

Proračun čelične konstrukcije vikendice i usporedba s vikendicom klasične gradnje

Lanča, Natali

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:110545>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Natali Lanča

**PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE**

Diplomski rad

Rijeka, 2021.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Sveučilišni diplomski studij

Smjer: Konstrukcije

Lagane konstrukcije

Natali Lanča

JMBAG: 0114029237

**PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE**

Diplomski rad

Rijeka, srpanj 2021.

Naziv studija: **Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo**
Znanstveno područje: Tehničke znanosti
Znanstveno polje: Građevinarstvo
Znanstvena grana: Nosive konstrukcije

Tema diplomskog rada

**PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE
GRADNJE
DESIGN OF STEEL STRUCTURE OF COTTAGE AND COMPARISON WITH CLASSIC CONSTRUCTION
COTTAGE**

Kandidatkinja: **NATALI LANČA**

Kolegij: **LAGANE KONSTRUKCIJE**

Diplomski rad broj: **K-2021-13**

Zadatak:

Zadatak:

Potrebno je dati prijedloge konstrukcijskih rješenja čelične konstrukcije vikendice na temelju idejne arhitektonske vizualizacije. Predložiti dva rješenja glavne nosive konstrukcije, dva rješenja međukatne konstrukcije, te dva rješenja nosača fasade. Odabrati optimalno konstrukcijsko rješenje te provesti analizu djelovanja koristeći se svim važećim propisima. Modelirati konstrukciju u programskom paketu Dlubal RFEM. Provesti dimenzioniranje karakterističnih konstrukcijskih elemenata za granično stanje nosivosti i granično stanje uporabivosti koristeći se propisima za projektiranje čeličnih i spregnutih konstrukcija. Dati prijedlog karakterističnih detalja, te provesti proračune i izraditi nacрте konstrukcije. Napraviti usporedbu utroška materijala te analizirati cijene dobivne za čeličnu konstrukciju u odnosu na vikendicu klasične gradnje.

Tema rada je uručena: 24. veljače 2021.

Mentorica:

doc. dr. sc. Paulina Krolo,
dipl. ing. građ.

IZJAVA

Diplomski rad sam izradila samostalno, u suradnji s mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Natali Lanča

U Rijeci, 30. lipnja 2021.

SAŽETAK

U ovom diplomskom radu provedeno je dimenzioniranje čelične konstrukcije koja je predviđena kao vikendica, odnosno kuća za odmor. Smještena je na području naselja Trget koji se nalazi u Istarskoj županiji na nadmorskoj visini od 100 metara nad morem. Objekt pravokutnog tlocrtnog oblika ukupno 54 m² nalazi se u stijenskom zasjeku. Nagib jednostrešnog krova građevine jest 5° stoga je projektiran kao ravan krov.

Konstrukcija je dimenzionirana na stalna i promjenjiva opterećenja od vjetra i snijega koja djeluju na krovnu konstrukciju i vertikalne zidove. Analiza je provedena prema europskim normama i nacionalnim dodacima korištenjem programskog paketa Dlubal RFEM. Nosivost spojeva provjerena je u programu IDEA StatiCa. Spojevi su izvedeni u vijčanoj izvedbi. Izvedbeni nacrti te iskaz materijala napravljeni su koristeći program Autodesk Advance Steel.

Posebna pažnja posvećena je oblikovanju konstrukcije kako bi se dobile optimalne dimenzije konstrukcijskih elemenata. Razmatrane su dvije varijante glavnih nosača u izvedbi s IPN i HEA profilima, dvije varijante međukatne konstrukcije u izvedbi sa spregnutom pločom i roštiljnim sustavom te dvije varijante nosača fasade u izvedbi s UPN i IPN profilima. Provedena je usporedba čelične konstrukcije vikendice s vikendicom u klasičnoj izvedbi. S obzirom na cijenu utroška materijala, vikendica u klasičnoj izvedbi je ekonomičnija.

Ključne riječi: čelična konstrukcija, dimenzioniranje, spojevi, izvedbeni nacrt, vikendica

ABSTRACT

In this diploma thesis, the design of the steel structure was conducted, which is intended as a cottage, ie a holiday home. It is located in the area of Trget which is located in the Istria County at an altitude of 100 meters above sea level. The building with a rectangular floor plan, a total of 54 m², is located in a rock notch. The slope of the single-pitched roof of the building is 5 °, so it is designed as a flat roof.

The structure is dimensioned for constant and variable loads from wind and snow acting on the roof structure and vertical walls. The analysis was performed according to European Standards and National Annexes using the Dlubal RFEM software package. The load-bearing capacity of the joints was checked in the IDEA StatiCa program. The joints are made in a screw version. Performance drawings with material statements were made using Autodesk Advance Steel.

Special attention is paid to the design of the structure in order to make the best use of the characteristics of each part of the structure. Two variants of the main beam in the version with IPN and HEA profiles, two variants of the mezzanine construction in the version with a composite panel and grill system and two variants of the facade girders in the version with UPN and IPN profiles were considered. A comparison of the steel construction of the cottage with the cottage in the classic design was performed. Given the price of material consumption, the cottage in the classic design is more economical.

Keywords: steel structure, structural design, joints, detailed design, cottage

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	13
2.	TEHNIČKI OPIS.....	14
3.	PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE.....	15
3.1.	Tehnički uvjeti za izradu i montažu čelične konstrukcije	15
3.1.1.	Materijali za izradu čelične konstrukcije.....	15
3.1.2.	Zavari i vijci.....	16
3.1.3.	Izvođenje i montaža čelične konstrukcije i upravljanje kvalitetom	16
3.1.4.	Propisi	20
3.1.5.	Opće napomene za izradu čelične konstrukcije u radionici.....	20
3.1.6.	Elementi konstrukcije.....	20
3.1.7.	Antikorozivna zaštita.....	21
3.1.8.	Protupožarna zaštita	21
3.1.9.	Prijem elemenata čelične konstrukcije	21
3.2.	Tehnički uvjeti za betonsku i armiranobetonsku konstrukciju	22
3.2.1.	Općenito.....	22
3.2.2.	Kontrola kvalitete.....	23
3.2.3.	Materijali.....	24
3.2.4.	Razredba betona — specifikacije betona.....	26
3.2.5.	Sastav betona.....	27
3.2.6.	Isporuka svježeg betona.....	27
3.2.7.	Skele i oplata	30
3.2.8.	Armatura i ugradnja armature.....	32
3.2.9.	Betoniranje.....	33
4.	OBLIKOVANJE KONSTRUKCIJE.....	38
4.1.	Oblikovanje glavnih N – nosača	47
4.2.	Oblikovanje međukatne konstrukcije	51
4.3.	Oblikovanje nosača fasade.....	52
5.	ANALIZA DJELOVANJA.....	53
5.1.	Stalno djelovanje.....	53
5.2.	Uporabno opterećenje.....	54
5.3.	Promjenjivo opterećenje snijegom	55
5.4.	Promjenjivo opterećenje vjetrom.....	57
5.4.1.	Smjer vjetra poprečno – istočna strana.....	62
5.4.1.1.	Smjer vjetra poprečno – istočna strana / bez unutarnjeg vjetra	63
5.4.1.2.	Smjer vjetra poprečno – istočna strana / unutarnji pritisak $c_{pi} = 0,2$	65

5.4.1.3.	Smjer vjetra uzdužno – istočna strana / unutarnji usis $c_{pi} = - 0,3$	67
5.4.2.	Smjer vjetra poprečno – zapadna strana	69
5.4.2.1.	Smjer vjetra poprečno – zapadna strana / bez unutarnjeg vjetra	70
5.4.2.2.	Smjer vjetra poprečno – istočna strana / unutarnji pritisak $c_{pi} = 0,2$	72
5.4.2.3.	Smjer vjetra uzdužno – istočna strana / unutarnji usis $c_{pi} = - 0,3$	74
5.4.3.	Smjer vjetra uzdužno – južna strana	76
5.4.3.1.	Smjer vjetra uzdužno – južna strana / bez unutarnjeg vjetra	77
5.4.3.2.	Smjer vjetra uzdužno – južna strana / unutarnji pritisak $c_{pi} = 0,2$	79
5.4.3.3.	Smjer vjetra uzdužno – južna strana / unutarnji usis $c_{pi} = - 0,3$	81
5.4.4.	Smjer vjetra uzdužno – sjeverna strana	83
5.4.4.1.	Smjer vjetra uzdužno – sjeverna strana / bez unutarnjeg vjetra	84
5.4.4.2.	Smjer vjetra uzdužno – sjeverna strana / unutarnji pritisak $c_{pi} = 0,2$	86
5.4.4.3.	Smjer vjetra uzdužno – sjeverna strana / unutarnji usis $c_{pi} = - 0,3$	88
5.4.5.	Smjer vjetra poprečno – djelovanje na međukatnu konstrukciju.....	90
5.4.6.	Smjer vjetra uzdužno – djelovanje na stropnu međukatnu konstrukciju	93
6.	DIMENZIONIRANJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE.....	95
6.1.	Proračunske kombinacije djelovanja	96
6.2.	Dimenzioniranje krovnog poprečnog nosača	111
6.2.1.	Proračun GSN krovnog poprečnog nosača	112
6.2.2.	Proračun GSU krovnog poprečnog nosača	118
6.3.	Dimenzioniranje podrožnica (krovnih poprečnih nosača)	121
6.3.1.	Proračun GSN podrožnica (poprečnih krovnih nosača)	122
6.3.2.	Proračun GSU podrožnica (poprečnih krovnih nosača)	126
6.4.	Dimenzioniranje uzdužnih krovnih nosača	129
6.4.1.	Proračun GSN uzdužnih krovnih nosača	130
6.4.2.	Proračun GSU uzdužnih krovnih nosača	134
6.5.	Dimenzioniranje N-nosača	136
6.5.1.	Proračun GSN N-nosača	137
6.5.2.	Proračun GSU N-nosača	141
6.6.	Dimenzioniranje nosača fasade	143
6.6.1.	Proračun GSN nosača fasade	144
6.6.2.	Proračun GSU nosača fasade	148
6.7.	Dimenzioniranje međukatne spregnute ploče	150
6.7.1.	Karakteristike materijala	150
6.7.2.	Proračun unutarnjih sila spregnute ploče.....	151
6.7.3.	Proračun nosivosti na savijanje te uzdužni i vertikalni posmik.....	151
6.8.	Dimenzioniranje poprečnih međukatnih nosača	153

