Izvedbeni projekt čelične nadstrešnice gradskog stadiona Dubrovnik

Čondić Bijader, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:054361

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split







SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Josip Čondić Bijader

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Josip Čondić Bijader

Izvedbeni projekt čelične nadstrešnice gradskog stadiona Dubrovnik

Diplomski rad

Split,2017.

Izvedbeni projekt čelične nadstrešnice gradskog stadiona Dubrovnik

Sažetak:

Prema zadanim arhitektonskim podlogama napravljen je projekt konstrukcije čelične nadstrešnice

Gradskog stadiona Dubrovnik.Na temelju zadanih gabarita napravljen je proračunski model konstrukcije čiji nosivi elementi su dimenzionirani prema propisima Eurokod 3.Napravljeno je oblikovanje i proračun priključaka,te je izrađena radionička dokumentacija pojedinih elemenata.Dati su iskazi materijala pojedinih elemenata i ukupne količine materijala konstrukcije.
Ključne riječi:

Gradski stadion Dubrovnik,nadstrešnica,čelična konstrukcija,priključci,nacrti

Detailed design of steel canopy on City stadium Dubrovnik

Abstract:

Based on arhitectural drawings,was made a steel construction for canopy on City stadium Dubrovnik.Based on given dimensions,a designing model was made.Structural elements are designed according to Eurocode 3.Design of joints was made and workshop for particular elelments.Bill of material for particular elements was given and also a total quantity for material needed to build present construction.

Keywords:

City stadium Dubrovnik,canopy,steel construction,joints,drawings

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: **Josip Čondić Bijader**

BROJ INDEKSA: **601**

KATEDRA: **Katedra za Metalne i drvene konstrukcije**

PREDMET: **Metalne konstrukcije 2**

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Izvedbeni projekt čelične nadstrešnice gradskog stadiona Dubrovnik

Opis zadatka: Na temelju zadanih arhitektonskih podloga potrebno je napraviti proračun konstrukcije čelične nadstrešnice gradskog stadiona Dubrovnik.Potrebno je napraviti proračunski model,dimenzionirati konstruktivne elemente te izvršiti proračun priključaka konstrukcije.Za konstruktivne elemente i priključke konstrukcije potrebno je izraditi radioničke nacrte,uz iskaze količina materijala za pojedine elemente.

U Splitu, ožujak 2017.

Voditelj Diplomskog rada:

Prof.dr.sc. Ivica Boko

Predsjednik Povjerenstva za završne i diplomske ispite:

Doc. dr. sc. Veljko Srzić

SADRŽAJ:

1.TEHNIČKI OPIS 1
1.1. Opće napomene 1
1.2.Iskolčenje i zahtjevana geometrija 1
1.3. Opis konstrukcije 1
1.4 O proračunu konstrukcije 1
1.5 Materijal za izradu konstrukcije 2
1.6. Kontrola kvalitete 2
1.7. Kontrola osnovnog materijala 3
1.8. Kontrola ostalog materijala 3
1.9. Kontrola izrade 3
1.10. Kontrola varova 3
1.11. Kontrola vijčanih spojeva 4
1.12. Opis montaže konstrukcije 4
1.13. Antikorozivna zaštita 5
1.14. Protupožarna zaštita 6
1.15. Nadzor 6
1.16. Način zbrinjavanja građevnog otpada 6
2. ANALIZA OPTEREĆENJA 9
2.1.1 Stalno opterećenje 9
2.1.2 Opterećenje snijegom 9
2.1.3 Djelovanje vjetra 10
2.1.4 Djelovanje temperature 13
2.2 KOMBINACIJE DJELOVANJA 14
2.2.1 Kombinacije djelovanja za granično stanje nosivosti 14
2.2.3 Kombinacije djelovanja za granično stanje uporabljivosti 14
3. PRORAČUN KONSTRUKCIJE 15
3.1 Proračunski model 15
3.2 Prikaz pojedinog opterećenja na konstrukciju 17
4. REZULTATI PRORAČUNA 19
4.1 Vertikalni progib nadstrešnice 19
4.2 Rezne sile u elementima čelične nadstrešnice 20
5. DIMENZIONIRANJE ELEMENATA ČELIČNE NADSTREŠNICE 23

5.1 GORNJI POJAS NADSTREŠNICE (GP1) 23
5.2 GORNJI POJAS NADSTREŠNICE (GP2) 26
5.3 HORIZONTALNA ISPUNA (HI-dijagonale) 28
5.4 VERTIKALNA ISPUNA (VI) 30
5.5 DONJI POJAS NADSTREŠNICE (DP1) 32
5.6 DONJI POJAS NADSTREŠNICE (DP2) 34
5.7 STUPOVI (Z) 36
6. PRORAČUN PRIKLJUČAKA ČELIČNE NADSTREŠNICE 39
6.1 Proračun N priključka-detalj „A“ 40
6.2 Proračun KT priključka-detalj „B“ 41
6.3 Proračun N priključka-detalj „C“ 42
6.4 Proračun X priključka-detalj „D“ 43
6.5 Proračun KT priključka-detalj „E“ 45
6.6 Montažni nastavak gornjeg (GP1) i donjeg(DP2) pojasa segmenta nadstrešnice-detalj „F1“ ... 46
6.7 Montažni nastavak vertikalne ispune(VI-dijagonale) segmenta nadstrešnice-detalj „F2“ 49
6.8 Montažni nastavak horizontalne ispune(HI-dijagonale) segmenta nadstrešnice-detalj „F3“ 51
6.9 Priključak segmenta nadstrešnice na AB zid preko stupa Z-detalj „G“ 53

1.TEHNIČKI OPIS

1.1.Opće napomene

Predmetni je projekt izrađen sukladno Zakonu o gradnji kojim su propisana tehnička svojstva bitna za građevinu.

Sve radove trebaju obavljati za to stručno osposobljene osobe, uz stalni stručni nadzor. Prije prelaska na iduću fazu radova, nužno je odobrenje nadzornog inženjera. Za svako odstupanje od projekta, te u slučaju nepredviđenih okolnosti, potrebna je konzultacija Projektanta. Izvoditelj je dužan u potpunosti poštivati sve mjere osiguranja i kontrole kvalitete. Svi upotrebljeni materijali i svi izvedeni radovi trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke

1.2.Iskolčenje i zahtjevana geometrija

Od faze iskolčenja građevine, preko svih faza izgradnje, do završetka građevine, nužan je stalni geodetski nadzor. Tijekom građenja vršiti:

-stalnu kontrolu iskolčenja i druge geometrije svih elemenata

-kontrolu osiguranja svih točaka

-kontrolu repera i poligonih točaka

1.3. Opis konstrukcije

Lokacija objekta je grad Dubrovnik.Predmet ovog projekta je čelična rešetkasta nadstrešnica koja natkriva AB konstrukciju stadiona (zgradu i tribine).Radi se o jednostrešnoj nadstrešnici s nagibom $\alpha=8°$ ukupne širine 29.05 m.Nadstrešnica je oslonjena na AB zidove dimenzija 1.0 x 8.0 m. Razmak AB zidova je 11.00 m.

Karakteristični segment sadrži „konzolne“ istake od 4.45 m u kraćem smjeru i 17.60 m u dužem smjeru u odnosu na AB zid. Konstruktivni sistem čine Prattove rešetke povezane u prostorne module pomoću dijagonala .Konstruktivni sustav tlocrtno je formiran kao mreža u 2 ravnine (dijagonalna u 2 smjera) . Korišteni su kvadratni čelični hladnovaljani profili.Ukupna širina nadstrešnice je 29.05 metara, dok je ukupna površina krovne plohe cca 14000 m^2. Dužinski se nadstrešnica proteže u 2 ortognalna smjera dužine 108.50 i 68.00 m.

Krov ima nagib $\alpha=8°$.zbog otjecanja vode,a predviđeno je oblaganje laganim limovima.

1.4 O proračunu konstrukcije

Proračun konstrukcije izveden je uz korištenje programskog paketa Scia Engineer 2016.

Za grafički dio projekta korišten program Advance Steel 2017.

Proračun reznih sila izvršen je po linearnoj teoriji elastičnosti prvog reda. Proračunom su obuhvaćena sva dijelovanja na konstrukciju, a to su vlastita težina, dodatno stalno opterećenje, opterećenje vjetrom, opterećenje snijegom kao i temperaturna djelovanja.

S obzirom na lokaciju objekta napravljena je analiza opterećenja koja obuhvaća dijelovanje snijega i vjetra,te je u obzir uzeta visina objekta i njegova zaštićenost.

Pošto je vjetar dominantno opterećenje za ovakav tip objekta, posvećena mu je velika pažnja te je promatrano posebno tlačno i podtlačno djelovanje vjetra, kao i trenje u krovnoj plohi.

Za dimenzioniranje elemenata konstrukcije određena je mjerodavna kombinacija opterećenja za provjeru krajnjeg graničnog stanja i graničnog stanja uporabljivosti.

Za svaku granično stanje napravljene su posebne kombinacije uz poštivanje parcijalnih faktora sigurnosti prema EN 1991.

Rezultati prikazani u grafičkom dijelu ovog projekta uključuju rezne sile i pomake određenih djelova konstrukcije. Rezne sile su dane u jedinicama kN za poprečne i uzdužne sile, kNm za momente, te u mm za pomake konstrukcije.

Svi elementi konstrukcije su modelirani u programu Scia Engineer 2016. Konstrukcija je prikazana prostornim modelom s opterećenjem koji djeluje okomito i u ravnini krovne plohe.

Uzete su sve mjerodavne kombinacije opterećenja u obzir, te je svaki element dimezioniran sukladno njegovim reznim silama.

1.5 Materijal za izradu konstrukcije

Materijal za izradu glavne nosive krovne konstrukcije, kao i stupova je čelik S 355.

Konstruktivni elementi će međusobno biti vezani vijčanim spojevima. Vijci korišteni za izvedbu ove konstrukcije su M 16 kvalitete 5.6 .

Spojevi i nastavci elemenata konstrukcije uključuju dodatne ploče i ukrute, također iste kvalitete čelika.

Zavareni spojevi

Izbor vrste i proizvodnje elektroda ili žice za zavarivanje potrebno je povjeriti nadležnoj specijaliziranoj i ovlaštenoj ustanovi, tako da odabrane elektrode ili žice za konkretni materijal daju optimalne spojeve uz najmanje deformacije.

Za AB konstrukciju odabrana je klasa betona C 40/50, armatura je B 500 B.

1.6. Kontrola kvalitete

Prilikom radova u radionici, tokom montaže i prije puštanja konstrukcije u upotrebu potrebno je vršiti stalne kontrole:

- kontrole kvalitete materijala

- kontrole izrade konstrukcija

Sva ispitivanja za dokazivanje kvalitete materijala i izrade konstrukcija potrebno je povjeriti stručnoj ustanovi ovlaštenoj za takva ispitivanja.

1.7. Kontrola osnovnog materijala

Sav upotrijebljeni materijal mora imati ateste o kvaliteti koje izdaje proizvođač materijala, a pribavlja ga izvođač radova. Ukoliko izvođač radova nema atest, dužan je materijal dati na ispitivanje nadležnoj ustanovi ovlaštenoj za ispitivanje materijala.

Osim pribave atestne dokumentacije potrebno je izvršiti svu potrebnu kontrolu materijala, kako u radionici tako i na gradilištu.

Materijal za čelične konstrukcije mora biti pažljivo pregledan i ispitan kod nabave i prije preuzimanja u izradu po svim zahtjevima u pogledu čvrstoće, granice razvlačenja, kemijskog sastava, žilavosti, zavarljivosti, tolerancija mjera i dimenzija, strukture, a sve u skladu sa standardima prema kojima je materijal odabran.

Posebnu pažnju potrebno je obratiti limovima zbog opasnosti grešaka koje se pojavljuju prilikom valjanja. Takve limove potrebno je zamijeniti ispravnima.

Nadzorni inženjer mora imati uvid u svaku fazu izrade i montaže, kako na gradilištu tako i u radionici.

1.8. Kontrola ostalog materijala

Vijci, podložne pločice, matice i tome slični materijali moraju u pogledu kvalitete i dimenzija biti u skladu sa specifikacijama iz ovog projekta i zahtijevanim standardima.

Ovi materijali moraju biti ispitani i atestirani, ukoliko nisu obaveza je nadzornog inženjera da ih ukloni i zamjeni odgovarajućima.

Sve gore navedeno vrijedi za elektrode i žice za zavarivanje.

1.9. Kontrola izrade

Svi elementi konstrukcije, pojedinačno i u cjelini, moraju biti izvedeni oblikom i dimenzijama po ovom projektu. Izmjene se mogu vršiti samo uz suglasnost projektanta.

Izvedba mora biti u skladu sa propisima za toleranciju mjera i oblika kod nosivih čeličnih konstrukcija.

1.10. Kontrola varova

Kontrola kvalitete zavarenih spojeva mora pokriti sve faze izrade konstrukcije tj. preuzimanje materijala, kontrolu i pripremu elektroda, izvođenje te pregled zavarenih spojeva nakon varenja i obrade.

O kontroli u svim fazama treba voditi dnevnik.

Kontrolu mora vršiti za to kvalificirana i ovlaštena osoba.

Kontrola varova vrši se stalno tokom izrade i montaže i to vizualno i radiografski.

Svi varovi ispituju se vizualno, a po dovršenju vara nakon obrade vara i čišćenja, utvrđuju se pukotine i druge nepravilnosti. Nepravilni varovi ne smiju se dodatno navarivati već ih je potrebno ukloniti i ponovno izvesti.

Radiografska kontrola vrši se za projektom predviđenu kvalitetu vara. Var sučeonog spoja treba ispitati po čitavoj dužini, a ostale varove na minimalno 25 % njihove dužine.

1.11. Kontrola vijčanih spojeva

Glave vijaka i matice moraju uredno nalijegati cijelom svojom površinom.

1.12. Opis montaže konstrukcije

Izvedba konstrukcije je montažna. Svi elementi konstrukcije predgotovljeni stižu na gradilište te se međusobno vežu vijcima. Sama krovna konstrukcija je izvedena od 3 vrste prostornih segmenata. Međusobnim spajanjem segmenata montirati će se nosiva konstrukcija.

Na svakom spojnom elementu postavljeni su dvostruki vijci na pločama. Kada se stup(Z) postavi na ankere koji su postavljeni u AB zidove, segment se pridržaje dizalicom dok se ne postigne vertikalnost pomoću dvostrukih vijaka. Nakon provjere vertikalnosti, vrši se ispunjenje prostora ispod spojne ploče i AB zida ekspandirajućim mortom.

Nakon montaže prvog segmenta može se pristupiti montaži preostala dva segmenta.

Ovim projektom određena je vrsta i kvaliteta materijala za izradu konstrukcija.

Izvođač radova dužan je, prije izvođenja, predočiti nadzornom inženjeru :

- plan zavarivanja sa rasporedom i redoslijedom zavarivanja
- plan montaže sa načinom i redoslijedom montaže
- ateste materijala za izradu konstrukcije
- ateste spojnih sredstava (vijaka, elektroda i dr.)
- ateste varioca koji će raditi na izradi konstrukcije

Za vrijeme izrade konstrukcije izvođač je dužan voditi :

- radionički dnevnik
- dnevnik zavarivanja
- dnevnik montaže

Svi sastavni dijelovi konstrukcije moraju biti izrađeni prema radioničkim nacrtima.

Sve izmjene i dopune moraju se evidentirati a za njih je potrebno ishoditi suglasnost projektanta.

Svi varovi i montažni spojevi moraju se očistiti i ispraviti nepravilno izvedeni dijelovi, te nakon pregleda izvoditi antikorozivnu zaštitu i bojanje.

1.13. Antikorozivna zaštita

Kod čelika pod korozijom se podrazumijeva oksidacija željeza pri dijelovanju vlage i raznih nečistoća. Agensi koji ubrzavaju hrđanje su zagađena atmosfera, industrijsko područje zagađeno sumporom, sol itd.

Zaštita čeličnih konstrukcija od hrđanja vrši se:

- premazima

- zaštita cinkom

- metalizacijom

- uporabom specijalnih čelika

- katodnom zaštitom

Zaštita premazima obavlja se u svrhu spriječavanja da kisik i vlaga dođu u dodir s čelikom. Premazivanje se obično vrši bojanjem u dva sloja: osnovni premaz i zaštitni premaz. Osnovni premaz neposredno štiti čelik, a potrebno je da bude izrađen od tvari koje nisu štetne po ljudsko zdravlje. Zaštitni sloj služi za zaštitu osnovog premaza.

Prerano propadanje konstrukcije najčešće nastaje usljed loših detalja u konstrukciji (nepristupačna mijesta za bojenje, mijesta gdje se zadržava voda, oštri bridovi gdje se nemože nanijeti zahtjevana debljina premaza i sl.) koje treba nastojati izbjegavati.

Sistem zaštite bojenjem sastoji se iz:

- Priprema površine – trajnost premaza ovisi o prionjivosti boje za metalnu površinu, što ovisi o čistoći površine prije bojanja. Čiščenje se vrši četkama, pijeskarenjem, plamenikom ili kemijskim sredstvima.

- Nanošenje boje – bojenje se vrši četkom , valjkom ili prskanjem. Treba paziti na ograničenja za pojedine boje. Broj slojeva premaza obično se sastoji od dva a specifično od četiri ili više slojeva. Novi premaz može se vršiti tek kad je prethodni potpuno suh. Debljini premaza potrebno je posvetiti posebnu pažnju. Općenito, deblji premaz povećava trajnost zaštite. Ukupna debljina suhih premaza treba se kretati između 0,1-0,4 mm.

Dobro izvedeni premazi traju:

- do 30 godina u zatvorenoj prostoriji

- do 20 godina kod konstrukcija zaštićenih od kiše

- do 10 godina u prirodi

- 2-3 godine u zagađenom okolišu

1.14. Protupožarna zaštita

Pri izvedbi osigurat će se provedba svih propisa o zaštiti od požara. Pristup i intervencija vatrogasnog vozila omogućit će se sa južne strane parcele. Zahtijevana vatrootpornost elemenata čelične konstrukcije F30. Osiguranje vatrootpornosti osiguravamo specijalnim ekspandirajućim premazima.

1.15. Nadzor

Za vrijeme izvođenja radova potrebna je stalna nazočnost nadzornog inženjera, kontinuirani geodetski nadzor, te povremeni projektantski nadzor. Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija.

Nadzor u ovom kontekstu odnosi se i na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.

1.16. Način zbrinjavanja građevnog otpada

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu.

Osnovni propisi iz tog područja su:

Zakon o otpadu (NN 178/04, 153/05, 111/06)

Pravilnik o vrstama otpada (NN 27/96)

Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom (NN 123/97, 112/01)

Prema zakonu o otpadu građevni otpad spada u interni otpad jer uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožavaju okoliš.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

Pravilnikom o vrstama otpada određeno je da je proizvođač otpada čija se vrijedna sredstva mogu iskoristiti dužan otpad razvrstavati na mjestu nastanka, odvojeno skupljati po vrstama i osigurati uvjete skladištenja za očuvanje kakvoće u svrhu ponovne obrade.

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

kemijsko-fizikalna obrada,

biološka obrada,

termička obrada,

kondicioniranje otpada i

odlaganje otpada.

Kemijsko-fizikalna obrada otpada je obrada kemijsko-fizikalnim metodama s ciljem mijenjanja njegovih kemijsko-fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: neutralizacija, taloženje, ekstrakcija, redukcija, oksidacija, dezinfekcija, centrifugiranje, filtracija, sedimentacija, rezervna osmoza.

Biološka obrada je obrada biološkim metodama s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: aerobna i anaerobna razgradnja.

Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo.

Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprašivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad.

S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom.

Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:

drvo

plastiku,

asfalt koji sadrži katran i

katran i proizvodi koji sadrže katran.

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

građevinski materijali na bazi azbesta,

asfalt koji sadrži katran,

asfalt (bez katrana)

katran i proizvodi koji sadrže katran

izolacijski materijal koji sadrži azbest i

miješani građevni otpad i otpad od rušenja.

Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliže javno odlagalište otpada:

beton,

cigle,

pločice i keramika,

građevinski materijali na bazi gipsa,

drvo,

staklo,

plastika,

bakar, bronca, mjed,

cink

željezo i čelik,

kositar,

miješani materijali,

kablovi,

zemlja i kamenje i

ostali izolacijski materijali.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpada i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u uredno stanje prije izdavanja uporabne dozvole.

2. ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1.1 Stalno opterećenje

Tablica 2.1.1.1. Stalno opterećenje

OPIS	OZNAKA	TEŽINA (kN/m^2)
INSTALACIJE	Δg	0.2
PANELI	Δg	0.2
	ΣΔg	0.4
KONSTRUKCIJA	G	automatski uračunata u računalnom programu

2.1.2 Opterećenje snijegom

$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$

μ - koef. oblika za opterećenje snijegom

jednostrešni krov nagiba $0^\circ \le \alpha \le 30^\circ : \mu_1 = 0.8, \mu_2 = 1.1$

s_k - karakteristična vrijednost opterećenja snijegom u $\left[kN/m^2\right]$

1.područje (priobalje): Dubrovnik, nadmorska visina do 100 m: $s_k = 0.50\ \mathrm{kN/m^2}$

- koef. izloženosti: $C_e = 1.0$

-toplinski koeficijent: $C_t = 1.0$

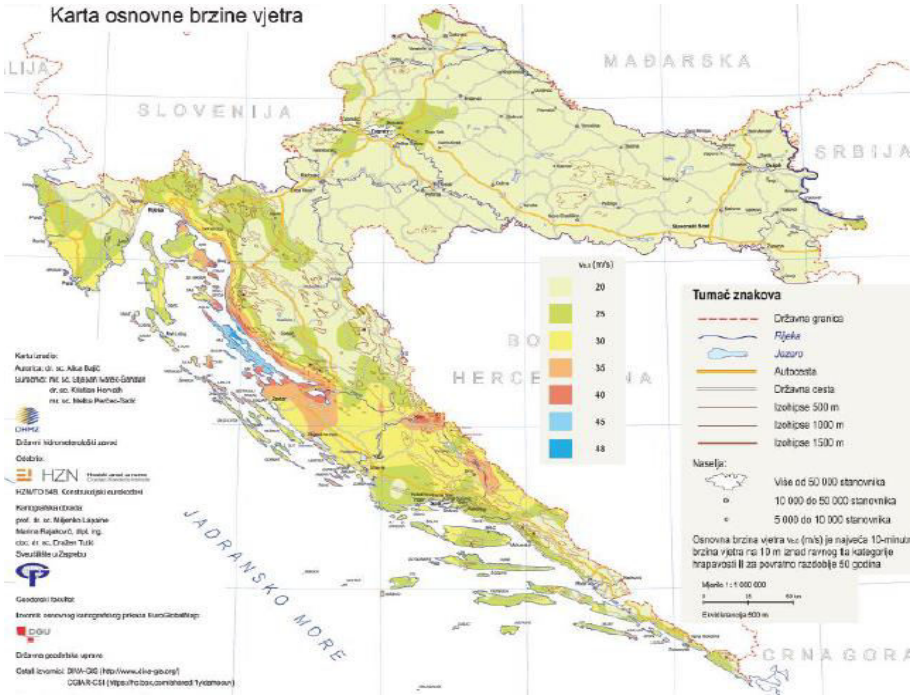
$S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.50 = 0.40\ \mathrm{kN/m^2}$

2.1.3 Djelovanje vjetra

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \ [kN/m^2]$$

gdje je:

q_b –osnovni pritisak vjetra
v_b – osnovna brzina vjetra
ρ – gustoća zraka (ρ=1,25 kg/m^3)
Osnovna brzina vjetra v_b , dana je izrazom:
$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b0}$
gdje je:
$v_{b,0}$ – fundamentalna vrijednost osnovne brzine vjetra;očitava se iz karte
c_{dir} – koeficijent smjera vjetra (obično uzima vrijednost 1,0)
c_{season} – koeficijent ovisan o godišnjem dobu (obično uzima vrijednost 1,0



Slika 2.1.3.1. Karta osnovnih brzina vjetra za RH

Osnovni pritisak vjetra:

$$v_b = 25{,}0(\frac{m}{s}) \rightarrow \text{očitano za Dubrovnik}$$

$$C_{dir} = C_{season} = 1{,}0$$

$$v_b = v_{b,0} \cdot C_{dir} \cdot C_{season} = 25 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 25{,}0(\frac{m}{s})$$

$$\rho = 1{,}25 \frac{kg}{m^3}$$

$$q_b = \frac{\rho}{2} \cdot v_b^2 = \frac{1{,}25}{2} \cdot 25{,}0^2 = 390{,}63(\frac{N}{m^2}) = 0{,}39(\frac{kN}{m^2})$$

Faktor terena k_r -za kategoriju terena 0:

$$\mathrm{k_r} = 0{,}19 \cdot \left(\frac{\mathrm{z_0}}{\mathrm{z_{0,II}}}\right)^{0{,}07} = 0{,}19 \cdot \left(\frac{0.003}{0.05}\right)^{0{,}07} = 0.183$$

$$\mathrm{C_{r(z)}} = \mathrm{k_r} \cdot \ln\left(\frac{\mathrm{z}}{\mathrm{z_0}}\right) = 0.183 \cdot \ln\left(\frac{22.80}{0.003}\right) = 1.630$$

$$\mathrm{C_{0(z)}} = 1{,}0$$

Srednja brzina vjetra iznad terena:

$$v_{m(22.80)} = v_b \cdot C_{r(z)} \cdot C_{0(z)} = 25 \cdot 1.630 \cdot 1.0 = 40.75(\frac{m}{s})$$

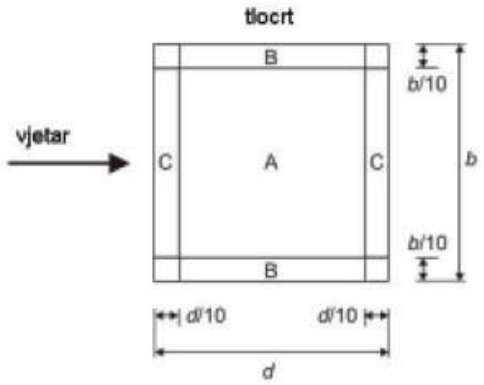
Intezitet turbulencije:

$$\mathrm{I_{v(z)}} = \frac{\mathrm{k_I}}{\mathrm{C_{0(z)}} \cdot \ln\left(\frac{\mathrm{z}}{\mathrm{z_0}}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{22.80}{0.003}\right)} = 0.112$$

Pritisak brzine vjetra pri udaru:

$$\mathrm{q_{p(z)}} = \left[1 + 7 \cdot \mathrm{I_{v(z)}}\right] \cdot \frac{1}{2}\rho \cdot \mathrm{v_m^2} = [1 + 7 \cdot 0.112] \cdot \frac{1.25}{2} \cdot 40.75^2 \cdot 10^{-3} = 1.85\ \mathrm{kN/m^2}$$

Proračun koeficijenata pritiska za jednostrešnu nadstrešnicu:



Slika 2.1.3.2.. Zone djelovanja vjetra

Tablica 2.1.3.1. Vrijednosti koeficijenata pritiska vjetra

Nagib krova α	Zapriječenost φ	Koeficijenti sveukupne sile c_f	Područje A	Područje B	Područje C
10°	Najveća vrijednost, svi φ	+ 0,5	+ 1,2	+ 2,4	+ 1,6
	Najmanja vrijednost, $\varphi = 0$	− 0,9	− 1,5	− 2,0	− 2,1
	Najmanja vrijednost, $\varphi = 1$	− 1,4	(AC) − 1,6 (AC)	− 2,6	− 2,7

Napomena:uzete su maksimalne vrijednosti koeficijenata pritiska vjetra.

Rezultirajuće djelovanje tlaka po zonama:

$w_e = q_p * c_{p,net}$ [kN/m^2]

Tablica 2.1.3.2.. Rezultirajuće djelovanje tlaka po zonama

Područje	$q_{p(kN/m2)}$	$c_{p,net}$	W_i(kN/m2)
A	1.85	-1.6	-2.96
B	1.85	-2.6	-4.81
C	1.85	-2.7	-5.00

Rezultirajuće djelovanje podtlaka po zonama:

$w_i = q_p * c_{p,net}$ [kN/m^2]

Tablica 2.1.3.3.. Rezultirajuće djelovanje podtlaka po zonama

Područje	$q_{p(kN/m2)}$	$c_{p,net}$	W_e(kN/m2)
A	1.85	1.2	2.22
B	1.85	2.4	4.44
C	1.85	1.6	2.96

Trenje po krovu od djelovanja vjetra:

$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z) \cdot A_{fr}$ - sila trenja

$c_{fr} = 0.04$

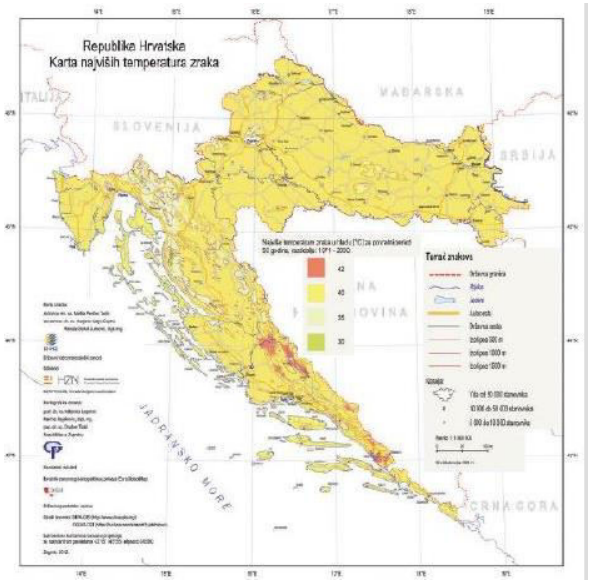
A_{fr} - površina usporedno sa smjerom vjetra

$A_{fr} = 14000 \ m^2$

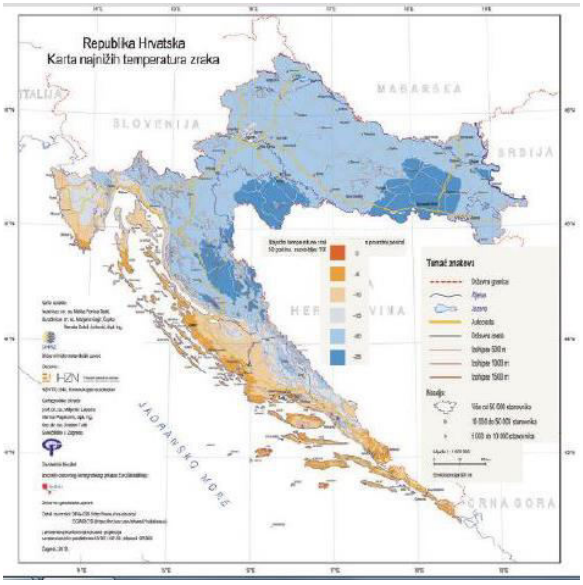
$F_{fr} = 0.04 \cdot 1.85 \cdot 14000 = 1036 kN$

$f_{tr} = F_{tr} / A_{krova} = 1036/14000 = 0{,}075 kN/m^2$

2.1.4 Djelovanje temperature



Slika 2.1.4.1. Karta za Tmax



Slika 2.1.4.2. Karta za Tmin

Očitana najviša temperatura : $T_{max} = 40\ ^0C$

Očitana najniža temperatura: $T_{min} = -5\ ^0C$

Pretpostavlja se djelovanje jednolike temperature promjene u svim presjecima.

Pretpostavljena temperatura pri montaži konstrukcije $T = 15\ ^0C$

Maksimalna pozitivna temperaturna promjena: $T_{max} = 40\ ^0C - 15\ ^0C = 25\ ^0C$

Maksimalna negativna temperaturna promjena: $T_{min} = -5^0C - 15^0C = -20\ ^0C$

2.2 KOMBINACIJE DJELOVANJA

2.2.1 Kombinacije djelovanja za granično stanje nosivosti

GSN 1: $1.35\cdot(g+\Delta g) +1.5\cdot W_e+1.5\cdot 0.9\cdot(T_{max}+f_{tr})$

GSN 2: $1.35\cdot(g+\Delta g) +1.5\cdot W_e+1.5\cdot 0.9\cdot(S+f_{tr})$

GSN 3: $1.35\cdot(g+\Delta g) +1.5\cdot W_e+1.5\cdot 0.9\cdot(S+f_{tr}+T_{min})$

GSN 4: $1.0\cdot(g+\Delta g) +1.5\cdot W_i$

GSN 5: $1.0\cdot(g+\Delta g) +1.5\cdot W_i+1.5\cdot 0.9\cdot(T_{min}+ f_{tr})$

GSN 6: $1.0\cdot(g+\Delta g) +1.5\cdot W_i+1.5\cdot 0.9\cdot f_{tr}$

2.2.3 Kombinacije djelovanja za granično stanje uporabljivosti

GSU 1: $1.0\cdot g+1.0\cdot \Delta g +1.0\cdot W_e+1.0\cdot T_{max}+1.0\cdot f_{tr}$

GSU 2: $1.0\cdot g+1.0\cdot \Delta g +1.0\cdot W_e+1.0\cdot S+1.0\cdot f_{tr}$

GSU 3: $1.0\cdot g+1.0\cdot \Delta g +1.0\cdot W_e+1.0\cdot S+1.0\cdot f_{tr}+1.0\cdot T_{min}$

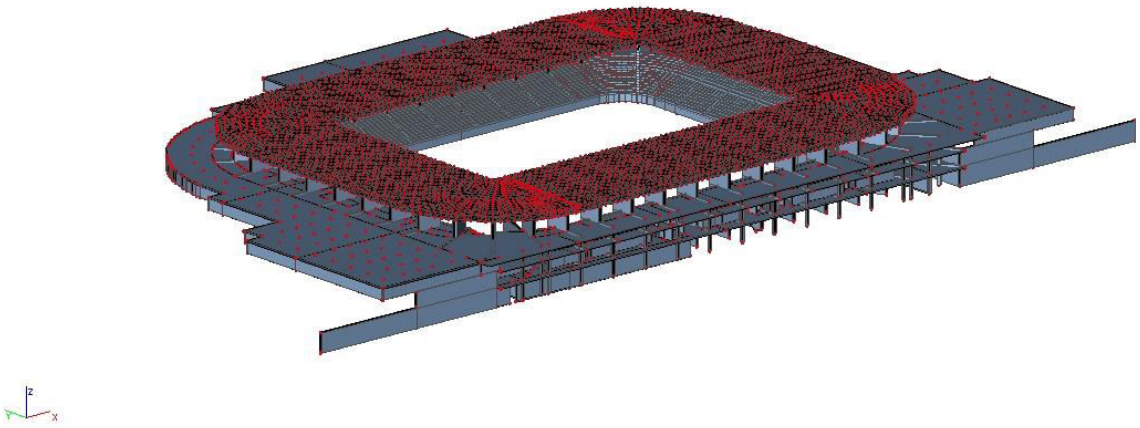
GSU 4: $1.0\cdot g+1.0\cdot \Delta g +1.0\cdot W_i$

GSU 5: $1.0\cdot g+1.0\cdot \Delta g +1.0\cdot W_i+1.0\cdot T_{min}+1.0\cdot f_{tr}$

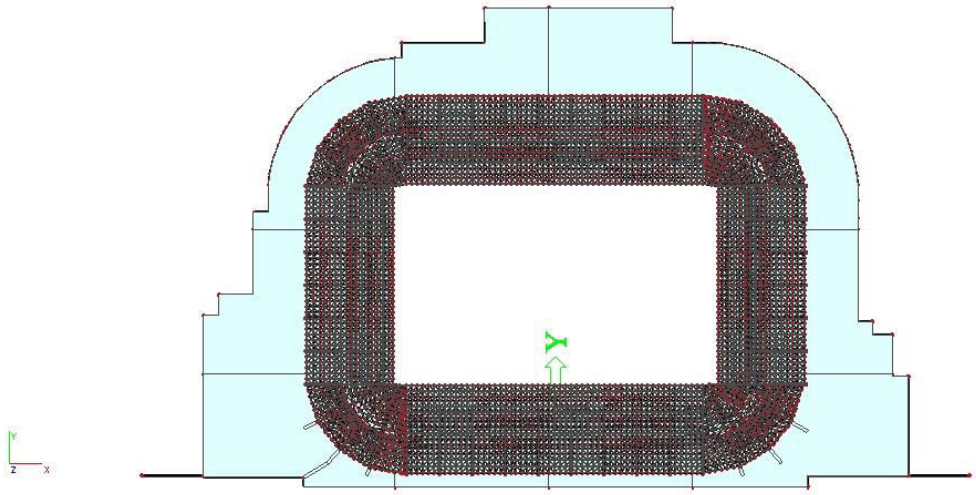
GSU 6: $1.0\cdot g+1.0\cdot \Delta g +1.0\cdot W_i+1.0\cdot f_{tr}$

3. PRORAČUN KONSTRUKCIJE

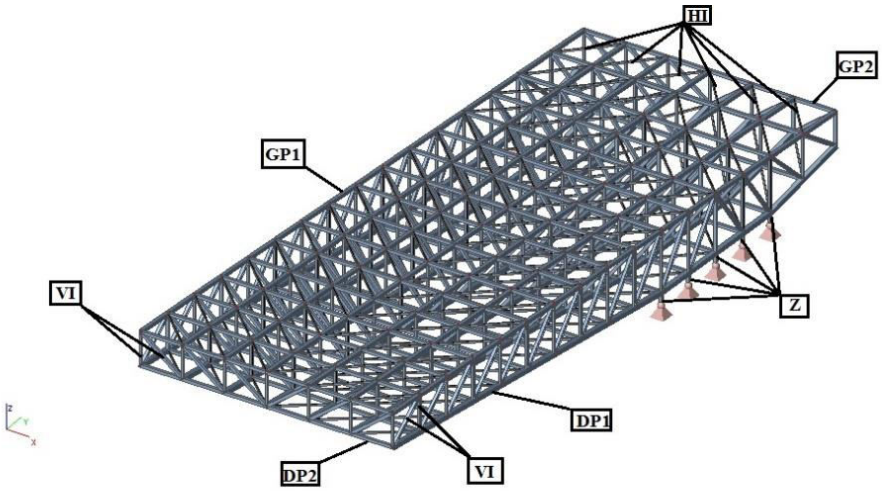
3.1 Proračunski model



Slika 3.1.1 Proračunski model konstrukcije



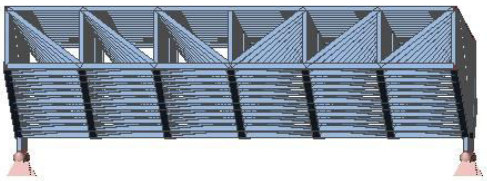
Slika 3.1.2 Pogled odozgo na konstrukciju



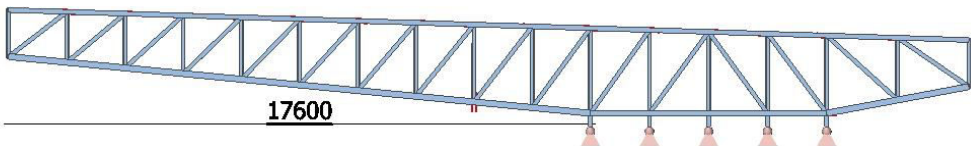
Slika 3.1.3 Segment čelične nadstrešnice s oznakama elemenata

Tablica 3.1.1 Legenda s oznakama elemenata čelične nadstrešnice

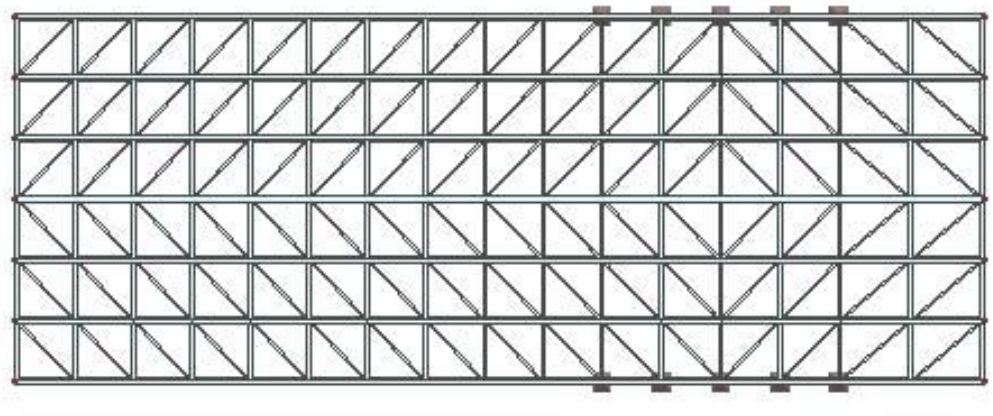
ELEMENT	POZICIJA
DONJI POJAS NADSTREŠNICE	DP 1
DONJI POJAS NADSTREŠNICE	DP 2
GORNJI POJAS NADSTREŠNICE	GP 1
GORNJI POJAS NADSTREŠNICE	GP 2
HORIZONTALNA ISPUNA (dijagonale)	HI
VERTIKALNA ISPUNA	VI
STUPOVI h=400 mm	Z



Slika 3.1.4 Pogled sprijeda na segment



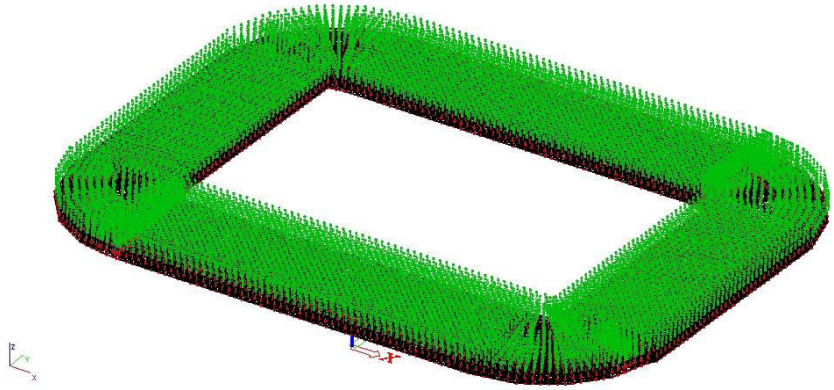
Slika 3.1.5 Bočni pogled na segment



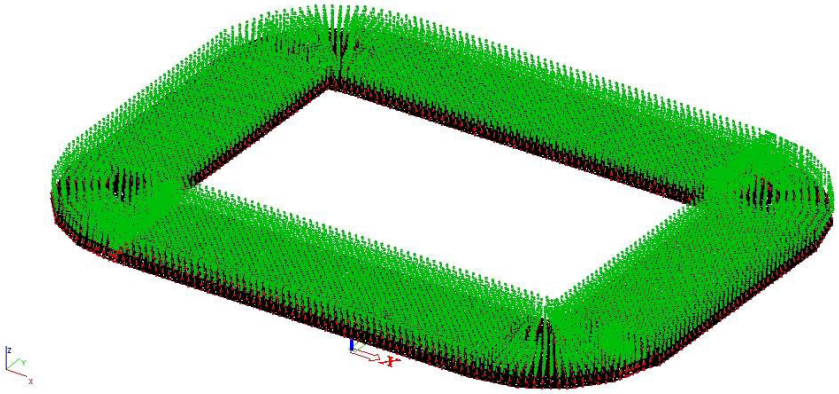
Slika 3.1.6 Pogled odozgo na segment

3.2 Prikaz pojedinog opterećenja na konstrukciju

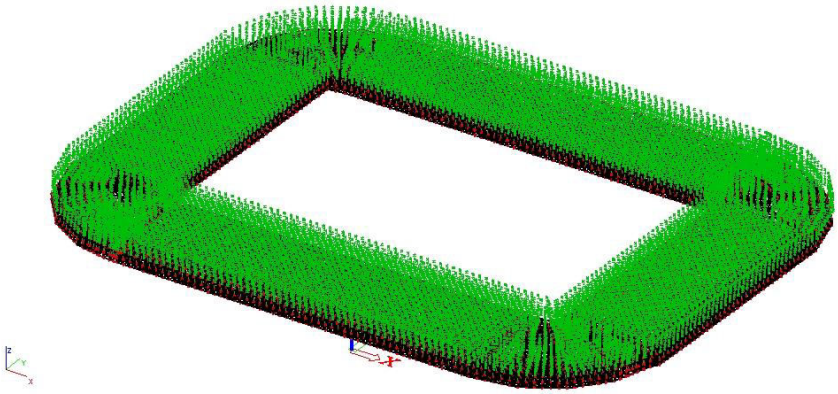
g-vlastita težina konstrukcije uzeta je automatski u računalnom programu



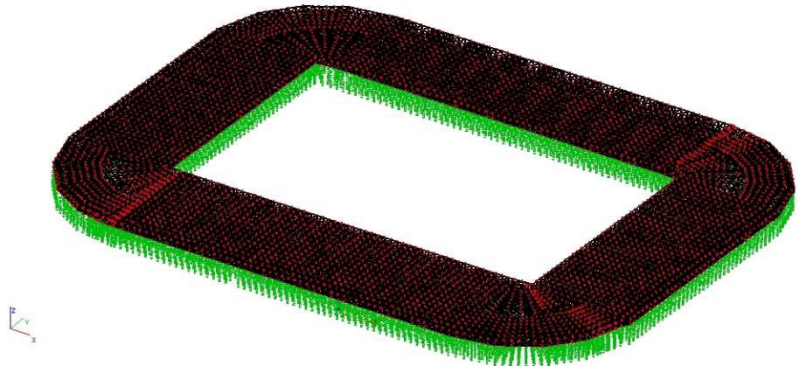
Slika 3.2.1 Δg-dodatno stalno opterećenje



