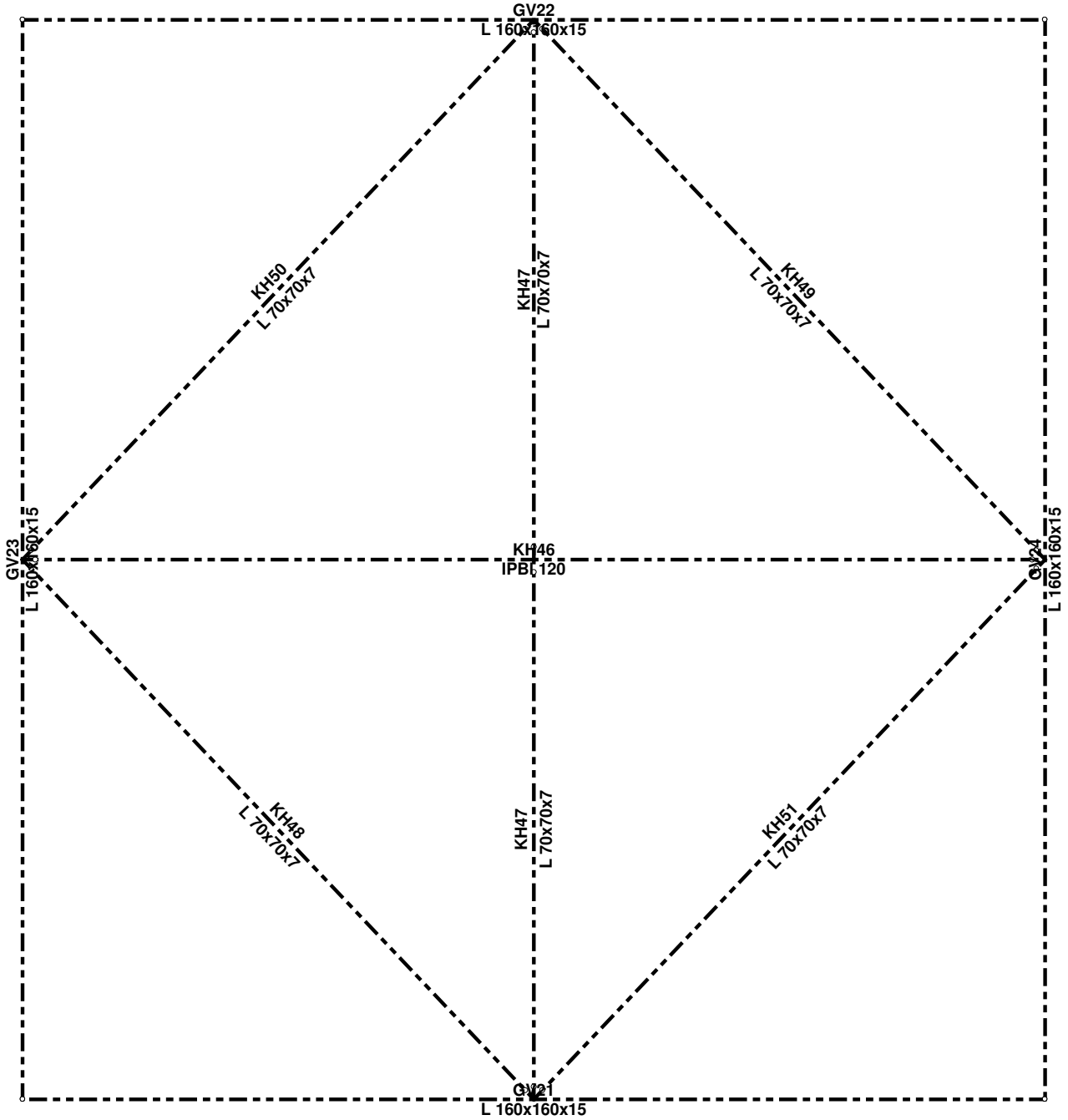
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	6.910e-4	3.600e-4	3.600e-4	8.600e-9	2.277e-7	2.277e-7

Ulazni podaci - Konstrukcija



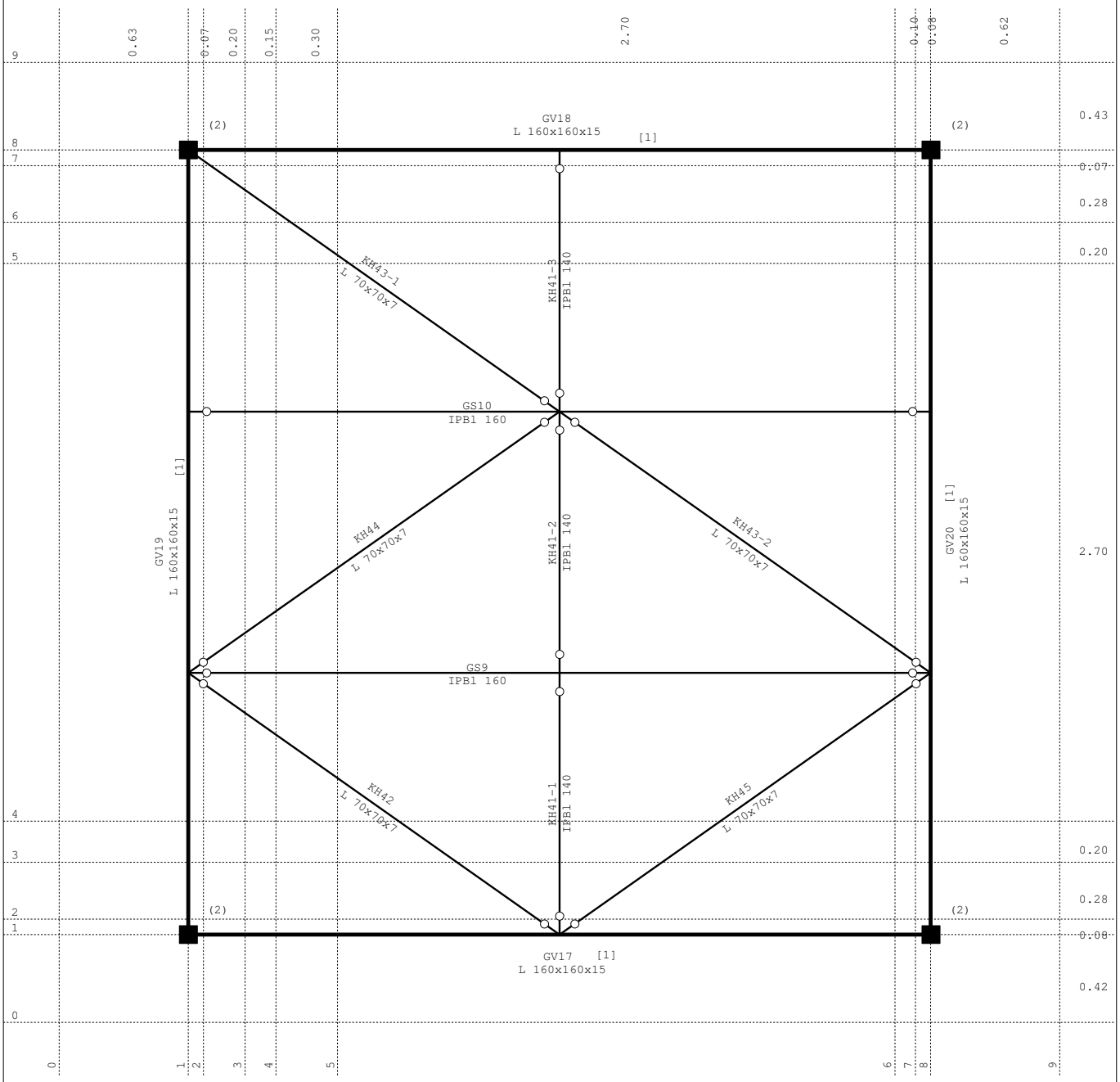
Nivo: Toranj-strop 6.etaže [25.60 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



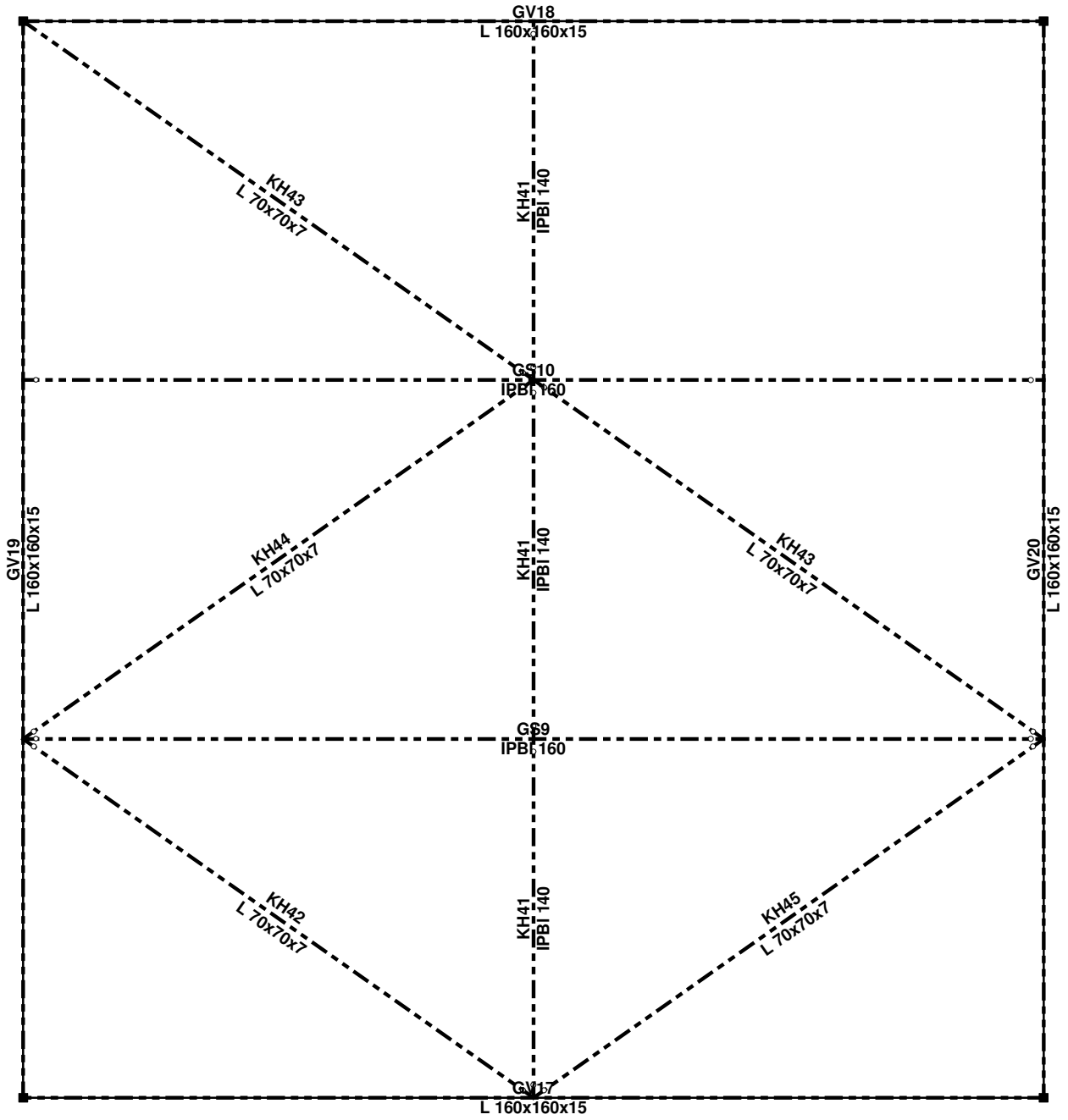
Nivo: Toranj-strop 6.etaže [25.60 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



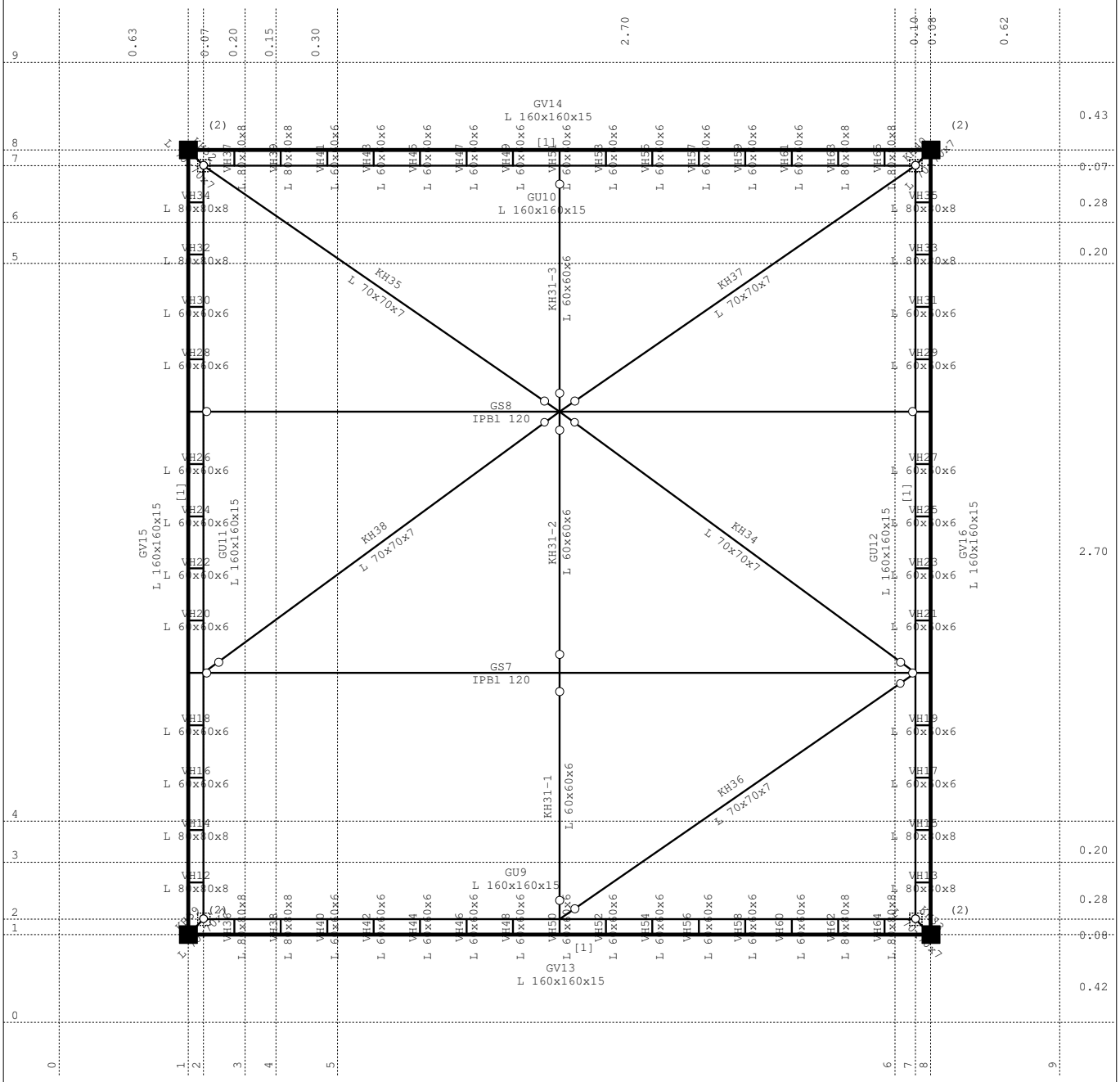
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



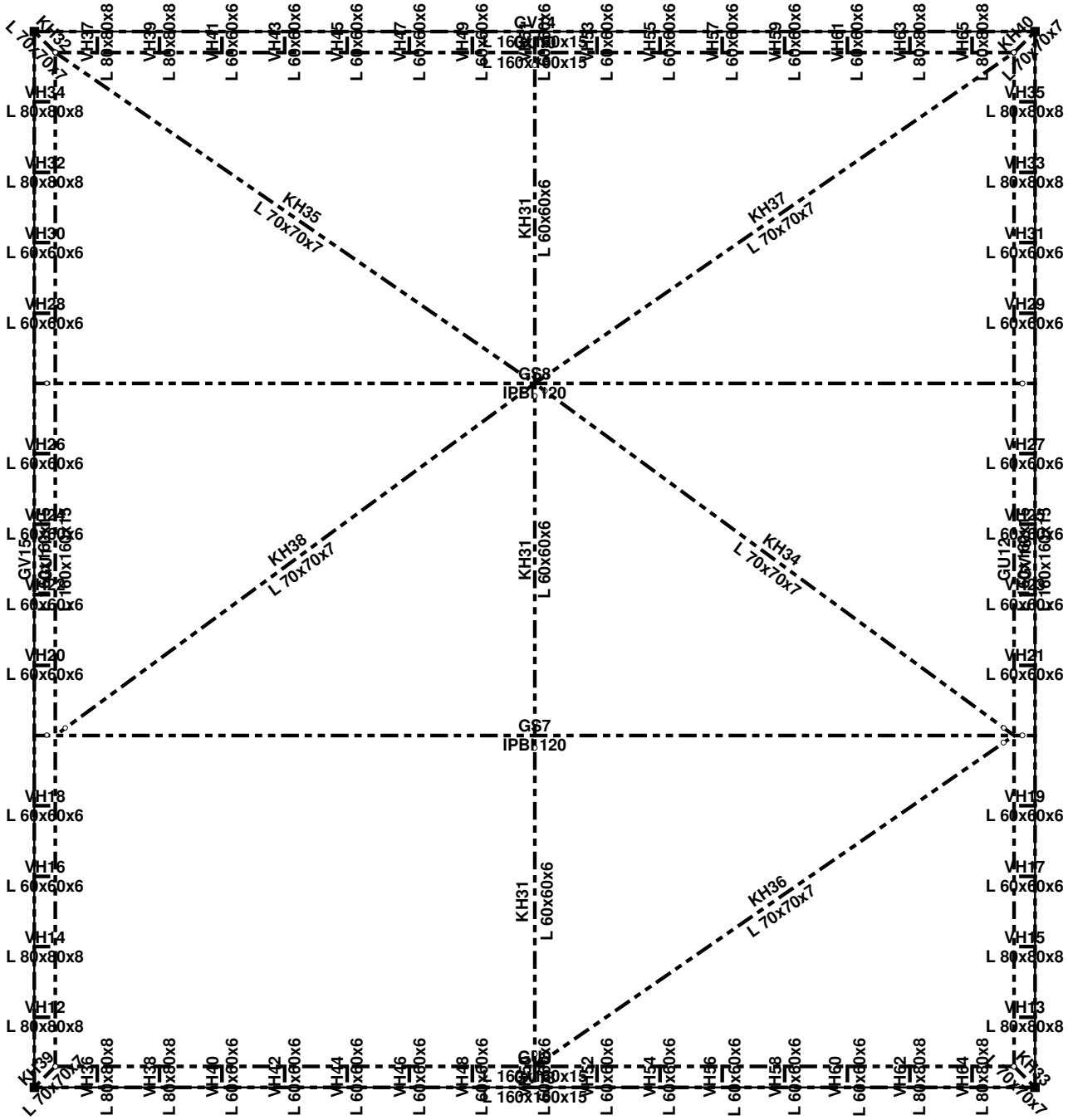
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



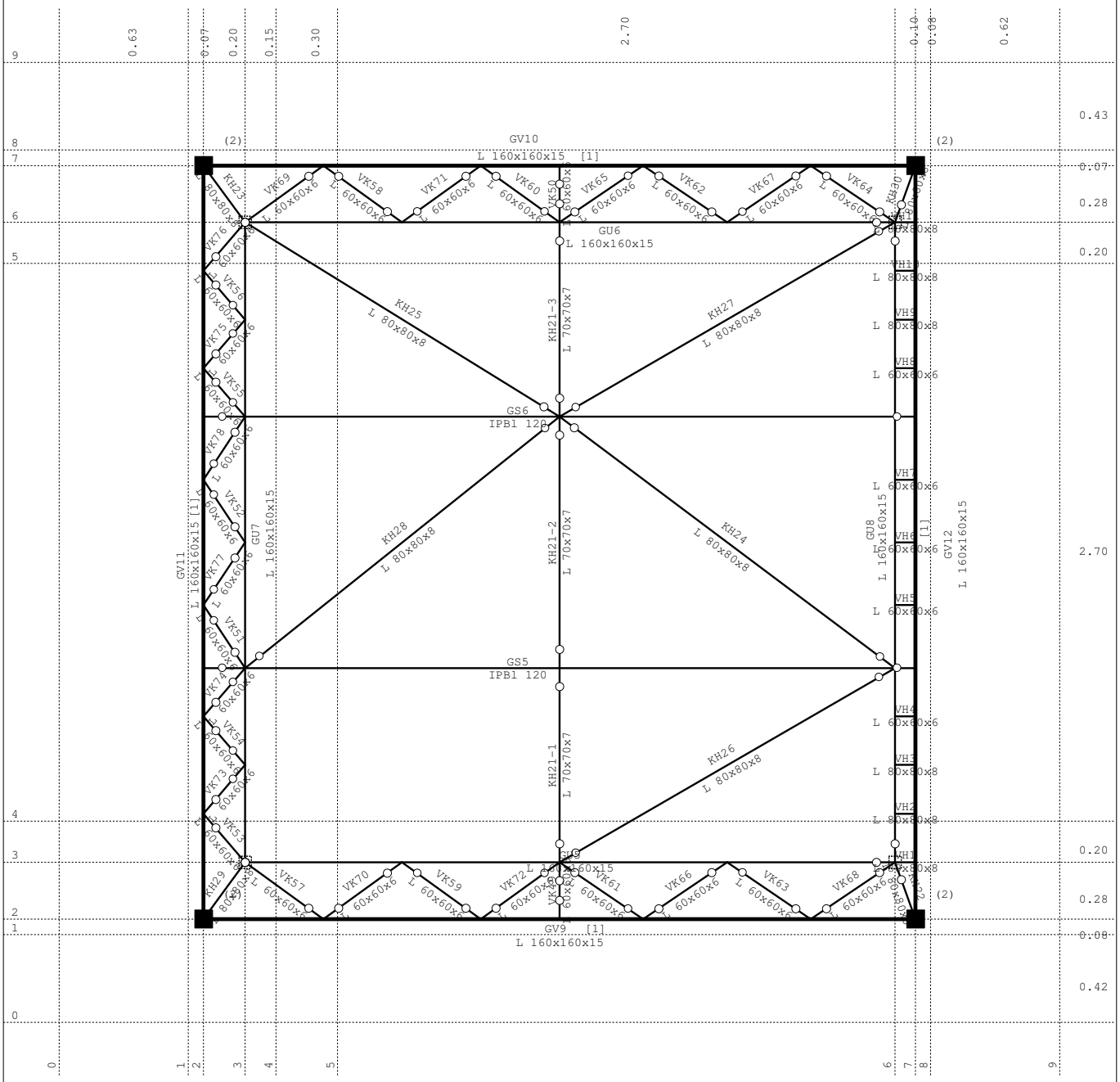
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



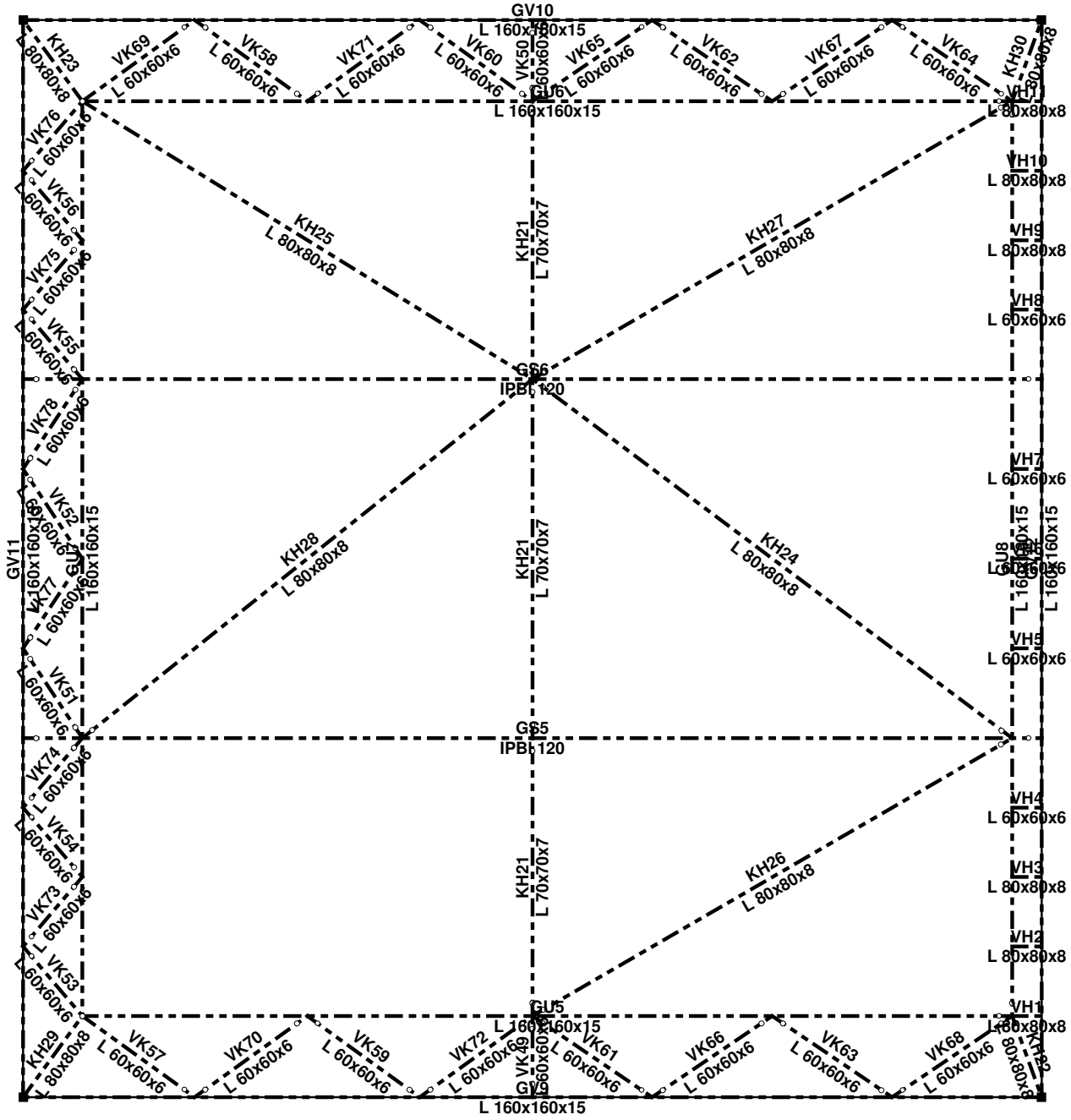
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



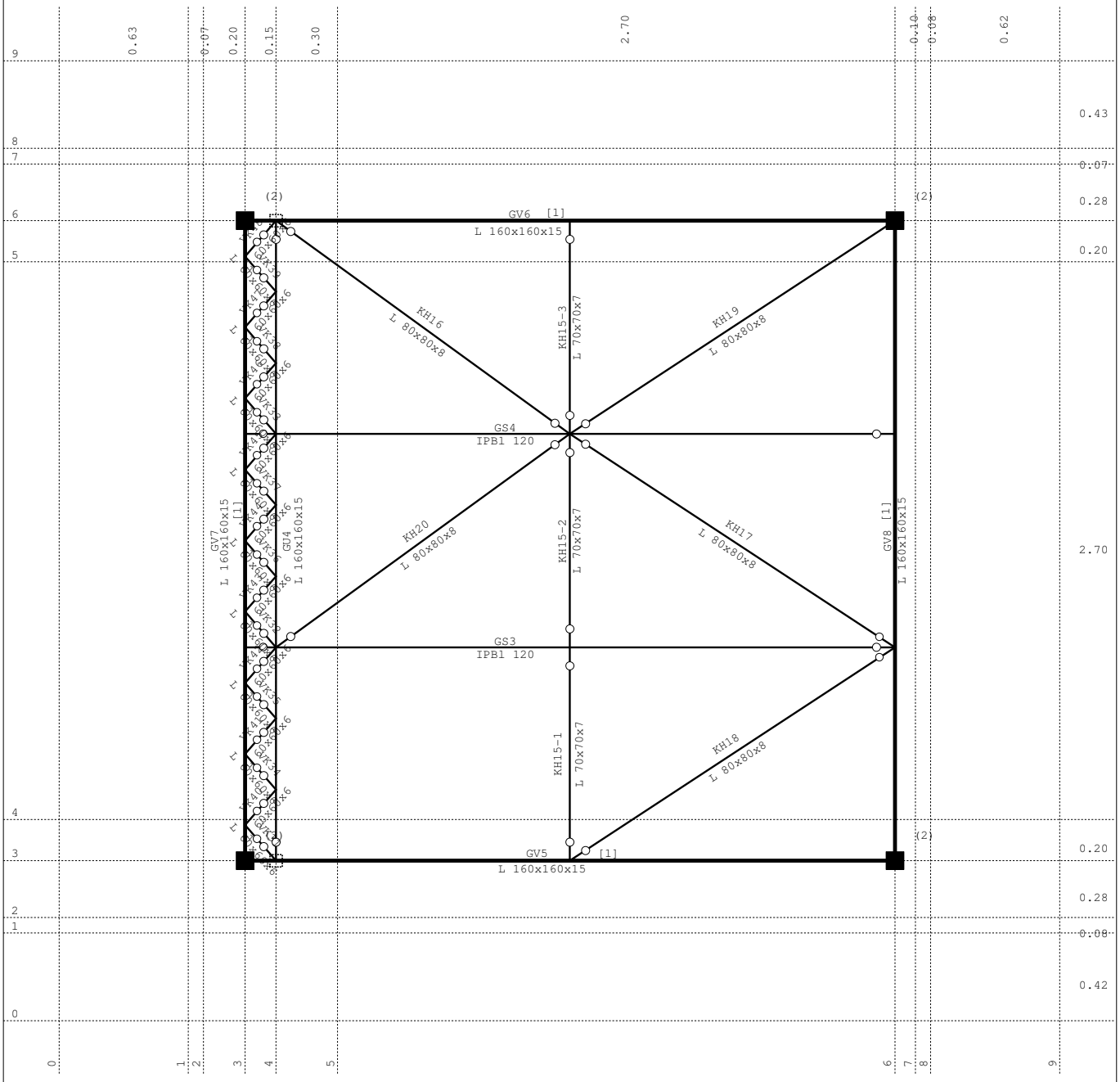
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



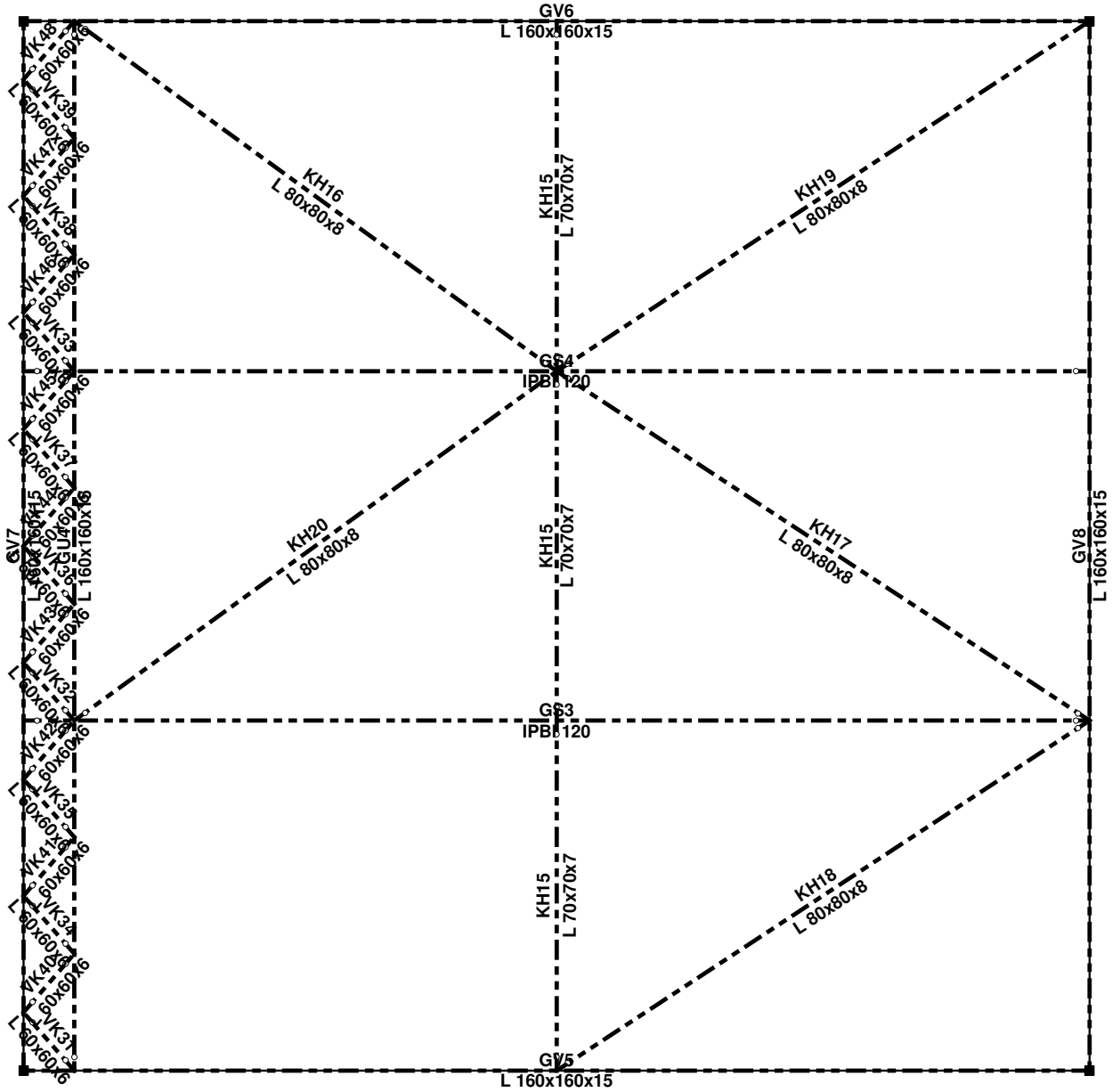
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



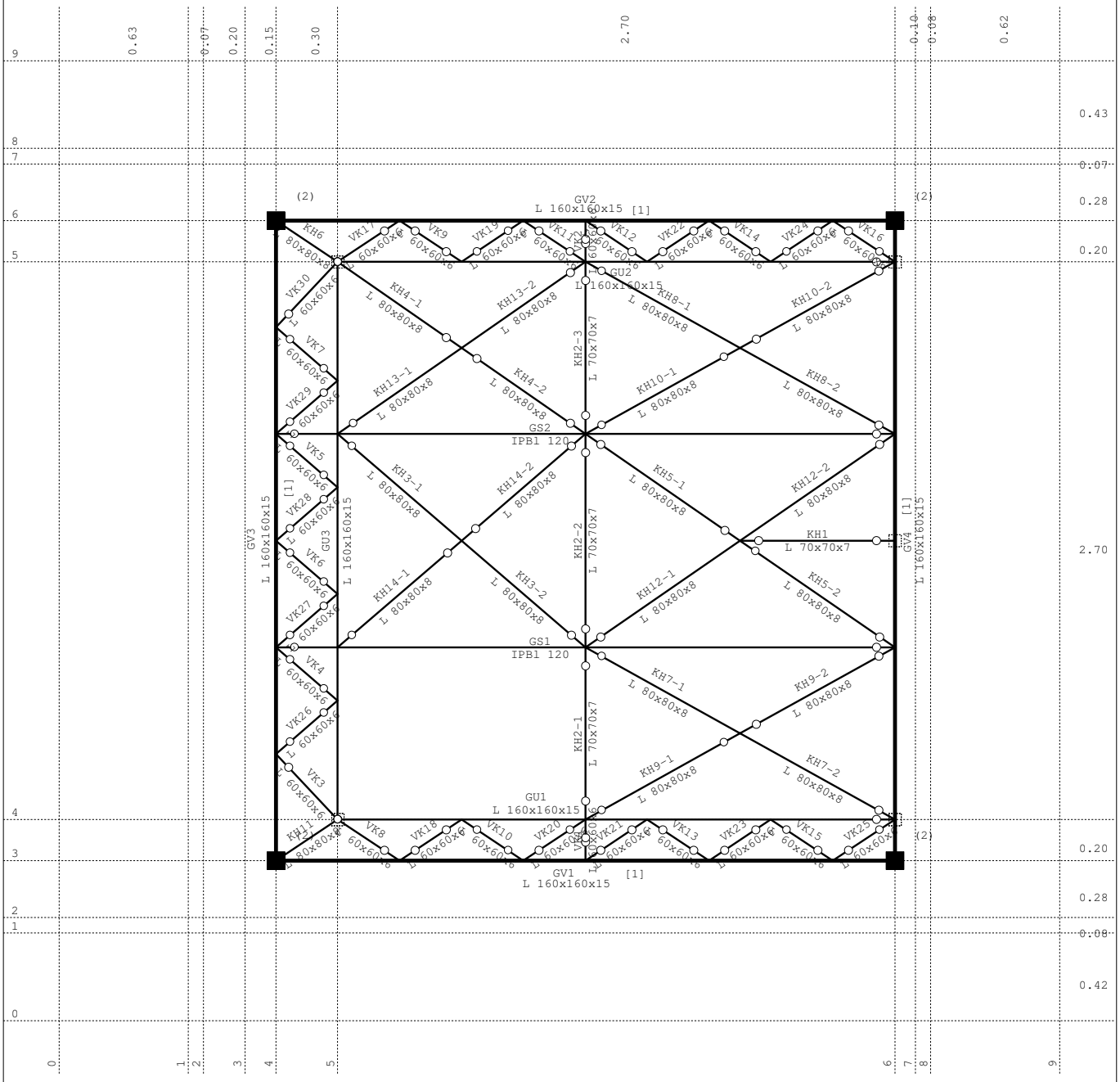
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



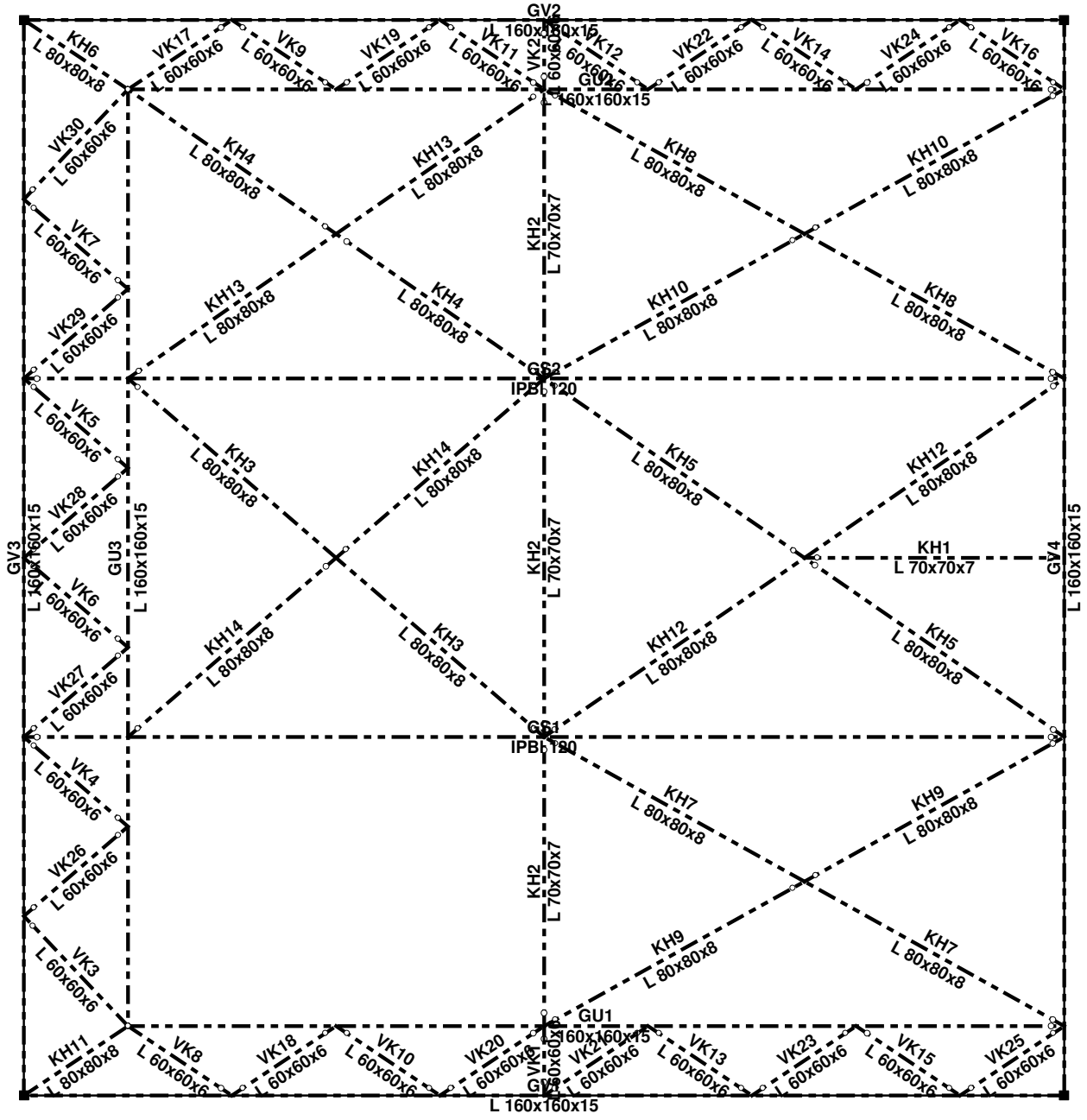
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



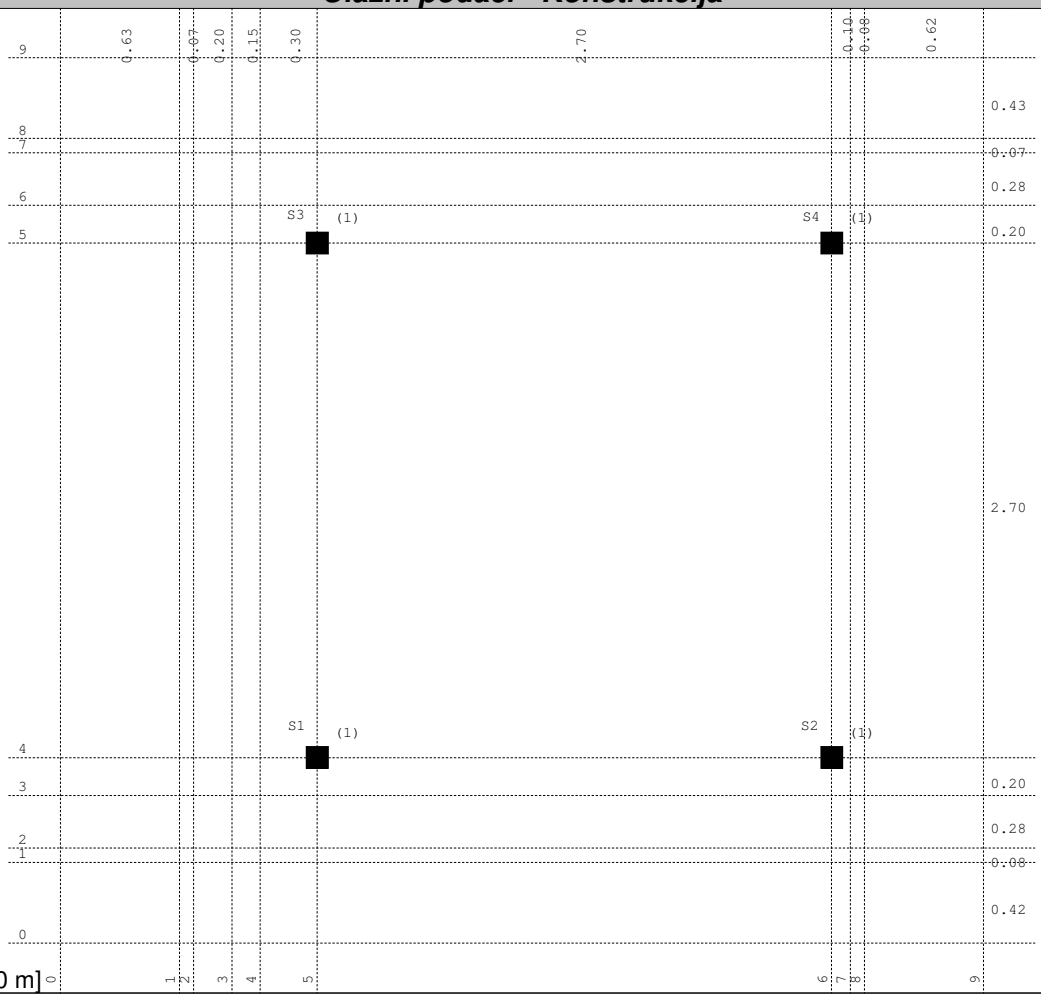
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija

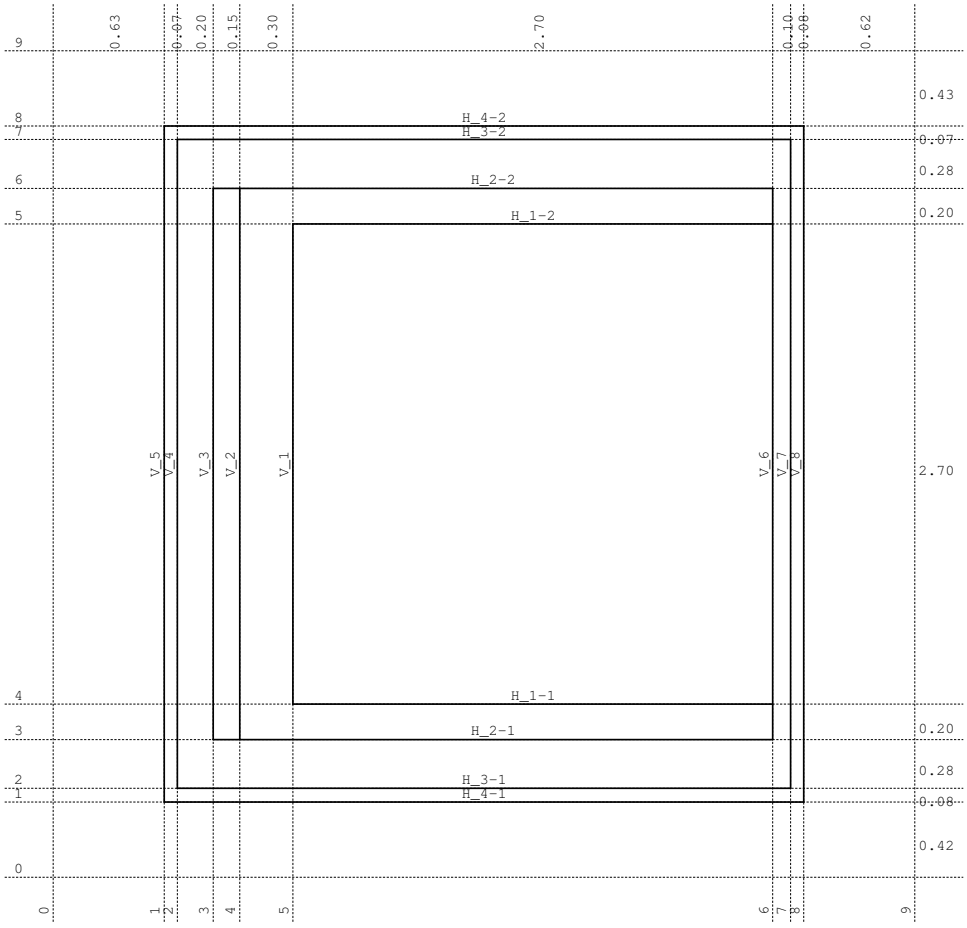


Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija



Nivo: Kor [3.80 m]

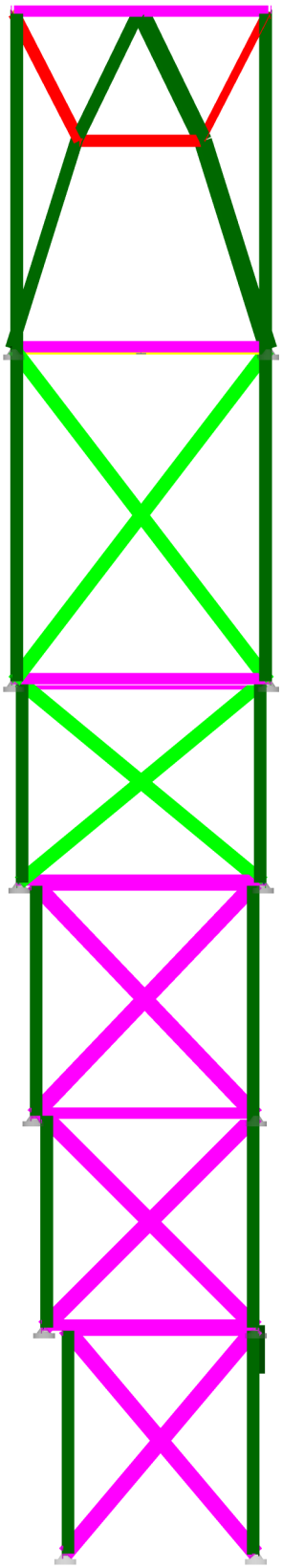


Dispozicija okvira

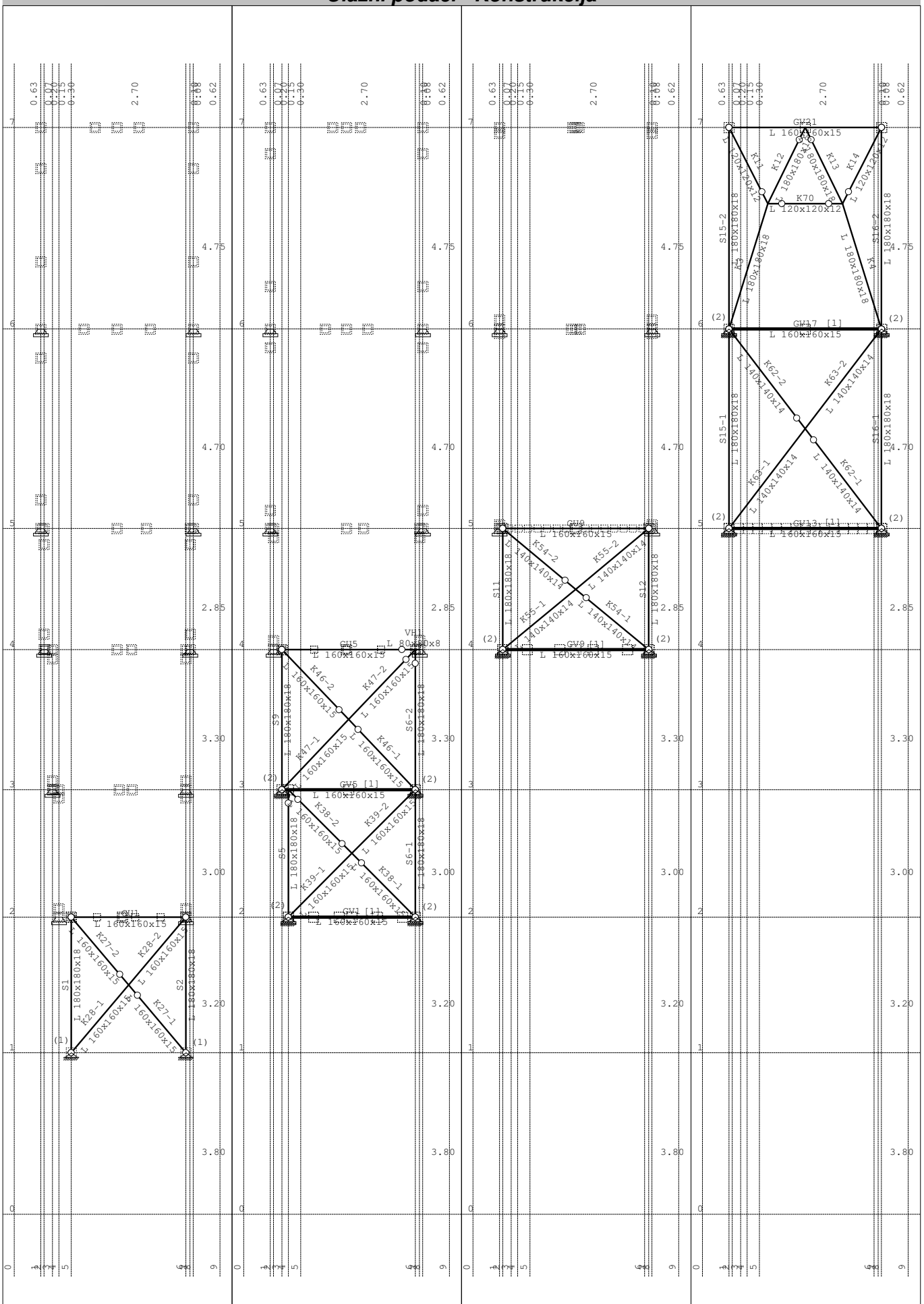
Ulazni podaci - Konstrukcija

Greda	
1. IPBl 160	
2. IPBl 140	
3. IPBl 120	
4. L 180x180x18	
5. L 160x160x15	
6. L 140x140x14	
7. L 120x120x12	
9. L 80x80x8	
10. L 70x70x7	
11. L 60x60x6	

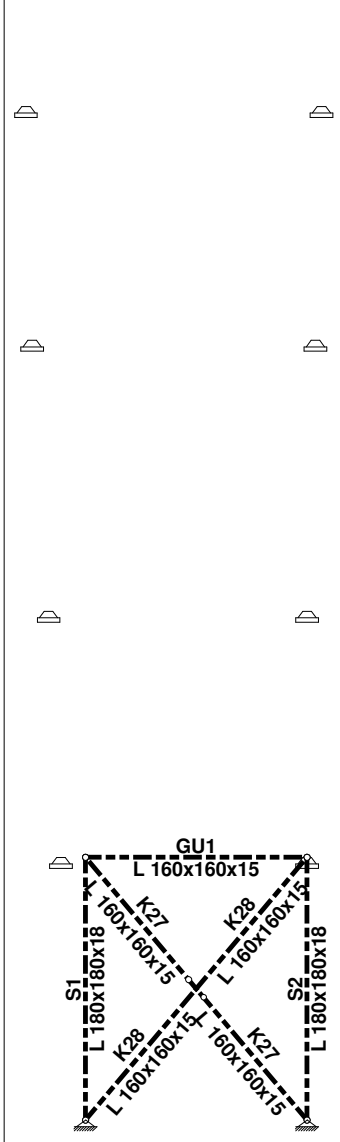
POGLED - JUG



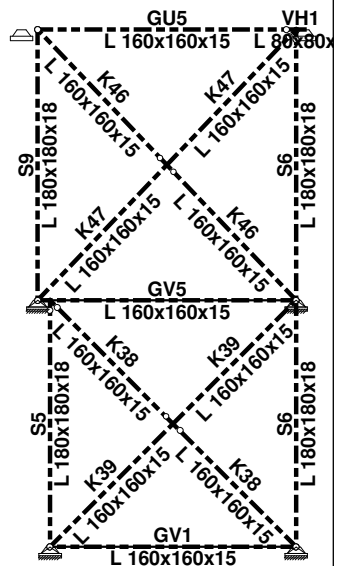
Ulazni podaci - Konstrukcija



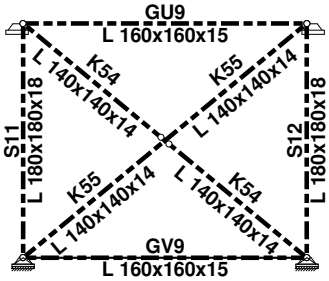
Ulazni podaci - Konstrukcija



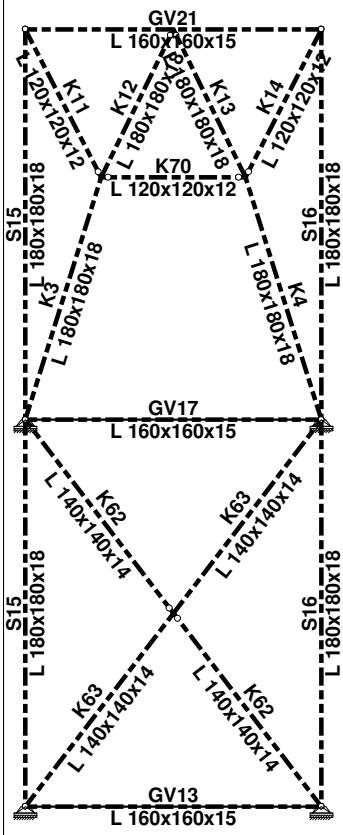
Okvir: H_1-1



Okvir: H_2-1



Okvir: H_3-1

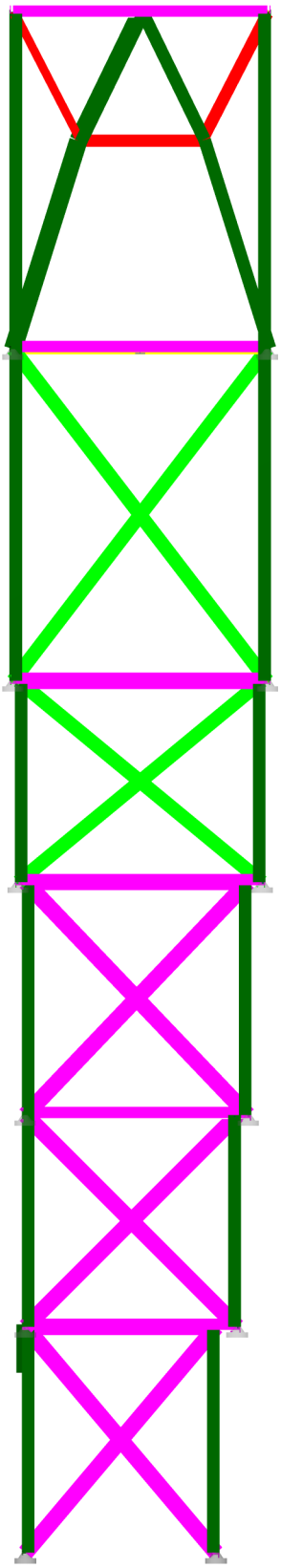


Okvir: H_4-1

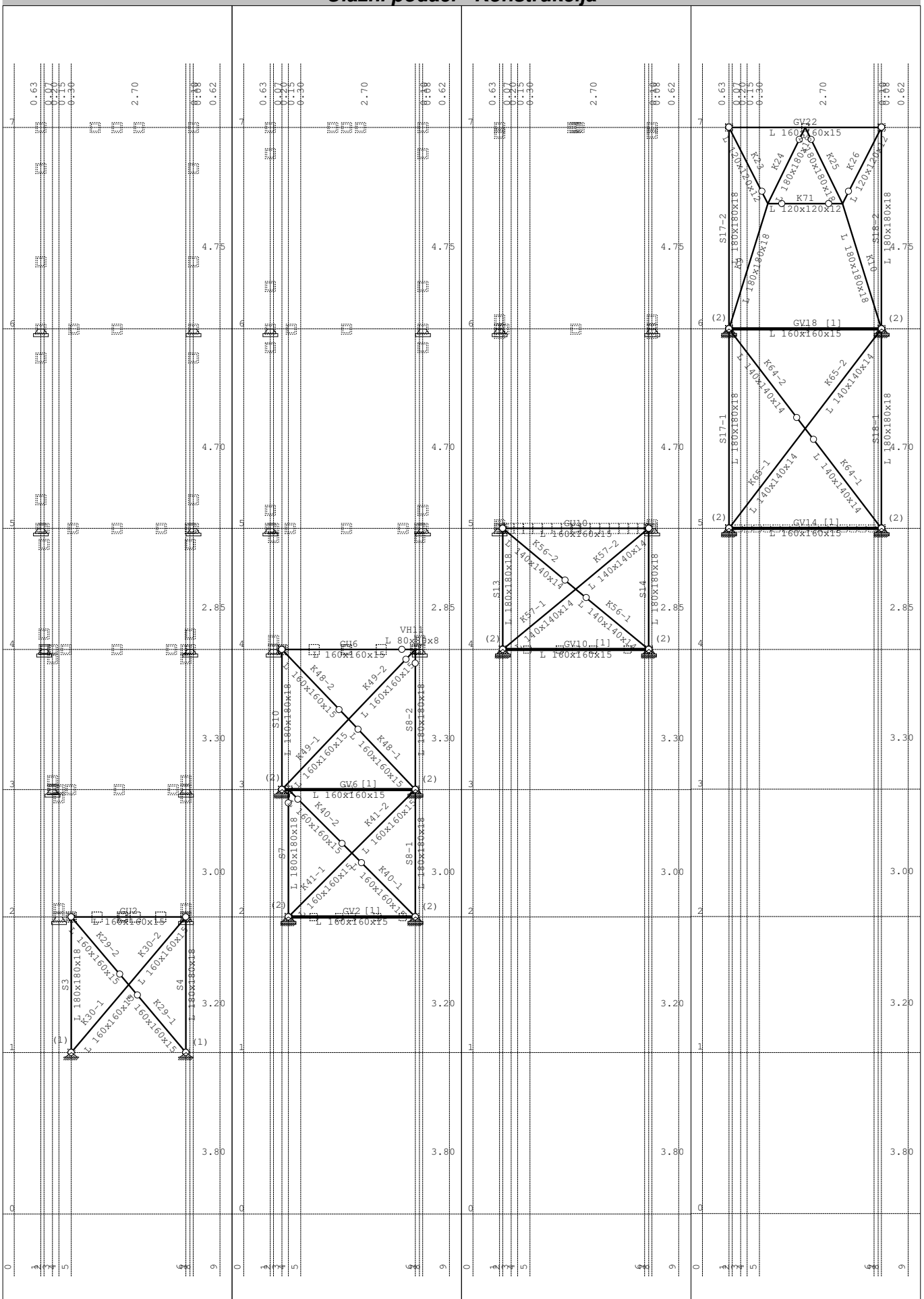
Ulazni podaci - Konstrukcija

Greda	
1. IPBl 160	
2. IPBl 140	
3. IPBl 120	
4. L 180x180x18	
5. L 160x160x15	
6. L 140x140x14	
7. L 120x120x12	
9. L 80x80x8	
10. L 70x70x7	
11. L 60x60x6	

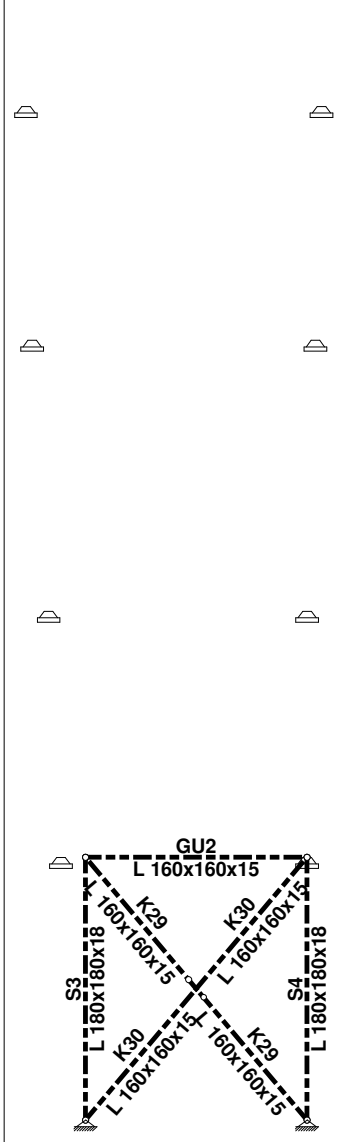
POGLED - SJEVER



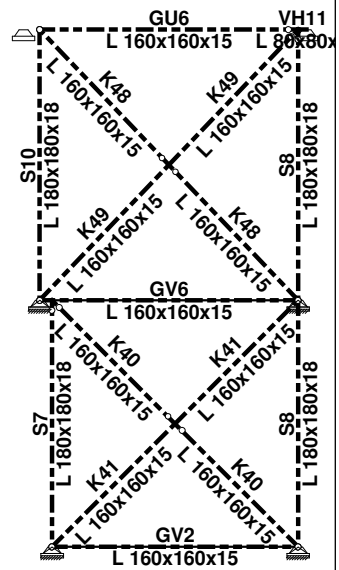
Ulazni podaci - Konstrukcija



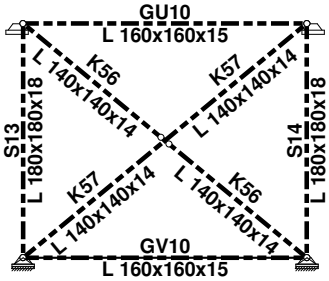
Ulazni podaci - Konstrukcija



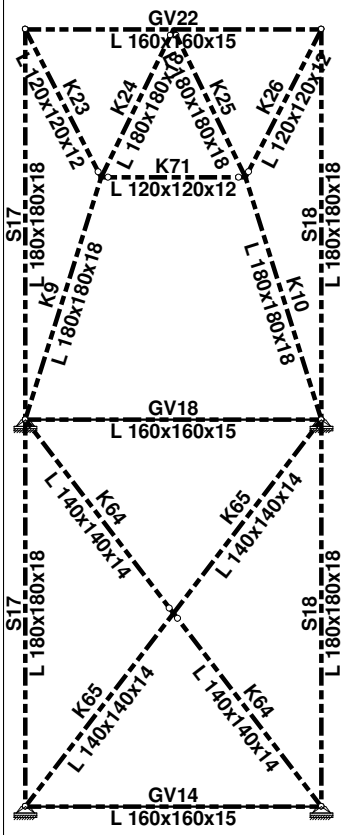
Okvir: H_1-2



Okvir: H_2-2



Okvir: H_3-2

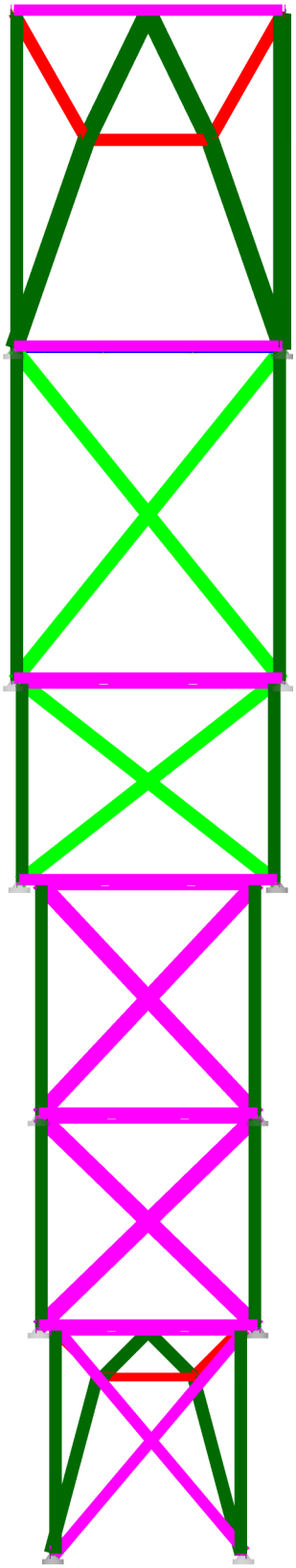


Okvir: H_4-2

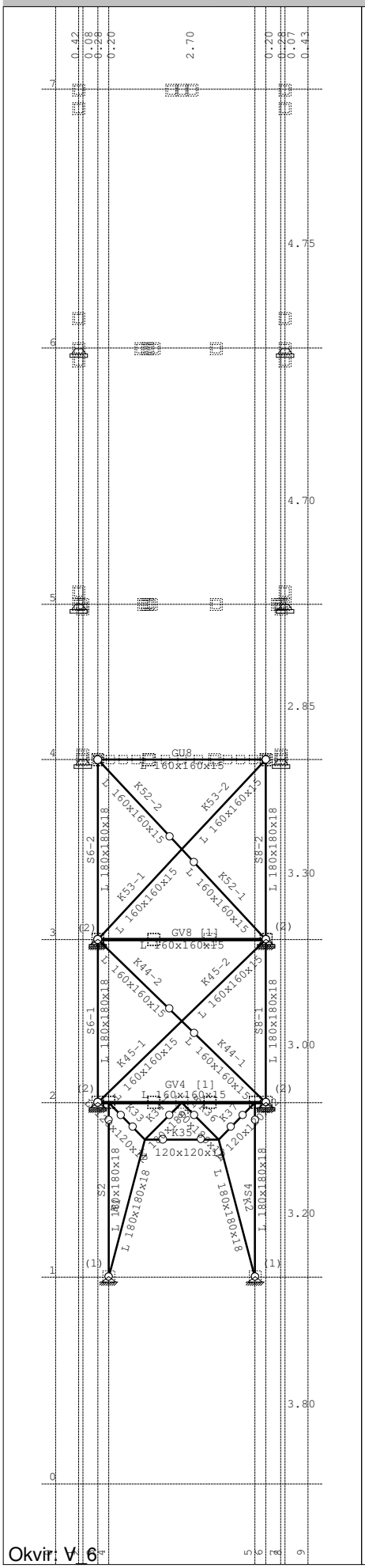
Ulazni podaci - Konstrukcija

Greda	
1. IPBl 160	
2. IPBl 140	
3. IPBl 120	
4. L 180x180x18	
5. L 160x160x15	
6. L 140x140x14	
7. L 120x120x12	
9. L 80x80x8	
10. L 70x70x7	
11. L 60x60x6	