6.8.1.	Proračun GSN poprečnih međukatnih nosača	154
6.8.2.	Proračun GSU poprečnih međukatnih nosača	157
6.9.	Dimenzioniranje uzdužnih međukatnih nosača	160
6.9.1.	Proračun GSN uzdužnih međukatnih nosača	161
6.9.2.	Proračun GSU uzdužnih međukatnih nosača	164
6.10.	Dimenzioniranje stupova fasade – bočni	168
6.10.1.	Proračun GSN bočnih stupova fasade	169
6.10.2.	Proračun GSU bočnih stupova fasade	173
6.11.	Dimenzioniranje stupova fasade – straga	175
6.11.1.	Proračun GSN stražnjih stupova fasade	176
6.11.2.	Proračun GSU stražnjih stupova fasade	181
6.12.	Dimenzioniranje stupa pročelja	184
6.12.1.	Proračun GSN stupova pročelja	185
6.12.2.	Proračun GSU stupova pročelja	189
7.	PRORAČUN SPOJEVA I PRIKLJUČAKA	192
7.1.	Priključak G10 (N-nosača) na temelje	192
7.1.1.	Materijali	193
7.1.2.	Provjera ploča	194
7.1.3.	Provjera vijaka	194
7.1.3.1.	Provjera vijaka na vlak	194
7.1.3.2.	Posmična provjera na proboj	195
7.1.3.3.	Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	195
7.1.4.	Provjera zavara	196
7.1.5.	Provjera tlačne otpornosti temelja	196
7.2.	Priključak G11 I G12 (N-nosača) na temelje	197
7.2.1.	Materijali	198
7.2.2.	Provjera ploča	199
7.2.3.	Provjera vijaka	200
7.2.3.1.	Provjera vijaka na vlak	200
7.2.3.2.	Provjera otpornosti na proboj glave vijka ili matice	200
7.2.3.3.	Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	201
7.2.4.	Provjera zavara	201
7.2.5.	Provjera tlačne otpornosti temelja	202
7.3.	Priključak G10 i G12 (N-nosača) u sljemenu	203
7.3.1.	Materijali	203
7.3.2.	Provjera ploča	204
7.3.3.	Provjera zavara	204

7.4. Priključak poprečnog međukatnog nosača G9 spregnute ploče na <i>N</i> -nosače.....	205
7.4.1. Materijali	206
7.4.2. Provjera ploča	207
7.4.3. Provjera vijaka.....	207
7.4.3.1. Provjera vijaka na vlak	208
7.4.3.2. Provjera otpornosti na proboj- punching test	208
7.4.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	208
7.4.4. Provjera zavara.....	209
7.5. Priključak uzdužnog međukatnog nosača G6, G7, G8 spregnute ploče na <i>N</i> -nosače.....	210
7.5.1. Materijali	210
7.5.2. Provjera ploča	211
7.5.3. Provjera vijaka.....	212
7.5.3.1. Provjera vijaka na vlak	212
7.5.3.2. Posmična provjera na proboj.....	212
7.5.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	213
7.5.4. Provjera zavara.....	214
7.6. Priključak uzdužnih međukatnih nosača G6 na potporni zid	215
7.6.1. Materijali	216
7.6.2. Provjera ploča	217
7.6.3. Provjera vijaka.....	217
7.6.3.1. Provjera vijaka na vlak	217
7.6.3.2. Provjera otpornosti na proboj glave vijka ili matice	218
7.6.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	218
7.6.4. Provjera zavara.....	218
7.7. Priključak stupova fasade S1-S8 na armirano-betonski zid	219
7.7.1. Materijali	220
7.7.2. Provjera ploča	221
7.7.3. Provjera vijaka.....	221
7.7.3.1. Provjera vijaka na vlak	222
7.7.3.2. Provjera otpornosti na proboj glave vijka ili matice	222
7.6.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	222
7.7.4. Provjera zavara.....	223
7.7.5. Provjera tlačne otpornosti temelja	223
7.8. Priključak nosača G13, G14, G15 fasade na stupove fasade S1 - S8.....	224
7.8.1. Materijali	224
7.8.2. Provjera ploča	226
7.8.3. Provjera vijaka.....	226

7.8.3.1. Provjera vijaka na vlak	227
7.8.3.2. Posmična provjera na proboj.....	227
7.8.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	227
7.9. Priključak krovnog nosača G1 na N-nosače G10, G11, G12	229
7.9.1. Materijali	229
7.9.2. Provjera ploča	231
7.9.3. Provjera vijaka.....	231
7.9.3.1. Provjera vijaka na vlak	232
7.9.3.2. Provjera otpornosti na proboj	232
7.9.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	232
7.10. Priključak uzdužnih nosača G2, G3 na krovni poprečni nosač G1.....	234
7.10.1. Materijali.....	234
7.10.2. Provjera ploča	236
7.10.3. Provjera vijaka.....	236
7.10.3.1. Provjera vijaka na vlak	236
7.8.3.2. Provjera otpornosti na proboj	237
7.10.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	237
7.10.4. Provjera zavara	238
7.11. Priključak podrožnica G4, G5 na uzdužne krovne nosače G2, G3.....	239
7.11.1. Materijali.....	240
7.11.2. Provjera ploča	241
7.11.3. Provjera vijaka.....	241
7.11.3.1. Provjera vijaka na vlak	242
7.11.3.2. Provjera otpornosti na proboj- punching test	242
7.11.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe	242
8. USPOREDBA S KLASIČNOM GRADNjom	244
9. ZAKLJUČAK	249
10. LITERATURA	250
11. ISKAZ MATERIJALA	252
11.1. Iskaz elemenata	252
11.2. Iskaz spojnih profila	253
11.3. Iskaz pločica (limova)	253
11.4. Iskaz vijaka i ankera.....	254
12. PRILOZI	255

POPIS TABLICA

Tablica 1: Analiza stalnog opterećenja na fasadu, krov i međukatnu konstrukciju.....	53
Tablica 2: Opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine [3]	55
Tablica 3: Koeficijenti oblika opterećenja snijegom [4]	57
Tablica 4: Kategorije terena i parametri terena [6]	59
Tablica 5: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog pritiska w_e poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade	63
Tablica 6: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog usisa w_e za negativan smjer (usis) djelovanja poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade	64
Tablica 7: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog pritiska w_e za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade	65
Tablica 8: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog usisa w_e za negativan smjer (usis) djelovanja poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade	66
Tablica 9: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog pritiska w_e za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade	67
Tablica 10: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog usisa w_e za negativan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade	68
Tablica 11: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog pritiska w_e za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade	70
Tablica 12: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog usisa w_e za negativan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade	71
Tablica 13: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg pritiska w_i za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade.....	72
Tablica 14: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg usisa w_i za negativan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade	73
Tablica 15: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg pritiska w_i za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade.....	74
Tablica 16: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za negativan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade.....	75
Tablica 17: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog vjetra w_e za pozitivan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa južne strane zgrade	77
Tablica 18: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog vjetra w_e za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa južne strane zgrade	78
Tablica 19: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg pritiska w_i za pozitivan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše s južne strane zgrade.	79
Tablica 20: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše s južne strane zgrade	80
Tablica 21: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše s južne strane zgrade	81
Tablica 22: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše s južne strane zgrade.....	82
Tablica 23: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog vjetra w_e za pozitivan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade.....	84
Tablica 24: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog vjetra w_e za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade	85
Tablica 25: Prikaz vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za pozitivan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade.....	86

Tablica 26: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade.	87
Tablica 27: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade.....	88
Tablica 28: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade.....	89
Tablica 29: $c_{p,net}$ i c_f vrijednosti za jednostrešne / ravne krovove [6]	91
Tablica 30: Prikaz vrijednosti koeficijenta neto pritiska $c_{p,net}$ i resultantnog pritiska za nagib krova od $\alpha = 0^\circ$ i minimalan $\phi = 1$ prema tablici 29	92
Tablica 31: Prikaz vrijednosti koeficijenta neto pritiska $c_{p,net}$ i resultantnog pritiska za nagib krova od $\alpha = 0^\circ$ i minimalan $\phi = 0$ prema tablici 29.....	93
Tablica 32: Popis odabranih poprečnih presjeka glavnog i sekundarnog nosivog sustava s pripadajućim vrijednostima iskorištenosti za GSN i GSU.....	95
Tablica 33: Opterećenja na koja je dimenzionirana konstrukcija.....	96
Tablica 34: Kombinacije opterećenja za proračun GSN modela.....	97
Tablica 35: Kombinacije opterećenja za proračun GSU konstrukcije.	106
Tablica 36: Provjera ploča na spoju stupova na temelj – istok.	194
Tablica 37: Sažetak provjere vijaka koji spajaju temeljnu ploču sa stupom na istočnoj strani.	194
Tablica 38: Sažetak provjere zavara na spoju stupa na temeljnu ploču istočno.	196
Tablica 39: Podaci potrebni za proračun ploča na spoju stupova na temelj – zapad.....	199
Tablica 40: Sažetak provjere vijaka koji spajaju temeljnu ploču sa stupovima na zapadnoj strani....	200
Tablica 41: Sažetak provjere zavara na spoju stupova na temeljnu ploču zapadno.....	201
Tablica 42: Provjera ploča na spoju N-nosača u sljemenu.....	204
Tablica 43: Sažetak provjere zavara na spoju N-nosača u sljemenu.....	204
Tablica 44: Provjera ploča na spoju poprečnih međukatnih nosača na N-nosače.	207
Tablica 45: Sažetak provjere vijaka koji spajaju poprečne međukatne nosače sa N-nosačima.	207
Tablica 46: Sažetak provjere zavara na spoju poprečnih međukatnih nosača i N-nosača.	209
Tablica 47: Provjera ploča na spoju uzdužnih međukatnih nosača na N-nosače.	211
Tablica 48: Sažetak provjere vijaka koji spajaju uzdužne međukatne nosače sa N-nosačima.	212
Tablica 49: Sažetak provjere zavara na spoju uzdužnih međukatnih nosača i N-nosača.	214
Tablica 50: Podaci potrebni za proračun ploča na spoju uzdužnih međukatnih nosača na potporni zid.	217
Tablica 51: Sažetak provjere vijaka koji spajaju temeljnu ploču sa stupovima na zapadnoj strani....	217
Tablica 52: Sažetak provjere zavara na spoju stupova na temeljnu ploču zapadno.....	218
Tablica 53: Podaci potrebni za proračun ploča na spoju stupova fasade na potporni zid.	221
Tablica 54: Sažetak provjere vijaka koji spajaju temeljnu ploču sa stupovima na zapadnoj strani....	221
Tablica 55: Sažetak provjere zavara na spoju stupova fasade na potporni zid.	223
Tablica 56: Provjera ploča na spoju nosača fasade sa stupovima fasade.....	226
Tablica 57: Sažetak provjere vijaka koji spajaju nosače fasade sa stupovima fasade.	226
Tablica 58: Provjera ploča na spoju krovnog nosača na N-stupove.....	231
Tablica 59: Sažetak provjere vijaka koji spajaju krovni nosač sa N-stupovima.....	231
Tablica 60: Provjera ploča na spoju uzdužnih krovnih nosača s krovnim nosačem.....	236
Tablica 61: Sažetak provjere vijaka koji spajaju uzdužne krovne nosače s krovnim nosačem.	236
Tablica 62: Sažetak provjere zavara na spoju uzdužnih krovnih nosača s krovnim nosačem.	238
Tablica 63: Provjera ploča na spoju podrožnica na uzdužne krovne nosače.....	241
Tablica 64: Sažetak provjere vijaka koji spajaju podrožnice sa stupovima fasade.	241
Tablica 65: Usporedba cijene koštanja temelja između kuće čelične i klasične izvedbe.....	247
Tablica 66: Usporedba cijene koštanja izvedbe ploče između kuće čelične i klasične izvedbe.....	247