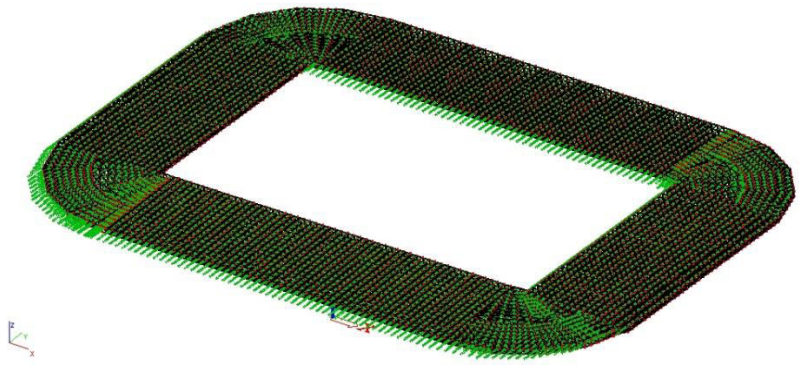
Slika 3.2.2 s-snijeg



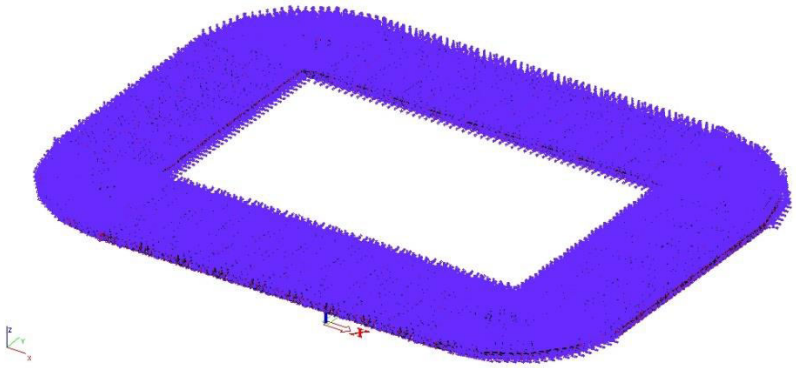
Slika 3.2.3 We-tlačno djelovanje vjetra



Slika 3.2.4 Wi-podtlačno djelovanje vjetra



Slika 3.2.5 ftr-trenje vjetrom



Slika 3.2.6 djelovanje temperature

4. REZULTATI PRORAČUNA

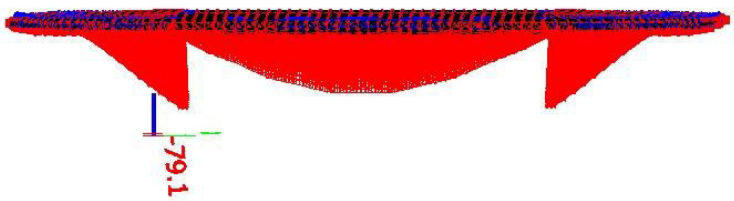
4.1 Vertikalni progib nadstrešnice

Za vertikalni progib nadstrešnice mjerodavna je kombinacija

GSU 1: $1.0 \cdot g + 1.0 \cdot \Delta g + 1.0 \cdot W_e + 1.0 \cdot T_{max} + 1.0 \cdot f_{tr}$



Slika 4.1.1 Deformirani oblik konstrukcije



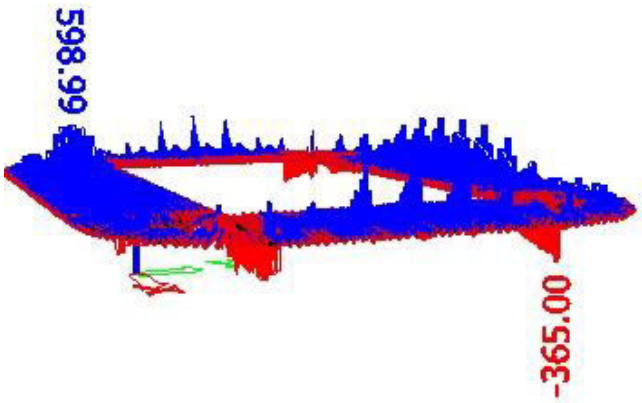
Slika 4.1.2 Vertikalni progib nadstršnice (mm)

Dopušteni vertikalni progib :

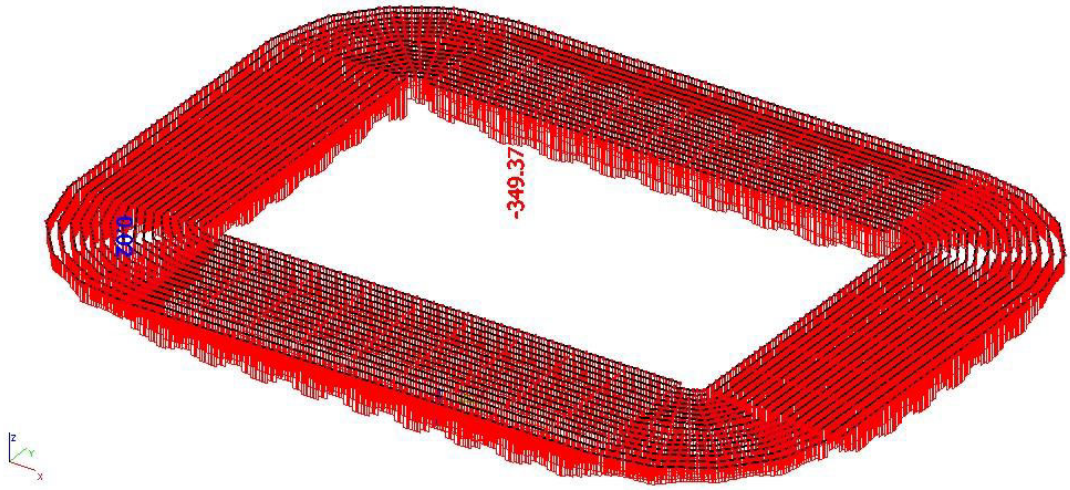
$$u_{dop} = \frac{l}{150} = \frac{17600}{150} = 117.33\,mm$$

$$u_z = 79.1\,mm < u_{z,dop} = 117.33\,mm$$

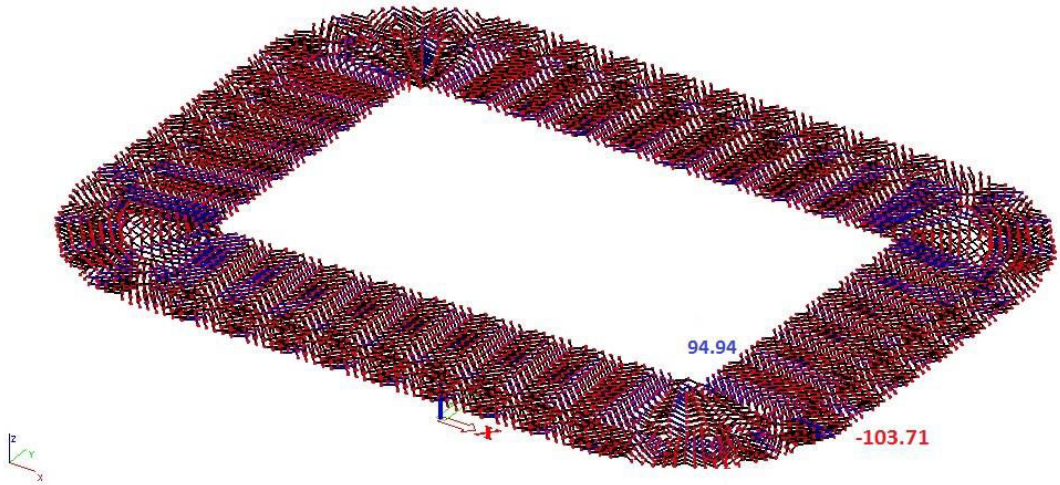
4.2 Rezne sile u elementima čelične nadstrešnice



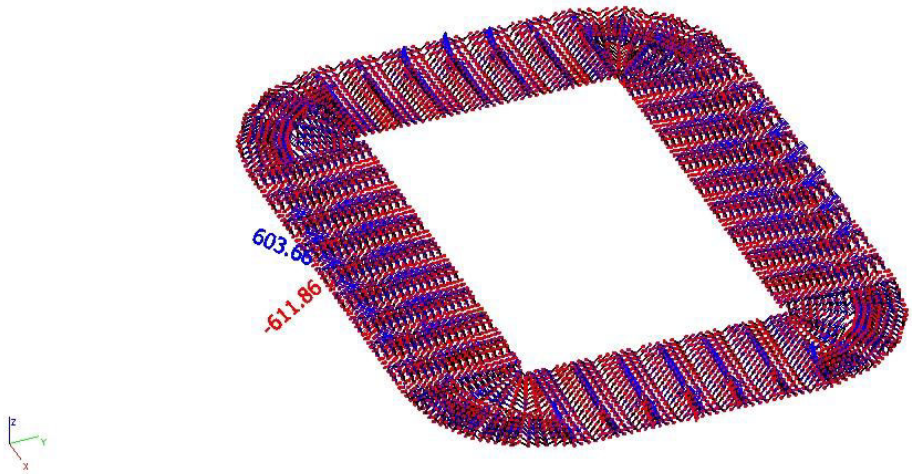
Slika 4.2.1 Uzdužne sile (kN) u GP1



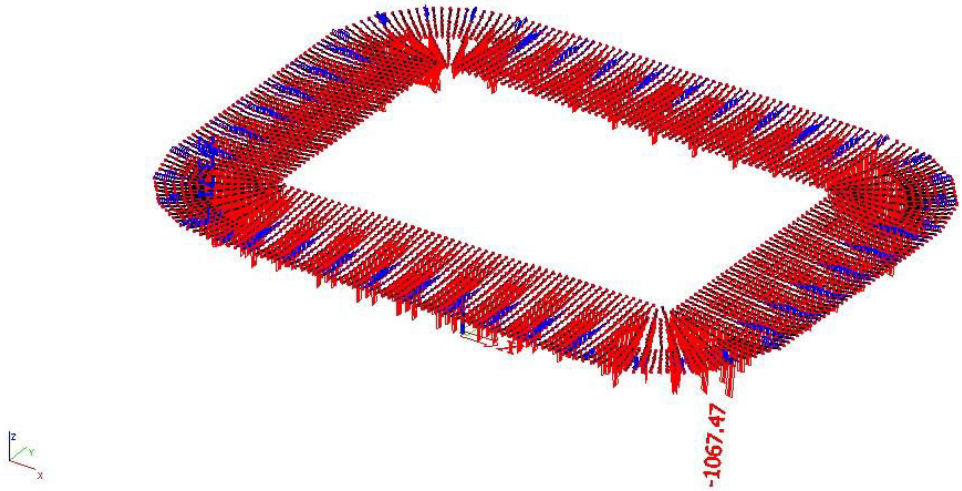
Slika 4.2.2 Uzdužne sile (kN) u GP2



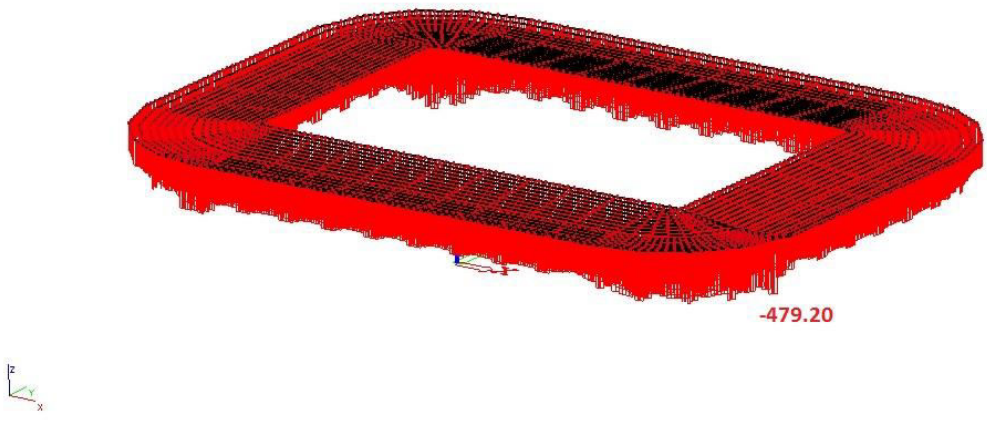
Slika 4.2.3 Uzdužne sile (kN) u HI



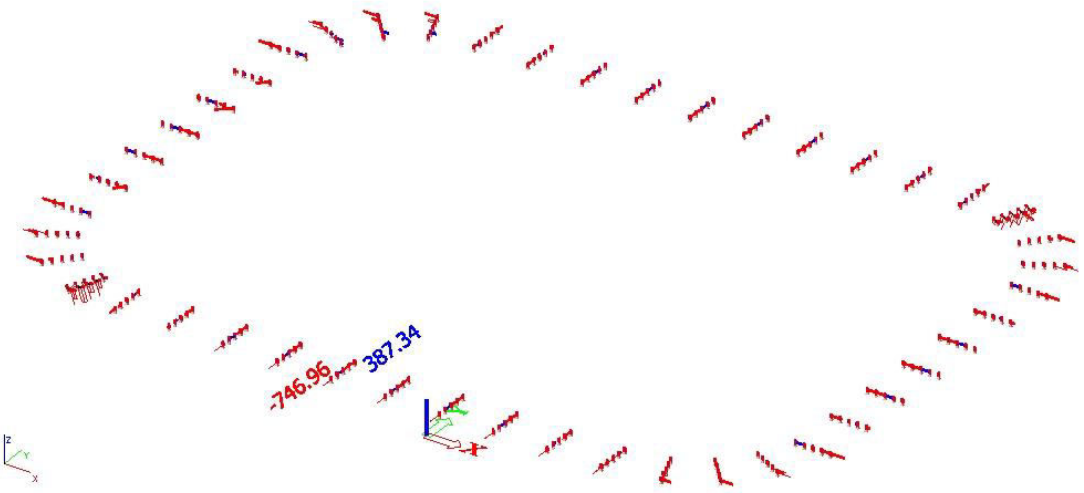
Slika 4.2.5 Uzdužne sile (kN) u VI



Slika 4.2.6 Uzdužne sile (kN) u DP1



Slika 4.2.7 Uzdužne sile (kN) u DP2



Slika 4.2.8 Uzdužne sile (kN) u Z

5. DIMENZIONIRANJE ELEMENATA ČELIČNE NADSTREŠNICE

Tablica 5.1 Iskoristivost elemenata čelične nadstrešnice

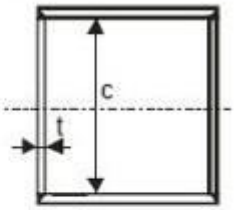
POZICIJA	CIJEVNI PROFIL (kvadratni hladno dogotovljen)	KLASA	ISKORISTIVOST	
			POP.PRESJEK	ELEMENT
DP 1	180X180X8	1	0.57	0.85
DP 2	140X140X5	1	0.51	0.64
GP 1	180X180X5	3	0.30	0.43
GP 2	140X140X5	1	0.37	0.67
HI	60X60X6	1	0.24	0.90
VI	120X120X8	1	0.51	0.93
Z	150X150X5	1	0.74	0.77

5.1 GORNJI POJAS NADSTREŠNICE (GP1)

TLAČNA SILA: N_{Ed} = 365 kN

CIJEVNI PROFIL: 180X180X5 (kvadratni hladno dogotovljeni)

A= 34.4 cm^2
Iy= 1737 cm^4
Iz= 1737 cm^4



ČELIK: S355

ε= 0.81

E= 21000 kN/cm^2

fy= 35.5 kN/cm^2

1.KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

c=	170	mm
t=	5	mm

1.1.1 uvjet za klasu 1: $c/t \leq 33\varepsilon$

$$34 \quad < \quad 26.73$$

1.1.2 uvjet za klasu 2: $33\varepsilon < c/t \leq 38\varepsilon$

$$26.73 \quad < \quad 34 \quad < \quad 30.78$$

1.1.3 uvjet za klasu 3: $38\varepsilon < c/t \leq 42\varepsilon$

$$30.78 \quad < \quad 34 \quad < \quad 34.02$$

KLASA 3

2.OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$= 1221.2 kN

UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0.30 \quad < 1.0$

3.OTPORNOST ELEMENTA

3.1 duljine izvijanja:

$l_{cr,y}$=	352	cm
$l_{cr,z}$=	352	cm

3.2 Eulerove kritične sile izvijanja:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{l_{cr,y}^2} = 2902.64 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l_{cr,z}^2} = 2902.64 \text{ kN}$$

3.3 svedena vitkost:

$$\overline{\lambda_y} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = 0.65$$

$$\overline{\lambda_z} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = 0.65$$

3.4 faktori redukcije:

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \overline{\lambda_y}^2}} = 0.76$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \overline{\lambda_z}^2}} = 0.76$$

pomoćna veličina:

$$\Phi_y = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_y} - 0.2\right) + \overline{\lambda_y}^2\right] = 0.82$$

$$\Phi_z = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_z} - 0.2\right) + \overline{\lambda_z}^2\right] = 0.82$$

faktor nesavršenosti:

za krivulju izvijanja c $\alpha = 0.49$

4.OTPORNOST NA IZVIJANJE

$$N_{b,Rdy} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 839.52 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rdz} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 839.52 \text{ kN}$$

$\gamma_{M1}=1.1$

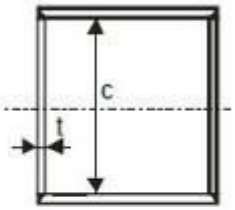
UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = 0.43 < 1.0$

5.2 GORNJI POJAS NADSTREŠNICE (GP2)

TLAČNA SILA: N_{Ed} = 349.37 kN

CIJEVNI PROFIL: 140X140X5 (kvadratni hladno dogotovljeni)

A=	26.4	cm^2
Iy=	791	cm^4
Iz=	791	cm^4



ČELIK: S355

ε= 0.81

E= 21000 kN/cm^2

fy= 35.5 kN/cm^2

1.KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

c=	130	mm
t=	5	mm

1.1.1 uvjet za klasu 1: $c/t \leq 33\varepsilon$

26 < 26.73 KLASA 1

1.1.2 uvjet za klasu 2: $33\varepsilon < c/t \leq 38\varepsilon$

26.73 < 26 < 30.78

1.1.3 uvjet za klasu 3: $38\varepsilon < c/t \leq 42\varepsilon$

30.78 < 26 < 34.02

2.OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$= 937.2 kN

UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0.37 < 1.0$

3.OTPORNOST ELEMENTA

3.1 duljine izvijanja: $l_{cr,y}$= 366 cm

$l_{cr,z}$= 366 cm

3.2 Eulerove kritične sile izvijanja:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{l_{cr,y}^2} = 1222.62 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l_{cr,z}^2} = 1222.62 \text{ kN}$$

3.3 svedena vitkost:

$$\overline{\lambda_y} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = 0.88$$

$$\overline{\lambda_z} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = 0.88$$

3.4 faktori redukcije:

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \overline{\lambda_y}^2}} = 0.61$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \overline{\lambda_z}^2}} = 0.61$$

pomoćna veličina:

$$\Phi_y = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_y} - 0.2\right) + \overline{\lambda_y}^2\right] = 1.05$$

$$\Phi_z = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_z} - 0.2\right) + \overline{\lambda_z}^2\right] = 1.05$$

faktor nesavršenosti:

za krivulju izvijanja c α= 0.49

4.OTPORNOST NA IZVIJANJE

$$N_{b,Rdy} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 523.93 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rdz} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 523.93 \text{ kN}$$

γ_{M1}=1.1

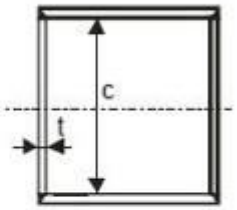
UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = 0.67 < 1.0$

5.3 HORIZONTALNA ISPUNA (HI-dijagonale)

TLAČNA SILA: N_{Ed} = 103.71 kN

CIJEVNI PROFIL: 60X60X6 (kvadratni hladno dogotovljeni)

A= 12 cm^2
Iy= 56.1 cm^4
Iz= 56.1 cm^4



ČELIK: S355

ε= 0.81

E= 21000 kN/cm^2

fy= 35.5 kN/cm^2

1.KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

c= 48 mm
t= 6 mm

1.1.1 uvjet za klasu 1: $c/t \leq 33\varepsilon$

8 < 26.73 KLASA 1

1.1.2 uvjet za klasu 2: $33\varepsilon < c/t \leq 38\varepsilon$

26.73 < 8 < 30.78

1.1.3 uvjet za klasu 3: $38\varepsilon < c/t \leq 42\varepsilon$

30.78 < 8 < 34.02

2.OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$= 426 kN

UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0.24$ <1.0

3.OTPORNOST ELEMENTA

3.1 duljine izvijanja: $l_{cr,y}$= 256 cm

$l_{cr,z}$= 256 cm

3.2 Eulerove kritične sile izvijanja:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{l_{cr,y}^2} = 177.24 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l_{cr,z}^2} = 177.24 \text{ kN}$$

3.3 svedena vitkost:

$$\overline{\lambda_y} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = 1.55$$

$$\overline{\lambda_z} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = 1.55$$

3.4 faktori redukcije:

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \overline{\lambda_y}^2}} = 0.30$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \overline{\lambda_z}^2}} = 0.30$$

pomoćna veličina:

$$\Phi_y = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_y} - 0.2\right) + \overline{\lambda_y}^2\right] = 2.03$$

$$\Phi_z = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_z} - 0.2\right) + \overline{\lambda_z}^2\right] = 2.03$$

faktor nesavršenosti:

za krivulju izvijanja c α= 0.49

4.OTPORNOST NA IZVIJANJE

$$N_{b,Rdy} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 115.70 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rdz} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 115.70 \text{ kN}$$

γ_{M1}=1.1

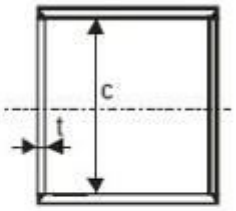
UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = 0.90 < 1.0$

5.4 VERTIKALNA ISPUNA (VI)

TLAČNA SILA: N_{Ed} = 527.42 kN

CIJEVNI PROFIL: 120X120X8 (kvadratni hladno dogotovljeni)

A=	33.6	cm^2
Iy=	677	cm^4
Iz=	677	cm^4



ČELIK: S355

ε= 0.81

E= 21000 kN/cm^2

fy= 35.5 kN/cm^2

1.KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

c= 108 mm
t= 6 mm

1.1.1 uvjet za klasu1: $c/t \leq 33\varepsilon$

18 < 26.73 KLASA 1

1.1.2 uvjet za klasu2: $33\varepsilon < c/t \leq 38\varepsilon$

26.73 < 18 < 30.78

1.1.3 uvjet za klasu 3: $38\varepsilon < c/t \leq 42\varepsilon$

30.78 < 18 < 34.02

2.OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$= 1192.8 kN

UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0.44$ <1.0

3.OTPORNOST ELEMENTA

3.1 duljine izvijanja: $l_{cr,y}$= 303 cm

$l_{cr,z}$= 303 cm

3.2 Eulerove kritične sile izvijanja:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{l_{cr,y}^2} = 1526.80 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l_{cr,z}^2} = 1526.80 \text{ kN}$$