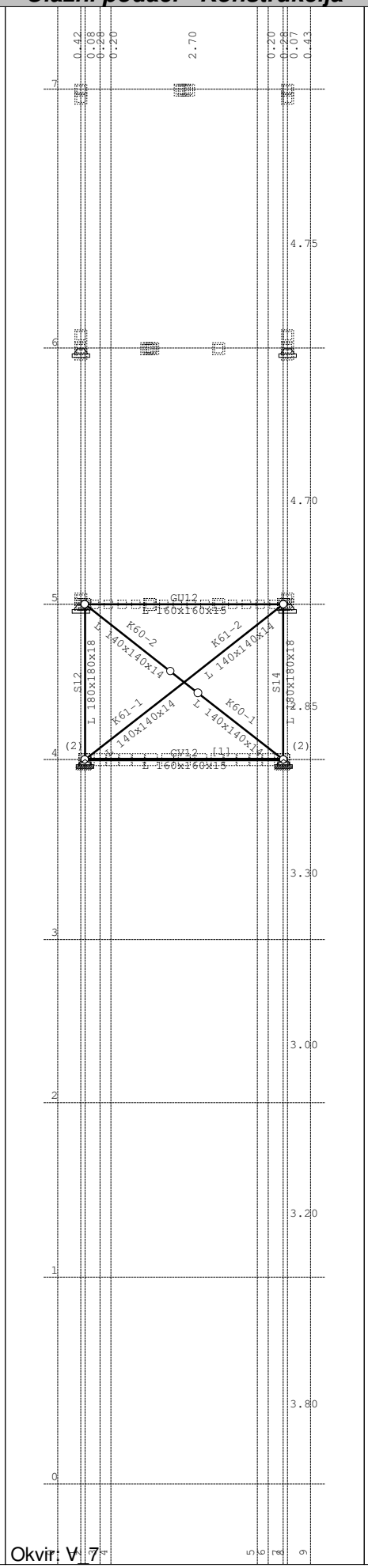
POGLED - ISTOK



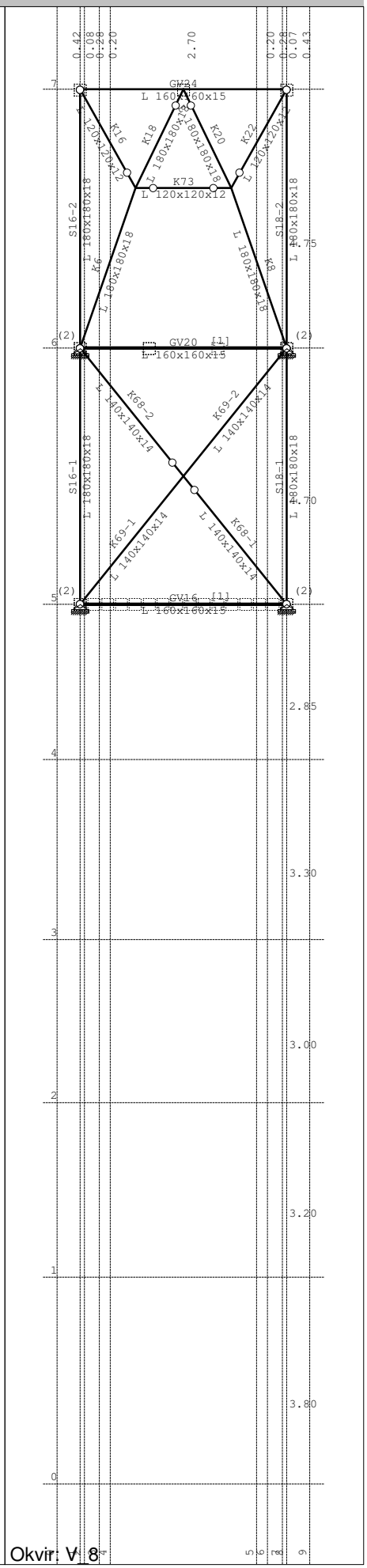
Ulazni podaci - Konstrukcija



Okvir: V 6

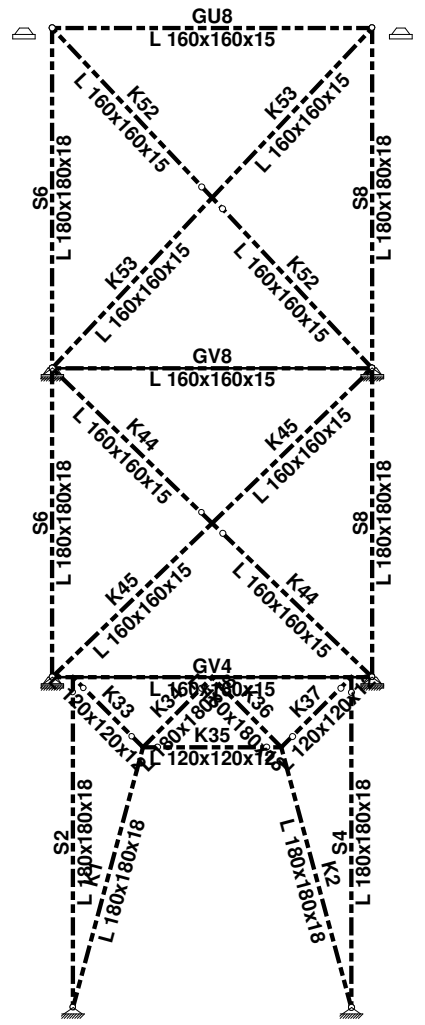


Okvir: V 7

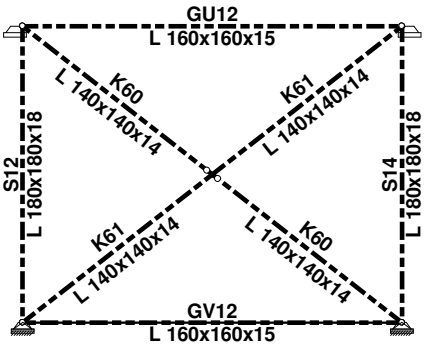


Okvir: V 8

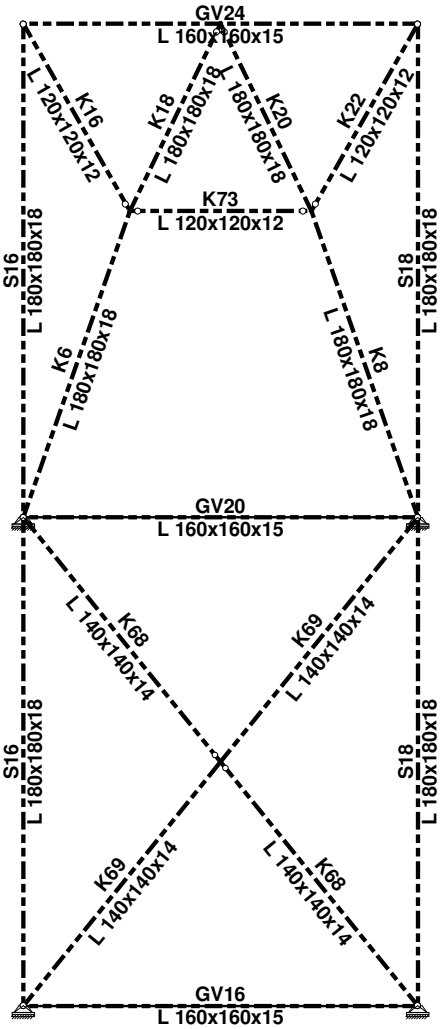
Ulazni podaci - Konstrukcija



Okvir: V_6



Okvir: V_7

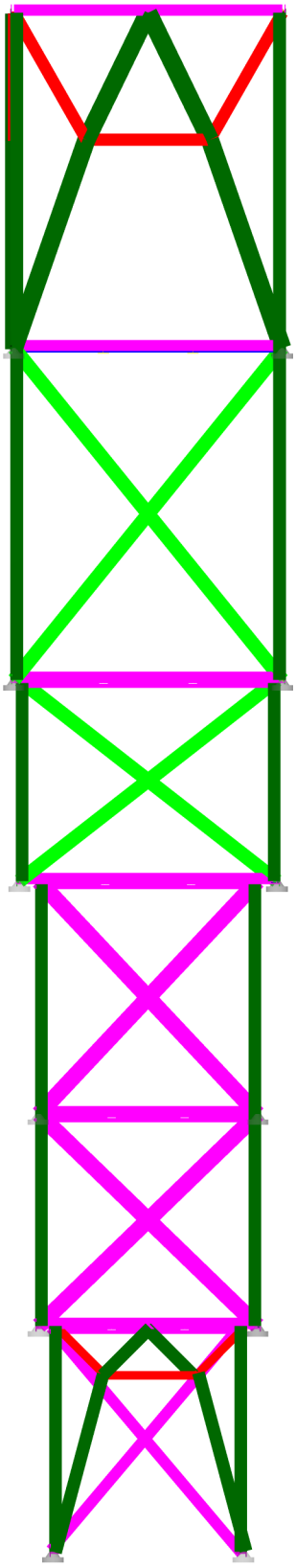


Okvir: V_8

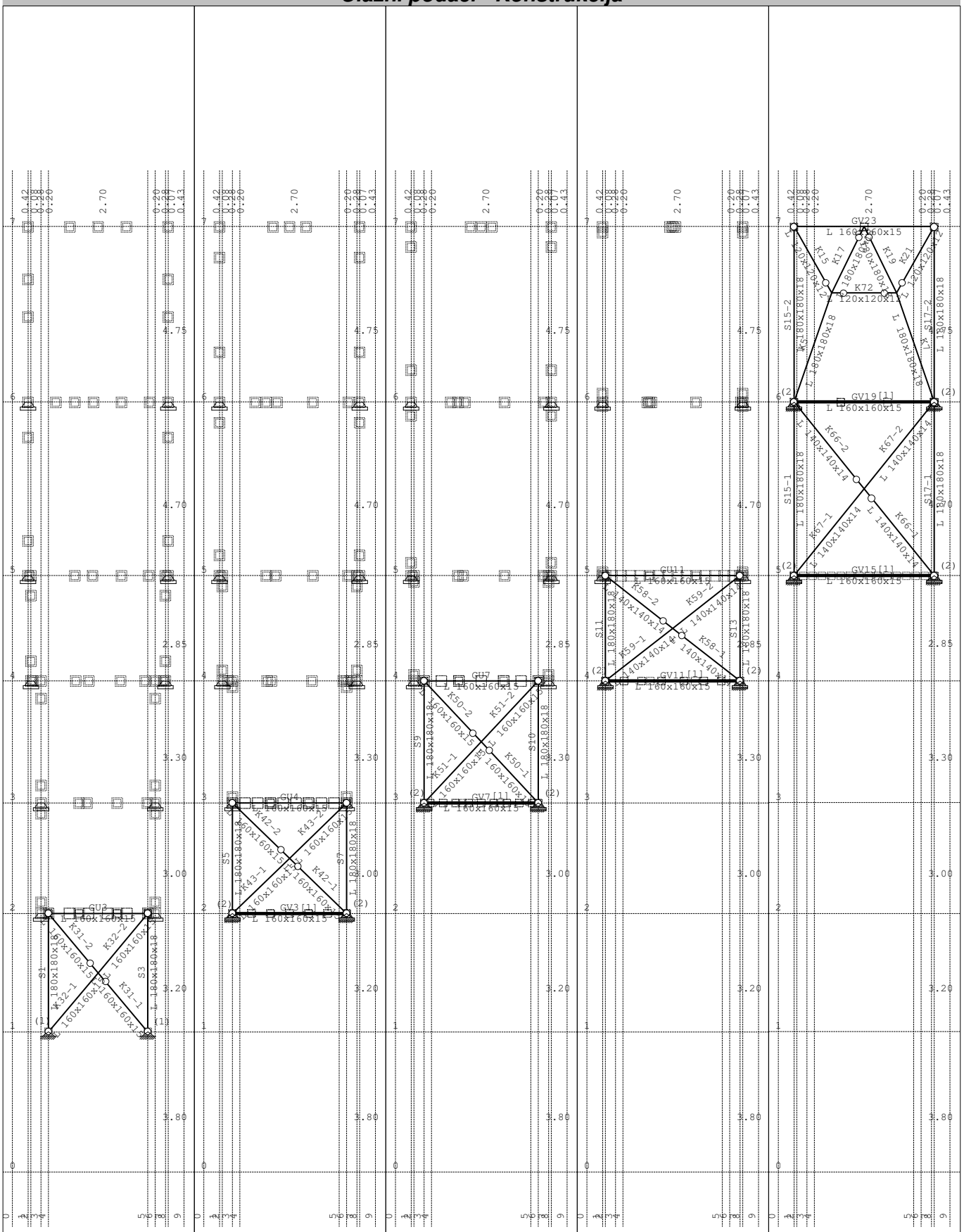
Ulazni podaci - Konstrukcija

Greda	
1. IPBl 160	
2. IPBl 140	
3. IPBl 120	
4. L 180x180x18	
5. L 160x160x15	
6. L 140x140x14	
7. L 120x120x12	
9. L 80x80x8	
10. L 70x70x7	
11. L 60x60x6	

POGLED - ZAPAD

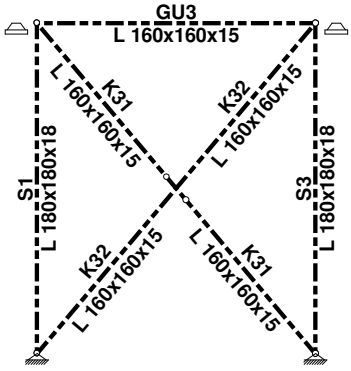


Ulazni podaci - Konstrukcija

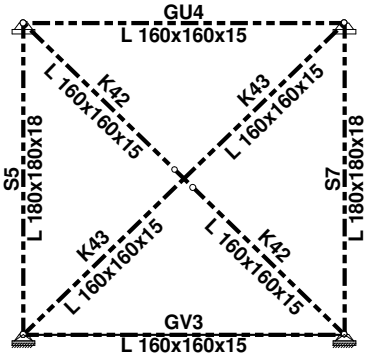


Okvir: V_1 | Okvir: V_2 | Okvir: V_3 | Okvir: V_4 | Okvir: V_5

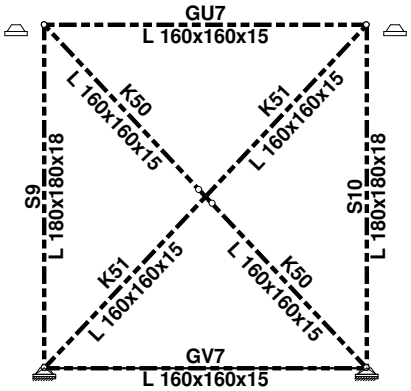
Ulazni podaci - Konstrukcija



Okvir: V_1

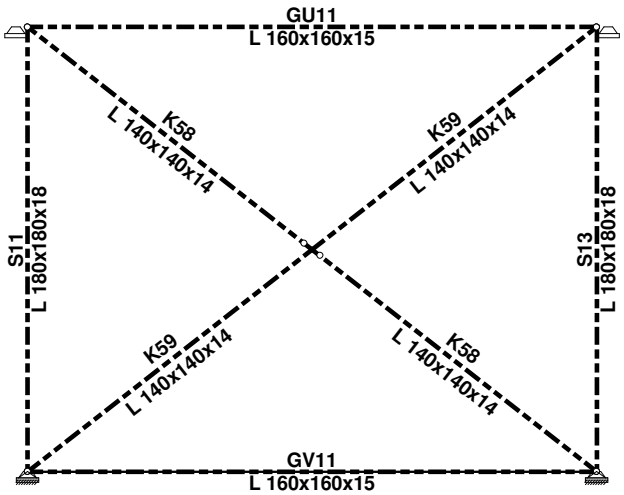


Okvir: V_2

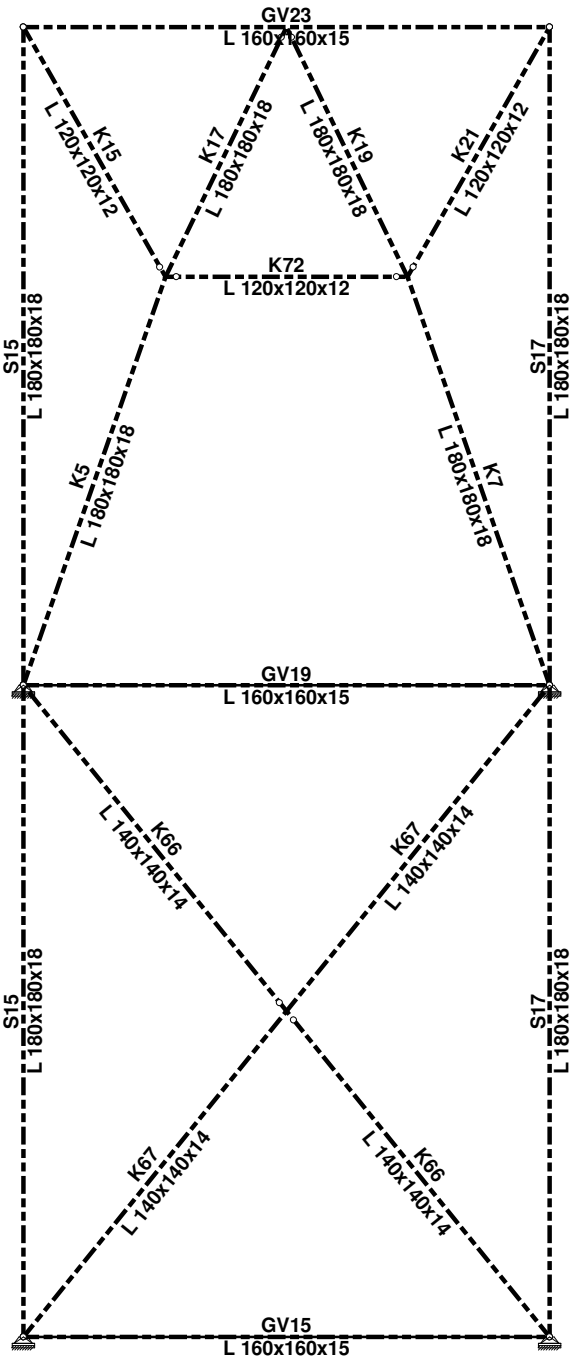


Okvir: V_3

Ulazni podaci - Konstrukcija



Okvir: V_4



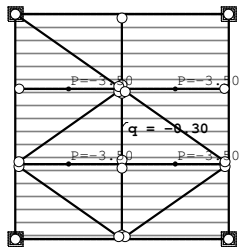
Okvir: V_5

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

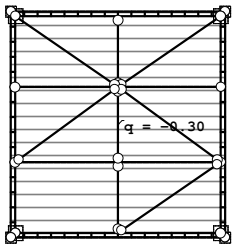
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Stalno G (g)	0.00	0.00	-224.37
2	Uporabno Q	0.00	0.00	-88.53
3	Potres Ex	1100.40	0.00	0.00
4	Potres Ey	0.00	1350.40	0.00
5	Komb.: 1.35xI+1.5xII	0.00	0.00	-435.68
6	Komb.: I+0.6xII+III	1100.40	0.00	-277.48
7	Komb.: I+0.6xII+III+0.3xIV	1100.40	405.12	-277.48
8	Komb.: I+0.6xII+III-0.3xIV	1100.40	-405.12	-277.48
9	Komb.: I+0.6xII-1xIII	-1100.40	0.00	-277.48
10	Komb.: I+0.6xII-1xIII+0.3xIV	-1100.40	405.12	-277.48
11	Komb.: I+0.6xII-1xIII-0.3xIV	-1100.40	-405.12	-277.48
12	Komb.: I+0.6xII+IV	0.00	1350.40	-277.48
13	Komb.: I+0.6xII+0.3xIII+IV	330.12	1350.40	-277.48
14	Komb.: I+0.6xII-0.3xIII+IV	-330.12	1350.40	-277.48
15	Komb.: I+0.6xII-1xIV	0.00	-1350.40	-277.48
16	Komb.: I+0.6xII+0.3xIII-1xIV	330.12	-1350.40	-277.48
17	Komb.: I+0.6xII-0.3xIII-1xIV	-330.12	-1350.40	-277.48
18	Komb.: I+II	0.00	0.00	-312.89

Opt. 1: Stalno G (g)



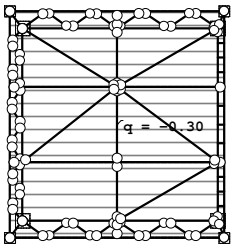
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



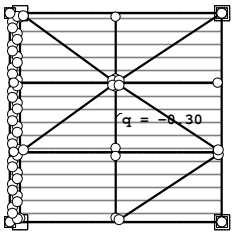
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



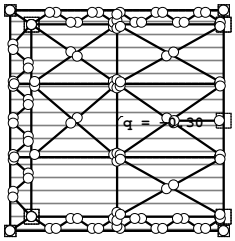
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



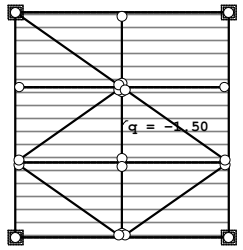
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



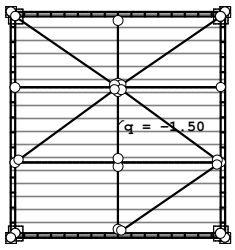
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]

Opt. 2: Uporabno Q



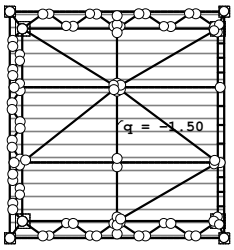
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]

Opt. 2: Uporabno Q



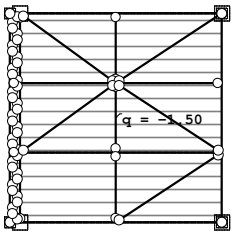
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]

Opt. 2: Uporabno Q



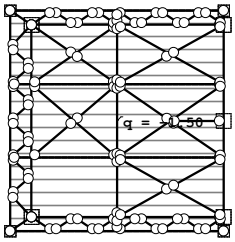
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]

Opt. 2: Uporabno Q



Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]

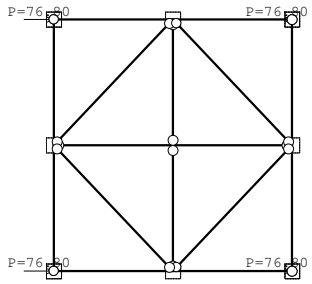
Opt. 2: Uporabno Q



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]

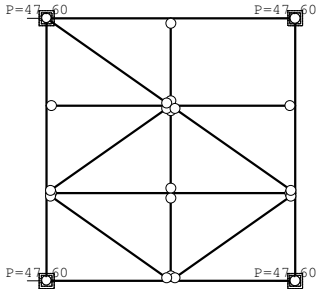
Ulazni podaci - Opterećenje

Opt. 3: Potres Ex



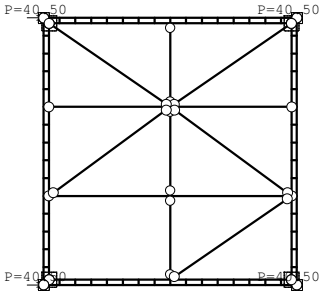
Nivo: Toranj-strop
6.etaže [25.60 m]

Opt. 3: Potres Ex



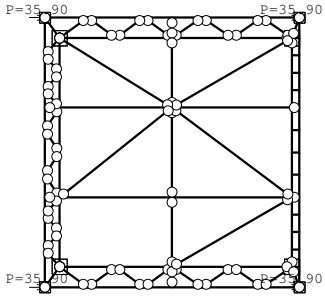
Nivo: Toranj-strop
5.etaže [20.85 m]

Opt. 3: Potres Ex



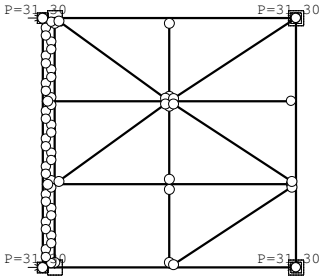
Nivo: Toranj-strop
4.etaže [16.15 m]

Opt. 3: Potres Ex



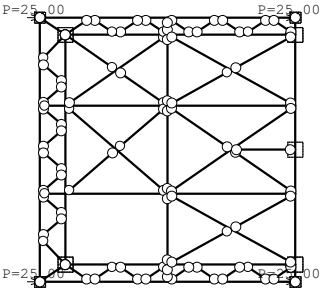
Nivo: Toranj-strop
3.etaže [13.30 m]

Opt. 3: Potres Ex



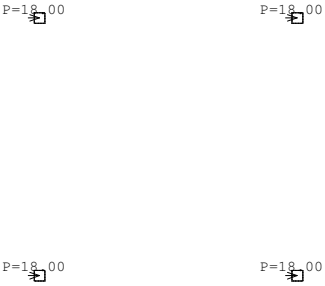
Nivo: Toranj-strop
2.etaže [10.00 m]

Opt. 3: Potres Ex



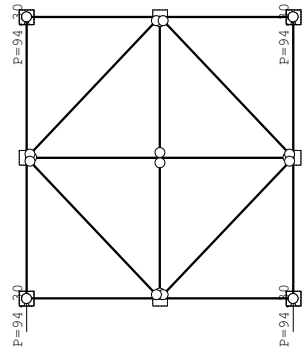
Nivo: Toranj-strop
1.etaže [7.00 m]

Opt. 3: Potres Ex



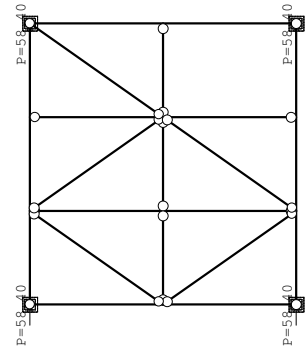
Nivo: Kor [3.80 m]

Opt. 4: Potres Ey



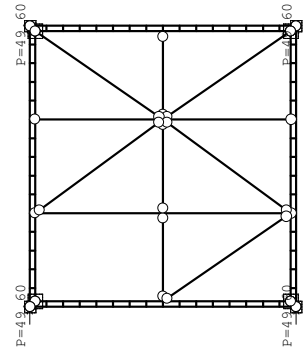
Nivo: Toranj-strop
6.etaže [25.60 m]

Opt. 4: Potres Ey



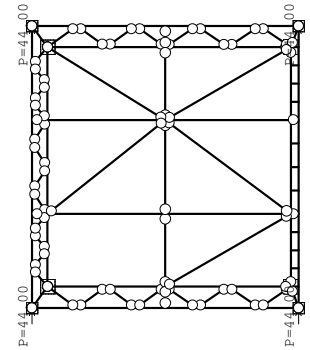
Nivo: Toranj-strop
5.etaže [20.85 m]

Opt. 4: Potres Ey



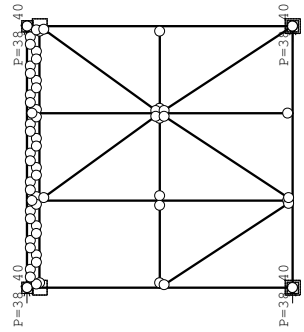
Nivo: Toranj-strop
4.etaže [16.15 m]

Opt. 4: Potres Ey



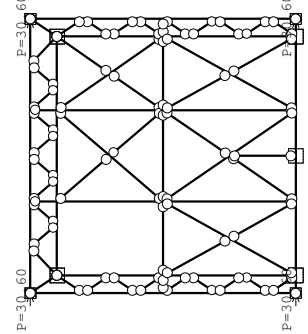
Nivo: Toranj-strop
3.etaže [13.30 m]

Opt. 4: Potres Ey



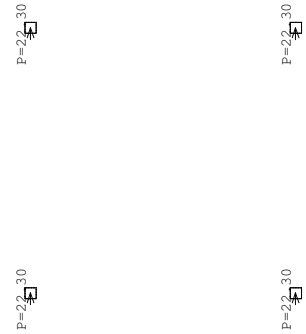
Nivo: Toranj-strop
2.etaže [10.00 m]

Opt. 4: Potres Ey



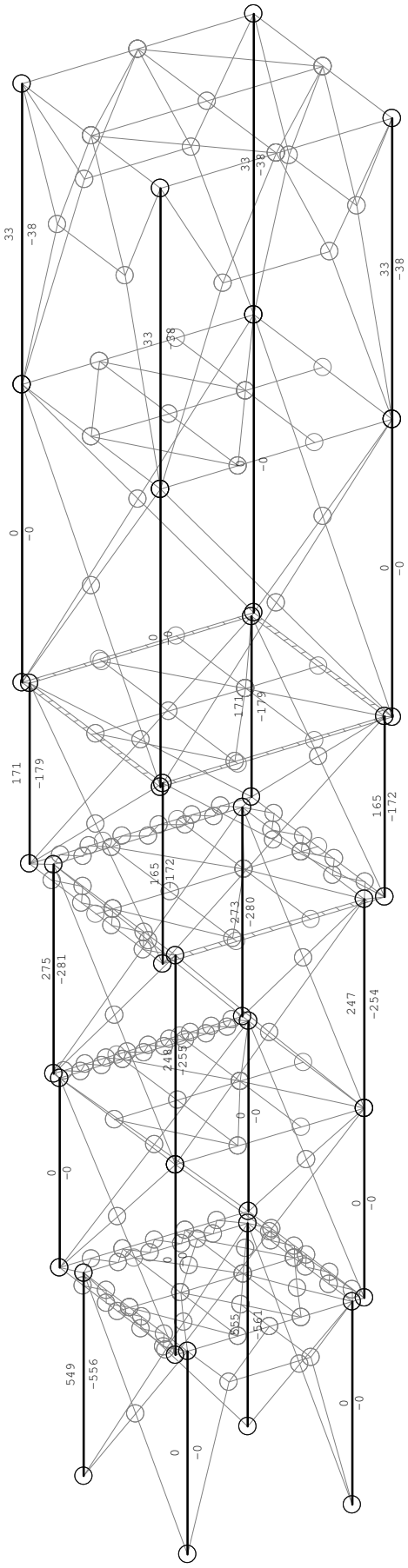
Nivo: Toranj-strop
1.etaže [7.00 m]

Opt. 4: Potres Ey



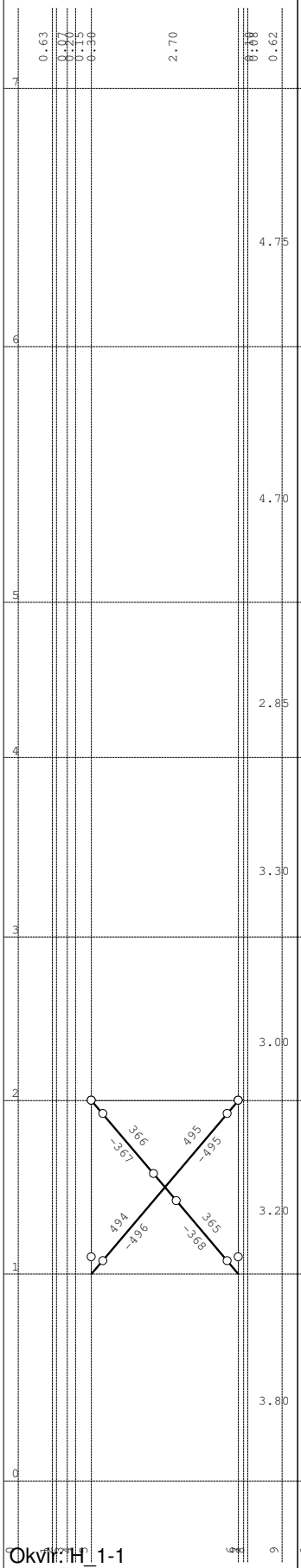
Nivo: Kor [3.80 m]

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



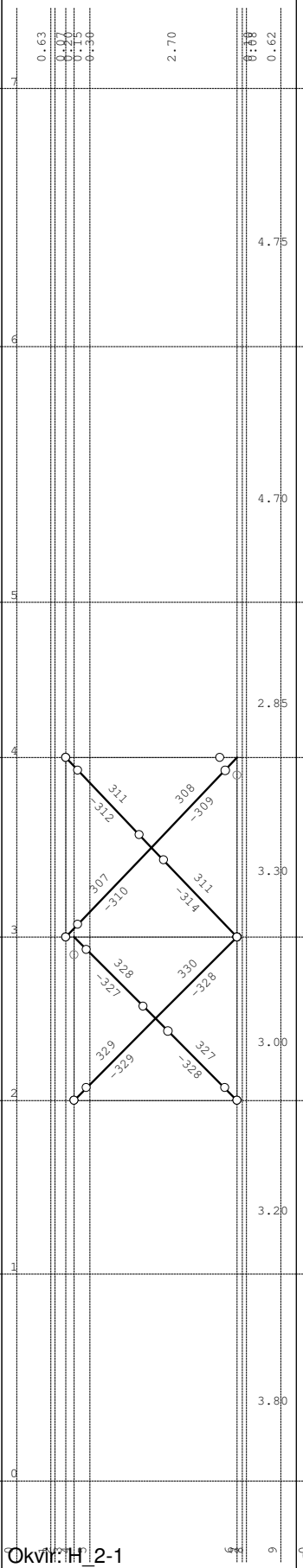
Grupa: Stupovi
Utjecaji u gredi: max N1= 555 / min N1= -561 kN

Opt. 19:
[Kombinacije za nosivost] 5-17



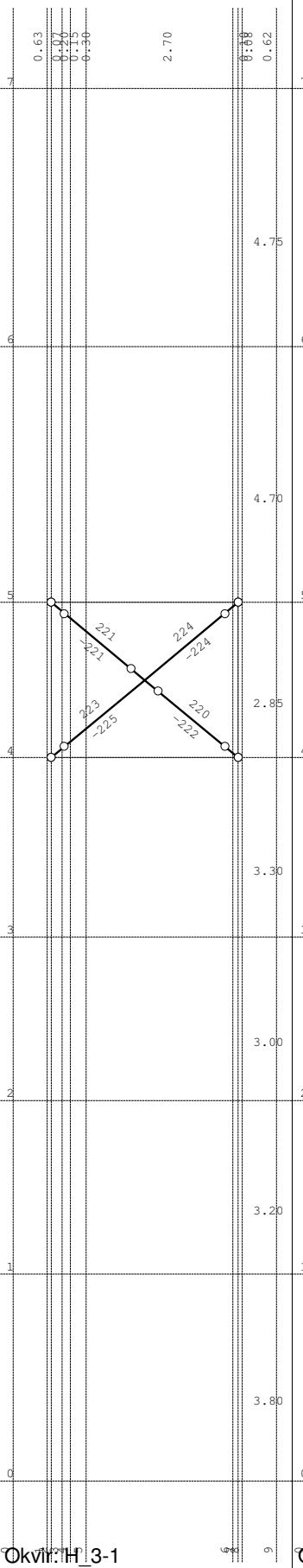
Okvir: H_1-1
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1=495 / min N1=-496 kN

Opt. 19:
[Kombinacije za nosivost] 5-17



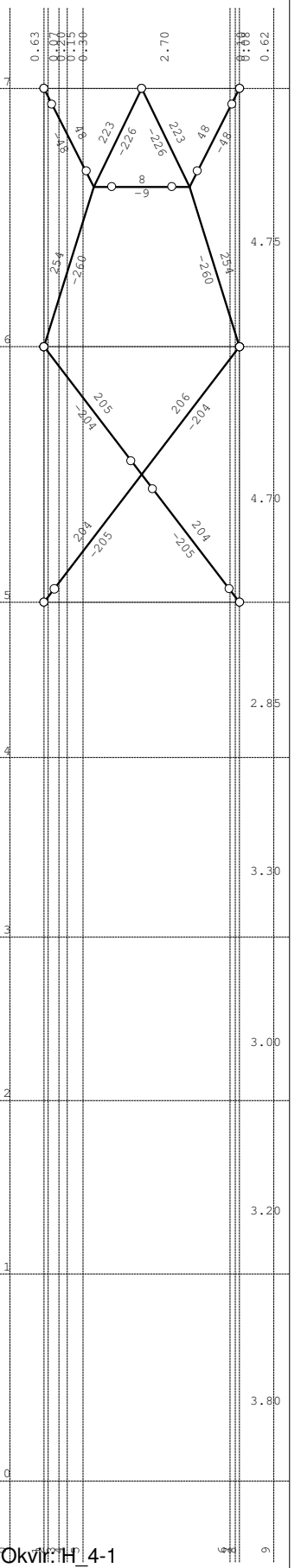
Okvir: H_2-1
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1=330 / min N1=-329 kN

Opt. 19:
[Kombinacije za nosivost] 5-17



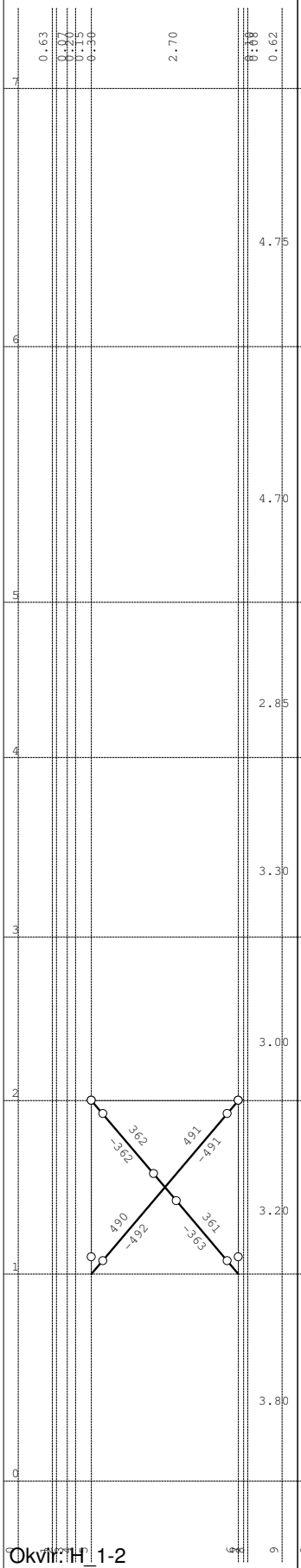
Okvir: H_3-1
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1=224 / min N1=-225 kN

Opt. 19:
[Kombinacije za nosivost] 5-17



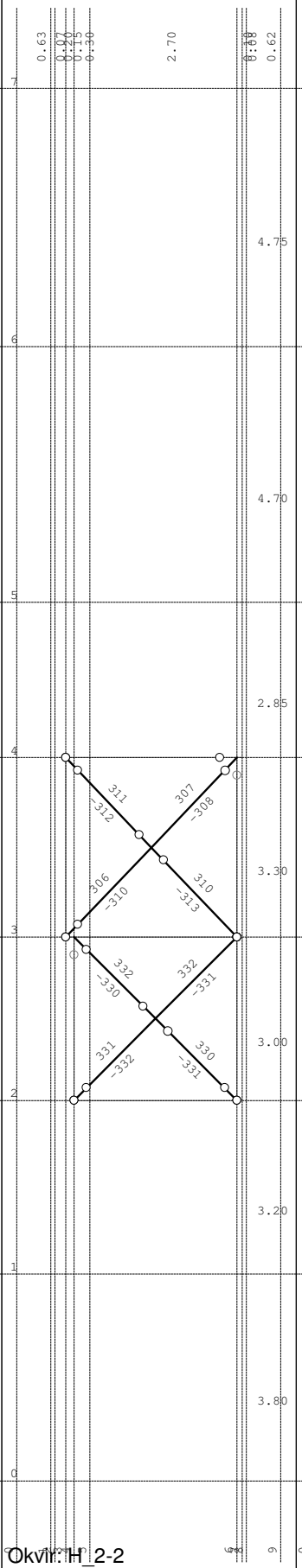
Okvir: H_4-1
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1=254 / min N1=-260 kN

Opt. 19:
[Kombinacije za nosivost] 5-17



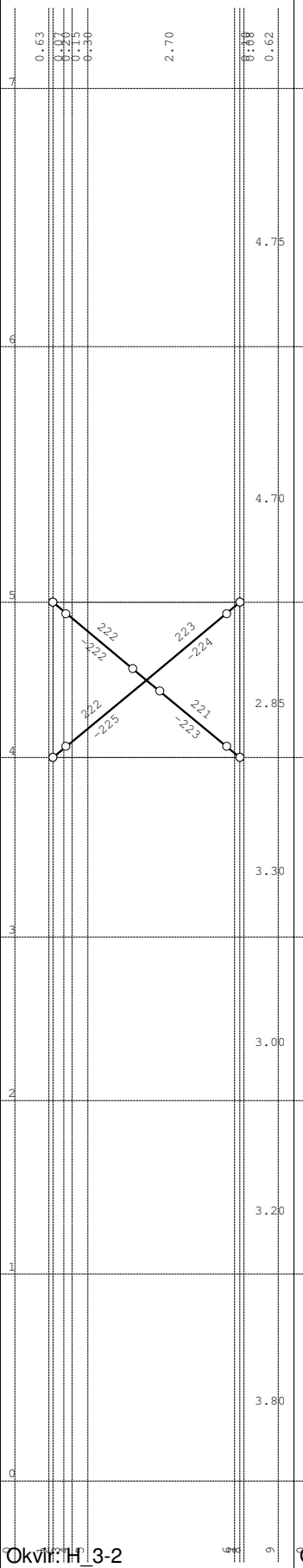
Okvir: H_1-2
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1=491 / min N1=-492 kN

Opt. 19:
[Kombinacije za nosivost] 5-17



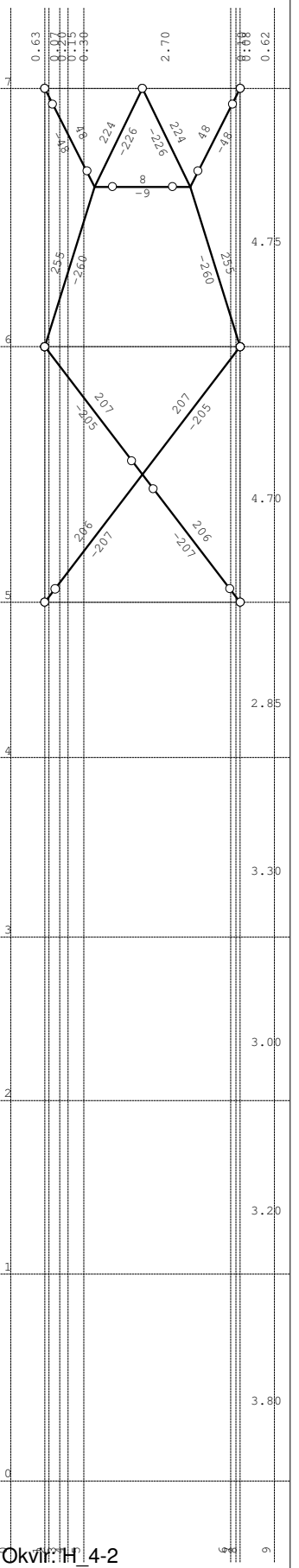
Okvir: H_2-2
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1=333 / min N1=-332 kN

Opt. 19:
[Kombinacije za nosivost] 5-17



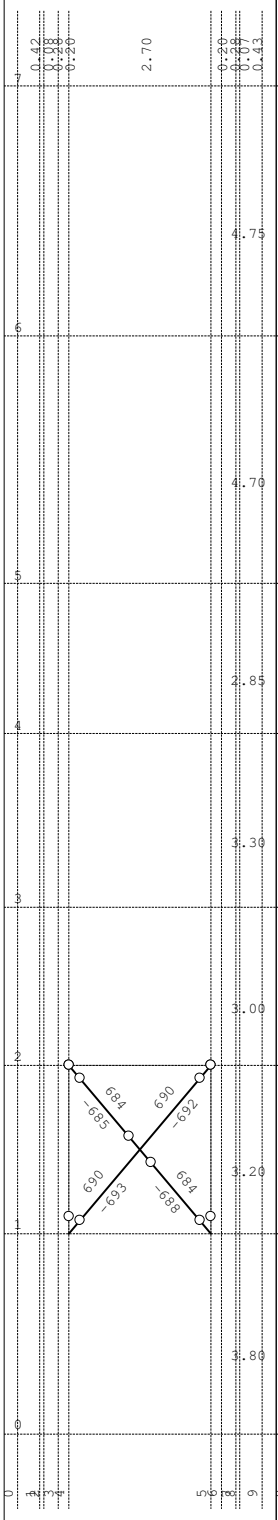
Okvir: H_3-2
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 223 / min N1= -22...

Opt. 19:
[Kombinacije za nosivost] 5-17



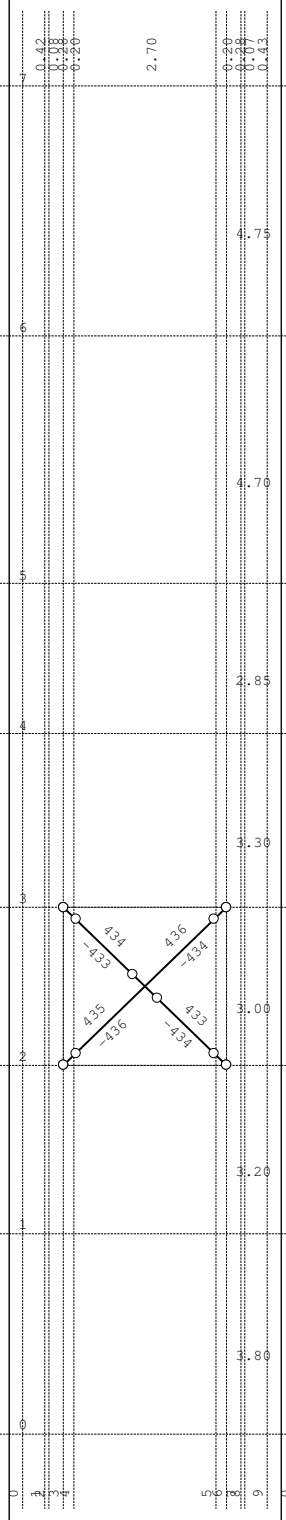
Okvir: H_4-2
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1=255 / min N1= -26...

Opt. 19:
Kombinacije za nosiv...
5-17



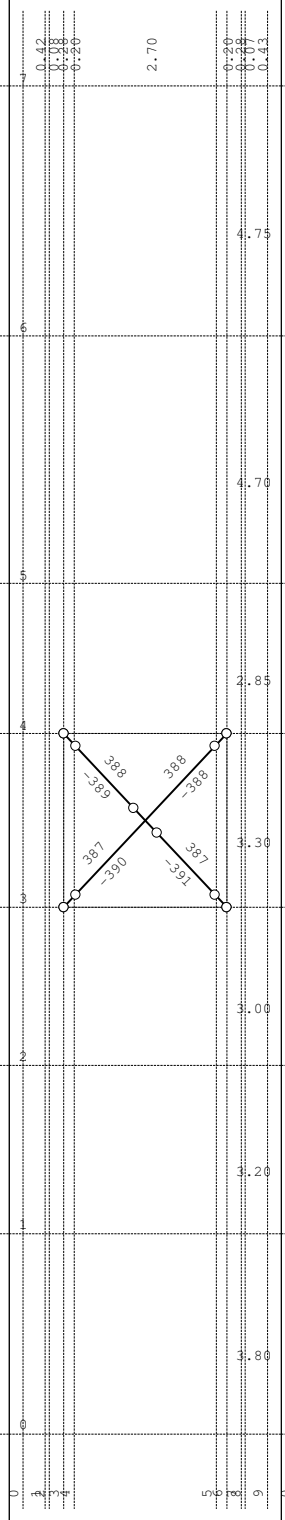
Okvir: V_1
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 690 kN
min N1= -693 kN

Opt. 19:
Kombinacije za nosivost
5-17



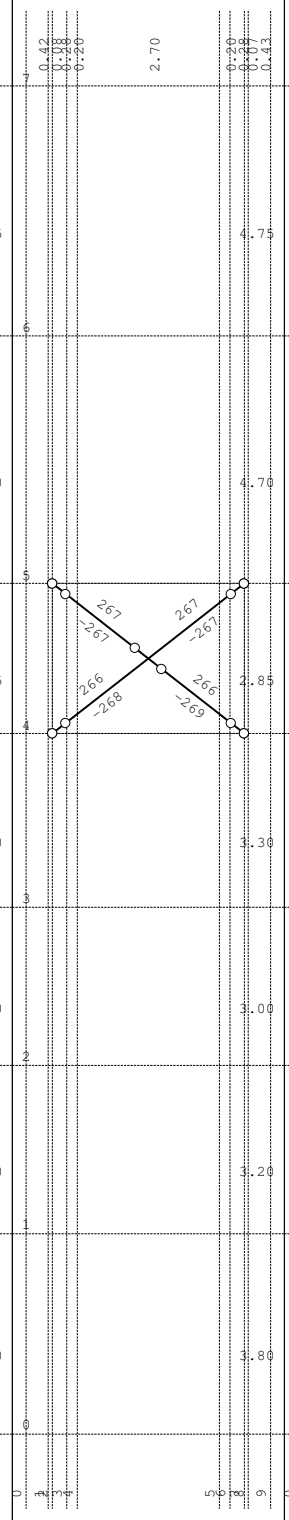
Okvir: V_2
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1=436 kN
min N1=-436 kN

Opt. 19:
Kombinacije za nosivost
5-17



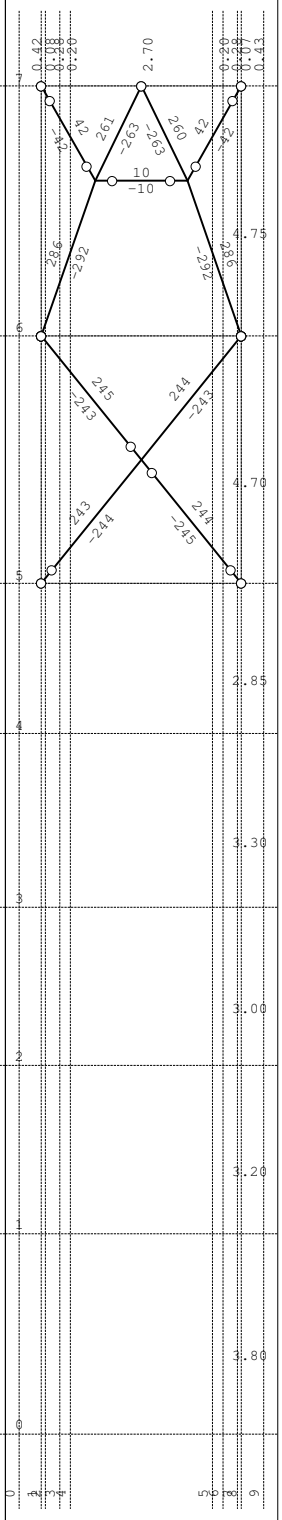
Okvir: V_3
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 388 kN
min N1= -390 kN

Opt. 19:
Kombinacije za nosiv...
5-17



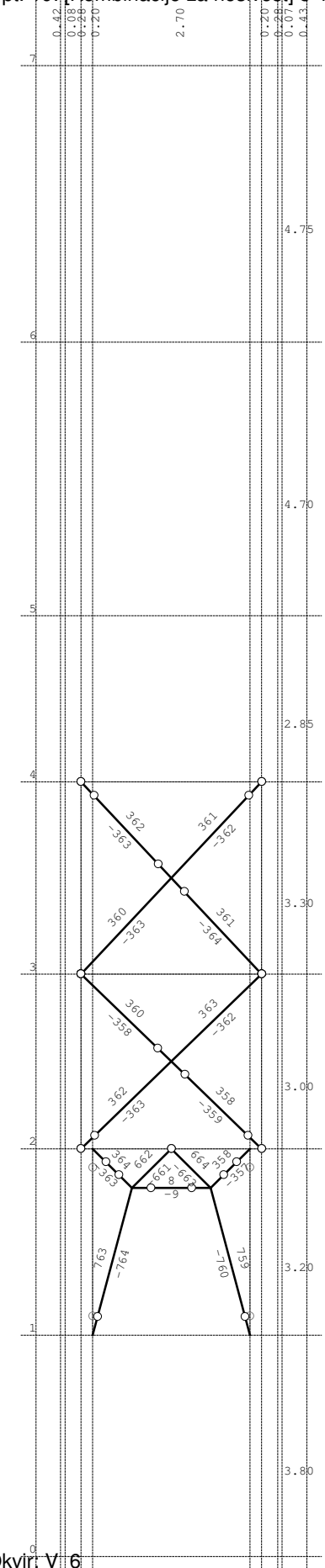
Okvir: V_4
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 267 kN
min N1= -269 kN

Opt. 19:
Kombinacije za nosivost
5-17



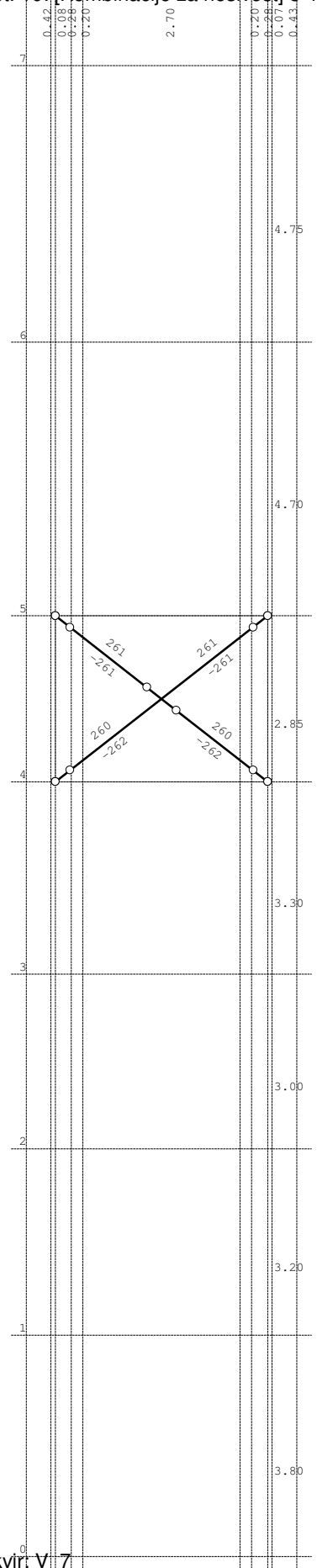
Okvir: V_5
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 286 kN
min N1= -292 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



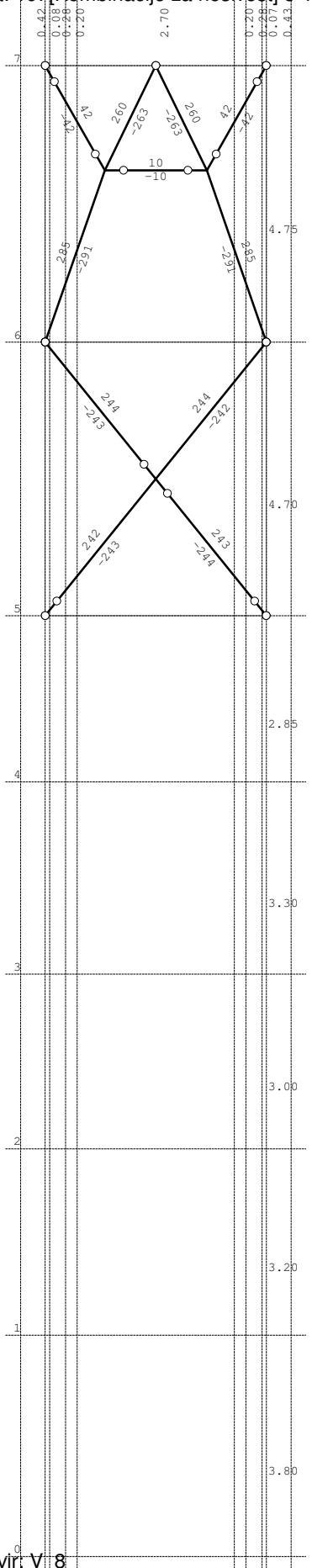
Okvir: V_6
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 763 / min N1= -764 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



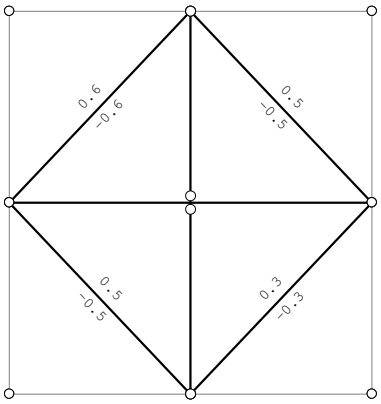
Okvir: V_7
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 261 / min N1= -262 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



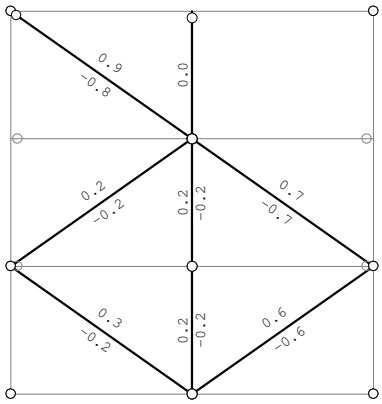
Okvir: V_8
Grupa: Vertikalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 285 / min N1= -291 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



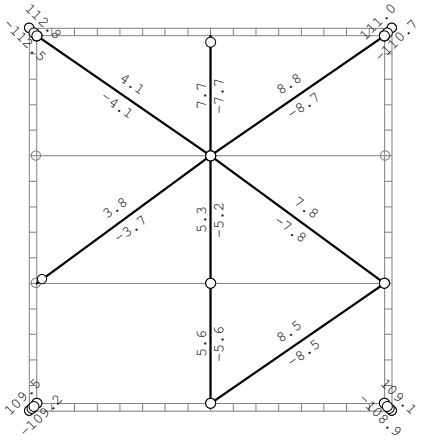
Nivo: Toranj-strop 6.etaže [25.60 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 0.6 / min N1= -0.6 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



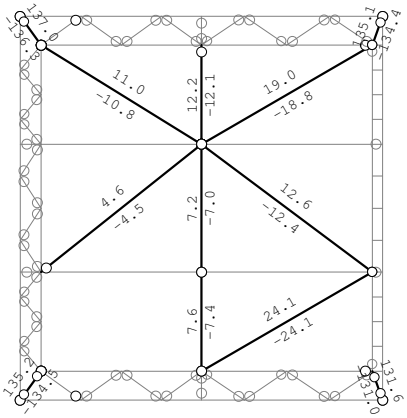
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 0.9 / min N1= -0.8 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



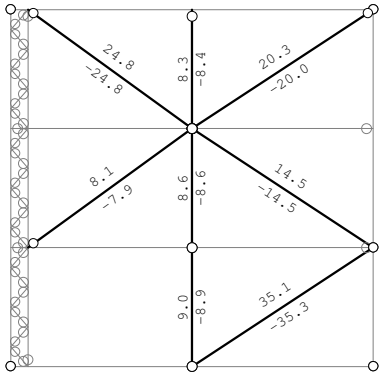
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 112.8 / min N1= -112.5 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



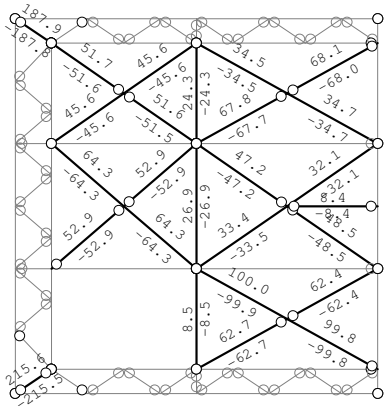
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 137.0 / min N1= -136.3 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



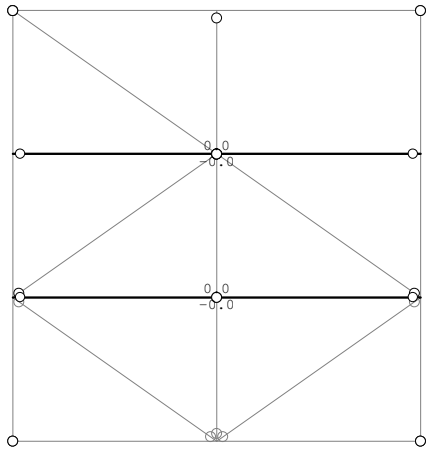
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 35.1 / min N1= -35.3 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



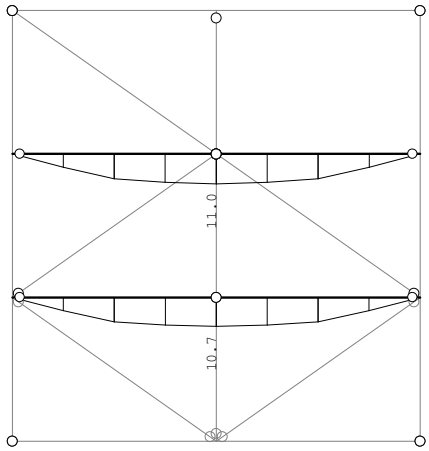
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Utjecaji u gredi:
max N1= 100.0 / min N1= -99.9 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



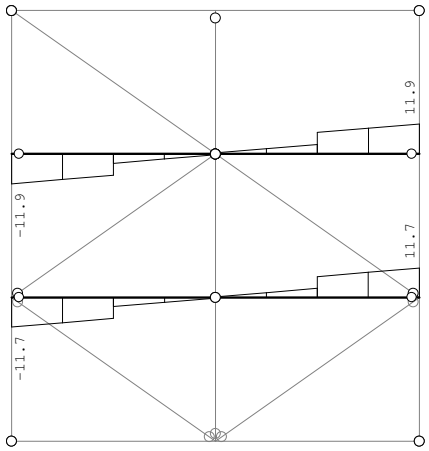
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 0.0 / min N1= -0.0 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



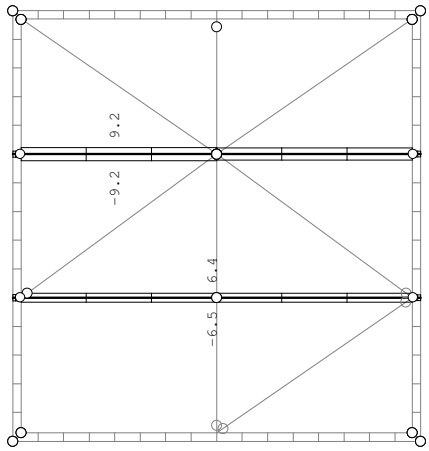
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max M3= 11.0 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



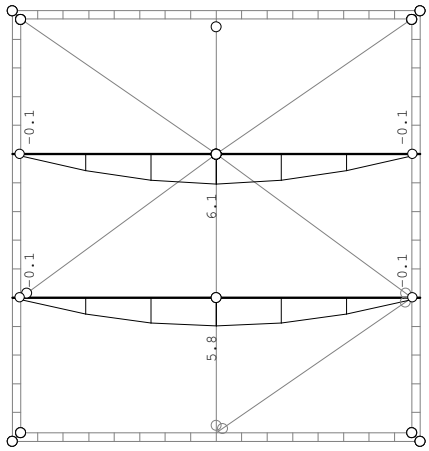
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max T2= 11.9 / min T2= -11.9 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



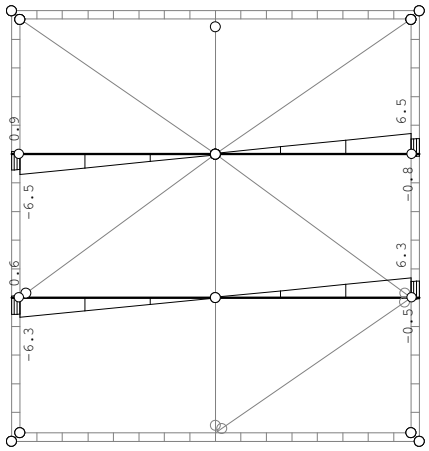
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 9.2 / min N1= -9.2 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



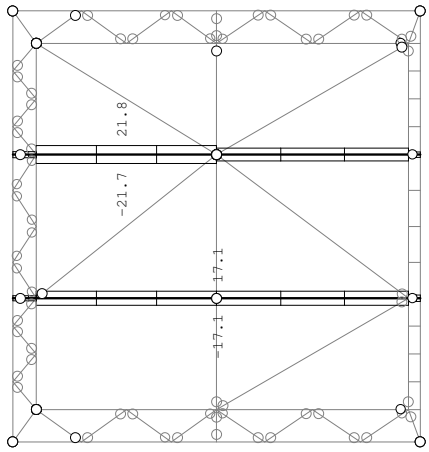
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max M3= 6.1 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



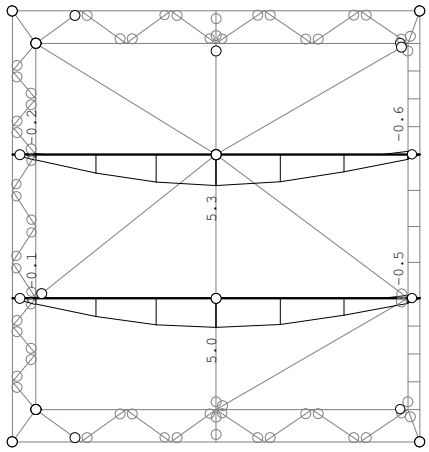
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max T2= 6.5 / min T2= -6.5 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



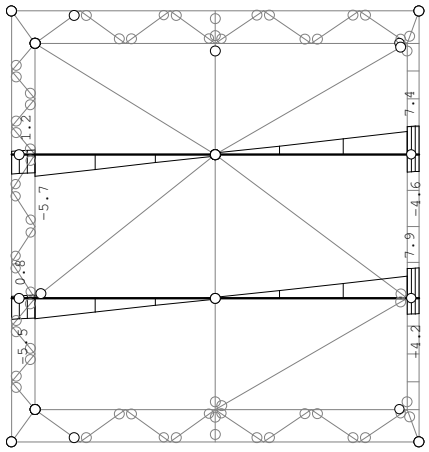
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 21.8 / min N1= -21.7 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



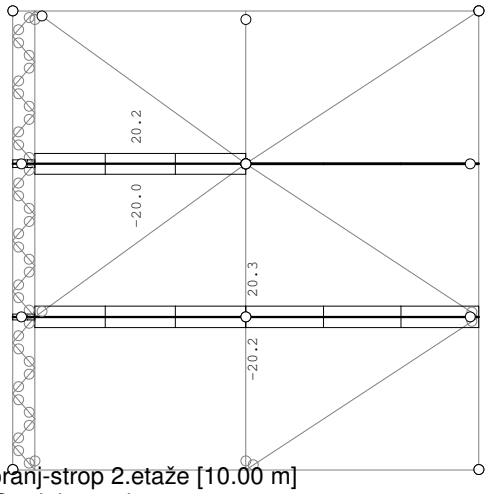
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max M3= 5.3 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



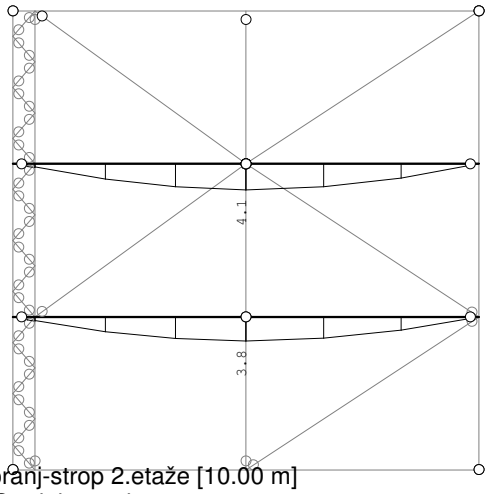
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max T2= 7.9 / min T2= -5.7 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



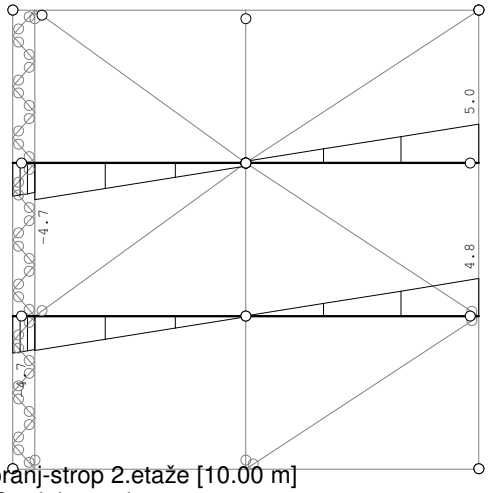
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 20.3 / min N1= -20.2 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



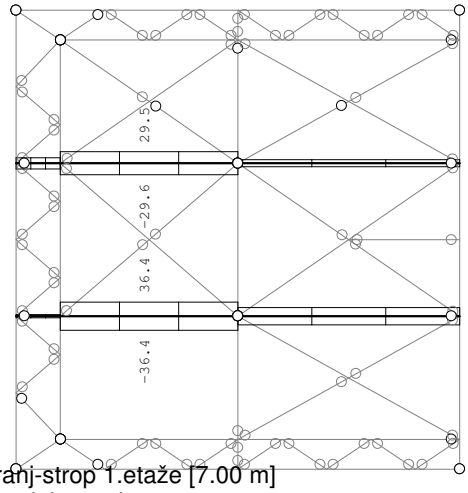
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max M3= 4.1 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



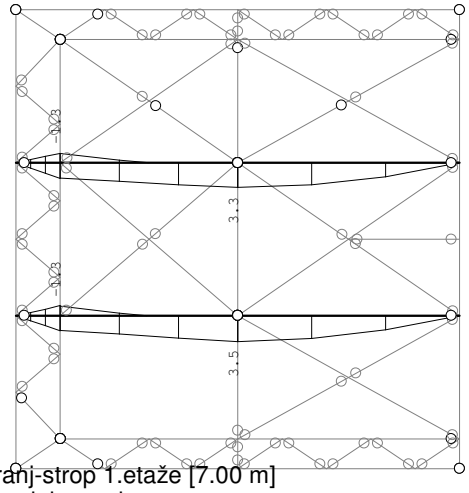
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max T2= 5.0 / min T2= -4.7 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



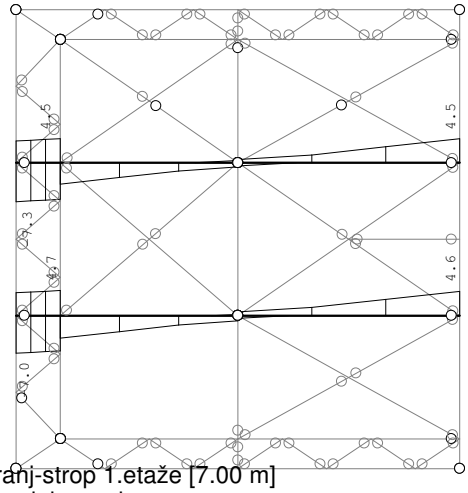
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 36.4 / min N1= -36.4 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max M3= 3.5 kNm

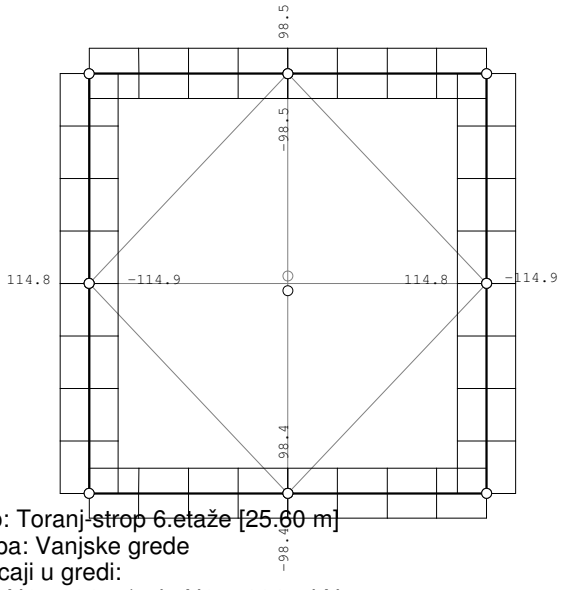
Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Srednje grede
Utjecaji u gredi:
max T2= 4.7 / min T2= -7.3 kN

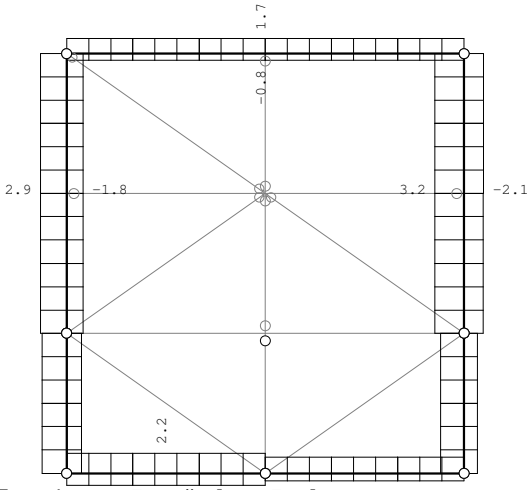
Statički proračun

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



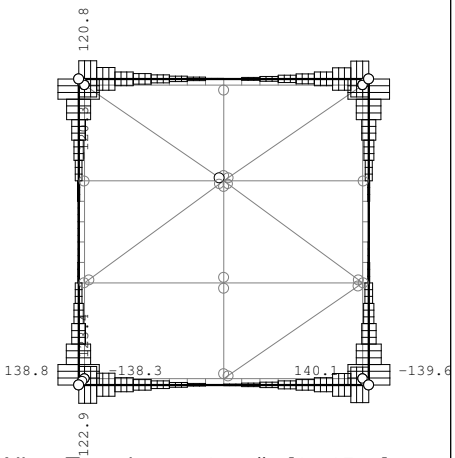
Nivo: Toranj-strop 6.etaže [25.60 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 114.8 / min N1= -114.9 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



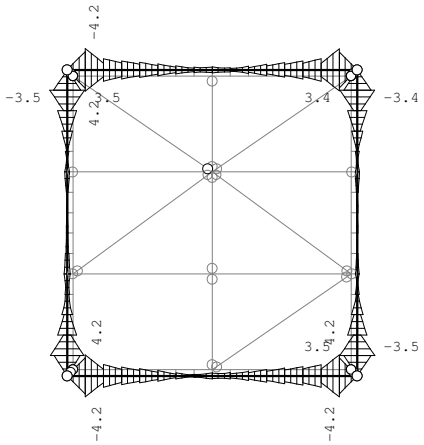
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 3.2 / min N1= -2.1 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