Tablica 67: Usporedba cijene koštanja izvedbe fasade i nosivog sustava između kuće čelične i klasične izvedbe	247
Tablica 68: Usporedba cijene koštanja izvedbe krova između kuće čelične i klasične izvedbe.....	248
Tablica 69: Usporedba cijene koštanja kuće čelične i klasične izvedbe.....	248

POPIS SLIKA

Slika 1: Vizualizacija čelične konstrukcije s oznakama strana svijeta [10]	38
Slika 2: Tlocrtna vizualizacija (dimenzije u mm) [9]	39
Slika 3: Pogled na konstrukciju sa zapada [9]	40
Slika 4: Pogled na konstrukciju sa sjeverozapada [9].....	41
Slika 5: Prikaz eksterijera bakona [9]	42
Slika 6: Pozicija glavnih N-nosača [5]	42
Slika 7: Pozicija krovnog nosača [5]	43
Slika 8: Pozicija poprečnih krovnih nosača (podrožnica) [5].....	43
Slika 9: Pozicija uzdužnih krovnih nosača [5]	44
Slika 10: Pozicija poprečnih nosača međukatne konstrukcije [5]	44
Slika 11: Pozicija uzdužnih međukatnih nosača konstrukcije [5].....	45
Slika 12: Pozicija vertikalnih fasadnih nosača [5].....	45
Slika 13: Pozicija stražnji stupovi fasade [5].....	46
Slika 14: Pozicija horizontalnih fasadnih nosača [5]	46
Slika 15: Prikaz varijante N-nosača s poprečnim presjekom IPN300 [5].....	47
Slika 16: Prikaz varijante međukatne konstrukcije kao roštiljni sustav. [5].....	51
Slika 17: Prikaz stalnog krovnog, fasadnog i stropnog opterećenja na konstrukciju u kN/m ² [5]	54
Slika 18: Prikaz korisnog opterećenja na međukatnu konstrukciju u kN/m ² . [5]	54
Slika 19: Karta snježnih područja [3].....	56
Slika 20: Prikaz karakterističnog opterećenja snijegom na konstrukciji krova u kN/m ² [5].....	57
Slika 21: Karte osnovnih brzina vjetra Republike Hrvatske $v_{b,0}$ [7].....	58
Slika 22: Prikaz djelovanja vjetra (pritisak – pozitivan i usis – negativan)	61
Slika 23: Prikaz vjerovnih zona krovnih i vertikalnih ravnina za istočni poprečni smjer vjetra [5]	62
Slika 24: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer (pritisak) vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]	63
Slika 25: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer (usis) vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]	64
Slika 26: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$. [5]	65
Slika 27: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer (usis) vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]	66
Slika 28: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]	67
Slika 29: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]	68
Slika 30: Prikaz vjerovnih zona krovnih i vertikalnih ravnina za zapadni poprečni smjer vjetra $\Theta=180^\circ$ [5]	69
Slika 31: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5].....	70
Slika 32: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5].....	71
Slika 33: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]	72
Slika 34: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]	73
Slika 35: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]	74

Slika 36: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]	75
Slika 37: Prikaz vjerovnih zona krovnih i vertikalnih ravnina za južni uzdužni smjer vjetra $\Theta=90^\circ$ [5] .	76
Slika 38: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog južnog uzdužnog oprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]	77
Slika 39: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog južnog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0. [5].....	78
Slika 40: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog južnog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$. [5].....	79
Slika 41: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog južnog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5].....	80
Slika 42: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog južnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = - 0,3$ [5].....	81
Slika 43: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog južnog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]	82
Slika 44: Prikaz vjerovnih zona krovnih i vertikalnih ravnina za sjeverni uzdužni smjer vjetra $\Theta=90^\circ$. [5]	83
Slika 45: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog oprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]	84
Slika 46: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0. [5].....	85
Slika 47: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]	86
Slika 48: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]	87
Slika 49: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog južnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = - 0,3$ [5].....	88
Slika 50: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]	89
Slika 51: Nadstrešnica blokirana skladišnom robom ili objektom do strehe niz vjetar, u ovom slučaju stijenom koja se nalazi s istočne strane konstrukcije pri čemu je $\phi = 1$ [6]	90
Slika 52: Položaj središta sile za nadstrešnice s jednostrešnim / ravnim krovom	91
Slika 53: Prikaz resultantnog negativnog neto pritiska w_{net} [kN/m ²] za smjer vjetra poprečno na konstrukciju koji djeluje na stropnu međukatnu konstrukciju	92
Slika 54: Prikaz resultantnog negativnog neto pritiska w_{net} [kN/m ²] za smjer vjetra poprečno na konstrukciju koji djeluje na stropnu međukatnu konstrukciju u 3D [5]	93
Slika 55: Prazna samostojeća nadstrešnica bez ikakvih prepreka prilikom strujanja vjetra s $\phi = 0$ [6]	93
Slika 56: Prikaz resultantnog negativnog neto pritiska w_{net} [kN/m ²] za smjer vjetra uzdužno na konstrukciju koji djeluje na stropnu međukatnu konstrukciju	94
Slika 57: Prikaz resultantnog negativnog neto pritiska w_{net} [kN/m ²] za smjer vjetra uzdužno na konstrukciju koji djeluje na stropnu međukatnu konstrukciju u 3D [5]	94
Slika 58: Poprečni krovni nosač s dimenzijama bočnih pridržanja.	111
Slika 59: Odabrani poprečni presjek poprečnog krovnog nosača HEA180.	111
Slika 60: Dijagrami unutarnjih sila za poprečni krovni nosač HE-A 180 za mjerodavnu kombinaciju opterećenja CO105.	112
Slika 61: Dijagrami relativnih pomaka krovnog nosača za karakterističnu kombinaciju CO957.	118
Slika 62: Prikaz relativnih pomaka poprečnog nosača HE A 180 za mjerodavnu kombinaciju CO957.	118
Slika 63: Prikaz podrožnica (poprečnih nosača) s brojevanim oznakama. [5]	121

Slika 64: Odabrani poprečni presjek (I PE 120) podrožnica. [5].....	121
Slika 65: Dijagrami unutarnjih sila podrožnica (poprečnih krovnih nosača) za kombinaciju opterećenja CO105.....	122
Slika 66: Dijagrami relativnih pomaka podrožnice broj 281 za karakterističnu kombinaciju opterećenja CO865.	126
Slika 67: Prikaz uzdužnih krovnih nosača s brojčanim oznakama.....	129
Slika 68: Odabrani poprečni presjek uzdužnog krovnog nosača HE A 160.....	129
Slika 69: Dijagrami unutarnjih sila na koje su dimenzionirani uzdužni krovni nosači za kombinaciju CO105.....	130
Slika 70: Dijagrami relativnih pomaka uzdužnih krovnih nosača za kombinaciju CO957.....	134
Slika 71: Prikaz N-nosača s brojčanim oznakama [5]	136
Slika 72: Odabrani poprečni presjek N-nosača HEA 240 [5]	136
Slika 73: Dijagrami unutarnjih sila N-nosača za kombinaciju opterećenja CO105.	137
Slika 74: Dijagram relativnog pomaka N-nosača za kombinaciju CO957.....	141
Slika 75: Izometrijski prikaz nosača fasade s oznakama.	143
Slika 76: Poprečni presjek IPE 80 nosača fasade.....	143
Slika 77: Dijagrami unutarnjih sila nosača fasade za GSN za kombinaciju CO480.....	144
Slika 78: Dijagrami relativnih pomaka nosača fasade za kombinaciju CO981.....	148
Slika 79: Presjek međukatne spregnute ploče s dimenzijskim kotama u [mm].....	150
Slika 80: Prikaz poprečnih međukatnih nosača s brojčanim oznakama	153
Slika 81: Odabrani poprečni presjek poprečnih međukatnih nosača HE A 160.....	153
Slika 82: Dijagrami unutarnjih sila za poprečni međukatni nosač broj 301 za kombinaciju opterećenja CO251.....	154
Slika 83: Dijagrami relativnih pomaka elementa broj 303 za karakterističnu kombinaciju CO1115..	157
Slika 84: Izometrijski prikaz uzdužnih međukatnih nosača s brojčanom oznakom elementa.....	160
Slika 85: Odabrani poprečni presjek uzdužnih međukatnih nosača HE A 160.....	160
Slika 86: Dijagrami unutarnjih sila uzdužnih nosača za kombinaciju opterećenja CO103.....	161
Slika 87: Dijagrami relativnih pomaka uzdužnih međukatnih nosača za kombinaciju CO1181.....	165
Slika 88: Prikaz pozicije bočnih stupova fasade s brojčanom oznakom elemenata.	168
Slika 89: Odabrani poprečni presjek bočnih stupova fasade IPE 120.....	168
Slika 90: Dijagrami unutarnjih sila bočnih stupova koji nose fasadu za kombinaciju CO60.	169
Slika 91: Dijagrami relativnih pomaka bočnih stupova koji nose fasadu za kombinaciju CO937.	173
Slika 92: Izometrija stražnjih stupova koji nose fasadu s brojčanim oznakama.	175
Slika 93: Odabrani poprečni presjek stražnjih stupova koji nose fasadu IPE 120.....	175
Slika 94: Dijagrami unutarnjih sila stražnjih stupova koji nose fasadu za kombinaciju CO113.	176
Slika 95: Dijagrami relativnih pomaka bočnih stupova koji nose fasadu za kombinaciju CO937.	181
Slika 96: Izometrija stupa pročelja s brojčanom oznakom.	184
Slika 97: Odabrani poprečni presjek stupova pročelja HE A 100.....	184
Slika 98: Dijagrami unutarnjih sila stupova pročelja za kombinaciju CO287.	185
Slika 99: Dijagrami relativnih pomaka stupa pročelja za kombinaciju CO1034.....	189
Slika 100: Prikaz spoja stupova HEA240 na temeljnu ploču [16]	192
Slika 101: Tlocrtni prikaz priključka N-stupa na temeljnu ploču 20x500-500 (S235).....	192
Slika 102: Prikaz spoja stupova HEA240 na temeljnu ploču [16].....	197
Slika 103: Tlocrtni prikaz priključka N-stupova na temeljnu ploču 20x500-500 (S235).....	198
Slika 104: Prikaz zavarenog priključka N-nosača u sljemenu [16]	203
Slika 105: Priključak poprečnih međukatnih nosača na N-nosače [16]	205
Slika 106: Priključak uzdužnih međukatnih nosača na N-nosače [16]	210
Slika 107: Prikaz spoja uzdužnih međukatnih nosača HEA160 na potporni zid [16]	215

Slika 108: Tlocrtni prikaz priključka uzdužnih međukatnih nosača na temeljnu ploču 20x312-320 (S235)	215
Slika 109: Prikaz spoja stupova fasade na potporni zid [16].....	219
Slika 110: Tlocrtni prikaz priključka stupova fasade na temeljnu ploču 10x160-144 (S235).....	220
Slika 111: Priključak nosača fasade na stupove fasade [16]	224
Slika 112: Priključak krovnog nosača na N-nosače (stupove) [16].....	229
Slika 113: Priključak uzdužnih krovnih nosača na krovni nosač [16]	234
Slika 114: Priključak podrožnica na uzdužne krovne nosače [16].....	239
Slika 115: Tlocrt trakastih temelja kuće u klasičnoj izvedbi.....	244
Slika 116: Tlocrt prizemlja kuće u klasičnoj izvedbi	245
Slika 117: Presjek A-A kuće u klasičnoj izvedbi	246
Slika 118: Presjek B-B kuće u klasičnoj izvedbi	246

1. UVOD

U ovom diplomskom radu proveden je proračun čelične konstrukcije na Trgetu. Kroz cijeli rad naglasak je na oblikovanju i rasporedu konstrukcijskih elemenata s ciljem optimiziranja poprečnih presjeka. Provedena je usporedba stambenog objekta izvedenog od čelika s tradicionalnih materijalima poput opeke i armiranog betona koji se najčešće primjenjuju zbog jednostavnosti izvedbe i ekonomičnosti. Stambena zgrada od čelika je uvelike skuplja zbog čega se gradnja čelikom takvih zgrada rijetko izvodi. Cilj samog rada je osvrnuti se na primjenu čelika u stambenoj gradnji koji ne mora biti rezerviran samo za građevine velikih raspona poput dvorana, hala i drugih javnih zgrada te ga približiti investitorima. U radu se želi pokazati kako je uz pomoć čelika moguće izvoditi obiteljske kuće koje će se isticati u okolišu i kao takve činiti umjetničko djelo te tako rušiti monotoniju standardnih pravilnih kuća.