3.3 svedena vitkost:

$$\overline{\lambda_y} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = 0.88$$

$$\overline{\lambda_z} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = 0.88$$

3.4 faktori redukcije: pomoćna veličina:

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \overline{\lambda_y}^2}} = 0.61 \qquad \Phi_y = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_y} - 0.2\right) + \overline{\lambda_y}^2\right] = 1.06$$

$$\Phi_z = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_z} - 0.2\right) + \overline{\lambda_z}^2\right] = 1.06$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \overline{\lambda_z}^2}} = 0.61$$

faktor nesavršenosti:

za krivulju izvijanja c α= 0.49

4.OTPORNOST NA IZVIJANJE

$$N_{b,Rdy} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 661.21 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rdz} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 661.21 \text{ kN}$$

γ_{M1}=1.1

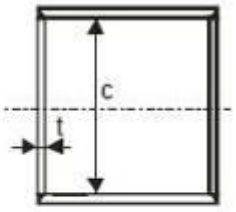
UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = 0.80 < 1.0$

5.5 DONJI POJAS NADSTREŠNICE (DP1)

TLAČNA SILA: N_{Ed} = 1067.47 kN

CIJEVNI PROFIL: 180X180X8 (kvadratni hladno dogotovljeni)

A= 52.8 cm^2
Iy= 2546 cm^4
Iz= 2546 cm^4



ČELIK: S355

ε= 0.81

E= 21000 kN/cm^2

fy= 35.5 kN/cm^2

1.KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

c= 164 mm
t= 8 mm

1.1.1 uvjet za klasu 1: $c/t \leq 33\varepsilon$

20.5 < 26.73 KLASA 1

1.1.2 uvjet za klasu 2: $33\varepsilon < c/t \leq 38\varepsilon$

26.73 < 20.5 < 30.78

1.1.3 uvjet za klasu 3: $38\varepsilon < c/t \leq 42\varepsilon$

30.78 < 20.5 < 34.02

2.OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$= 1874.4 kN

UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0.57 < 1.0$

3.OTPORNOST ELEMENTA

3.1 duljine izvijanja:

$l_{cr,y}$=	352	cm
$l_{cr,z}$=	352	cm

3.2 Eulerove kritične sile izvijanja:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{l_{cr,y}^2} = 4254.53 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l_{cr,z}^2} = 4254.53 \text{ kN}$$

3.3 svedena vitkost:

$$\overline{\lambda_y} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = 0.66$$

$$\overline{\lambda_z} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = 0.66$$

3.4 faktori redukcije:

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \overline{\lambda_y}^2}} = 0.75$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \overline{\lambda_z}^2}} = 0.75$$

pomoćna veličina:

$$\Phi_y = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_y} - 0.2\right) + \overline{\lambda_y}^2\right] = 0.83$$

$$\Phi_z = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_z} - 0.2\right) + \overline{\lambda_z}^2\right] = 0.83$$

faktor nesavršenosti:
za krivulju izvijanja c α= 0.49

4.OTPORNOST NA IZVIJANJE

$$N_{b,Rdy} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 1272.87 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rdz} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 1272.87 \text{ kN}$$

γ_{M1}=1.1

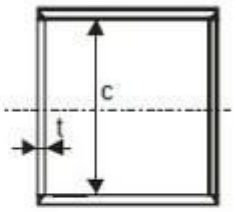
UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} =$ 0.84 <1.0

5.6 DONJI POJAS NADSTREŠNICE (DP2)

TLAČNA SILA: N_{Ed} = 479.2 kN

CIJEVNI PROFIL: 140X140X5 (kvadratni hladno dogotovljeni)

A= 26.4 cm^2
Iy= 791 cm^4
Iz= 791 cm^4



ČELIK: S355

ε= 0.81

E= 21000 kN/cm^2

fy= 35.5 kN/cm^2

1.KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

c= 130 mm
t= 5 mm

1.1.1 uvjet za klasu 1: $c/t \leq 33\varepsilon$

26 < 26.73 KLASA 1

1.1.2 uvjet za klasu 2: $33\varepsilon < c/t \leq 38\varepsilon$

26.73 < 26 < 30.78

1.1.3 uvjet za klasu 3: $38\varepsilon < c/t \leq 42\varepsilon$

30.78 < 26 < 34.02

2.OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$= 937.2 kN

UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0.51 < 1.0$

3.OTPORNOST ELEMENTA

3.1 duljine izvijanja:

$l_{cr,y}$=	183	cm
$l_{cr,z}$=	183	cm

3.2 Eulerove kritične sile izvijanja:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{l_{cr,y}^2} = 4890.50 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l_{cr,z}^2} = 4890.50 \text{ kN}$$

3.3 svedena vitkost:

$$\overline{\lambda_y} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = 0.44$$

$$\overline{\lambda_z} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = 0.44$$

3.4 faktori redukcije:

pomoćna veličina:

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \overline{\lambda_y}^2}} = 0.88$$

$$\Phi_y = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_y} - 0.2\right) + \overline{\lambda_y}^2\right] = 0.65$$

$$\Phi_z = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_z} - 0.2\right) + \overline{\lambda_z}^2\right] = 0.65$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \overline{\lambda_z}^2}} = 0.88$$

faktor nesavršenosti:

za krivulju izvijanja c α= 0.49

4.OTPORNOST NA IZVIJANJE

$$N_{b,Rdy} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \quad 747.34 \quad kN$$

$$N_{b,Rdz} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \quad 747.34 \quad kN$$

γ_{M1}=1.1

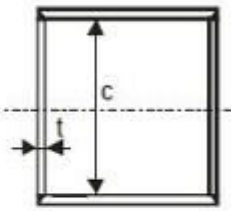
UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} =$ 0.64 <1.0

5.7 STUPOVI (Z)

TLAČNA SILA: N_{Ed} = 746.96 kN

CIJEVNI PROFIL: 150X150X5 (kvadratni hladno dogotovljeni)

A= 28.4 cm^2
Iy= 982 cm^4
Iz= 982 cm^4



ČELIK: S355

ε= 0.81

E= 21000 kN/cm^2

fy= 35.5 kN/cm^2

1.KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

c= 104 mm
t= 8 mm

1.1.1 uvjet za klasu 1: $c/t \leq 33\varepsilon$

13 < 26.73 KLASA 1

1.1.2 uvjet za klasu 2: $33\varepsilon < c/t \leq 38\varepsilon$

26.73 < 13 < 30.78

1.1.3 uvjet za klasu 3: $38\varepsilon < c/t \leq 42\varepsilon$

30.78 < 13 < 34.02

1.2 položaj neutralne osi: $a = \frac{N_{Ed}}{\frac{4t \cdot f_y}{\gamma_{M0}}} =$ 6.58 cm

$\gamma_{M0}=1.0$

$$\alpha = \frac{1}{c} \cdot \left(\frac{c}{2} + a\right) > 0.5$$

$\alpha=$ 1.13 >0.5

2.OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}=$ 1008.2 kN

UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} =$ 0.74 < 1.0

3.OTPORNOST ELEMENTA

3.1 duljine izvijanja:

$l_{cr,y}=$	40	cm
$l_{cr,z}=$	40	cm

3.2 Eulerove kritične sile izvijanja:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{l_{cr,y}^2} = 127077.92 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l_{cr,z}^2} = 127077.92 \text{ kN}$$

3.3 svedena vitkost:

$$\overline{\lambda_y} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = 0.09$$

$$\overline{\lambda_z} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = 0.09$$

3.4 faktori redukcije:

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \overline{\lambda_y}^2}} = 1.06$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \overline{\lambda_z}^2}} = 1.06$$

pomoćna veličina:

$$\Phi_y = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_y} - 0.2\right) + \overline{\lambda_y}^2\right] = 0.48$$

$$\Phi_z = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\overline{\lambda_z} - 0.2\right) + \overline{\lambda_z}^2\right] = 0.48$$

faktor nesavršenosti:
za krivulju izvijanja c $\alpha =$ 0.49

4.OTPORNOST NA IZVIJANJE

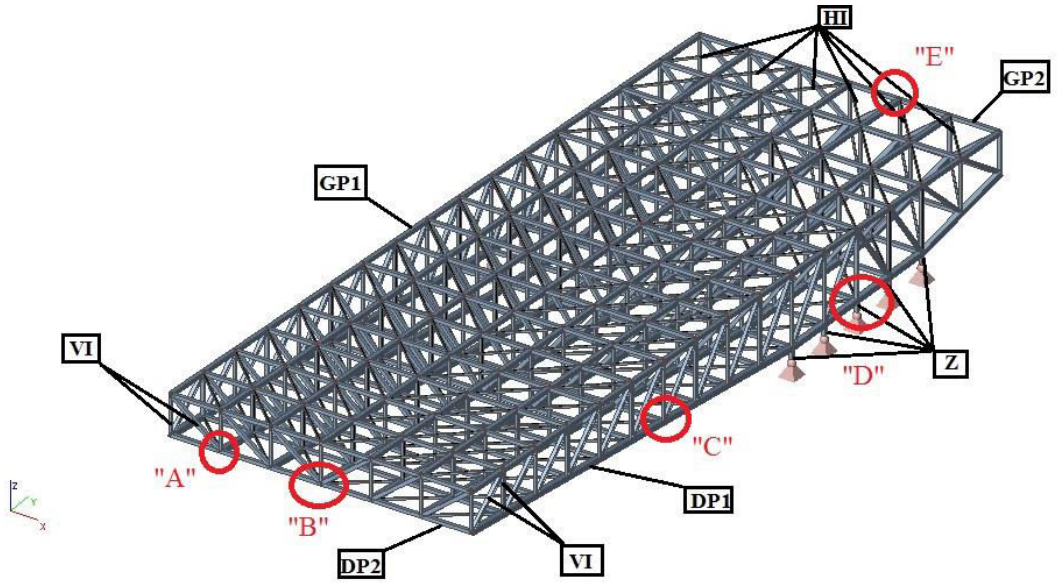
$$N_{b,Rdy} = \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 969.70 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rdz} = \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 969.70 \text{ kN}$$

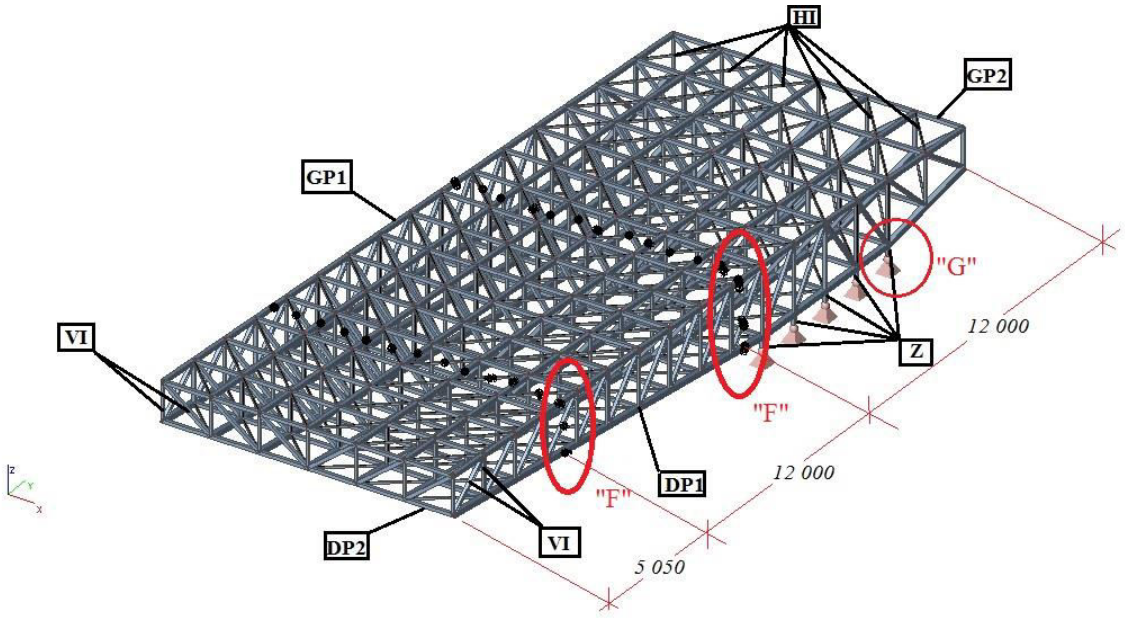
$\gamma_{M1}=1.1$

UVJET NOSIVOSTI: $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = 0.77 < 1.0$

6. PRORAČUN PRIKLJUČAKA ČELIČNE NADSTREŠNICE



Slika 6.1 Oznake detalja proračunatih priključaka



Slika 6.2 Oznake detalja vlačnih nastavaka i priključka segmenta nadstrešnice na AB zid

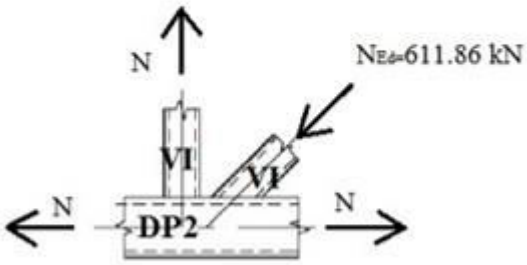
-Odabrana deljina zavara za priključke nadstrešnice(detalji od “A“do “E“):

$a \geq 1.10\ t$ –za S 355;t-debljina stijenke ispune ;a-debljina zavara

$a \geq 1.10 \cdot 8 = 8.8$ mm; a= 9.0 mm

6.1 Proračun N priključka-detalj „A“

b_0=	140	mm	f_y=	35.5	kN/cm2
h_0=	140	mm			
b_1=	120	mm			
h_1=	120	mm			
b_2=	120	mm			
h_2=	120	mm			
t_0=	5	mm			
t_1=	8	mm			
t_2=	8	mm			



Kriteriji za primjenu normi-tablica 7.8 :

b_1/b_0=	0.86	≥ 0,25
b_2/b_0=	0.86	≥ 0,25

Element 1,2-KLASA 1

b_2/t_2=	15	≤ 35
h_2/t_2=	15	≤ 35

h_0/b_0= 1		0,5 ≤	1	≤ 2	i KLASA 2
h_1/b_1= 1		0,5 ≤	1	≤ 2	i KLASA 2
h_2/b_2= 1		0,5 ≤	1	≤ 2	i KLASA 2

pojasni element-KLASA 2

λ_{ov}= 1

b_1/b_2=	1.00	≥ 0,75

Određivanje računske nosivosti priključka :

$$N_{2,Rd}= f_y\, t_2\, (b_2+b_{e,ov}+2h_2-4t_2)/\ \gamma_{M5}$$

$$b_{e,ov}=\frac{10}{b_1/t_1}\cdot\frac{f_{y1}\cdot t_1}{f_{y2}\cdot t_2}\cdot b_2$$

$b_{e,ov}$= 1.25 mm < b_2= 120 mm

$N_{2,Rd}$= 932.53 kN > $N_{2,Ed}$= 611.86 kN

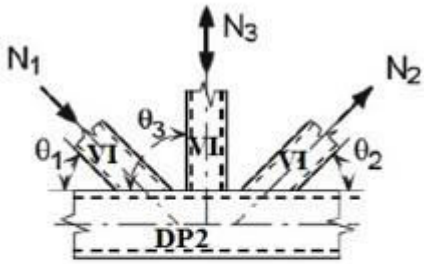
6.2 Proračun KT priključka-detalj „B“

b_0=	140	mm	f_y=	35.5	kN/cm2
h_0=	140	mm			
b_1=	120	mm			
h_1=	120	mm	$N_{1,Ed}$ =	54.22	kN
b_2=	120	mm	$N_{2,Ed}$ =	50.83	kN
h_2=	120	mm	$N_{3,Ed}$ =	-101.16	kN
t_0=	5	mm	θ_1 =	40	°
t_1=	8	mm	θ_2 =	40	°
t_2=	8	mm	θ_3 =	90	°

Kriteriji za primjenu normi-tablica 7.8 :

b_1/b_0= 0.86 ≥ 0,25
b_2/b_0= 0.86 ≥ 0,25

Element 1,2-KLASA 1



b_2/t_2= 15 ≤ 35
h_2/t_2= 15 ≤ 35

h_0/b_0= 1 0,5 ≤ 1 ≤ 2 i KLASA 2
h_1/b_1= 1 0,5 ≤ 1 ≤ 2 i KLASA 2
h_2/b_2= 1 0,5 ≤ 1 ≤ 2 i KLASA 2

pojasni element-KLASA 2

Određivanje računske nosivosti priključka :

1. Posmični lom pojasa:

uvjet: $b_1 \leq b_0 - 2t_0$
120 ≤ 130 (mm)

$$N_{1,Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3}} \cdot t_0 \cdot \pi \cdot b_1 \cdot \frac{1+\sin\theta_1}{2\sin^2\theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$N_{Ed} = N_{1,Ed} \cdot \cos\theta_1 + N_{2,Ed} \cdot \cos\theta_1$$

$N_{1,Rd}$= 187.06 kN > N_{Ed}= 70.06 kN

2. Proboj pojasa:

$$N_{2,Rd} = \frac{k_g \cdot k_p \cdot f_y \cdot t_0^2}{\sin\theta_1} \cdot \left(1.8 + 10.2 \cdot \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3b_0}\right) \Big/ \gamma_{M5}$$

k_g=1.0
k_p=1.0

$N_{2,Rd}$= 125.58 kN

$$N_{1,Ed} \cdot \sin\theta_1 + N_{3,Ed} \cdot \sin\theta_3 \leq N_{2,rd} \cdot \sin\theta_1$$

50.04 kN < 93.57 kN

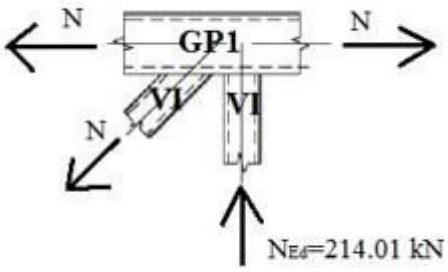
$$N_{2,Ed} \cdot \sin\theta_2 \leq N_{2,rd} \cdot \sin\theta_1$$

37.87 kN < 93.57 kN

6.3 Proračun N priključka-detalj „C“

b_0=	180	mm
h_0=	180	mm
b_1=	120	mm
h_1=	120	mm
b_2=	120	mm
h_2=	120	mm
t_0=	5	mm
t_1=	8	mm
t_2=	8	mm

f_y= 35.5 kN/cm2



Kriteriji za primjenu normi-tablica 7.8 :

$b_1/b_0=$	0.67	$\geq 0,25$
$b_2/b_0=$	0.67	$\geq 0,25$

Element 1,2-KLASA 1

$b_2/t_2=$	15	≤ 35
$h_2/t_2=$	15	≤ 35

$h_0/b_0=$	1	$0,5 \leq$	1	≤ 2	i KLASA 2
$h_1/b_1=$	1	$0,5 \leq$	1	≤ 2	i KLASA 2
$h_2/b_2=$	1	$0,5 \leq$	1	≤ 2	i KLASA 2

pojasni element-KLASA 2

$\lambda_{ov}=$ 1

$b_1/b_2=$	1.00	$\geq 0,75$

Određivanje računske nosivosti priključka :

$$N_{2,Rd}= f_y t_2 (b_2+b_{e,ov}+2h_2-4t_2)/ \gamma_{M5}$$

$$b_{e,ov}=\frac{10}{b_1/t_1}\cdot\frac{f_{y1}\cdot t_1}{f_{y2}\cdot t_2}\cdot b_2$$

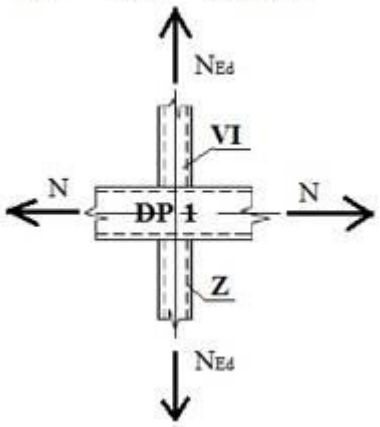
$b_{e,ov}=$ 1.25 mm < $b_2=$ 120 mm

$N_{2,Rd}=$ 932.53 kN > $N_{2,Ed}=$ 214.01 kN

6.4 Proračun X priključka-detalj „D“

$b_0=$	180	mm
$h_0=$	180	mm
$b_1=$	150	mm
$h_1=$	150	mm
$b_2=$	120	mm
$h_2=$	120	mm
$t_0=$	8	mm
$t_1=$	5	mm
$t_2=$	8	mm

$f_y=$ 35.5 kN/cm2



Kriteriji za primjenu normi-tablica 7.8 :

$b_1/b_0 = 0.83 \geq 0,25$

$b_2/b_0 = 0.67 \geq 0,25$

Element 1,2-KLASA 1

$b_2/t_2 = 15 \leq 35$

$h_2/t_2 = 15 \leq 35$

$h_0/b_0 = 1$ $0,5 \leq 1 \leq 2$ i KLASA 2

$h_1/b_1 = 1$ $0,5 \leq 1 \leq 2$ i KLASA 2

$h_2/b_2 = 1$ $0,5 \leq 1 \leq 2$ i KLASA 2

pojasni element-KLASA 2

Dodatni kriterij za primjenu tablice 7.10:

Tablica 7.9

$b_1/b_0 = 0.83 \leq 0,85$

$b_2/b_0 = 0.67 \leq 0,85$

$b_0/t_0 = 22.5 \geq 10$

Određivanje računske nosivosti priključka :

(lom plastifkacijom površine pojasa)

$$N_{1,Rd} = \frac{k_n \cdot f_y \cdot t_0^2}{(1-\beta)\sin\theta_1}\left(\frac{2\beta}{\sin\theta_1} + 4(1-\beta)^{0.5}\right)/\gamma_{M5}$$

$k_n = 1$

$\beta = b_1/b_0 = 0.83$

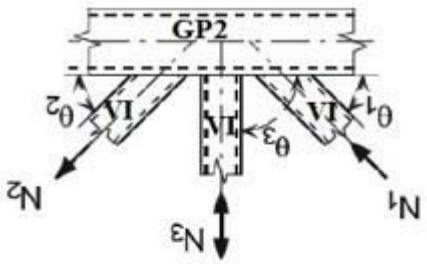
$\sin\theta_1 = \sin 90 = 1$

$N_{1,Rd} = 449.81$ kN $> N_{Ed} = 387.34$ kN

6.5 Proračun KT priključka-detalj „E“

b_0=	180	mm	f_y=	35.5	kN/cm2
h_0=	180	mm			
b_1=	140	mm			
h_1=	140	mm	$N_{1,Ed}$ =	44.56	kN
b_2=	60	mm	$N_{2,Ed}$ =	13.24	kN
h_2=	60	mm	$N_{3,Ed}$ =	26.31	kN
t_0=	5	mm	θ_1 =	40	°
t_1=	5	mm	θ_2 =	40	°
t_2=	6	mm	θ_3 =	90	°