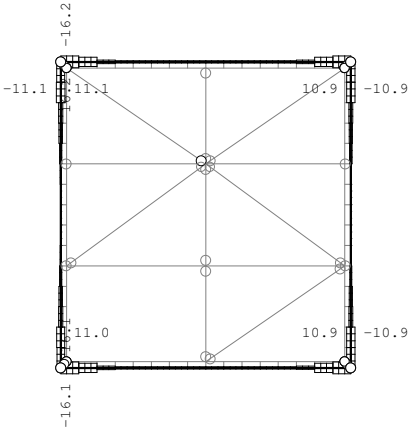
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 140.1 / min N1= -139.6 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



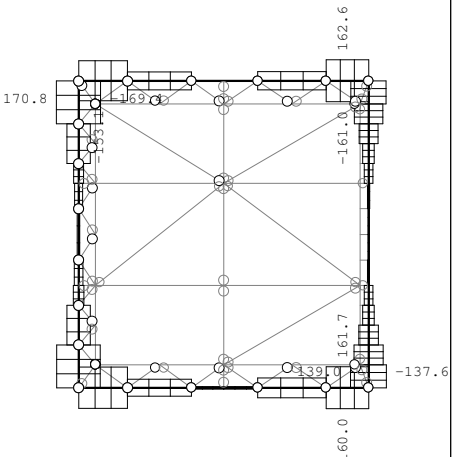
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max M2= 4.2 / min M2= -4.2 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



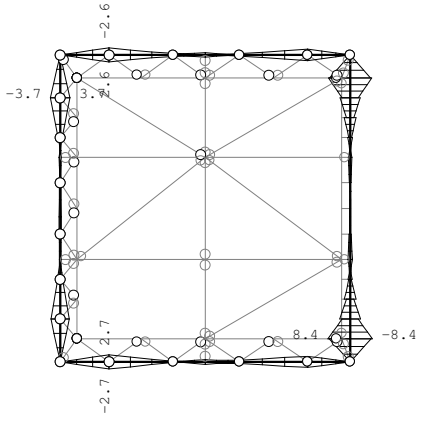
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max T3= 11.1 / min T3= -16.2 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



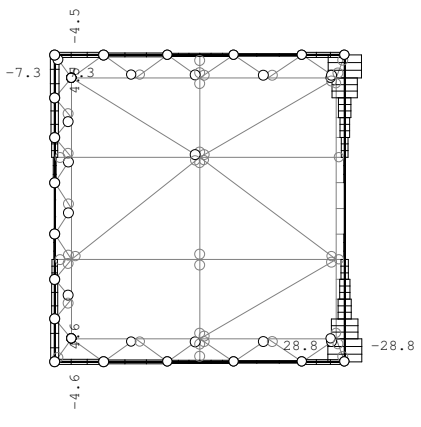
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 170.8 / min N1= -169.4 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



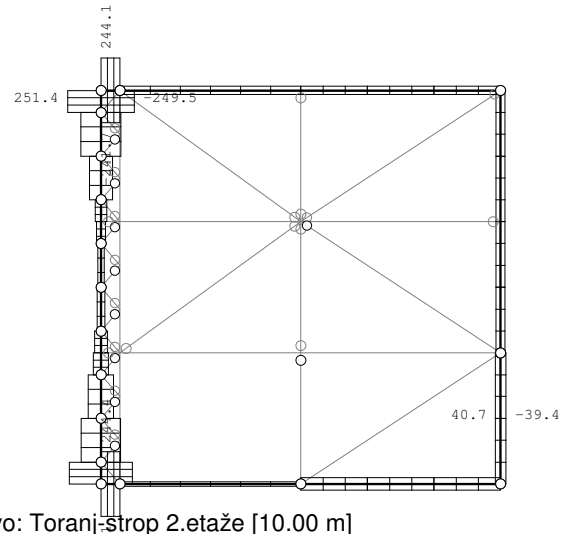
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max M2= 8.4 / min M2= -8.4 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



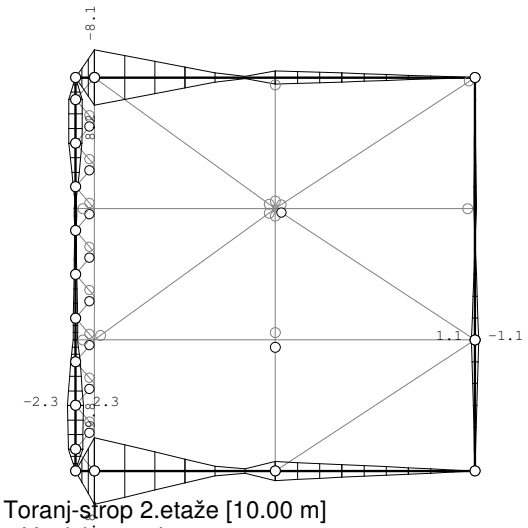
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max T3= 28.8 / min T3= -28.8 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



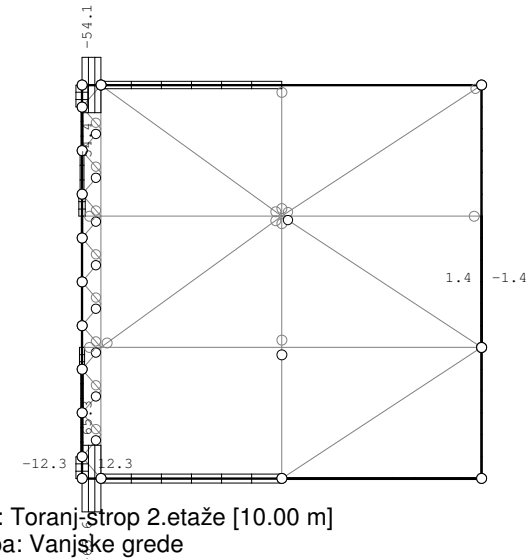
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 251.4 / min N1= -249.5 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



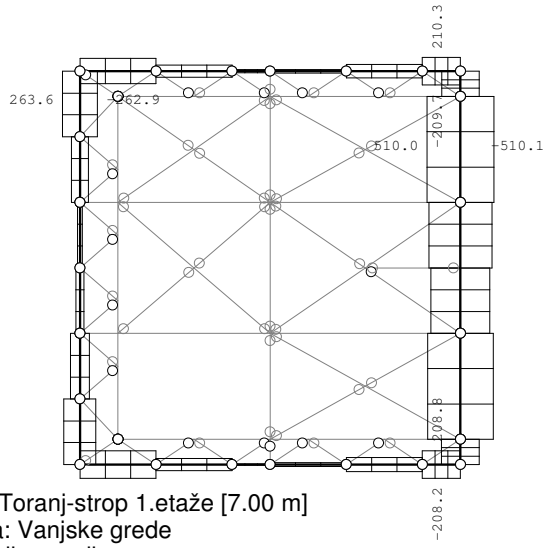
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max M2= 9.8 / min M2= -9.8 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



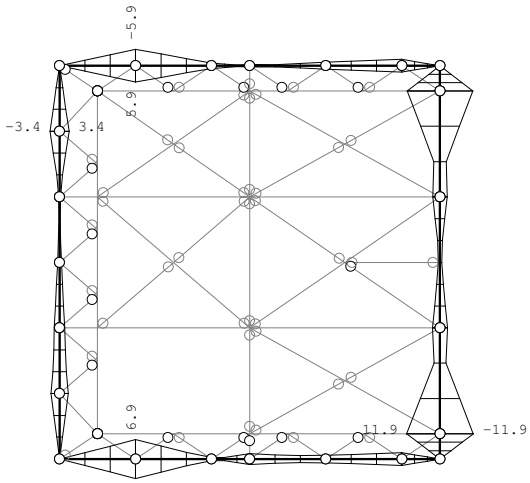
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max T3= 54.4 / min T3= -54.4 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



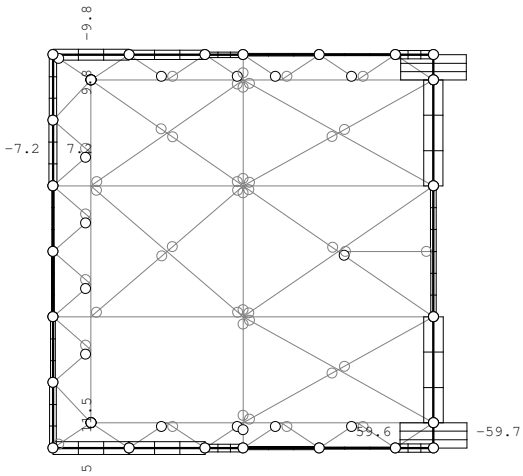
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 510.0 / min N1= -510.1 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max M2= 11.9 / min M2= -11.9 kNm

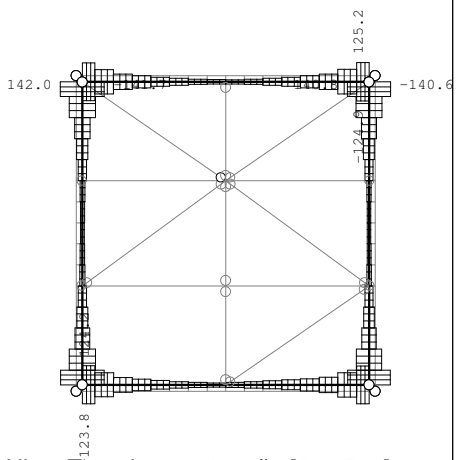
Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Vanjske grede
Utjecaji u gredi:
max T3= 59.6 / min T3= -59.7 kN

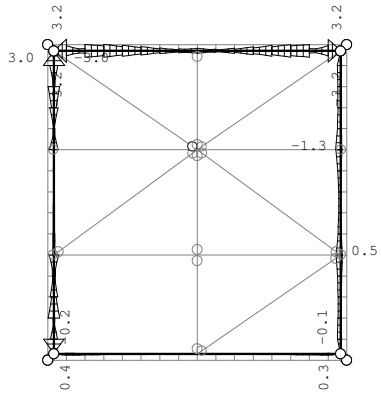
Statički proračun

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



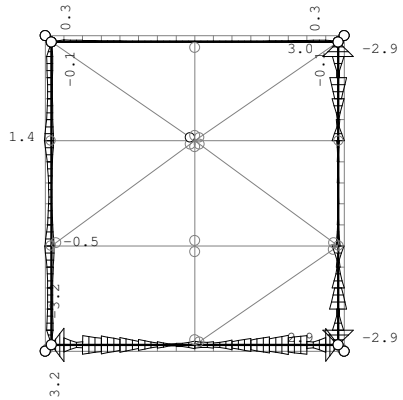
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 142.0 / min N1= -141.7 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



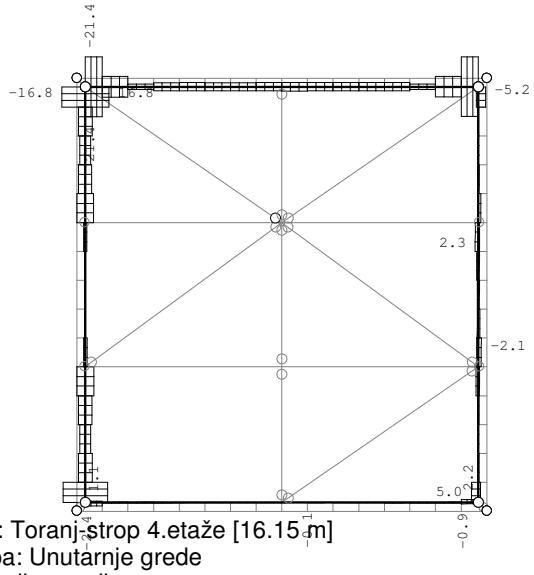
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max M3= 3.2 / min M3= -3.2 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



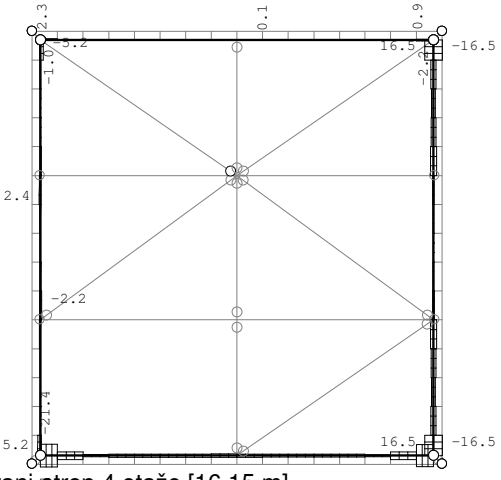
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max M2= 3.2 / min M2= -3.2 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



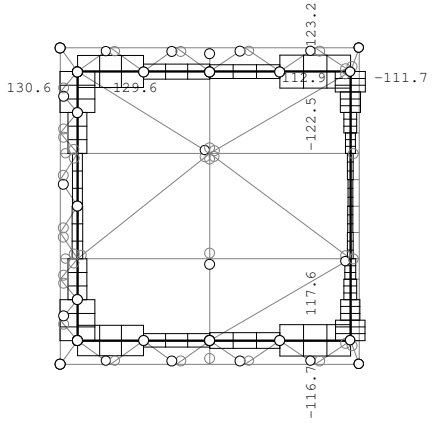
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max T2= 21.4 / min T2= -21.4 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



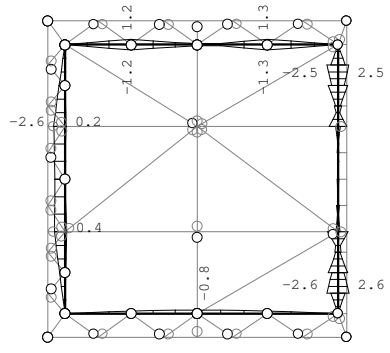
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max T3= 16.5 / min T3= -16.5 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



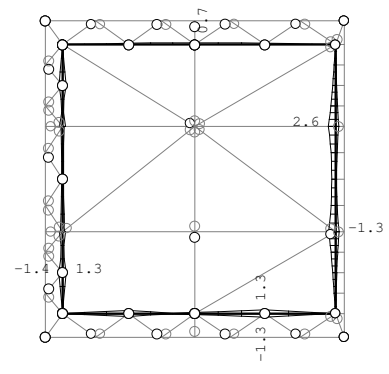
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 130.6 / min N1= -129.6 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



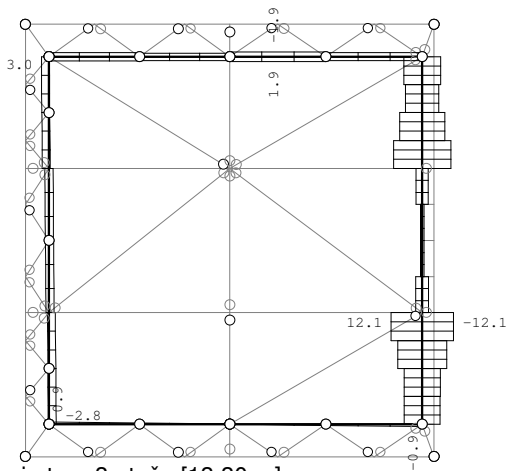
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max M3= 2.6 / min M3= -2.6 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



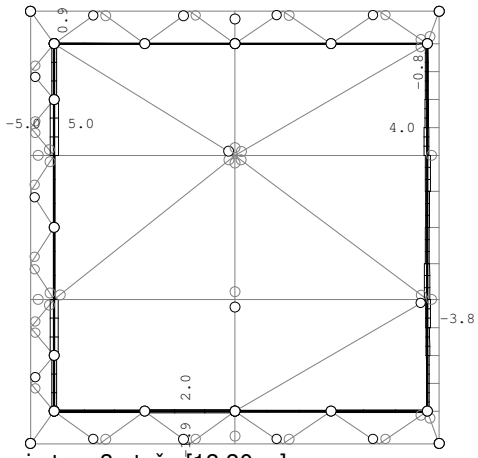
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max M2= 2.6 / min M2= -1.3 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



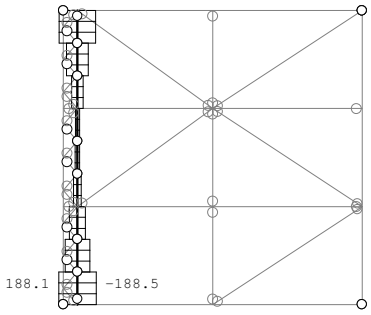
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max T2= 12.1 / min T2= -12.1 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



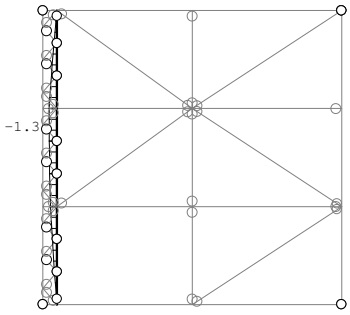
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max T3= 5.0 / min T3= -5.0 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



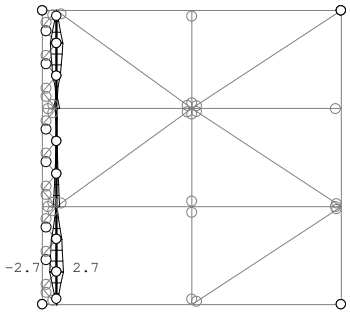
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 188.1 / min N1= -188.5 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



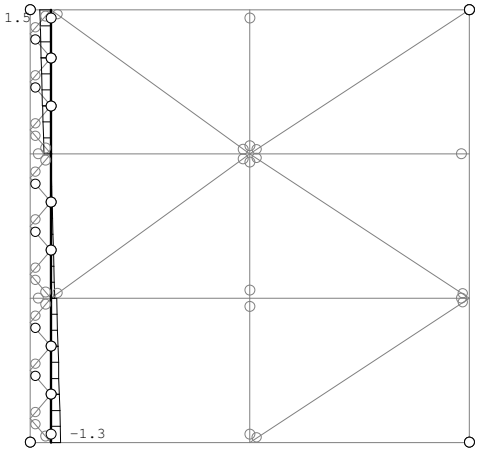
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
min M3= -1.3 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



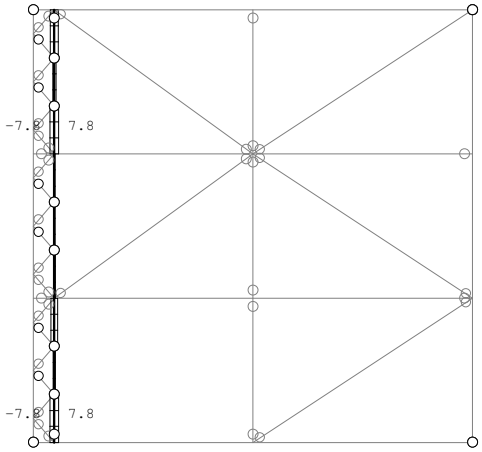
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max M2= 2.7 / min M2= -2.7 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



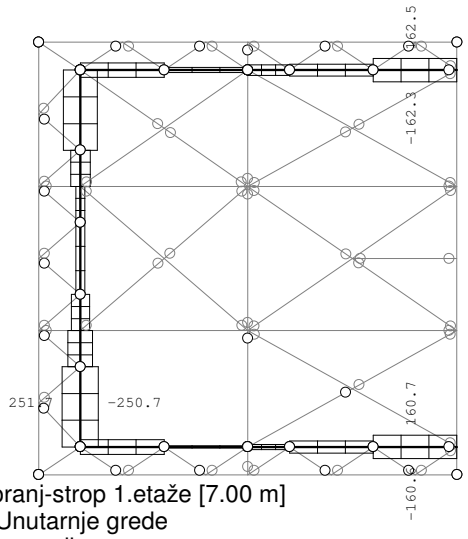
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max T2= 1.5 / min T2= -1.3 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



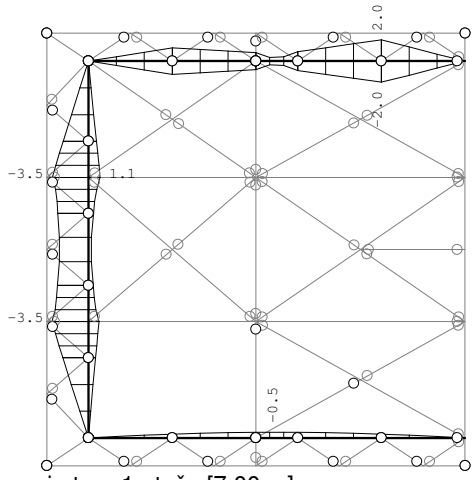
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max T3= 7.8 / min T3= -7.8 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



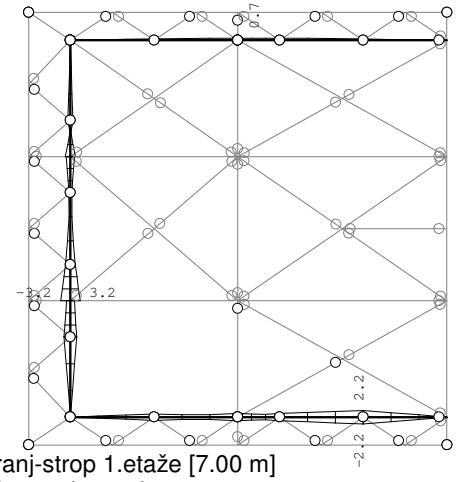
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max N1= 251.7 / min N1= -250.7 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



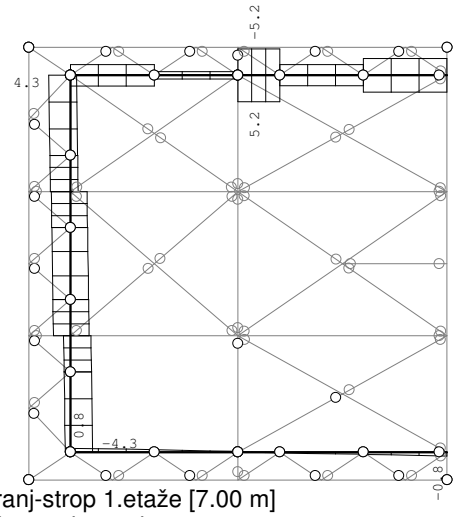
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max M3= 3.5 / min M3= -3.5 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



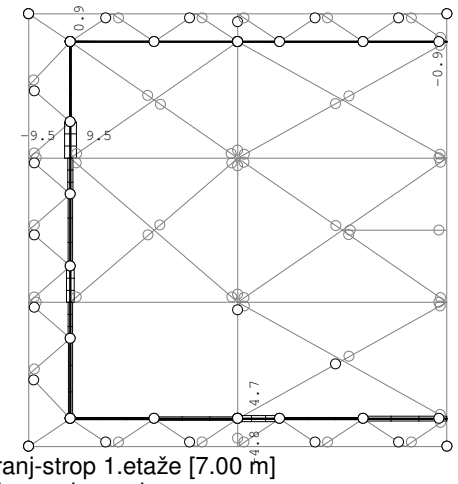
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max M2= 3.2 / min M2= -3.2 kNm

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



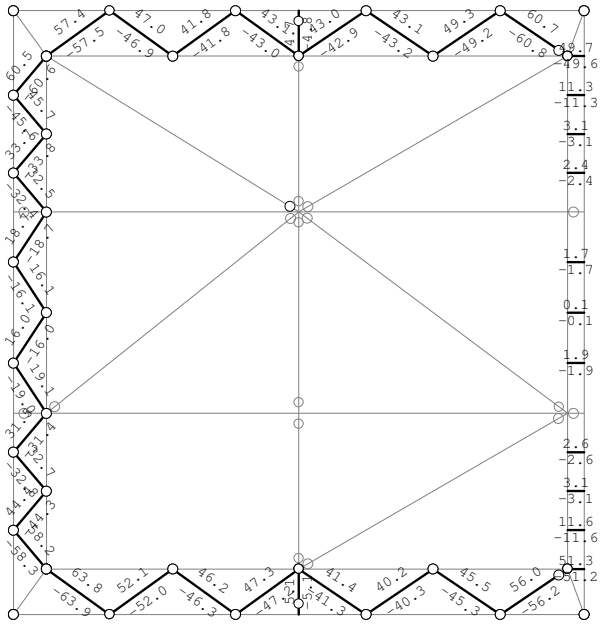
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max T2= 5.2 / min T2= -5.2 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



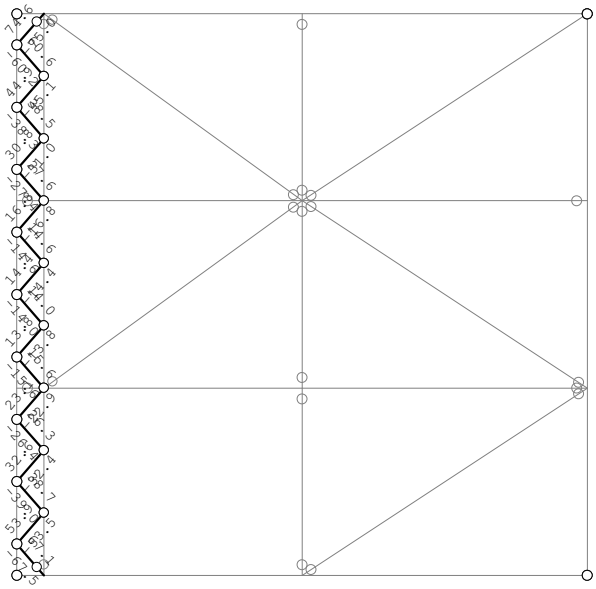
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Utjecaji u gredi:
max T3= 9.5 / min T3= -9.5 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



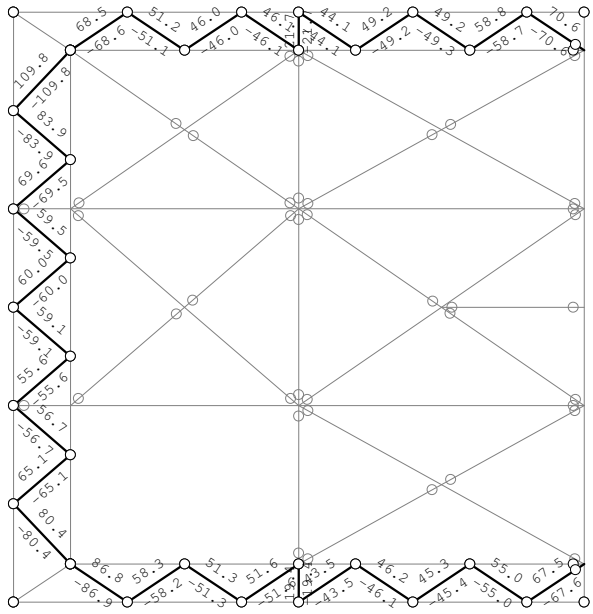
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Veze vanjskih i unutarnjih greda
Utjecaji u gredi:
max N1= 63.8 / min N1= -63.9 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



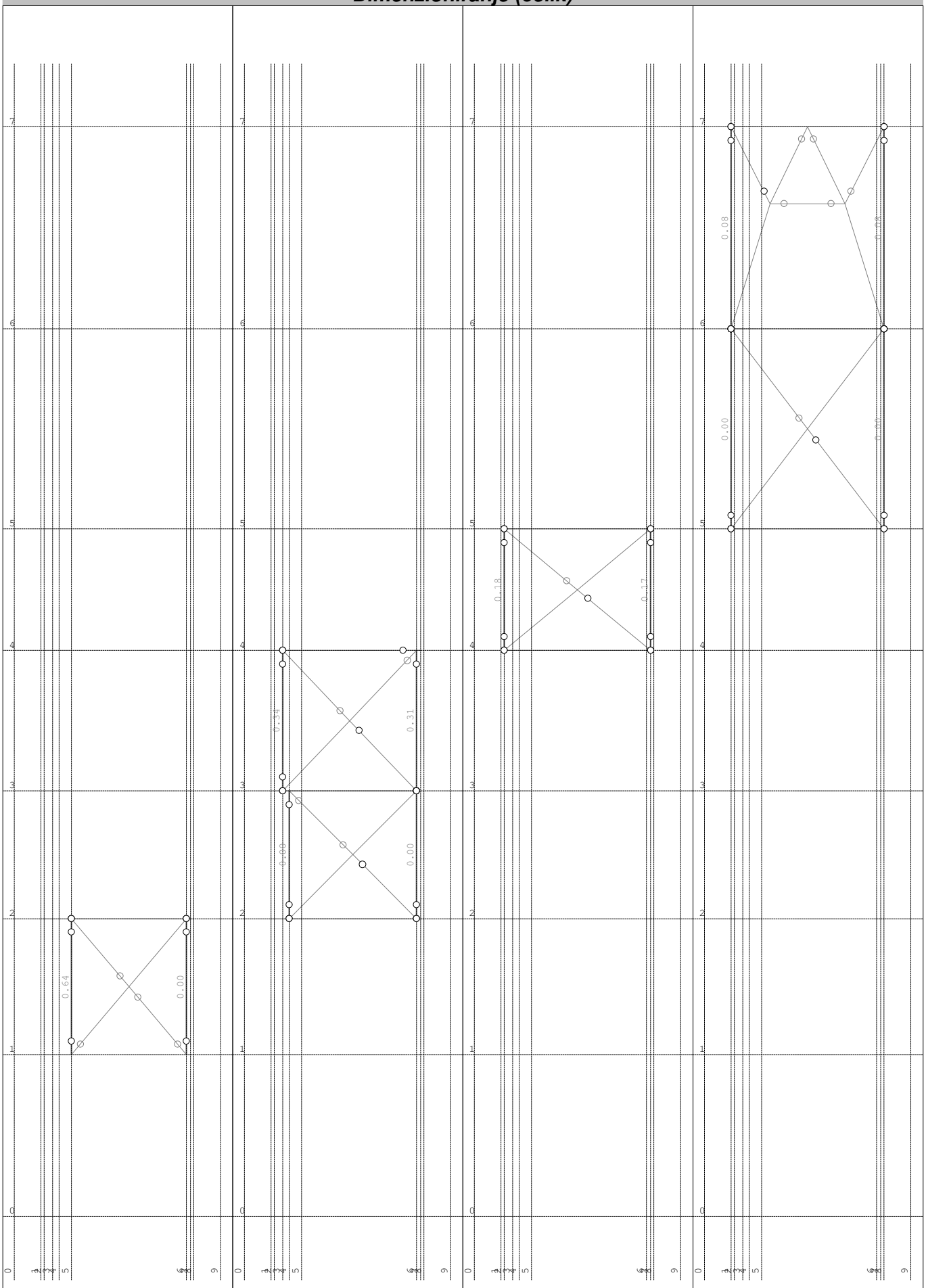
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Veze vanjskih i unutarnjih greda
Utjecaji u gredi:
max N1= 74.6 / min N1= -75.0 kN

Opt. 19: [Kombinacije za nosivost] 5-17



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Veze vanjskih i unutarnjih greda
Utjecaji u gredi:
max N1= 109.8 / min N1= -109.8 kN

Dimenzioniranje (čelik)



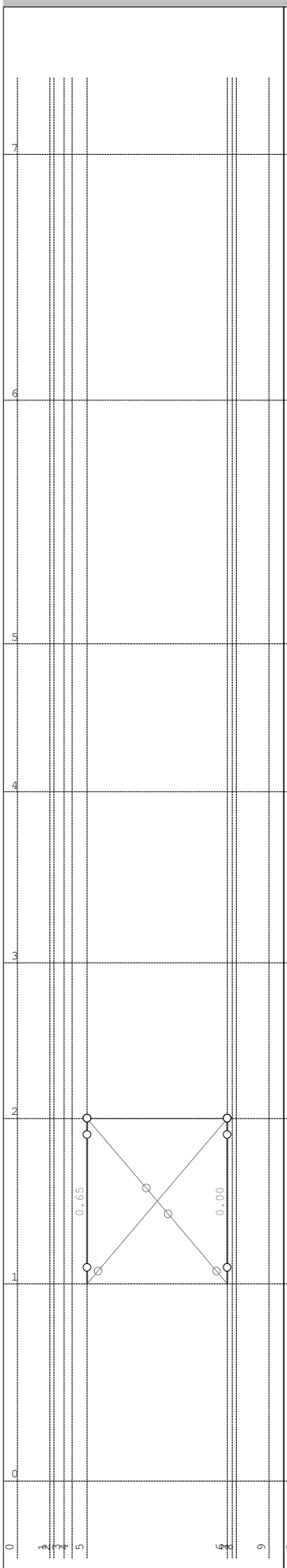
Okvir: H_1-1 - Grupa: Stupovi
Kontrola stabilnosti

Okvir: H_2-1 - Grupa: Stupovi
Kontrola stabilnosti

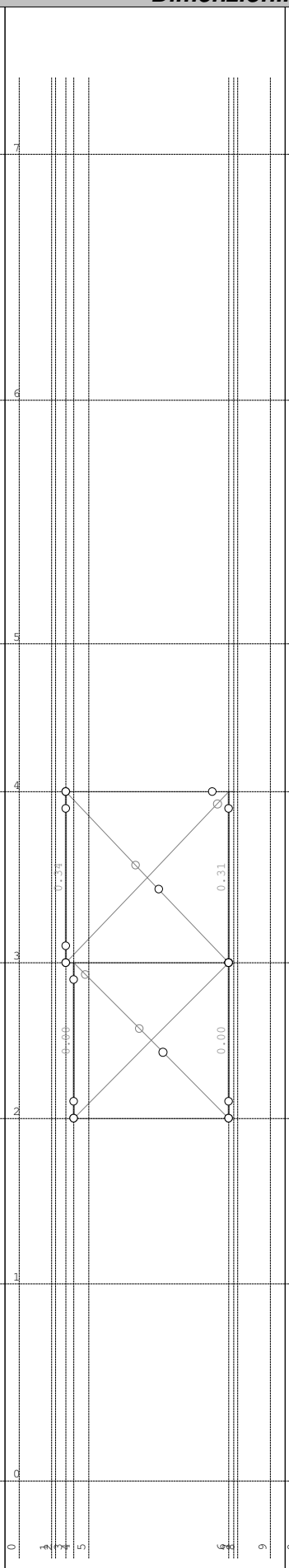
Okvir: H_3-1 - Grupa: Stupovi
Kontrola stabilnosti

Okvir: H_4-1 - Grupa: Stupovi
Kontrola stabilnosti

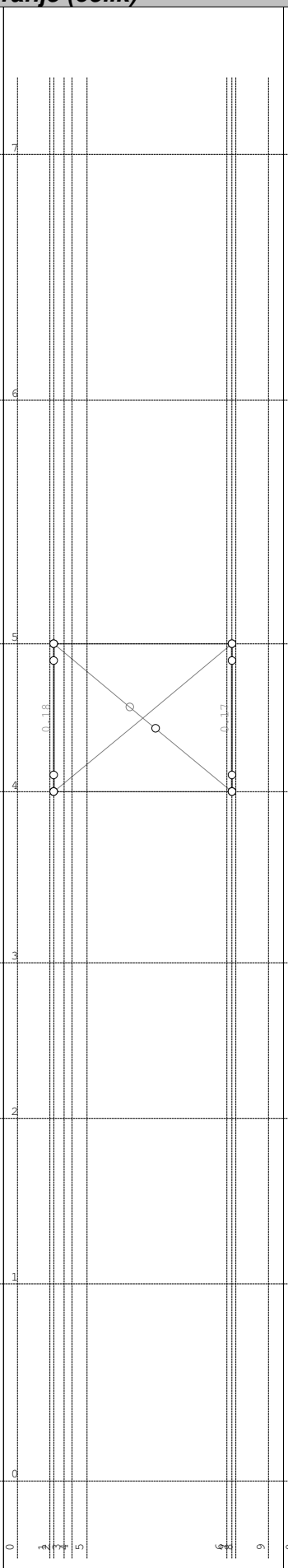
Dimenzioniranje (čelik)



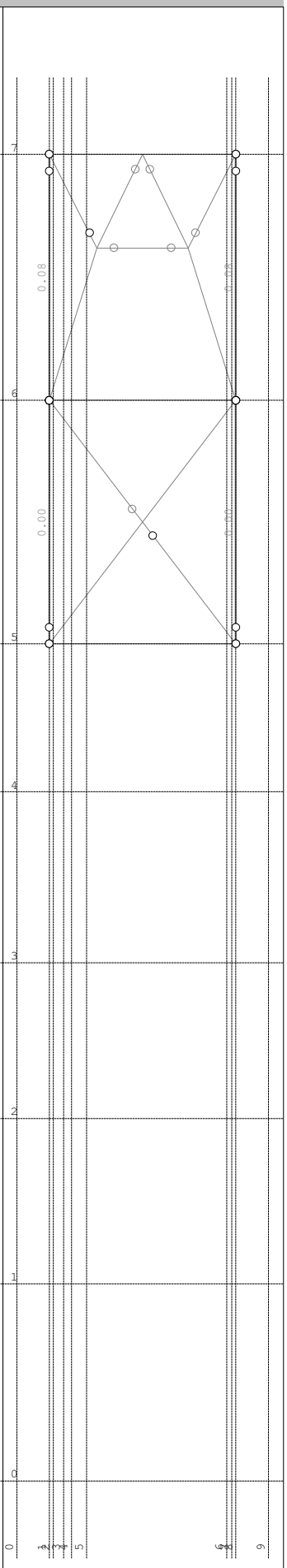
Okvir: H_1-2 - Grupa: Stupovi
Kontrola stabilnosti



Okvir: H_2-2 - Grupa: Stupovi
Kontrola stabilnosti

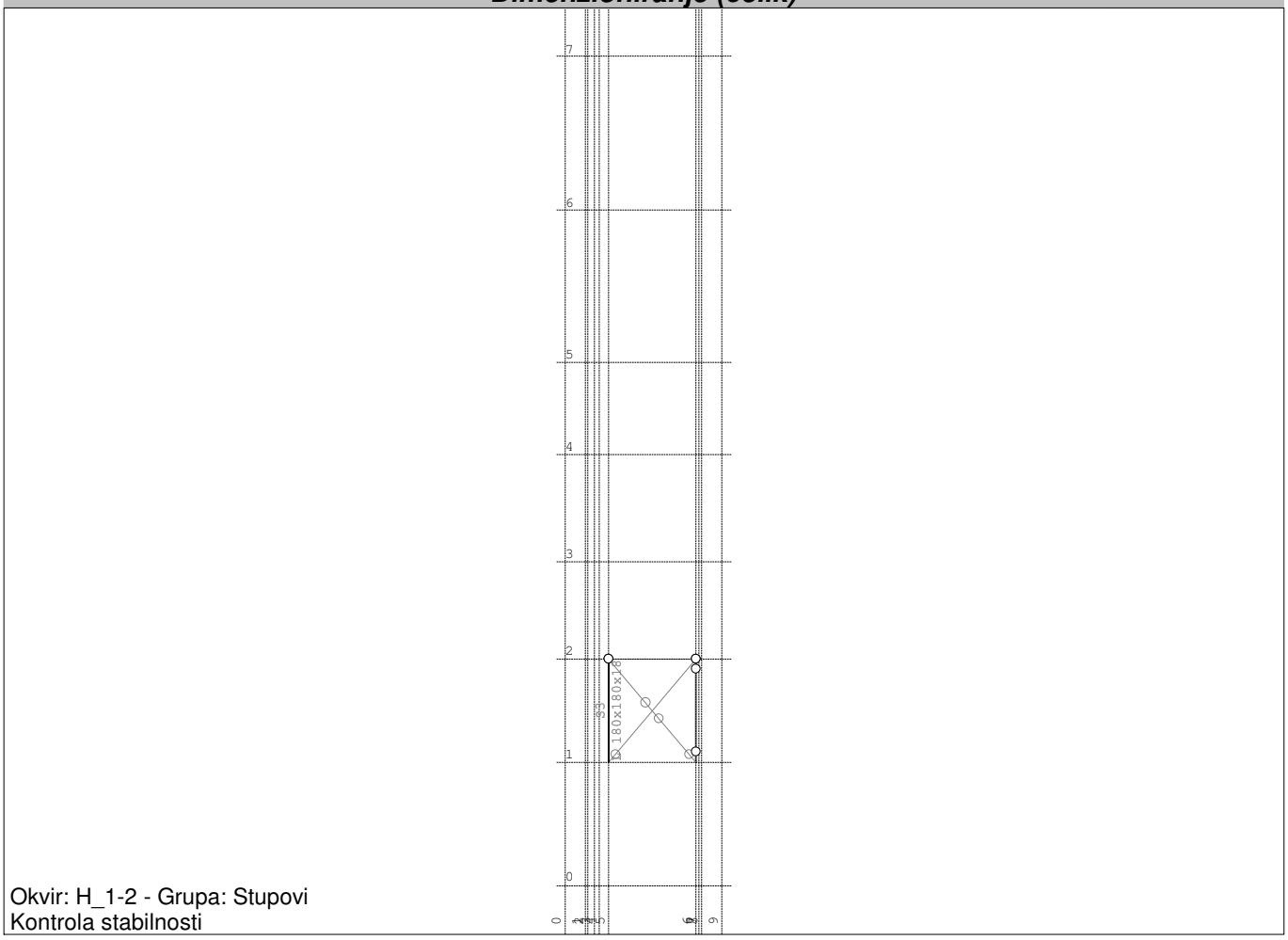


Okvir: H_3-2 - Grupa: Stupovi
Kontrola stabilnosti



Okvir: H_4-2 - Grupa: Stupovi
Kontrola stabilnosti

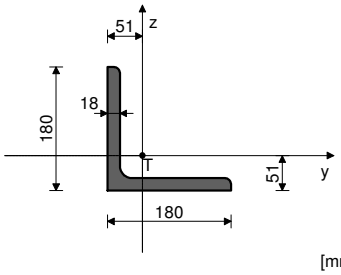
Dimenzioniranje (čelik)



Okvir: H_1-2 - Grupa: Stupovi
Kontrola stabilnosti

S3 (3-40)
POPREČNI PRESJEK: L 180x180x18 [S 355] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	61.900 cm2
Ay =	32.400 cm2
Az =	32.400 cm2
Ix =	69.980 cm4
Iξ =	757.00 cm4
Iη =	2970.0 cm4
Iy =	1863.5 cm4
Iz =	1863.5 cm4
Wy =	144.46 cm3
Wz =	144.46 cm3
Wy,pl =	265.36 cm3
Wz,pl =	316.39 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

14. γ=0.65	12. γ=0.57	13. γ=0.50
10. γ=0.42	16. γ=0.27	9. γ=0.25
15. γ=0.24	17. γ=0.21	8. γ=0.17
6. γ=0.10	11. γ=0.07	7. γ=0.03
5. γ=0.01		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 14, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-561.68 kN
Sistemska dužina štapa	L =	320.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	61.900 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	2197.5 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (561.68 <= 2197.45)		

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

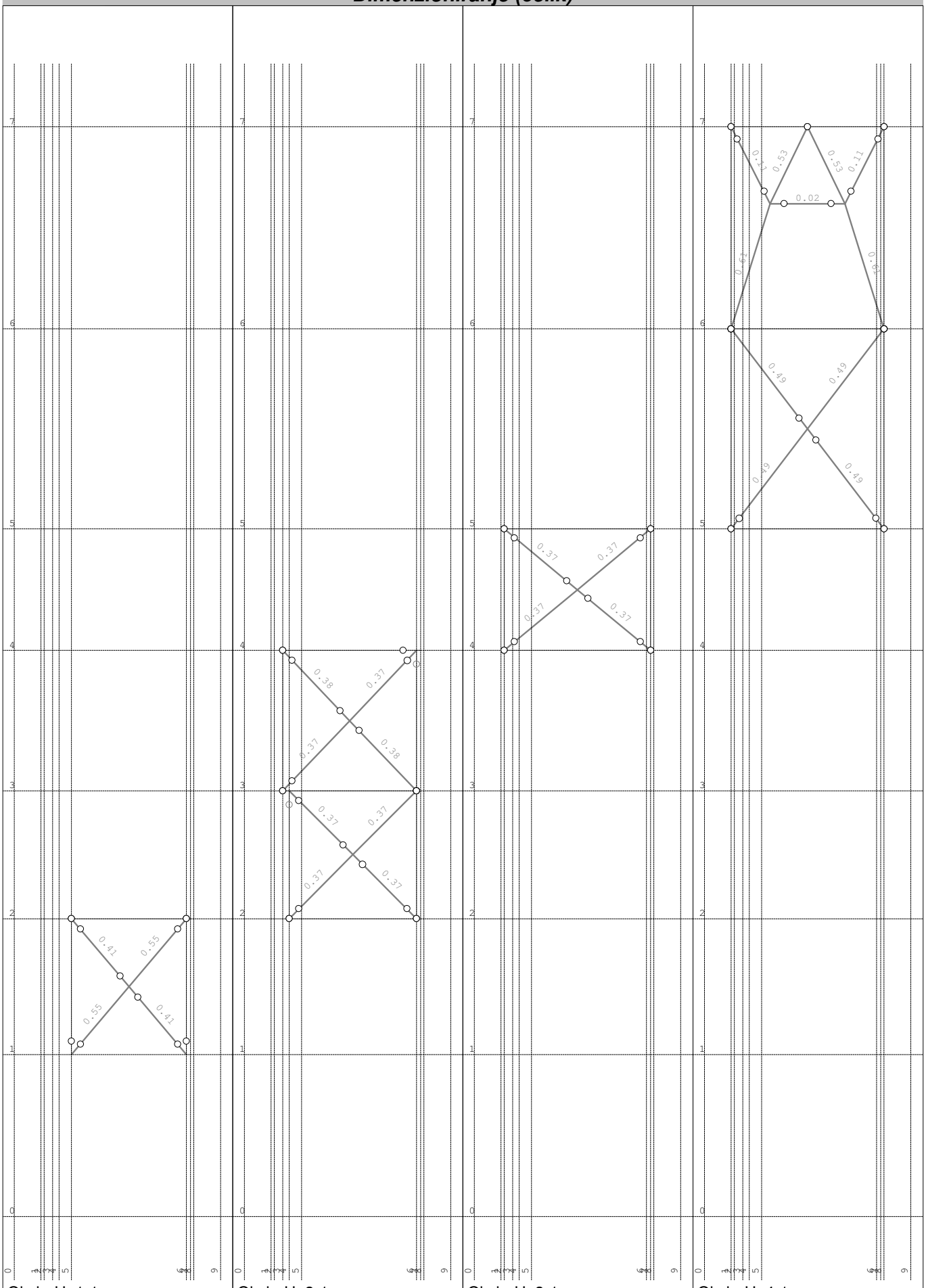
Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	320.00 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.198
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	6011.4 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.435
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	868.85 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (561.68 <= 868.85)		

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	320.00 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.605
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.783
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	1563.5 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (561.68 <= 1563.49)		

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	320.00 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	1532.2 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.479
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	957.78 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (561.68 <= 957.78)		

Dimenzioniranje (čelik)



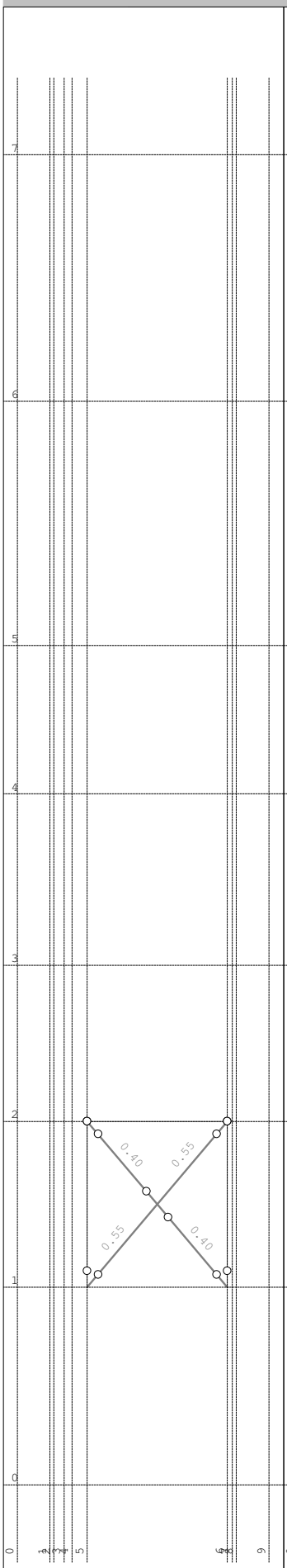
Okvir: H_1-1
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

Okvir: H_2-1
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

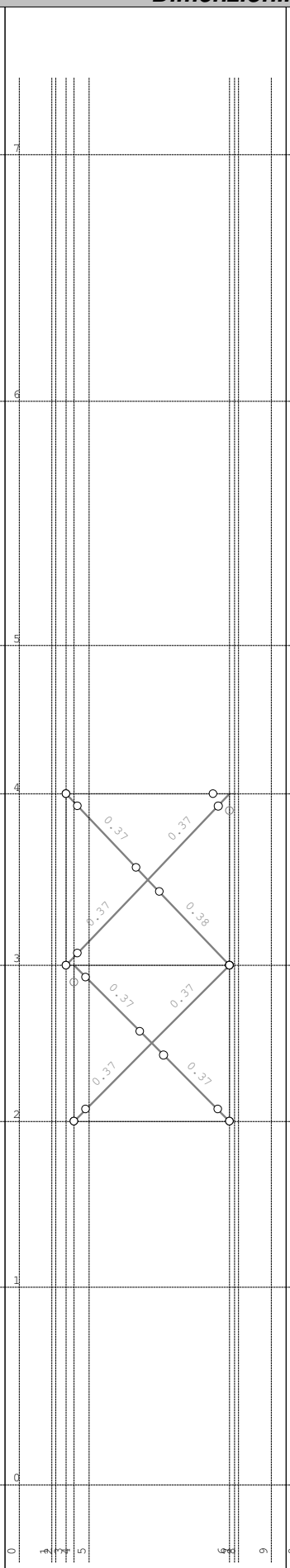
Okvir: H_3-1
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

Okvir: H_4-1
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

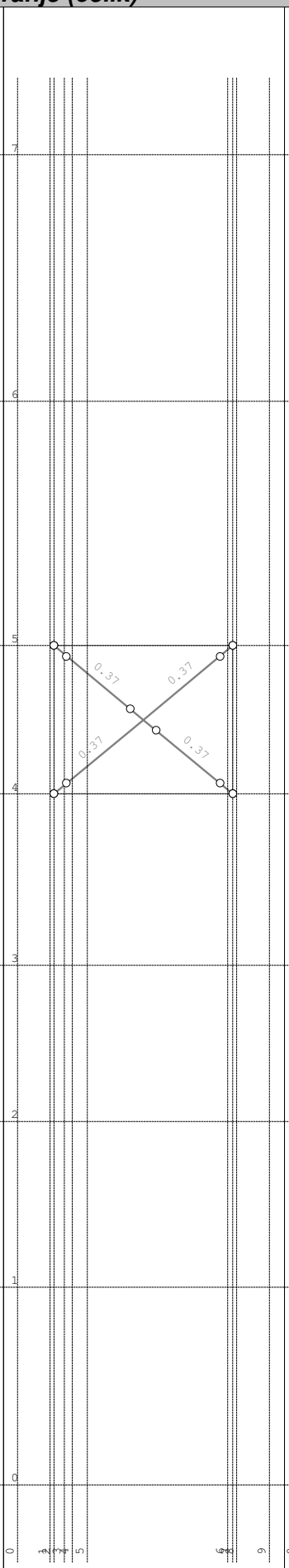
Dimenzioniranje (čelik)



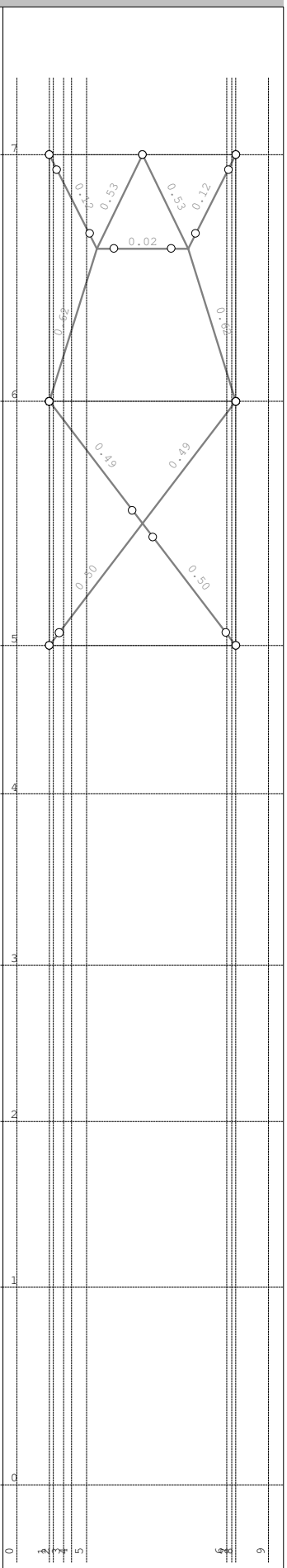
Okvir: H_1-2
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti



Okvir: H_2-2
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

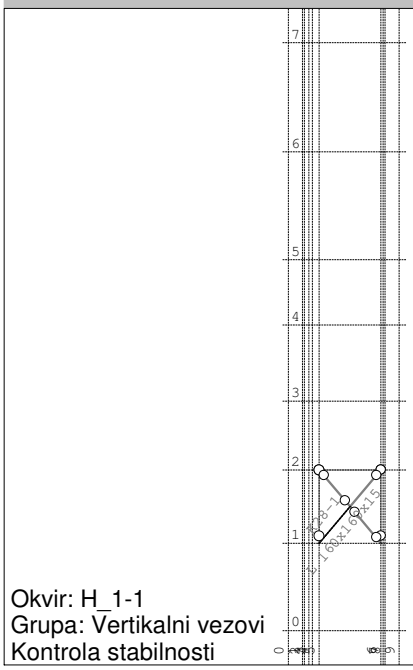


Okvir: H_3-2
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

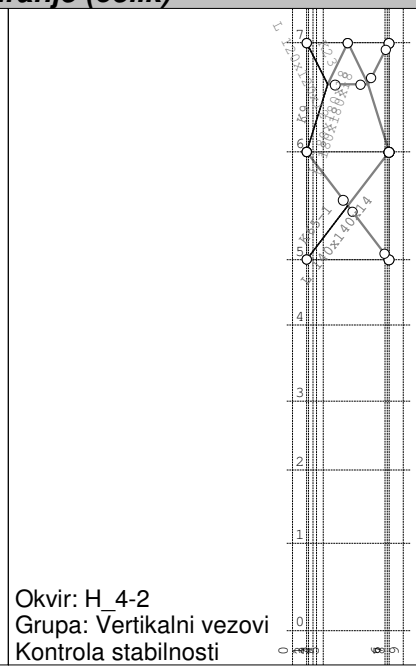


Okvir: H_4-2
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

Dimenzioniranje (čelik)



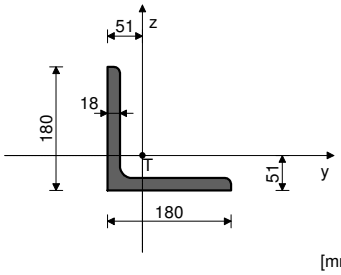
Okvir: H_1-1
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti



Okvir: H_4-2
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

K9 (336-315)
POPREČNI PRESJEK: L 180x180x18 [S 355] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	61.900 cm2
Ay =	32.400 cm2
Az =	32.400 cm2
Ix =	69.980 cm4
Iξ =	757.00 cm4
Iη =	2970.0 cm4
Iy =	1863.5 cm4
Iz =	1863.5 cm4
Wy =	144.46 cm3
Wz =	144.46 cm3
Wy,pl =	265.36 cm3
Wz,pl =	316.39 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

11. γ=0.61	9. γ=0.61	10. γ=0.60
17. γ=0.21	14. γ=0.16	7. γ=0.12
6. γ=0.12	8. γ=0.12	13. γ=0.04
15. γ=0.03	16. γ=0.03	5. γ=0.01
12. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 11, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-261.01 kN
Sistemska dužina štapa	L =	309.16 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	61.900 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	2197.5 kN

Uvjet 6.9: $N_{Ed} <= N_{c,Rd}$ (261.01 <= 2197.45)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	510.12 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.909
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	6440.3 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.212
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	424.33 kN

Uvjet 6.46: $N_{Ed} <= N_{b,Rd,\xi}$ (261.01 <= 424.33)

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	309.16 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.584
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.795
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	1587.7 kN

Uvjet 6.46: $N_{Ed} <= N_{b,Rd,\eta}$ (261.01 <= 1587.66)

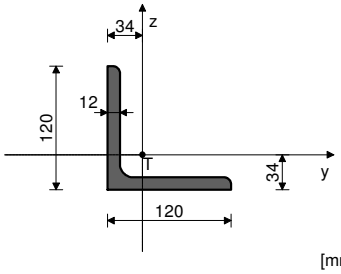
6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	509.30 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	604.88 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.228
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	455.64 kN

Uvjet 6.46: $N_{Ed} <= N_{b,Rd,T}$ (261.01 <= 455.64)

K23 (336-339)
POPREČNI PRESJEK: L 120x120x12 [S 355] [Set: 7]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	27.500 cm2
Ay =	14.400 cm2
Az =	14.400 cm2
Ix =	13.820 cm4
Iξ =	152.00 cm4
Iη =	584.00 cm4
Iy =	368.00 cm4
Iz =	368.00 cm4
Wy =	42.791 cm3
Wz =	42.791 cm3
Wy,pl =	78.624 cm3
Wz,pl =	93.744 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

11. γ=0.12	9. γ=0.11	10. γ=0.10
17. γ=0.06	7. γ=0.05	6. γ=0.05
8. γ=0.04	13. γ=0.03	15. γ=0.03
12. γ=0.01	14. γ=0.01	16. γ=0.00
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 11, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-48.006 kN
Sistemska dužina štapa	L =	202.38 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	27.500 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	976.25 kN

Uvjet 6.9: $N_{Ed} <= N_{c,Rd}$ (48.01 <= 976.25)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	202.38 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.127
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	2955.4 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.470
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	417.39 kN

Uvjet 6.46: $N_{Ed} <= N_{b,Rd,\xi}$ (48.01 <= 417.39)

Dimenzioniranje (čelik)

Dužina izvijanja η-η	l,η =	202.38 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.575
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,η =	0.800
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd},\eta$ =	710.22 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd},\eta$ (48.01 <= 710.22)

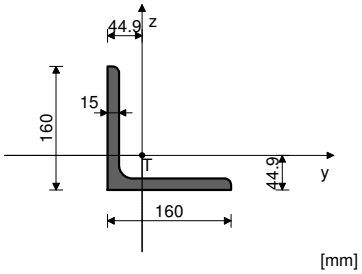
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	202.38 cm
Krivulja izvijanja:	αT =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	769.21 kN
Redukcijski koeficijent	χ,T =	0.520
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	461.08 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (48.01 <= 461.08)

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

K28-1 (6-1)
POPREČNI PRESJEK: L 160x160x15 [S 355] [Set: 5]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	46.100 cm2	
Ay =	24.000 cm2	
Az =	24.000 cm2	
Ix =	36.000 cm4	
Iξ =	453.00 cm4	
Iη =	1750.0 cm4	
Iy =	1101.5 cm4	
Iz =	1101.5 cm4	
Wy =	95.699 cm3	
Wz =	95.699 cm3	
Wy,pl =	175.69 cm3	
Wz,pl =	207.47 cm3	
γM0 =	1.000	
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

11. γ=0.55	9. γ=0.49	10. γ=0.43
17. γ=0.35	7. γ=0.32	6. γ=0.29
8. γ=0.25	13. γ=0.21	15. γ=0.20
12. γ=0.12	16. γ=0.06	14. γ=0.03
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 11, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-496.33 kN
Sistemska dužina štapa	L =	209.34 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4
Nož. 160.0mm X 15.0mm [97.7%] 2.3%
Reb. 145.0mm X 15.0mm [97.7%] 2.3%

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	44.679 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1586.1 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (496.33 <= 1586.09)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	l,ξ =	209.34 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.860
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	8276.3 kN
Redukcijski koeficijent	χ,ξ =	0.624
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd},\xi$ =	900.21 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd},\xi$ (496.33 <= 900.21)

Dužina izvijanja η-η	l,η =	209.34 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.438
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,η =	0.877
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd},\eta$ =	1264.8 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd},\eta$ (496.33 <= 1264.77)

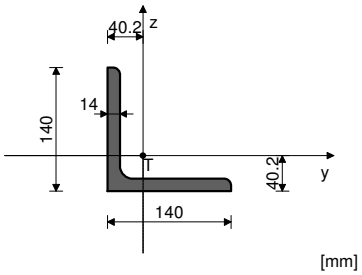
6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	209.34 cm
Krivulja izvijanja:	αT =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	2142.4 kN
Redukcijski koeficijent	χ,T =	0.687
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	989.89 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (496.33 <= 989.89)

K65-1 (313-229)
POPREČNI PRESJEK: L 140x140x14 [S 355] [Set: 6]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	37.200 cm2	
Ay =	19.600 cm2	
Az =	19.600 cm2	
Ix =	25.610 cm4	
Iξ =	282.00 cm4	
Iη =	1100.0 cm4	
Iy =	691.00 cm4	
Iz =	691.00 cm4	
Wy =	69.238 cm3	
Wz =	69.238 cm3	
Wy,pl =	124.85 cm3	
Wz,pl =	148.86 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

10. γ=0.50	9. γ=0.49	11. γ=0.49
8. γ=0.17	6. γ=0.17	7. γ=0.17
14. γ=0.16	17. γ=0.14	16. γ=0.05
13. γ=0.05	12. γ=0.01	5. γ=0.00
15. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 10, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-206.85 kN
Sistemska dužina štapa	L =	296.02 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	37.200 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1320.6 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (206.85 <= 1320.60)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	l,ξ =	296.02 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.407
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	2601.9 kN
Redukcijski koeficijent	χ,ξ =	0.347
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd},\xi$ =	416.12 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd},\xi$ (206.85 <= 416.12)

Dužina izvijanja η-η	l,η =	296.02 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.712
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,η =	0.717
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd},\eta$ =	860.76 kN

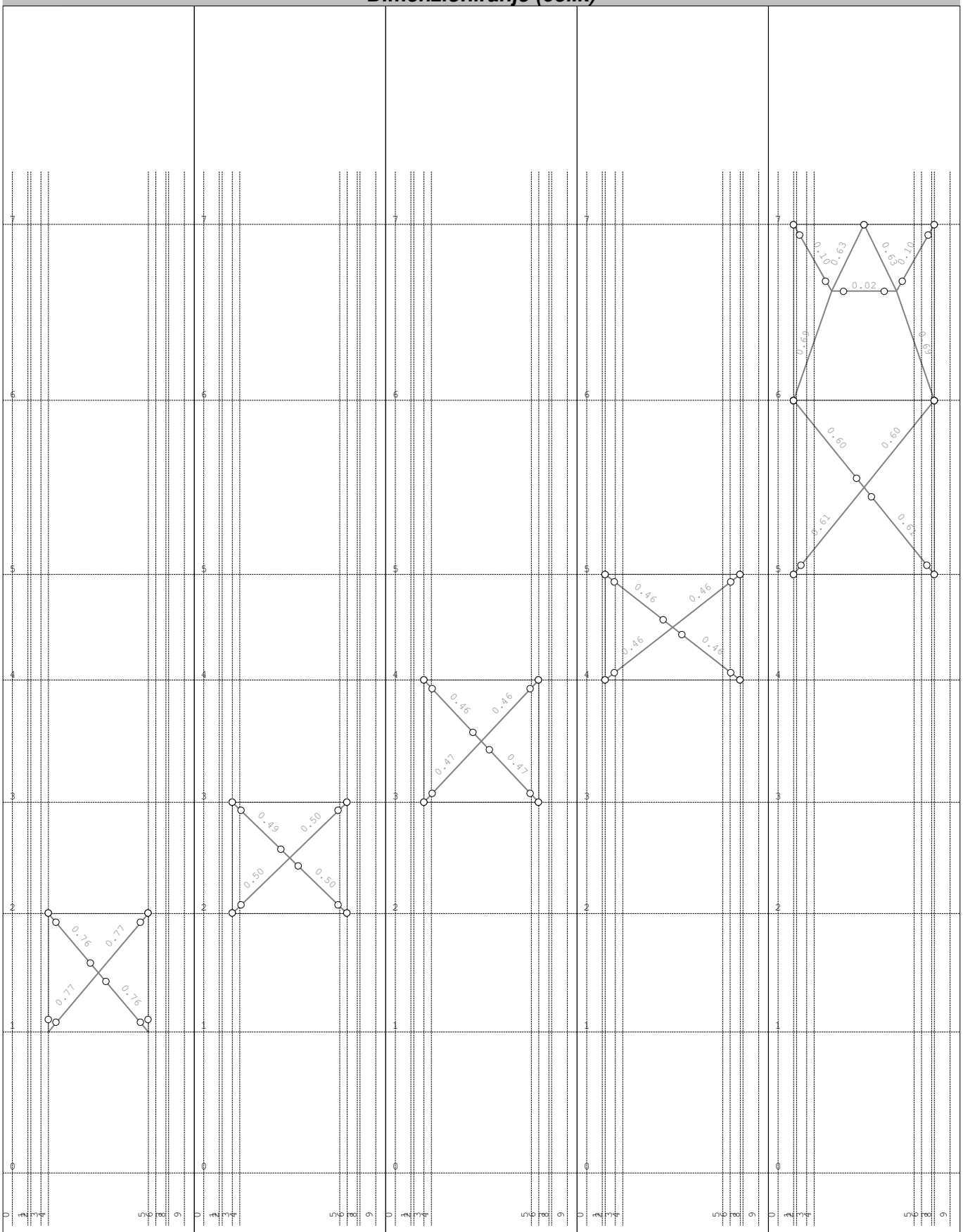
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd},\eta$ (206.85 <= 860.76)

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	296.02 cm
Krivulja izvijanja:	αT =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	667.02 kN
Redukcijski koeficijent	χ,T =	0.379
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	454.68 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (206.85 <= 454.68)

Dimenzioniranje (čelik)



Okvir: V_1
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

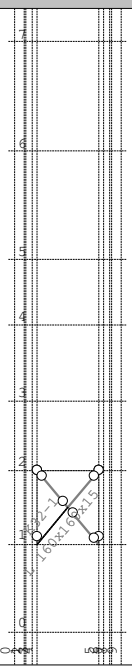
Okvir: V_2
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

Okvir: V_3
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

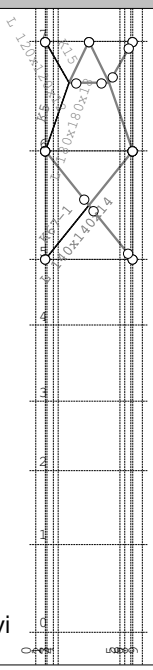
Okvir: V_4
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

Okvir: V_5
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

Dimenzioniranje (čelik)



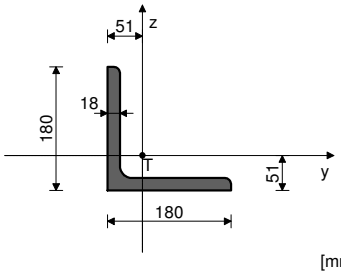
Okvir: V_1
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti



Okvir: V_5
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

K5 (317-256)
POPREČNI PRESJEK: L 180x180x18 [S 355] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	61.900 cm2
Ay =	32.400 cm2
Az =	32.400 cm2
Ix =	69.980 cm4
Iξ =	757.00 cm4
Iη =	2970.0 cm4
Iy =	1863.5 cm4
Iz =	1863.5 cm4
Wy =	144.46 cm3
Wz =	144.46 cm3
Wy,pl =	265.36 cm3
Wz,pl =	316.39 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=0.69	15. γ=0.69	17. γ=0.68
8. γ=0.24	11. γ=0.18	14. γ=0.14
12. γ=0.14	13. γ=0.14	10. γ=0.05
6. γ=0.04	7. γ=0.03	5. γ=0.01
9. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-292.51 kN
Sistemska dužina štapa	L =	312.30 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	61.900 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	2197.5 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (292.51 <= 2197.45)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	512.17 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_{ξ} =	1.917
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	6311.5 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.211
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	421.44 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (292.51 <= 421.44)

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	312.30 cm
Relativna vitkost η-η	λ_{η} =	0.590
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.791
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	1580.7 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (292.51 <= 1580.69)

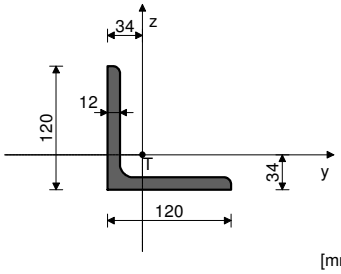
6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	512.44 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	597.49 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.226
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	450.74 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (292.51 <= 450.74)

K15 (317-321)
POPREČNI PRESJEK: L 120x120x12 [S 355] [Set: 7]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	27.500 cm2
Ay =	14.400 cm2
Az =	14.400 cm2
Ix =	13.820 cm4
Iξ =	152.00 cm4
Iη =	584.00 cm4
Iy =	368.00 cm4
Iz =	368.00 cm4
Wy =	42.791 cm3
Wz =	42.791 cm3
Wy,pl =	78.624 cm3
Wz,pl =	93.744 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=0.10	15. γ=0.09	17. γ=0.09
8. γ=0.06	14. γ=0.05	12. γ=0.04
13. γ=0.04	6. γ=0.03	10. γ=0.03
9. γ=0.01	7. γ=0.00	11. γ=0.00
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 16, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-42.147 kN
Sistemska dužina štapa	L =	207.14 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	27.500 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	976.25 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (42.15 <= 976.25)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	207.14 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_{ξ} =	1.153
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	2821.1 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.457
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	405.38 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (42.15 <= 405.38)

Dimenzioniranje (čelik)

Dužina izvijanja η-η	l,η =	207.14 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.588
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,η =	0.792
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	703.18 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (42.15 <= 703.18)

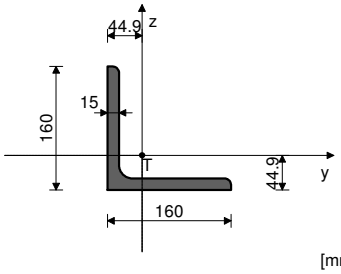
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	207.14 cm
Krivulja izvijanja:	αT =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	734.25 kN
Redukcijski koeficijent	χ,T =	0.504
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	447.50 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (42.15 <= 447.50)

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

K32-1 (5-1)
POPREČNI PRESJEK: L 160x160x15 [S 355] [Set: 5]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	46.100 cm2	
Ay =	24.000 cm2	
Az =	24.000 cm2	
Ix =	36.000 cm4	
Iξ =	453.00 cm4	
Iη =	1750.0 cm4	
Iy =	1101.5 cm4	
Iz =	1101.5 cm4	
Wy =	95.699 cm3	
Wz =	95.699 cm3	
Wy,pl =	175.69 cm3	
Wz,pl =	207.47 cm3	
γM0 =	1.000	
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

17. γ=0.77	15. γ=0.74	16. γ=0.72
13. γ=0.45	12. γ=0.44	14. γ=0.42
11. γ=0.32	7. γ=0.18	8. γ=0.13
9. γ=0.09	10. γ=0.08	6. γ=0.05
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 17, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-693.49 kN
Sistemska dužina štapa	L =	209.34 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4
Nož. 160.0mm X 15.0mm [97.7%] 2.3%
Reb. 145.0mm X 15.0mm [97.7%] 2.3%

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	44.679 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1586.1 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (693.49 <= 1586.09)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	l,ξ =	209.34 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.860
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	8276.3 kN
Redukcijski koeficijent	χ,ξ =	0.624
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	900.21 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (693.49 <= 900.21)