Za čeličnu konstrukciju koja je predviđena kao vikendica ukupne površine 54 m² provedena je analiza nosivosti te uporabljivosti konstrukcijskih elemenata i priključaka prema europskim normama. Radom je obuhvaćen prijedlog konstrukcijskih rješenja, dimenzioniranje konstrukcijskih elemenata i proračun priključaka, dispozicija konstrukcije, karakteristični presjeci kroz konstrukciju kao i detaljni plan izvedbe detalja s pripadajućim karakteristikama materijala. Glavnu nosivu konstrukciju čine HEA profili, a sekundarnu IPE profili kvalitete čelika S235. Odabrani su vijci k.v. 5.8., dok je za sidrene vijke odabrana k.v. 8.8. Spojevi su pretežito vijčani, dok su zavari korišteni na mjestima gdje je estetika imala presudnu ulogu u biranju takvih načina spajanja elemenata. N-nosači se zavaruju u radionici te se izvanrednim prijevozom dovoze na gradilište. Fasadu čine zidni sendvič paneli, a krovni pokrov je također sendvič panel. Međukatna konstrukcija izvedena je kao spregnuta ploča pri čemu je ona poduprta za vrijeme izvedbe (betonaže). Sveukupno je utrošak čelika oko 6,60 tona od čega 600 kilograma čini spojni pribor. Projekt je motiviran idejnim rješenjem arhitekta Victora Silve Zavala koji pruža različita oblikovanja kuća putem digitalnih medija.

2. TEHNIČKI OPIS

Konstrukcija je tlocrtnih osnih dimenzija 6x9 m, a ukupna visina iznosi 6 m. Međukatna konstrukcija je na osnoj visini od 280 cm, a visina kata je 290 cm na istoku i 350 cm na zapadu. Krov je jednostrešni s nagibom od 5°. Glavna nosiva konstrukcija su HEA240 profili koju čine dva *N*-nosača ukupne duljine 18,5 m na razmaku od 6 m koji su u razini krova povezani krovnim nosačem HEA180. Krovnu konstrukciju čine uzdužni krovni nosači HEA160 te upuštene podrožnice IPE120 na rasteru od jednog metra koje prate nagib krova u ravnini. Krovni pokrov čine sendvič paneli s ispunom od poliuretana debljine 10 cm. Uzdužni i poprečni međukatni spregnuti nosači su izvedeni od profila HEA 160 koji preuzimaju međukatnu spregnutu ploču klase betona LC25/28. Spregnuta ploča izvodi se koristeći trapezni lim Lim Cofrastra 40 na koju dolaze slojevi poda. Fasadu čine zidni paneli debljine 12 cm koji nose IPE80 profili pričvršćeni za stupove IPE120. Na pročelju se između kliznih balkonskih stijena nalazi stup HEA100. Svi konstrukcijski elementi su kvalitete čelika S235 s granicom popuštanja od $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ te čvrstoćom f_u od 360 N/mm^2 , a vijci su od nehrđajućeg čelika kvalitete 5.8. s čvrstoćom vijka od $f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2$ i 8.8. čvrstoće $f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$. Za izradu temelja korišten je beton klase C30/37 s minimalnim armaturim šipkama. Svi zavari su debljine $a = 5 \text{ mm}$. Sve čelične elemente je potrebno zaštititi temeljnim premazom. Propisi po kojima je provedeno dimenzioniranje su Eurocode 0, Eurocode 1, Eurocode 3, Eurocode 4 te pripadni Nacionalni dodaci. Unutarnje sile su dobivene statičkim proračunom provedenim u programu Dlubal RFEM na temelju analize opterećenja na konstrukciju koja se razmatraju s obzirom na trajanje, odnosno dijele se na stalna i promjenjiva. Konstrukcija zadovoljava uvjete GSN i GSU.

3. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

3.1. Tehnički uvjeti za izradu i montažu čelične konstrukcije

Čelični dio konstrukcije obrađen u ovom projektu podliježe primjeni „Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije“ (NN RH 17/2017).

Prema Zakonu o gradnji (NN RH 153/2013, 20/2017), radioničku izradu i montažu čelične konstrukcije potrebno je izvoditi prema:

- glavnom projektu i građevinskoj dozvoli,
- ovjerenom i usklađenom izvedbenom projektu,
- radioničkim nacrtima
- tehnološkom projektu izrađenom od strane izvođača ili ovlaštene osobe

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

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

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

3.1.1. Materijali za izradu čelične konstrukcije

Materijali za izradu čelične konstrukcije definirani su u poglavlju 3 (Tehnički opis) i u poglavlju 5 (proračuni i dimenzioniranje konstrukcije).

Dokaz kvalitete, dimenzije i tolerancije čeličnih proizvoda

Proizvođač čeličnih proizvoda treba deklarirati svoj proizvod na temelju ispitivanja koristeći inspeksijsku potvrdu tip 3.1 prema normi HRN EN 10204:2007. Izvođač čelične konstrukcije treba imati pristup inspeksijskom dokumentu prema HRN EN 10204:2007 od proizvođača za sve čelične proizvode korištene u izvedbi nosive konstrukcije i dostaviti ih na zahtjev nadzornom inženjeru ili građevinskoj inspekciji.

Površina čeličnih proizvoda

Površinske greške toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila koje nisu u skladu sa zahtjevima norma niza HRN EN 10163:2007 moraju se ispraviti da budu u skladu s prethodno navedenom normom. Analogno vrijedi i za šuplje profile koji moraju biti u skladu s normama HRN EN 10210:2008 (toplo oblikovani šuplji profile od nelegiranih i sitnozrnastih konstrukcijskih čelika) i HRN EN 10219:2008 (hladno oblikovani šuplji profile za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitnozrnatih čelika).

Zamjena materijala ili oblika

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

3.1.2. Zavari i vijci

Zavari na čeličnoj konstrukciji će se točno prikazati i specificirati na izvedbenim nacrtima (radionička dokumentacija) u skladu s normama navedenim u točki 3.3.5. Zahtijevana kvaliteta punila zavara kao što su granica popuštanja, vlačna čvrstoća, relativna deformacija pri slomu i minimalna energija loma, treba biti jednaka ili bolja od zahtijevane kvalitete osnovnog materijala.

Vijci, matice i podloške koje će se primjenjivati pri montaži čeličnih konstrukcije biti će točno specificirane na izvedbenim nacrtima (radionička dokumentacija) u skladu s normama navedenim u točki 3.3.5.

3.1.3. Izvođenje i montaža čelične konstrukcije i upravljanje kvalitetom

Izvođenje – zavarivanje

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

a/ Općenito Postupci zavarivanja trebaju biti u skladu s preporukama danim u normi HRN EN 1011. Općenito zavarivanje treba biti elektrolučno u skladu s HRN EN 1011-1:2009, a prema potrebi i s HRN EN 1011-2:2002, te drugim zahtjevima prikazanim u ovom poglavlju. Izvođač mora imati sustav za upravljanje zavarivanjem koji zadovoljava uvjete kvalitete definirane u normi HRN EN ISO 3834-3:2007. Sva dokumentacija zavarivanja (kvalifikacije zavarivača, zapisi kvalifikacija postupaka zavarivanja, specifikacije postupaka zavarivanja i povezane radne upute) za primjenu treba biti pregledana od strane osobe odgovorne za koordinaciju postupka zavarivanja. Ako je zahtijevano, dokumentacija se mora staviti na raspolaganje nadzornom inženjeru i, ako je isto imenovano, inspeksijskom tijelu. Izvođač treba osigurati da su materijali koji se zavaraju kompatibilni s primijenjenim postupkom zavarivanja. Spojevi trebaju biti pripremljeni u skladu s normama HRN EN ISO 9692-1:2013 i HRN EN ISO 9692-2:1999. Potrebno je poduzeti mjere opreza kako bi se osigurala čistoća spoja prije zavarivanja.

b/ Osposobljenost zavarivača Provjera osposobljenosti zavarivača treba biti u skladu sa zahtjevima norme HRN EN ISO 9606-1:2017. Provjera osposobljenosti zavarivača treba biti posvjedočena i certifikatom potvrđenim od strane Ispitivača ili Ispitnog tijela. Certifikat vrijedi pod uvjetom da ispunjava uvjete za odobravanje certifikata koji se navode u normi HRN EN ISO 9606-1:2017.

c/ Postupak zavarivanja Pismena specifikacija postupka zavarivanja treba biti dostupna u skladu s normom HRN EN ISO 15609-1:2008 i provjerena u skladu s normom HRN EN ISO 15614-1:2017 od strane izvođača čelične konstrukcije. One moraju biti u skladu s normom HRN EN 1011-2:2002 Prilog C, Postupak A kako bi se izbjeglo puknuće vodikom i Prilogom D da se osigura odgovarajuća čvrstoća u zoni utjecaja topline. Ispitivač ili Ispitno tijelo mora provjeriti da su zapisi kvalifikacija postupka zavarivanja u skladu s normom HRN EN ISO 15614-1:2017. Odgovarajuće radne upute trebaju biti izrađene iz zapisa kvalifikacija postupka zavarivanja pod nadzorom koordinatora postupka zavarivanja. Radne upute trebaju biti ili pismene specifikacije postupka zavarivanja ili moraju sadržavati sve relevantne informacije zahtijevane u pismenoj specifikaciji postupka zavarivanja u drugim formatima, koji odgovaraju sustavu izvođača čelične konstrukcije.

d/ Postupak montaže Kratki privremeni zavari mogu se koristiti pod uvjetom:

- (i) da su položeni u područje koje se zavaruje te potom temeljito odstranjeni brušenjem tako da je sljedeće zavarivanje nepromijenjeno;
- (ii) da se obavljaju od strane zavarivača kvalificiranog kao u b/ Osposobljenost zavarivača kao kratka dužina normalnih zavara do dužine koja iznosi najmanje četiri debljine debljeg spojenog dijela dugog najmanje 50 mm, te da je postupak zavarivanja u skladu s točkom c/ Postupak zavarivanja.
- (iii) da su naknadno potpuno rastopljeni pomoću postupaka zavarivanja kao u c/ Postupak zavarivanja te da se dokaže da su potpuno rastopljeni tijekom naknadnog varenja;
- (iv) da se nalaze dalje od zone gdje će se odvijati naknadno zavarivanje i u zoni u kojoj se javljaju samo tlačne sile Napomena: Korištenjem (iv) trebalo bi biti moguće osigurati ploču stupa tijekom prijevoza.