Kriteriji za primjenu normi-tablica 7.8 :



b_1/b_0=	0.78	≥ 0,25	
b_2/b_0=	0.33	≥ 0,25	

Element 1,2-KLASA 1

b_2/t_2=	10	≤ 35
h_2/t_2=	10	≤ 35

h_0/b_0= 1		0,5 ≤	1	≤ 2	i KLASA 2
h_1/b_1= 1		0,5 ≤	1	≤ 2	i KLASA 2
h_2/b_2= 1		0,5 ≤	1	≤ 2	i KLASA 2

pojasni element-KLASA 2

Određivanje računske nosivosti priključka :

1. Posmični lom pojasa:

uvjet: $b_1 \leq b_0 - 2t_0$

140 ≤ 170 (mm)

$$N_{1,Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3}} \cdot t_0 \cdot \pi \cdot b_1 \cdot \frac{1+\sin\theta_1}{2\sin^2\theta_1} / \gamma_{M5}$$

$$N_{Ed} = N_{1,Ed} \cdot \cos\theta_1 + N_{2,Ed} \cdot \cos\theta_1$$

$N_{1,Rd}$= 218.24 kN > N_{Ed}= 38.55 kN

2. Proboj pojasa:

$$N_{2,Rd} = \frac{k_g \cdot k_p \cdot f_y \cdot t_0^2}{\sin\theta_1} \cdot \left(1.8 + 10.2 \cdot \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3b_0}\right) \Big/ \gamma_{M5}$$

k_g=1.0
k_p=1.0

$N_{2,Rd}$= 79.94 kN

$$N_{1,Ed} \cdot \sin\theta_1 + N_{3,Ed} \cdot \sin\theta_3 \leq N_{2,rd} \cdot \sin\theta_1$$

56.72 kN < 59.56 kN

$$N_{2,Ed} \cdot \sin\theta_2 \leq N_{2,rd} \cdot \sin\theta_1$$

9.87 kN < 59.56 kN

6.6 Montažni nastavak gornjeg (GP1) i donjeg(DP2) pojasa segmenta nadstrešnice-detalj „F1“

1) Osnovni materijal:

Čelik S 355

$f_y = 355\ \text{N/mm}^2$

$E = 210\ \text{GPa}$

2) Kontrola vara

- dužina vara pojasnice:

$l_p = 4 \cdot b = 4 \cdot 180 = 720\ mm$

- max debljina vara s obzirom na debljinu stijenke nosača

$a_{max} = 0.7 \cdot t_{min}$

$t_{min} = 5\ mm$

$\Rightarrow a_{max} = 0.7 \cdot t_{min} = 0.7 \cdot 5 = 3.5 mm$

$a_{odabrano} = 3\,mm$

Za pretpostavljeni var a=3 mm:

- uzdužna sila: $F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{1.25} \cdot \frac{L}{100} = \frac{96.1}{1.25} \cdot \frac{720}{100} = 553.54\,kN$

uvjet nosivosti:

$N = F_{w,Ed} \le F_{w,Rd}$

$180.55\,kN \le 553.54\,kN$

Var a=3 mm zadovoljava

3) Proračun vijaka

Pretpostavljeni vijci: M 16, k.v.5.6, n_{vijaka}=8

- udaljenost c_{min} vijaka od ruba pojasnice:

$c_{\min} = 2 \cdot d + a \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot 16 + 3 \cdot \sqrt{2} = 36.24\,mm$

Usvojeno: c=40 mm

- otpornost vijaka na vlak:

$F_{t,Rd} = \frac{F_{t,Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{70.70}{1.25} = 56.56\,kN$

-uvjet nosivosti:

$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} / 8$

$56.56\,kN > 180.55 / 8 = 22.57\,kN$

$\rightarrow$ Vijci zadovoljavaju

4) Proračun ploče

$$b_{pl,\min} = 2 \cdot e_2 + p_2 = 2 \cdot 55 + 30 = 140\,(mm)$$

$$b_{pl,\min} = b + 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} + 20\,mm = 180 + 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} + 20 = 208.50\,mm$$

Odabrane dimenzije ploče: 340x340 mm

-Proračun debljine ploče:

- savijanje ploče od vlačnih vijaka:

$$M_{Ed} = F_{t,Ed} \cdot c = 22.57 \cdot 3 \cdot 0.040 = 2.71\,kNm$$

$$M_{Ed} \le \frac{W_{\min} \cdot f_y}{1{,}1} \Rightarrow W_{\min} = \frac{1.1 \cdot M_{Ed}}{f_y} = \frac{b_{pl} \cdot t_{pl,\min}{}^2}{6}$$

$$t_{pl,\min} = \sqrt{\frac{1.1 \cdot M_{Ed} \cdot 6}{b_{pl} \cdot f_y}} = \sqrt{\frac{1.1 \cdot 2.71 \cdot 100 \cdot 6}{34 \cdot 35.5}} = 1.22\,cm$$

Usvojene dimenzije ploče: 340x340x20 mm

6.7 Montažni nastavak vertikalne ispune(VI-dijagonale) segmenta nadstrešnice-detalj „F2“

1) Osnovni materijal:

Čelik S 355

$f_y = 355\ \text{N/mm}^2$

$E = 210\,\text{GPa}$

2) Kontrola vara

- dužina vara pojasnice:

$l_p = 4 \cdot b = 4 \cdot 120 = 480\,mm$

- max debljina vara s obzirom na debljinu stijenke nosača

$\text{a}_{\max} = 0.7 \cdot \text{t}_{\min}$

$t_{\min} = 8\,mm$

$\Rightarrow a_{\max} = 0.7 \cdot t_{\min} = 0.7 \cdot 8 = 5.6mm$

$a_{odabrano} = 3\,mm$

Za pretpostavljeni var a=3 mm:

- uzdužna sila: $F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{1.25} \cdot \frac{L}{100} = \frac{96.1}{1.25} \cdot \frac{480}{100} = 369.02\,kN$

uvjet nosivosti:

$N = F_{w,Ed} \le F_{w,Rd}$

$239.14\,kN \le 369.02\,kN$

Var a=3 mm zadovoljava

3) Proračun vijaka

Pretpostavljeni vijci: M 16, k.v.5.6, n_{vijaka}=8

- udaljenost c_{min} vijaka od ruba pojasnice:

$$c_{\min} = 2 \cdot d + a \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot 16 + 3 \cdot \sqrt{2} = 36.24\, mm$$

Usvojeno: c=40 mm

- otpornost vijaka na vlak:

$$F_{t,Rd} = \frac{F_{t,Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{70.70}{1.25} = 56.56\, kN$$

-uvjet nosivosti:

$$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} / 8$$

$$56.56\, kN > 239.14 / 8 = 29.89\, kN$$

$\rightarrow$ Vijci zadovoljavaju

4) Proračun ploče

$$b_{pl,\min} = 2 \cdot e_2 + p_2 = 2 \cdot 55 + 30 = 140\,(mm)$$

$$b_{pl,\min} = b + 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} + 20\, mm = 120 + 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} + 20 = 148.50\, mm$$

Odabrane dimenzije ploče: 280x280 mm

-Proračun debljine ploče:

- savijanje ploče od vlačnih vijaka:

$$M_{Ed} = F_{t,Ed} \cdot c = 29.89 \cdot 3 \cdot 0.040 = 3.60\, kNm$$

$$M_{Ed} \le \frac{W_{\min} \cdot f_y}{1{,}1} \Rightarrow W_{\min} = \frac{1.1 \cdot M_{Ed}}{f_y} = \frac{b_{pl} \cdot t_{pl,\min}{}^2}{6}$$

$$t_{pl,\min} = \sqrt{\frac{1.1 \cdot M_{Ed} \cdot 6}{b_{pl} \cdot f_y}} = \sqrt{\frac{1.1 \cdot 3.60 \cdot 100 \cdot 6}{28 \cdot 35.5}} = 1.55\, cm$$

Usvojene dimenzije ploče: 280x280x20 mm

6.8 Montažni nastavak horizontalne ispune(HI-dijagonale) segmenta nadstrešnice-detalj „F3“

1) Osnovni materijal:

Čelik S 355

$f_y = 355\ \text{N/mm}^2$

$E = 210\,\text{GPa}$

2) Kontrola vara

- dužina vara pojasnice:

$l_p = 4 \cdot b = 4 \cdot 60 = 240\,mm$

- max debljina vara s obzirom na debljinu stijenke nosača

$\text{a}_{\max} = 0.7 \cdot \text{t}_{\min}$

$t_{\min} = 6\,mm$

$\Rightarrow a_{\max} = 0.7 \cdot t_{\min} = 0.7 \cdot 6 = 4.2mm$

$a_{odabrano} = 3\,mm$

Za pretpostavljeni var a=3 mm:

- uzdužna sila: $F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{1.25} \cdot \frac{L}{100} = \frac{96.1}{1.25} \cdot \frac{240}{100} = 184.51\,kN$

uvjet nosivosti:

$N = F_{w,Ed} \le F_{w,Rd}$

$113.31\,kN \le 184.51\,kN$

Var a=3 mm zadovoljava

3) Proračun vijaka

Pretpostavljeni vijci: M 16, k.v.5.6, n_{vijaka}=4

- udaljenost c_{min} vijaka od ruba pojasnice:

$$c_{\min} = 2 \cdot d + a \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot 16 + 3 \cdot \sqrt{2} = 36.24\, mm$$

Usvojeno: c=40 mm

- otpornost vijaka na vlak:

$$F_{t,Rd} = \frac{F_{t,Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{70.70}{1.25} = 56.56\, kN$$

-uvjet nosivosti:

$$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} / 4$$

$$56.56\, kN > 113.31/4 = 28.32\, kN$$

$\rightarrow$ Vijci zadovoljavaju

4) Proračun ploče

$$b_{pl,\min} = 2 \cdot e_2 + p_2 = 2 \cdot 55 + 30 = 140\,(mm)$$

$$b_{pl,\min} = b + 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} + 20\, mm = 60 + 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} + 20 = 88.50\, mm$$

Odabrane dimenzije ploče: 220x220 mm

-Proračun debljine ploče:

- savijanje ploče od vlačnih vijaka:

$$M_{Ed} = F_{t,Ed} \cdot c = 28.32 \cdot 3 \cdot 0.040 = 3.40\, kNm$$

$$M_{Ed} \le \frac{W_{\min} \cdot f_y}{1{,}1} \Rightarrow W_{\min} = \frac{1.1 \cdot M_{Ed}}{f_y} = \frac{b_{pl} \cdot t_{pl,\min}^{\ 2}}{6}$$

$$t_{pl,\min} = \sqrt{\frac{1.1 \cdot M_{Ed} \cdot 6}{b_{pl} \cdot f_y}} = \sqrt{\frac{1.1 \cdot 3.40 \cdot 100 \cdot 6}{22 \cdot 35.5}} = 1.70\, cm$$

Usvojene dimenzije ploče: 220x220x20 mm

6.9 Priključak segmenta nadstrešnice na AB zid preko stupa Z-detalj „G“

1) Osnovni materijal:

Čelik S 355

$f_y = 355\ \text{N/mm}^2$

$E = 210\,\text{GPa}$

2) Kontrola vara

- dužina vara pojasnice:

$l_p = 4 \cdot b = 4 \cdot 150 = 600\,mm$

- max debljina vara s obzirom na debljinu stijenke nosača

$\text{a}_{\max} = 0.7 \cdot \text{t}_{\min}$

$t_{\min} = 5\,mm$

$\Rightarrow a_{\max} = 0.7 \cdot t_{\min} = 0.7 \cdot 5 = 3.5mm$

$a_{odabrano} = 3\,mm$

Za pretpostavljeni var a=3 mm:

- uzdužna sila: $F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{1.25} \cdot \frac{L}{100} = \frac{96.1}{1.25} \cdot \frac{600}{100} = 461.28\,kN$

uvjet nosivosti:

$N = F_{w,Ed} \le F_{w,Rd}$

$387.34\,kN \le 461.28\,kN$

Var a=3 mm zadovoljava

3) Proračun vijaka

Pretpostavljeni vijci: M 16, k.v.5.6, n_{vijaka}=8

- udaljenost c_{min} vijaka od ruba pojasnice:

$$c_{\min} = 2 \cdot d + a \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot 16 + 3 \cdot \sqrt{2} = 36.24\, mm$$

Usvojeno: c=55 mm

- otpornost vijaka na vlak:

$$F_{t,Rd} = \frac{F_{t,Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{70.70}{1.25} = 56.56\, kN$$

-uvjet nosivosti:

$$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} / 8$$

$$56.56\, kN > 387.34 / 8 = 48.42\, kN$$

$\rightarrow$ Vijci zadovoljavaju

4) Proračun ploče

$$b_{pl,\min} = 2 \cdot e_2 + p_2 = 2 \cdot 55 + 30 = 140\,(mm)$$

$$b_{pl,\min} = b + 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} + 20\, mm = 150 + 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} + 20 = 178.50\, mm$$

Odabrane dimenzije ploče: 370x370 mm

-Proračun debljine ploče:

- savijanje ploče od vlačnih vijaka:

$$M_{Ed} = F_{t,Ed} \cdot c = 48.42 \cdot 3 \cdot 0.055 = 8.0\, kNm$$

$$M_{Ed} \le \frac{W_{\min} \cdot f_y}{1{,}1} \Rightarrow W_{\min} = \frac{1.1 \cdot M_{Ed}}{f_y} = \frac{b_{pl} \cdot t_{pl,\min}^{\ 2}}{6}$$

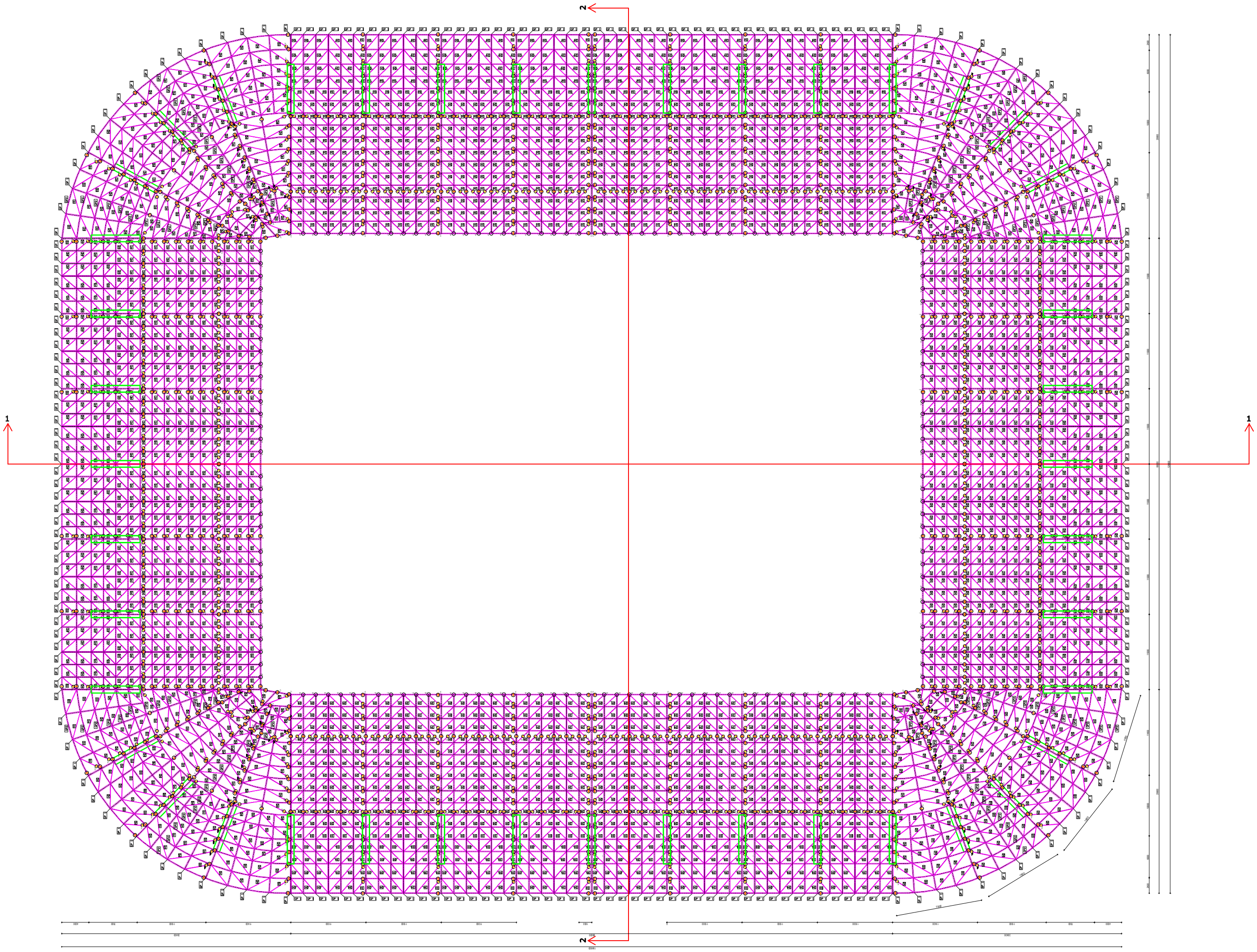
$$t_{pl,\min} = \sqrt{\frac{1.1 \cdot M_{Ed} \cdot 6}{b_{pl} \cdot f_y}} = \sqrt{\frac{1.1 \cdot 8.0 \cdot 100 \cdot 6}{37 \cdot 35.5}} = 4.01\, cm$$

Usvojene dimenzije ploče: 370x370x45 mm

7.KORIŠTENA LITERATURA

1.) Metalne konstrukcije 1 (B.Androić;D.Dujmović;I.Džeba)

8.RADIONIČKI NACRTI



ELEMENT	POZICIJA	CIJEVNI PROFIL (kvadratni šuplje, dugačke ivice)
DONJI POJAS NADSTREŠNICE	DP 1	180X180X8
DONJI POJAS NADSTREŠNICE	DP 2	140X140X5
GORNJI POJAS NADSTREŠNICE	GP 1	180X180X5
GORNJI POJAS NADSTREŠNICE	GP 2	140X140X5
HORIZONTALNA ISPUNA (dijagonale)	H	60X60X6
VERTIKALNA ISPUNA	V1	150X150X5
STUPOVI/b=80mm	Z	150X150X5

ČELIK: S 355

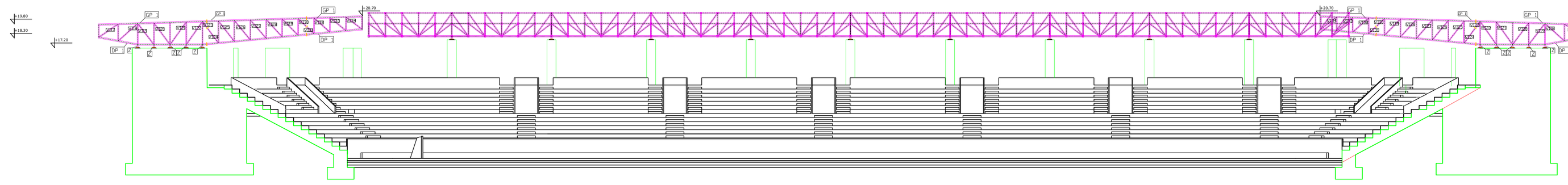
Sveučilište u Splitu
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE U SPLITU

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

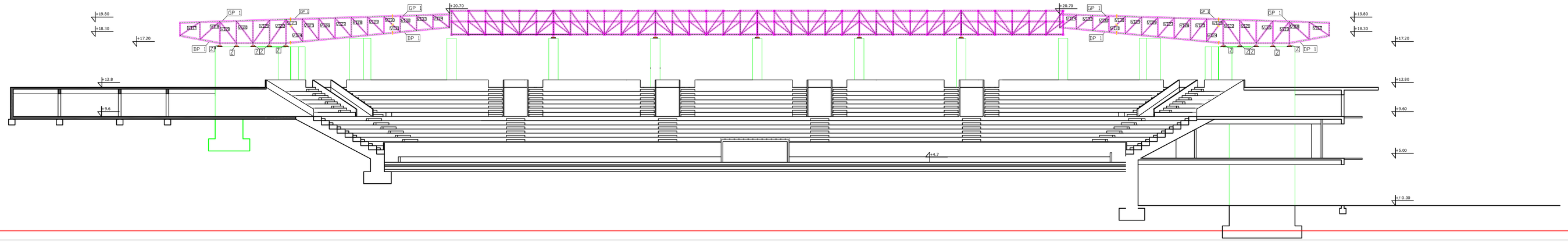
DIPLOMSKI RAD

student:	JOSIP ĆONDIĆ BIJAKER	ejerbio: M 52
sadržaj:	TLOCRT NADSTREŠNICE-PLAN POZICIJA	List:1

GS_DU
PRESJEK
1-1



GS_DU
PRESJEK
2-2



ELEMENT	POZICIJA	ČELIČNI PROFILI (kvadratna šuplja čelična cijev)
DONJI POJAS SANDUČASTE REŠETKE	DP 1	150X150X5
DONJI POJAS SANDUČASTE REŠETKE	DP 2	180X180X5
DONJI POJAS SANDUČASTE REŠETKE	DP 3	180X180X5
GORNJI POJAS SANDUČASTE REŠETKE	GP 1	140X140X5
GORNJI POJAS SANDUČASTE REŠETKE	GP 2	140X140X5
HORIZONTALNA ŠPIJUNA	HŠ	60X60X6
VERTIKALNA ŠPIJUNA	VŠ	120X120X8
STUDVA h=400mm	Z	150X150X5

ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

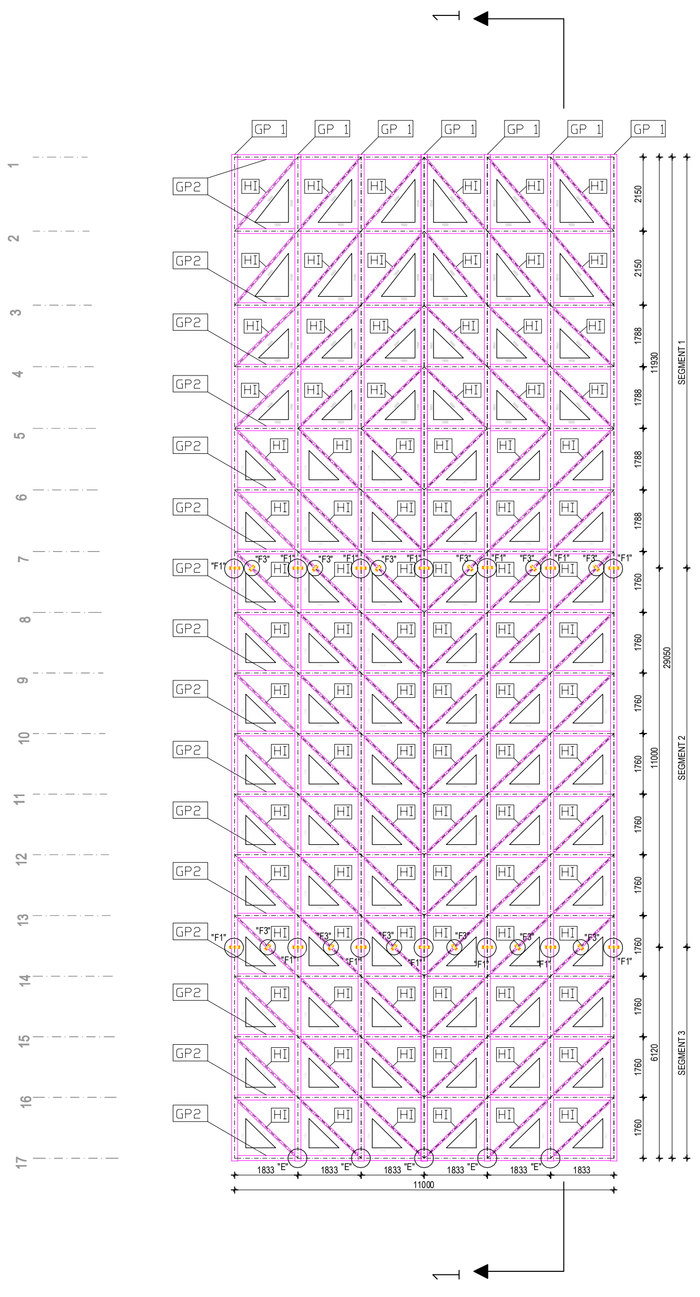
UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