Dužina izvijanja η-η	l,η =	209.34 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.438
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,η =	0.877
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	1264.8 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (693.49 <= 1264.77)

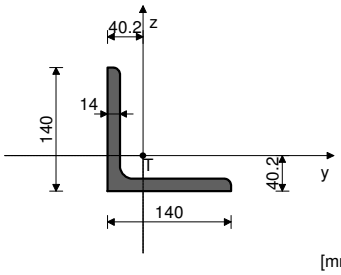
6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	209.34 cm
Krivulja izvijanja:	αT =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	2142.4 kN
Redukcijski koeficijent	χ,T =	0.687
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	989.89 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (693.49 <= 989.89)

K67-1 (244-119)
POPREČNI PRESJEK: L 140x140x14 [S 355] [Set: 6]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	37.200 cm2	
Ay =	19.600 cm2	
Az =	19.600 cm2	
Ix =	25.610 cm4	
Iξ =	282.00 cm4	
Iη =	1100.0 cm4	
Iy =	691.00 cm4	
Iz =	691.00 cm4	
Wy =	69.238 cm3	
Wz =	69.238 cm3	
Wy,pl =	124.85 cm3	
Wz,pl =	148.86 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

17. γ=0.61	15. γ=0.60	16. γ=0.60
13. γ=0.20	14. γ=0.20	12. γ=0.20
11. γ=0.19	8. γ=0.18	7. γ=0.06
10. γ=0.06	9. γ=0.01	5. γ=0.00
6. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 17, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-244.63 kN
Sistemska dužina štapa	L =	302.20 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	37.200 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1320.6 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (244.63 <= 1320.60)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	l,ξ =	302.20 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.436
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	2496.4 kN
Redukcijski koeficijent	χ,ξ =	0.336
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	403.42 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (244.63 <= 403.42)

Dužina izvijanja η-η	l,η =	302.20 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.727
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,η =	0.708
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	849.64 kN

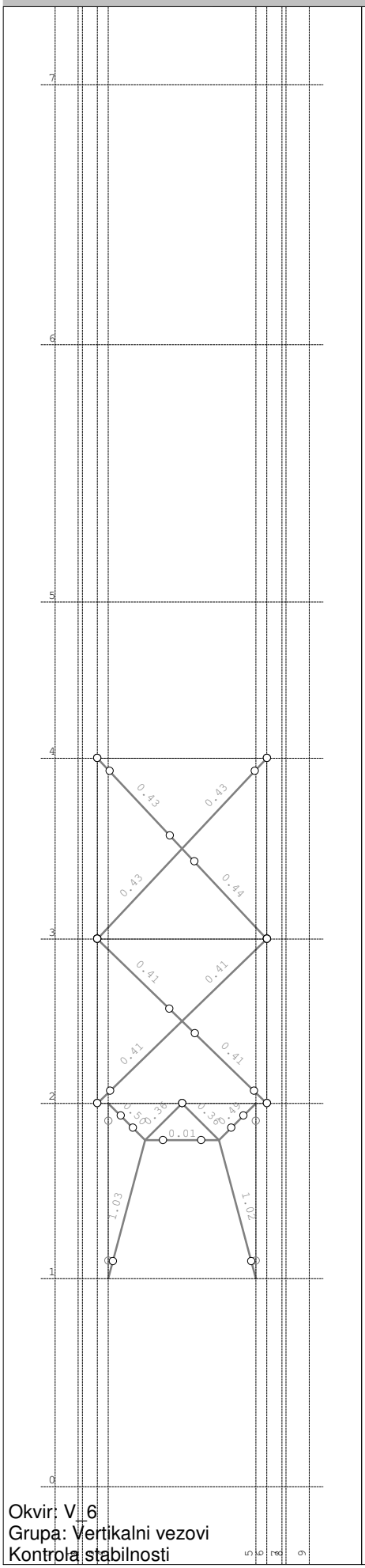
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (244.63 <= 849.64)

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

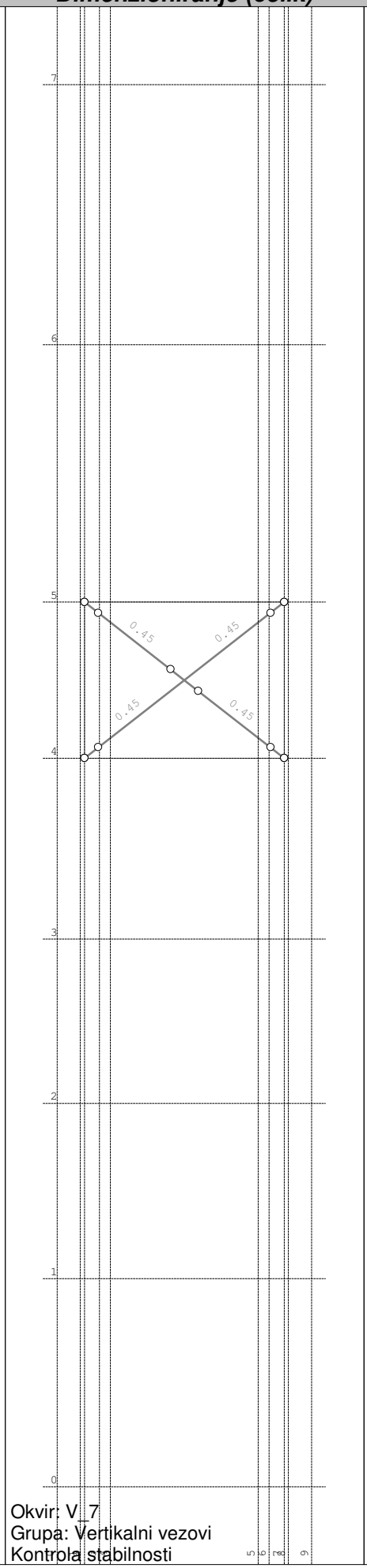
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	302.20 cm
Krivulja izvijanja:	αT =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	640.00 kN
Redukcijski koeficijent	χ,T =	0.367
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	440.21 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (244.63 <= 440.21)

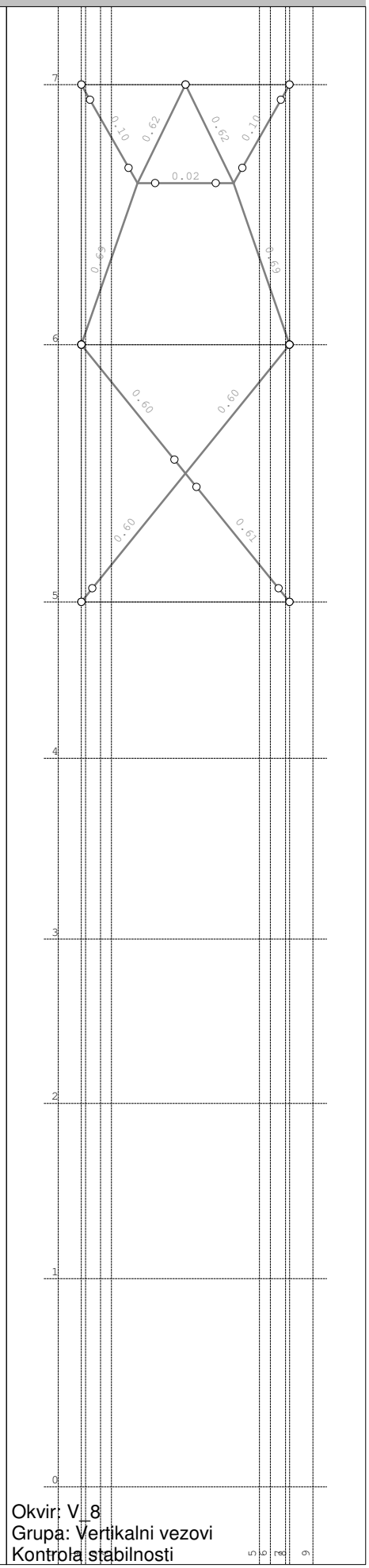
Dimenzioniranje (čelik)



Okvir: V_6
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

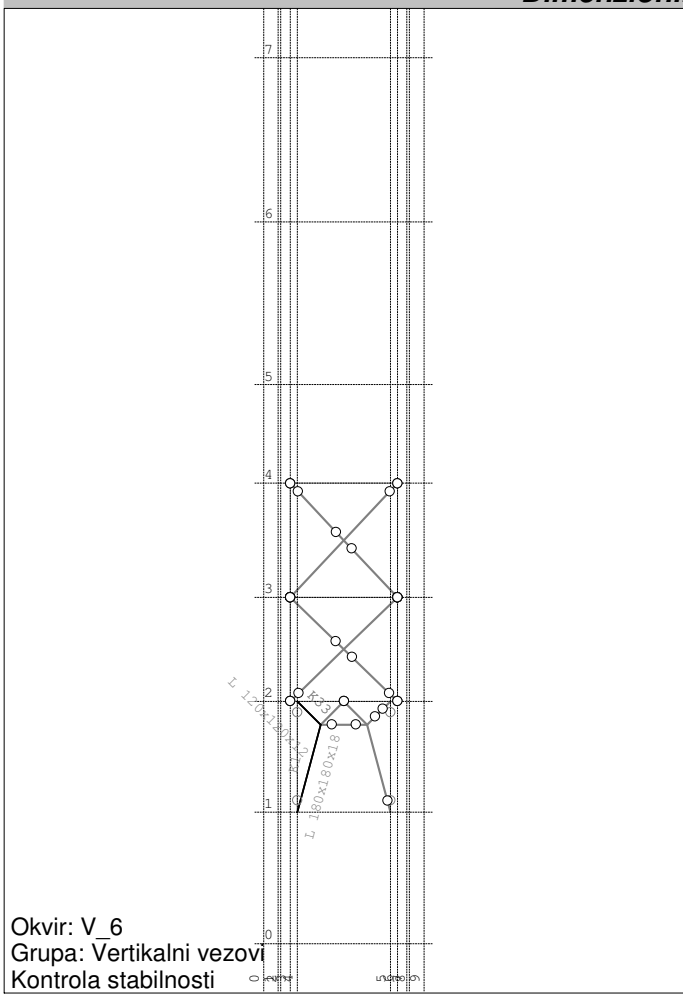


Okvir: V_7
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

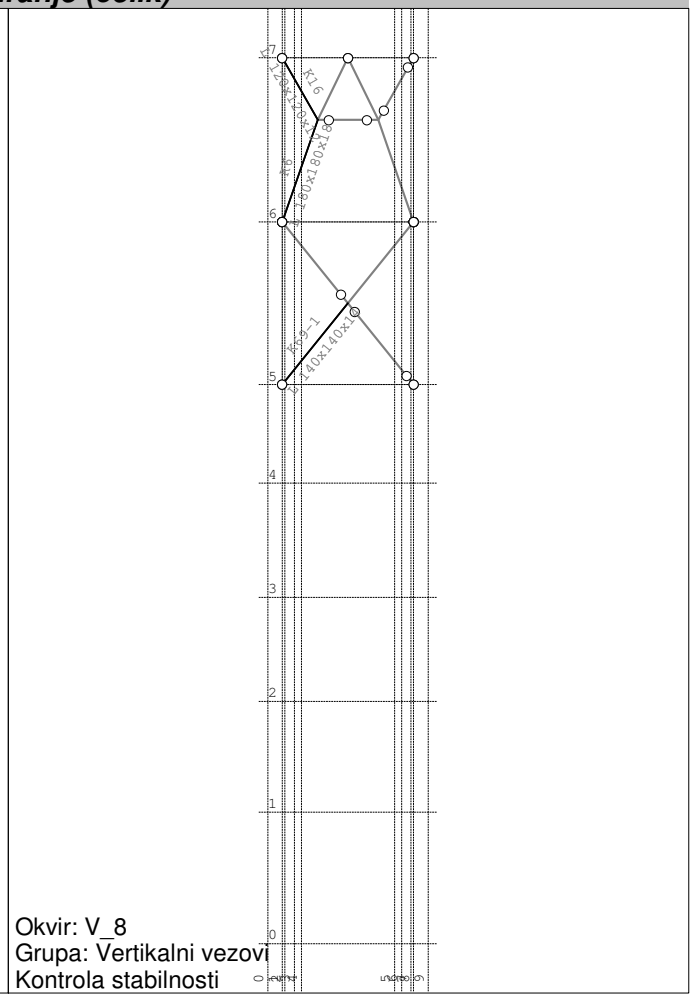


Okvir: V_8
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

Dimenzioniranje (čelik)



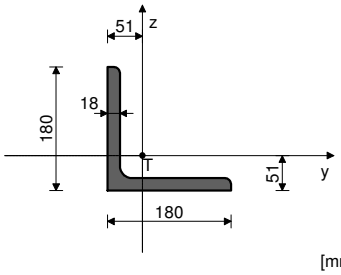
Okvir: V_6
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti



Okvir: V_8
Grupa: Vertikalni vezovi
Kontrola stabilnosti

K1 (41-4)
POPREČNI PRESJEK: L 180x180x18 [S 355] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	61.900 cm2
Ay =	32.400 cm2
Az =	32.400 cm2
Ix =	69.980 cm4
Iξ =	757.00 cm4
Iη =	2970.0 cm4
Iy =	1863.5 cm4
Iz =	1863.5 cm4
Wy =	144.46 cm3
Wz =	144.46 cm3
Wy,pl =	265.36 cm3
Wz,pl =	316.39 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=1.03	15. γ=1.02	17. γ=1.02
14. γ=0.37	12. γ=0.37	13. γ=0.37
8. γ=0.32	11. γ=0.30	10. γ=0.12
7. γ=0.11	6. γ=0.01	9. γ=0.00
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-764.89 kN
Sistemska dužina štapa	L =	261.37 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	61.900 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	2197.5 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (764.89 <= 2197.45)		

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	358.07 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.340
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	9011.0 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.372
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	743.81 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (764.89 <= 743.81)		
Prekoračenje 2.8% <= 3%		

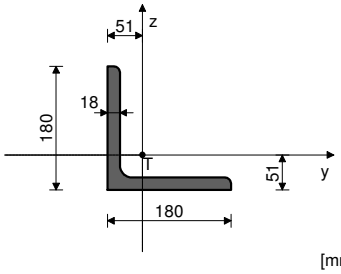
Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	261.37 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.494
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.846
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	1690.9 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (764.89 <= 1690.91)		

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	356.83 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	1232.2 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.410
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	819.45 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (764.89 <= 819.45)		

K6 (335-314)
POPREČNI PRESJEK: L 180x180x18 [S 355] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	61.900 cm2
Ay =	32.400 cm2
Az =	32.400 cm2
Ix =	69.980 cm4
Iξ =	757.00 cm4
Iη =	2970.0 cm4
Iy =	1863.5 cm4
Iz =	1863.5 cm4
Wy =	144.46 cm3
Wz =	144.46 cm3
Wy,pl =	265.36 cm3
Wz,pl =	316.39 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

17. γ=0.69	15. γ=0.68	16. γ=0.68
11. γ=0.24	8. γ=0.18	13. γ=0.14
12. γ=0.14	14. γ=0.14	7. γ=0.05
9. γ=0.04	10. γ=0.03	5. γ=0.01
6. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 17, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-292.12 kN
Sistemska dužina štapa	L =	312.30 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	61.900 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	2197.5 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (292.12 <= 2197.45)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	512.17 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.917
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	6311.5 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.211
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	421.44 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (292.12 <= 421.44)

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	312.30 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.590
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.791
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	1580.7 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (292.12 <= 1580.69)

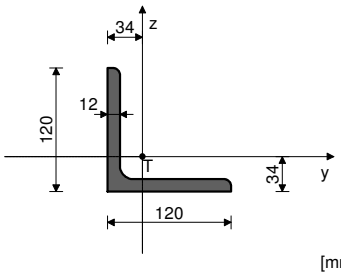
6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	512.44 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	597.49 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.226
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	450.74 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (292.12 <= 450.74)

K16 (335-337)
POPREČNI PRESJEK: L 120x120x12 [S 355] [Set: 7]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	27.500 cm2
Ay =	14.400 cm2
Az =	14.400 cm2
Ix =	13.820 cm4
Iξ =	152.00 cm4
Iη =	584.00 cm4
Iy =	368.00 cm4
Iz =	368.00 cm4
Wy =	42.791 cm3
Wz =	42.791 cm3
Wy,pl =	78.624 cm3
Wz,pl =	93.744 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

17. γ=0.10	15. γ=0.09	16. γ=0.09
11. γ=0.06	13. γ=0.05	12. γ=0.04
14. γ=0.04	9. γ=0.03	7. γ=0.03
6. γ=0.01	10. γ=0.00	8. γ=0.00
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 17, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-42.094 kN
Sistemska dužina štapa	L =	207.14 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	27.500 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	976.25 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (42.09 <= 976.25)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	207.14 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.153
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	2821.1 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.457
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	405.38 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (42.09 <= 405.38)

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	207.14 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.588
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.792
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	703.18 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (42.09 <= 703.18)

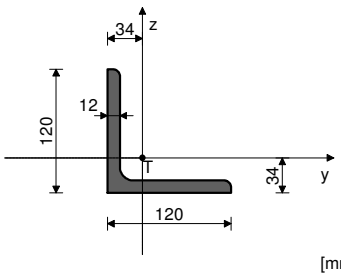
6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	207.14 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	734.25 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.504
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	447.50 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (42.09 <= 447.50)

K33 (42-41)
POPREČNI PRESJEK: L 120x120x12 [S 355] [Set: 7]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	27.500 cm2
Ay =	14.400 cm2
Az =	14.400 cm2
Ix =	13.820 cm4
Iξ =	152.00 cm4
Iη =	584.00 cm4
Iy =	368.00 cm4
Iz =	368.00 cm4
Wy =	42.791 cm3
Wz =	42.791 cm3
Wy,pl =	78.624 cm3
Wz,pl =	93.744 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=0.50	15. γ=0.49	17. γ=0.49
14. γ=0.40	12. γ=0.40	13. γ=0.39
8. γ=0.16	11. γ=0.13	10. γ=0.13
7. γ=0.11	6. γ=0.01	9. γ=0.01
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-363.15 kN
Sistemska dužina štapa	L =	95.459 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	27.500 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	976.25 kN

Dimenzioniranje (čelik)

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (363.15 <= 976.25)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	95.459 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.531
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	13283 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.825
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	732.43 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (363.15 <= 732.43)

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	95.459 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.271
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.964
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	855.42 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (363.15 <= 855.42)

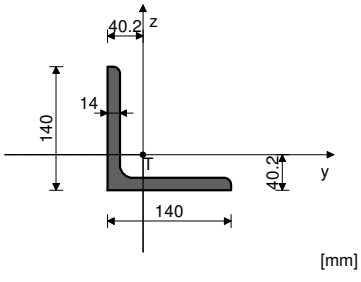
6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	95.459 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	3457.2 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.870
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	772.16 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (363.15 <= 772.16)

K69-1 (311-223)
POPREČNI PRESJEK: L 140x140x14 [S 355] [Set: 6]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	37.200 cm2	
Ay =	19.600 cm2	
Az =	19.600 cm2	
Ix =	25.610 cm4	
Iξ =	282.00 cm4	
Iη =	1100.0 cm4	
Iy =	691.00 cm4	
Iz =	691.00 cm4	
Wy =	69.238 cm3	
Wz =	69.238 cm3	
Wy,pl =	124.85 cm3	
Wz,pl =	148.86 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=0.60	15. γ=0.60	17. γ=0.60
14. γ=0.20	12. γ=0.20	13. γ=0.20
8. γ=0.19	11. γ=0.18	10. γ=0.06
7. γ=0.06	6. γ=0.01	5. γ=0.00
9. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-243.65 kN
Sistemska dužina štapa	L =	302.20 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	37.200 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1320.6 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (243.65 <= 1320.60)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	302.20 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.436
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	2496.4 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.336
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	403.42 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (243.65 <= 403.42)

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	302.20 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.727
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.708
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	849.64 kN

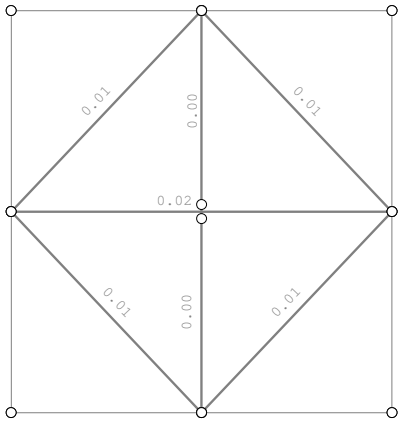
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (243.65 <= 849.64)

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

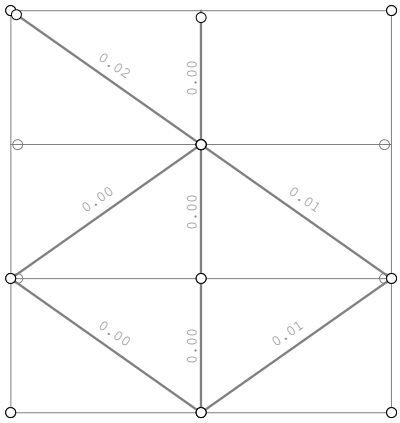
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	302.20 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	640.00 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.367
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	440.21 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (243.65 <= 440.21)

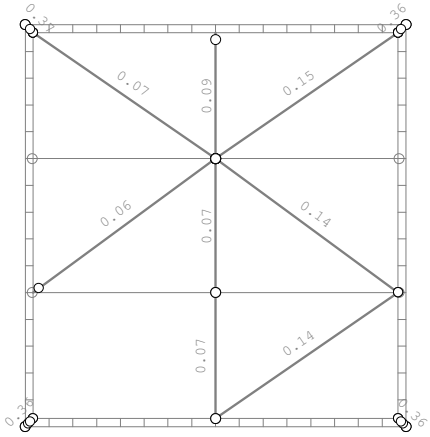
Dimenzioniranje (čelik)



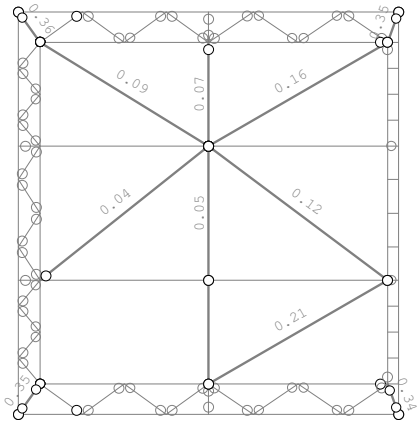
Nivo: Toranj-strop 6.etaže [25.60 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Kontrola stabilnosti



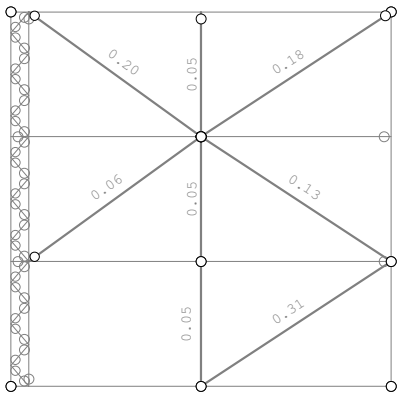
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Kontrola stabilnosti



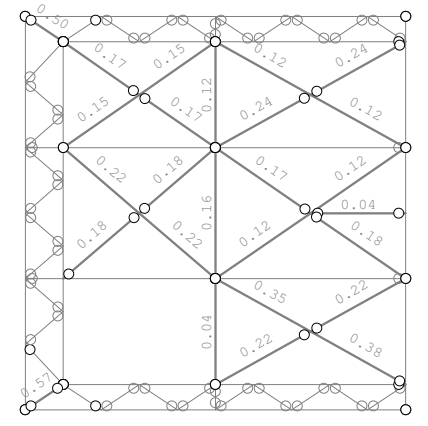
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Kontrola stabilnosti

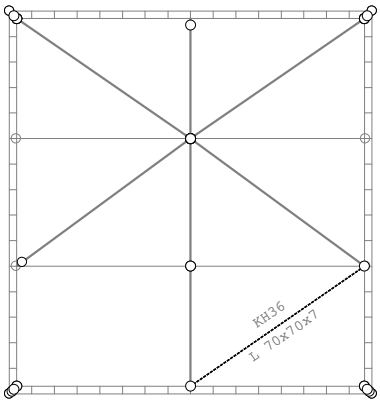


Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Kontrola stabilnosti

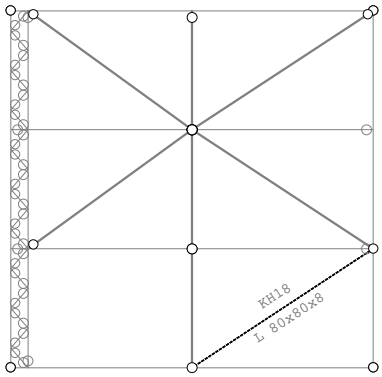


Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Kontrola stabilnosti

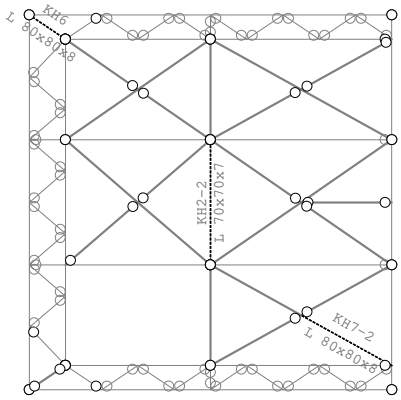
Dimenzioniranje (čelik)



Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Kontrola stabilnosti



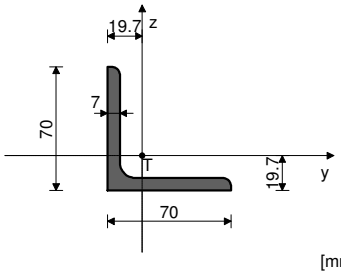
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Horizontalni vezovi
Kontrola stabilnosti

KH2-2 (46-25)
POPREČNI PRESJEK: L 70x70x7 [S 355] [Set: 10]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	9.400 cm2
Ay =	4.900 cm2
Az =	4.900 cm2
Ix =	1.600 cm4
Iξ =	17.600 cm4
Iη =	67.100 cm4
Iy =	42.350 cm4
Iz =	42.350 cm4
Wy =	8.419 cm3
Wz =	8.419 cm3
Wy,pl =	15.607 cm3
Wz,pl =	18.608 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

14. γ=0.16	12. γ=0.16	13. γ=0.15
16. γ=0.09	15. γ=0.08	17. γ=0.08
10. γ=0.06	8. γ=0.03	7. γ=0.03
11. γ=0.02	9. γ=0.01	6. γ=0.01
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-26.857 kN
Sistemska dužina štapa	L =	103.33 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	9.400 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	333.70 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (26.86 <= 333.70)		

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	103.33 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.988
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	1302.4 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.547
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	165.86 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (26.86 <= 165.86)		

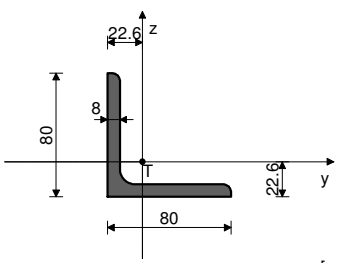
Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	103.33 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.506
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.840
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	254.68 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (26.86 <= 254.68)		

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	103.33 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	341.63 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.604
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	183.37 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (26.86 <= 183.37)		

KH6 (39-40)
POPREČNI PRESJEK: L 80x80x8 [S 355] [Set: 9]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	12.300 cm2
Ay =	6.400 cm2
Az =	6.400 cm2
Ix =	2.730 cm4
Iξ =	29.600 cm4
Iη =	115.00 cm4
Iy =	72.300 cm4
Iz =	72.300 cm4
Wy =	12.596 cm3
Wz =	12.596 cm3
Wy,pl =	23.296 cm3
Wz,pl =	27.776 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=0.50	14. γ=0.46	8. γ=0.43
15. γ=0.41	10. γ=0.40	12. γ=0.38
17. γ=0.32	6. γ=0.31	13. γ=0.29
9. γ=0.28	7. γ=0.18	11. γ=0.17
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-187.75 kN
Sistemska dužina štapa	L =	36.056 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	12.300 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	436.65 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (187.75 <= 436.65)		

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	36.056 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.304
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	18335 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.947
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	375.92 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (187.75 <= 375.92)		

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	36.056 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.154
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	396.95 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (187.75 <= 396.95)

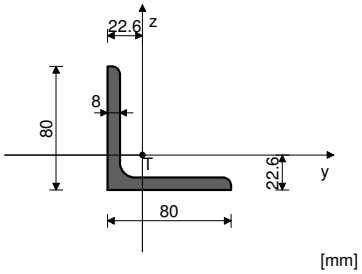
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	36.056 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	4719.2 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.963
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	382.10 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (187.75 <= 382.10)

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

KH7-2 (32-42)
POPREČNI PRESJEK: L 80x80x8 [S 355] [Set: 9]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =		12.300 cm2
Ay =		6.400 cm2
Az =		6.400 cm2
Ix =		2.730 cm4
Iξ =		29.600 cm4
Iη =		115.00 cm4
Iy =		72.300 cm4
Iz =		72.300 cm4
Wy =		12.596 cm3
Wz =		12.596 cm3
Wy,pl =		23.296 cm3
Wz,pl =		27.776 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

14. γ=0.38	12. γ=0.38	13. γ=0.38
16. γ=0.32	15. γ=0.32	17. γ=0.31
10. γ=0.13	8. γ=0.12	7. γ=0.12
11. γ=0.10	6. γ=0.03	9. γ=0.03
5. γ=0.02		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 14, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-99.798 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.113 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.043 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.072 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.097 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	85.797 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	12.300 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	436.65 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (99.80 <= 436.65)

6.2.5 Savijanje y-y

Efektivni moment otpora	Wy,eff =	12.596 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	4.472 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.07 <= 4.47)

6.2.5 Savijanje z-z

Efektivni moment otpora	Wz,eff =	12.596 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	4.472 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.10 <= 4.47)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	131.17 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	131.17 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.04 <= 131.17)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	131.17 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	131.17 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.11 <= 131.17)

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
Uvjet 6.43: (0.32 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	85.797 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.724
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,Z}$ =	3238.0 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.710
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	281.79 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (99.80 <= 281.79)

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	85.797 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.367
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.915
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	363.02 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (99.80 <= 363.02)

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 =	85.797 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	125.89 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	12.596 cm3
Koeficijent imperf.	α_{LT} =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	$\lambda_{LT_}$ =	0.188
Koeficijent redukcije	χ_{LT} =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	4.065 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (0.07 <= 4.07)

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} =	0.692
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.636
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.986
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.636

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.710
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.354
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.012
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.015

Uvjet 6.61: (0.38 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.915
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.275
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.018
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.015

Uvjet 6.62: (0.31 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 5, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	0.029 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.170 kN
Sistemska dužina štapa	L =	85.797 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

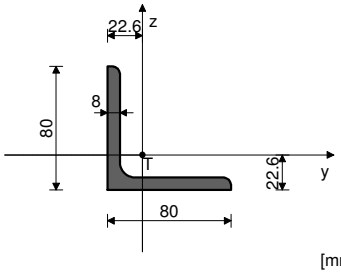
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	131.17 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	131.17 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.17 <= 131.17)

Dimenzioniranje (čelik)

KH18 (61-104)
POPREČNI PRESJEK: L 80x80x8 [S 355] [Set: 9]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	12.300 cm2
Ay =	6.400 cm2
Az =	6.400 cm2
Ix =	2.730 cm4
Iξ =	29.600 cm4
Iη =	115.00 cm4
Iy =	72.300 cm4
Iz =	72.300 cm4
Wy =	12.596 cm3
Wz =	12.596 cm3
Wy,pl =	23.296 cm3
Wz,pl =	27.776 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=0.31	15. γ=0.31	17. γ=0.30
8. γ=0.10	14. γ=0.09	12. γ=0.09
13. γ=0.08	11. γ=0.08	10. γ=0.03
7. γ=0.02	6. γ=0.01	9. γ=0.00
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-35.275 kN
Sistemska dužina štapa	L =	188.37 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	12.300 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	436.65 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (35.27 <= 436.65)		

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	188.37 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	1.589
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	671.71 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.287
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	114.05 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (35.27 <= 114.05)		

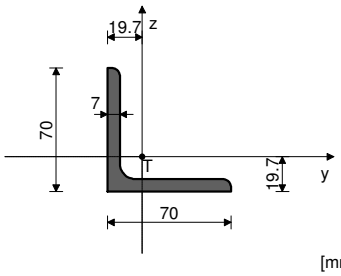
Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	188.37 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.806
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.658
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	261.28 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (35.27 <= 261.28)		

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	188.37 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	172.89 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.311
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	123.61 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (35.27 <= 123.61)		

KH36 (257-177)
POPREČNI PRESJEK: L 70x70x7 [S 355] [Set: 10]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	9.400 cm2
Ay =	4.900 cm2
Az =	4.900 cm2
Ix =	1.600 cm4
Iξ =	17.600 cm4
Iη =	67.100 cm4
Iy =	42.350 cm4
Iz =	42.350 cm4
Wy =	8.419 cm3
Wz =	8.419 cm3
Wy,pl =	15.607 cm3
Wz,pl =	18.608 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

8. γ=0.14	16. γ=0.12	6. γ=0.12
7. γ=0.09	15. γ=0.09	17. γ=0.05
10. γ=0.03	14. γ=0.02	9. γ=0.02
11. γ=0.02	12. γ=0.02	13. γ=0.01
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 8, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-8.489 kN
Sistemska dužina štapa	L =	209.66 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	9.400 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	333.70 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (8.49 <= 333.70)		

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

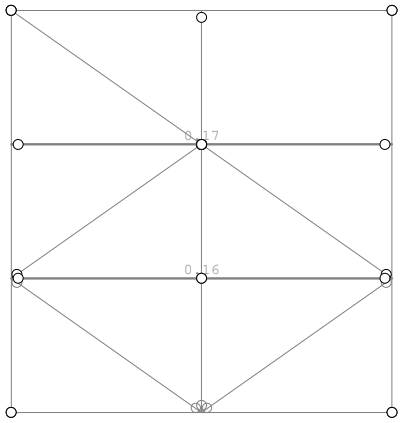
Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	209.66 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	2.005
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	316.38 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.195
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	59.246 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (8.49 <= 59.25)		

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	209.66 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	1.027
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.524
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	159.09 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (8.49 <= 159.09)		

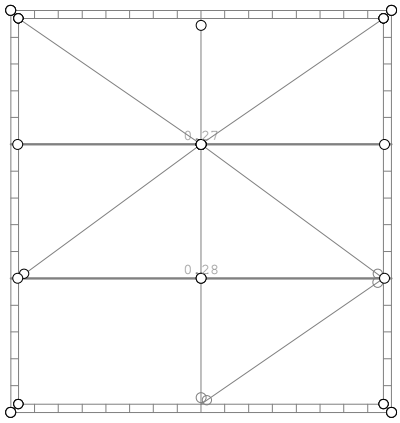
6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	209.66 cm
Krivulja izvijanja:	α_T =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	82.986 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,T}$ =	0.208
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	63.245 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (8.49 <= 63.25)		

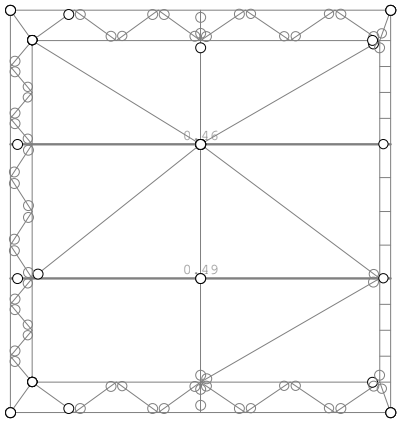
Dimenzioniranje (čelik)



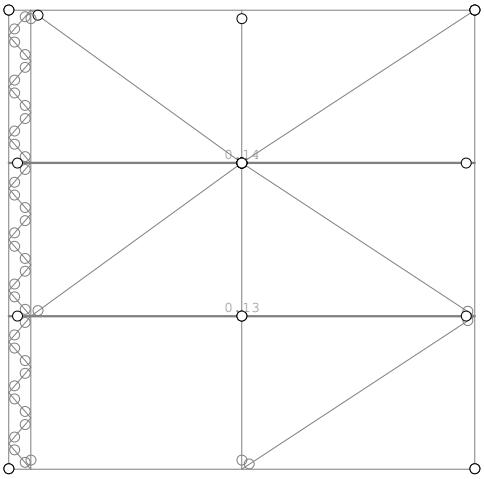
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]
Grupa: Srednje grede
Kontrola stabilnosti



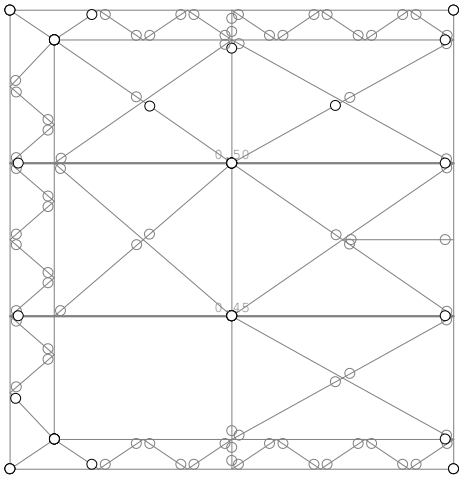
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Srednje grede
Kontrola stabilnosti



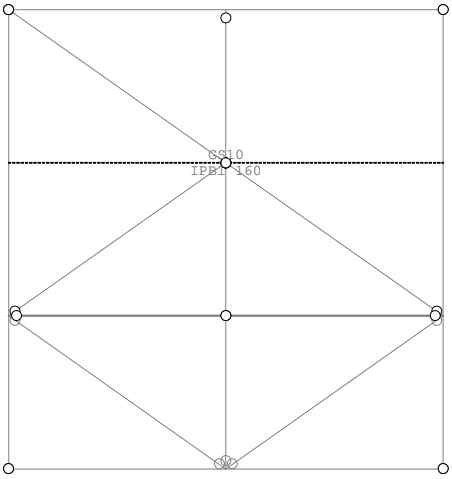
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Srednje grede
Kontrola stabilnosti



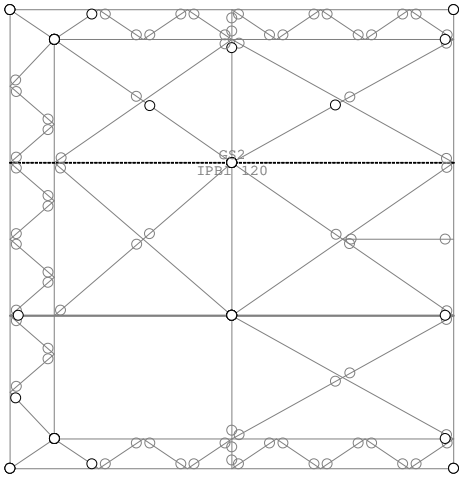
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Srednje grede
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Srednje grede
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]
Grupa: Srednje grede
Kontrola stabilnosti

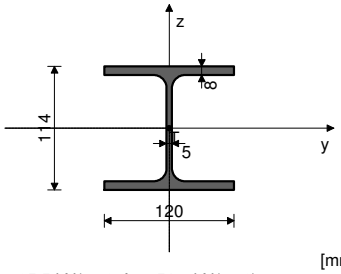


Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Srednje grede
Kontrola stabilnosti

Dimenzioniranje (čelik)

GS2 (72-20)
POPREČNI PRESJEK: IPBl 120 [S 355] [Set: 3]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	25.300 cm2
Ay =	16.880 cm2
Az =	8.420 cm2
Ix =	6.020 cm4
Iy =	606.00 cm4
Iz =	231.00 cm4
Wy =	106.32 cm3
Wz =	38.500 cm3
Wy,pl =	116.40 cm3
Wz,pl =	57.600 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

17. γ=0.50	15. γ=0.48	16. γ=0.46
13. γ=0.30	12. γ=0.30	14. γ=0.30
8. γ=0.13	7. γ=0.11	11. γ=0.11
5. γ=0.10	10. γ=0.09	9. γ=0.06
6. γ=0.05		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 17, na 30.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-12.963 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-11.309 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	3.567 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-1.005 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	3.393 kNm
Moment torzije	M_t =	0.016 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	300.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	898.15 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (12.96 <= 898.15)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{y,eff}$ =	74.689 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	26.515 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (1.01 <= 26.51)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{z,eff}$ =	19.277 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	6.843 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (3.39 <= 6.84)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	100.43 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	100.43 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (3.57 <= 100.43)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	316.03 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	316.03 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (11.31 <= 316.03)

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} / $N_{pl,Rd}$		0.014
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	20.448 kNm
Koeficijent	β =	1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.166

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 =	300.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.802
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	1395.6 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.723
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	590.39 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (12.96 <= 590.39)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	150.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.650
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.756
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	616.92 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (12.96 <= 616.92)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	0.972
Koeficijent	C2 =	0.304
Koeficijent	C3 =	0.980
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	0.500
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	0.500
Koordinata	zg =	5.700 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	150.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	6471.9 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	358.06 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	116.40 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.340
Koeficijent redukcije	χLT =	0.968
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	36.365 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (1.01 <= 36.36)

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} =	0.963
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.578
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.998
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.964

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.723
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γ_{M1})		0.022
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.027
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.106

Uvjet 6.61: (0.15 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.756
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γ_{M1})		0.021
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.028
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.176

Uvjet 6.62: (0.22 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 14, na 15.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	5.818 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	10.970 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-7.038 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	1.070 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-1.646 kNm
Moment torzije	M_t =	-0.010 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	300.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	100.43 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	100.43 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (7.04 <= 100.43)

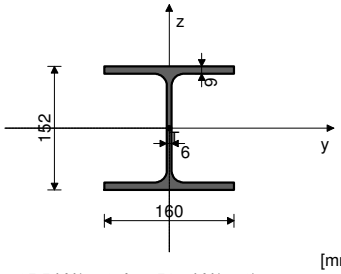
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	379.93 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	379.93 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (10.97 <= 379.93)

Dimenzioniranje (čelik)

GS10 (328-306)
POPREČNI PRESJEK: IPBl 160 [S 355] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

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

5. γ=0.17	6. γ=0.10	7. γ=0.10
8. γ=0.10	9. γ=0.10	10. γ=0.10
11. γ=0.10	12. γ=0.10	13. γ=0.10
14. γ=0.10	15. γ=0.10	16. γ=0.10
17. γ=0.10		

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 5, na 180.0 cm od početka štapa)

Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.375 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	11.042 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	360.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

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

Efektivni moment otpora	Wy,eff =	187.13 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	66.431 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (11.04 <= 66.43)

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: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.38 <= 164.79)

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 =	0.972
Koeficijent	C2 =	0.304
Koeficijent	C3 =	0.980
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	0.500
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	0.500
Koordinata	zg =	7.600 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	180.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	31410 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	858.51 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	237.43 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.313
Koeficijent redukcije	χLT =	0.974
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	74.662 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (11.04 <= 74.66)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 5, na 18.0 cm od početka štapa)

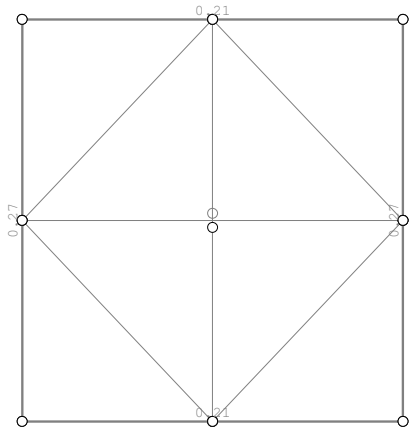
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-11.214 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	1.988 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	360.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

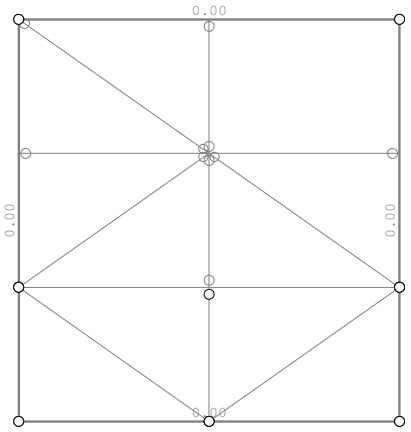
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	164.79 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	164.79 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (11.21 <= 164.79)

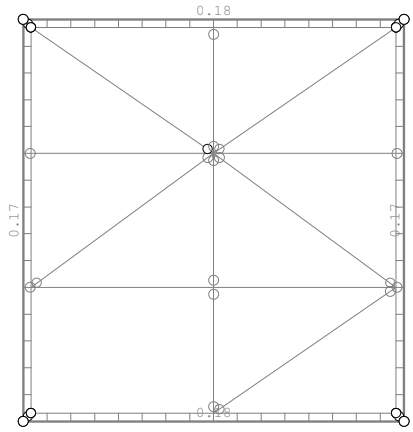
Dimenzioniranje (čelik)



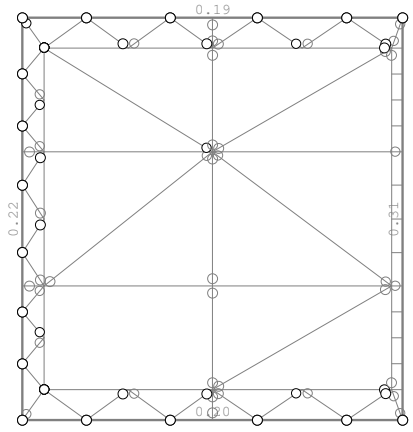
Nivo: Toranj-strop 6.etaže [25.60 m]
Grupa: Vanjske grede
Kontrola stabilnosti



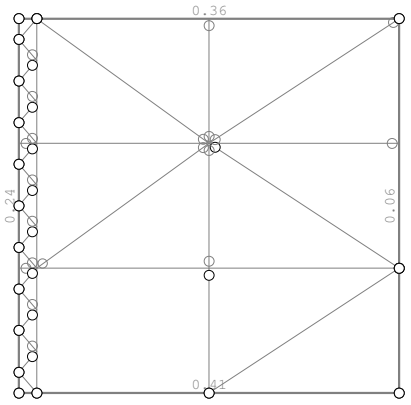
Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]
Grupa: Vanjske grede
Kontrola stabilnosti



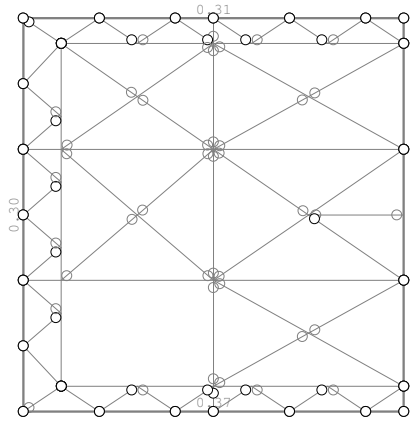
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Vanjske grede
Kontrola stabilnosti



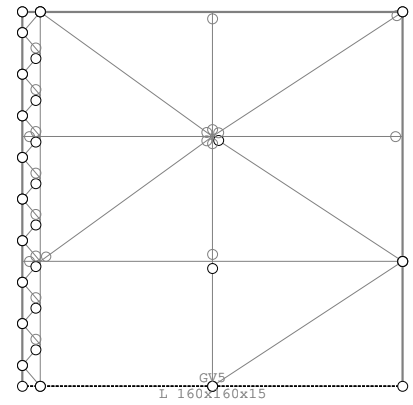
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Vanjske grede
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Vanjske grede
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Vanjske grede
Kontrola stabilnosti

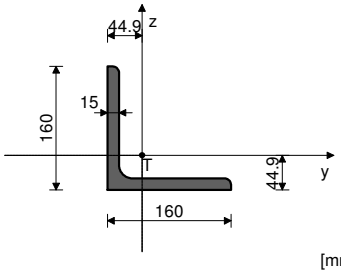


Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Vanjske grede
Kontrola stabilnosti

Dimenzioniranje (čelik)

GV5 (31-86)
POPREČNI PRESJEK: L 160x160x15 [S 355] [Set: 5]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	46.100 cm2
Ay =	24.000 cm2
Az =	24.000 cm2
Ix =	36.000 cm4
Iξ =	453.00 cm4
Iη =	1750.0 cm4
Iy =	1101.5 cm4
Iz =	1101.5 cm4
Wy =	95.699 cm3
Wz =	95.699 cm3
Wy,pl =	175.69 cm3
Wz,pl =	207.47 cm3
γM0 =	1.000
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=0.41	17. γ=0.36	12. γ=0.35
14. γ=0.32	15. γ=0.32	16. γ=0.29
11. γ=0.29	6. γ=0.25	10. γ=0.24
7. γ=0.23	8. γ=0.19	9. γ=0.18
5. γ=0.01		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 13, na 300.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-122.48 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	65.293 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.414 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-0.051 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	9.794 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	315.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	46.100 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1636.6 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (122.48 <= 1636.55)

6.2.5 Savijanje y-y

Efektivni moment otpora	Wy,eff =	95.699 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	33.973 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.05 <= 33.97)

6.2.5 Savijanje z-z

Efektivni moment otpora	Wz,eff =	95.699 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	33.973 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (9.79 <= 33.97)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	491.90 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	491.90 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.41 <= 491.90)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	491.90 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	491.90 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (65.29 <= 491.90)

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
Uvjet 6.43: (0.41 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	3.150 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.013
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	14622 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	1487.8 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (122.48 <= 1487.77)

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	157.50 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.335
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.931
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	1385.8 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (122.48 <= 1385.77)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	0.972
Koeficijent	C2 =	0.304
Koeficijent	C3 =	0.980
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	0.500
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	0.500
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	157.50 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	1005.6 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	95.699 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.184
Koeficijent redukcije	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	30.885 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (0.05 <= 30.88)

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} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.951
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.967
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.998
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.967

Redukcijski koeficijent	χ_y =	1.000
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.082
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.002
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.307

Uvjet 6.61: (0.39 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.931
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.088
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.002
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.307

Uvjet 6.62: (0.40 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 17, na 300.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	124.81 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-65.580 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.463 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-0.058 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-9.837 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	315.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

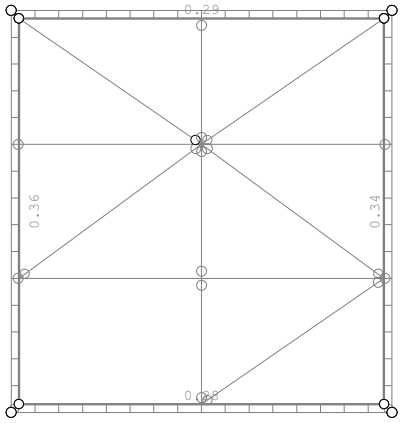
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	491.90 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	491.90 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.46 <= 491.90)

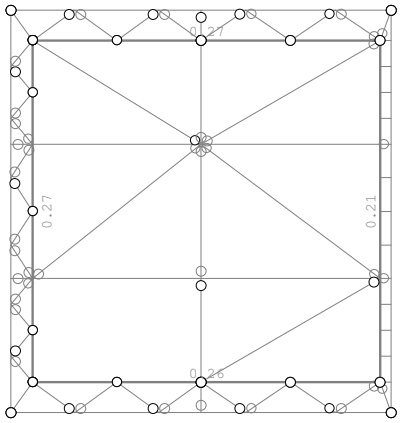
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	491.90 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	491.90 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (65.58 <= 491.90)

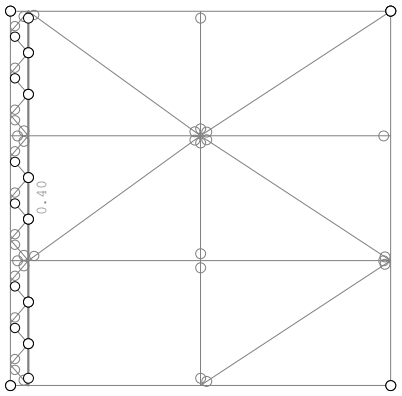
Dimenzioniranje (čelik)



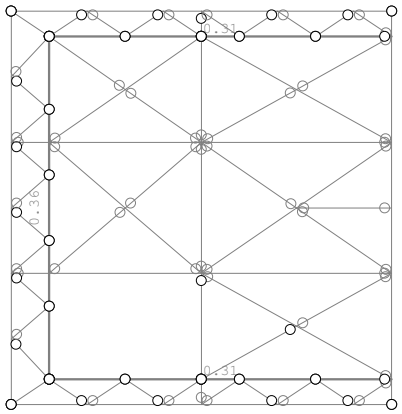
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Unutarnje grede
Kontrola stabilnosti



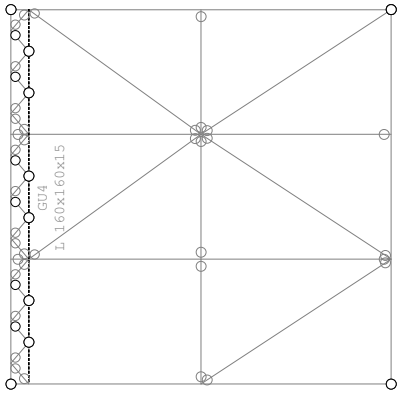
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Unutarnje grede
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Kontrola stabilnosti



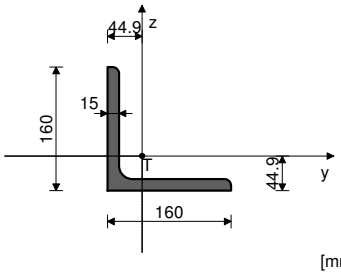
Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Unutarnje grede
Kontrola stabilnosti

GU4 (34-90)
POPREČNI PRESJEK: L 160x160x15 [S 355] [Set: 5]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	46.100 cm2
Ay =	24.000 cm2
Az =	24.000 cm2
Ix =	36.000 cm4
Iξ =	453.00 cm4
Iη =	1750.0 cm4
Iy =	1101.5 cm4
Iz =	1101.5 cm4
Wy =	95.699 cm3
Wz =	95.699 cm3
Wy,pl =	175.69 cm3
Wz,pl =	207.47 cm3
γM0 =	1.000
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

12. γ=0.40	13. γ=0.40	14. γ=0.40
15. γ=0.34	17. γ=0.34	16. γ=0.33
11. γ=0.13	10. γ=0.12	8. γ=0.12
7. γ=0.11	6. γ=0.05	5. γ=0.04
9. γ=0.04		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 14, na 34.4 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-179.82 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-7.271 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.708 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-0.265 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	2.504 kNm
Moment torzije	M_t =	-0.045 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	310.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	46.100 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1636.6 kN

Uvjet 6.9: $N_{Ed} <= N_{c,Rd}$ (179.82 <= 1636.55)

6.2.5 Savijanje y-y

Efektivni moment otpora	Wy,eff =	95.699 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	33.973 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y} <= M_{c,Rd,y}$ (0.27 <= 33.97)

6.2.5 Savijanje z-z

Efektivni moment otpora	Wz,eff =	95.699 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	33.973 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z} <= M_{c,Rd,z}$ (2.50 <= 33.97)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	491.90 kN

Dimenzioniranje (čelik)

Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 491.90 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.71 <= 491.90)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 491.90 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 491.90 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (7.27 <= 491.90)

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
Uvjet 6.43: (0.22 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	$l_{,\xi}$ =	310.00 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	$\lambda_{_\xi}$ =	1.294
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	34037 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\xi}$ =	0.391
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	582.10 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (179.82 <= 582.10)

Dužina izvijanja η-η	$l_{,\eta}$ =	103.23 cm
Relativna vitkost η-η	$\lambda_{_\eta}$ =	0.219
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,\eta}$ =	0.990
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	1473.2 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (179.82 <= 1473.16)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	0.972
Koeficijent	C2 =	0.304
Koeficijent	C3 =	0.980
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	0.333
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	0.333
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	103.33 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	2301.6 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	95.699 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.121
Koeficijent redukcije	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	30.885 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (0.27 <= 30.88)

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} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.126
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.965
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.998
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.965

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.391
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.309
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.010
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.078

Uvjet 6.61: (0.40 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.990
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.122
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.009
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.078

Uvjet 6.62: (0.21 <= 1)

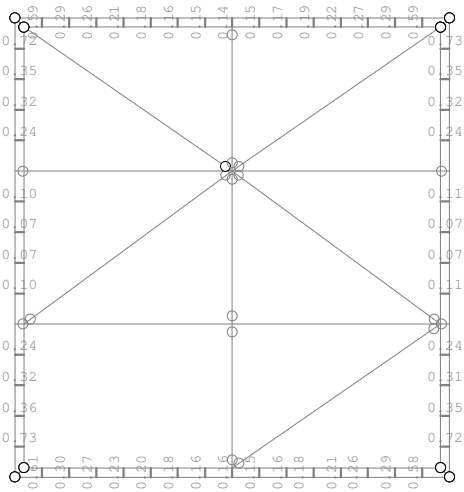
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 17, na 275.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-184.32 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	7.846 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.542 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-0.208 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	2.702 kNm
Moment torzije	M_t =	0.043 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	310.00 cm

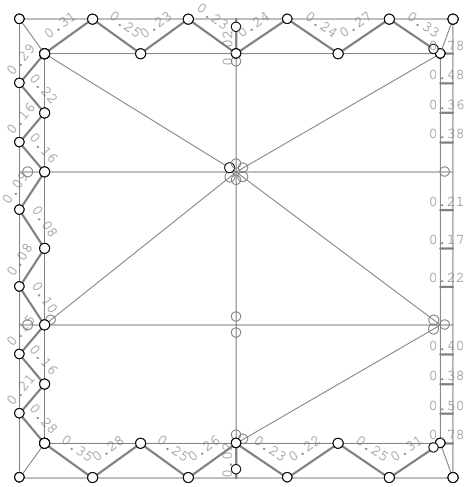
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 491.90 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 491.90 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.54 <= 491.90)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 491.90 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 491.90 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (7.85 <= 491.90)

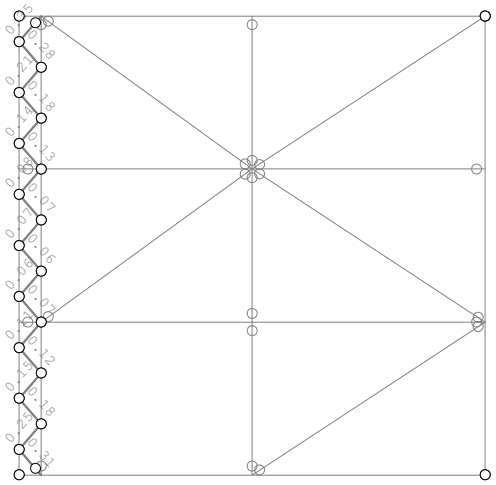
Dimenzioniranje (čelik)



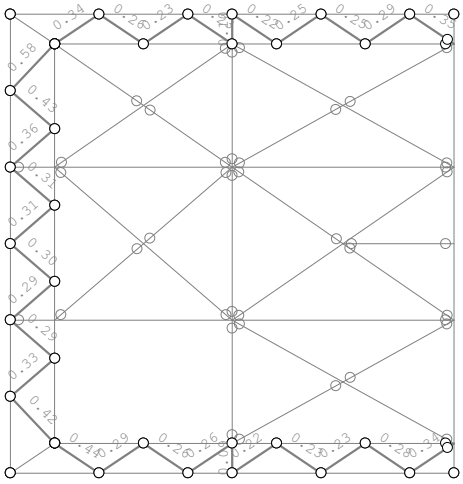
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]
Grupa: Veze vanjskih i unutarnjih greda
Kontrola stabilnosti



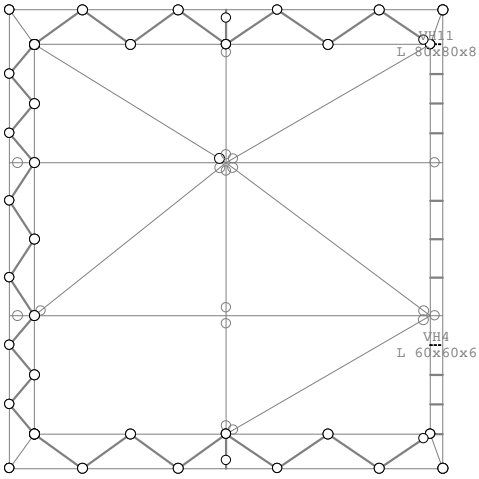
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Veze vanjskih i unutarnjih greda
Kontrola stabilnosti



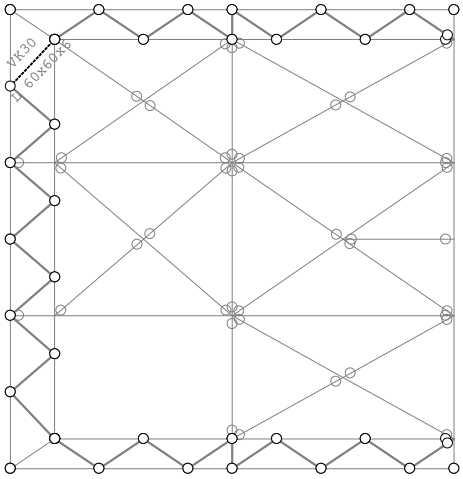
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]
Grupa: Veze vanjskih i unutarnjih greda
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Veze vanjskih i unutarnjih greda
Kontrola stabilnosti



Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]
Grupa: Veze vanjskih i unutarnjih greda
Kontrola stabilnosti

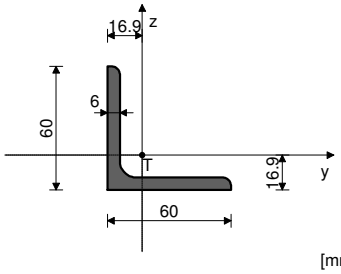


Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]
Grupa: Veze vanjskih i unutarnjih greda
Kontrola stabilnosti

Dimenzioniranje (čelik)

VH4 (172-169)
POPREČNI PRESJEK: L 60x60x6 [S 355] [Set: 11]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	6.910 cm2
Ay =	3.600 cm2
Az =	3.600 cm2
Ix =	0.860 cm4
Iξ =	9.430 cm4
Iη =	36.100 cm4
Iy =	22.765 cm4
Iz =	22.765 cm4
Wy =	5.282 cm3
Wz =	5.282 cm3
Wy,pl =	9.828 cm3
Wz,pl =	11.718 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=0.40	17. γ=0.38	12. γ=0.37
15. γ=0.35	14. γ=0.34	16. γ=0.32
11. γ=0.26	7. γ=0.23	9. γ=0.17
6. γ=0.14	10. γ=0.08	8. γ=0.06
5. γ=0.03		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 13, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-2.629 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-12.068 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.828 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-0.059 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.605 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	10.000 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	6.910 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	245.31 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (2.63 <= 245.31)

6.2.5 Savijanje y-y

Efektivni moment otpora	Wy,eff =	5.282 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	1.875 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.06 <= 1.88)

6.2.5 Savijanje z-z

Efektivni moment otpora	Wz,eff =	5.282 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	1.875 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.61 <= 1.88)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	73.785 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	73.785 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.83 <= 73.79)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	73.785 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	73.785 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (12.07 <= 73.79)

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
Uvjet 6.43: (0.40 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	l,ξ =	10.000 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.112
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,z}$ =	74821 kN
Redukcijski koeficijent	χ,ξ =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\xi}$ =	223.00 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\xi}$ (2.63 <= 223.00)

Dužina izvijanja η-η	l,η =	10.000 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.057
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,η =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,\eta}$ =	223.00 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,\eta}$ (2.63 <= 223.00)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	2.527
Koeficijent	C2 =	0.000
Koeficijent	C3 =	0.751
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 =	10.000 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	457.41 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	5.282 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.064
Koeficijent redukcije	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	1.705 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (0.06 <= 1.70)

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} =	0.442
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.400
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.442
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.442
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.400
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	1.000
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.400

Redukcijski koeficijent	χy =	1.000
N_{Ed} / (χy N_{Rk} / γM1)		0.012
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.015
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.142

Uvjet 6.61: (0.17 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	1.000
N_{Ed} / (χz N_{Rk} / γM1)		0.012
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.035
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.142

Uvjet 6.62: (0.19 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 17, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	2.633 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	12.084 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.140 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.017 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.605 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	10.000 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	73.785 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	73.785 kN

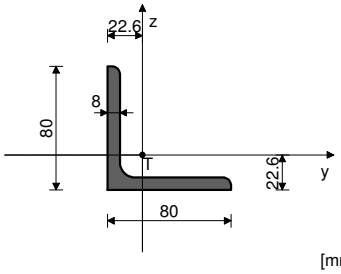
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.14 <= 73.79)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	73.785 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	73.785 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (12.08 <= 73.79)

VH11 (241-237)
POPREČNI PRESJEK: L 80x80x8 [S 355] [Set: 9]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	12.300 cm2
Ay =	6.400 cm2
Az =	6.400 cm2
Ix =	2.730 cm4
Iξ =	29.600 cm4
Iη =	115.00 cm4
Iy =	72.300 cm4
Iz =	72.300 cm4
Wy =	12.596 cm3
Wz =	12.596 cm3
Wy,pl =	23.296 cm3
Wz,pl =	27.776 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

17. γ=0.78	15. γ=0.78	16. γ=0.77
13. γ=0.75	12. γ=0.74	14. γ=0.74
11. γ=0.48	7. γ=0.45	9. γ=0.28
10. γ=0.28	6. γ=0.25	8. γ=0.24
5. γ=0.04		

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 17, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	1.657 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	28.742 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-5.582 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.281 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-2.872 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	10.000 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	$N_{pl,Rd}$ =	436.65 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	$N_{u,Rd}$ =	406.49 kN
Računska otp. na vlak	$N_{t,Rd}$ =	406.49 kN

Uvjet 6.5: N_{Ed} <= $N_{t,Rd}$ (1.66 <= 406.49)

6.2.5 Savijanje y-y

Efektivni moment otpora	Wy,eff =	12.596 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	4.472 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.28 <= 4.47)

6.2.5 Savijanje z-z

Efektivni moment otpora	Wz,eff =	12.596 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	4.472 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (2.87 <= 4.47)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	131.17 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	131.17 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (5.58 <= 131.17)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	131.17 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	131.17 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (28.74 <= 131.17)

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
Uvjet 6.43: (0.78 <= 1)

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

Koeficijent	C1 =	2.762
Koeficijent	C2 =	0.000
Koeficijent	C3 =	0.020
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 =	10.000 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	1587.5 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	12.596 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.053
Koeficijent redukcije	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	4.065 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (0.28 <= 4.07)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 13, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.570 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-28.783 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	2.651 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-0.134 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	2.880 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	10.000 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	131.17 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	131.17 kN

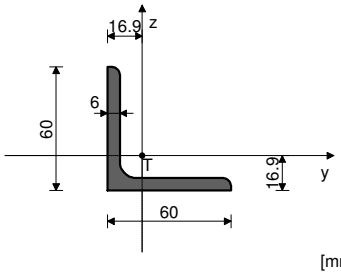
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (2.65 <= 131.17)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	131.17 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	131.17 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (28.78 <= 131.17)

VK30 (40-26)
POPREČNI PRESJEK: L 60x60x6 [S 355] [Set: 11]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	6.910 cm2
Ay =	3.600 cm2
Az =	3.600 cm2
Ix =	0.860 cm4
Iξ =	9.430 cm4
Iη =	36.100 cm4
Iy =	22.765 cm4
Iz =	22.765 cm4
Wy =	5.282 cm3
Wz =	5.282 cm3
Wy,pl =	9.828 cm3
Wz,pl =	11.718 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=0.58	12. γ=0.54	14. γ=0.50
17. γ=0.48	15. γ=0.45	16. γ=0.41
7. γ=0.29	11. γ=0.24	6. γ=0.13
9. γ=0.11	10. γ=0.03	8. γ=0.03
5. γ=0.00		

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 13, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-109.77 kN
Sistemska dužina štapa	L =	43.621 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 4

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Efektivna površina poprečnog presjeka	Aeff =	6.910 cm2
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	245.31 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (109.77 <= 245.31)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja ξ-ξ	l,ξ =	43.621 cm
Relativna vitkost ξ-ξ	λ_ξ =	0.489
Krivulja izvijanja za os ξ-ξ: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,Z}$ =	3932.2 kN
Redukcijski koeficijent	χ,ξ =	0.849
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,ξ}$ =	189.40 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,ξ}$ (109.77 <= 189.40)

Dužina izvijanja η-η	l,η =	43.621 cm
Relativna vitkost η-η	λ_η =	0.250
Krivulja izvijanja za os η-η: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,η =	0.975
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,η}$ =	217.36 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,η}$ (109.77 <= 217.36)

6.3.1.4 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Razmak bočno pridržanih točaka	L =	43.621 cm
Krivulja izvijanja:	αT =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,T}$ =	1027.2 kN
Redukcijski koeficijent	χ,T =	0.889
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,T}$ =	198.29 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,T}$ (109.77 <= 198.29)

ODABRANO OJAČANJE I SANACIJA TORANJ ZVONIKA

Konstrukcija nove čelične prostorne rešetke tornja zvonika

ČELIK S335

Stupovi L 180 x 180 x 18

Postaviti u uglovima sa unutarnje strane zvonika

Vertikalni spregovi L 180 x 180 x 18, L 160 x 160 x 15

L 140 x 140 x 14, L 120 x 120 x 12

Stupove i vertikalne spregove ankerirati – povezati za postojeće zidove zvonika sa M 14 / 100 cm (cca 3 komada po visini) u epoxy

Podesti L 160 x 160 x 15 – rubno uz zid

IPBI (HEA) 120 - horizontale

L 80 x 80 x 8, L 70 x 70 x 7, L 60 x 60 x 6 – kosnici / ispune

Rubne profile L 160 x 15 uz postojeći zid povezati šipkama Ø 25 mm kroz cijeli zid zvonika (4 komada po dužini zida) – vidi nacrt br. 2

Šipke Ø 25 mm – obostrani navoj i matica

– sa vanjske strane pločica 200 x 200 x 10 mm

- sve profile međusobno zavariti a = 0,7 t

- točne mjere uzeti na licu mjesta

Podna ploča u nivou kora d = 25 cm – armiranobetonska ploča C 25/30

Izvesti utor – šlic dubine cca 20 cm za oslonac nove ploče

sa produbljivanjem do 40 cm – vidi nacrt br. 1

- donja i gornja zona Q 525 + šipke Ø 14 – ojačanja na mjestima utora

Ojačanje ulaznog nadvoja FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom

- mreža + sidrena užad + injektiranje pukotina

– vidi nacrt br. 3

- FRP izvoditi prema uputama proizvođača

Ojačanje svoda iznad vrata za krov Ø 8 / 20 cm - čelične spiralne šipke

- čelične spiralne šipke Ø 8 / 20 cm, dubina 10-15 cm

- postaviti lučno po svodu u epoxy

– vidi nacrt br. 7

Ojačanje zidova tornja FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom

– vidi nacrt br. 3

- mreža + sidrena užad sa vanjske strane zidova

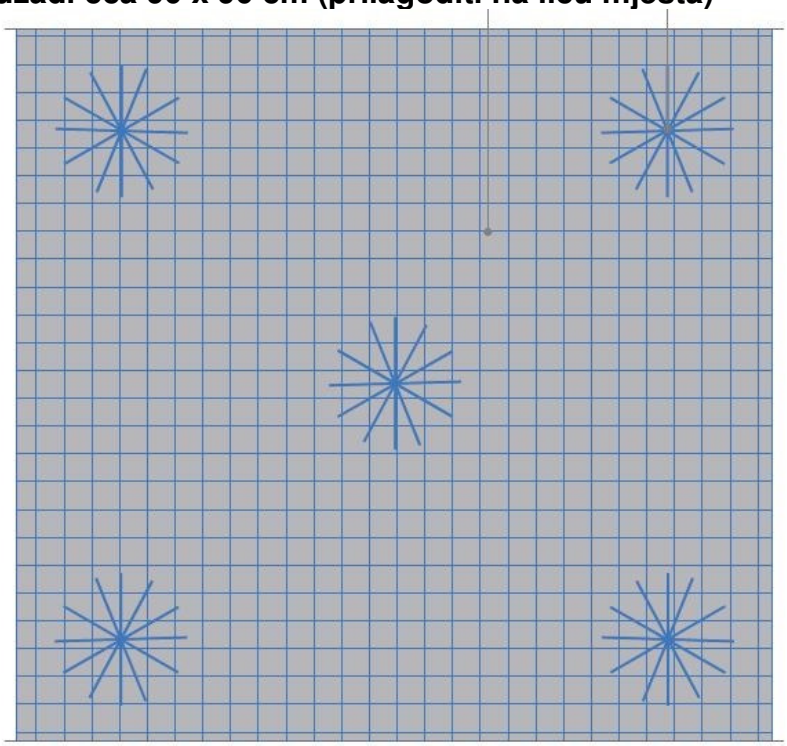
- FRP izvoditi prema uputama proizvođača