Redosljed zavarivanja spoja ili redosljed izvedbe spoja mora biti takav daje distorzija minimalna. Zavarivanje dijelova potrebnih za izradu ili montažu treba biti u skladu sa zahtjevima za stalne zavare. Ako je neophodno uklanjanje, dijelovi moraju biti izrezani ili uklonjeni plamenom na mjestima udaljenim ne manje od 3 mm od površine ishodnog materijala. Preostali materijal mora biti u ravnini, a područje vizualno pregledano. Ako je debljina ishodnog materijala veća od 20 mm također se mora provjeriti testiranjem penetrantima. Dijelovi potrebni za izradu ili montažu ne smiju se uklanjati čekićanjem.

e/ Nerazorno ispitivanje zavara Vizualni pregled treba biti proveden za sve zavare. Ako su sljedeći uvjeti ispunjeni nije obavezno dodatno nedestruktivno ispitivanje:

- "spoj" je kutno zavaren,
- duljina kutnog zavara nije veća od 10mm,
- najveća delijina ne iznosi više od 20mm.

Ako navedeni uvjeti nisu ispunjeni opseg pregleda mora biti u skladu s normom HRN EN 1090-2:2011. Ako su u radionici ispunjeni svi uvjeti tada mora biti pokrenut mjesečni program daljnjeg nedestruktivnog ispitivanja od strane osobe odgovorne za koordinaciju postupka zavarivanja na način da je reprezentativni uzorak svakog mjesečnog izlaza tretiran odgovarajućim nedestruktivnim testiranjem. Zahtjevi pregleda mogu biti reducirani po nahođenju inženjera na temelju zadovoljavajuće izvedbe u početnoj proizvodnji. Isto tako, ako testiranje pokazuje da postoje problemi s kvalitetom zavara (u sličnim materijalima, metodama montaže ili postupcima zavarivanja) zahtjevi nedestruktivnog testiranja trebaju se povećati i proširiti na neobavezne dijelove. Rezultati vizualnog pregleda, površinske detekcije pukotina i ultrazvučnog ispitivanja moraju biti zapisani i dostupni na uvid.

Potpuni vizualni pregled treba se obaviti tijekom zavarivanja te po završetku utvrditi kvalitetu proizvodnje. Ako nije navedeno u specifikaciji projekta, vizualni pregled treba biti proveden u skladu sa smjernicama navedenim u normi HRN EN 1090-2:2011 i ostalim odgovarajućim normama. Odgovarajuće kvalificirana osoba za vizualni pregled zavara može biti inspektor za zavarivanje ili zavarivač koji može pružiti dokaz da je obučen i pripremljen za vizualni pregled relevantne vrste zavara tijekom i nakon zavarivanja. Razina kvalitete treba biti u skladu s razinama danim u normi HRN EN 1090-2:2011 i odgovarajućem standardu te specifikaciji projekta. Svi utvrđeni nedostaci ocjenjivati će se u skladu sa zahtijevanom razinom kvalitete kako bi se utvrdila potreba za popravcima i mjerama zaštite. Svi zavari koji će nakon sljedećih radnji postati nedostupni trebaju biti ispitani u skladu s normom HRN EN 1090-2:2011 i odgovarajućim standardom prije gubitka pristupa.

Ako postoji opasnost od naknadnog pucanja rok treba biti prije konačnog pregleda. Bez obzira koji se vremenski period koristi, isti mora biti naveden u inspekcijskim zapisima. Ako se može dokazati od strane izvođača kroz zapise da nema rizika od naknadnog pucanja, vrijeme odgode može se smanjiti ili ukinuti ovisno o nahođenju inženjera. Ako je potreban detaljniji pregled površine zavara u skladu s normom HRN EN 1090-2:2011 i odgovarajućim standardom, ispitivanje magnetskim česticama treba biti korišteno u skladu s preporukama danim u normi HRN EN ISO 17638:2016 prije čega treba prethoditi vizualni pregled prema normi HRN EN ISO 17637:2017. Ako ispitivanje magnetskim česticama nije praktično, ispitivanje penetrantima treba se koristiti u skladu s preporukama danim u normi HRN EN ISO 3452. Završno površinsko otkrivanje pukotina u zavarenom spoju obavlja se nakon završetka zavara u skladu s vremenom čekanja danim u normi HRN EN 1090-2:2011 i odgovarajućim standardima. Prikladno kvalificirana osoba za površinsko otkrivanje pukotina zavara može biti inspektor za zavarivanje ili zavarivač koji ima nacionalno priznatu važeću svjedodžbu o sposobnosti u otkrivanju površinskih pukotina za odgovarajuće vrste posla. Ako je potrebno ultrazvučno ispitivanje u skladu s normom HRN EN 1090-2:2011 i odgovarajućim standardima, to mora biti u skladu s normom HRN EN ISO 17640:2017 koristeći referentnu razinu prema metodi 1, procijenjenu referentnu razinu -14dB (20% DAC) i razinu ispita B ukoliko nije drukčije dogovoreno od strane inženjera. Ultrazvučno ispitivanje zavarenog spoja obavlja se nakon završetka zavara u skladu s vremenima odgode danima u normi HRN EN 1090-2:2011 i odgovarajućim standardima. Osobe koje obavljaju završno ultrazvučno ispitivanje zavara trebaju posjedovati važeću nacionalno priznatu potvrdu o osposobljenosti. Kriteriji prihvaćanja, korektivne mjere i ponovno ispitivanje moraju biti u skladu s normom HRN EN 1090-2:2011 i odgovarajućim normama. Ukoliko se utvrde nesukladni zavari opseg pregleda mora se povećati te utvrditi i ukloniti izvor nedostataka.

Izvođenje – zaštita od korozije

Zaštita čelične konstrukcije od korozije opisana je u poglavlju 3 (Tehnički opis).

Montaža čelične konstrukcije a/ Općenito

Izvođač treba napraviti tehnološki plan montaže čelične konstrukcije. Sa montažom čelične konstrukcije može se započeti nakon što Plan montaže odobri nadzorni inženjer i projektant konstrukcije.

b/ Kontrole u toku izrade, transporta i montaže

Tijekom izrade konstrukcije u radionici i montaže izvoditelj je dužan voditi zakonom propisane dnevnik i provoditi unutarnju kontrolu u skladu s planom kontrole. Dužnost je nadzornog inženjera kontrolirati izvedbu u svim fazama izrade i montaže, tj. usklađenost s tehničkom dokumentacijom i važećim tehničkim normama i pravilima, ovjeravati navedene dokumente i ateste, te zapisnik o preuzimanju elemenata u radionici prije isporuke na montažu.

Izvedba čelične konstrukcije ima slijedeće faze:

- izrada elemenata u radionici
- transport od radionice na gradilište
- montaža čelične konstrukcije na gradilištu na prethodno pripremljenu sidrenu konstrukciju (temelje ili dijelove zgrade)

U pravilu se svaka faza mora pregledati i utvrditi da je izvedena prema tehničkoj dokumentaciji i prema važećim tehničkim propisima. Izvršenje fazne kontrole potvrđuju putem zapisnika odgovorne osobe projektanta, stručnog nadzora i izvoditelja. Dok se ne uklone nedostaci utvrđeni u nekoj fazi, ne može započeti iduća faza.

Fazni pregledi sa zapisnicima potpisanim od strane odgovornih imenovanih osoba su:

- kontrola dokaza kvalitete prije početka izrade konstrukcije
- prijem čelične konstrukcije po izradi u radionici
- prijem čelične konstrukcije po transportu na gradilište
- geodetska kontrola montirane čelične konstrukcije
- završni pregled čelične konstrukcije prije početka drugih radova na čeličnoj konstrukciji (pokrivanje, oblaganje, montaža instalacija ili opreme i drugo)

Prigodom prijema u radionici izvođač čelične konstrukcije dužan je staviti na uvid:

- potrebnu tehničku dokumentaciju.
- radioničke nacрте sa specifikacijama
- ateste osnovnog materijala
- ateste dodatnog materijala
- ateste zavarivača
- ateste priključnih elemenata
- dnevnik izrade materijala
- dnevnik zavarivanja
- podatke o tehnologiji zavarivanja
- izvješće interne tehničke kontrole
- uvjerenja o kvalifikacijama stručnih osoba koje sudjeluju u izradi konstrukcije

3.1.4. Propisi

Potrebno je pridržavati se svih normi i propisa navedenih u projektu te poštovati pravila dobre izvedbe.

3.1.5. Opće napomene za izradu čelične konstrukcije u radionici

Prilikom rezanja materijala treba paziti na mogućnost pojave lokalnih zarez, naročito kod vlačno napregnutih elemenata, Svaki uočeni zarez potrebno je izbrusiti ili dovariti i izbrusiti.

Svi elementi trebaju biti izrađeni u granicama dopuštenih odstupanja. Premaše li odstupanja granične vrijednosti, potrebno je zatražiti suglasnost projektanta na izvedeno stanje.

Kod zavarivačkih radova potrebno je osigurati stalnu kontrolu prije, u toku i nakon izvedenih radova. Površine za zavarivanje moraju biti kvalitetno pripremljene i bez masnoće, rđe i druge prljavštine. Poslije izvedenih radova potrebno je obaviti dimenzionalnu i vizualnu kontrolu te kontrole predviđene projektom. Po potrebi, izvodi se i probno sklapanje o čemu se sastavlja zapisnik, kojega ovjerava nadzorni inženjer. Prilikom izvođenja zavarivačkih radova potrebno je voditi računa da konstrukcija nakon hlađenja ne poprimi neželjeni deformirani oblik. Ne dopušta se zavarivanje na temperaturi nižoj od 0°C.

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

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

3.1.6. Elementi konstrukcije

Elemente konstrukcije potrebno je izraditi u svemu prema specifikacijama, crtežima i napucima iz ovog dijela projekta.

3.1.7. *Antikorozivna zaštita*

Antikorozivnu zaštitu smije se nanositi strogo prema zahtjevima projekta i propisa. Posebnu pažnju treba obratiti na vlažnost zraka i temperaturu. Nakon završene izvedbe svakog sloja potrebno je provjeriti debljinu i prionjivost premaza.