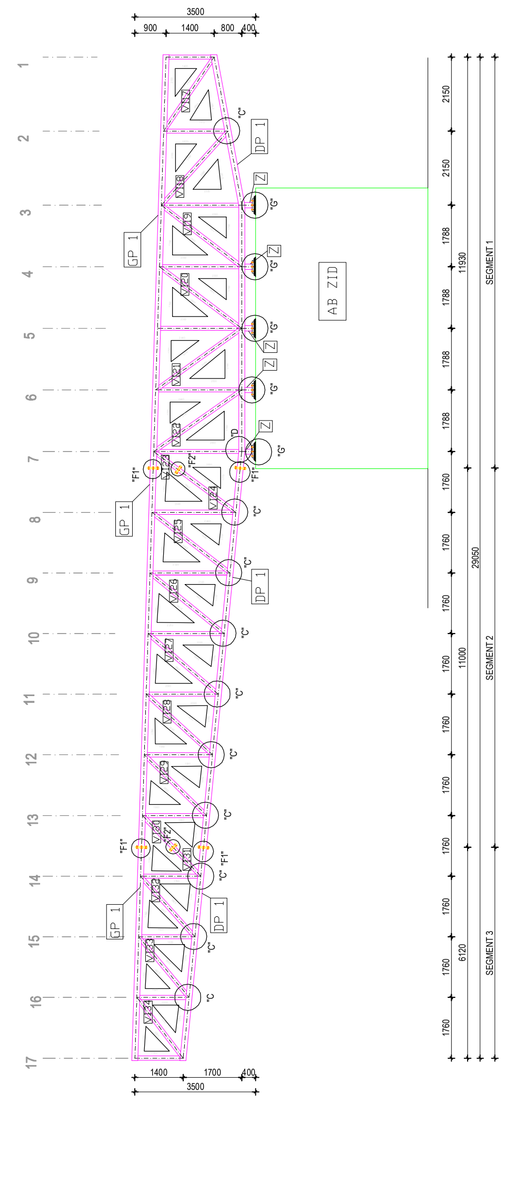
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

DIPLOMSKI RAD

student:	JOSIP ĆONDIĆ BUAĐER	mjerilo: M 1:200
sadržaj:	PRESJEK 1-1/PRESJEK 2-2	list:2

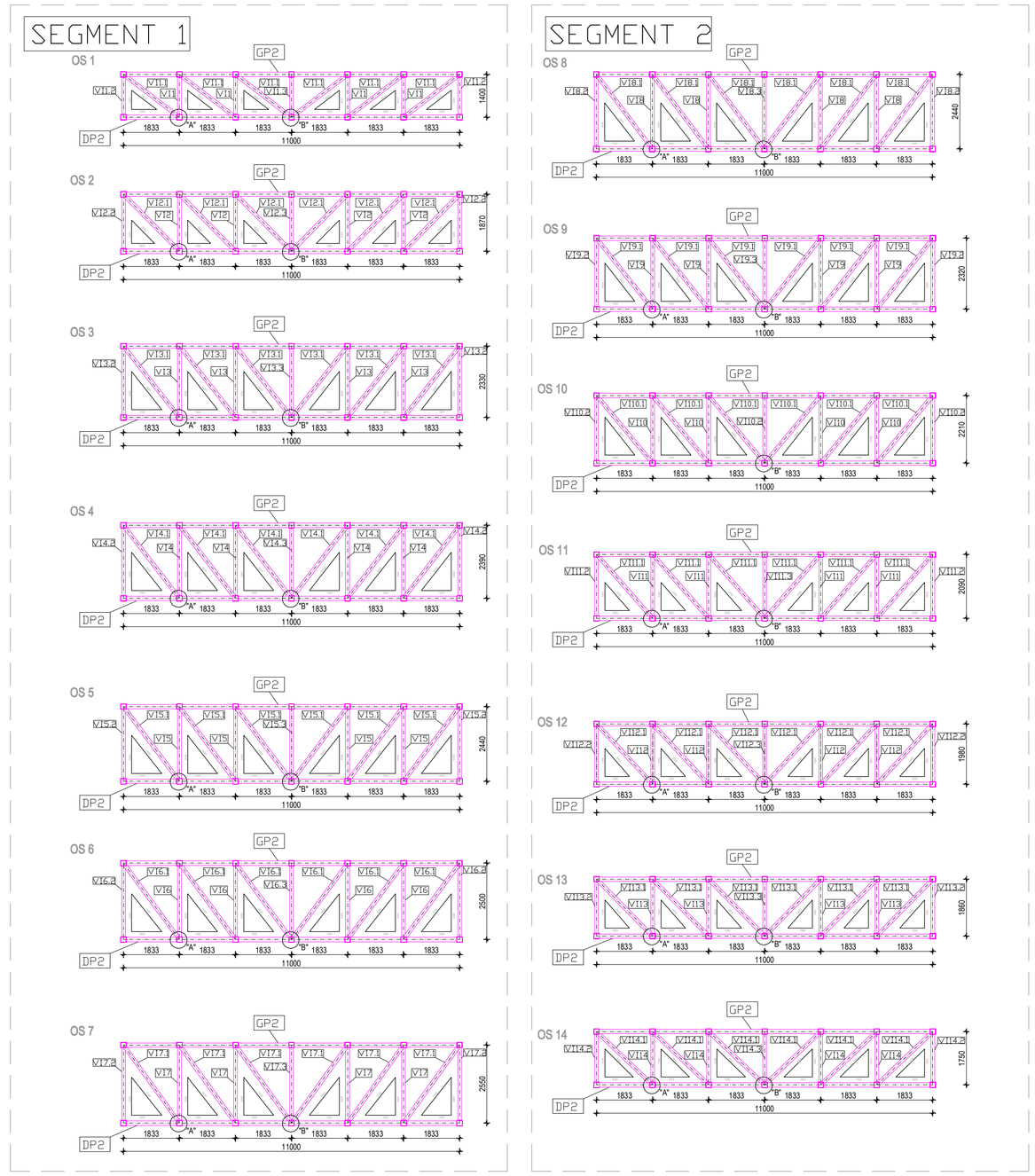
TLOCRT MONTAŽNIH SEGMENATA





PRESJEK 1-1

PRESJECI KROZ OSI MONTAŽNIH SEGMENATA



ČELIK: S 355

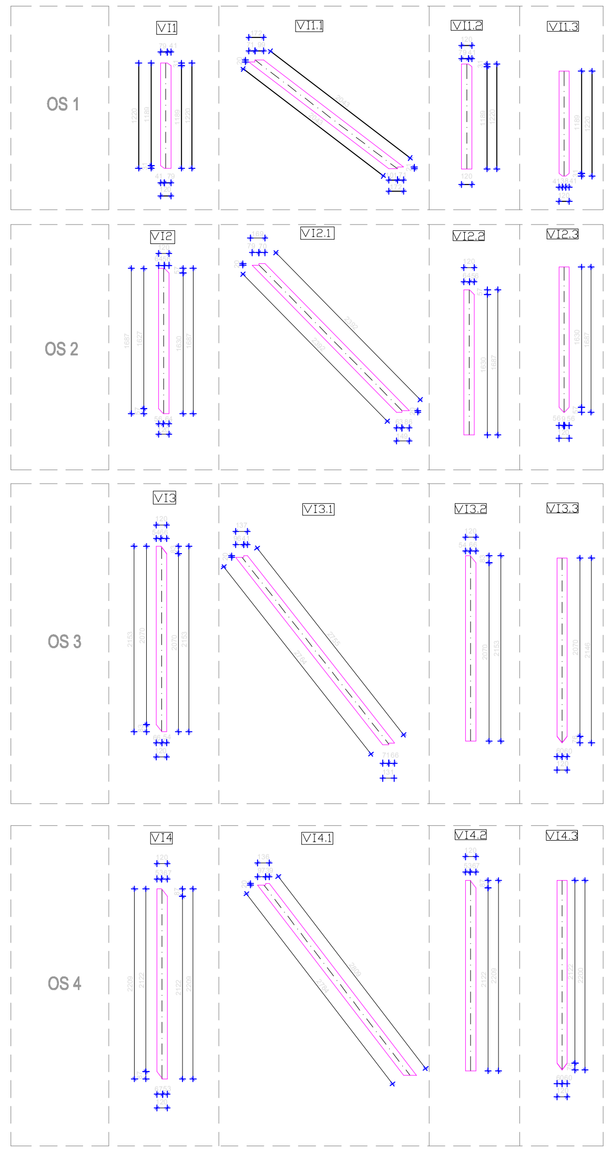
SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
UNIVERSITY OF SPLIT FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

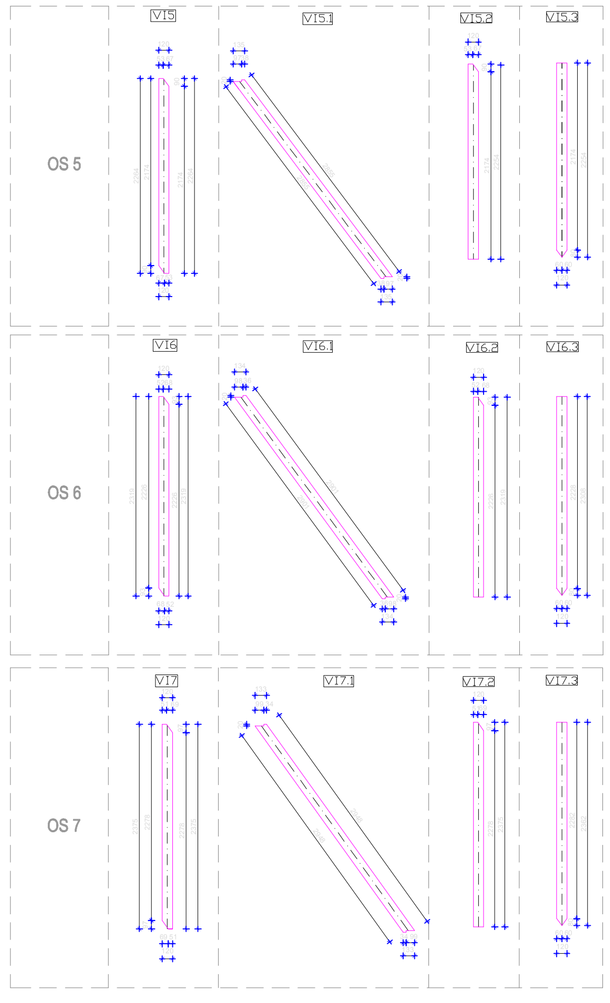
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

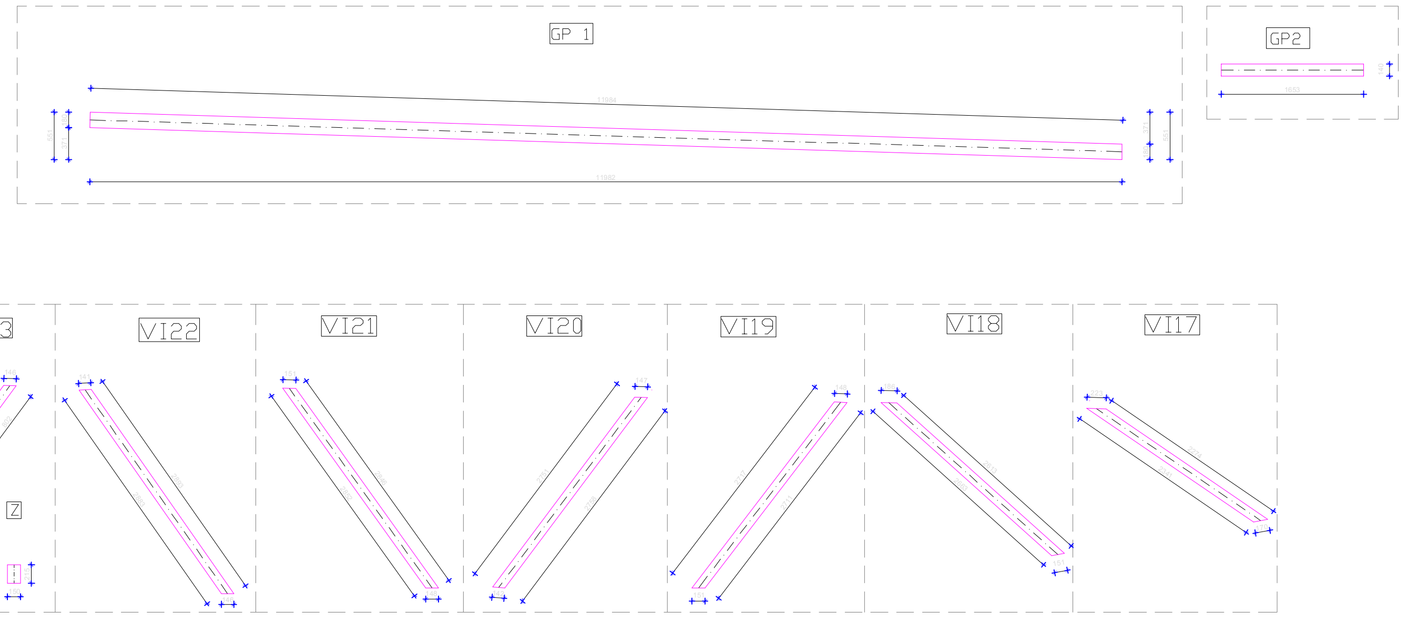
DIPLOMSKI RAD

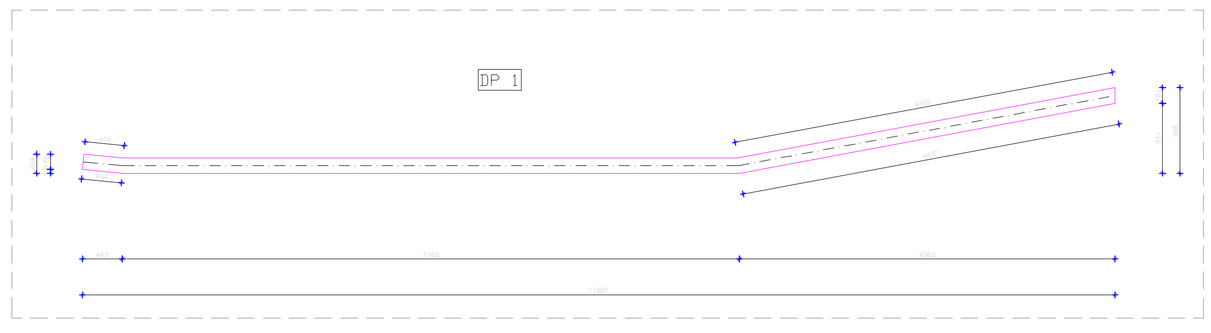
student:	JOSIP ĐONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:100
sadržaj:	MONTAŽNI SEGMENT-PLAN POZICIJA	list:3

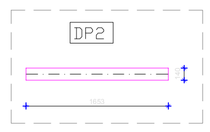
ISKAZ MATERIJALA SEGMENTA 1











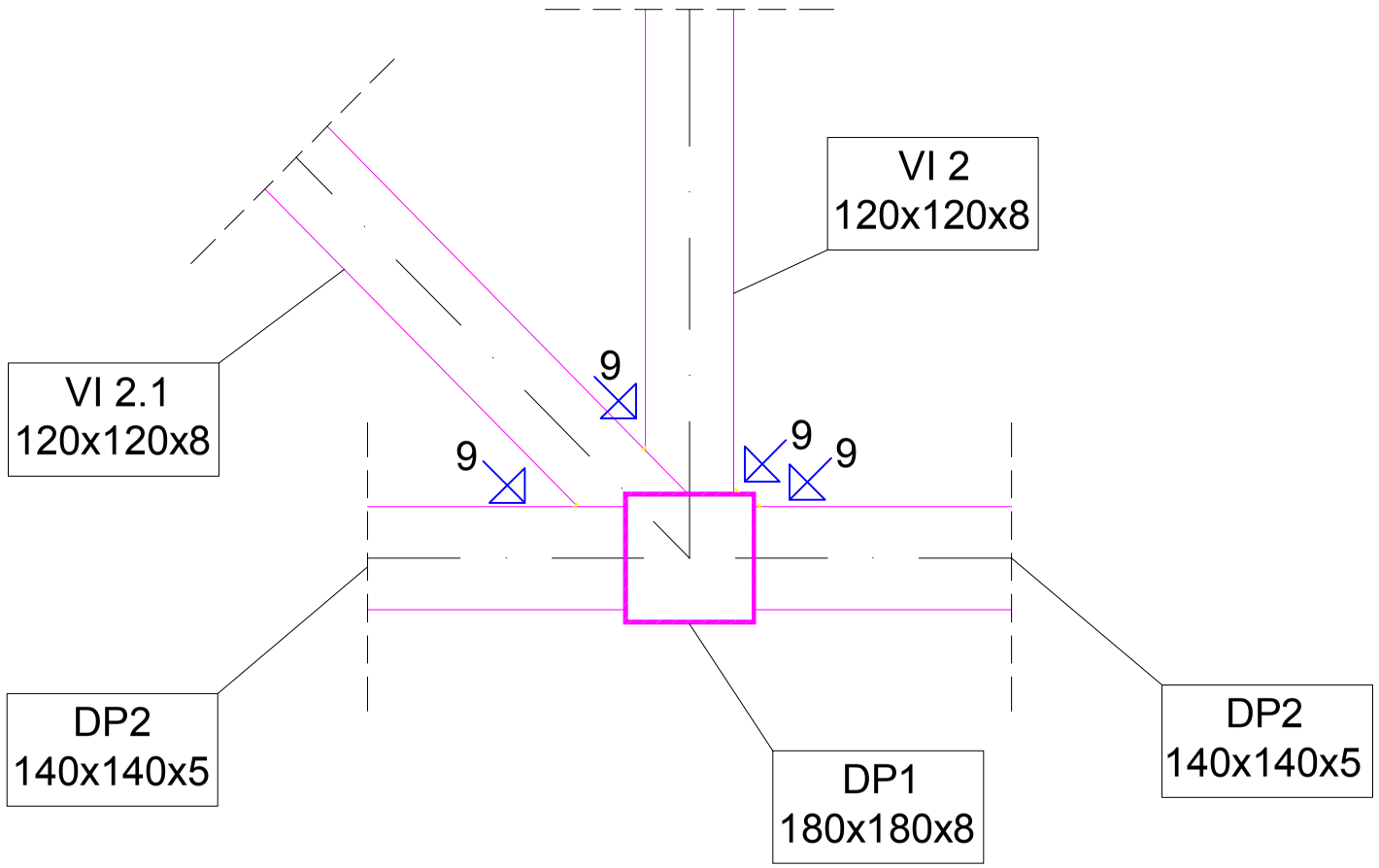
ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
	DIPLOMSKI RAD	
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:50
sadržaj:	ISKAZ MATERIJALA MONTAŽNOG SEGMENTA 1	list:4

DETALJ "A" -pogled



DETALJ "A"
M 1:10

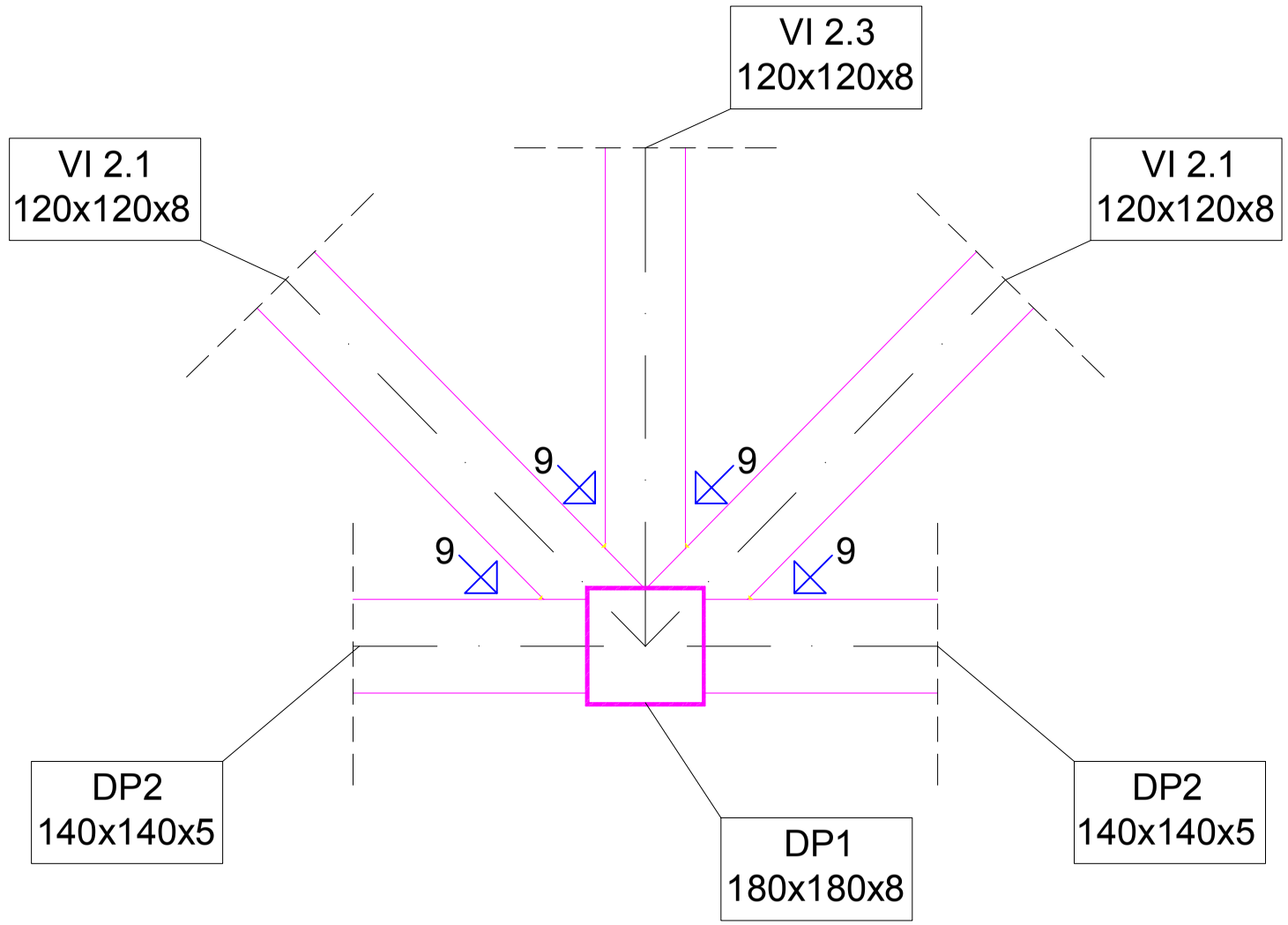
ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
	DIPLOMSKI RAD	
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:1
sadržaj:	DETALJ A	list:5