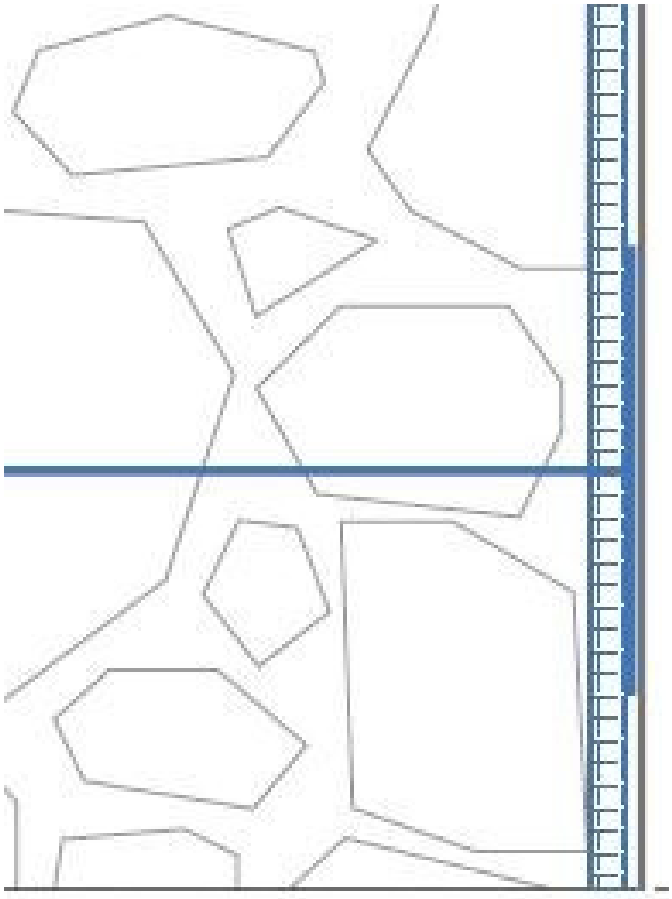


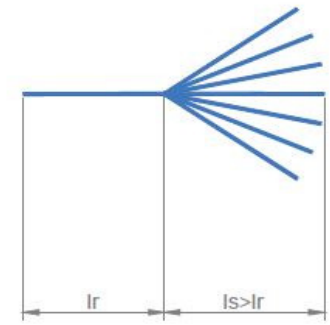


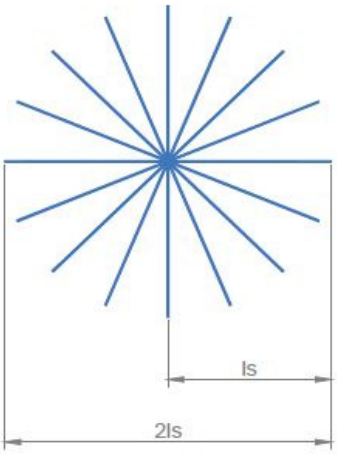
- raster sidrenih užadi cca 90 x 90 cm (prilagoditi na licu mjesta)



- dubina sidrenja užadi cca 30 cm







lr = dužina krutog dijela

ls = dužina raspletenog dijela

STATIČKI PRORAČUN CRKVE

ANALIZA OPTEREĆENJA

1 STALNO "G"

KOSI KROV drveno krovište nagiba α = 42°, pokrov ravnim crijepom, dvostruko pokrivanje

pokrov (crijep sa letvama i rogovima) = 0,90 KN/m²
oplata (daske 2,4 cm) 0,024 * 6,0 = 0,15
drvena građa = 0,15
g_k = 1,20 KN/m² kose površine
za nagib α = 42° cos α = 0,74 g = 1,20 / 0,74 = 1,62 KN/m² tlocrtne površine

Raspodjela na zidove

zidovi crkvene lađe pripadajuća širina : e = 12,35 / 2 = 6,175 m
linijsko opterećenje : g' = g * e = 1,62 * 6,175 = 10,0 KN/m

zidovi svetišta pripadajuća širina : e = 9,30 / 2 = 4,65 m
linijsko opterećenje : g' = g * e = 1,62 * 4,65 = 7,5 KN/m

zidovi sakristije pripadajuća širina : e = 5,10 / 2 = 2,55 m
linijsko opterećenje : g' = g * e = 1,62 * 2,55 = 4,1 KN/m

zidovi kotlovnice pripadajuća širina : e = 3,80 / 2 = 1,90 m
linijsko opterećenje : g' = g * e = 1,62 * 1,90 = 3,1 KN/m

SVOD CRKVENE LAĐE i SVETIŠTA

slojevi na gornjoj plohi = 0,30 KN/m²
žbuka d=7 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g_s = 1,40 KN/m²
vlastita težina (puna opeka d=27 cm) 0,27 * 16,0 = g_v = 4,30
g = 5,70 KN/m² zakrivljene površine

KOR i STROP IZNAD ULAZA

drveni pod = 0,30 KN/m²
nasip d=30 cm na svodu 0,30 * 18,0 = 5,40
podgled (žbuka d=3 cm) 0,03 * 16,0 = 0,50
g_s = 6,20 KN/m²
vlastita težina (puna opeka d=27 cm) 0,27 * 16,0 = g_v = 4,30
g = 10,50 KN/m²

KAMENI ZIDOVI

Veći i manji komadi kamena u relativno pravilnom rasteru povezani vapnenim mortom.
Usvojena zapreminska težina zida sa mortom : $\gamma = 22$ KN/m^3.

d = 1,90 m
težina zida 1,90 * 22,0 = 41,80 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 42,90 KN/m^2

d = 1,80 m
težina zida 1,80 * 22,0 = 39,60 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 40,70 KN/m^2

d = 1,70 m
težina zida 1,70 * 22,0 = 37,40 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 38,50 KN/m^2

d = 1,55 m
težina zida 1,55 * 22,0 = 34,10 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 35,20 KN/m^2

d = 1,45 m
težina zida 1,45 * 22,0 = 31,90 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 33,00 KN/m^2

d = 1,25 m
težina zida 1,25 * 22,0 = 27,50 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 28,60 KN/m^2

d = 1,15 m
težina zida 1,15 * 22,0 = 25,30 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 26,40 KN/m^2

d = 1,10 m
težina zida 1,10 * 22,0 = 24,20 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 25,30 KN/m^2

d = 1,00 m
težina zida 1,00 * 22,0 = 22,00 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 21,10 KN/m^2

d = 0,90 m
težina zida 0,90 * 22,0 = 19,80 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 20,90 KN/m^2

d = 0,75 m
težina zida 0,75 * 22,0 = 16,50 KN/m^2
žbuka d=2*3,5 cm 0,07 * 16,0 = 1,10
g = 17,60 KN/m^2

2 UPORABNO "Q"

NAMJENA	KATEGORIJA	q_k (KN/m^2)
kor	P	4,0

3 POTRES "Ex" i "Ey"



Karta potresnih područja Hrvatske (izvor: seizkarta.gfz.hr)

Vrijednost iz baze:

Tp = 95 godina: a_{gR} = 0,131 g

Tp = 225 godina: a_{gR} = 0,188 g **MJERODAVNO**

Tp = 475 godina: a_{gR} = 0,260 g

Tip temeljnog tla C

S = 1,15 T_B = 0,20 s T_C = 0,60 s T_D = 2,0 s

Faktor ponašanja za neomeđeno zide q = 1,5

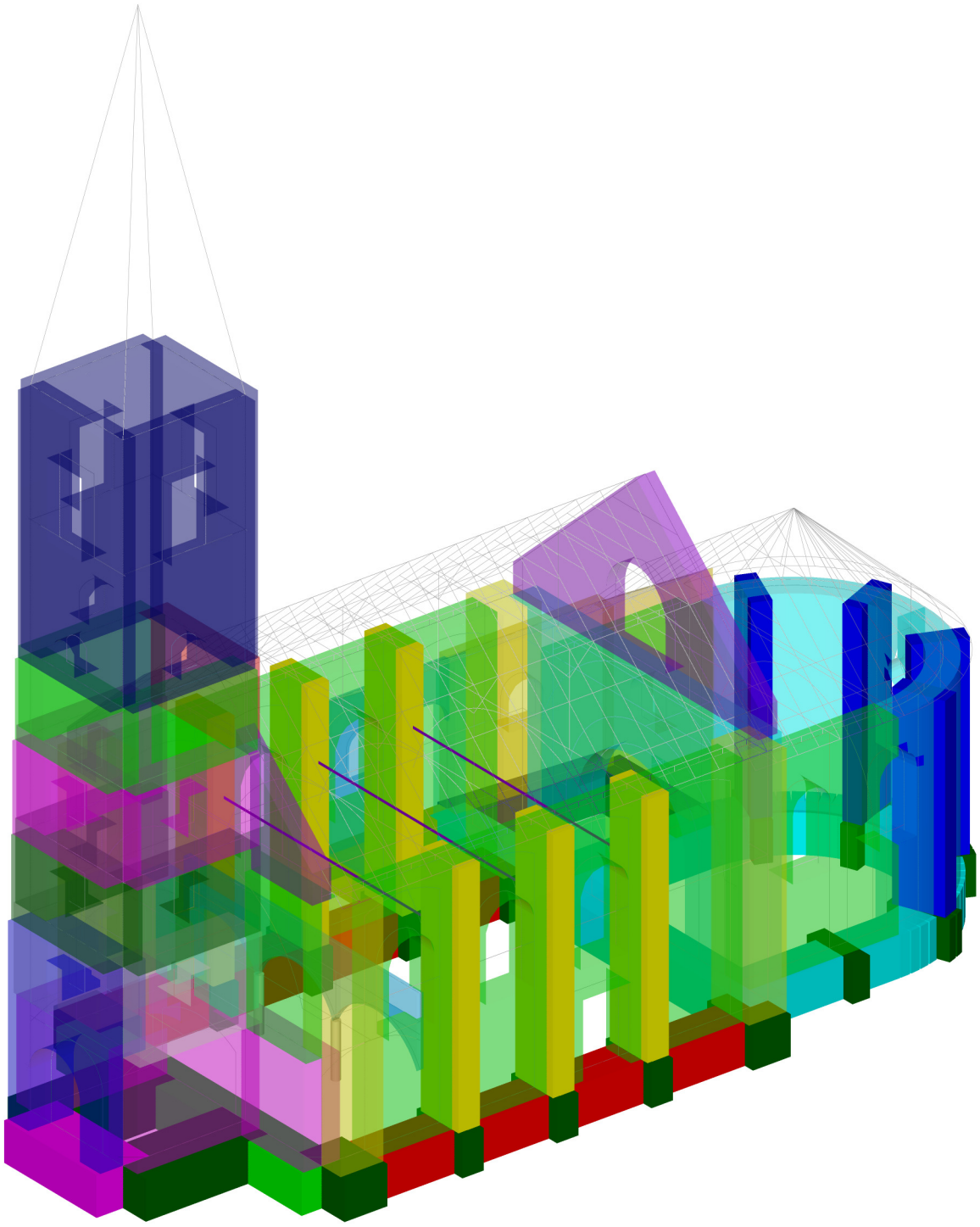
Raspucalost materijala 0,5

Razred važnosti zgrade III

(zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem) **γ = 1,2**

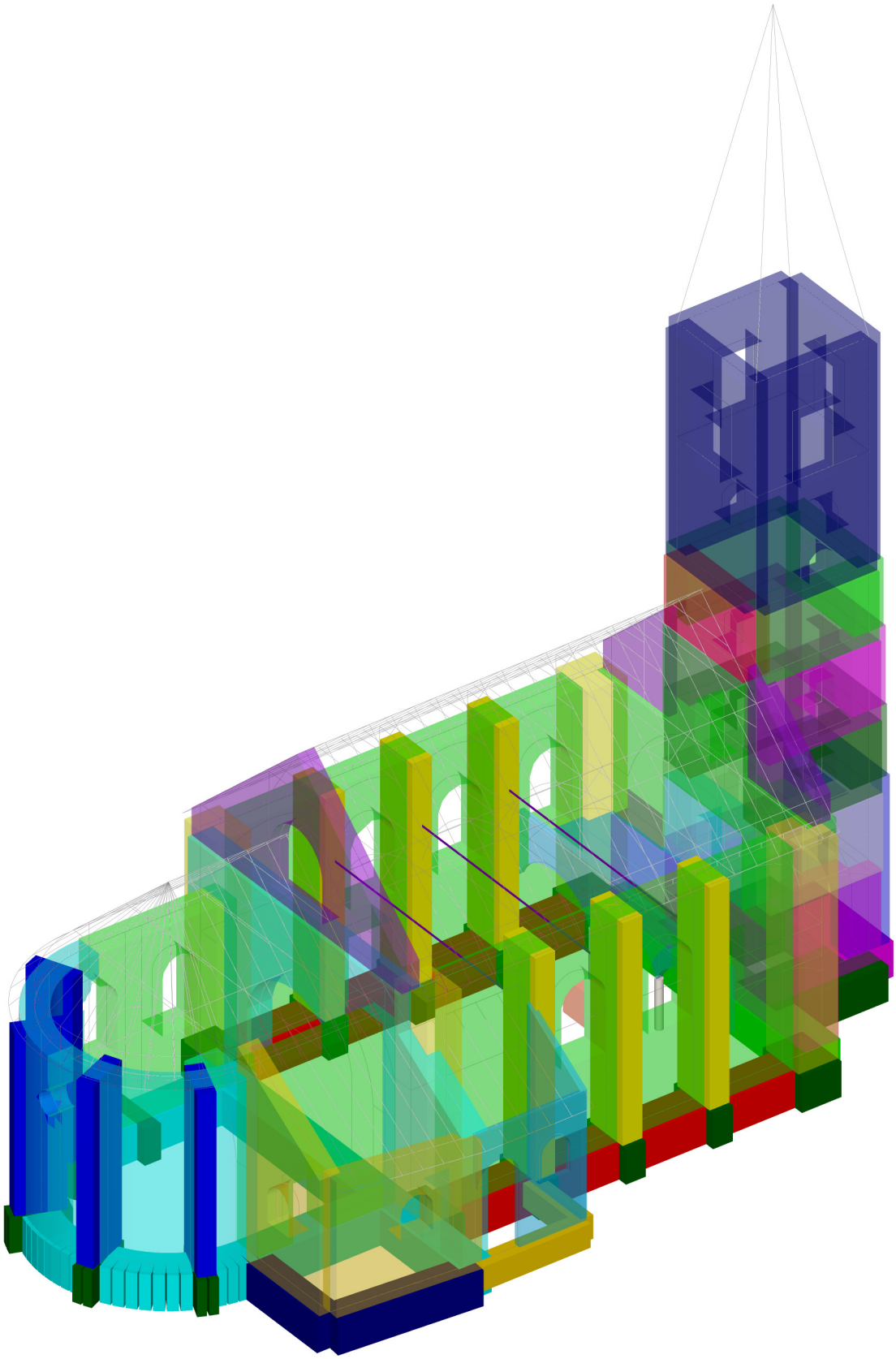
PRORAČUN **Program Tower**

PROSTORNI MODEL



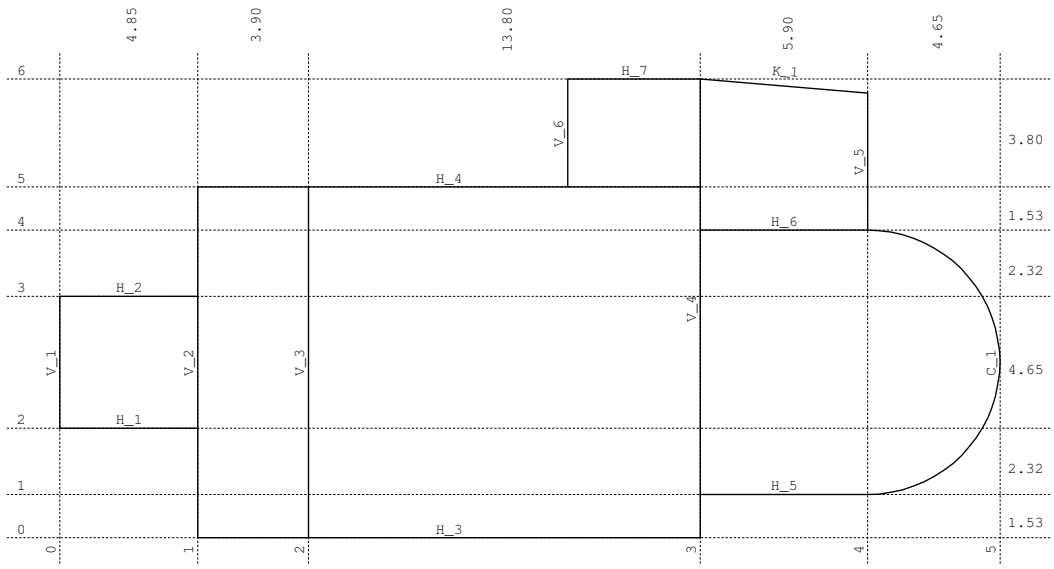
Izometrija

Ulazni podaci - Konstrukcija



Izometrija

Ulazni podaci - Konstrukcija



Dispozicija okvira

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	4.75
Toranj-strop 5.etaže	20.85	4.70
Toranj-strop 4.etaže	16.15	2.85
Toranj-strop 3.etaže	13.30	3.30
Toranj-strop 2.etaže	10.00	0.70
Vrh zida lađe	9.30	0.35
Tjeme svoda lađe	8.95	1.30
Vrh zida svetišta	7.65	0.55

Naziv	z [m]	h [m]
Tjeme svoda svetišta	7.10	0.10
Toranj-strop 1.etaže	7.00	0.45
Zatege svoda lađe	6.55	1.40
Oslonac svoda lađe	5.15	1.35
Kor	3.80	0.45
Oslonac svoda svetišta	3.35	3.35
Pod 0.00	0.00	

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.60	1.000e-5	6.000e+5	0.20
2	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.70	1.000e-5	6.000e+5	0.20
3	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.80	1.000e-5	6.000e+5	0.20
4	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.90	1.000e-5	6.000e+5	0.20
5	Kameni zid	6.000e+5	0.20	23.00	1.000e-5	6.000e+5	0.20
6	Kameni zid	6.000e+5	0.20	21.10	1.000e-5	6.000e+5	0.20
7	Kameni zid	6.000e+5	0.20	23.20	1.000e-5	6.000e+5	0.20
8	Kameni zid	6.000e+5	0.20	23.50	1.000e-5	6.000e+5	0.20
9	Opeka/Puna	4.500e+6	0.20	16.00	1.000e-5	4.500e+6	0.20
10	Kameni zid	6.000e+5	0.20	20.50	1.000e-5	4.500e+6	0.20
11	Kameni zid	6.000e+5	0.20	20.50	1.000e-5	6.000e+5	0.20
12	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.60	1.000e-5	4.500e+6	0.20
13	Kameni zid	6.000e+5	0.20	25.00	1.000e-5	4.500e+6	0.20
14	Kameni zid	6.000e+5	0.20	22.00	1.000e-5	4.500e+6	0.20
15	Beton C16/20	2.850e+7	0.20	25.00	1.000e-5	2.850e+7	0.20
16	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	1.900	0.950	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<2>	1.800	0.900	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<3>	1.700	0.850	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<4>	1.550	0.775	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<5>	1.450	0.725	3	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<6>	1.250	0.625	4	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<7>	1.150	0.575	5	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<8>	1.100	0.550	5	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<9>	1.000	0.500	6	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<10>	0.900	0.450	7	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<11>	0.750	0.375	8	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<12>	0.270	0.135	9	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<13>	1.500	0.000	10	Opeka/Blokovi	Izotropna			

Setovi površinskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3

Setovi linijskih ležajeva

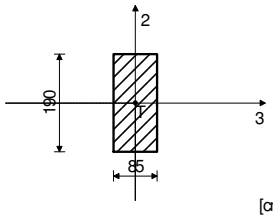
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		2.300
2	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		2.100
3	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		1.600
4	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		1.400
5	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		1.100
6	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		0.800

Ulazni podaci - Konstrukcija

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=85/190, Fiktivna ekscentričnost

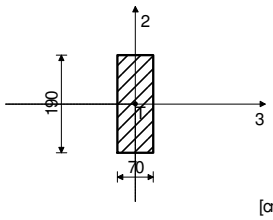
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
11 - Kameni zid	1.615e+0	1.346e+0	1.346e+0	2.797e-1	9.724e-2	4.858e-1



[cm]

Set: 2 Presjek: b/d=70/190, Fiktivna ekscentričnost

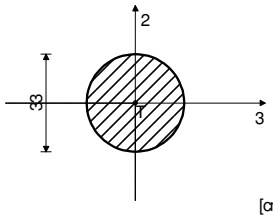
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
12 - Kameni zid	1.330e+0	1.108e+0	1.108e+0	1.669e-1	5.431e-2	4.001e-1



[cm]

Set: 3 Presjek: D=33, Fiktivna ekscentričnost

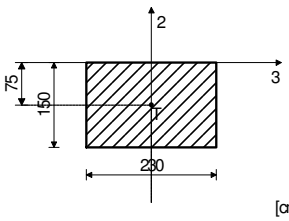
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
13 - Kameni zid	8.553e-2	7.698e-2	7.698e-2	1.164e-3	5.821e-4	5.821e-4



[cm]

Set: 4 Presjek: b/d=230/150, Fiktivna ekscentričnost

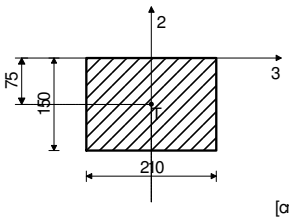
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
14 - Kameni zid	3.450e+0	2.875e+0	2.875e+0	1.540e+0	1.521e+0	6.469e-1



[cm]

Set: 5 Presjek: b/d=210/150, Fiktivna ekscentričnost

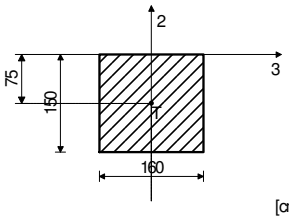
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
14 - Kameni zid	3.150e+0	2.625e+0	2.625e+0	1.322e+0	1.158e+0	5.906e-1



[cm]

Set: 6 Presjek: b/d=160/150, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
14 - Kameni zid	2.400e+0	2.000e+0	2.000e+0	8.053e-1	5.120e-1	4.500e-1

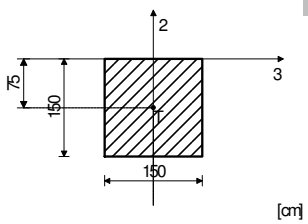


[cm]

Ulazni podaci - Konstrukcija

Set: 7 Presjek: b/d=150/150, Fiktivna ekscentričnost

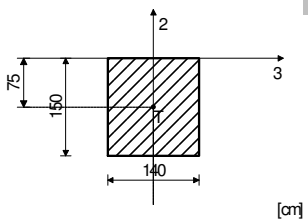
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
14 - Kameni zid	2.250e+0	1.875e+0	1.875e+0	7.130e-1	4.219e-1	4.219e-1



[cm]

Set: 8 Presjek: b/d=140/150, Fiktivna ekscentričnost

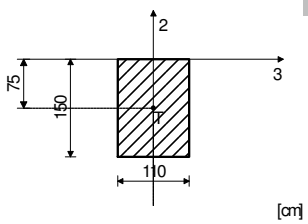
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
14 - Kameni zid	2.100e+0	1.750e+0	1.750e+0	6.163e-1	3.430e-1	3.938e-1



[cm]

Set: 9 Presjek: b/d=110/150, Fiktivna ekscentričnost

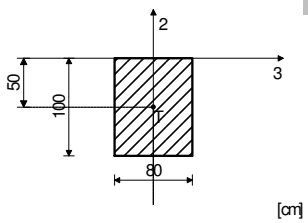
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
14 - Kameni zid	1.650e+0	1.375e+0	1.375e+0	3.654e-1	1.664e-1	3.094e-1



[cm]

Set: 10 Presjek: b/d=80/100, Fiktivna ekscentričnost

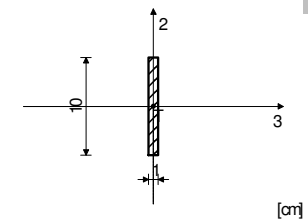
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
15 - Beton C16/20	8.000e-1	6.667e-1	6.667e-1	8.759e-2	4.267e-2	6.667e-2



[cm]

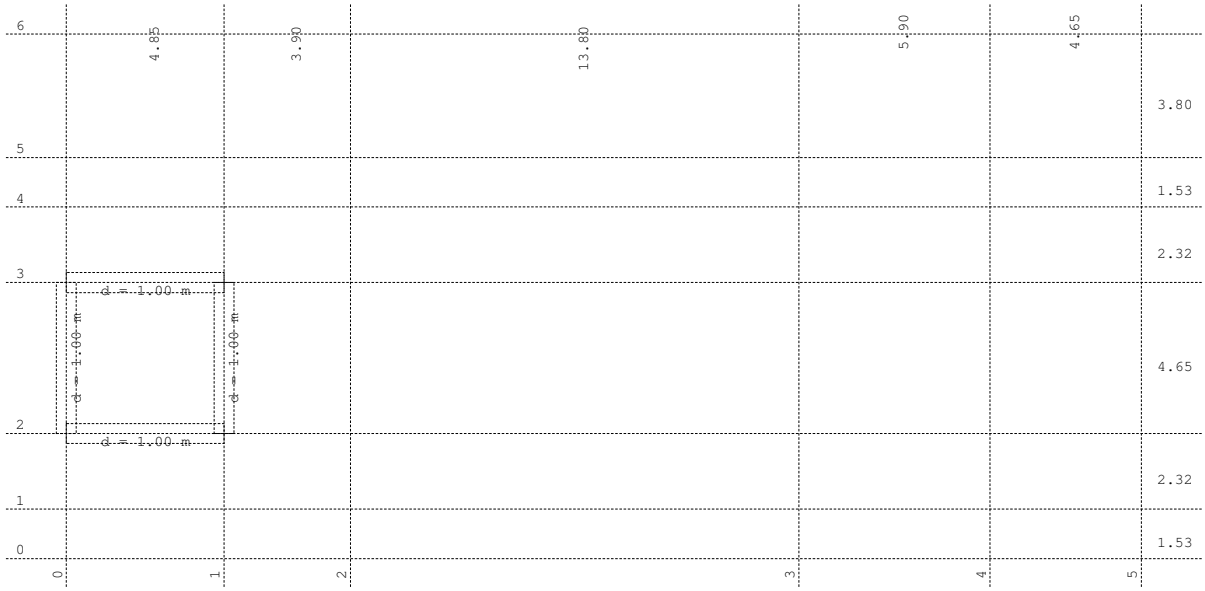
Set: 11 Presjek: b/d=1/10, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
16 - Čelik	1.000e-3	8.333e-4	8.333e-4	3.123e-8	8.333e-9	8.333e-7

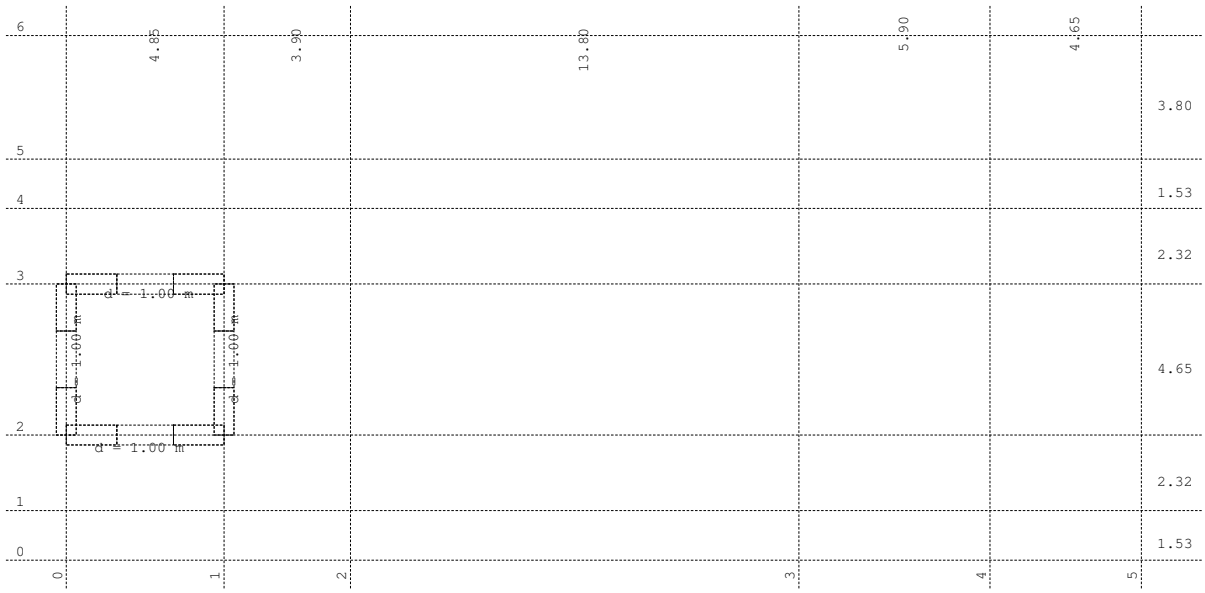


[cm]

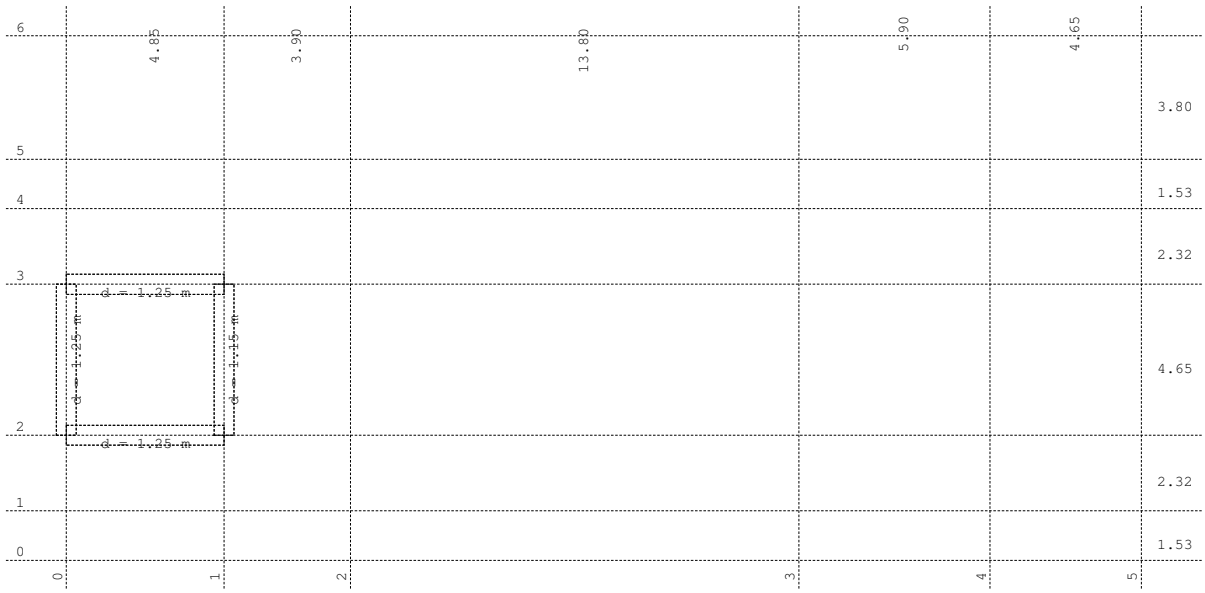
Ulazni podaci - Konstrukcija



Nivo: Toranj-strop 6.etaže [25.60 m]

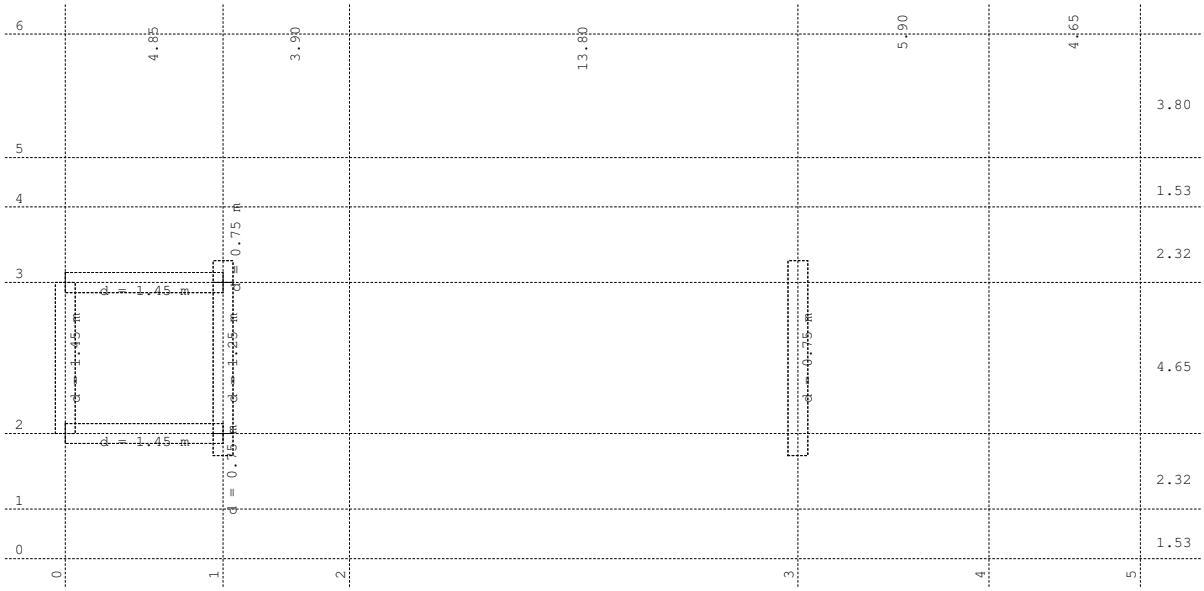


Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]

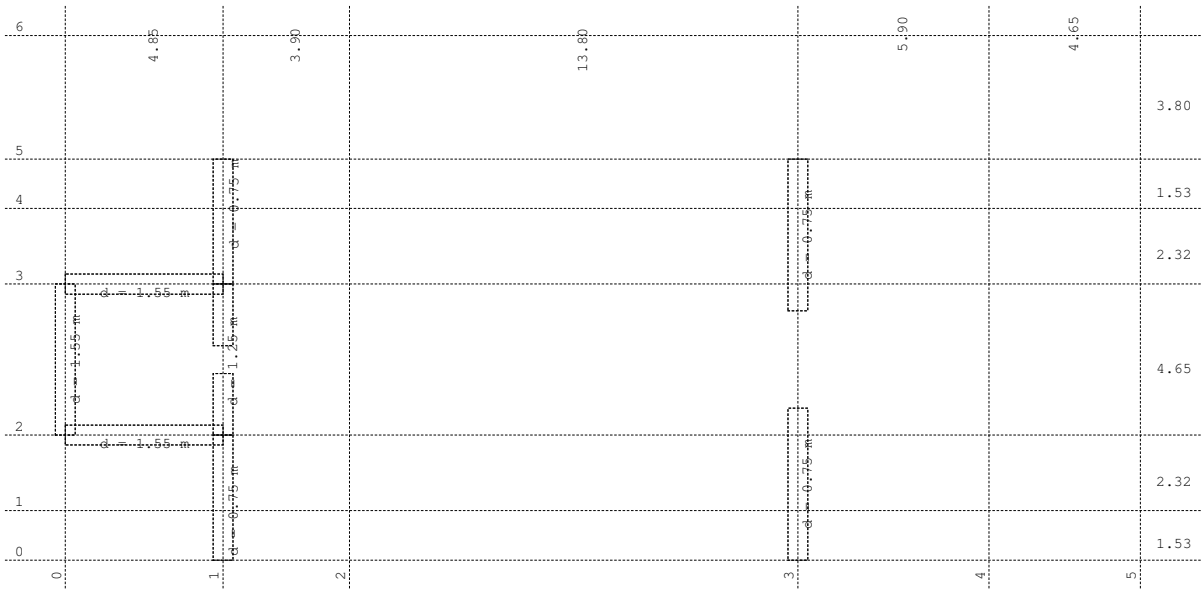


Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]

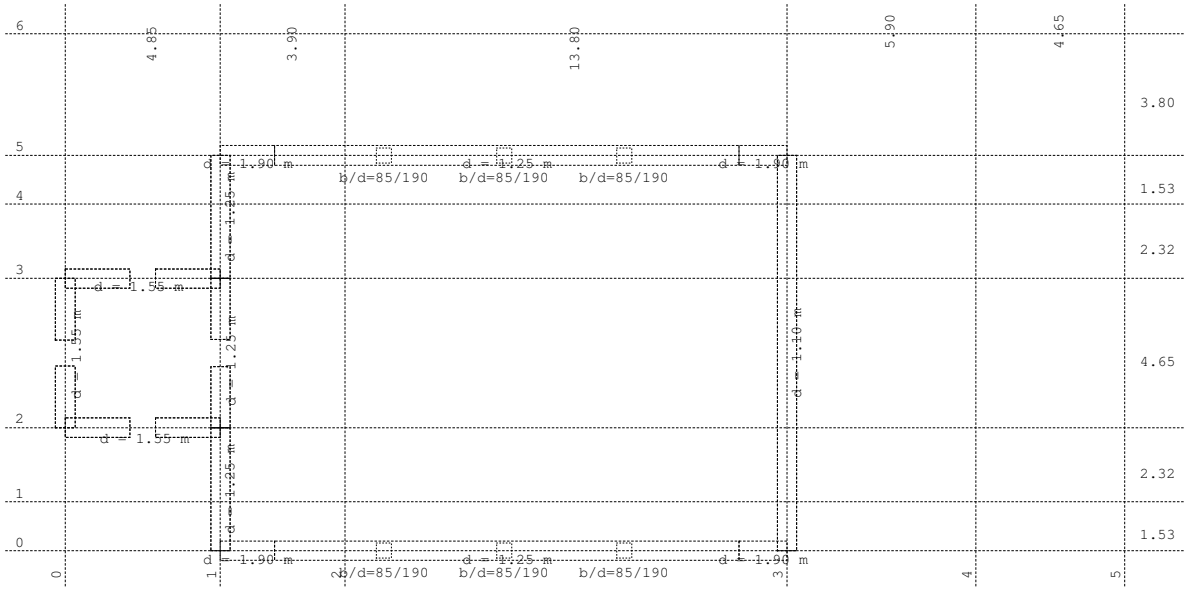
Ulazni podaci - Konstrukcija



Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]

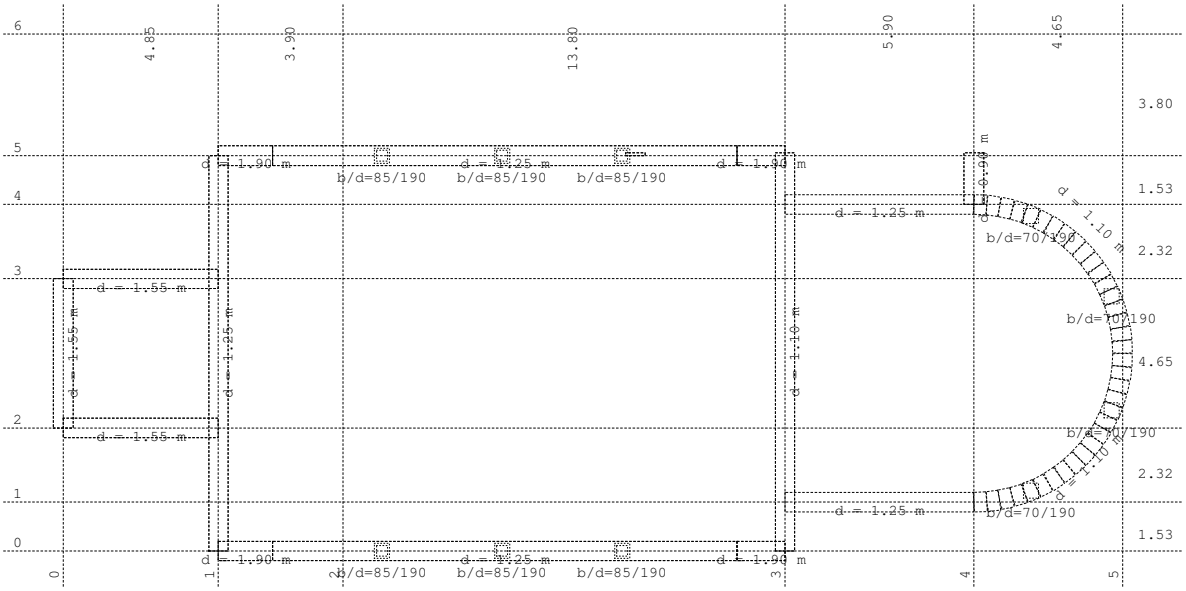


Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]

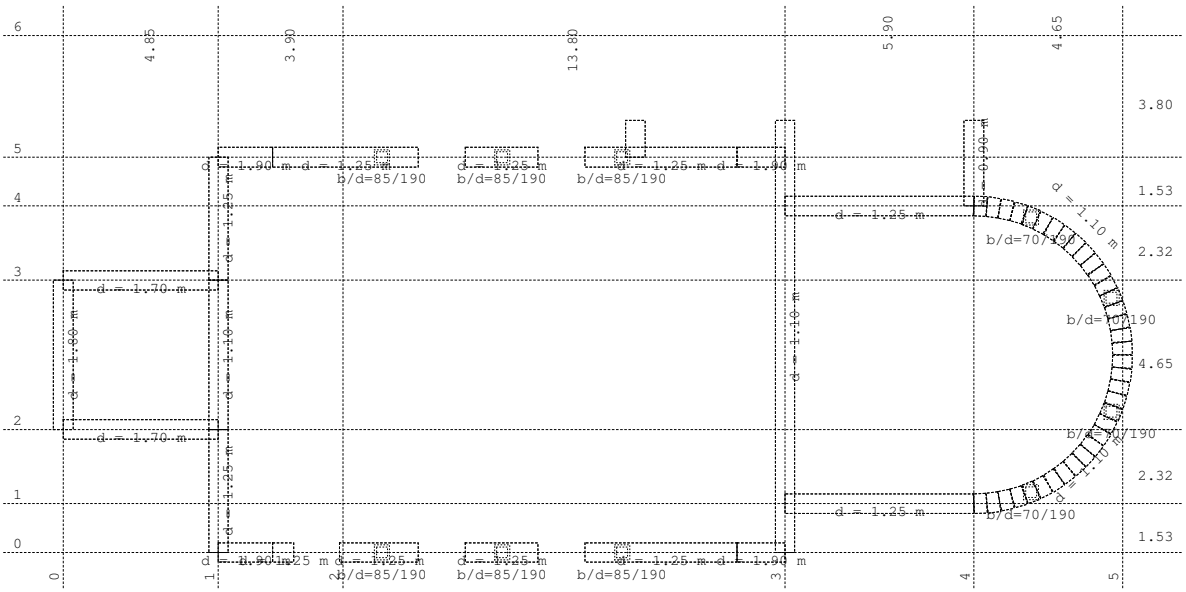


Nivo: Vrh zida lađe [9.30 m]

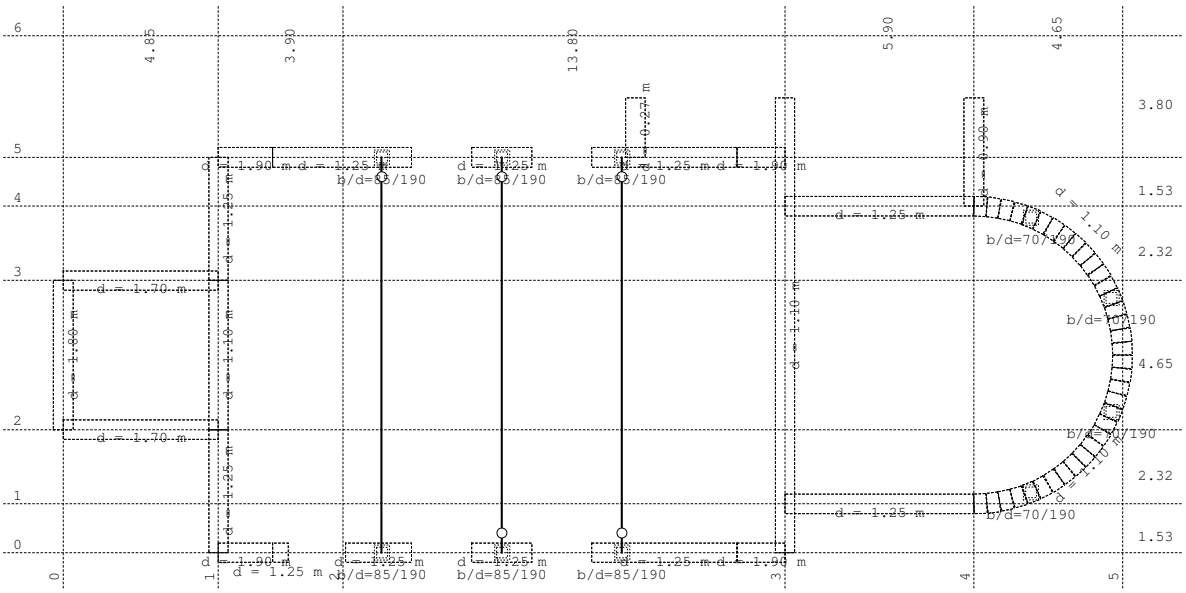
Ulazni podaci - Konstrukcija



Nivo: Vrh zida svetišta [7.65 m]

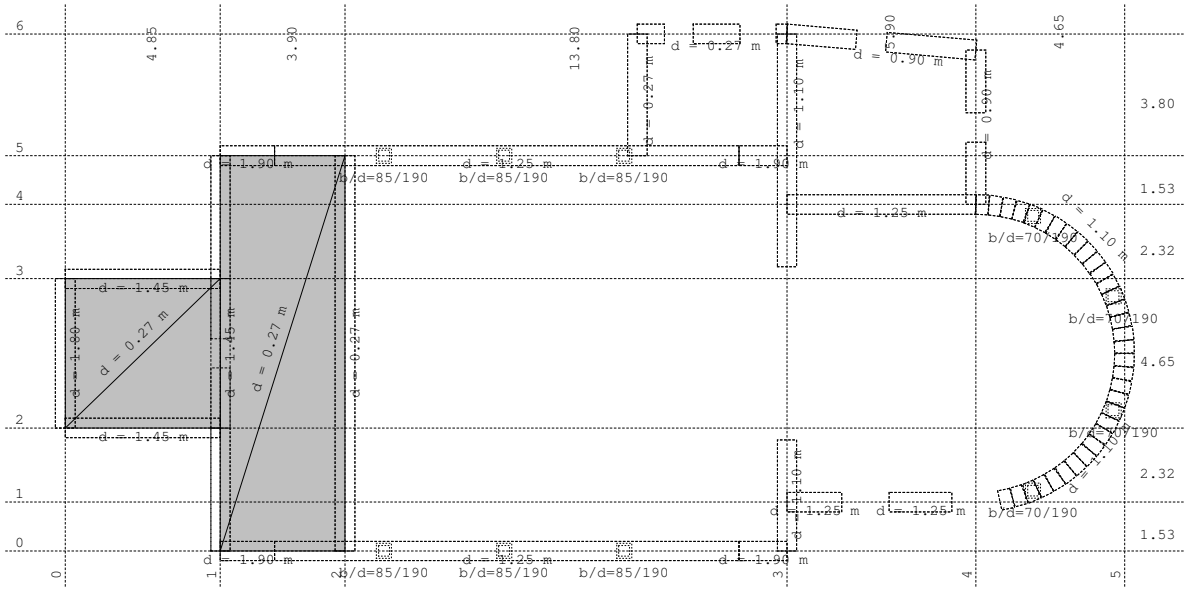


Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]

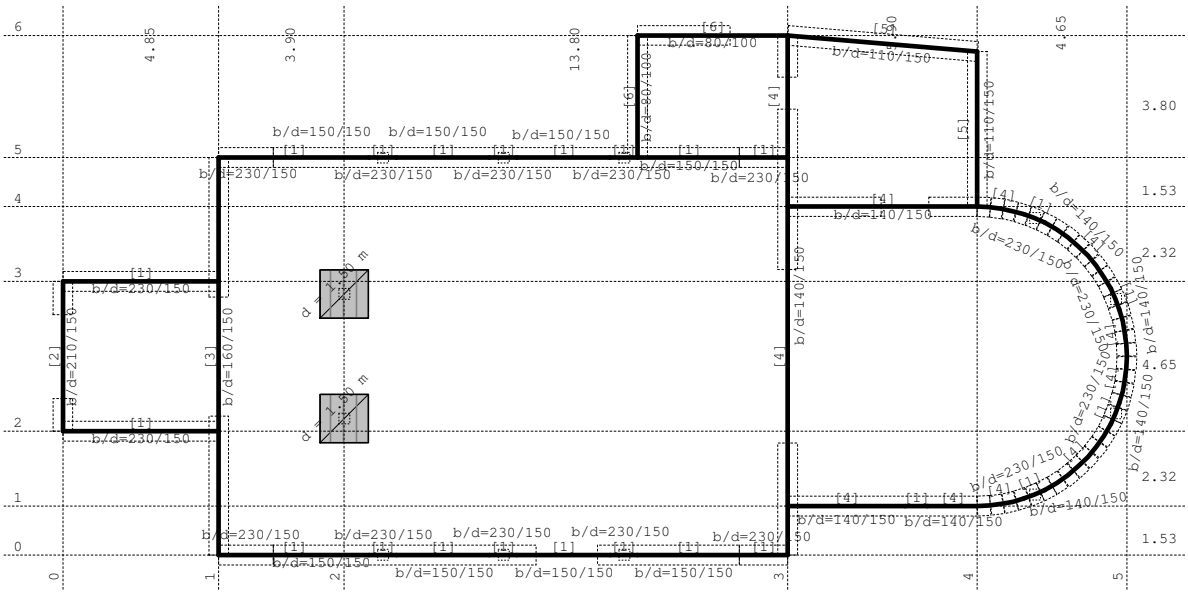


Nivo: Zatege svoda lađe [6.55 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija

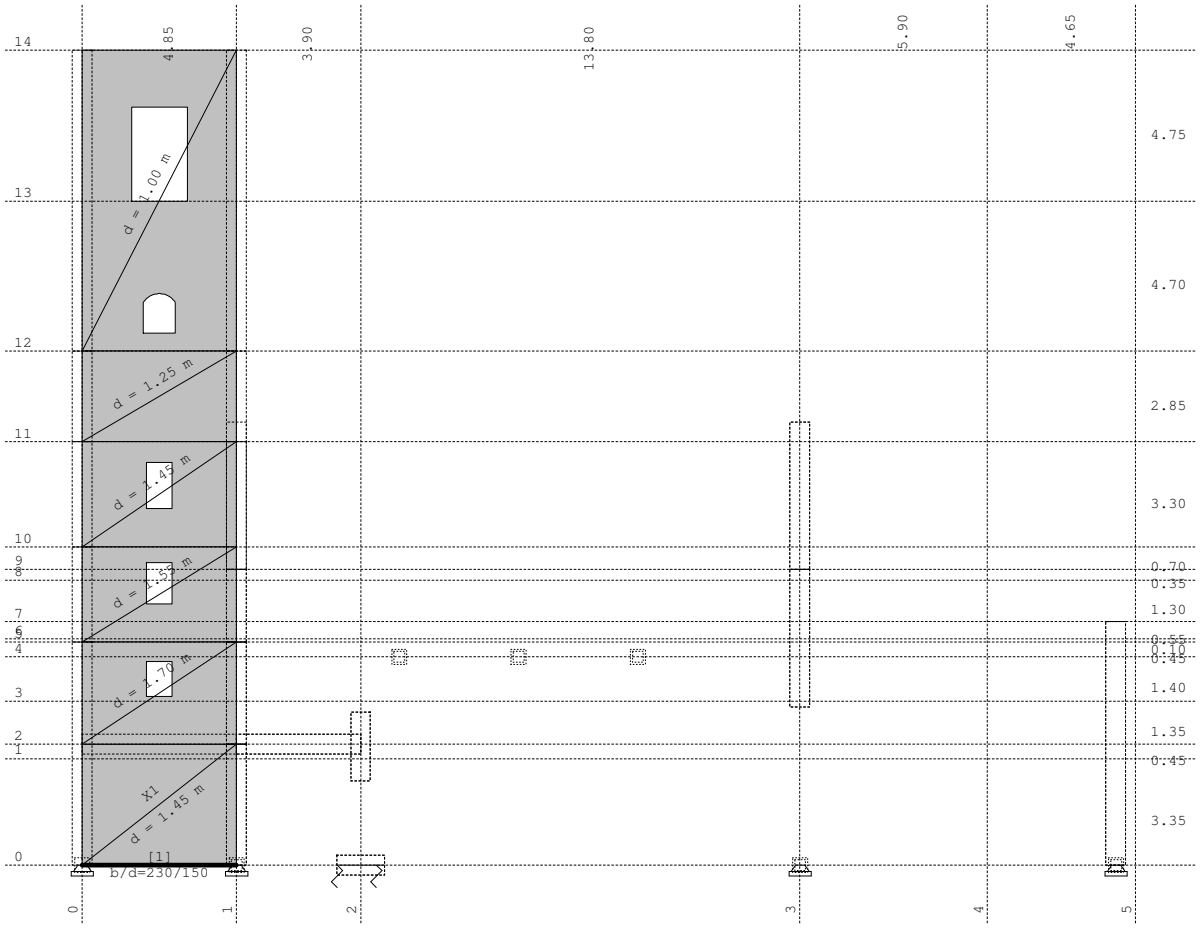


Nivo: Kor [3.80 m]

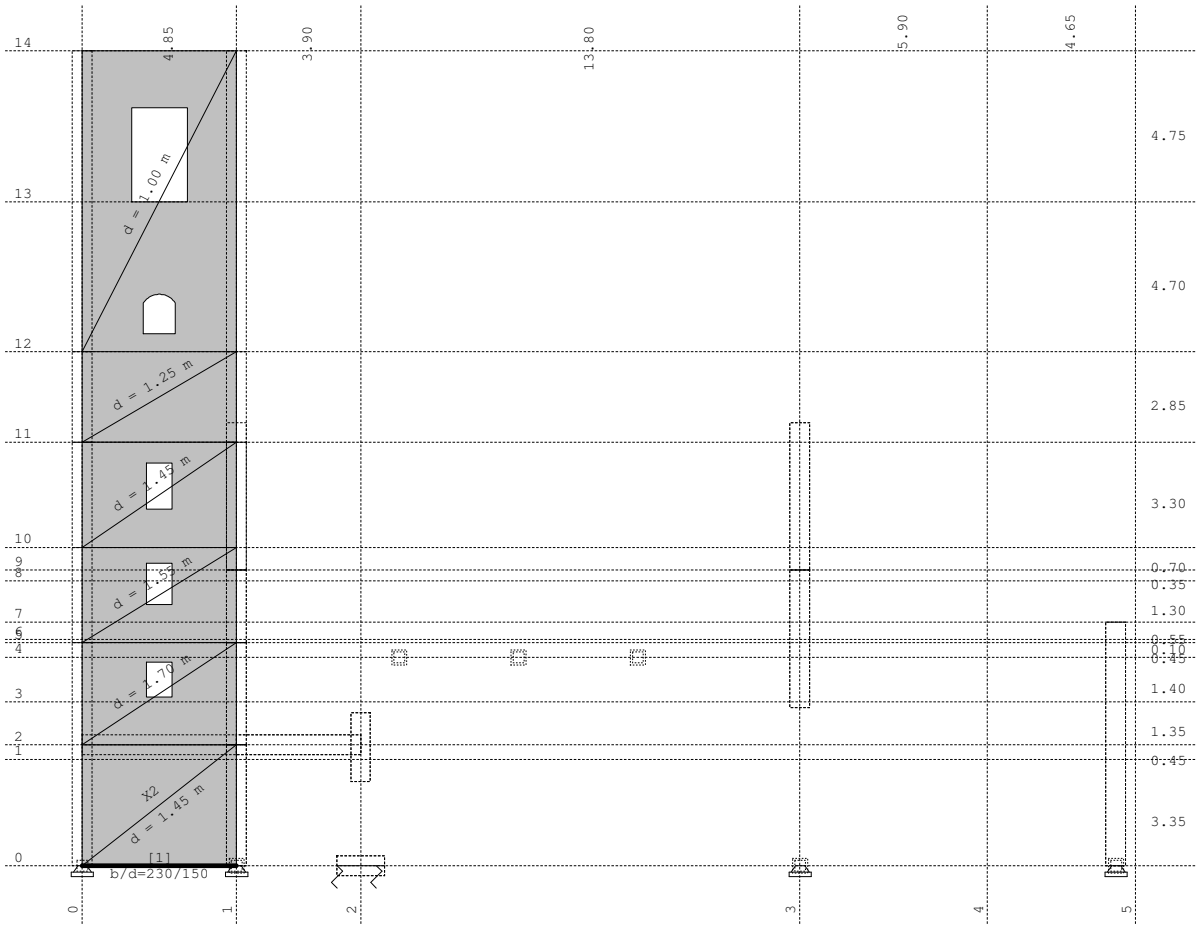


Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]