3.1.8. *Protupožarna zaštita*

Protupožarnu zaštitu smije se nanositi strogo prema zahtjevima projekta, propisa i uputa proizvođača. Posebnu pažnju treba obratiti na čistoću i suhoću površine. Nakon završene izvedbe svakog sloja potrebno je provjeriti debljinu i prionjivost nanosene zaštite.

3.1.9. *Prijem elemenata čelične konstrukcije*

Prijem elemenata čelične konstrukcije u radionici obavlja se prije isporuke na gradilište na temelju radioničkih crteža i specifikacije. Prilikom prijema radova potrebno je uz dokumentaciju navedenu u točki 3.1 staviti na uvid i sljedeće:

- radioničke nacрте sa specifikacijama
- dnevnik izrade u radionici
- dnevnik zavarivačkih radova u radionici
- dnevnik izvođenja antikorozivne zaštite
- izvješće interne kontrole o kvaliteti izvedenih radova

Prijem montirane čelične konstrukcije na gradilištu obavlja se na temelju radioničkih crteža i projekta montaže. Prilikom prijema izvedene konstrukcije potrebno je staviti na uvid i sljedeće dokumente:

- kompletnu dokumentaciju sa primopredaje konstrukcije u radionici
- projekt montaže
- radioničke nacрте sa specifikacijama
- dnevnik izvođenja radova na montaži
- dnevnik zavarivačkih radova na montaži
- dnevnik izvođenja antikorozivne zaštite
- izvješće interne kontrole o kvaliteti izvedenih radova
- uvjerenja o kvaliteti dodatnog materijala, sredstava za spajanje te sredstava za antikorozivne i protupožarnu zaštitu
- uvjerenje o podobnosti izvođača za izvođenje radova na montaži
- uvjerenja zavarivača koji će raditi na izradi i montaži konstrukcije za vrstu zavarivačkih radova koja će se primjenjivati, za traženu debljinu, materijal i položaj zavarivanja
- specifikacija postupaka zavarivanja i odobrenje o primjeni postupaka zavarivanja
- uvjerenja o ispravnosti strojeva za izvođenje zavarivačkih radova

- 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

3.2. Tehnički uvjeti za betonsku i armiranobetonsku konstrukciju

3.2.1. *Općenito*

Proizvodnja, ugradnja i kontrola kvalitete moraju se obavljati u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN RH 17/2017) i HRN EN 13670:2010 „Izvedba betonskih konstrukcija“, ovim tehničkim uvjetima i odgovarajućim HRN EN normama.

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

Prije početka radova izvođač je dužan nadzornom inženjeru dostaviti na odobrenje rezultate početnih ispitivanja betona i „Plan kvalitete izvedbe betonske konstrukcije“ koji mora sadržavati sastave betona, pripremu (proizvodnju), transport, ugradnju, njegu i kontrolu kvalitete betona. Izvođač je dužan u dogovoru s nadzornim inženjerom za svaki betonski pogon postaviti stručnu i odgovornu osobu. Ta je osoba odgovorna za kvalitetu proizvedenog i ugrađenog betona.

U slučaju proizvodnje betona na gradilištu izvođač betonskih radova mora izraditi „Priručnik osiguranja kvalitete i kontrole proizvodnje“, a odnosi se na osoblje koje upravlja, izvodi i verificira radove, opremu, postupke proizvodnje, sastojke i betone. Priručnikom trebaju biti definirane odgovornosti, nadležna tijela i odnosi osoblja koje upravlja, izvodi i verificira radove. Posebno se mora istaknuti organizacijska sloboda i autoritet osoblja za minimiziranje rizika od nesukladnog betona i za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kvalitete betona. Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godine, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje. Izvođač je dužan dokumentirati kvalitetu radova, elemenata i objekata statistički obrađenim rezultatima izvršenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanima prema tehničkim propisima i tehničkim uvjetima ovog projekta.

Geodetske kontrole i izmjere potrebne za izvođenje betonskih radova i armiranobetonskih radova moraju biti izvedene točno i u svemu suglasno s izvedbenim nacrtima.

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

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

Za sastav projektiranog betona odgovoran je proizvođač betona.

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

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

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

(1) Ako je količina ugrađenog betona veća od 100 m³, za svakih slijedećih ugrađenih 100 m³ uzima se po jedan dodatni uzorak betona.

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

(3) Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnalog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija iz norme HRN EN 206:2014.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnalog betona ugrađenog u pojedini element betonske konstrukcije u slučaju sumnje, provodi se kontrolnim ispitivanjem.

Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1 i HRN EN 12504-2 te ocjenu sukladnosti prema HRN EN 13791.

3.2.2. Kontrola kvalitete

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

Kontrola kvalitete materijala

Gotovi građevni proizvodi koji se ugrađuju moraju imati popratne certifikate i izjave sukladnosti proizvođača. Kontrola kvalitete podrazumijeva laboratorijska ispitivanja materijala, kao i ispitivanje izvedenih radova. Ispitivanje je potrebno provoditi prema postupcima ispitivanja danim u normi HRN

EN 206:2014 (referentni postupci ispitivanja) ili se mogu upotrijebiti drugi postupci ispitivanja ako su utvrđene veze ili pouzdani odnosi između rezultata tih postupaka ispitivanja i referentnih postupaka.

Provjera sukladnosti

Provjera sukladnosti je dio vanjske provjere, a provodi se da bi se utvrdilo jesu li određena proizvodnja ili rad izvedeni prema ugovornim odredbama. Sustav potvrđivanja sukladnosti propisan je „Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda“ (NN RH 103/08, 147/09, 87/10, 129/11).

U slijedećoj tablici dana je skupina radnji koje se provode u pojedinom sustavu ocjenjivanja sukladnosti:

Isprava o sukladnosti	Sustav ocjenjivanja sukladnosti	Radnju provodi proizvođač			Radnju provodi ovlaštena osoba			
		Stalna unutarnja kontrola proizvodnje	Ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu ispitivanja	Početno ispitivanje tipa građevnog proizvoda	Početno ispitivanje tipa građevnog proizvoda	Početni nadzor proizvodnog pogona i početni nadzor	Stalni nadzor, procjena i ocjena unutarnje kontrole proizvodnje	Ispitivanja slučajnih uzoraka uzetih iz proizvodnje
C	1+	•	•		•	•	•	•
	1	•	•		•	•	•	
I	2+	•	•	•		• a)	• a)	
	2	•		•		• a)		
	3	•			•			
	4	•		•				
C – certifikat sukladnosti I – izjava o sukladnosti • - radnja koju je obavezan provesti ili provodi proizvođač odnosno ovlaštena osoba u pojedinom sustavu ocjenjivanja sukladnosti a) – ovlaštena osoba izdaje certifikat unutarnje kontrole proizvodnje								

Kvaliteta upotrebljavanog građevinskog materijala i kvaliteta izvedenih radova mora biti popraćena odgovarajućim certifikatima i izjavama o sukladnosti.

3.2.3 Materijali

Na osnovi rezultata početnih ispitivanja sastojaka i svojstva betona odabrati će se isporučioći sastojaka. Odabrani cement, agregat i voda moraju zadovoljiti uvjete propisane u normi HRN EN 206:2014 i tamo navedenim normama. Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo sastojci betona koji imaju propisanu deklaraciju i certifikat o sukladnosti s odgovarajućim specifikacijama. Vrste i učestalost nadzora/kontrole ispitivanja i opreme i sastojaka betona provode se prema HRN EN 206:2014.

Cement

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

Voda

Ako se koristi voda iz javnog vodovoda može se koristiti bez potrebe dokazivanja uporabljivosti.

Ako se pak koristi voda koja nije pitka, izvođač je dužan prethodno dokazati uporabljivost te vode u skladu s normom HRN EN 1008:2002, najmanje jednom svaka tri mjeseca (postojanje soli, sadržaj organskih tvari).

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

Agregat

Tehnička svojstva agregata, ovisno o porijeklu, opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u betonu, moraju biti specificirana prema normi HRN EN 12620:2013, normama na koje ta norma upućuje kako i odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN RH 17/2017).

Razred kvalitete i sva svojstva agregata određena su prema normi HRN EN 206:2014 „Beton – Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost“ i drugim važećim HRN normama.

Potvrđivanje sukladnosti agregata provodi se prema odredbama dodataka za norme HRN EN 12620:2013 i odredbama posebnog propisa („Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda“). Kontrola agregata prije proizvodnje betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona) i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206:2014.

Dodaci betonu

Kontrola kemijskog i mineralnog dodatka provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona) i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206:2014 (tablica u nastavku). Preporučuje se uzimanje uzoraka i odlaganje za svaku isporuku.

Kemijski dodaci betonu

Opća prikladnost kemijskih dodataka utvrđuje se ispitivanjem prema HRN EN 934-2:2012. Za konkretnu primjenu kemijskog dodatka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja.

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

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

Mineralni dodaci betonu

Za konkretnu primjenu mineralnih dodatka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja. Prethodna ispitivanja: Prikladnost mineralnih dodataka za konkretnu primjenu mora se utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona.

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

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

Čelik za armiranje

Čelik za armiranje mora imati isprave o sukladnosti u skladu s „Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda“ (NN RH 103/2008, 147/2009, 87/2010, 129/2011).

Za armiranobetonske konstrukcije predviđen je sljedeći čelik za armiranje:

- armaturne rebraste šipke B 500 razreda duktilnosti B (fyk = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)

Ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema normi HRN EN 10080:2012, te prema normi HRN EN ISO 15630-1:2010 i prema normi HRN EN ISO 6892-1.

3.2.4 Razredba betona — specifikacije betona

Beton i armirani beton potrebno je proizvoditi, ugrađivati i kontrolirati u skladu s HRN EN 206: 2014 "Beton: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost", i HRN EN 13670:2010 "Izvedba betonskih konstrukcija", te u njima propisanim normama.

Osnovni zahtjevi po dijelovima konstrukcije su:

	Razred tlačne čvrstoće	Razred izloženosti	Najveće zrno agregata, (mm)	Razred sadržajaklorida	Max v/c omjer	Razred konzistencije	Minimalna količina cementa (kg/m ³)	Ostali zahtjevi
Ploče, grede, stupovi, ab. sidrište	C30/37	XC3/XA1	16	Cl 0,2	0,45	S3 ili S4	360	-
Temelji vanjskih stubišta	C25/30	XC2	32	Cl 0,2	0,45	S3 ili S4	300	-

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

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

3.2.5 Sastav betona

Izvođač treba izraditi projekt betona i tehnologiju ugradnje.

Proizvodnja betona smije početi na temelju recepture bazirane na temelju početnih ispitivanja materijala i betona kako je navedeno u ovom dijelu projekta time da receptura bude odobrena od nadzornog inženjera.

3.2.6 Isporuka svježeg betona

Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem datum isporuke, vrijeme i količinu, te informirati proizvođača o posebnom transportu na gradilište, posebnim postupcima ugradnje, ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

Informacije proizvođača betona korisniku

Kada naručuje beton, korisnik će zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona. Te informacije mora na zahtjev korisnika dati proizvođač prije isporuke betona, već prema tome kako odgovara korisniku.