DETALJ "B" -pogled



DETALJ "B"
M 1:10

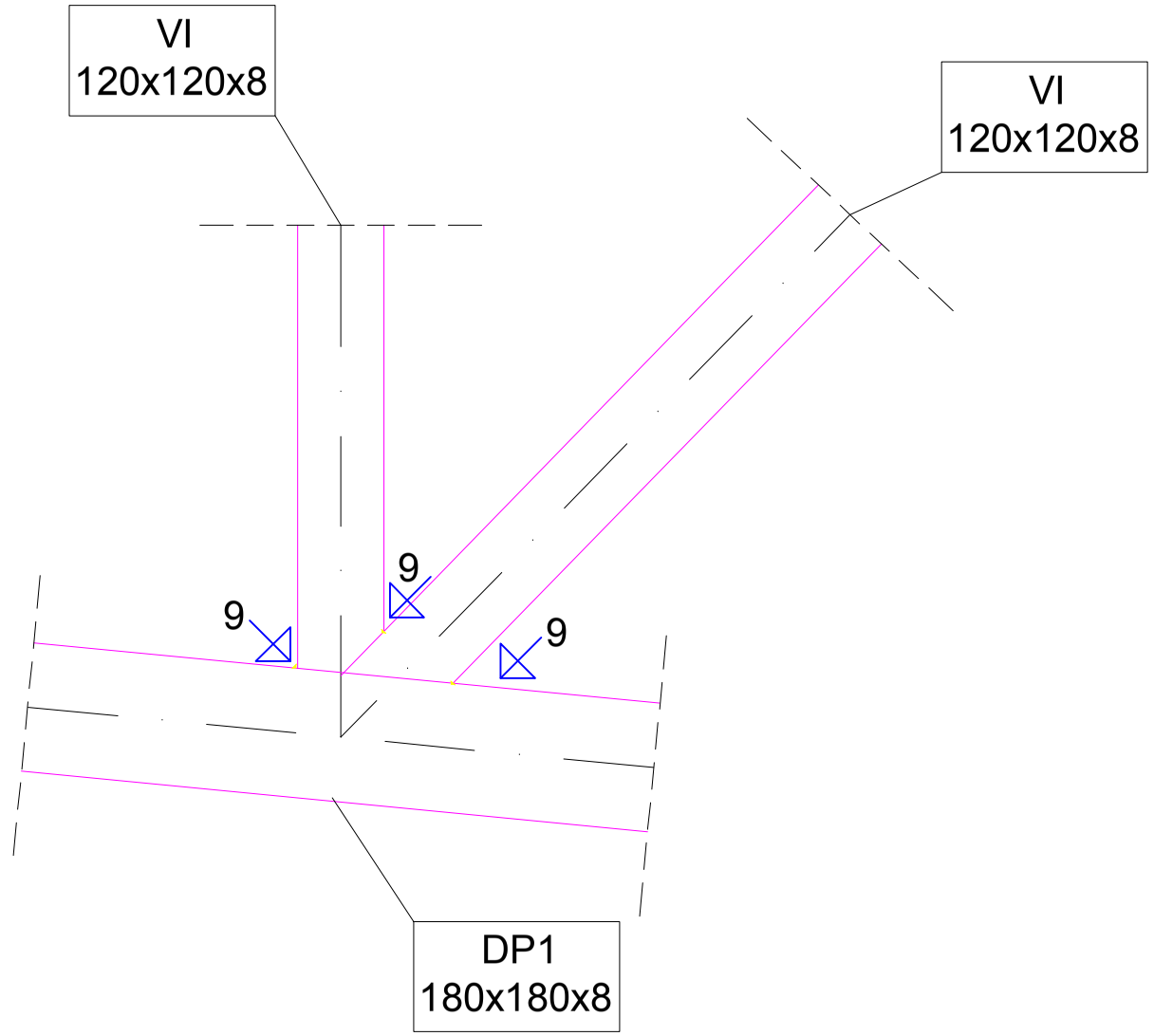
ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
	DIPLOMSKI RAD	
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:1
sadržaj:	DETALJ B	list:6

DETALJ "C" -pogled



DETALJ "C"
M 1:10

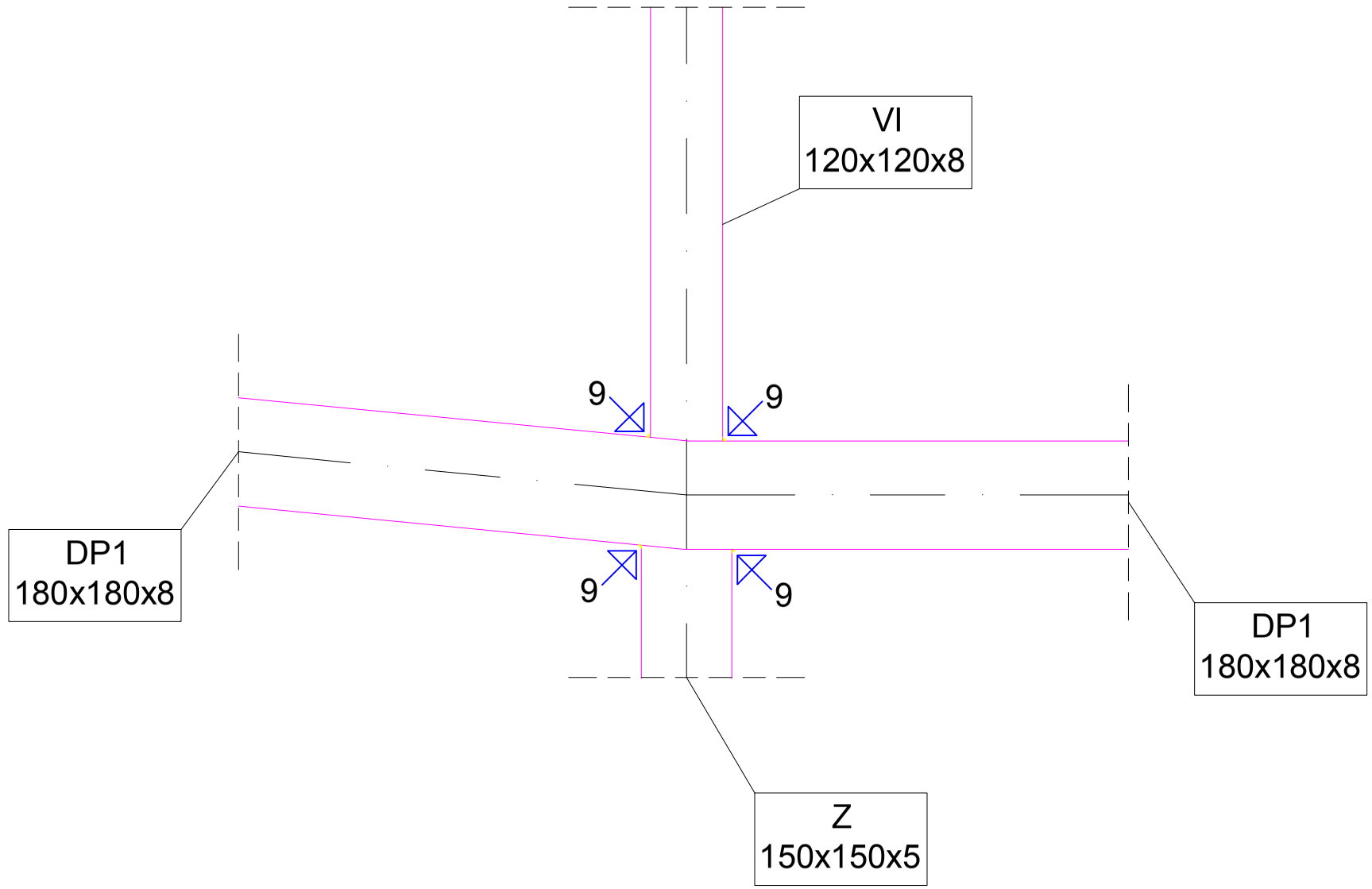
ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
	DIPLOMSKI RAD	
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:1
sadržaj:	DETALJ C	list:7

DETALJ "D" -pogled



DETALJ "D"

M 1:10

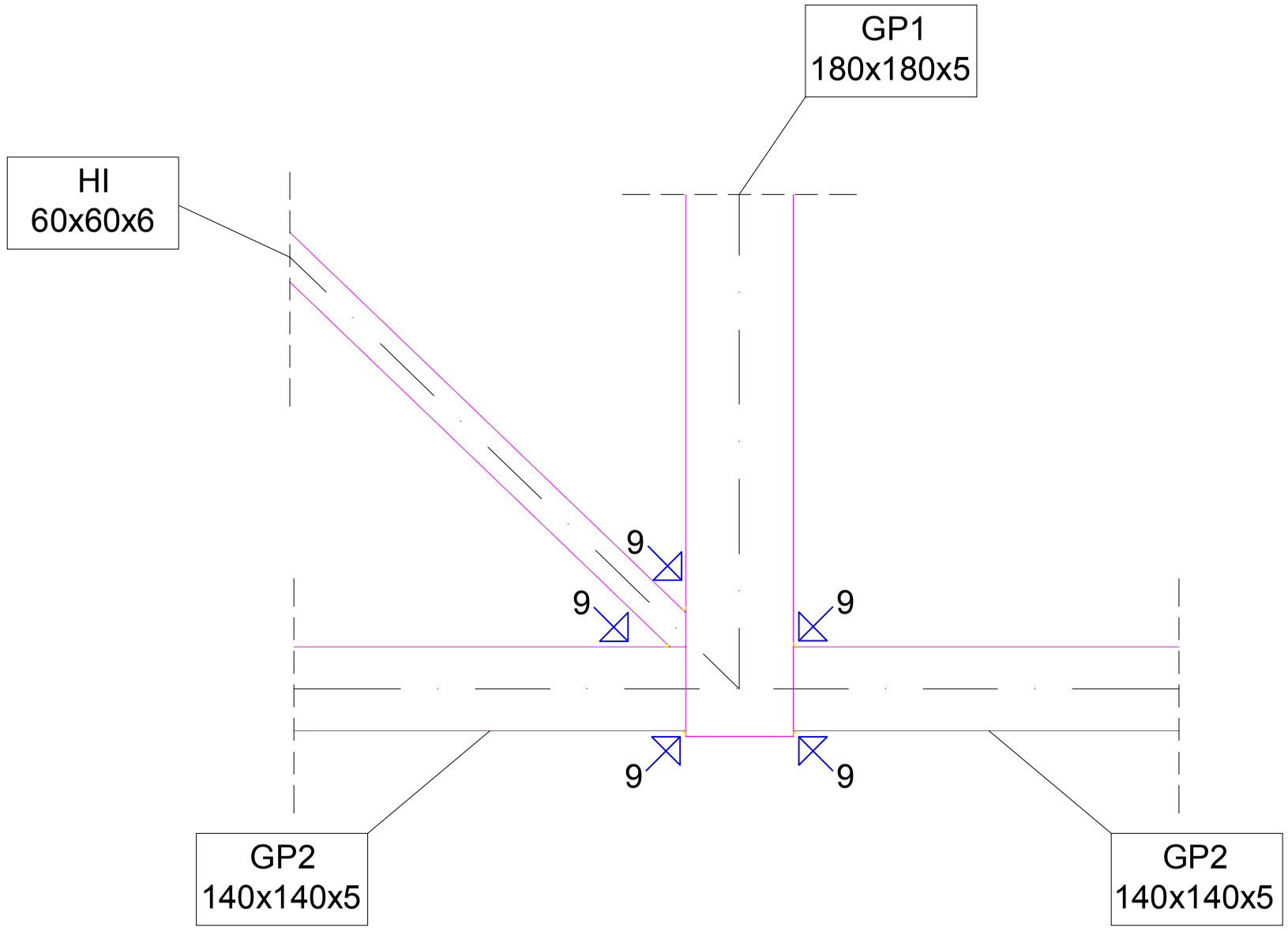
ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
	DIPLOMSKI RAD	
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:1
sadržaj:	DETALJ D	list:8

DETALJ "E" -pogled



DETALJ "E"

M 1:10

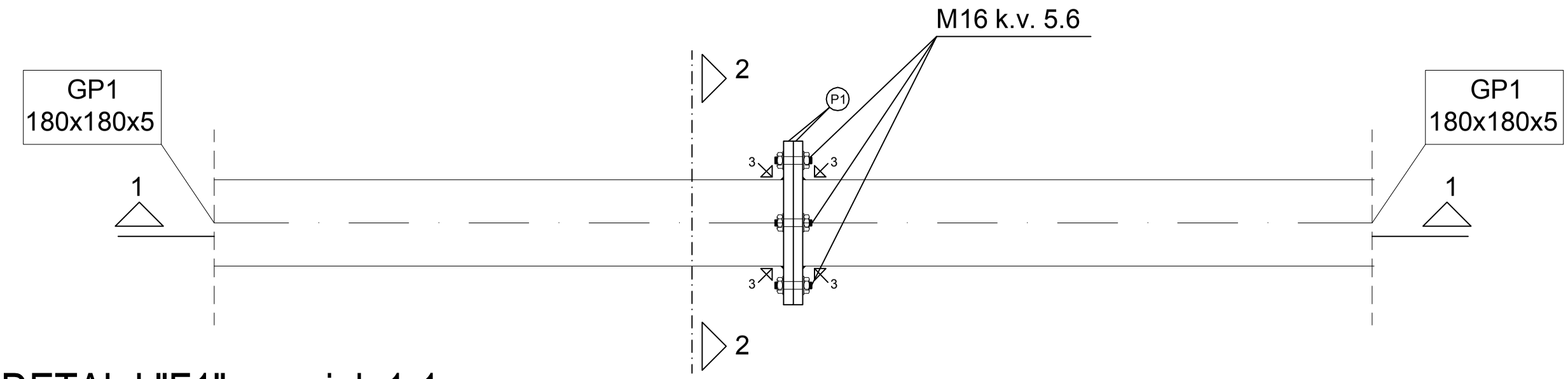
ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

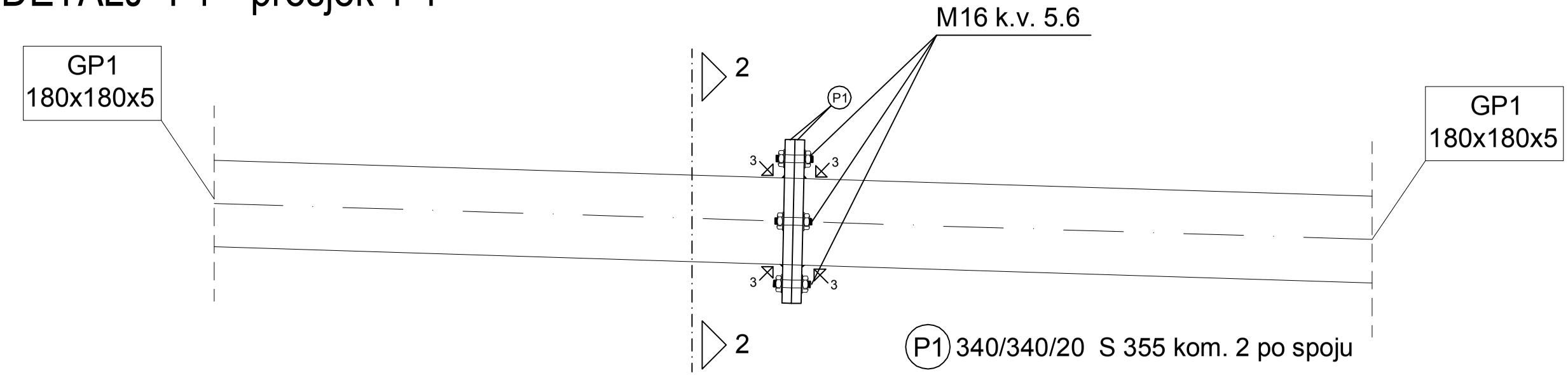
UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
	DIPLOMSKI RAD	
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:1
sadržaj:	DETALJ E	list:9

DETALJ "F1" -tlocrt

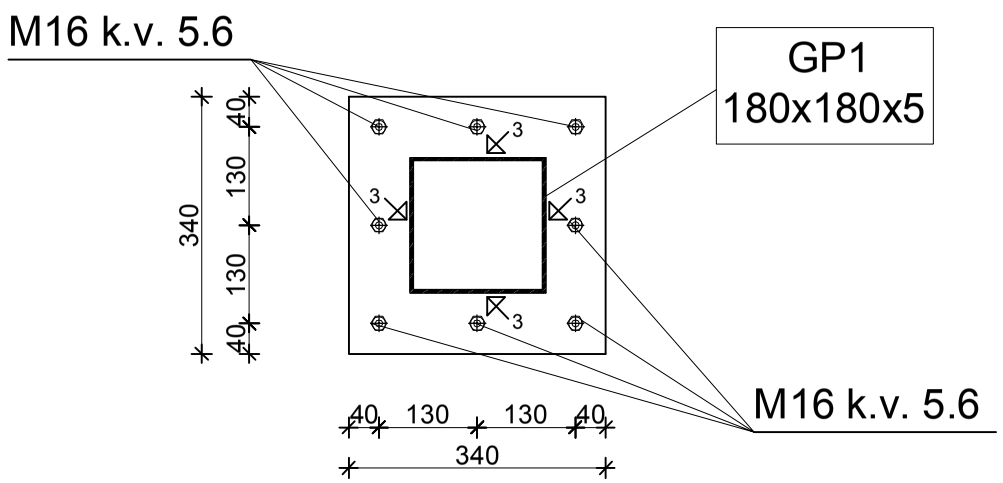


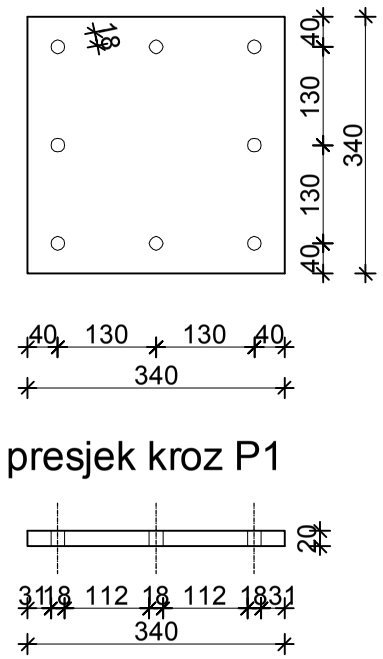
DETALJ "F1" -presjek 1-1



P1 340/340/20 S 355 kom. 2 po spoju

DETALJ "F1" -presjek 2-2





presjek kroz P1

DETALJ "F1"

M 1:10

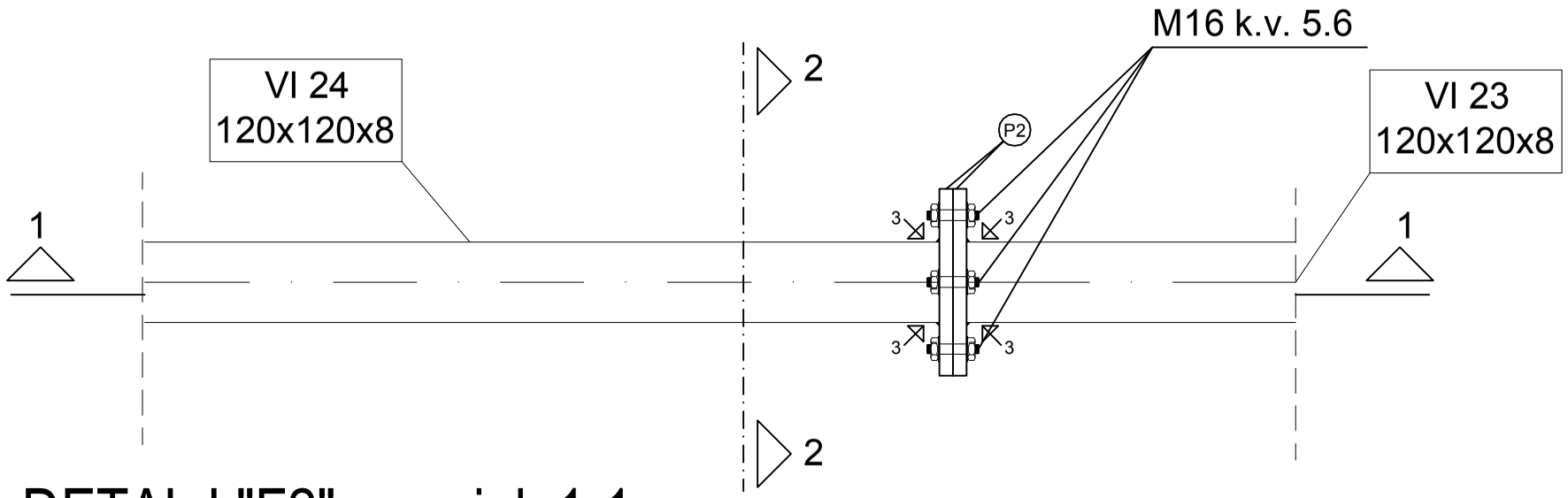
ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