Ulazni podaci - Konstrukcija

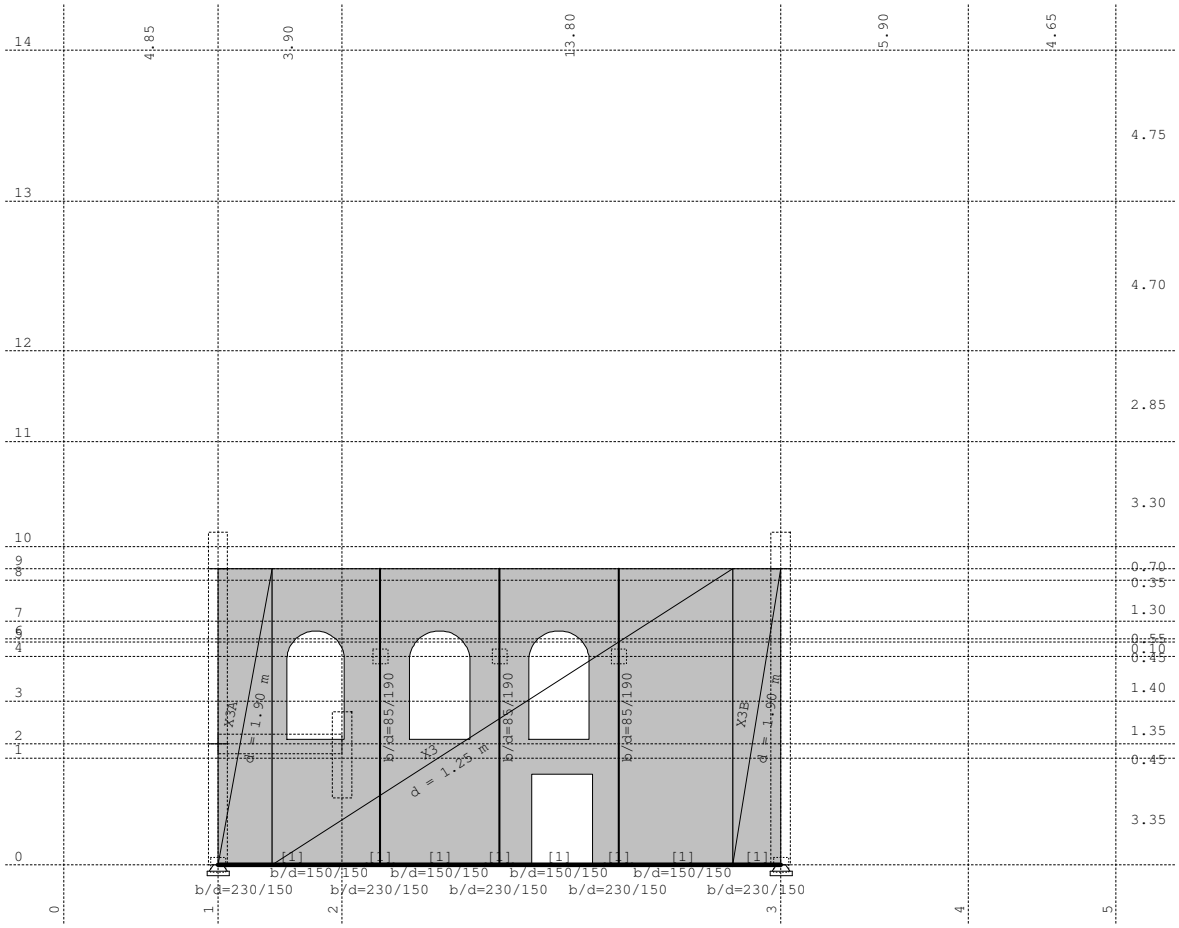


Okvir: H_1

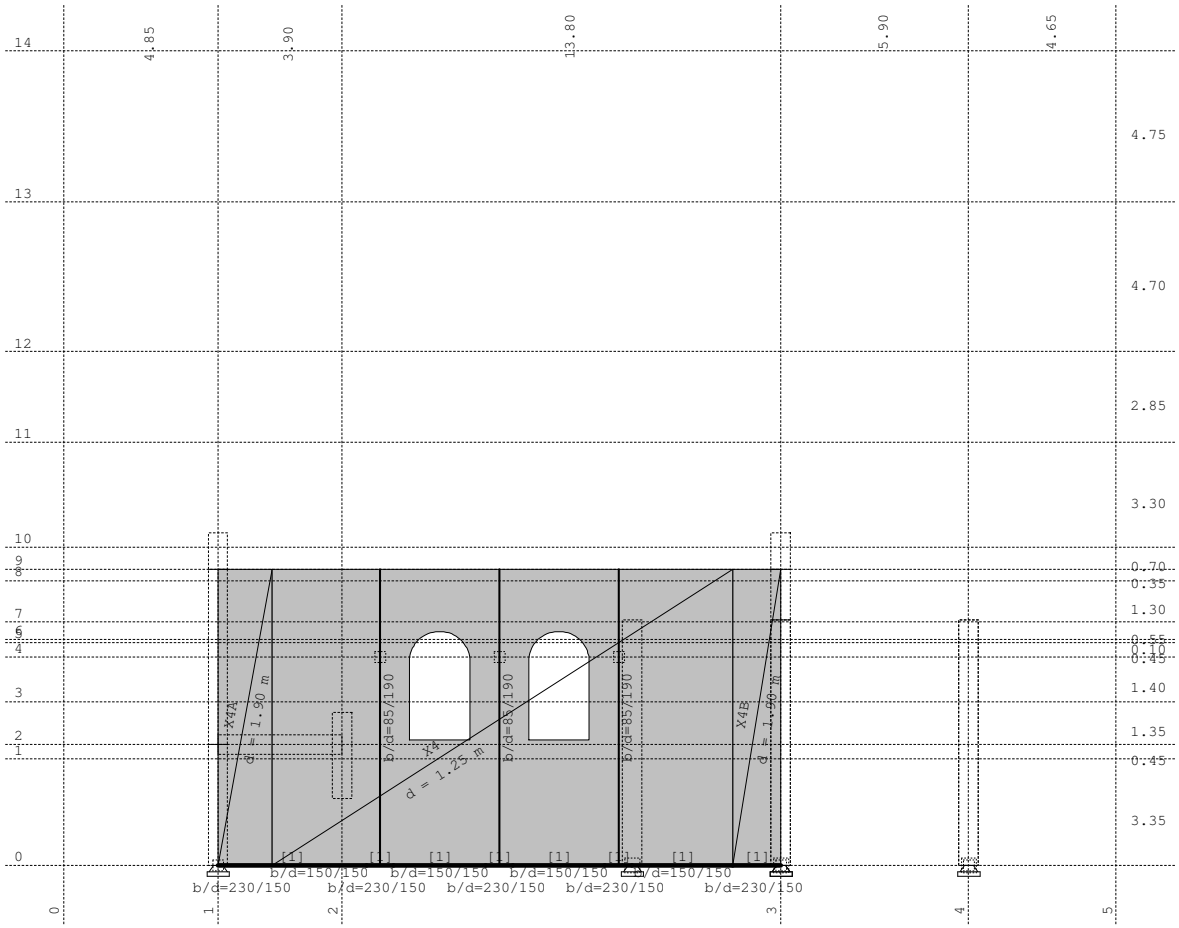


Okvir: H_2

Ulazni podaci - Konstrukcija

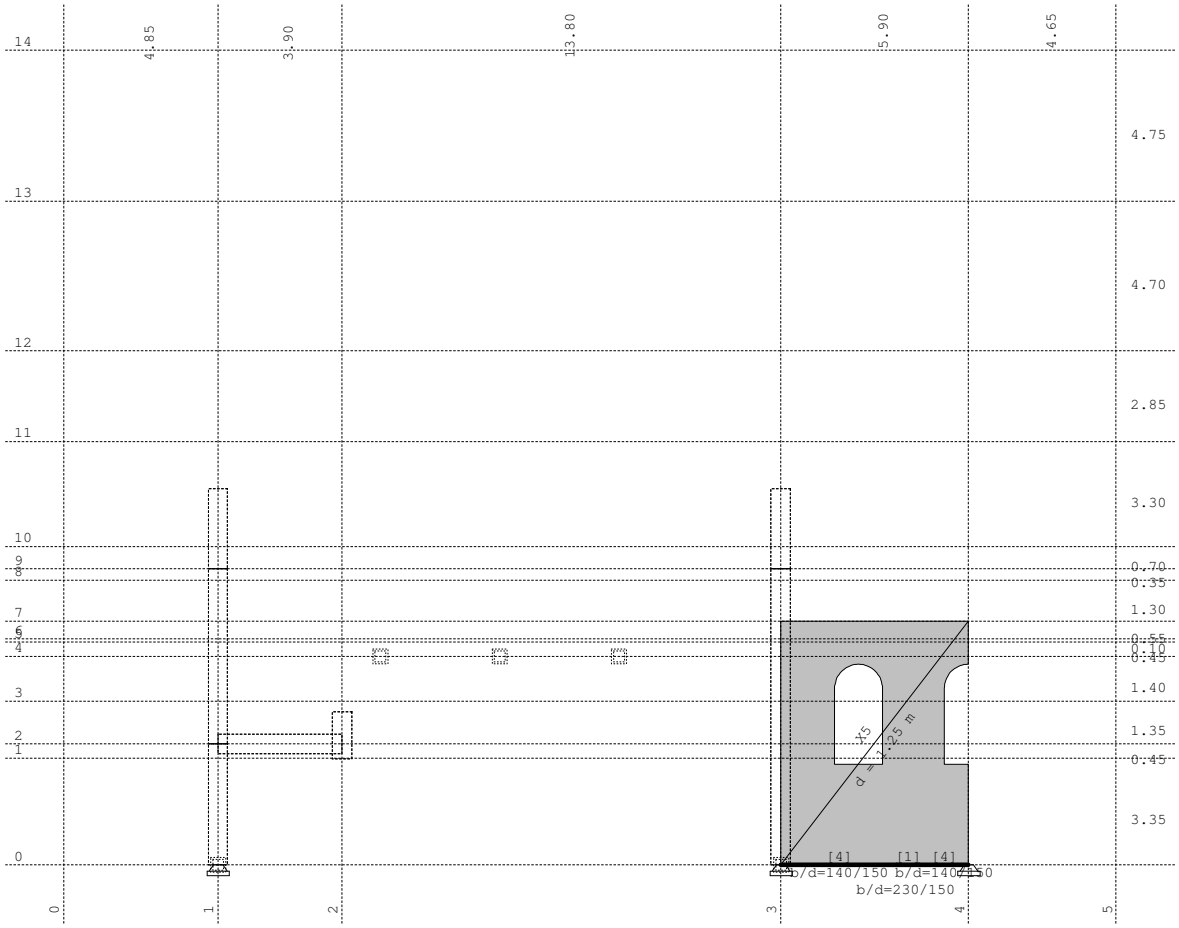


Okvir: H_3

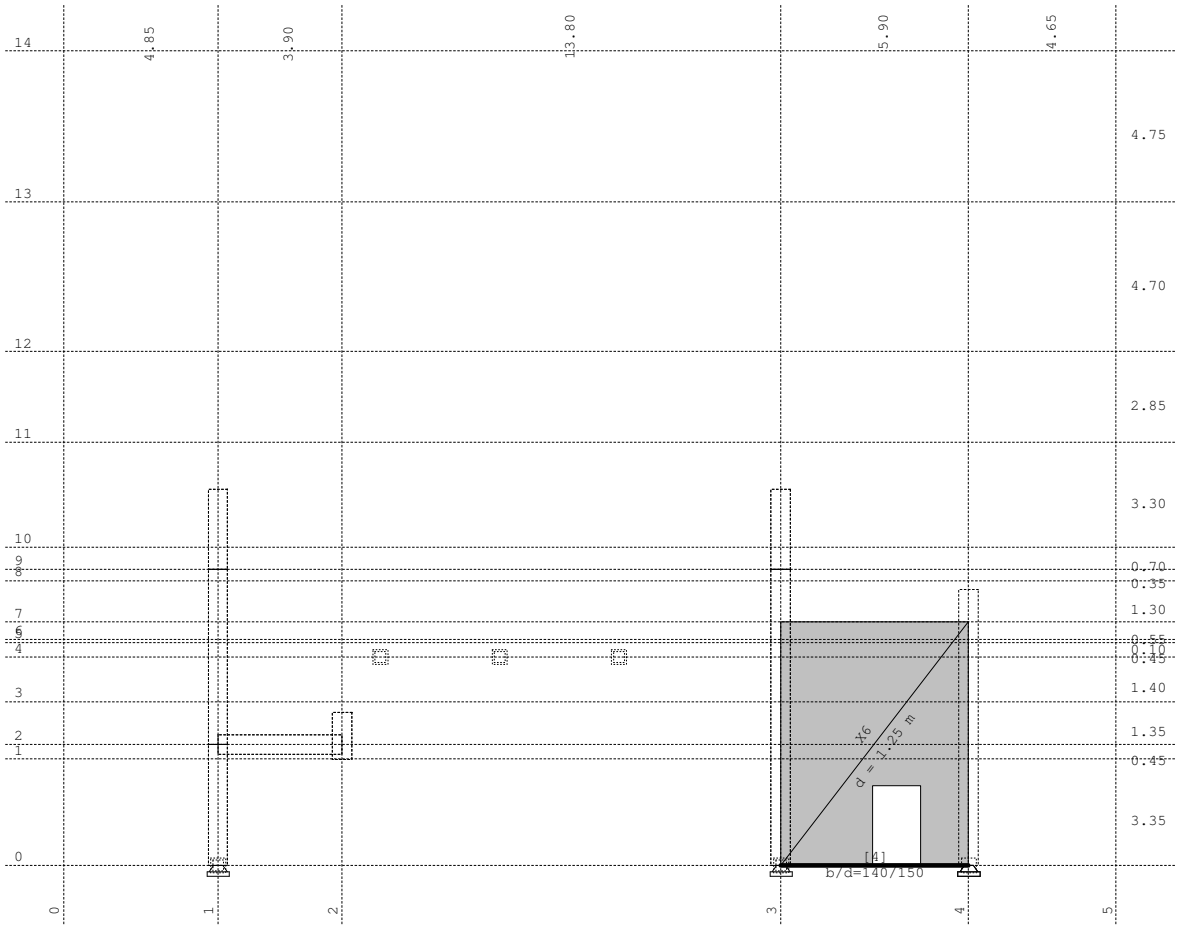


Okvir: H_4

Ulazni podaci - Konstrukcija

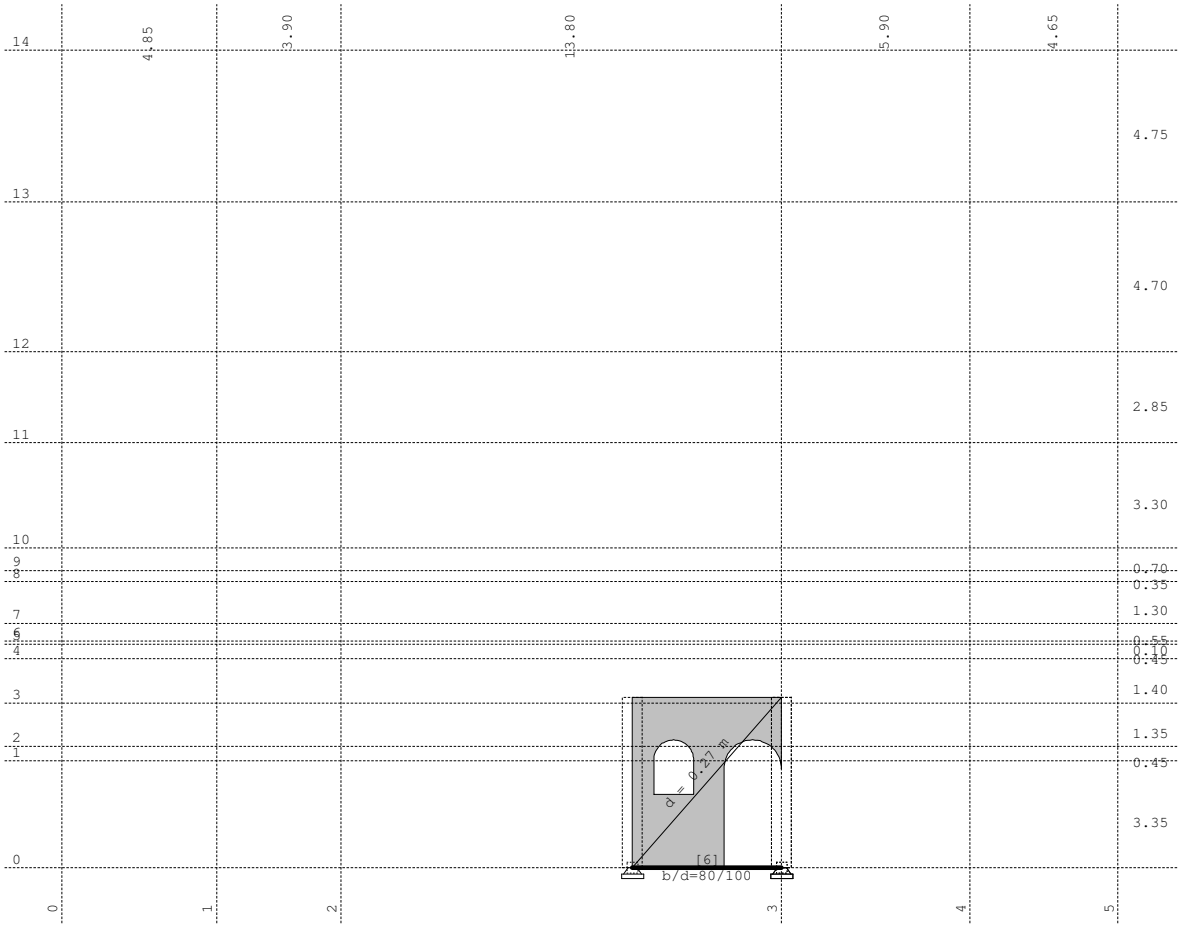


Okvir: H_5

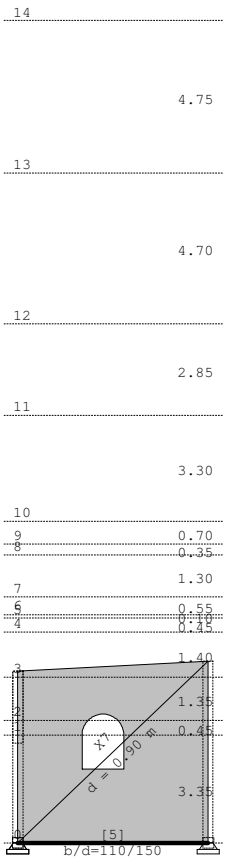


Okvir: H_6

Ulazni podaci - Konstrukcija

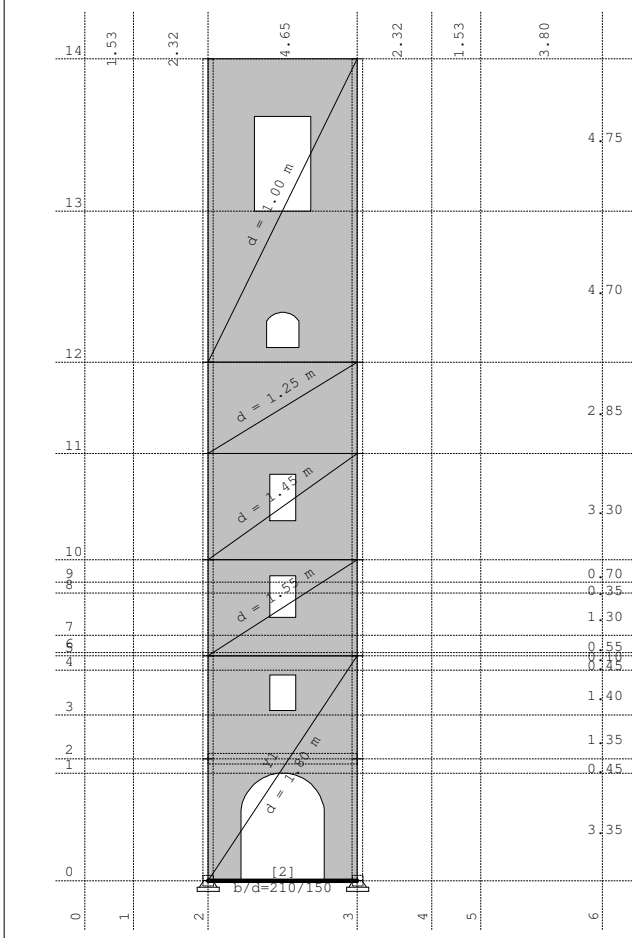


Okvir: H_7

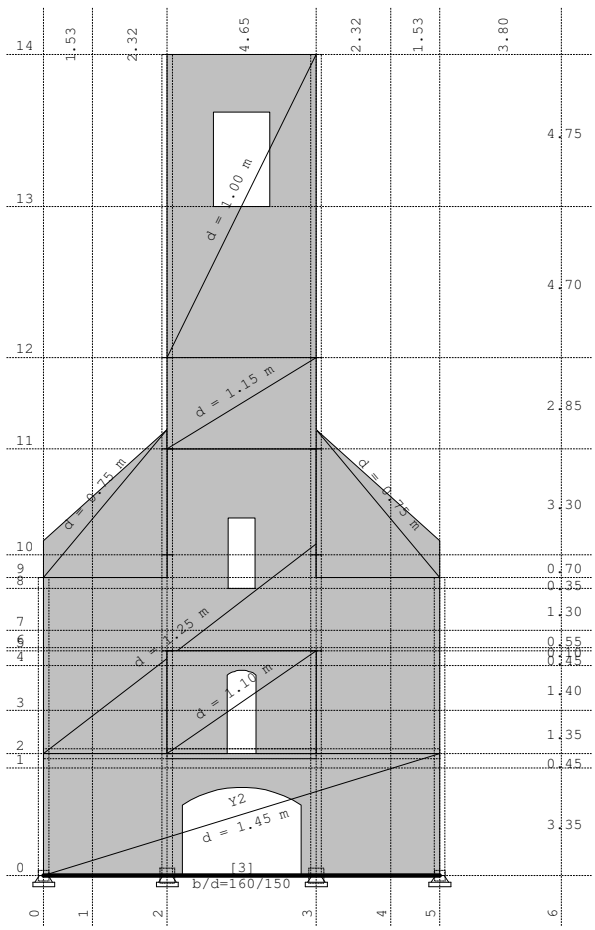


Okvir: K_1

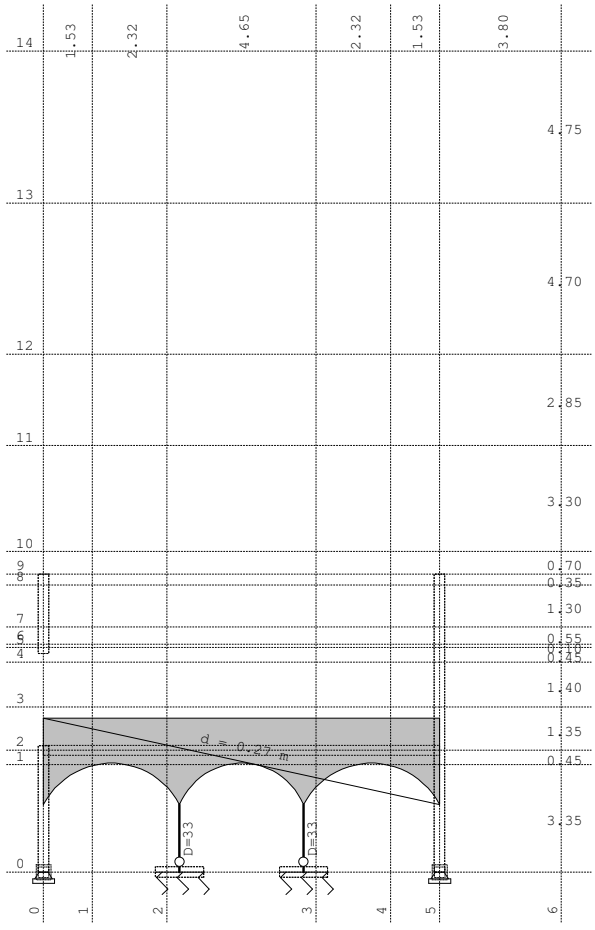
Ulazni podaci - Konstrukcija



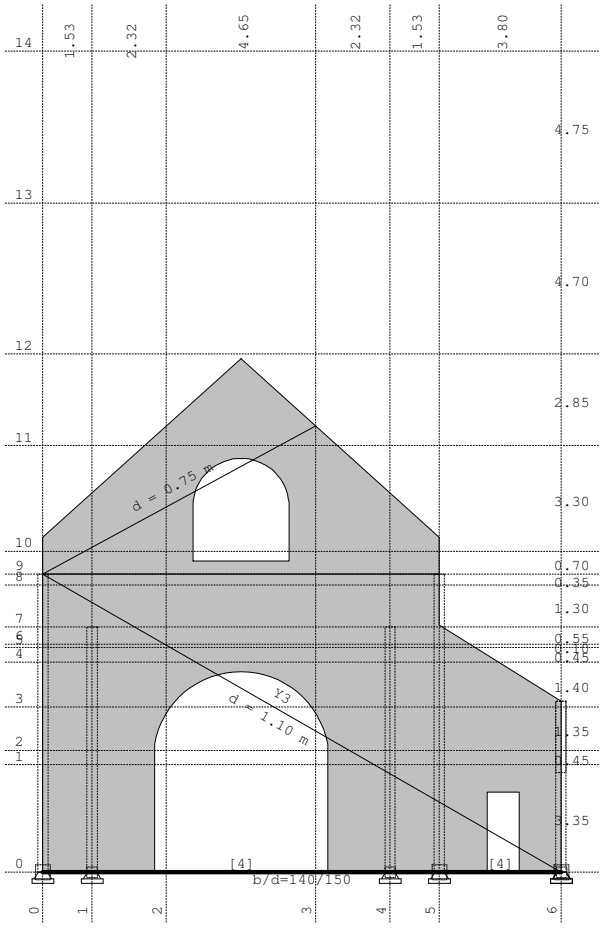
Okvir: V_1



Okvir: V_2

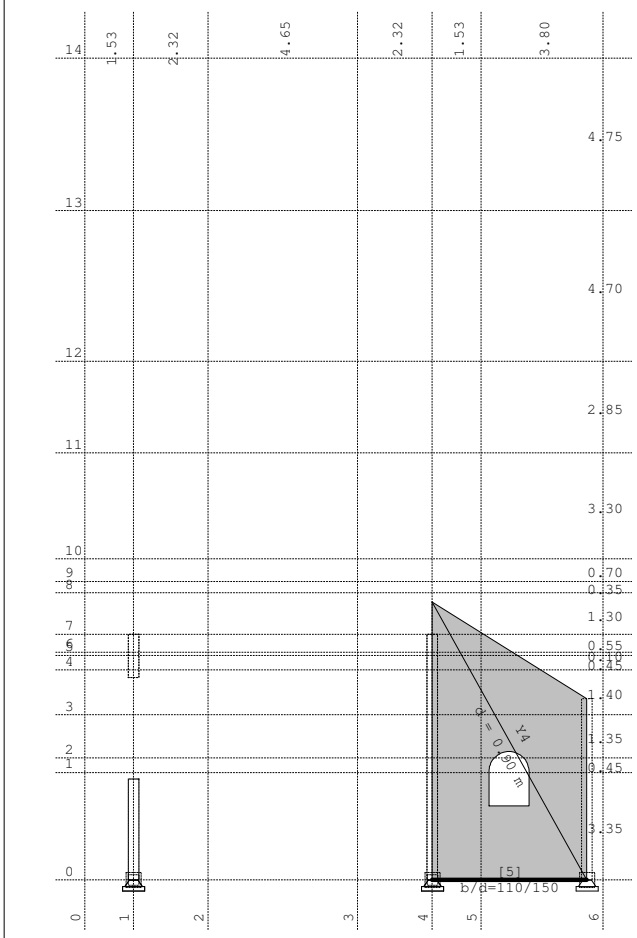


Okvir: V_3

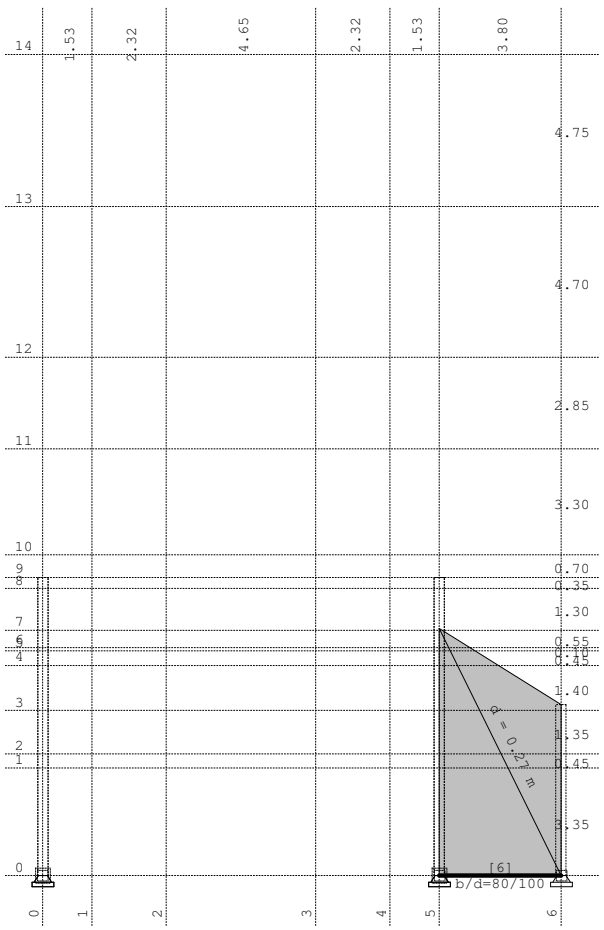


Okvir: V_4

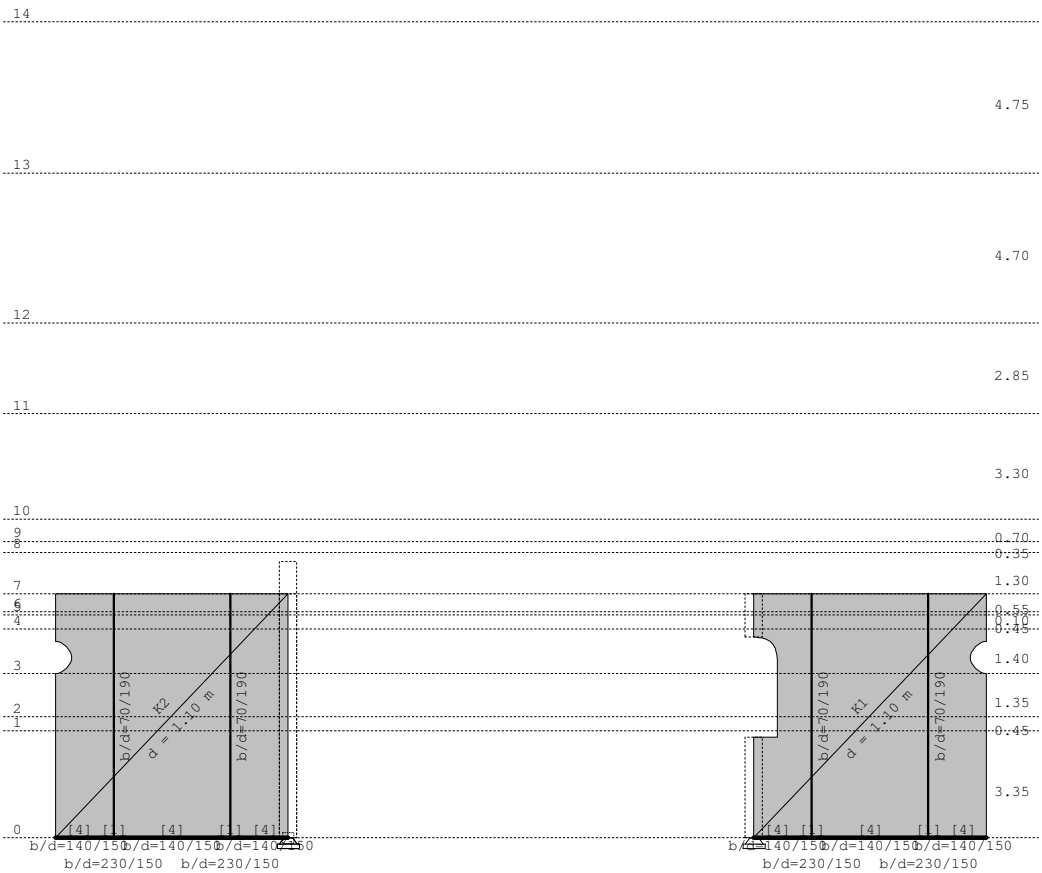
Ulazni podaci - Konstrukcija



Okvir: V_5



Okvir: V_6



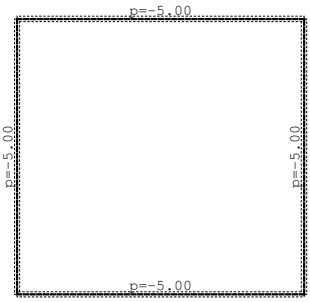
Okvir: C_1

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

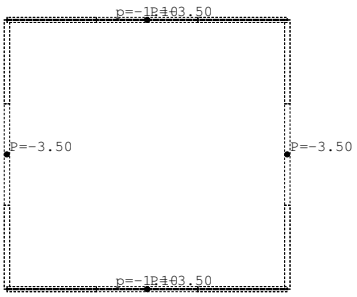
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Stalno G (g)	171.84	66.60	-46895.7
2	Uporabno Q	0.00	0.00	-338.77
3	Potres Ex			
4	Potres Ey			
5	Komb.: 1.35xI+1.5xII	231.98	89.91	-63817.4
6	Komb.: I+0.6xII+III+0.3xIV			
7	Komb.: I+0.6xII+0.3xIII+IV			
8	Komb.: I+II	171.84	66.60	-47234.5

Opt. 1: Stalno G (g)



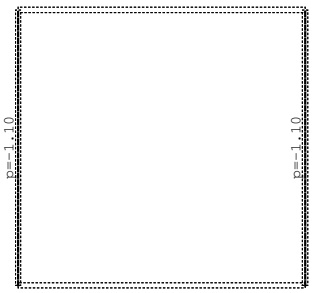
Nivo: Toranj-strop 6.etaže [25.60 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



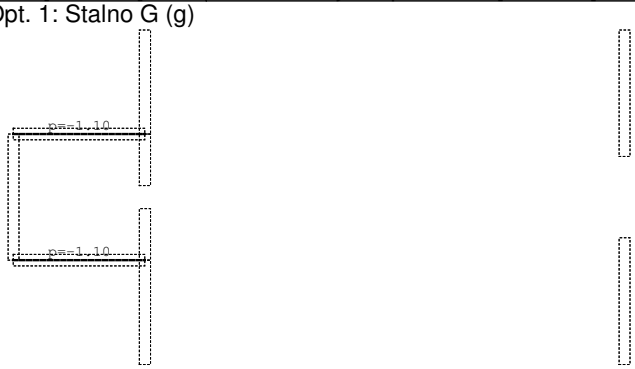
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



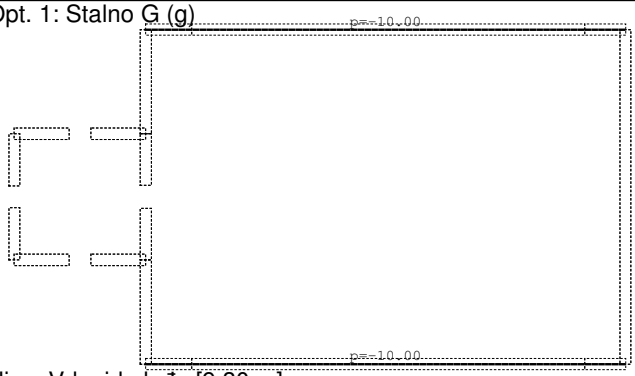
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



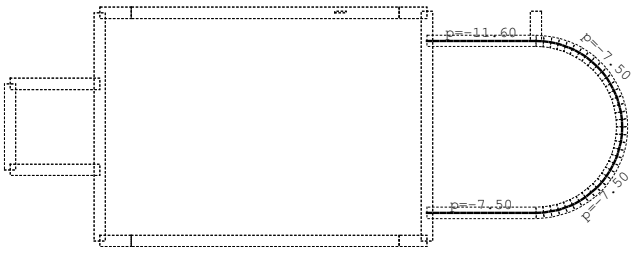
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



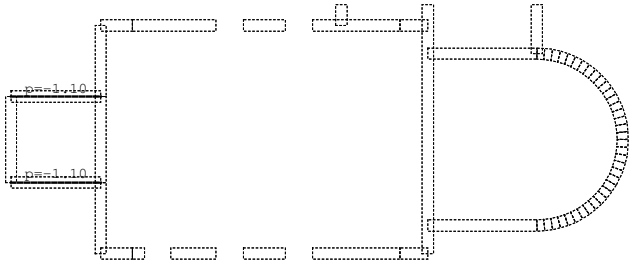
Nivo: Vrh zida lađe [9.30 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



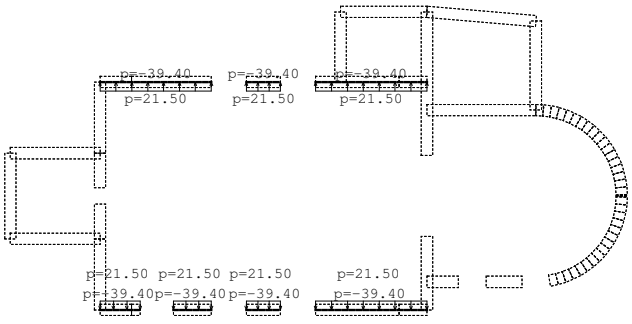
Nivo: Vrh zida svetišta [7.65 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]

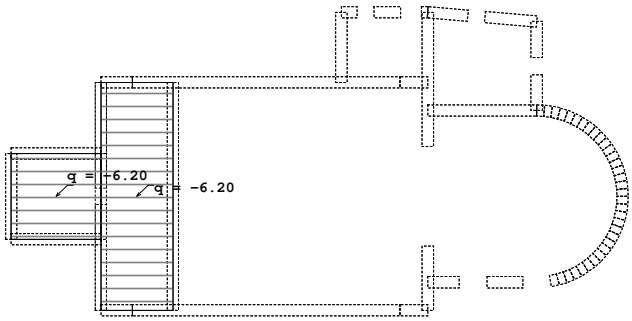
Opt. 1: Stalno G (g)



Nivo: Oslonac svoda lađe [5.15 m]

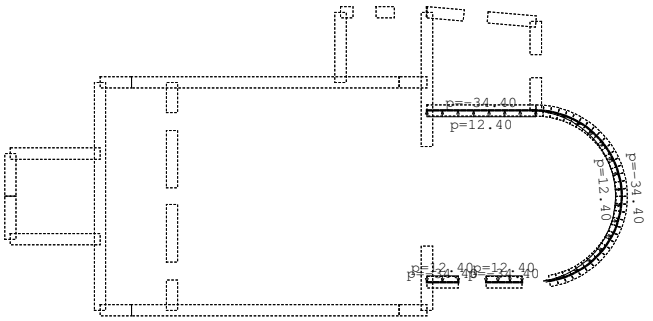
Ulazni podaci - Opterećenje

Opt. 1: Stalno G (g)



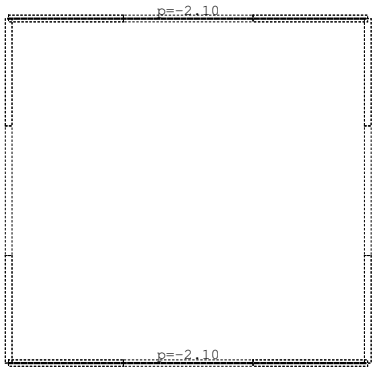
Nivo: Kor [3.80 m]

Opt. 1: Stalno G (g)



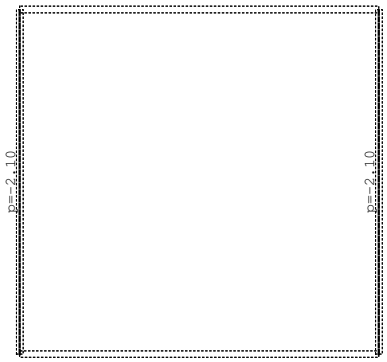
Nivo: Oslonac svoda svetišta [3.35 m]

Opt. 2: Uporabno Q



Nivo: Toranj-strop 5.etaže [20.85 m]

Opt. 2: Uporabno Q



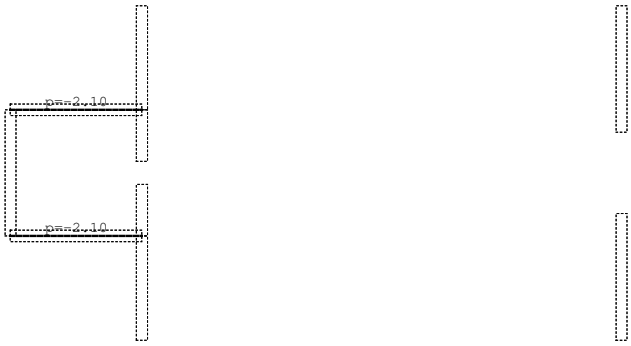
Nivo: Toranj-strop 4.etaže [16.15 m]

Opt. 2: Uporabno Q



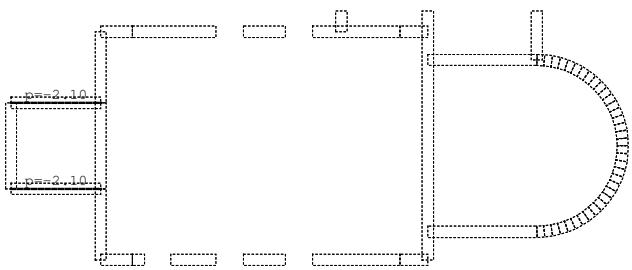
Nivo: Toranj-strop 3.etaže [13.30 m]

Opt. 2: Uporabno Q



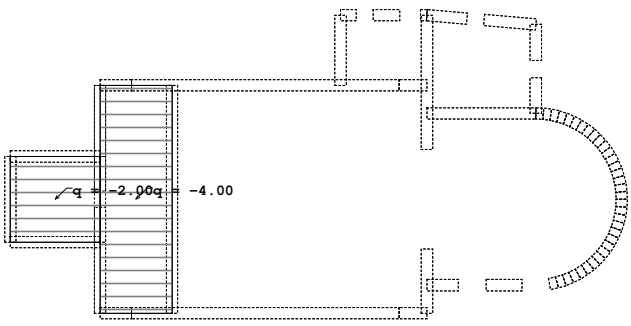
Nivo: Toranj-strop 2.etaže [10.00 m]

Opt. 2: Uporabno Q



Nivo: Toranj-strop 1.etaže [7.00 m]

Opt. 2: Uporabno Q



Nivo: Kor [3.80 m]

Modalna analiza

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Zidovi - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Zidovi - redukcija aksijalne krutosti:	0.500
Stupovi - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Stupovi - redukcija aksijalne krutosti:	0.500
Multiplikator krutosti ležajeva:	100.000

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent	
1	Stalno G (g)	1.00	
2	Uporabno Q	0.30	

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
Toranj-strop 6.etaže	25.60	2.47	6.17	96.37	
Toranj-strop 5.etaže	20.85	2.40	6.17	163.15	
Toranj-strop 4.etaže	16.15	2.81	6.17	178.55	
Toranj-strop 3.etaže	13.30	5.26	6.18	219.50	
Toranj-strop 2.etaže	10.00	6.88	6.17	157.89	
Vrh zida lađe	9.30	11.28	6.28	122.49	
Tjeme svoda lađe	8.95	10.27	5.43	188.84	
Vrh zida svetišta	7.65	13.99	6.58	297.46	
Tjeme svoda svetišta	7.10	21.09	8.57	79.30	
Toranj-strop 1.etaže	7.00	12.65	4.80	102.87	
Zatege svoda lađe	6.55	15.70	6.64	302.47	
Oslonac svoda lađe	5.15	16.43	7.19	526.87	
Kor	3.80	13.20	7.13	408.56	5.78
Oslonac svoda svetišta	3.35	18.22	6.75	706.29	
Pod 0.00	0.00	16.08	7.19	1241.78	275.95
Ukupno:	5.90	13.66	6.75	4792.39	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	2.42	6.17
Toranj-strop 5.etaže	20.85	2.42	6.17
Toranj-strop 4.etaže	16.15	2.37	6.17
Toranj-strop 3.etaže	13.30	9.70	6.17
Toranj-strop 2.etaže	10.00	9.18	6.17
Vrh zida lađe	9.30	20.59	6.18
Tjeme svoda lađe	8.95	18.69	6.17
Vrh zida svetišta	7.65	12.79	6.18

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Tjeme svoda svetišta	7.10	13.76	6.62
Toranj-strop 1.etaže	7.00	19.60	6.62
Zatege svoda lađe	6.55	19.93	6.61
Oslonac svoda lađe	5.15	16.16	9.87
Kor	3.80	8.97	6.36
Oslonac svoda svetišta	3.35	8.08	6.35
Pod 0.00	0.00	15.69	9.77

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	0.04	0.00
Toranj-strop 5.etaže	20.85	0.03	0.00
Toranj-strop 4.etaže	16.15	0.43	0.00
Toranj-strop 3.etaže	13.30	4.43	0.00
Toranj-strop 2.etaže	10.00	2.29	0.00
Vrh zida lađe	9.30	9.31	0.11
Tjeme svoda lađe	8.95	8.41	0.74
Vrh zida svetišta	7.65	1.20	0.40

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Tjeme svoda svetišta	7.10	7.33	1.95
Toranj-strop 1.etaže	7.00	6.95	1.82
Zatege svoda lađe	6.55	4.24	0.04
Oslonac svoda lađe	5.15	0.27	2.68
Kor	3.80	4.23	0.77
Oslonac svoda svetišta	3.35	10.14	0.41
Pod 0.00	0.00	0.39	2.57

Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	1.2132	0.8243
2	0.9609	1.0407
3	0.8743	1.1437
4	0.5501	1.8178

No	T [s]	f [Hz]
5	0.4259	2.3479
6	0.3985	2.5093
7	0.3737	2.6763

No	T [s]	f [Hz]
8	0.3667	2.7273
9	0.3442	2.9053
10	0.3096	3.2300

Seizmički proračun

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

Razred tla:	C
Razred važnosti:	III (γ=1.2)
Odnos ag/g:	0.19
Koeficijent prigušenja	0.05

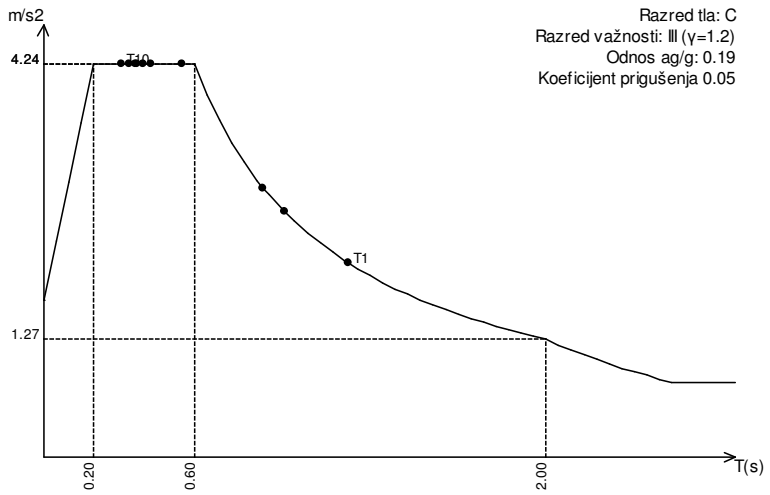
Faktori pravca potresa:

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

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td
Potres Ex	1.150	0.200	0.600	2.000
Potres Ey	1.150	0.200	0.600	2.000

Projektni spektar



Potres Ex

Nivo	Z [m]	Ton 1 Px [kN]	Ton 1 Py [kN]	Ton 1 Pz [kN]	Ton 2 Px [kN]	Ton 2 Py [kN]	Ton 2 Pz [kN]	Ton 3 Px [kN]	Ton 3 Py [kN]	Ton 3 Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	342.61	-2.56	8.44	0.04	4.61	0.00	-1.07	-2.97	0.03
Toranj-strop 5.etaže	20.85	427.93	-3.23	16.11	0.04	5.48	0.00	-1.14	-3.36	0.03
Toranj-strop 4.etaže	16.15	315.42	-2.44	15.84	0.04	3.78	0.00	20.85	-2.09	0.03
Toranj-strop 3.etaže	13.30	228.53	-1.94	14.03	0.07	2.58	0.00	108.76	-1.19	-0.01
Toranj-strop 2.etaže	10.00	98.03	-0.99	6.86	0.03	1.17	0.00	34.84	-0.40	-0.02
Vrh zida lađe	9.30	26.97	-0.32	0.47	0.00	0.61	0.00	9.21	1.90	0.21
Tjeme svoda lađe	8.95	42.46	-1.58	0.22	0.02	0.92	0.01	9.44	3.16	0.37
Vrh zida svetišta	7.65	42.84	-0.21	2.14	-0.01	0.98	0.00	13.61	2.12	0.23
Tjeme svoda svetišta	7.10	1.67	0.66	-0.36	-0.01	0.10	-0.01	4.42	-0.14	-0.07
Toranj-strop 1.etaže	7.00	18.35	-0.81	2.05	0.01	0.34	0.01	1.35	0.33	-0.01
Zatege svoda lađe	6.55	29.32	-0.30	2.50	0.00	0.67	-0.00	7.57	0.79	-0.08
Oslonac svoda lađe	5.15	28.50	-0.22	-0.37	-0.01	0.85	-0.01	5.53	2.85	0.13
Kor	3.80	23.92	-0.36	1.11	0.00	0.66	0.00	2.05	1.09	0.02
Oslonac svoda svetišta	3.35	14.29	-0.53	-0.38	0.00	0.50	0.01	3.27	0.93	-0.29
Pod 0.00	0.00	4.02	-0.02	0.17	0.00	0.15	-0.00	0.78	0.18	-0.05
	Σ=	1644.8	-14.86	68.82	0.22	23.41	0.03	219.47	3.20	0.48

Nivo	Z [m]	Ton 4 Px [kN]	Ton 4 Py [kN]	Ton 4 Pz [kN]	Ton 5 Px [kN]	Ton 5 Py [kN]	Ton 5 Pz [kN]	Ton 6 Px [kN]	Ton 6 Py [kN]	Ton 6 Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	0.00	-0.38	-0.00	-1.13	-7.03	0.06	-0.01	-0.67	0.00
Toranj-strop 5.etaže	20.85	0.00	-0.26	-0.00	-0.47	-2.18	0.08	-0.00	-0.16	0.00
Toranj-strop 4.etaže	16.15	-0.01	0.06	0.00	0.73	6.45	0.06	0.01	0.51	0.00
Toranj-strop 3.etaže	13.30	-0.04	0.30	0.01	1.39	8.94	-0.18	0.02	0.72	-0.00
Toranj-strop 2.etaže	10.00	0.01	0.26	0.00	0.77	5.88	-0.19	-0.00	0.42	-0.00
Vrh zida lađe	9.30	0.00	0.76	0.01	0.87	-1.55	-0.24	0.00	0.06	-0.01
Tjeme svoda lađe	8.95	0.01	1.07	0.01	2.56	-0.58	-0.24	0.01	0.13	-0.01
Vrh zida svetišta	7.65	0.02	1.22	0.02	0.87	-3.65	-0.57	-0.01	0.11	-0.01
Tjeme svoda svetišta	7.10	0.01	0.25	0.01	-1.01	-3.08	-0.28	-0.01	-0.07	-0.01
Toranj-strop 1.etaže	7.00	0.01	0.27	0.00	1.41	0.65	-0.02	-0.00	0.11	-0.00
Zatege svoda lađe	6.55	0.02	0.74	0.01	0.62	-3.03	-0.45	-0.01	0.08	-0.01
Oslonac svoda lađe	5.15	-0.01	1.25	0.02	1.13	-6.35	-0.58	0.01	-0.02	-0.02
Kor	3.80	-0.01	0.65	0.02	0.67	3.37	-0.15	0.01	0.24	-0.00
Oslonac svoda svetišta	3.35	-0.00	0.72	0.02	0.68	-3.58	-0.28	-0.00	0.02	-0.01
Pod 0.00	0.00	-0.00	0.19	0.01	0.08	-0.05	-0.14	0.00	0.04	-0.00
	Σ=	0.01	7.11	0.14	9.19	-5.78	-3.12	0.01	1.54	-0.08

Nivo	Z [m]	Ton 7 Px [kN]	Ton 7 Py [kN]	Ton 7 Pz [kN]	Ton 8 Px [kN]	Ton 8 Py [kN]	Ton 8 Pz [kN]	Ton 9 Px [kN]	Ton 9 Py [kN]	Ton 9 Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	-86.50	68.16	4.94	-434.57	-21.83	22.57	-0.08	-57.14	0.44
Toranj-strop 5.etaže	20.85	-20.78	7.59	6.49	-93.50	-1.52	28.89	0.10	0.94	0.70
Toranj-strop 4.etaže	16.15	59.05	-78.64	7.36	374.20	27.56	35.32	-12.97	72.64	1.04
Toranj-strop 3.etaže	13.30	99.33	-161.89	4.81	559.35	66.89	35.83	-5.99	127.07	3.68
Toranj-strop 2.etaže	10.00	113.16	-124.38	2.28	328.26	54.60	20.55	50.78	90.18	3.47
Vrh zida lađe	9.30	61.34	-40.33	-0.16	122.05	25.75	6.09	28.97	10.31	2.72
Tjeme svoda lađe	8.95	93.25	-57.90	-0.07	201.27	23.69	9.81	33.27	29.61	4.48
Vrh zida svetišta	7.65	124.05	-162.98	-2.12	221.40	100.80	12.90	74.75	35.85	5.12
Tjeme svoda svetišta	7.10	31.77	-69.18	-2.54	9.06	50.98	0.29	35.84	1.58	0.73

Toranj-strop 1.etaže	7.00	34.85	-65.03	-0.02	100.77	29.29	7.62	6.87	14.78	0.93
Zatege svoda lađe	6.55	105.62	-202.20	-2.36	168.60	117.21	12.46	69.89	58.85	3.23
Oslonac svoda lađe	5.15	98.14	-235.31	-0.74	204.51	141.18	6.06	57.88	92.69	2.86
Kor	3.80	54.48	-131.54	3.04	185.84	70.11	5.36	23.54	57.67	-1.86
Oslonac svoda svetišta	3.35	51.90	-216.84	-3.52	128.50	126.43	2.44	39.48	52.84	0.71
Pod 0.00	0.00	16.64	-52.02	-0.28	44.54	30.67	2.70	10.40	14.16	-0.39
	Σ=	836.30	-1522.50	17.12	2120.3	841.82	208.91	412.71	602.02	27.88

Nivo	Z [m]	Ton 10		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	2.23	12.15	0.09
Toranj-strop 5.etaže	20.85	-0.05	-1.78	0.18
Toranj-strop 4.etaže	16.15	-6.97	-15.81	0.13
Toranj-strop 3.etaže	13.30	-2.84	-23.51	0.15
Toranj-strop 2.etaže	10.00	16.84	-15.61	0.29
Vrh zida lađe	9.30	9.98	-2.63	-0.22
Tjeme svoda lađe	8.95	7.93	-5.56	-0.62
Vrh zida svetišta	7.65	28.25	5.35	-0.47
Tjeme svoda svetišta	7.10	14.79	5.42	0.32
Toranj-strop 1.etaže	7.00	-0.20	4.05	-0.55
Zatege svoda lađe	6.55	25.18	6.54	-0.60
Oslonac svoda lađe	5.15	27.30	5.18	-1.87
Kor	3.80	14.48	5.96	-0.20
Oslonac svoda svetišta	3.35	24.25	17.88	-1.76
Pod 0.00	0.00	5.69	2.21	-0.38
	Σ=	166.84	-0.15	-5.50

Potres Ey

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	-3.10	0.02	-0.08	3.80	492.15	0.22	-0.02	-0.04	0.00
Toranj-strop 5.etaže	20.85	-3.87	0.03	-0.15	4.53	586.04	0.39	-0.02	-0.05	0.00
Toranj-strop 4.etaže	16.15	-2.85	0.02	-0.14	4.05	403.76	0.40	0.30	-0.03	0.00
Toranj-strop 3.etaže	13.30	-2.07	0.02	-0.13	7.23	275.67	0.44	1.59	-0.02	-0.00
Toranj-strop 2.etaže	10.00	-0.89	0.01	-0.06	2.67	124.95	0.29	0.51	-0.01	-0.00
Vrh zida lađe	9.30	-0.24	0.00	-0.00	0.11	65.32	0.22	0.13	0.03	0.00
Tjeme svoda lađe	8.95	-0.38	0.01	-0.00	2.05	98.54	1.02	0.14	0.05	0.01
Vrh zida svetišta	7.65	-0.39	0.00	-0.02	-0.72	104.84	0.18	0.20	0.03	0.00
Tjeme svoda svetišta	7.10	-0.02	-0.01	0.00	-1.47	10.95	-0.55	0.06	-0.00	-0.00
Toranj-strop 1.etaže	7.00	-0.17	0.01	-0.02	1.43	36.80	0.58	0.02	0.00	-0.00
Zatege svoda lađe	6.55	-0.26	0.00	-0.02	0.03	71.24	-0.05	0.11	0.01	-0.00
Oslonac svoda lađe	5.15	-0.26	0.00	0.00	-0.77	90.67	-0.58	0.08	0.04	0.00
Kor	3.80	-0.22	0.00	-0.01	0.16	71.01	0.46	0.03	0.02	0.00
Oslonac svoda svetišta	3.35	-0.13	0.00	0.00	0.26	53.63	0.66	0.05	0.01	-0.00
Pod 0.00	0.00	-0.04	0.00	-0.00	0.05	16.50	-0.18	0.01	0.00	-0.00
	Σ=	-14.86	0.13	-0.62	23.41	2502.1	3.48	3.20	0.05	0.01

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]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	0.99	-208.59	-0.26	0.71	4.42	-0.04	-2.04	-113.42	0.23
Toranj-strop 5.etaže	20.85	0.70	-143.31	-0.40	0.30	1.37	-0.05	-0.63	-27.62	0.34
Toranj-strop 4.etaže	16.15	-6.57	33.21	0.01	-0.46	-4.06	-0.04	2.26	85.78	0.23
Toranj-strop 3.etaže	13.30	-20.27	166.74	3.02	-0.88	-5.63	0.11	3.56	121.16	-0.76
Toranj-strop 2.etaže	10.00	6.91	146.64	2.76	-0.49	-3.70	0.12	-0.47	71.29	-0.76
Vrh zida lađe	9.30	0.97	423.06	5.27	-0.54	0.98	0.15	0.41	10.44	-1.06
Tjeme svoda lađe	8.95	5.28	591.57	6.75	-1.61	0.36	0.15	0.97	22.75	-1.13
Vrh zida svetišta	7.65	9.16	673.68	10.73	-0.55	2.29	0.36	-1.20	18.04	-2.41
Tjeme svoda svetišta	7.10	3.64	141.25	4.14	0.63	1.94	0.18	-1.38	-11.68	-1.17
Toranj-strop 1.etaže	7.00	6.04	152.25	0.87	-0.89	-0.41	0.01	-0.02	19.33	-0.07
Zatege svoda lađe	6.55	13.61	410.59	7.72	-0.39	1.91	0.28	-1.82	13.79	-1.90
Oslonac svoda lađe	5.15	-6.74	691.19	12.47	-0.71	4.00	0.37	1.07	-2.84	-2.55
Kor	3.80	-4.25	362.07	11.04	-0.42	-2.12	0.10	1.14	41.31	-0.14
Oslonac svoda svetišta	3.35	-0.05	397.07	8.38	-0.43	2.25	0.18	-0.69	3.73	-1.15
Pod 0.00	0.00	-2.33	102.89	3.23	-0.05	0.03	0.09	0.38	7.25	-0.57
	Σ=	7.11	3940.3	75.73	-5.78	3.64	1.96	1.54	259.29	-12.87

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]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	157.48	-124.08	-9.00	-172.54	-8.67	8.96	-0.11	-83.35	0.64
Toranj-strop 5.etaže	20.85	37.84	-13.82	-11.81	-37.12	-0.60	11.47	0.15	1.37	1.02
Toranj-strop 4.etaže	16.15	-107.50	143.16	-13.40	148.57	10.94	14.02	-18.92	105.97	1.52
Toranj-strop 3.etaže	13.30	-180.83	294.72	-8.75	222.08	26.56	14.23	-8.74	185.35	5.37
Toranj-strop 2.etaže	10.00	-206.00	226.44	-4.15	130.33	21.68	8.16	74.08	131.54	5.07
Vrh zida lađe	9.30	-111.68	73.41	0.29	48.46	10.22	2.42	42.25	15.03	3.97
Tjeme svoda lađe	8.95	-169.76	105.41	0.13	79.91	9.41	3.89	48.53	43.19	6.53
Vrh zida svetišta	7.65	-225.83	296.71	3.86	87.90	40.02	5.12	109.03	52.29	7.47
Tjeme svoda svetišta	7.10	-57.83	125.95	4.62	3.60	20.24	0.12	52.27	2.30	1.07
Toranj-strop 1.etaže	7.00	-63.45	118.39	0.03	40.01	11.63	3.03	10.02	21.56	1.36
Zatege svoda lađe	6.55	-192.29	368.11	4.30	66.94	46.54	4.95	101.95	85.85	4.71
Oslonac svoda lađe	5.15	-178.67	428.39	1.34	81.20	56.05	2.41	84.42	135.21	4.18
Kor	3.80	-99.19	239.46	-5.54	73.78	27.84	2.13	34.33	84.12	-2.72
Oslonac svoda svetišta	3.35	-94.48	394.77	6.40	51.02	50.19	0.97	57.58	77.08	1.04
Pod 0.00	0.00	-30.30	94.69	0.51	17.69	12.17	1.07	15.17	20.65	-0.58
	Σ=	-1522.50	2771.7	-31.17	841.82	334.23	82.94	602.02	878.17	40.66

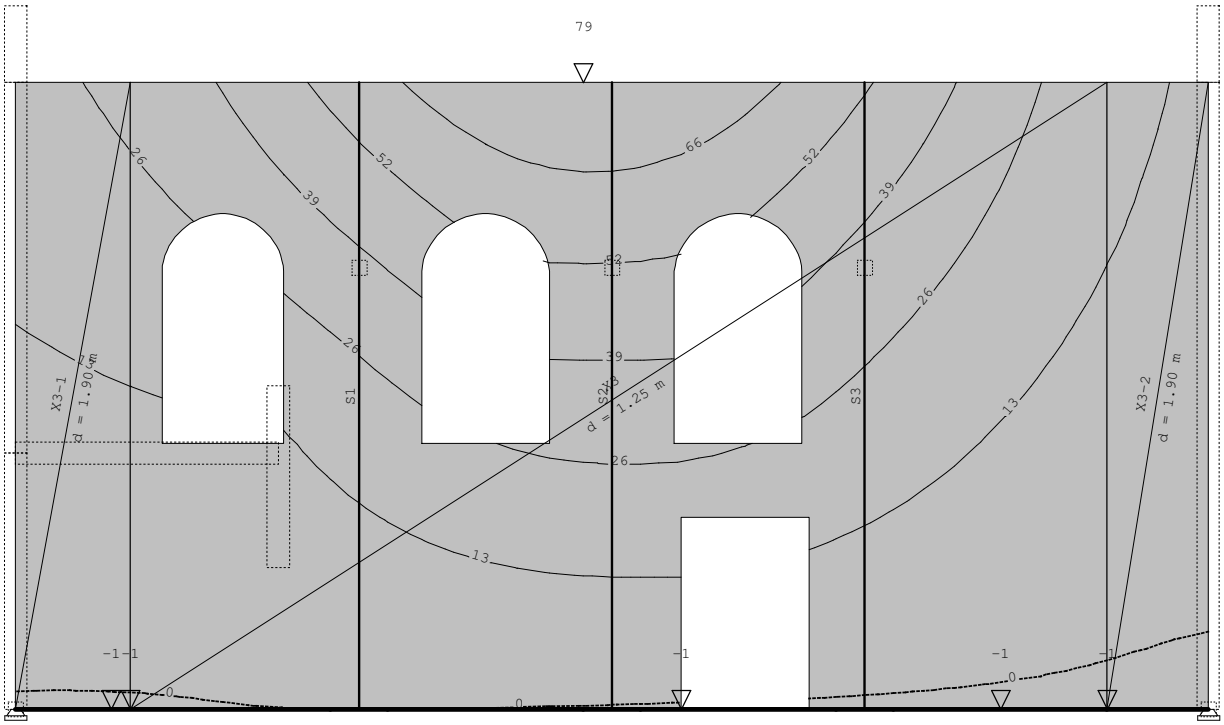
Nivo	Z [m]	Ton 10		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Toranj-strop 6.etaže	25.60	-0.00	-0.01	-0.00
Toranj-strop 5.etaže	20.85	0.00	0.00	-0.00
Toranj-strop 4.etaže	16.15	0.01	0.01	-0.00
Toranj-strop 3.etaže	13.30	0.00	0.02	-0.00
Toranj-strop 2.etaže	10.00	-0.02	0.01	-0.00
Vrh zida lađe	9.30	-0.01	0.00	0.00
Tjeme svoda lađe	8.95	-0.01	0.00	0.00
Vrh zida svetišta	7.65	-0.03	-0.00	0.00
Tjeme svoda svetišta	7.10	-0.01	-0.00	-0.00
Toranj-strop 1.etaže	7.00	0.00	-0.00	0.00
Zatege svoda lađe	6.55	-0.02	-0.01	0.00
Oslonac svoda lađe	5.15	-0.02	-0.00	0.00
Kor	3.80	-0.01	-0.01	0.00

Oslonac svoda svetišta	3.35	-0.02	-0.02	0.00
Pod 0.00	0.00	-0.01	-0.00	0.00
	Σ=	-0.15	0.00	0.00

Faktori participacije - Relativno učešće		
Ton \ Naziv	1. Potres Ex	2. Potres Ey
1	0.304	0.000
2	0.000	0.234
3	0.041	0.000
4	0.000	0.369
5	0.002	0.000
6	0.000	0.024
7	0.155	0.259
8	0.392	0.031
9	0.076	0.082
10	0.031	0.000

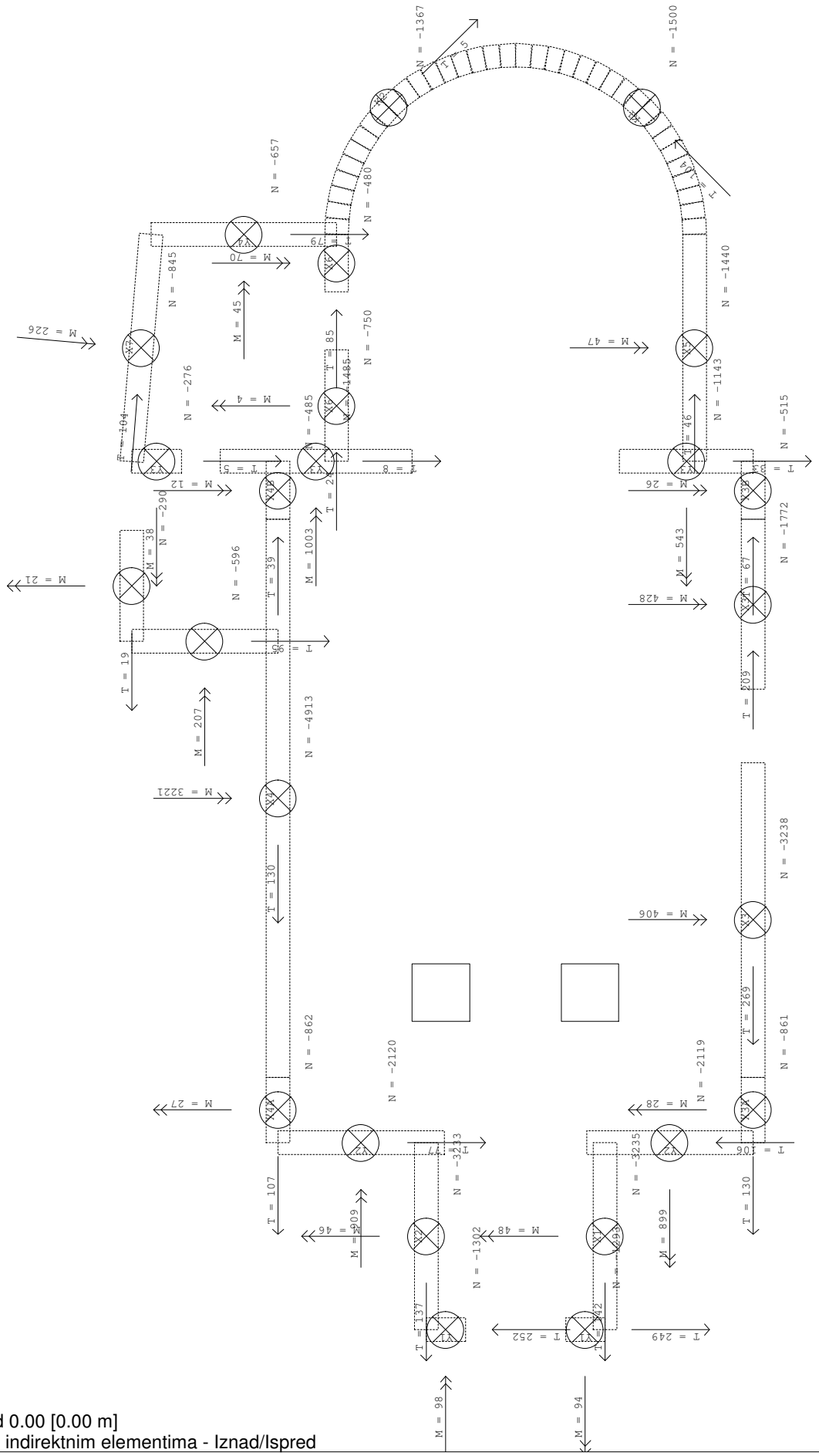
Faktori participacije - Sudjelujuće mase			
Ton	U [α=0°]	U [α=90°]	U [Z]
1	16.37	0.00	0.03
2	0.00	19.72	0.00
3	1.57	0.00	0.00
4	0.00	19.39	0.01
5	0.05	0.02	0.01
6	0.00	1.28	0.00
7	4.12	13.64	0.00
8	10.43	1.64	0.10
9	2.03	4.32	0.01
10	0.82	0.00	0.00
ΣU (%)	35.39	60.01	0.16

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



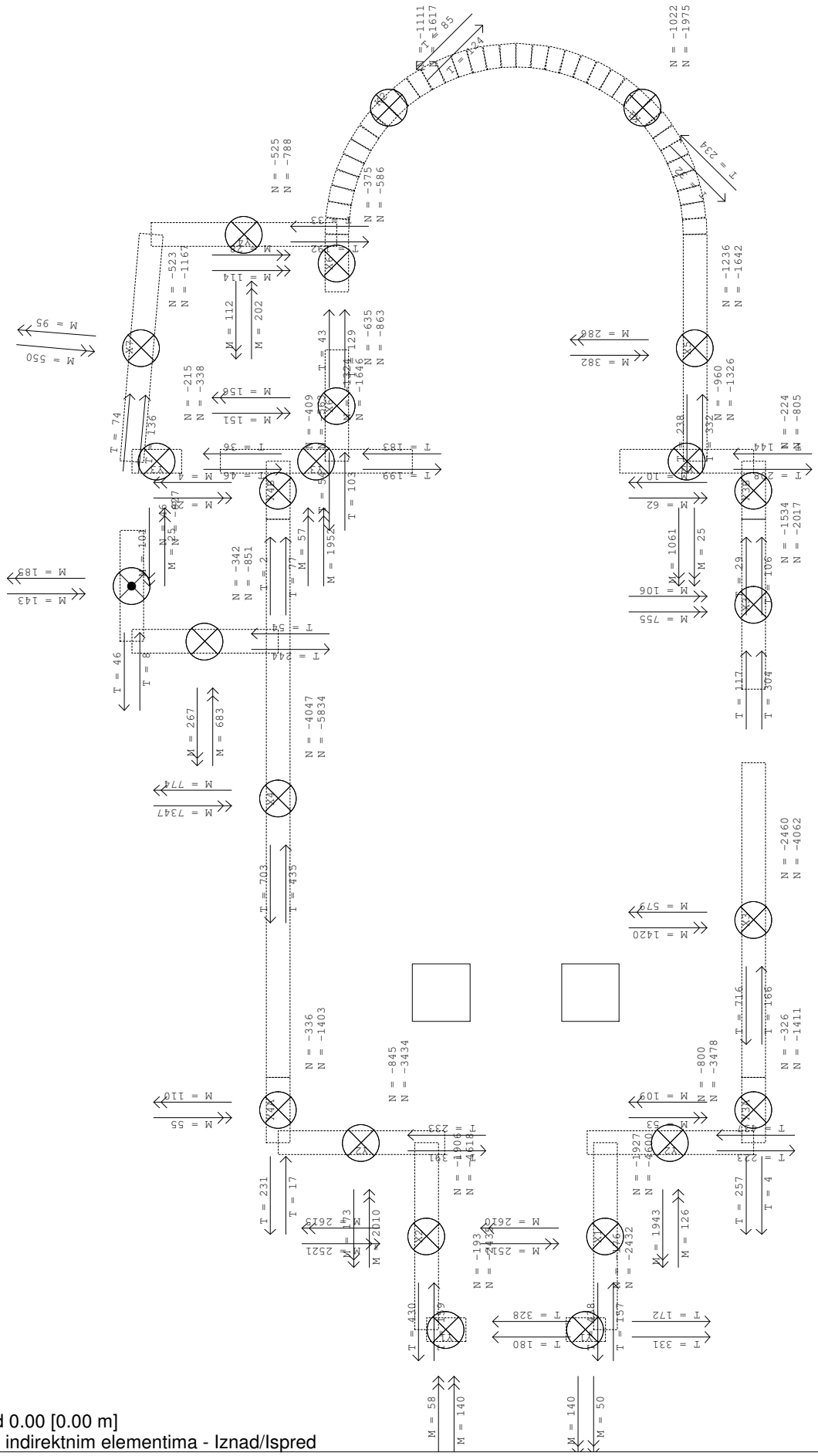
Okvir: H_3
Utjecaji u ploči: max Yp= 79 / min Yp= -1 m / 1000

Opt. 1: Stalno G (g)



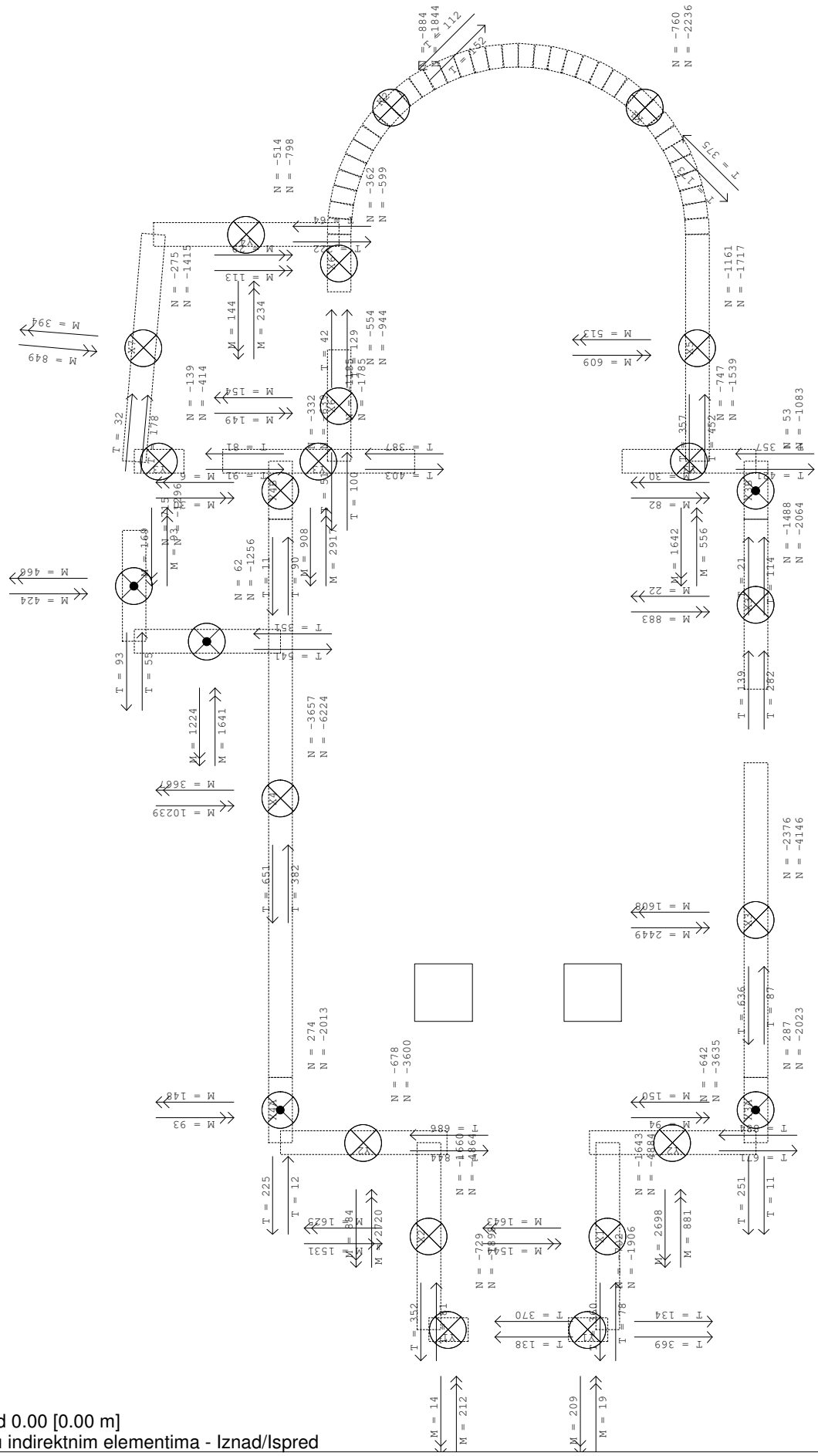
Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]
Utjecaji u indirektnim elementima - Iznad/Ispred

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



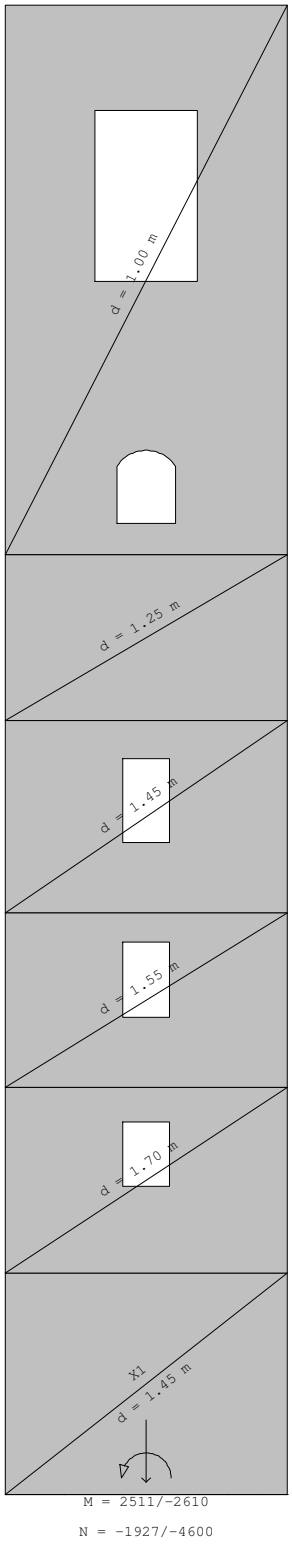
Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]
Utjecaji u indirektnim elementima - Iznad/Ispred

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



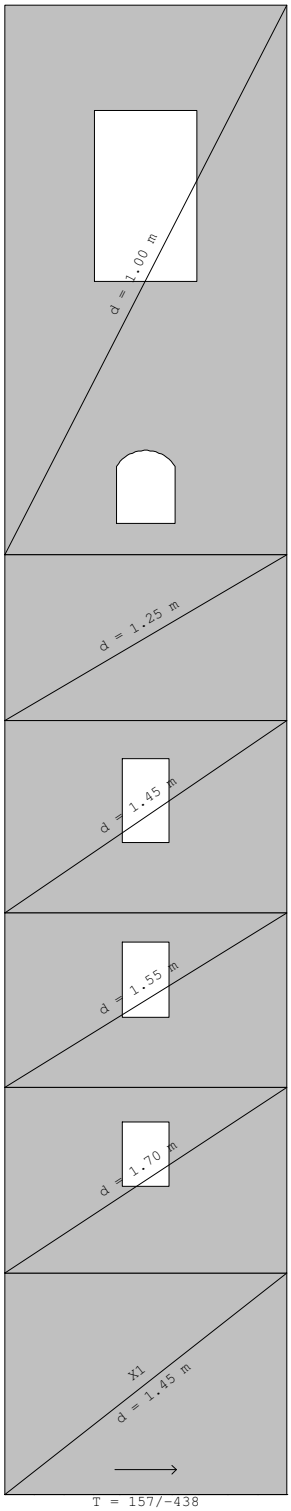
Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]
Utjecaji u indirektnim elementima - Iznad/Ispred

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



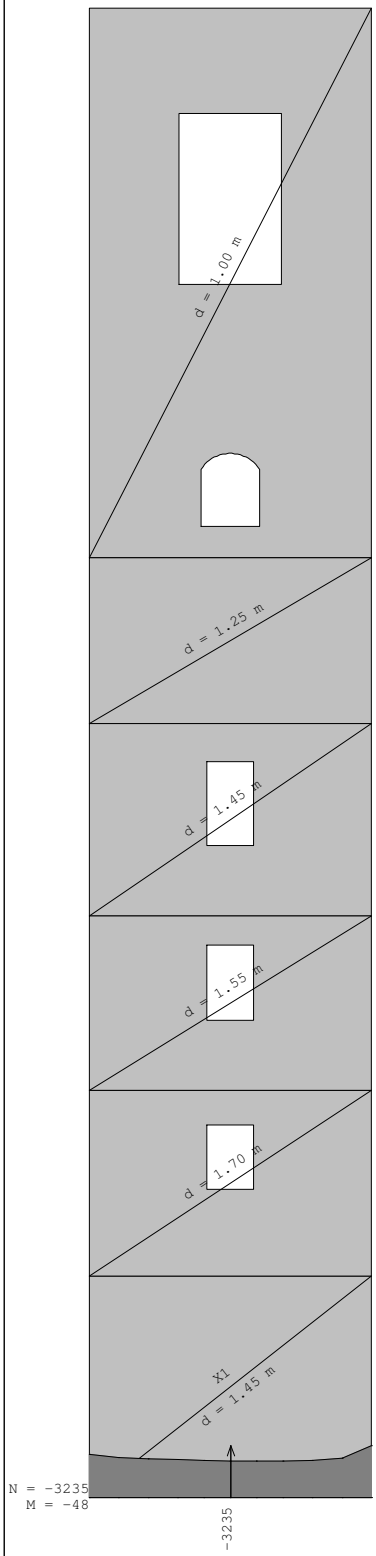
Okvir: H_1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



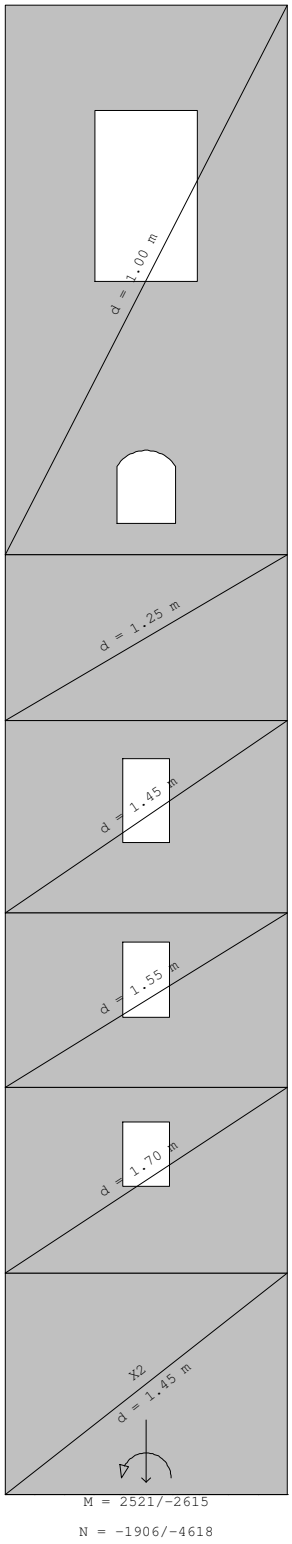
Okvir: H_1
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 1: Stalno G (g)