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

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

Razvoj čvrstoće betona pri 20°C:

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

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

U ovim početnim ispitivanjima uzorke za utvrđivanje čvrstoće treba praviti, njegovati i ispitivati prema HRN EN 12350-1:2009, HRN EN 12390-1:2012, HRN EN 12390-2:2009 i HRN EN 12390-3:2009.

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

Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

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

- ime tvornice betona,
- serijski broj otpremnice,
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode,
- broj vozila,
- ime kupca,
- ime i lokacija gradilišta,
- detalji ili reference uvjeta, npr. kodni broj, redni broj,
- količina betona u m³
- deklaracija sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i HRN EN 206:2014,
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno,
- vrijeme kad beton stiže na gradilište,
- vrijeme početka istovara,
- vrijeme završetka istovara.

Otpremne informacije za gradilišni beton

Odgovarajuća informacija tražena pod poglavljem „Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton“ za otpremnicu betona mjerodavna je i za beton proizveden na velikom gradilištu, ili kad uključuje više tipova betona.

Konzistencija pri isporuci

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

Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje.

Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima.

Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u ovom poglavlju. Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke.

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

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

Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za besprijekorno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje. Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima. To uključuje:

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

- kontrolu sukladnosti.

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

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u HRN EN 206:2014. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

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

Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima. U tu svrhu proizvođač mora provoditi: početno ispitivanje kad je traženo, kontrolu proizvodnje i kontrolu sukladnosti.

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C 16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

3.2.7 Skele i oplata

Osnovni zahtjevi

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

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,
- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije,
- oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplata te njihovim uklanjanjem,
- skele i oplata moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme kao što je EN 1065:2002.

Materijali

Općenito

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

Oplatna ulja

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

Skele

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

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

Oplate

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrstne. Oplata i spojnice između elemenata trebaju biti dovoljno nepropusni da spriječe gubitak finog morta. Oplatu koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju treba odgovarajuće vlažiti da se spriječi gubitak vode iz betona, osim ako nije za to posebno i kontrolirano namijenjena. Unutarnja površina oplate mora biti čista.

Oplatni ulošci i nosači

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

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

Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu. Udubljena ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.

Otpuštanje skela i uklanjanje oplate

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

- otpornu na oštećenje površine skidanjem oplate,

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

Uklanjanje oplata treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereći i ne ošteti. Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preoptereće. Stabilnost skela i oplata treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja. Postupak podupiranja ili otpuštanja kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno opterećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi.

3.2.8 *Armatura i ugradnja armature*

Opće

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670:2010 i normama na koje ta norma upućuje. Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje i projekta betonske konstrukcije. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670:2010 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Dužnosti nadzornog inženjera

Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

- provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije,
- provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Materijali

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete EN 10080:2012 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv. Sidreni i spojni elementi trebaju zadovoljavati uvjete EN 1992-1-1 i uvjete projekta. Površina armature mora biti očišćena od slobodne korozije i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.

Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

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

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,

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

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

3.2.9 Betoniranje

Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz HRN EN 206:2014 i ovim tehničkim uvjetima

Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona

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

Kontrola prije betoniranja

Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim Tehničkim uvjetima i projektom. Treba po potrebi izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati. Sve pripremne radnje treba provjeriti i dokumentirati prema ovim uvjetima prije no što ugradnja betona počne. Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene. Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode. Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode. Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.

Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere. Predviđa li se temperatura okoline ispod 0°C u vrijeme ugradnje betona ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od oštećenja smrzavanjem. Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja treba biti iznad 0°C . Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

Ugradnja i zbijanje

Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija, te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja.

Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu. Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu.

Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih šipki armature. Vibriranje površinskim vibratorima treba izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak. Prekomjerno površinsko vibriranje koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona treba izbjeći. Kad se primjenjuje samo površinsko vibriranje, debljina sloja nakon vibriranja obično ne treba prelaziti 100 mm, osim ako nije prethodno eksperimentalno dokazano drugačije. Korisno je dodatno vibriranje površina uz podupore.

Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplata i skela. Hladna spojnica se može stvarati tijekom betoniranja, ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog.

Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru.

Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštititi od insolacije, jakog vjetrova, smrzavanja, vode, kiše i snijega. Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrdivača ili sličnih materijala nije dopušteno.

Njegovanje i zaštita

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

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

Pogodni su sljedeći postupci njegovanja primijenjeni odvojeno ili uzastopno:

- držanje betona u oplati,
- pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama, posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima,
- pokrivanjem vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja,
- držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem,
- primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkim dopuštanjem).

Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno njegovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog njegovanja takvi da je brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu. Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade.

Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno njegovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.

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

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

Za beton koji će u eksploataciji biti izložen uvjetima izloženosti X0 ili XC1 najmanje razdoblje njegovanja treba biti 12 sati, pod uvjetom da vezanje ne nastupi iznad 5 sati i temperatura površine betona bude veća ili jednaka 5°C.

Beton za uporabu u uvjetima izloženosti izvan X0 ili XC1, treba njegovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće. Iskustveno se taj uvjet, iskazan vremenski, može kontrolirati prema podacima danim u tablici u nastavku.

Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1.

1) Površinska temperatura betona, °C	Najmanje razdoblje njegovanja, dana 1) 2)			
	Razvoj čvrstoće betona 4) f_{cm2} / f_{cm28}			
	Brz, $r > 0,50$	Srednji, $r = 0,30$	Spor, $r = 0,15$	Vrlo spor, $r < 0,15$
$T > 25$	1,0	1,5	2,0	3,0
$25 > T > 15$	1,0	2,0	3,0	5,0
$15 > T > 10$	2,0	4,0	7,0	10,0
$10 > T > 5$ 3)	3,0	6,0	10,0	15,0
2) dodajući svako vrijeme vezanja iznad 5 sati 3) linearna interpolacija između vrijednosti u redovima je moguća 4) za temperature ispod 5°C trajanje treba produžiti za razdoblje jednako vremenu ispod 5°C 5) razvoj čvrstoće betona je omjer između srednje tlačne čvrstoće betona nakon 2 dana i srednje tlačne čvrstoće betona nakon 28 dana				

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

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

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

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

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnica, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te sljedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu sljedeću operaciju.

Ako projektnim specifikacijama nije naglašeno dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine. Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm²). Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C. Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju:

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

Aktivnosti poslije betoniranja

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

Konstrukcijske spojnice

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

Geometrijske tolerancije

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

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

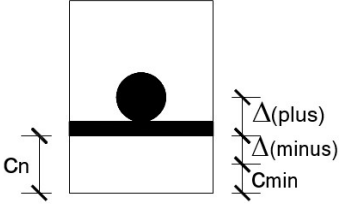
Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti.

Date tolerancije, nominirane kao normalne tolerancije, odgovaraju projektnim pretpostavkama, HRN EN 1992 i traženoj razini sigurnosti. Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod

pojedinih dijelova svaka međukontrola tih dijelova mora poštivati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije. Ako je određeno geometrijsko odstupanje pokriveno različitim zahtjevima (preduvjetovano), primjenjuje se stroži uvjet.

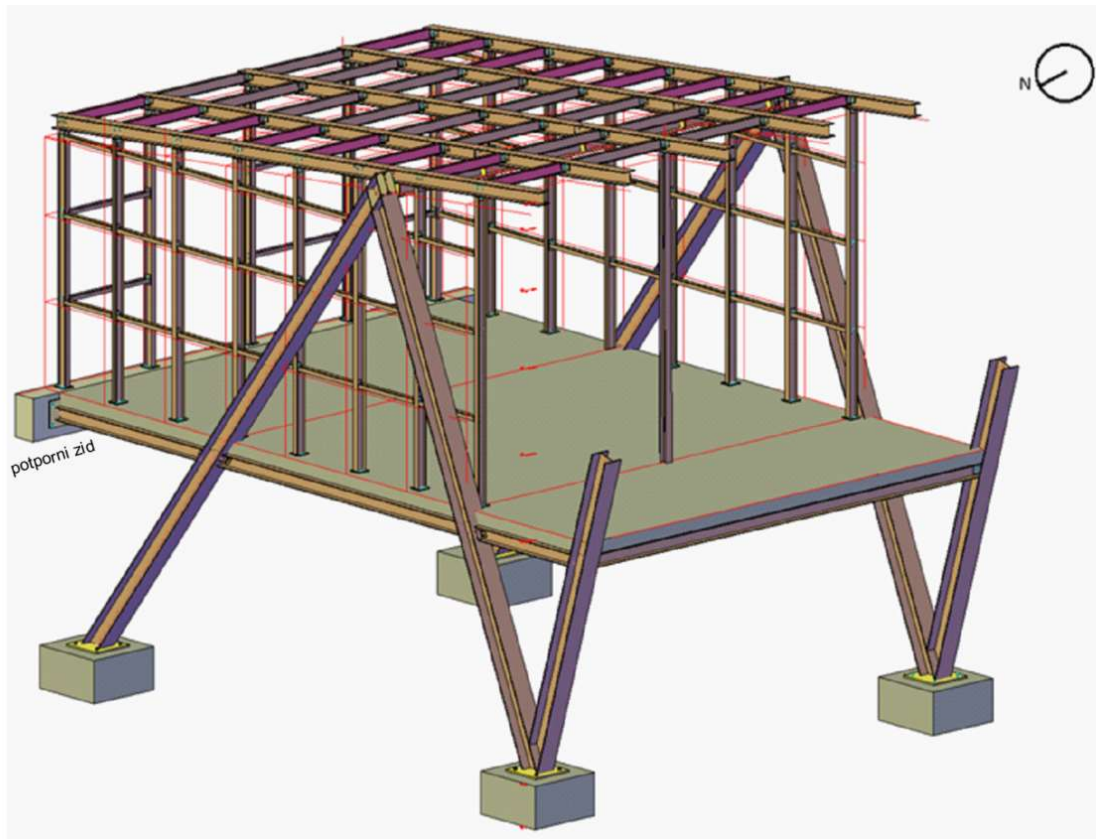
Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti više no što je prikazano u slijedećoj tablici.