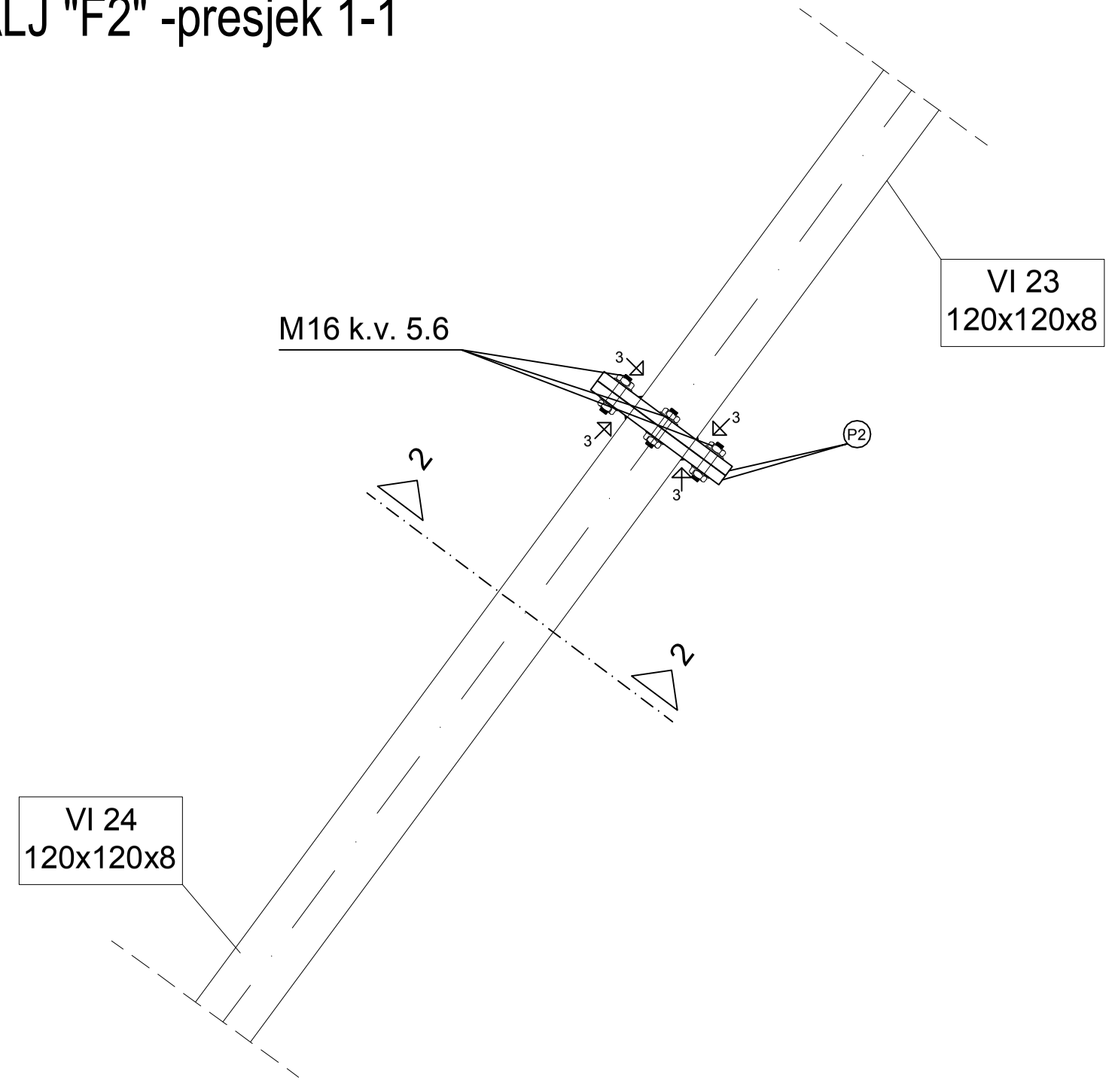
UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
	DIPLOMSKI RAD	
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:1
sadržaj:	DETALJ F1	list:10

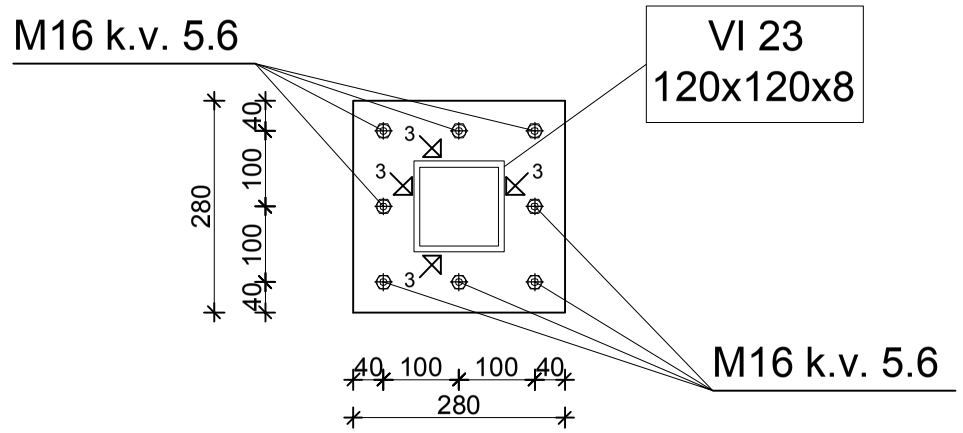
DETALJ "F2" -tlocrt



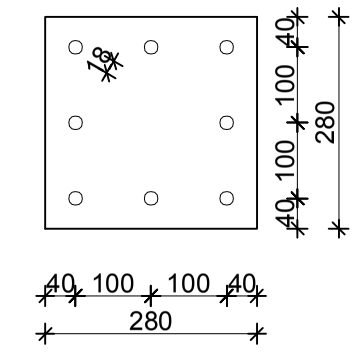
DETALJ "F2" -presjek 1-1



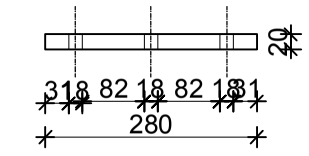
DETALJ "F2" -presjek 2-2



P2 280/280/20 S 355 kom. 2 po spoju



presjek kroz P2



DETALJ "F2"

M 1:10

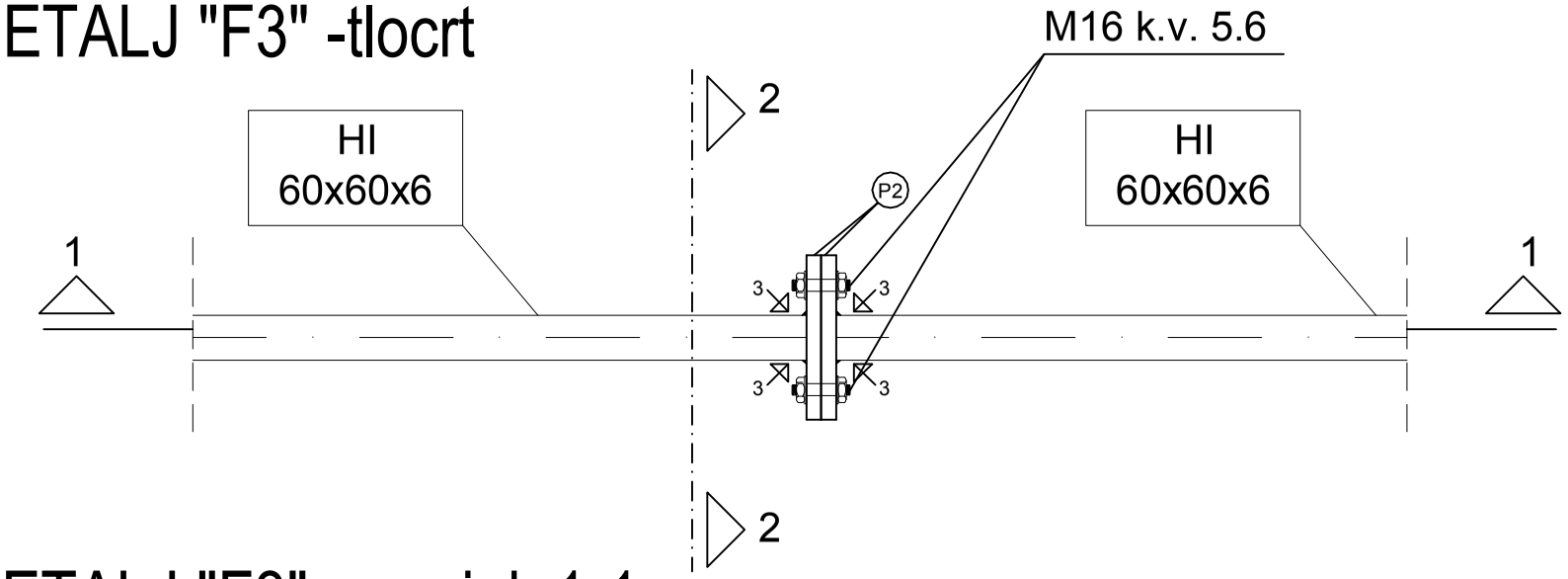
ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

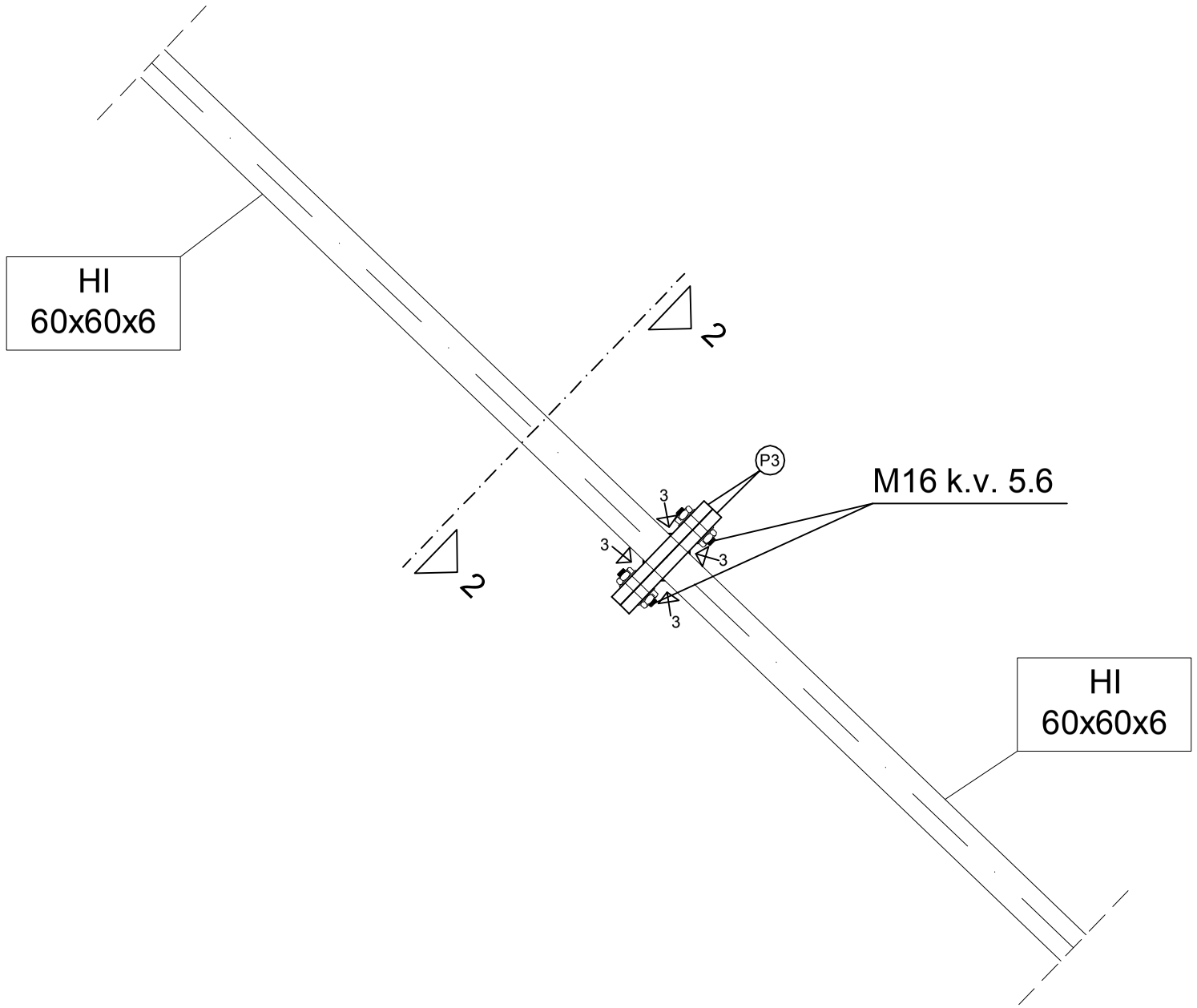
UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
DIPLOMSKI RAD		
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:1
sadržaj:	DETALJ F2	list:11

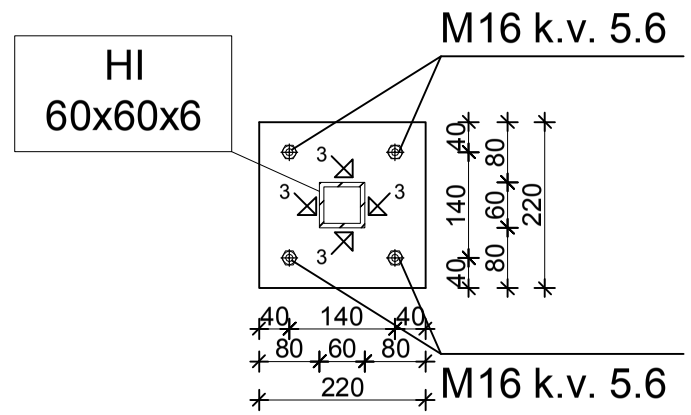
DETALJ "F3" -tlocrt



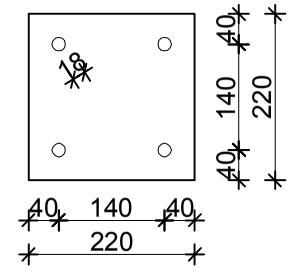
DETALJ "F3" -presjek 1-1



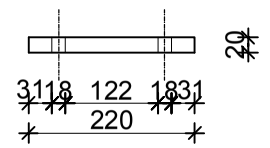
DETALJ "F2" -presjek 2-2



P3 220/220/20 S 355 kom. 2 po spoju



presjek kroz P3



DETALJ "F3"

M 1:10

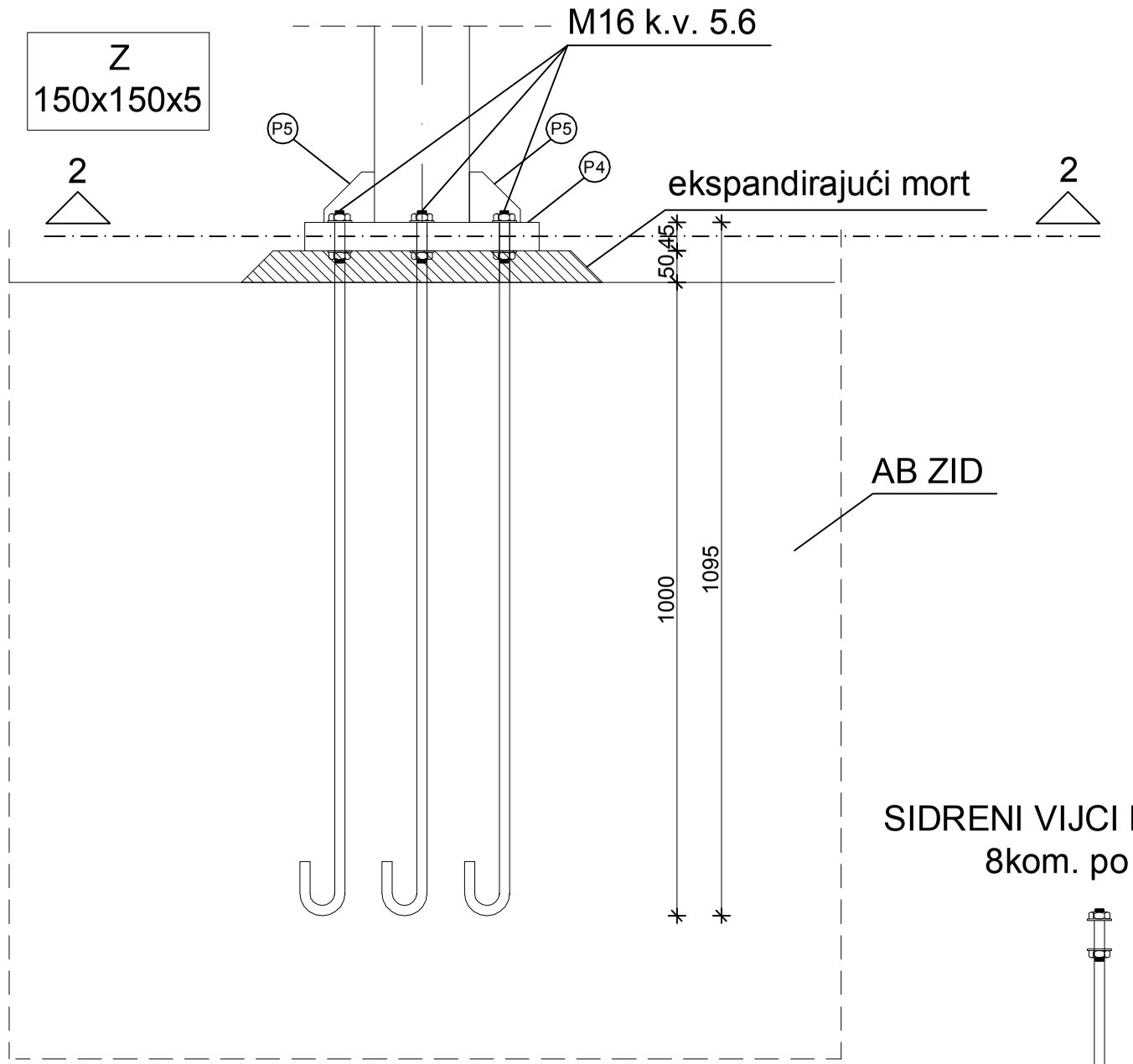
ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

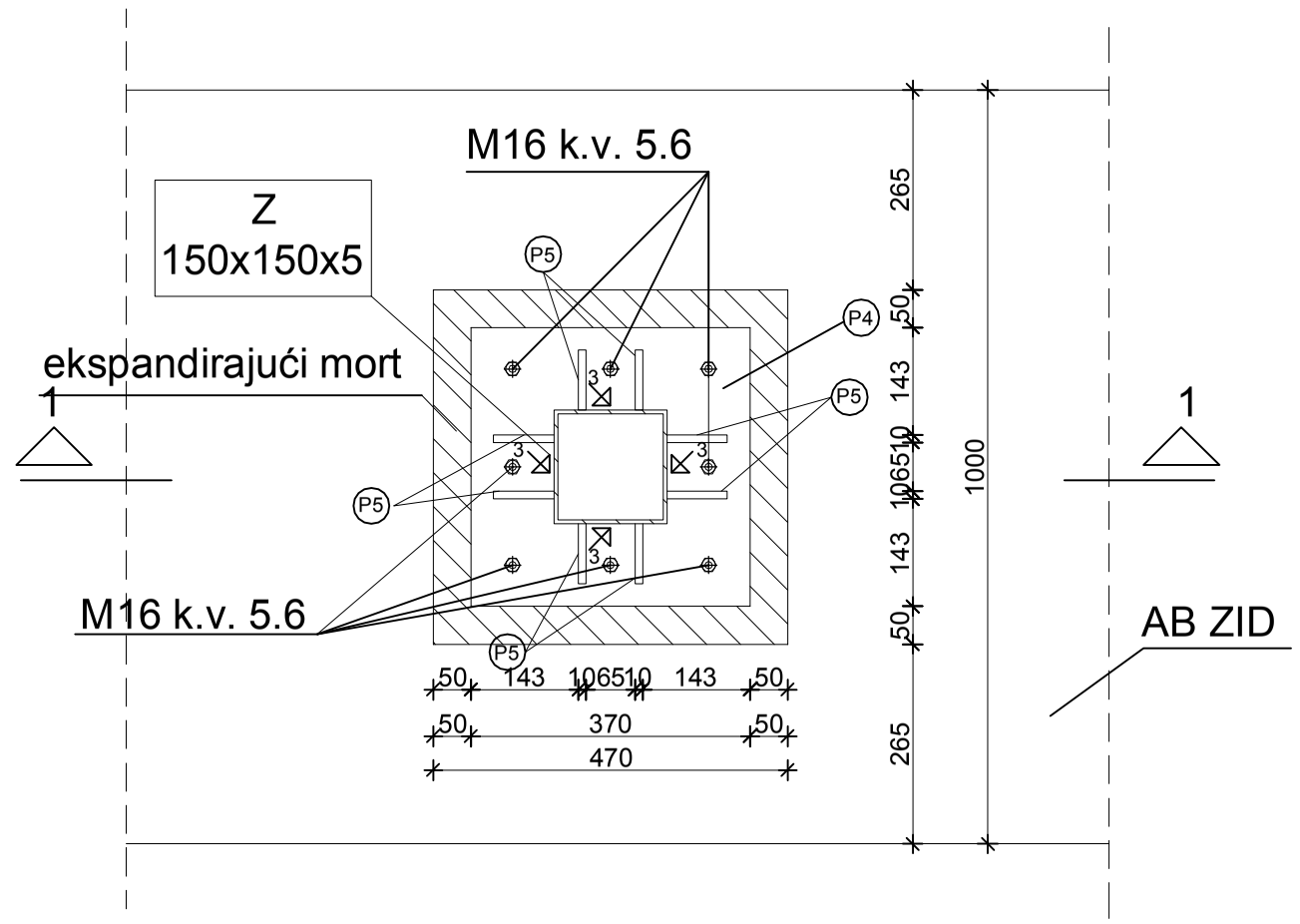
UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

	DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
	DIPLOMSKI RAD	
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:1
sadržaj:	DETALJ F3	list: 12

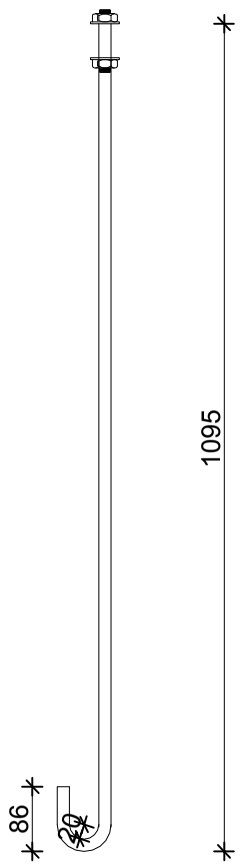
DETALJ "G" -presjek 1-1



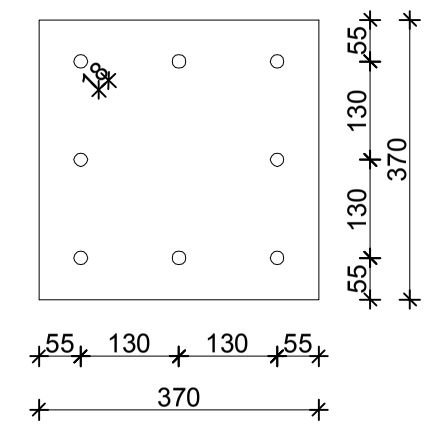
DETALJ "G" -presjek 2-2



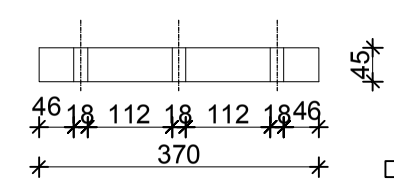
SIDRENI VIJCI M16 k.v. 5.6
8kom. po spoju



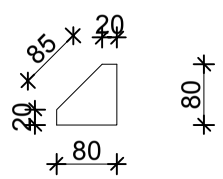
P4 370/370/45 S 355 kom. 1 po spoju



presjek kroz P4



P5 80/80/10 S 355 kom. 8 po spoju



DETALJ "G"

M 1:10

ČELIK: S 355

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, ARCHITECTURE AND GEODESY

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA		
DIPLOMSKI RAD		
student:	JOSIP ČONDIĆ BIJADER	mjerilo: M 1:1
sadržaj:	DETALJ G	list: 13