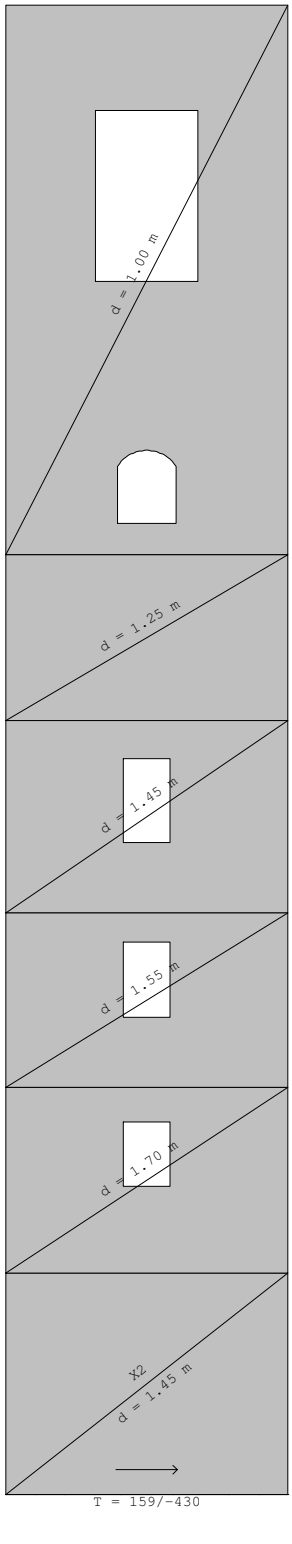
Okvir: H_1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



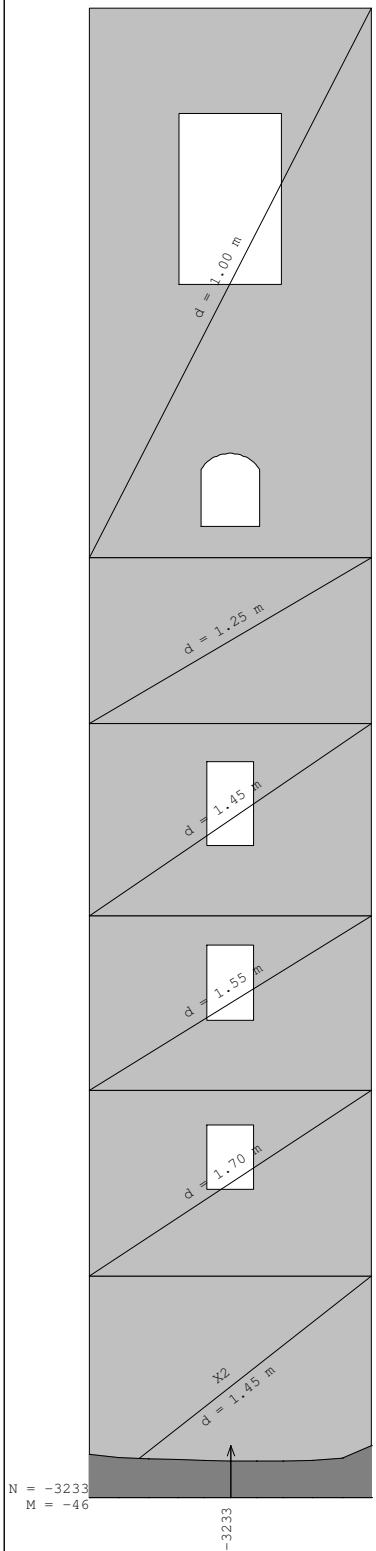
Okvir: H_2
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



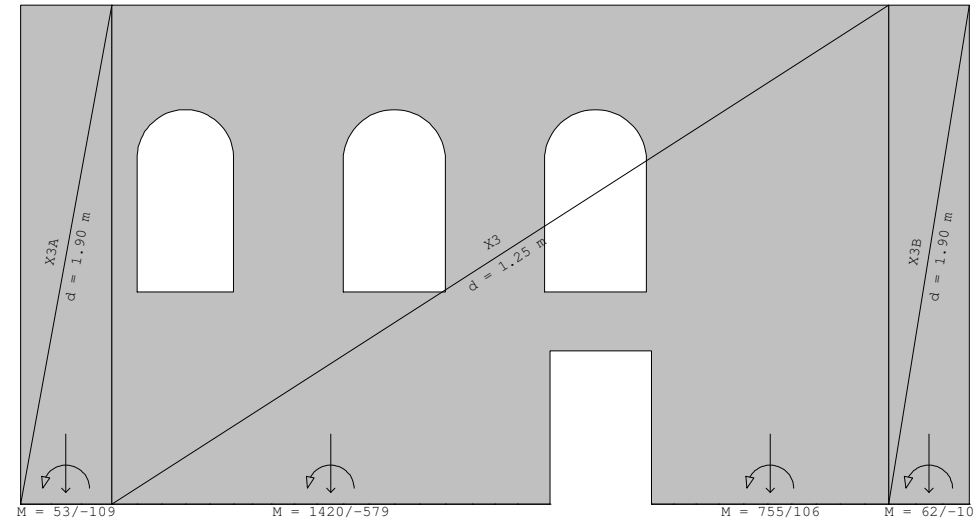
Okvir: H_2
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 1: Stalno G (g)



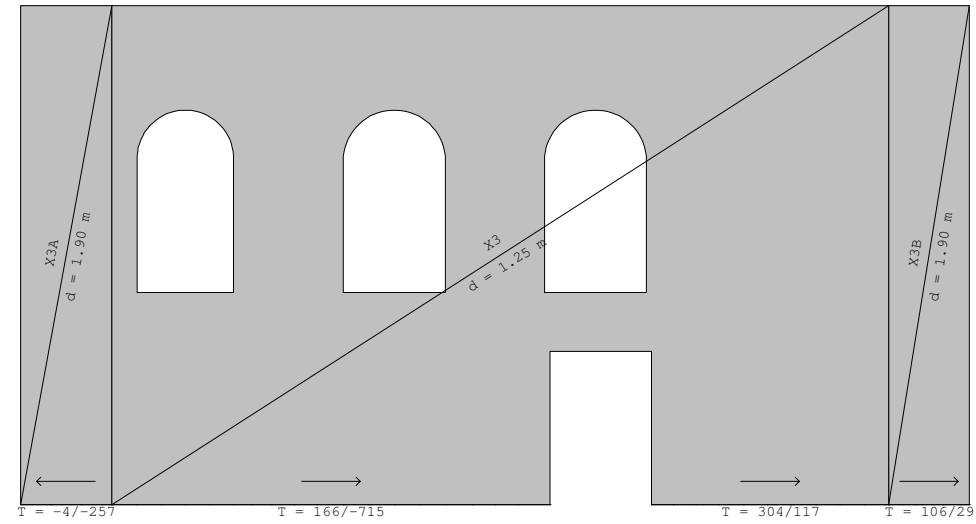
Okvir: H_2
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



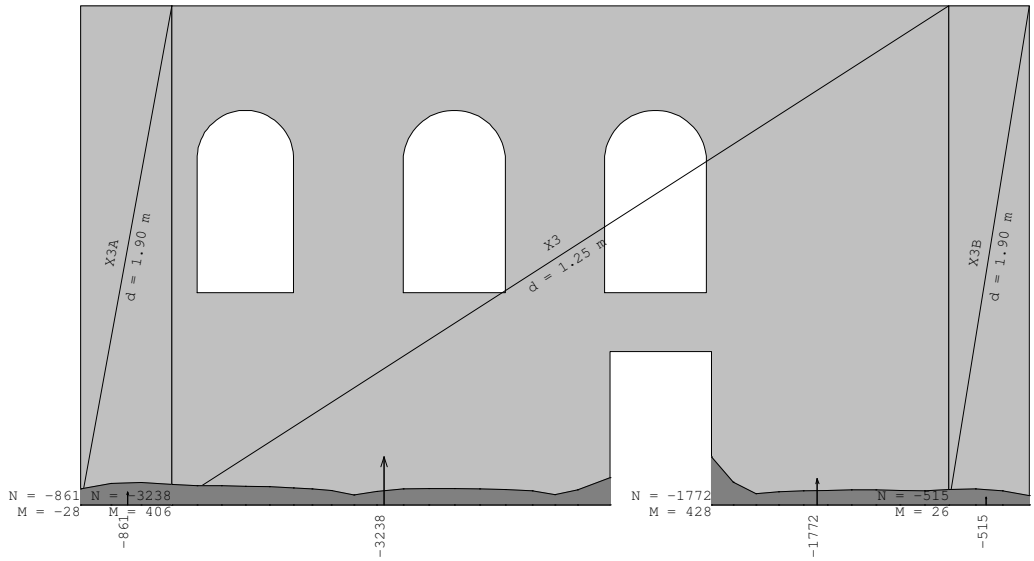
Okvir: H_3
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



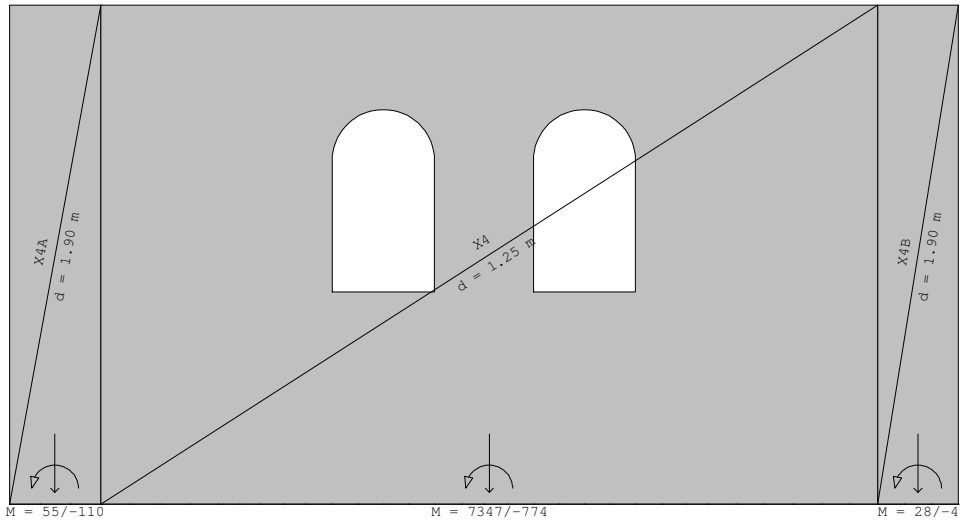
Okvir: H_3
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 1: Stalno G (g)



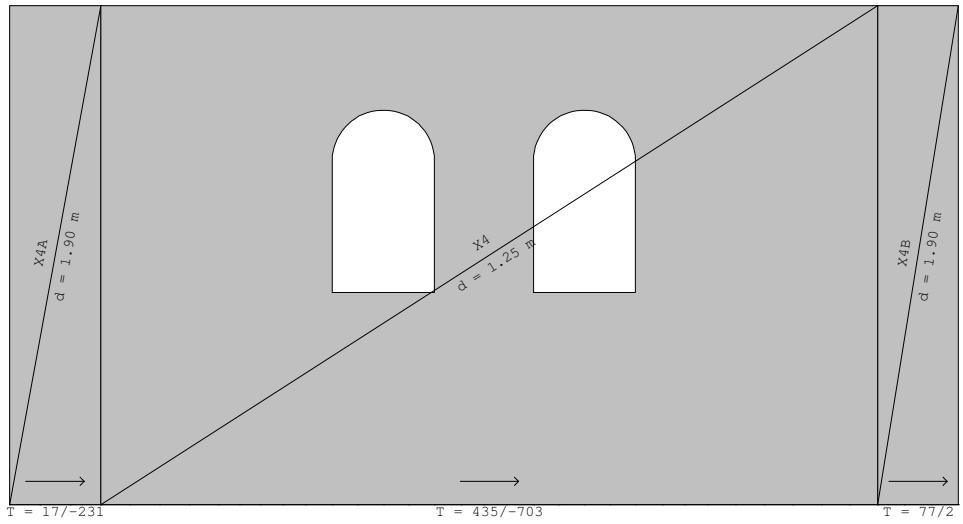
Okvir: H_3
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



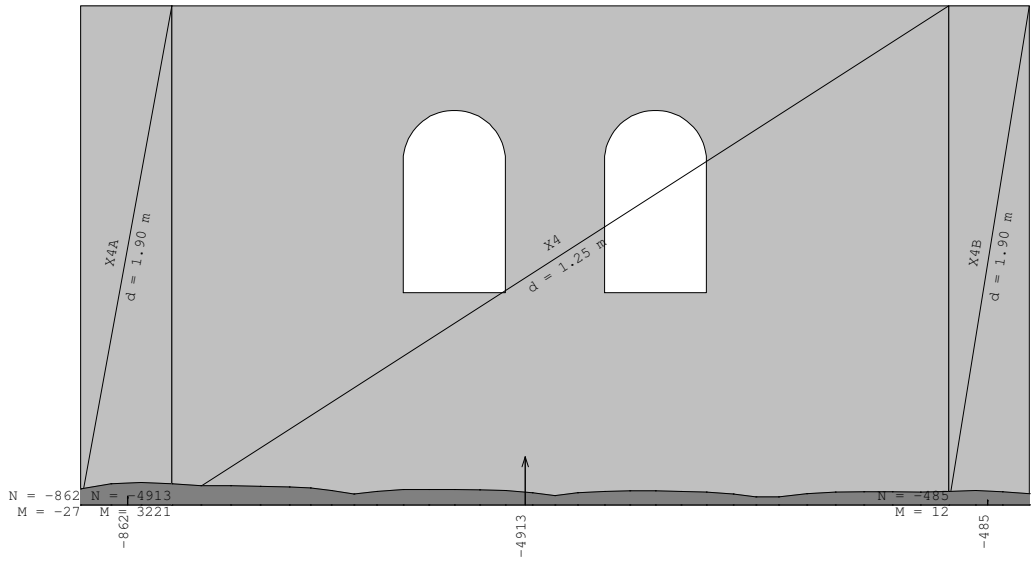
Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



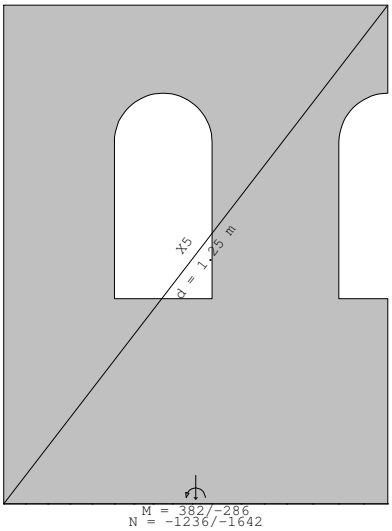
Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 1: Stalno G (g)



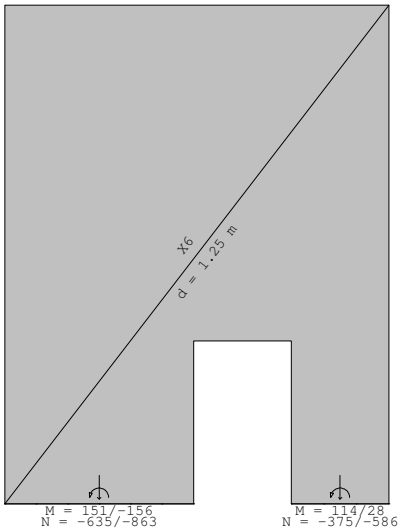
Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



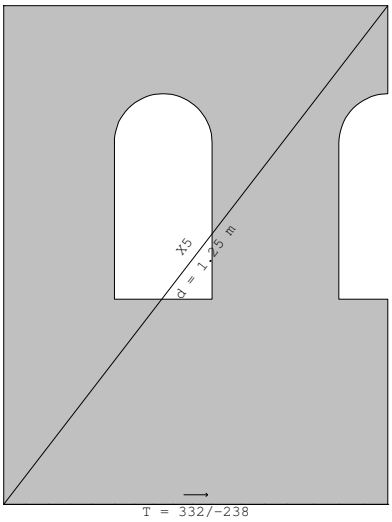
Okvir: H_5
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



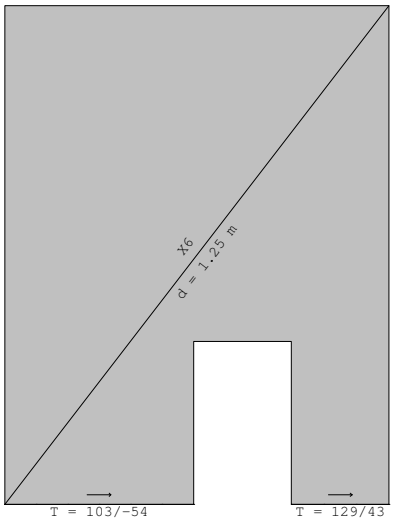
Okvir: H_6
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



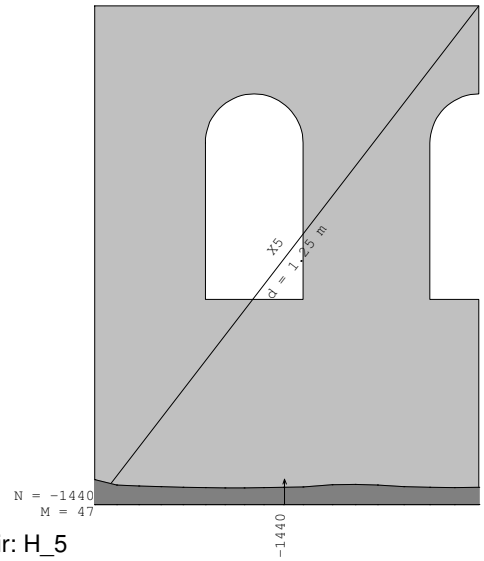
Okvir: H_5
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



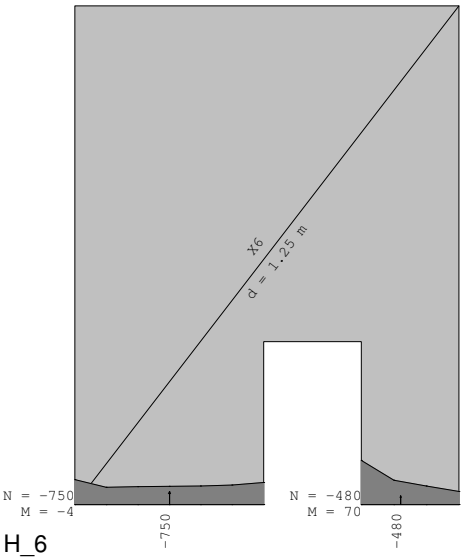
Okvir: H_6
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 1: Stalno G (g)



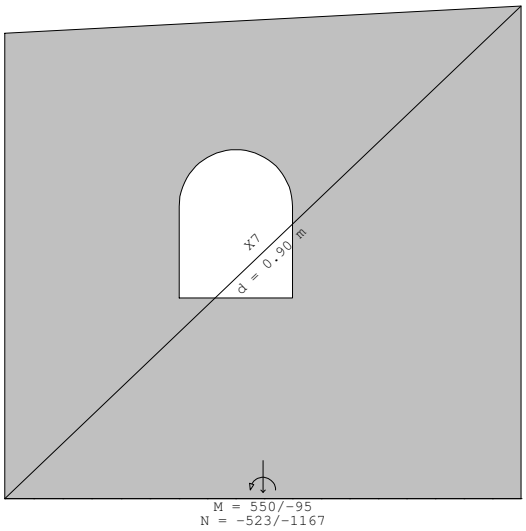
Okvir: H_5
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 1: Stalno G (g)



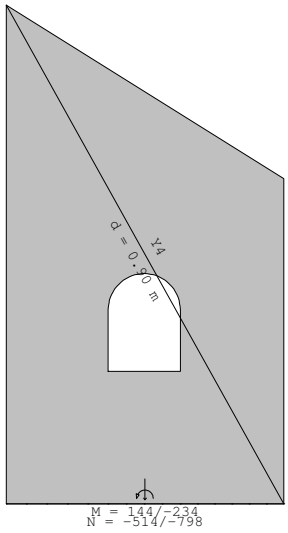
Okvir: H_6
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



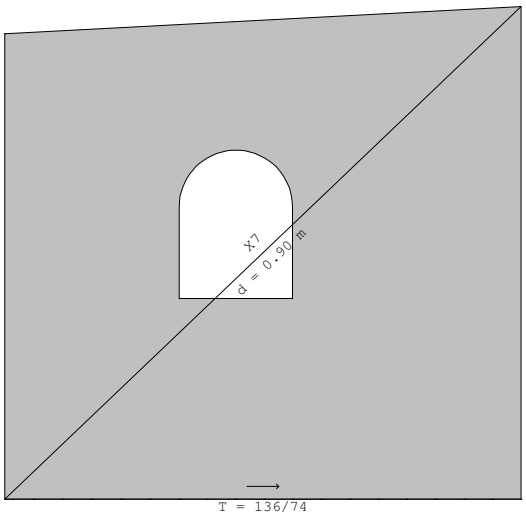
Okvir: K_1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



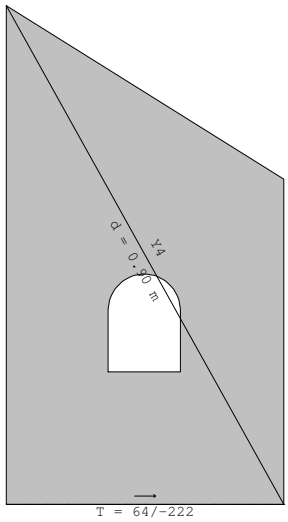
Okvir: V_5
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



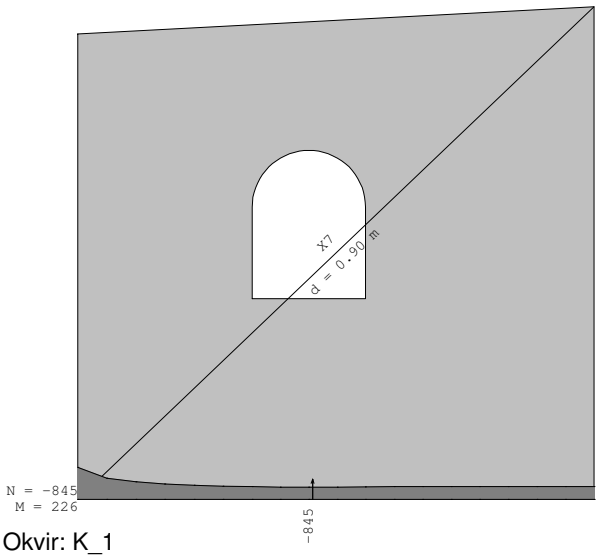
Okvir: K_1
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



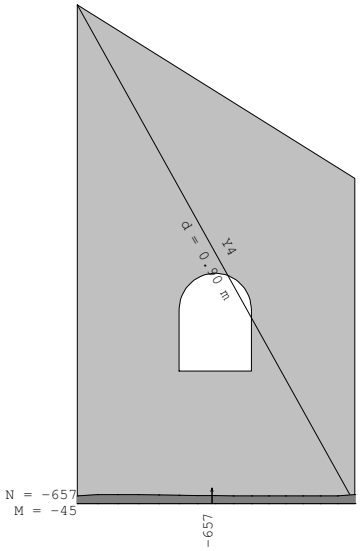
Okvir: V_5
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 1: Stalno G (g)



Okvir: K_1
Vektorski presjeci: Nn

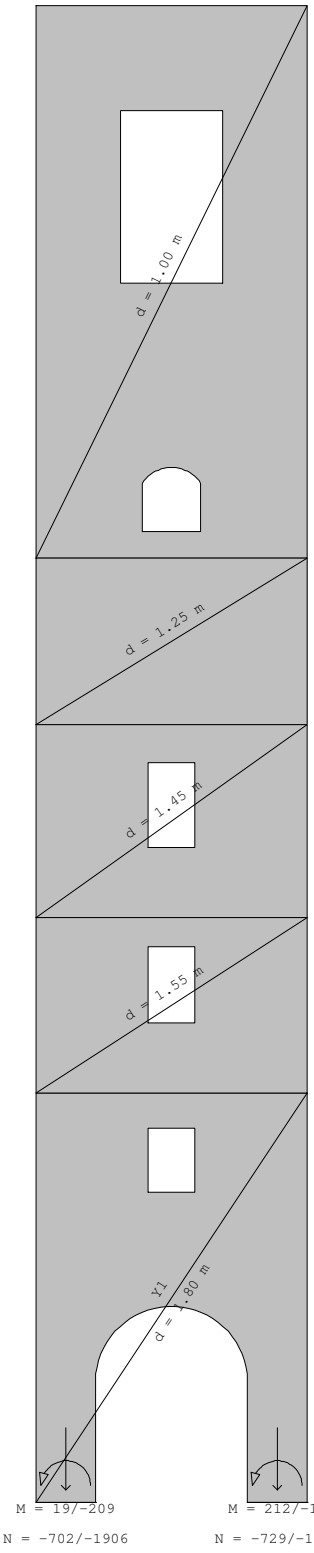
Opt. 1: Stalno G (g)



Okvir: V_5
Vektorski presjeci: Nn

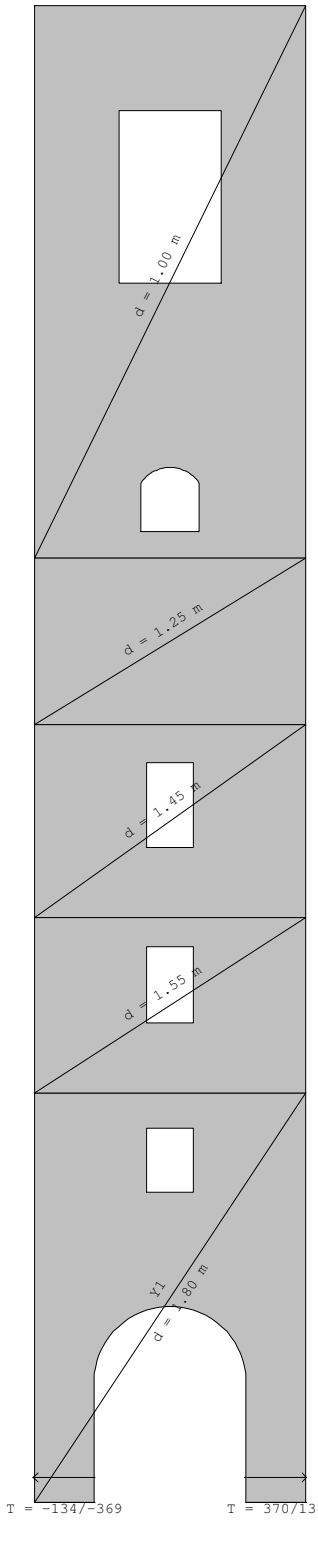
Statički proračun

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



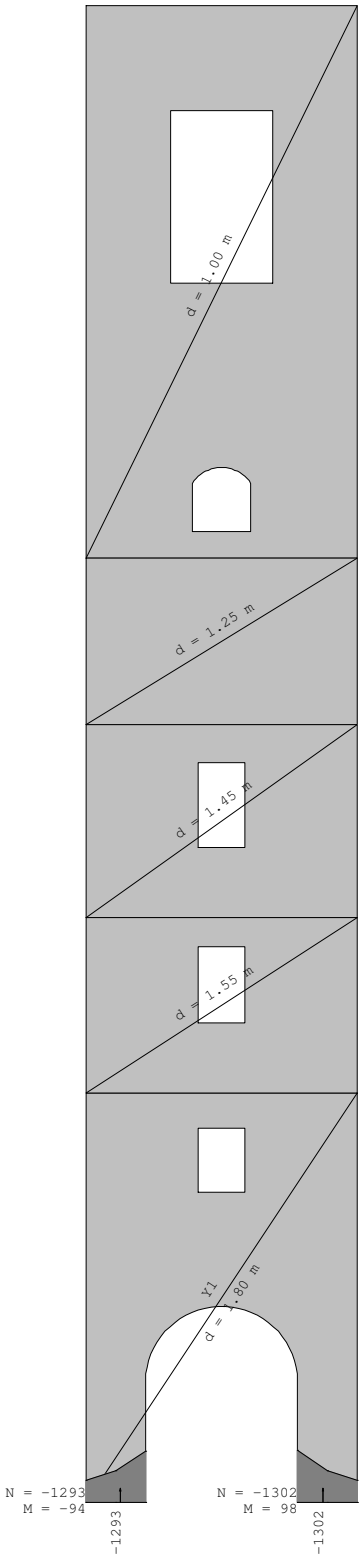
Okvir: V_1
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



Okvir: V_1
Vektorski presjeci: Nns

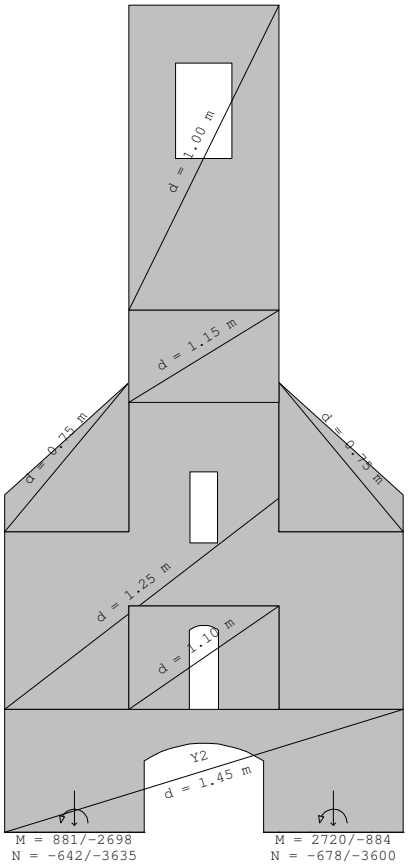
Opt. 1: Stalno G (g)



Okvir: V_1
Vektorski presjeci: Nn

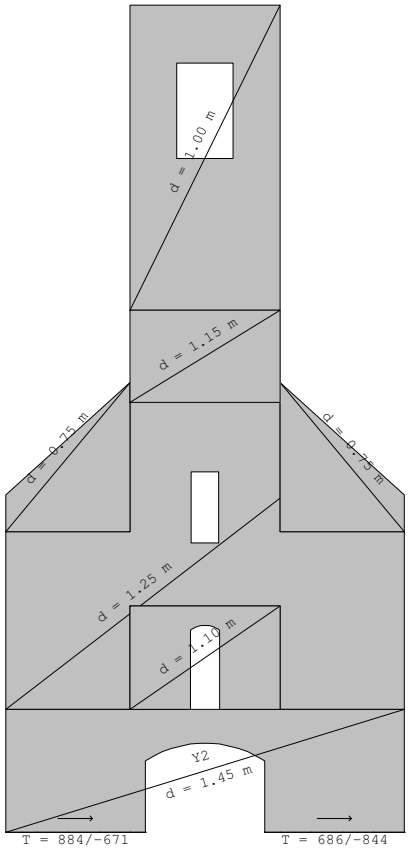
Statički proračun

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



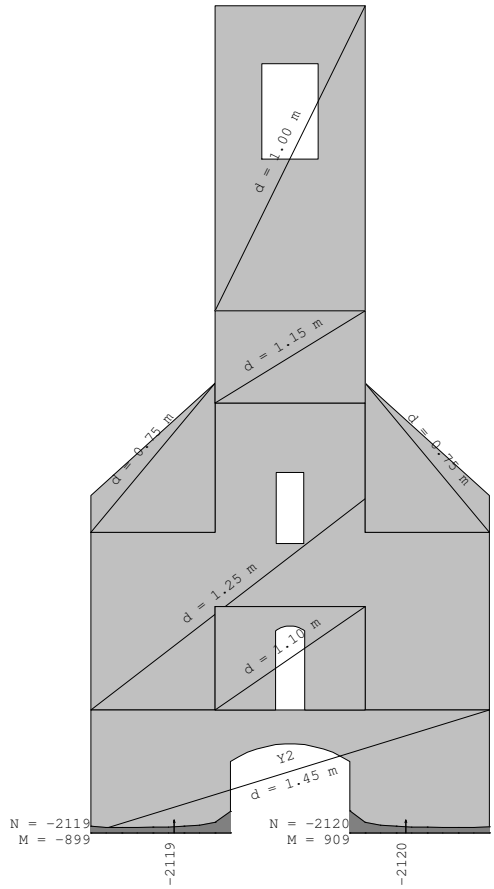
Okvir: V_2
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



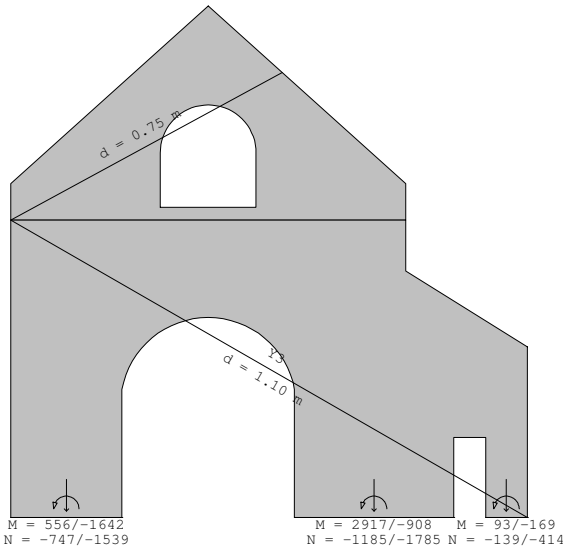
Okvir: V_2
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 1: Stalno G (g)



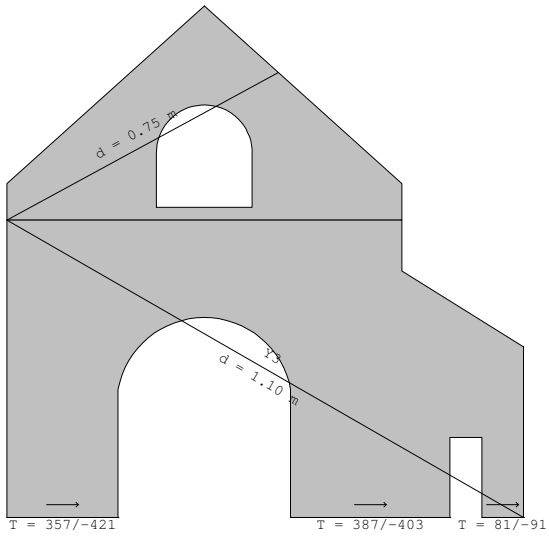
Okvir: V_2
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



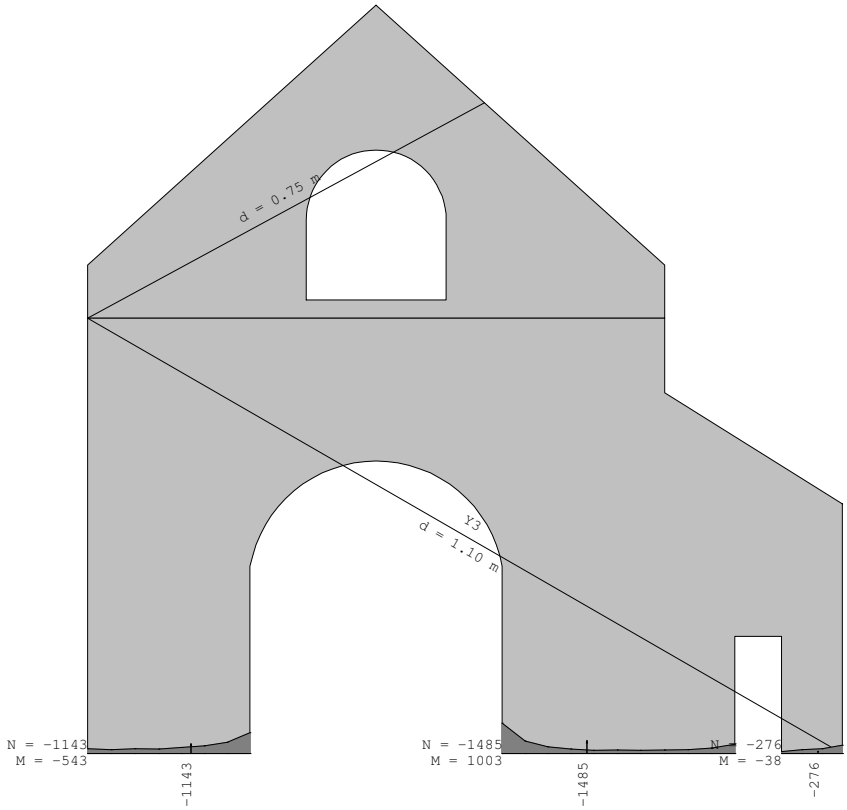
Okvir: V_4
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



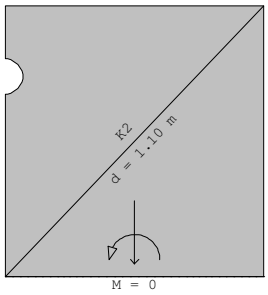
Okvir: V_4
Vektorski presjeci: Nns

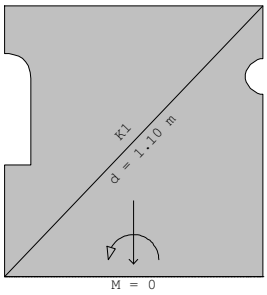
Opt. 1: Stalno G (g)



Okvir: V_4
Vektorski presjeci: Nn

Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV



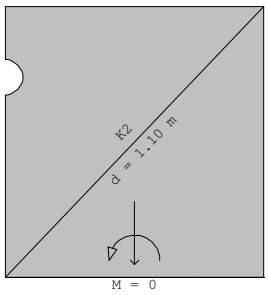


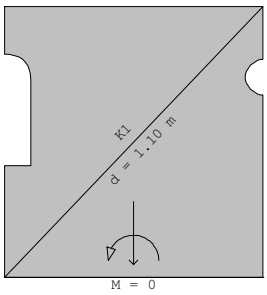
Okvir: C_1
Vektorski presjeci: Nn

N = −1111/−1617

N = −1022/−1975

Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV



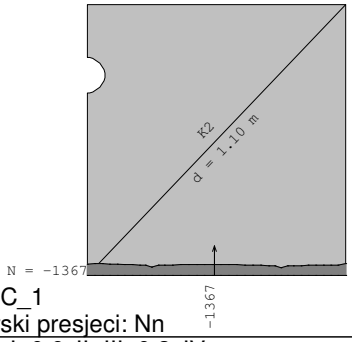


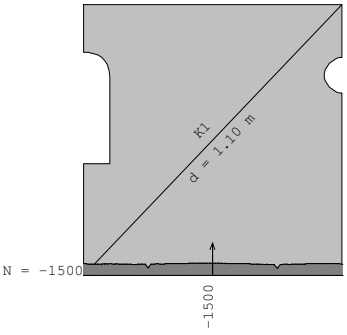
Okvir: C_1
Vektorski presjeci: Nn

N = −884/−1844

N = −760/−2236

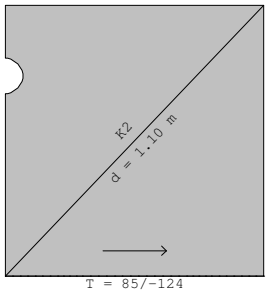
Opt. 1: Stalno G (g)

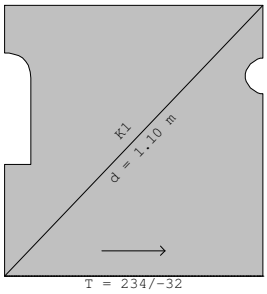




Okvir: C_1
Vektorski presjeci: Nn

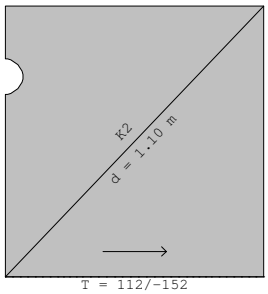
Opt. 6: I+0.6xII+III+0.3xIV

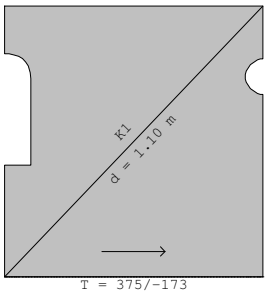




Okvir: C_1
Vektorski presjeci: Nns

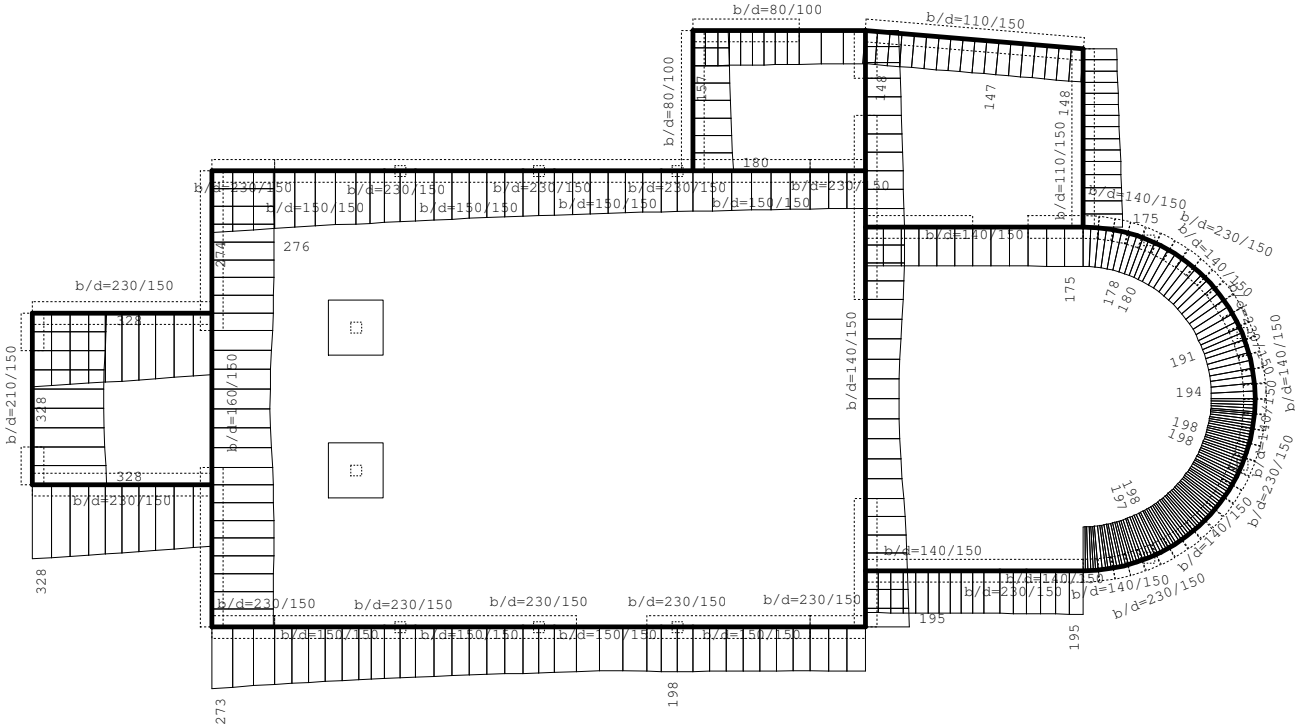
Opt. 7: I+0.6xII+0.3xIII+IV





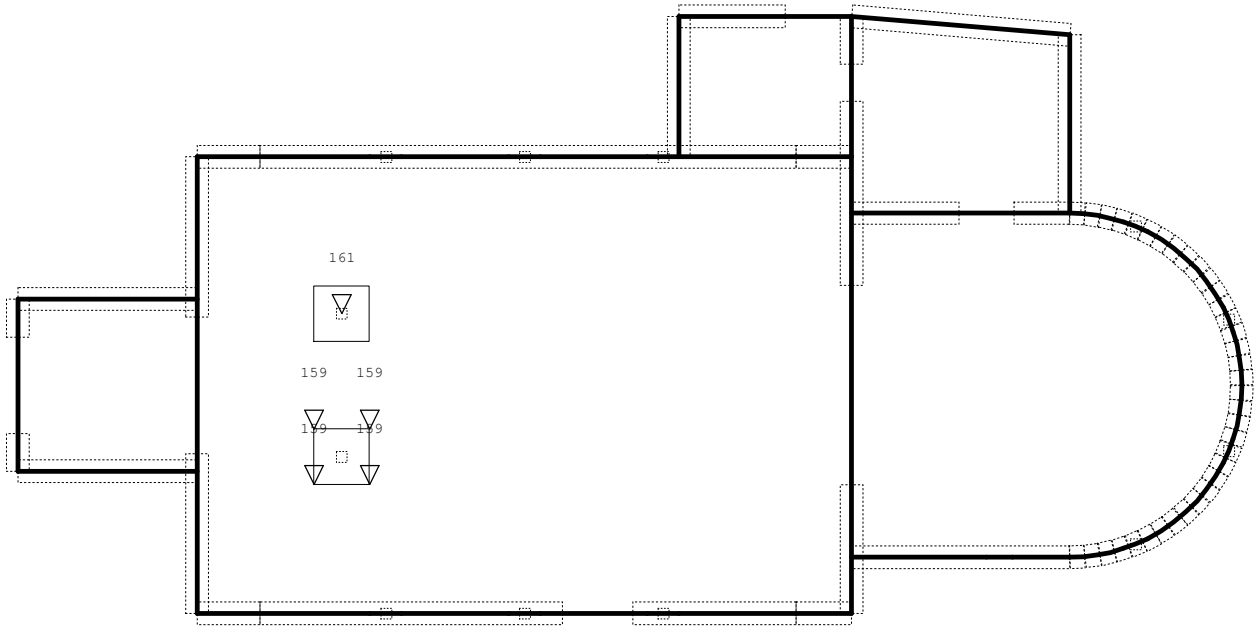
Okvir: C_1
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 8: I+II



Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]
Utjecaji u lin. ležaju: max σ,tla= 328 / min σ,tla= 147 kN/m²

Opt. 8: I+II



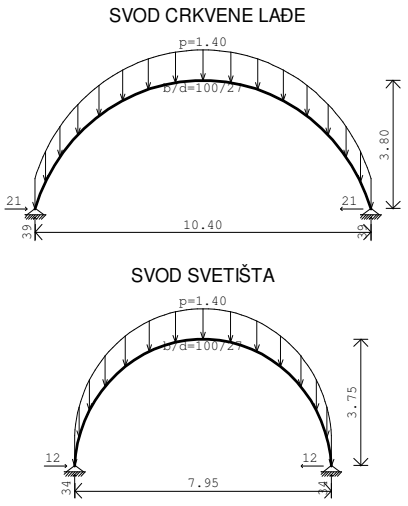
Nivo: Pod 0.00 [0.00 m]
Utjecaji u pov. ležaju: max σ,tla= 161 / min σ,tla= 159 kN/m²

ANALIZA REZULTATA

KONTROLA POMAKA GLAVNIH UZDUŽNIH ZIDOVA LAĐE - uvjet ograničenja oštećenja

Shema svoda

Opt. 1: Stalno G (g)



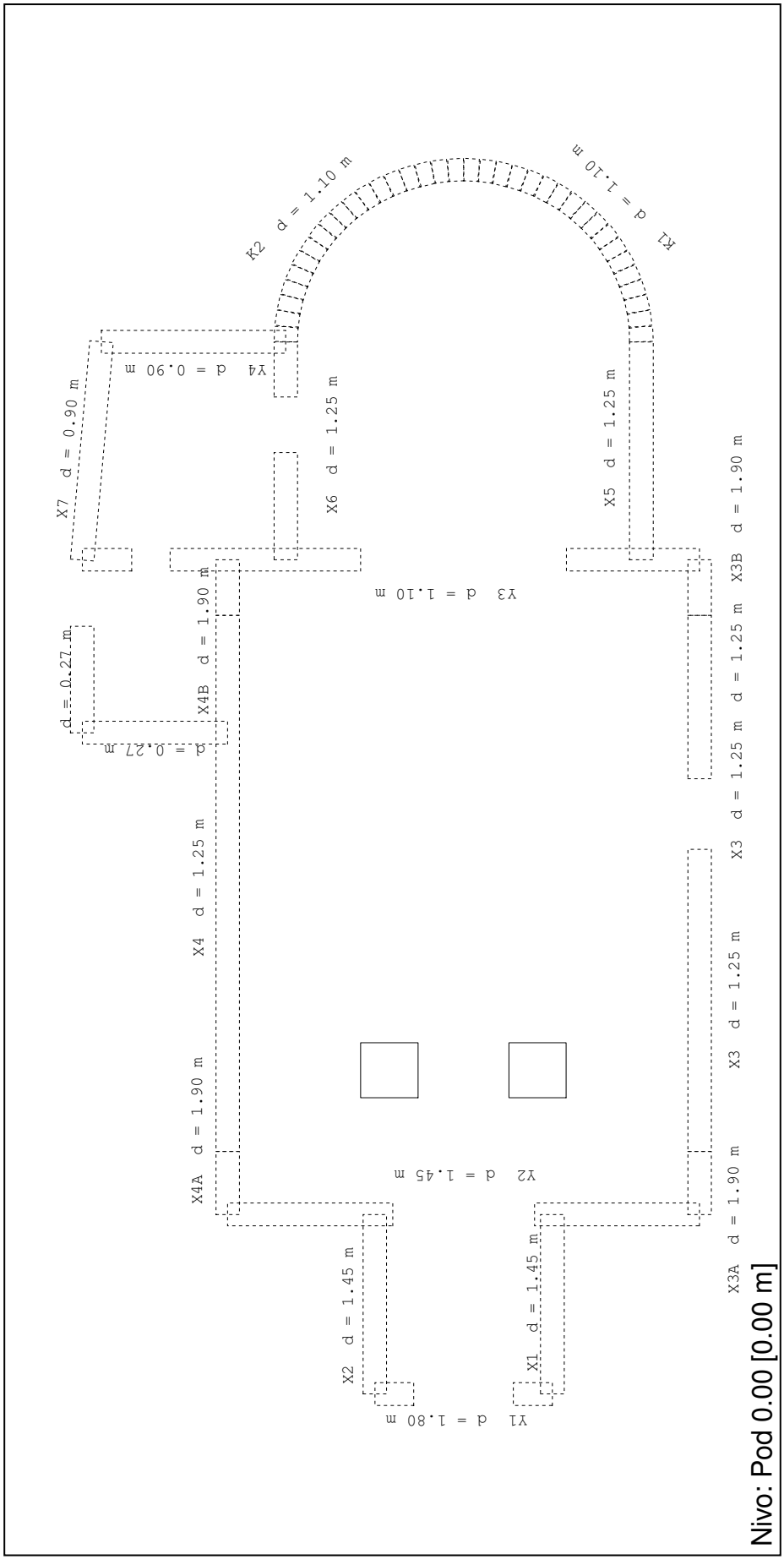
Reakcije ležajeva

Pomak na vrhu zida : Yp = 79 mm (okomito na ravninu zida, smjer Y)

Ograničenje progiba konzole :

H / 180 = 9300 / 180 = 51,7 mm < Yp = 79 mm **prekoračenje 53%**

KONTROLA NOSIVOSTI ZIDOVA



KONTROLA NOSIVOSTI ZIDOVA CRKVE

$f_{vk,0}$ = 0,05 N/mm² γ_M = 1,5 KL = 2

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M * CF$ $\sigma_d = N_{Ed} / A$ $f_{vk} = f_{vk,0} + 0{,}4 * \sigma_d$ $V_{Rd} = t * L_c * f_{vd}$

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

$V_{RHd} = C_r * A * \tau_{Rd}$ $R_z = \min(V_{Rd}, V_{RHd}) / V_{Ed}$

$\gamma_M * CF = 1{,}8$ $f_{td} = 0{,}08 / 1{,}8 = 0{,}044$ N/mm²

U proračunu kontrole nosivosti zidova korišteni su sljedeći izrazi :

L_w duljina zida

t debljina zida

A površina zida

$A = L_w * t$

V_{Ed} poprečna sila dobivena seizmičkim proračunom

N_{Ed} uzdužna sila dobivena seizmičkim proračunom

M_{Ed} moment savijanja dobiven seizmičkim proračunom

σ_d proračunsko tlačno naprezanje

$\sigma_d = N_{Ed} / A$

f_{vk} karakteristična posmična čvrstoća zida

$f_{vk} = f_{vk,0} + 0{,}4 * \sigma_d$

$f_{vk,0}$ karakteristična početna posmična čvrstoća ziđa (očitano iz literature)

f_{vd} proračunska vrijednost posmične otpornosti zida

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M * CF$

V_{Rd} otpornost zida na poprečnu silu

$V_{Rd} = t * L_c * f_{vd}$

τ_{Rd} proračunska vrijednost poprečne otpornosti zida

$\tau_{Rd} = (f_{td} / 1{,}5) \times (1 + \sigma_d / f_{td})^{0,5}$

f_{td} proračunska vrijednost vlačne otpornosti zida

$f_{td} = f_{tk} / \gamma_M * CF$

f_{tk} karakteristična vlačna čvrstoća zida (očitano iz literature)

γ_M parcijalni koeficijent za materijale, uključujući nesigurnosti vezane uz geometriju i modelirenje u NA EC1998-1, vrijednost ovog koeficijenta je definirana kao $\gamma_M \geq 1{,}5$

L_c duljina tlačnog područja zida

$L_c = 3 * [L_w / 2 - (M_{Ed} / N_{Ed,\,min})] \leq L$ za neomeđeno ziđe

$N_{Ed,min}$ minimalna vrijednost unutarnje uzdužne sile u zidu dobivena seizmičkim proračunom (vlastita težina)

V_{Rd} otpornost zida

$V_{Rd} = (f_{vk} * t * L_c) / \gamma_M * CF$

CF faktor povjerenja uzet iz EC 1998-3, CF = 1,20 za razinu znanja 2

V_{RHd} otpornost zida na horizontalnu silu

$V_{RHd} = C_r \times A \times \tau_{Rd}$

C_r faktor smanjenja opterećenja (očitano iz literature)

ZID	L_{wk} cm	t cm	A cm^2	V_{Ed} KN	N_{Ed} KN	M_{Ed} KNm	σ_d N/mm^2	0,4 * σ_d N/mm^2	f_{vk} N/mm^2	τ_{Rd} N/mm^2	L_c cm	V_{Rd}	V_{Ed} / V_{Rd}	V_{RHd} KN	V_{Ed} / V_{RHd}	ΔV_{Ed} KN	R_c	R_c*A
X_1	645	145	93525	438	3235	1643	0,346	0,138	0,188	0,087	645	977	0,45	732	0,60		1,671	156561
X_2	645	145	93525	430	3233	1625	0,346	0,138	0,188	0,087	645	977	0,44	732	0,59		1,702	159180
X_{3-1}	435	125	54375	715	3238	2449	0,595	0,238	0,288	0,112	435	870	0,82	548	1,30	167	0,766	41651
X_{3-2}	440	125	55000	304	1772	883	0,322	0,129	0,179	0,085	440	547	0,56	421	0,72		1,385	76175
X_{3A}	240	190	45600	257	861	150	0,189	0,076	0,126	0,068	240	319	0,81	279	0,92		1,086	49522
X_{3B}	205	190	38950	106	515	82	0,132	0,053	0,103	0,059	205	223	0,48	207	0,51		1,953	76069
X_4	1070	125	133750	703	4913	10239	0,367	0,147	0,197	0,090	1070	1464	0,48	1083	0,65		1,541	206109
X_{4A}	240	190	45600	231	862	148	0,189	0,076	0,126	0,068	240	319	0,72	279	0,83		1,208	55085
X_{4B}	205	190	38950	77	485	30	0,125	0,050	0,100	0,057	205	216	0,36	200	0,39		2,597	101153
X_5	420	125	52500	332	1440	609	0,274	0,110	0,160	0,079	420	467	0,71	373	0,89		1,124	59010
X_{6-1}	345	125	43125	103	750	154	0,174	0,070	0,120	0,065	345	287	0,36	252	0,41		2,447	105527
X_{6-2}	195	125	24375	129	480	113	0,197	0,079	0,129	0,069	195	175	0,74	151	0,85		1,171	28543
X_7	460	90	41400	136	845	849	0,204	0,082	0,132	0,070	460	304	0,45	261	0,52		1,919	79447
K_2	605	110	66550	124	1367	0	0,205	0,082	0,132	0,070	605	488	0,25	419	0,30		3,379	224872
			∑A = 827225															∑ R_c * A = 1418904 ∑ R_c * A / ∑A = 1,71 (171%)
Y_{1-1}	175	180	31500	369	1293	209	0,410	0,164	0,214	0,094	175	375	1,39	266	1,39	103	0,721	22712
Y_{1-2}	175	180	31500	370	1302	212	0,413	0,165	0,215	0,095	175	376	1,38	269	1,38	101	0,727	22901
Y_{2-1}	520	145	75400	884	2119	2698	0,281	0,112	0,162	0,080	520	679	1,63	543	1,63	341	0,614	46296
Y_{2-2}	520	145	75400	884	2120	2720	0,281	0,112	0,162	0,080	520	679	1,63	543	1,63	341	0,614	46296
Y_{3-1}	345	110	37950	421	1143	1642	0,301	0,120	0,170	0,082	345	358	1,50	280	1,50	141	0,665	25237
Y_{3-2}	495	110	54450	403	1485	2917	0,273	0,109	0,159	0,079	495	481	1,04	387	1,04	16	0,960	52272
Y_{3-3}	175	110	19250	91	276	169	0,143	0,057	0,107	0,061	175	114	0,86	106	0,86		1,165	22426
Y_4	465	90	41850	222	657	234	0,157	0,063	0,113	0,063	465	263	0,94	237	0,94		1,068	44696
K_1	530	110	58300	375	1500	0	0,257	0,103	0,153	0,077	530	496	0,93	404	0,93		1,077	62789
			∑A = 425600															∑ R_c * A = 345625 ∑ R_c * A / ∑A = 0,81 (81%)

ZAKLJUČAK – PRIJEDLOG OJAČANJA

Pomak na vrhu zida : Yp = 79 mm (okomito na ravninu zida, smjer Y) **prekoračenje 53%**

Zbog prekoračenja pomaka glavnih uzdužnih zidova lađe, iste je potrebno povezati zategama na mjestima proširenja - kontrafora (3 kom).

Vrh zida potrebno je obujmiti horizontalnim serklažem koji je povezan trnovima – sidrima za postojeću konstrukciju. Zatege provući do vanjske strane zida-kontrafora i sidriti u betonski ležaj.

Globalna stabilnost broda crkve, pomak vrha uzdužnih zidova i zaustavljanja mehanizma širenja nožice bačvastog svoda time će se zaustaviti i dodatno ukrutiti.

Nosivost zidova na potresno opterećenje za 225-godišnji period iznosi:

171 % za smjer X i 81 % za smjer Y

Srednja vrijednost otpornosti zidova smjera X i Y, koja se uzima kao otpornost građevine iznosi:

(171 + 81) / 2 = 126 %

Kamene zidove dodatno sanirati i ojačati FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom sa mrežom i sidrenim užadi sa vanjske strane zidova.

Zabatni zid iznad svoda potrebno je ukrutiti armiranobetonskim okvirom.

Temeljno ziđe potrebno je konsolidirati i izvesti ispravni drenažni sustav s kontroliranom odvodnjom površinskih i krovnih voda.

Bačvasti strop iznad glavog broda i svetišta crkve sanirati i ojačati FRP sistemom sa mrežom i sidrenim užadi sa gornje strane (djelomično sa obje strane – samo sredni pojas).

Svod između broda i svetišta crkve ojačati FRP sistemom sa unutrašnje strane crkve.

Pukotine na otvorima – prozorima pročelja sanirat će se ugradnjom čeličnih spiralnih šipki.

Drvena konstrukcija je nedavno obnovljena i nisu uočena oštećenja. Ukoliko se prilikom radova uoči da je pojedini vez raskliman ili greda trula, iste je potrebno zamijeniti i dodatno povezati bočnim limovima i vijčanom / čavlanom vezom.

ODABRANO OJAČANJE I SANACIJA
CRKVA

Uzdužni horizontalni serklaž po vrhu zida b / h = 45 x 45 cm C 25/30

– vidi nacrt br. 4

- donja i gornja zona 3 Ø 14

- bočno 4 Ø 14

- vilice Ø 8 / 25 cm

- u serklaž ugraditi ležajnu ploču 200 x 300 x 15 mm za oslonac zatege

- ležajnu ploču sidriti u serklaž sa 4 x trn Ø 16

- horizontalni serklaž povezati sa trnovima za postojeće zidove

- L trnovi Ø 20 mm, dužine L = 100 cm, razmak trnova e = 100 cm, kuka na kraju

- L trnove sidriti na koso u rupu Ø 25 u epoxy

- povezati postojeću drvenu nazidnicu i horizontalni serklaž sa L pločicama i vijcima

Zatege sa napinjalkama 3 x šipke Ø 30 mm S 335

– vidi nacrt br. 4

- izvesti na mjestima proširenja zida - kontrafori (3 kom)

- zatege provući do vanjske strane i sidriti u betonski ležaj

- vanjski betonski ležaj 40 x 30 x 30 cm - prilagoditi na licu mjesta

- u betonski ležaj ugraditi ležajnu ploču 300 x 300 x 15 mm

- ležajnu ploču sidriti u ležaj sa 4 x trn Ø 16

- zatege pričvrstiti sa duplim maticama

PRORAČUN NOSIVOSTI ZATEGA

Uzdužna sila u zatezi (za pripadajuću širinu opterećenja e = 3,75 m):

$Z = 21,0 * 3,75 = 80,0$ KN

Odabrana zatega: Ø 30 sa napinjalkom površina jezgre vijka $A_s = 561$ mm^2

materijal S 355 $f_u = 510$ N/mm^2

Računska vlačna sila : $F_{t,Ed} = 1,5 * 80,0 = 120,0$ KN

Vlačna otpornost zatege Ø 30 : $F_{t,Rd} = (0,90 * f_u * A_s) / \gamma_{Mb}$

$F_{t,Rd} = (0,90 * 51,0 * 5,61) / 1,25 = 206$ KN $> F_{t,Ed} = 120$ KN $F_{t,Ed} / F_{t,Rd} = 0,58 < 1,00$

Poprečni horizontalni serklaž po vrhu zida b / h = 30 x 30 cm C 25/30

– vidi nacrt br. 5

- donja i gornja zona + bočno 3 Ø 14

- vilice Ø 8 / 25 cm

- Izvesti iznad uzdužnog serklaža u liniji (iznad) slavoluka

- horizontalni serklaž povezati sa trnovima za postojeći zid slavoluka

- L trnovi Ø 20 mm, dužine L = 100 cm, razmak trnova e = 100 cm

- 2 komada sa svake strane slavoluka, kuka na kraju

- L trnove sidriti okomito dolje u rupu Ø 25 u epoxy

Okvir u zabatnom zidu iznad slavoluka b / h = 30 x 30 cm (C 25/30

– vidi nacrt br. 5

- stupovi bočno uz otvor + greda-nadvoj – sve u zabatnom zidu

- donja i gornja zona (bočno) 3 Ø 14

- vilice Ø 8 / 25 cm

- stupove povezati za poprečni horizontalni serklaž sa ankerima 4 Ø 14

Temelji

Temeljno ziđe potrebno je konsolidirati i izvesti ispravni drenažni sustav s kontroliranom odvodnjom površinskih i krovnih voda.

Drveno krovište

Drvena konstrukcija je nedavno obnovljena i nisu uočena oštećenja. Ukoliko se prilikom radova uoči da je pojedini vez raskliman ili greda trula, iste je potrebno zamijeniti i dodatno povezati bočnim limovima i vijčanom / čavlanom vezom.

Ojačanje svoda između broda i svetišta FRP sistemom

– vidi nacrt br. 6

- mreža + sidrena užad sa unutarnje (donje) strane

- raster sidrenih užadi cca 60 x 60 cm (prilagoditi na licu mjesta)

- dubina sidrenja užadi cca 30 cm

Ojačanje bačvastog stropa iznad borda crkve i svetišta FRP sistemom

– vidi nacrt br. 7

- mreža + sidrena užad sa gornje strane po cijeloj površini

- mreža + sidrena užad sa gornje i donje strane - srednji pojas između dva bočna svoda (potrebno je prezidavanje tog dijela opečnog svoda radi postizanja jedinstvene građe svoda uz prethodnu demontažu drvene ugrađene grede)

- injektiranje sidrenih užadi u koso na spoju svoda i zidova – detalj A

- raster injektiranja e = 100 cm po cijeloj dužini spoja svoda i zidova

- dubina sidrenja užadi cca 30 cm

Ojačanje vanjskih zidova FRP sistemom

- vidi nacrt br. 8 i 9

- mreža + sidrena užad sa vanjske strane zidova i oko svetišta između kontrafora

Ojačanje prozora na pročeljima

– vidi nacrt br. 8 i 9

- čelična spiralna šipka Ø 16 mm, dužina L = 100 cm

- 4 komada sa gornje i donje strane u sredini širine zida

- sidriti u rupu Ø 20 u epoxy

Shema ojačanja FRP (Fiber Reinforced Polymer) sistemom

- podlogu za FRP je prethodno potrebno pripremiti

(injektiranja pukotina i po potrebi prezidavanje kamenog / opečnog ziđa radi konsolidacije)

- postavljanje morta za mrežu + sidrena užad

- FRP izvoditi prema uputama proizvođača



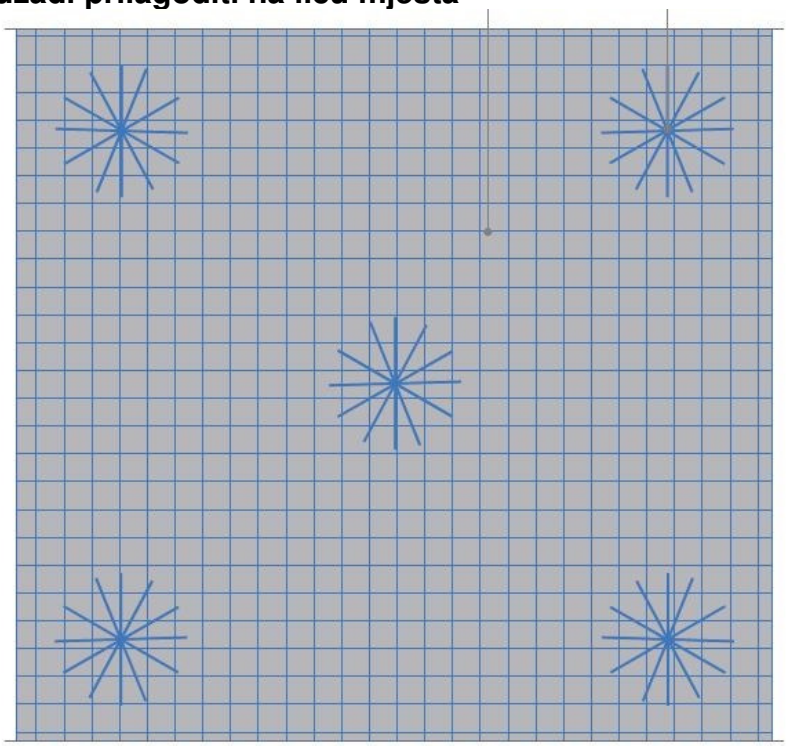
Slika 2.4 *proizvodi od FRP-a: šipke; lamele; užad; tkanine i mreže*



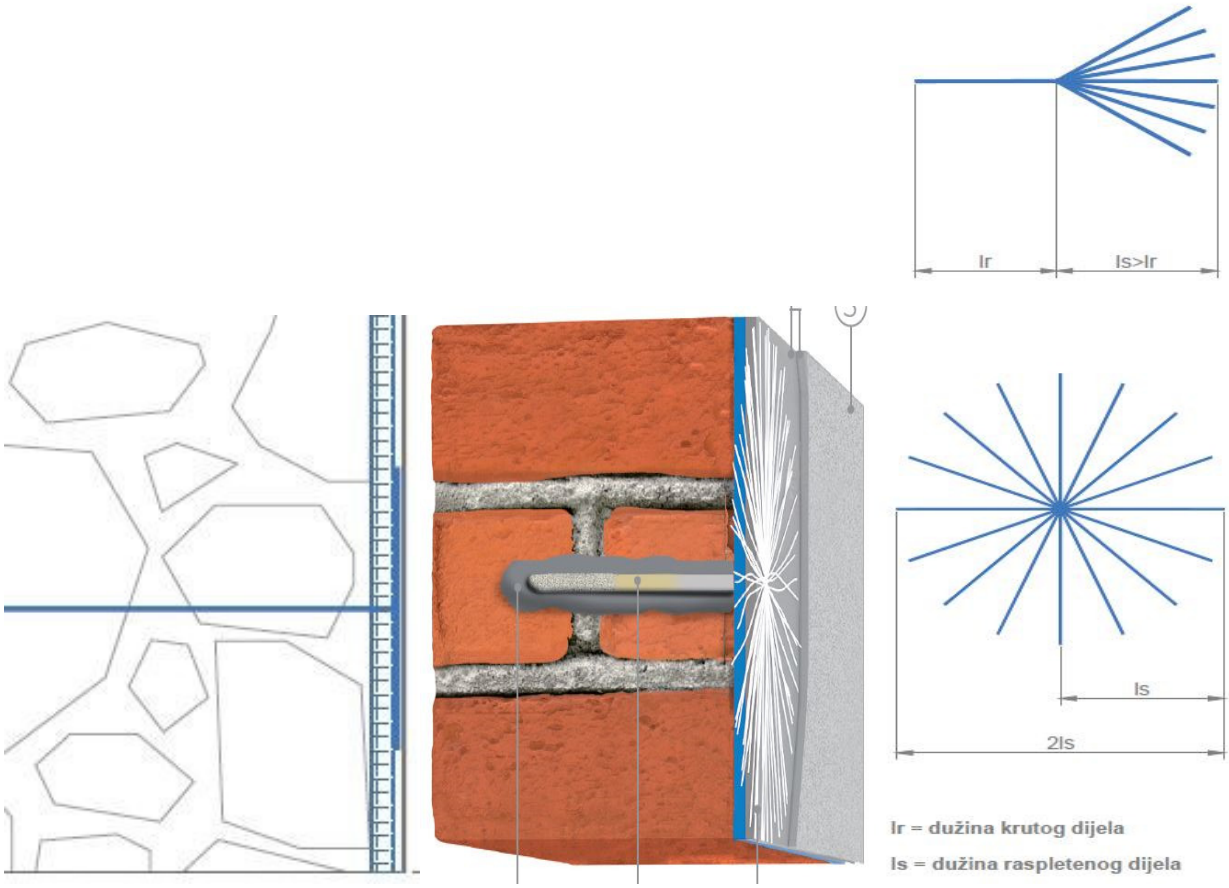




- raster sidrenih užadi prilagoditi na licu mjesta

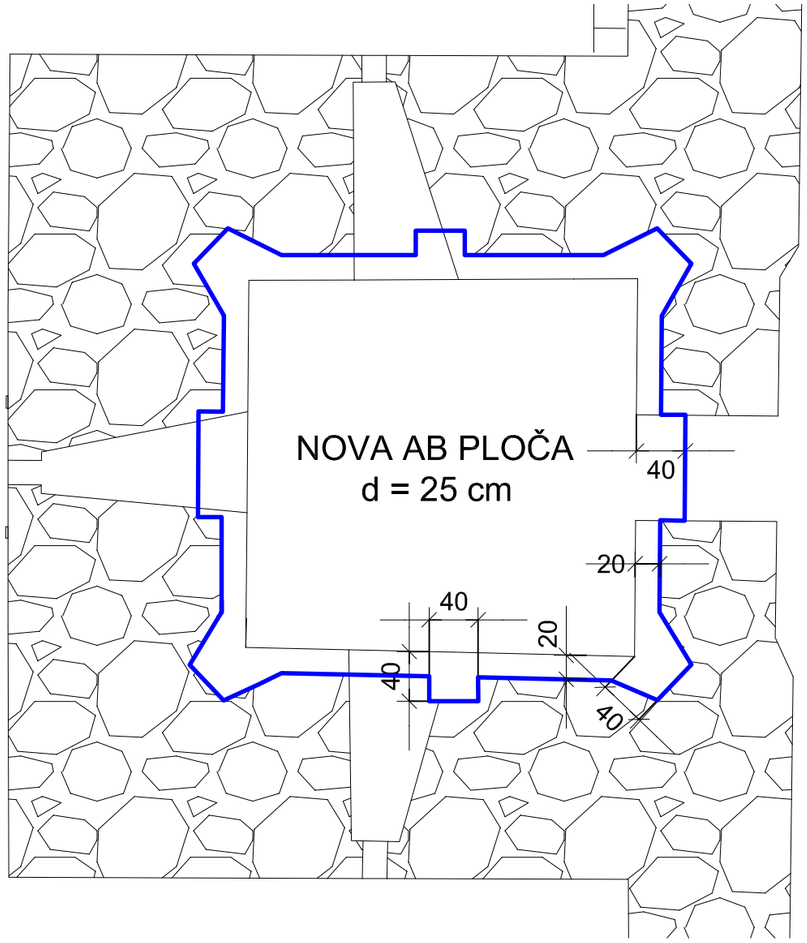


- presjek sidrenja užadi

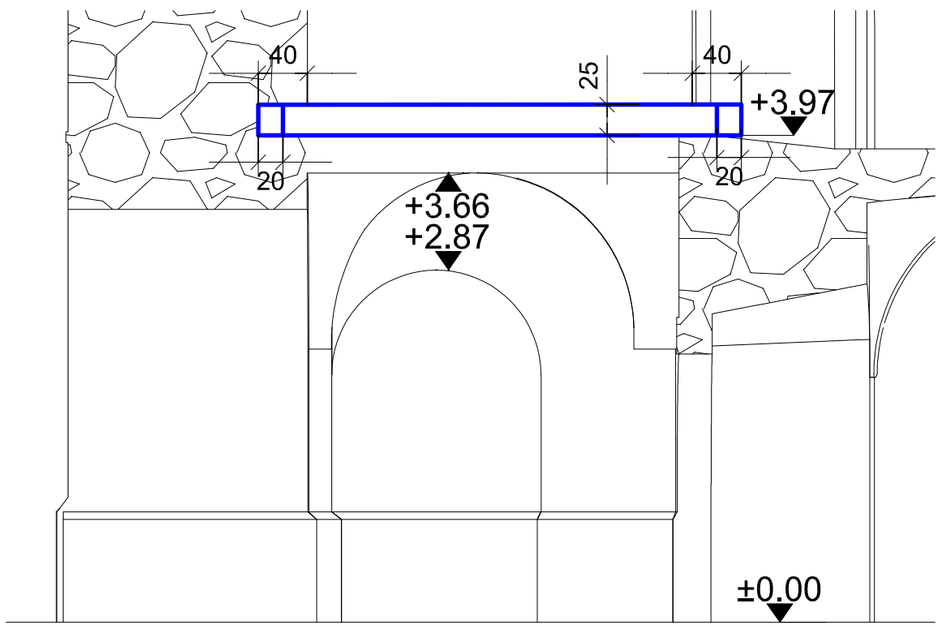


NOVA PODNA AB PLOČA
ČELIČNE REŠETKE ZVONIKA

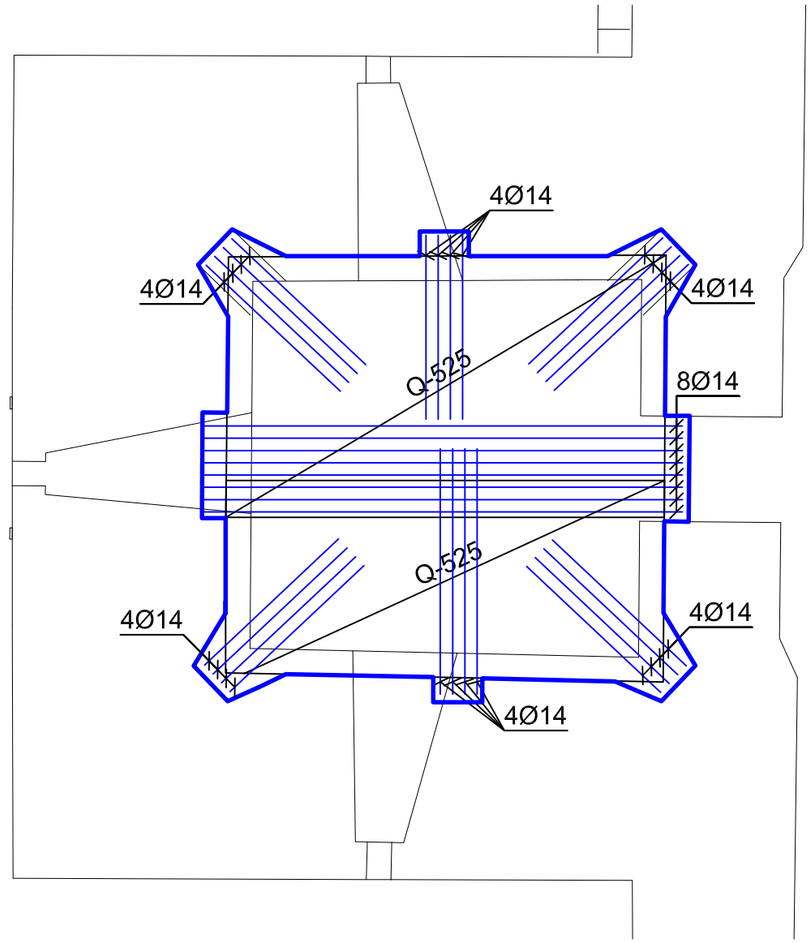
TLOCRT



PRESJEK



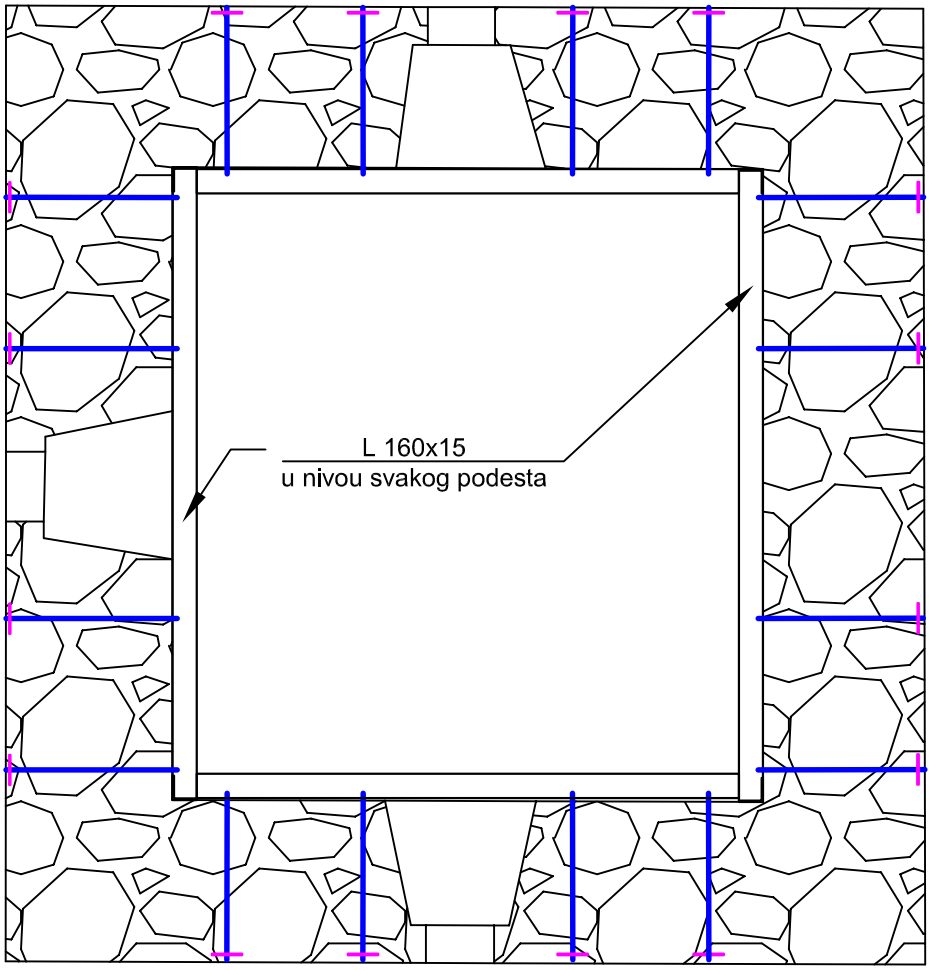
PLAN ARMATURE
DONJA I GORNJA ZONA



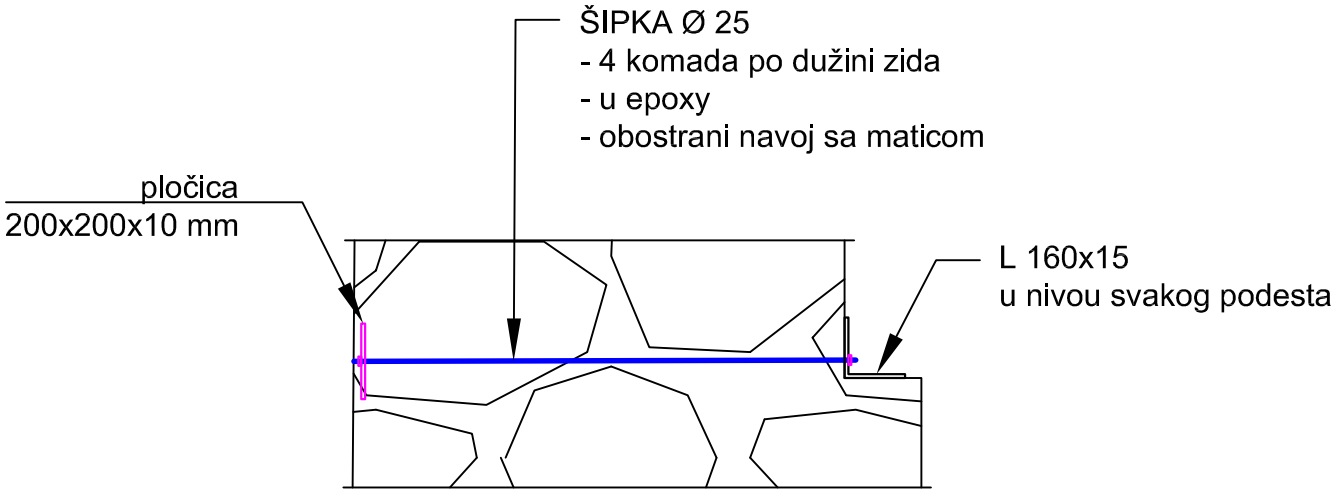
URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK, Malešnica V/22, Zagreb							***IZRADIO*** ***Damir Leskovšek dipl.ing.građ.***
INVESTITOR	ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE, Vrapčanska 165, ZAGREB					**GLAVNI PROJEKT**	
GRAĐEVINA	ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE na k.č. 3445 k.o. Gornje Vrapče - ZAGREB					**SANACIJA KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE**	
SADRŽAJ	NOVA PODNA AB PLOČA ČELIČNE REŠETKE ZVONIKA						
DATUM	**3/22**	*TD*	**199/21**	*NACRT br.*	**1**	*MJERILO*	**1:50**

TLOCRT

POVEZIVANJE POSTOJEĆEG KAMENOG ZIDA
I NOVE ČELIČNE REŠETKE ZVONIKA
U NIVOU SVAKOG PODESTA



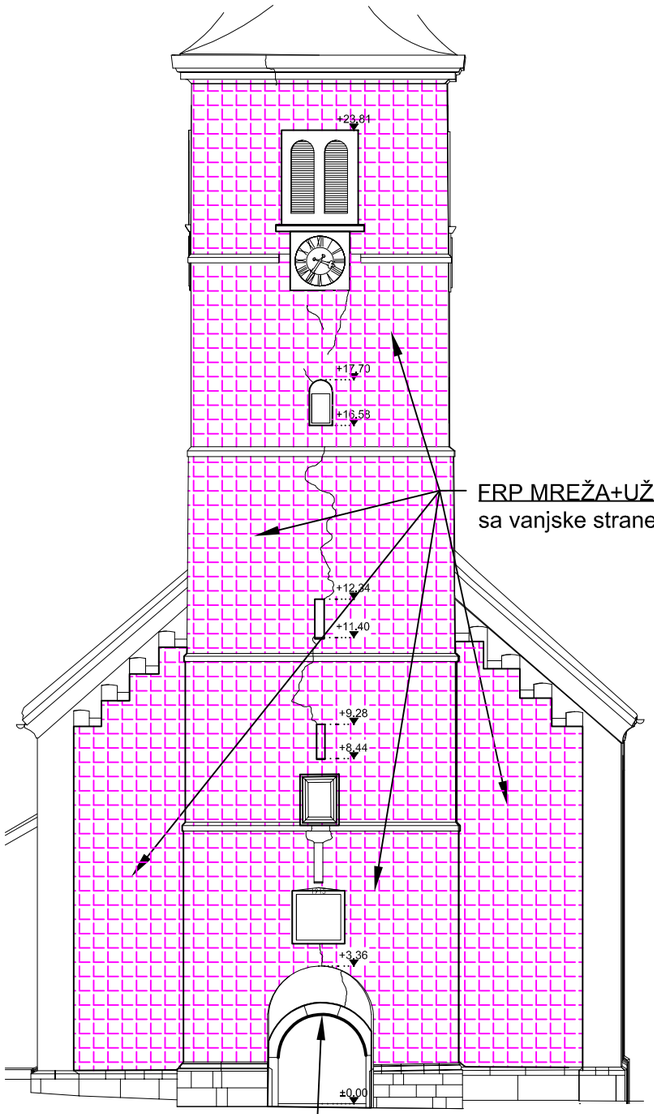
PRESJEK 1:25



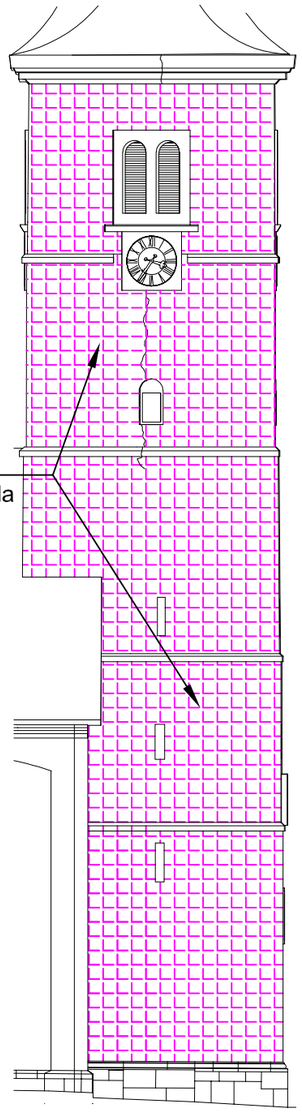
URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK, Malešnica V/22, Zagreb							***IZRADIO*** ***Damir Leskovšek dipl.ing.građ.***
INVESTITOR	ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE, Vrapčanska 165, ZAGREB					**GLAVNI PROJEKT**	
GRAĐEVINA	ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE na k.č. 3445 k.o. Gornje Vrapče - ZAGREB					**SANACIJA KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE**	
SADRŽAJ	POVEZIVANJE KAMENOG ZIDA I ČELIČNE REŠETKE ZVONIKA						
DATUM	**3/22**	*TD*	**199/21**	*NACRT br.*	**2**	*MJERILO*	**1:50**

PROČELJA ZVONIKA
OJAČANJE ZIDOVA
FRP sistemom
sa vanjske strane

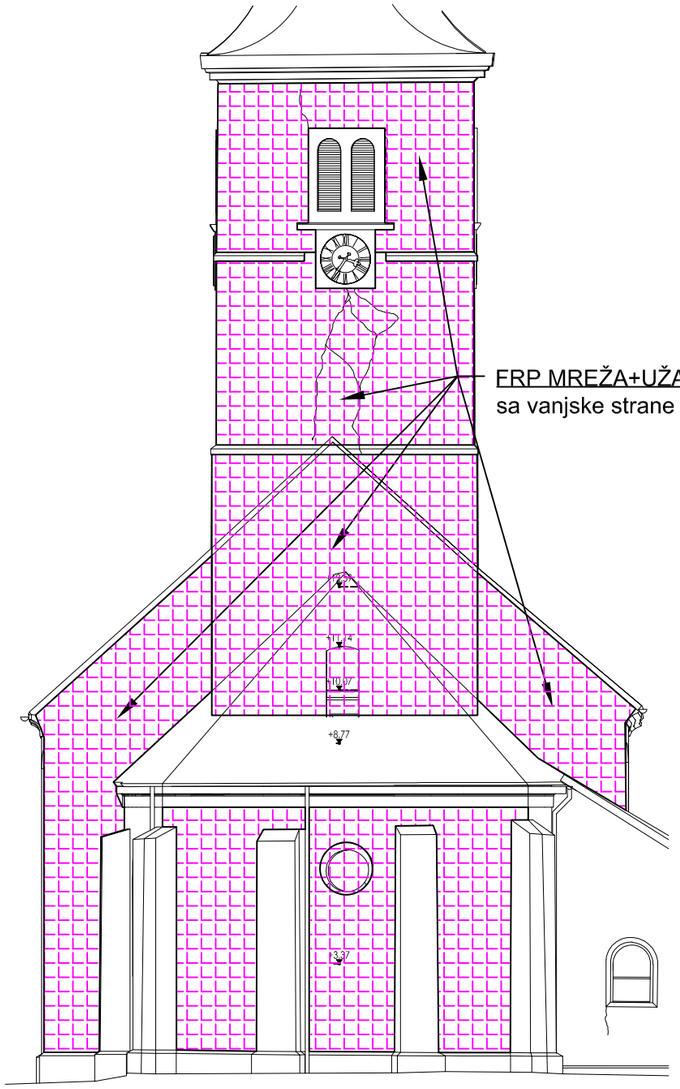
ZAPADNO PROČELJE



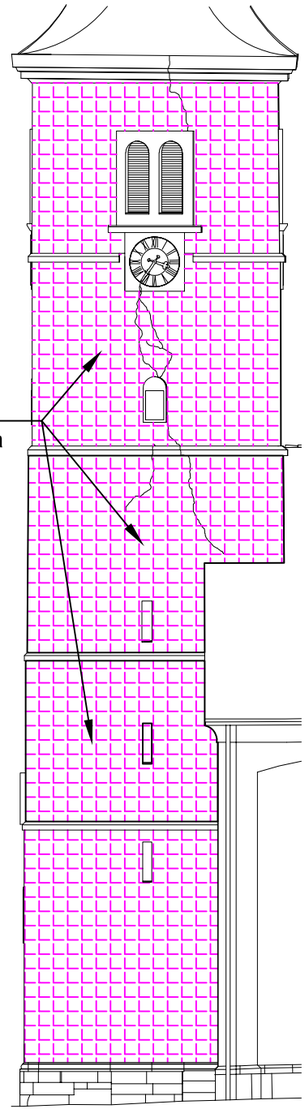
SJEVERNO PROČELJE



ISTOČNO PROČELJE



JUŽNO PROČELJE

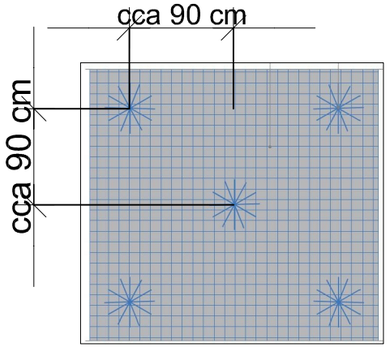


FRP MREŽA+UŽAD
sa vanjske strane zida

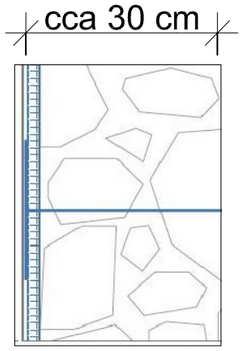
FRP MREŽA+UŽAD
sa vanjske strane zida

ULAZNI NADVOJ
FRP MREŽA
+UŽAD
+INJEKTIRANJE

pogled na zid



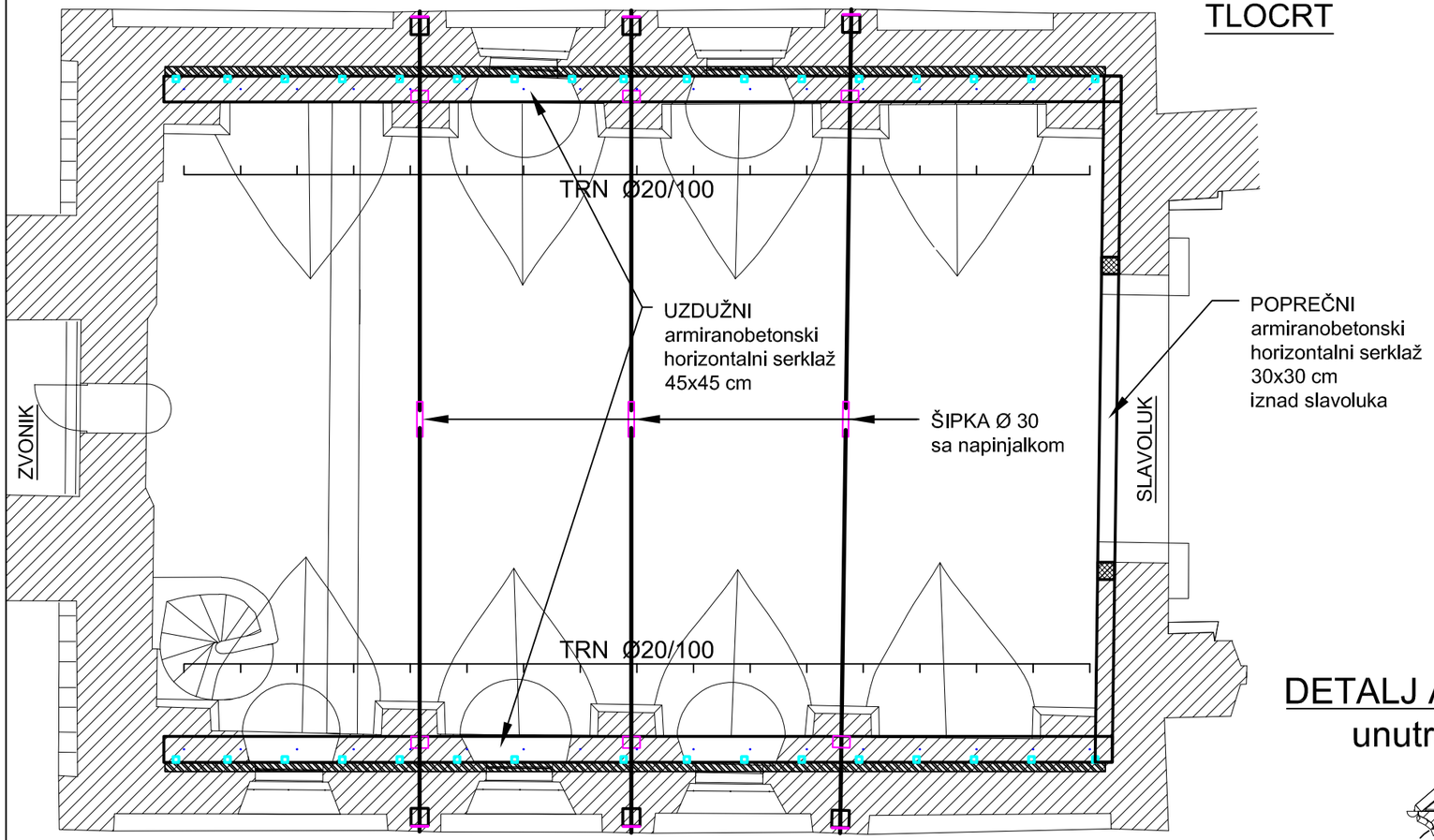
presjek



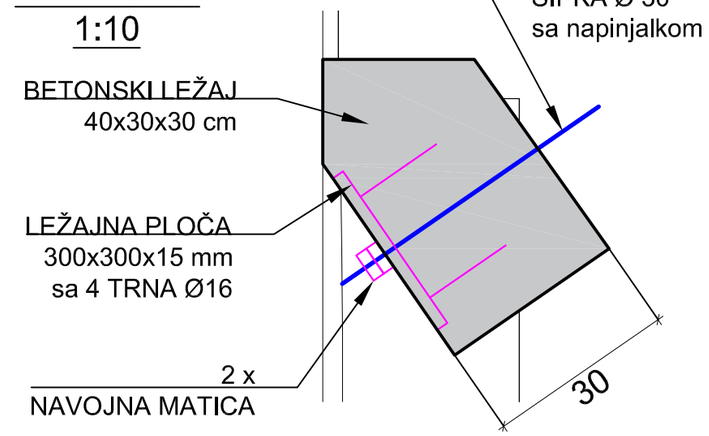
SHEME FRP SISTEMA
MREŽA + UŽAD

URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK, Malešnica V/22, Zagreb							IZRADIO Damir Leskovšek dipl.ing.građ.
INVESTITOR	ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE, Vrapčanska 165, ZAGREB					GLAVNI PROJEKT	
GRAĐEVINA	ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE na k.č. 3445 k.o. Gornje Vrapče - ZAGREB					SANACIJA KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE	
SADRŽAJ	PROČELJA ZVONIKA - OJAČANJE ZIDOVA						
DATUM	3/22	TD	199/21	NACRT br.	3	MJERILO	1:150

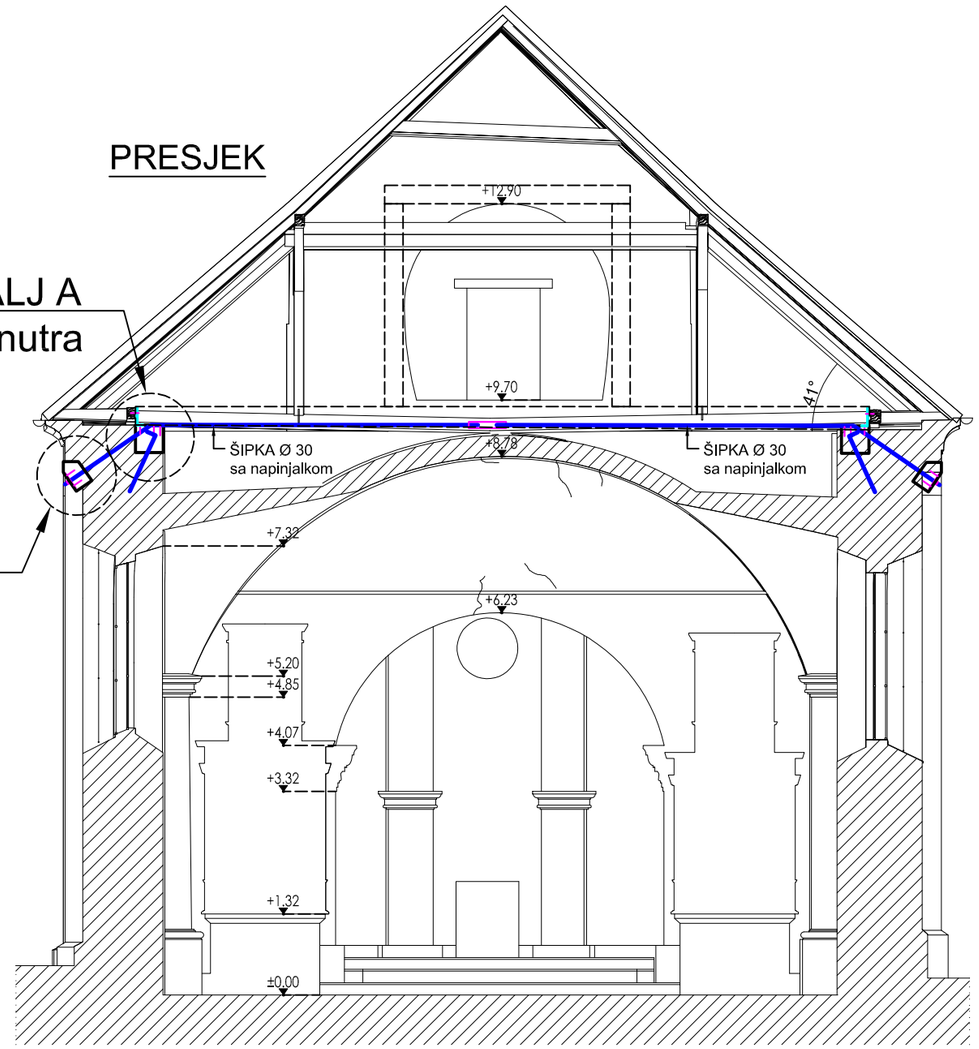
TLOCRT



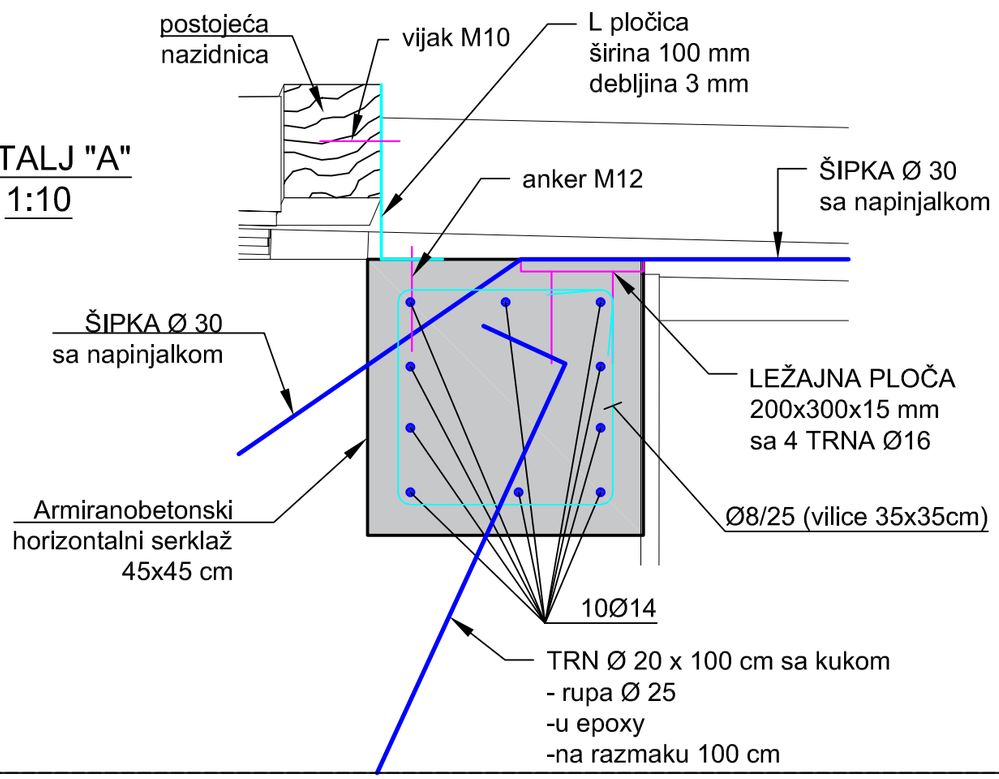
DETALJ "B"
1:10



PRESJEK

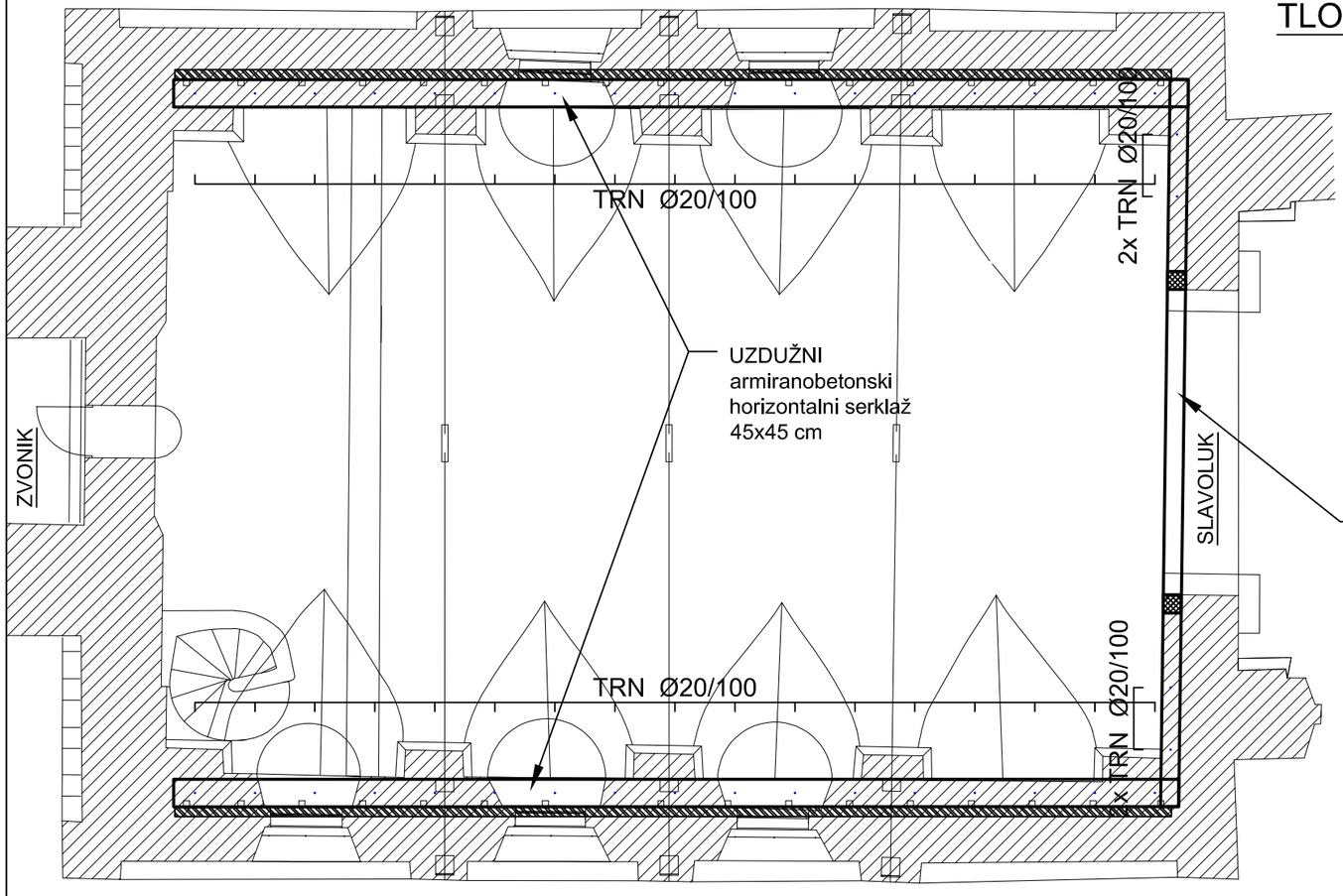


DETALJ "A"
1:10



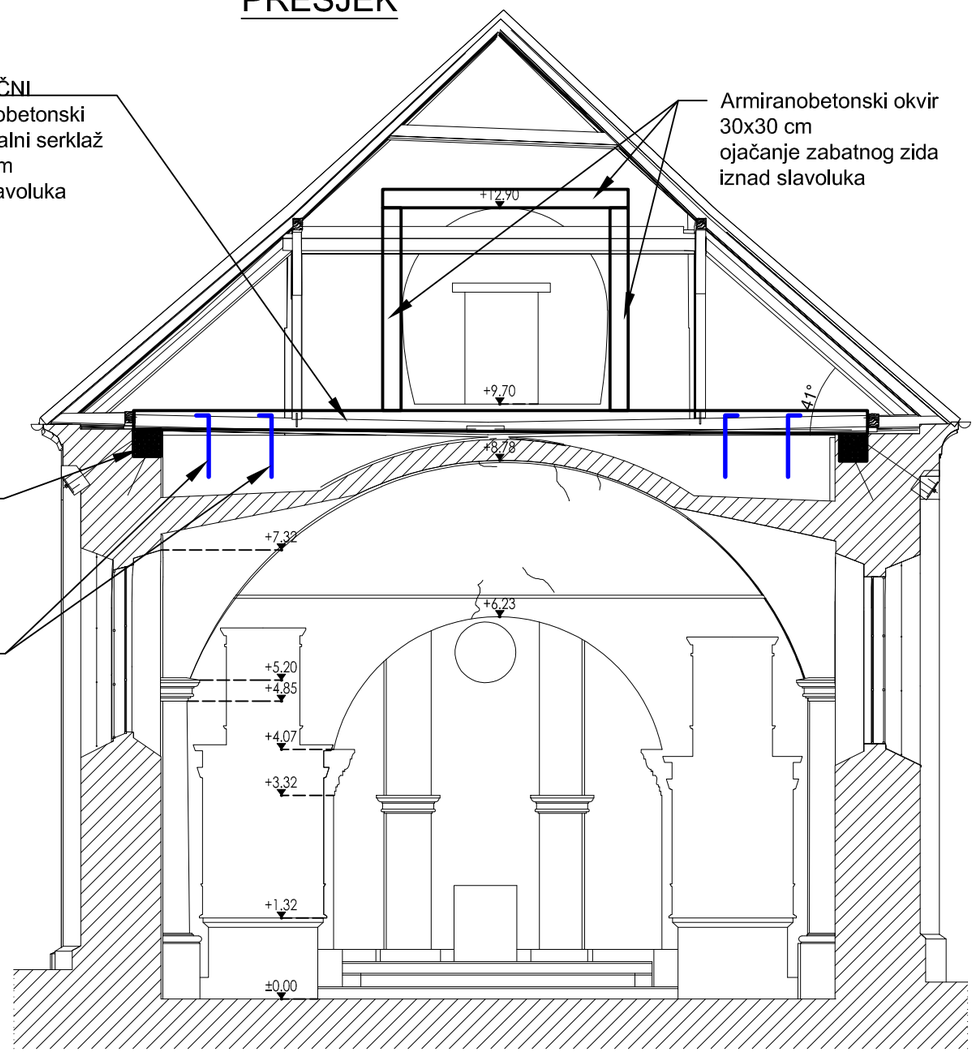
URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK, Malešnica V/22, Zagreb							*IZRADIO* *Damir Leskovšek dipl.ing.građ.*
INVESTITOR	ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE, Vrapčanska 165, ZAGREB					GLAVNI PROJEKT	
GRAĐEVINA	ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE na k.č. 3445 k.o. Gornje Vrapče - ZAGREB					SANACIJA KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE	
SADRŽAJ	POVEZIVANJE UZDUŽNIH ZIDOVA CRKVE ZATEGAMA						
DATUM	**3/22**	*TD*	**199/21**	*NACRT br.*	**4**	*MJERILO*	**1:100**

TLOCRT



Horizontalni serklaž 30 x 30 cm
sa svake strane slavoluka povezati
sa 2x TRN Ø 20 x 100 cm sa kukom
-rupa Ø 25
-u epoxy
-razmak 100 cm

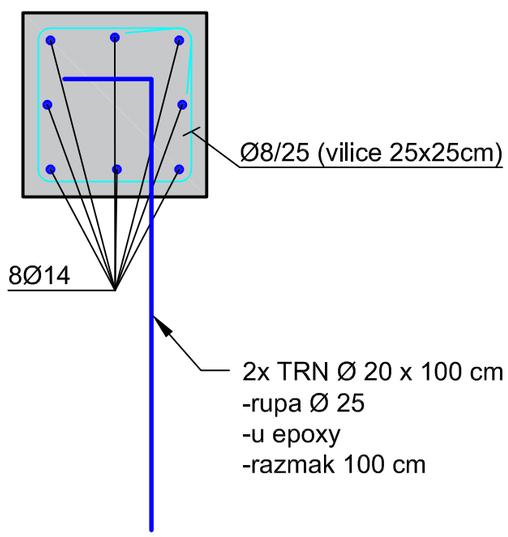
PRESJEK



KARAKTERISTIČNI DETALJ

OKVIR - 1:10

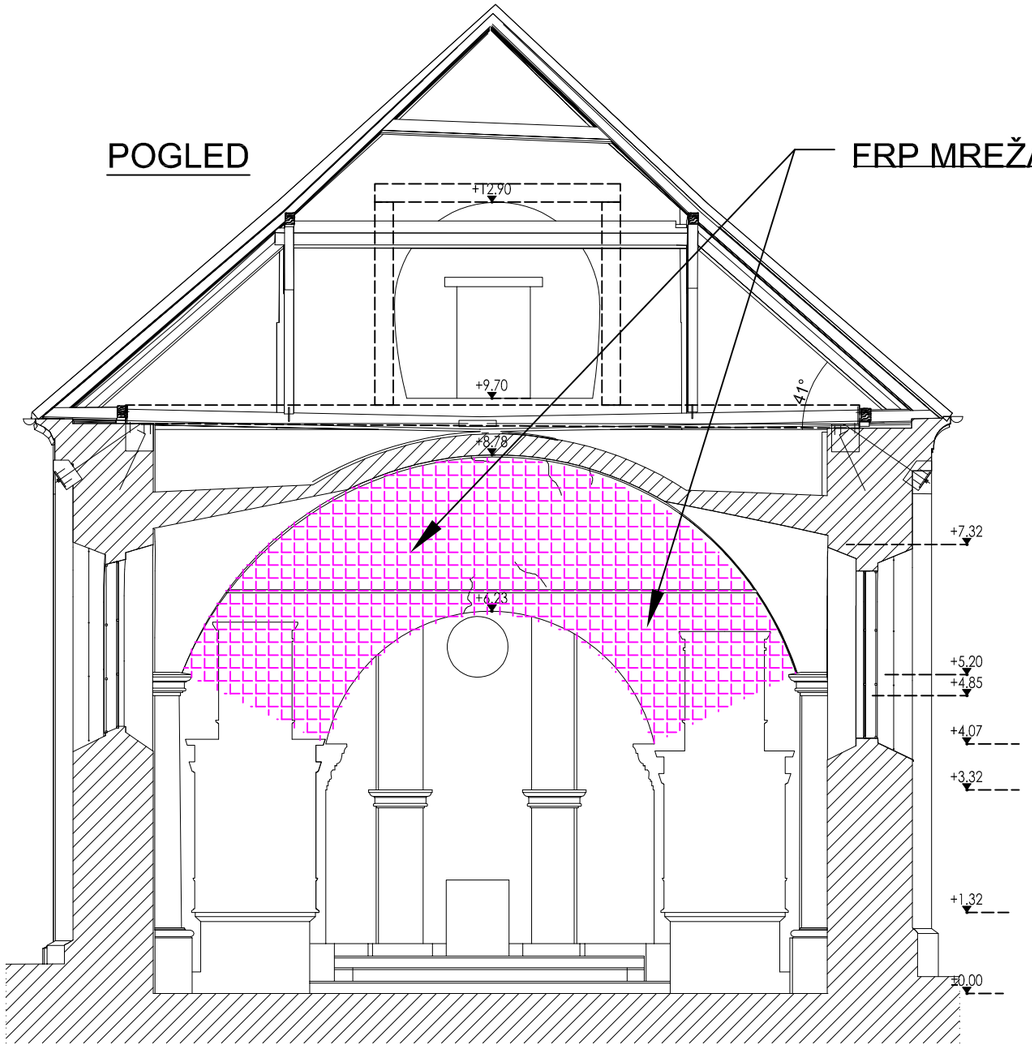
poprečni horizontalni serklaž / stupovi / nadvoj
30x30 cm



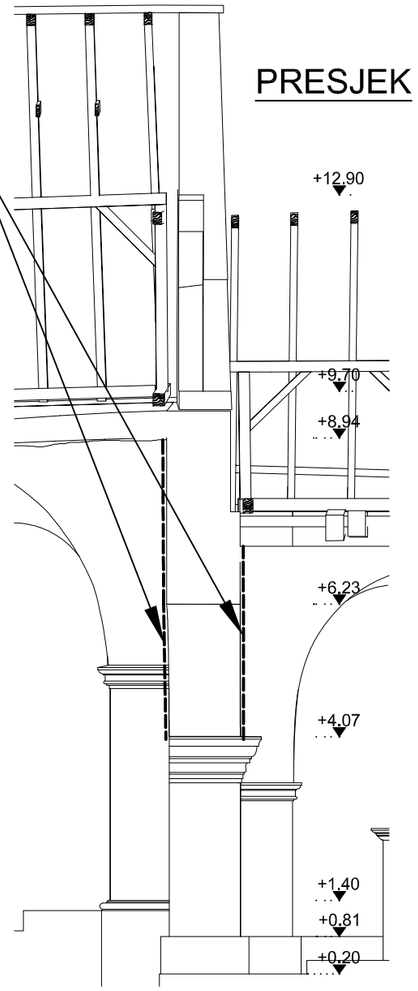
URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK, Malešnica V/22, Zagreb							*IZRADIO* *Damir Leskovšek dipl.ing.građ.*
INVESTITOR	ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE, Vrapčanska 165, ZAGREB					GLAVNI PROJEKT	
GRAĐEVINA	ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE na k.č. 3445 k.o. Gornje Vrapče - ZAGREB					SANACIJA KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE	
SADRŽAJ	OJAČANJE ZABATNOG ZIDA IZNAD SLAVOLUKA AB OKVIROM						
DATUM	**3/22**	*TD*	**199/21**	*NACRT br.*	**5**	*MJERILO*	**1:100**

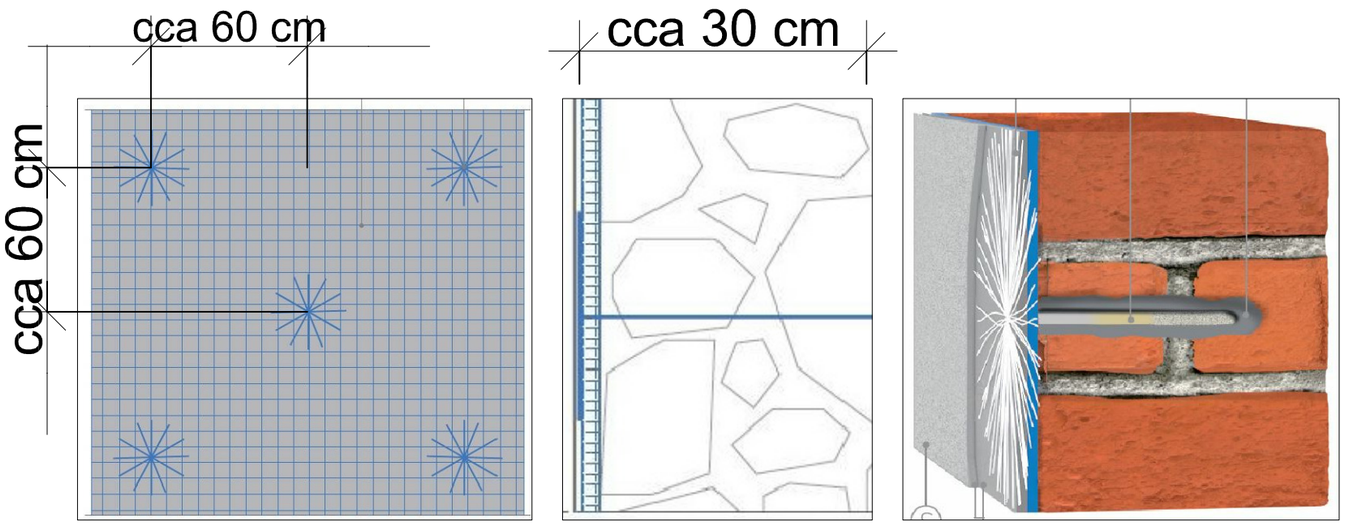
OJAČANJE SLAVOLUKA

POGLED



PRESJEK

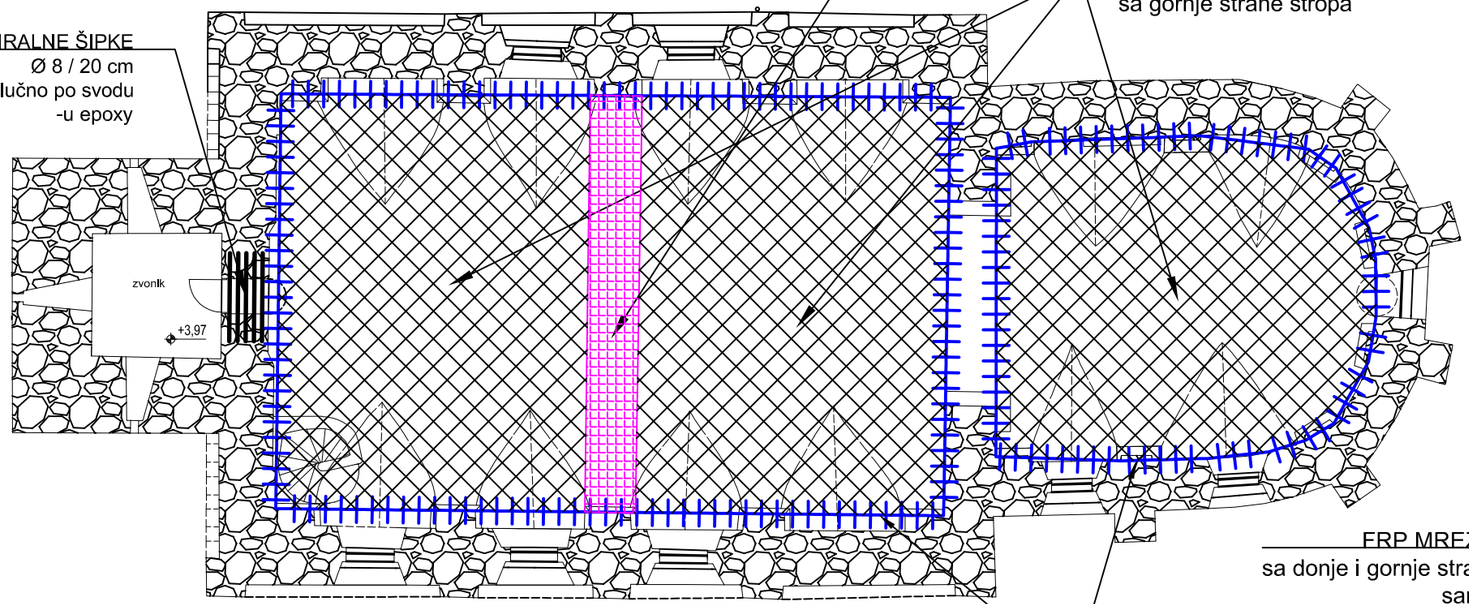




SHEME FRP SISTEMA
MREŽA + UŽAD

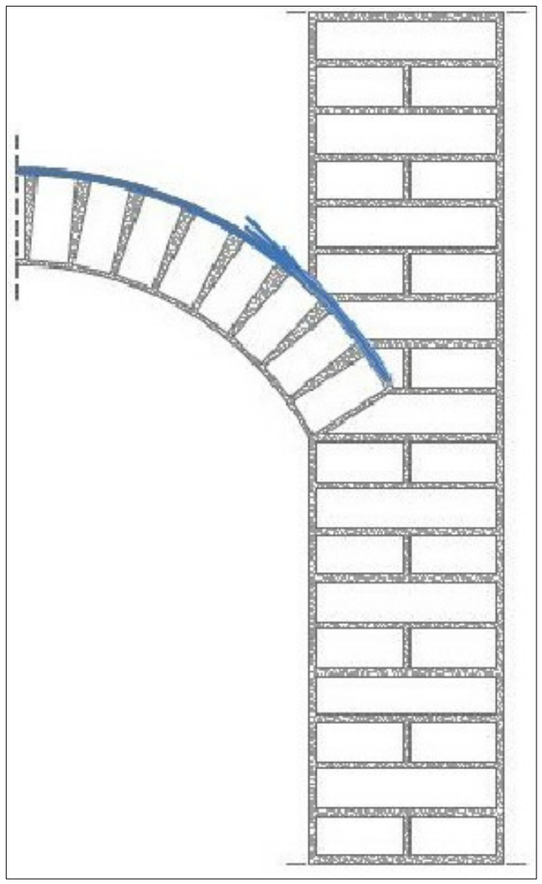
URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK, Malešnica V/22, Zagreb							*IZRADIO* *Damir Leskovšek dipl.ing.građ.*
INVESTITOR	ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE, Vrapčanska 165, ZAGREB					**GLAVNI PROJEKT**	
GRAĐEVINA	ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE na k.č. 3445 k.o. Gornje Vrapče - ZAGREB					**SANACIJA KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE**	
SADRŽAJ	OJAČANJE SLAVOLUKA						
DATUM	**3/22**	*TD*	**199/21**	*NACRT br.*	**6**	*MJERILO*	**1:100**

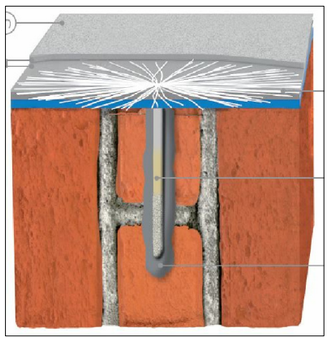
TLOCRT
STROP CRKVE



FRP MREŽA+UŽAD
sa donje i gornje strane stropa
samo u širini
između dva bočna svoda

SHEME FRP SISTEMA
MREŽA + UŽAD



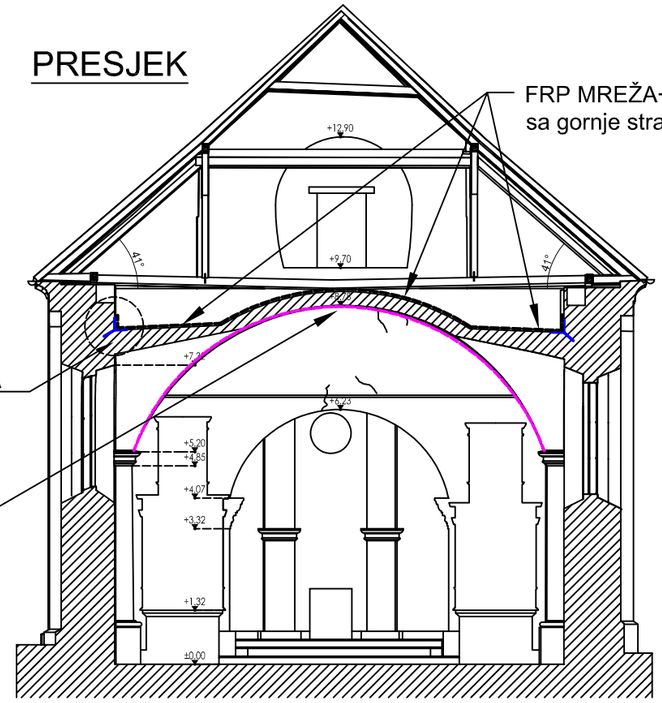




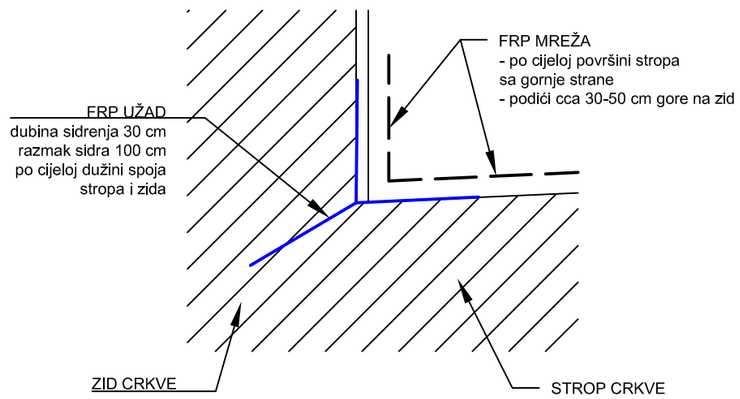


STROP CRKVE
površinsko ojačanje FRP sistemom

PRESJEK



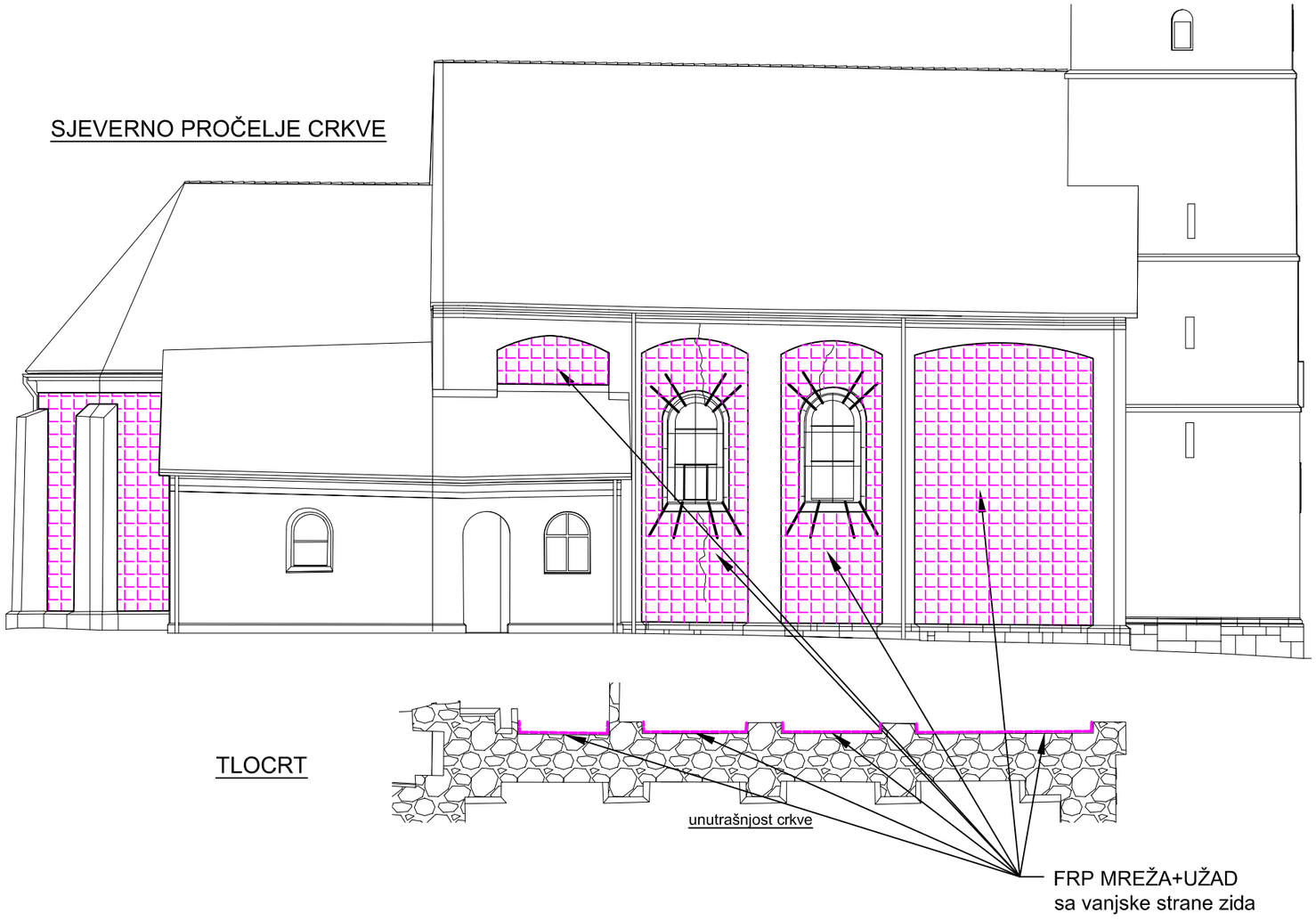
DETALJ A



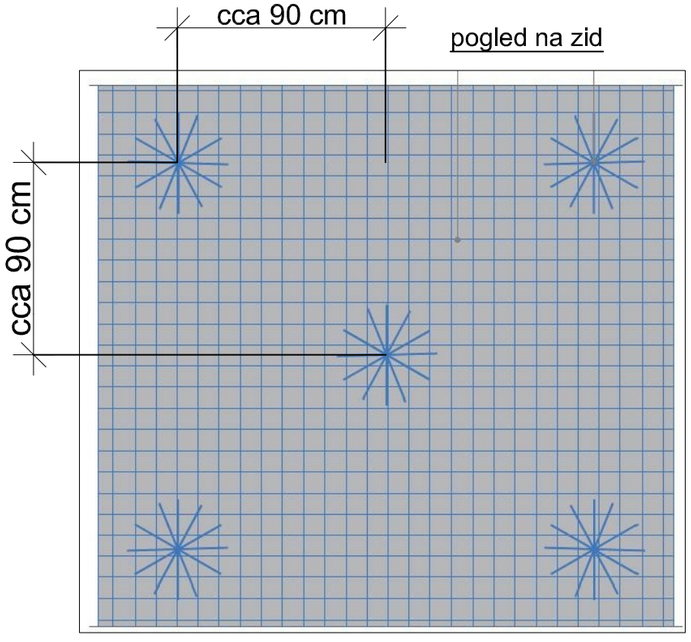
URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK, Malešnica V/22, Zagreb							***IZRADIO*** ***Damir Leskovšek dipl.ing.građ.***
INVESTITOR	ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE, Vrapčanska 165, ZAGREB					**GLAVNI PROJEKT**	
GRAĐEVINA	ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE na k.č. 3445 k.o. Gornje Vrapče - ZAGREB					**SANACIJA KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE**	
SADRŽAJ	OJAČANJE STROPA CRKVE						
DATUM	**3/22**	*TD*	**199/21**	*NACRT br.*	**7**	*MJERILO*	**1:150**

SJEVERNO PROČELJE CRKVE
OJAČANJE ZIDOVA

SJEVERNO PROČELJE CRKVE



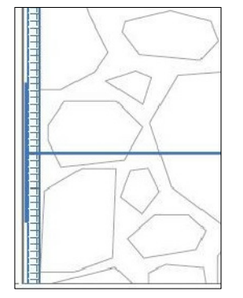
TLOCRT



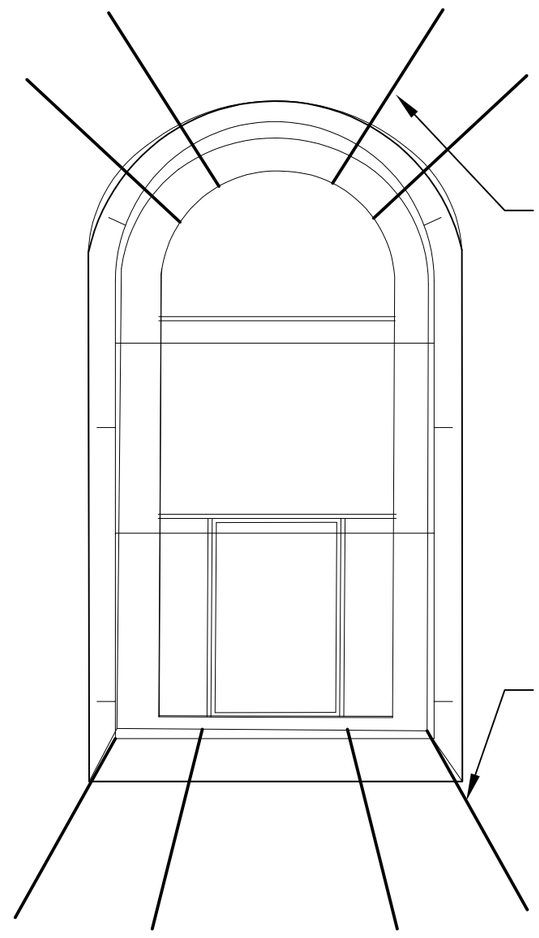
pogled na zid

SHEME FRP SISTEMA
MREŽA + UŽAD

presjek



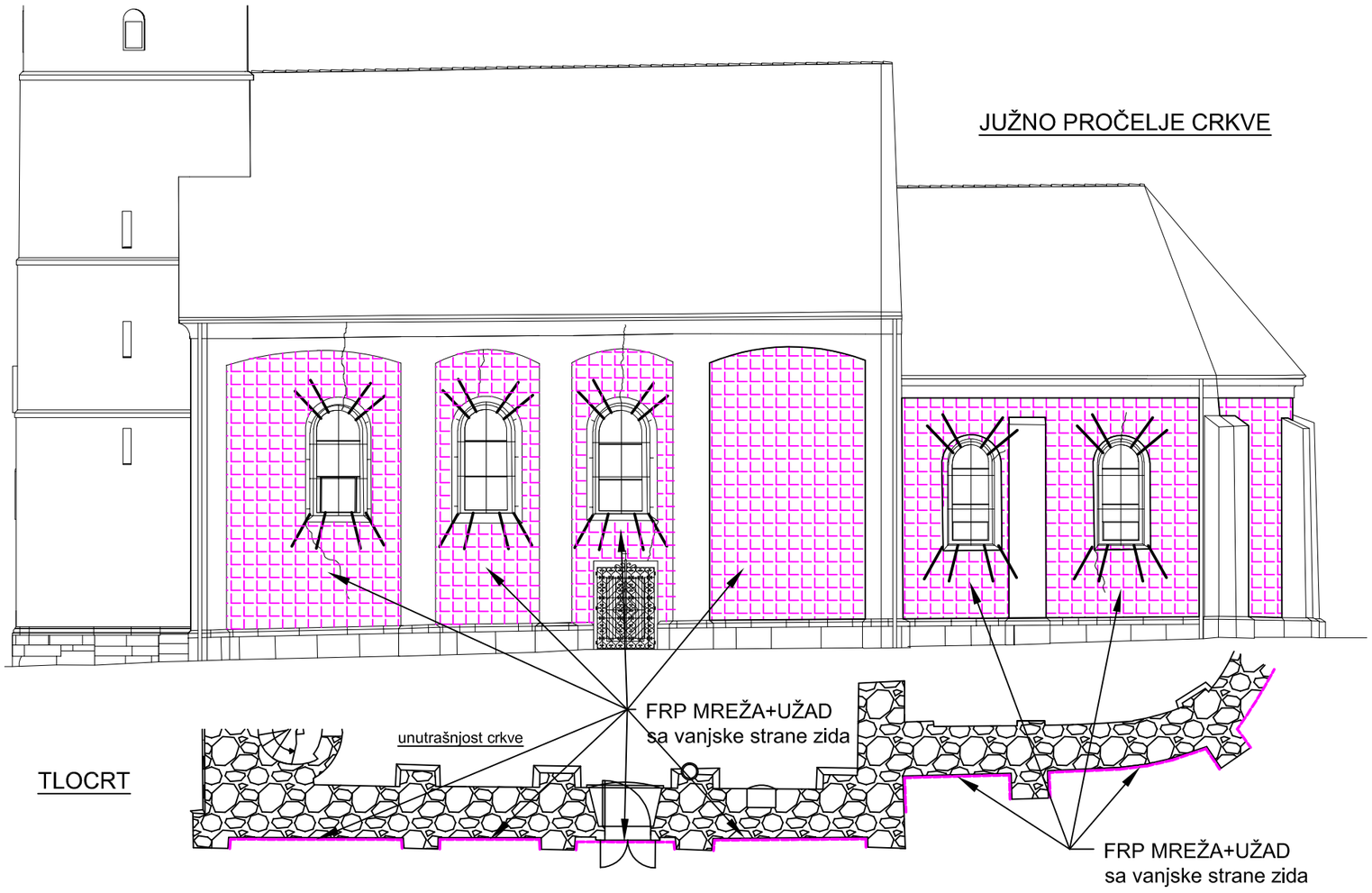
OJAČANJE PROZORA
ŠIPKAMA



URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK, Malešnica V/22, Zagreb							*IZRADIO* Damir Leskovšek dipl.ing.građ.
INVESTITOR	ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE, Vrapčanska 165, ZAGREB						**GLAVNI PROJEKT**
GRAĐEVINA	ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE na k.č. 3445 k.o. Gornje Vrapče - ZAGREB						**SANACIJA KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE**
SADRŽAJ	SJEVERNO PROČELJE CRKVE - OJAČANJE ZIDOVA						
DATUM	**3/22**	*TD*	**199/21**	*NACRT br.*	**8**	*MJERILO*	**1:150**

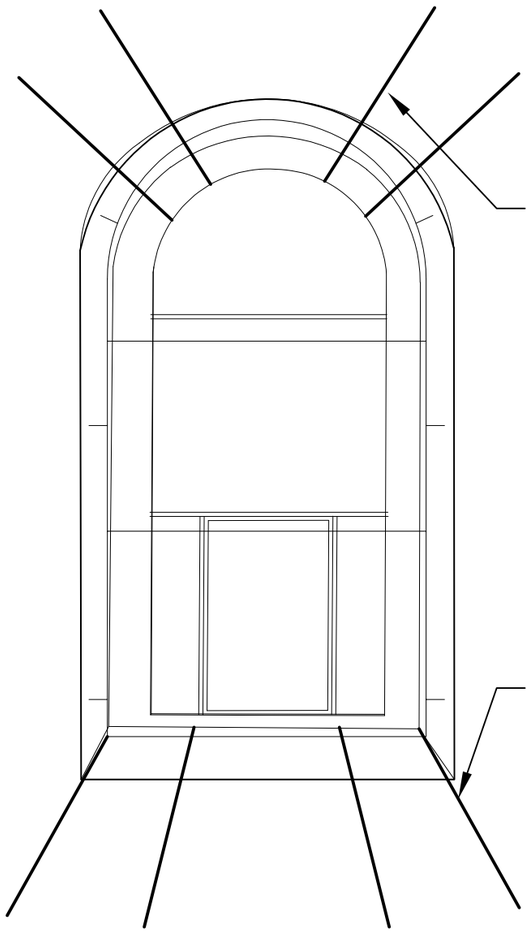
JUŽNO PROČELJE CRKVE
OJAČANJE ZIDOVA

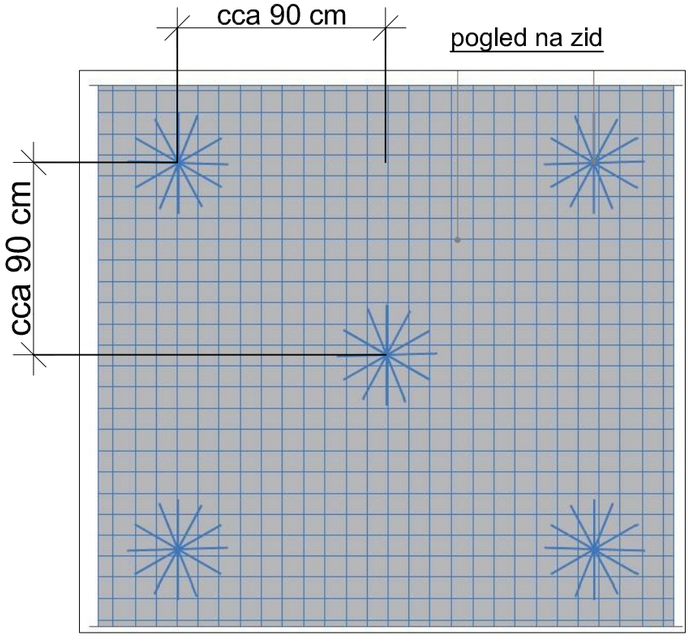
JUŽNO PROČELJE CRKVE



TLOCRT

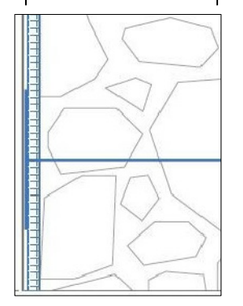
OJAČANJE PROZORA
ŠIPKAMA





SHEME FRP SISTEMA
MREŽA + UŽAD

presjek



URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA DAMIR LESKOVŠEK, Malešnica V/22, Zagreb							*IZRADIO* Damir Leskovšek dipl.ing.građ.
INVESTITOR	ŽUPA SV.BARBARE DJEVICE I MUČENICE, Vrapčanska 165, ZAGREB					GLAVNI PROJEKT	
GRAĐEVINA	ŽUPNA CRKVA SV.BARBARE na k.č. 3445 k.o. Gornje Vrapče - ZAGREB					SANACIJA KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE	
SADRŽAJ	JUŽNO PROČELJE CRKVE - OJAČANJE ZIDOVA						
DATUM	**3/22**	*TD*	**199/21**	*NACRT br.*	**9**	*MJERILO*	**1:150**