Tolerancije:

	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	Dimenzije poprečnog presjeka		+ 10 mm
b	Položaj obične armature u poprečnom presjeku	Za sve h vrijednosti je: $\Delta(\text{minus})$ a pozitivno za H < 150 mm h = 400 mm h > 2500 mm uz linearnu interpolaciju međuvrijednosti	- 10 mm + 10 mm + 15 mm + 20 mm
 <p>c_{\min} = traženi najmanji zaštitni sloj betona; c_n = nominalni zaštitni sloj = $c + \Delta(\text{minus})$; c = stvarni zaštitni sloj; Δ = dopušteno odstupanje od c_n; h = visina poprečnog presjeka; Uvjet: $c + \Delta(\text{plus}) > c_n - \Delta(\text{minus})$; Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata u temeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.</p>			
c	Preklopni spoj	l preklopna duljina	-0,06 l
d	Okomitost poprečnog presjeka	a – duljina dimenzije poprečnog presjeka	ne više od 0,04 a ili 10 mm
e	Ravnost Oplaćena ili zaglađena površina	L = 2,0 m L = 0,2 m	9 mm 4 mm
	Ne oplaćene površine : - globalno - lokalno	L = 2,0 m L = 0,2 m	15 mm 6 mm
f	Zakošenost poprečnog presjeka	ne veće od h/25 ili b/25 ali ne više od 30 mm	
g	Ravnost bridova	za dužine ≥ 1 m > 1 m	8mm 8 mm / m ali ne više od 20 mm
h	Otvori u ulošci	Δ_1 ; Δ_2 ; Δ_3 ;	± 25 mm

4. OBLIKOVANJE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija je inspirirana idejnim rješenjem arhitekta Victora Zavale [9] (Slike 2 do 5). Slijedeći njegovo inicijalno oblikovanje, bilo je potrebno razraditi poprečne presjeke konstrukcijskih elemenata budući da nije dato detaljno arhitektonsko rješenje s dimenzijama konstrukcijskih elemenata već samo vizualizacija čime se inženjeru daje mogućnost da najbolje iskoristi karakteristike svakog dijela konstrukcije. Dakle, optimizacijom poprečnih presjeka i rasporedom elemenata utjecalo se na ponašanje konstrukcije kako bi se dobilo najpovoljnije konstrukcijsko rješenje. Zbog nestabilnosti elementa, dodani su ležajevi s istočne strane konstrukcije gdje se konstrukcija oslanja na stijensku masu, odnosno armirano-betonski temelj. Karakteristični konstrukcijski elementi prikazani su na Slikama od 6 do 14.



Slika 1: Vizualizacija čelične konstrukcije s oznakama strana svijeta [10]



Slika 2: Tlocrtna vizualizacija (dimenzije u mm) [9]



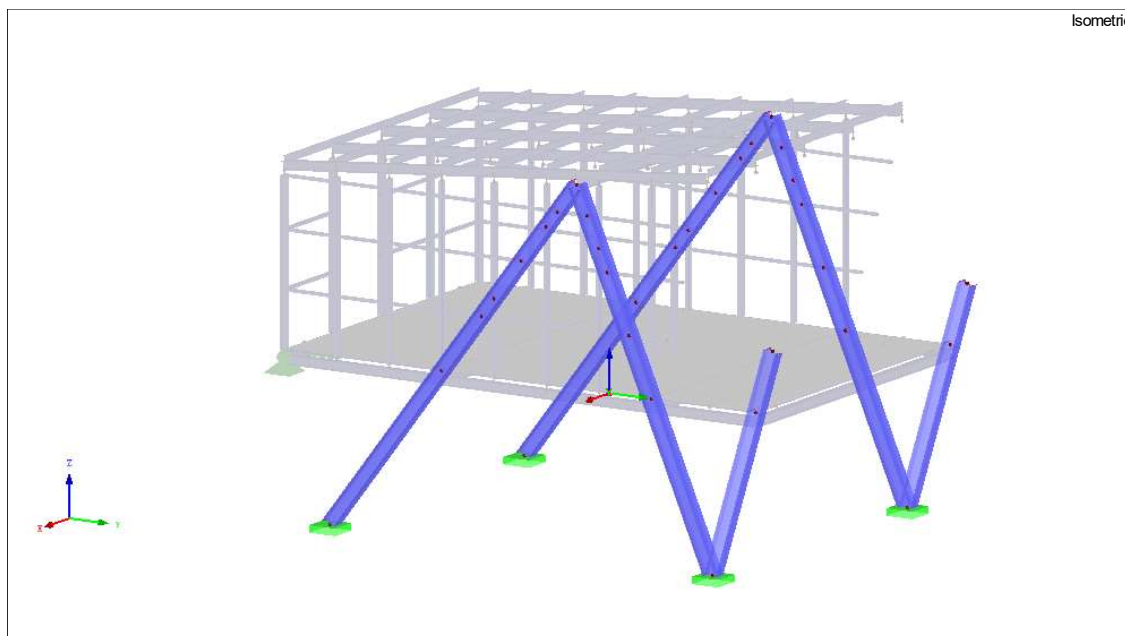
Slika 3: Pogled na konstrukciju sa zapada [9]



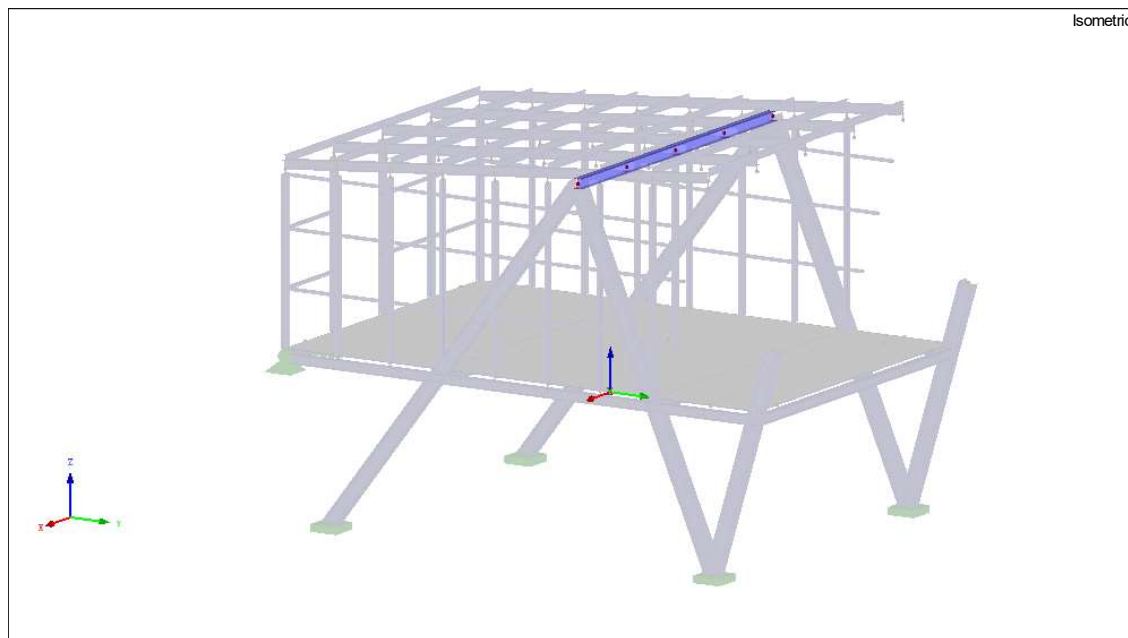
Slika 4: Pogled na konstrukciju sa sjeverozapada [9]



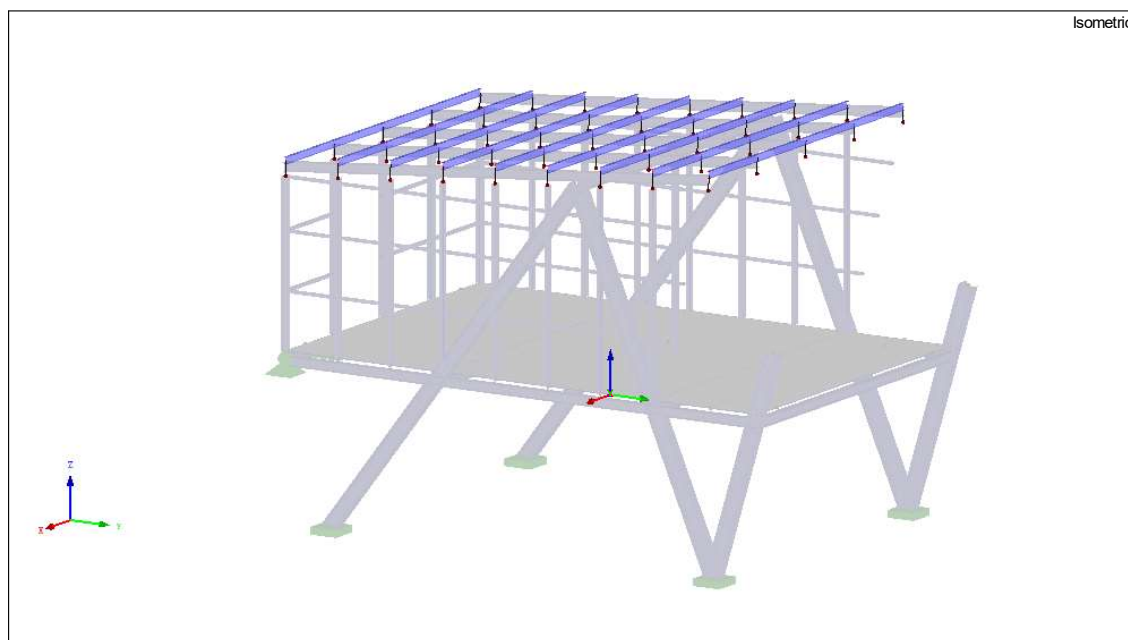
Slika 5: Prikaz eksterijera bakona [9]



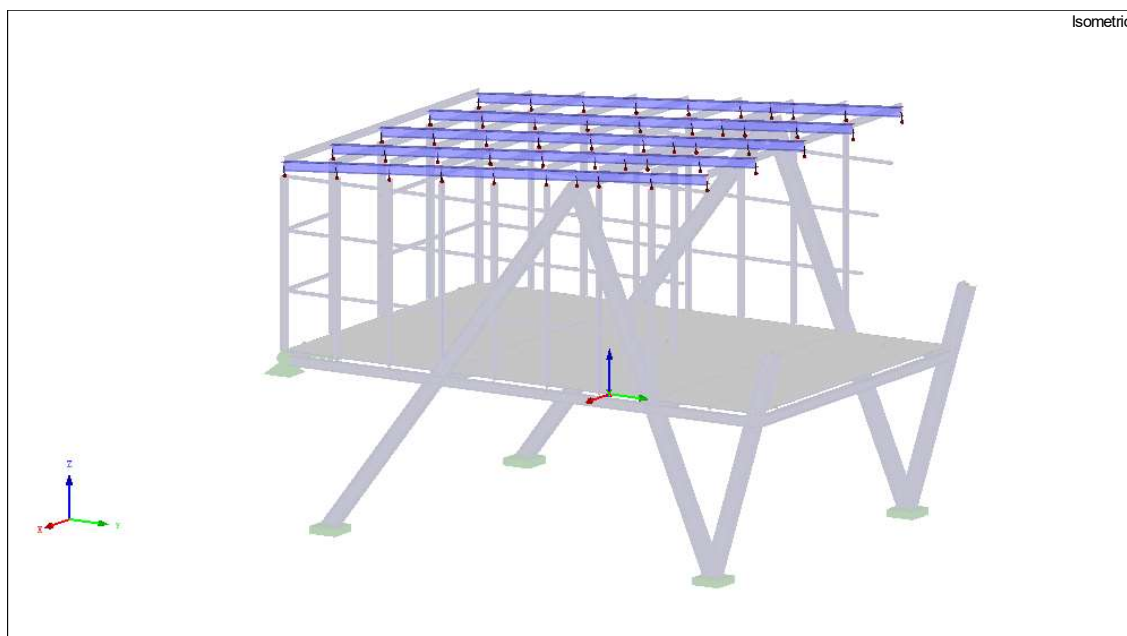
Slika 6: Pozicija glavnih *N*-nosača [5]



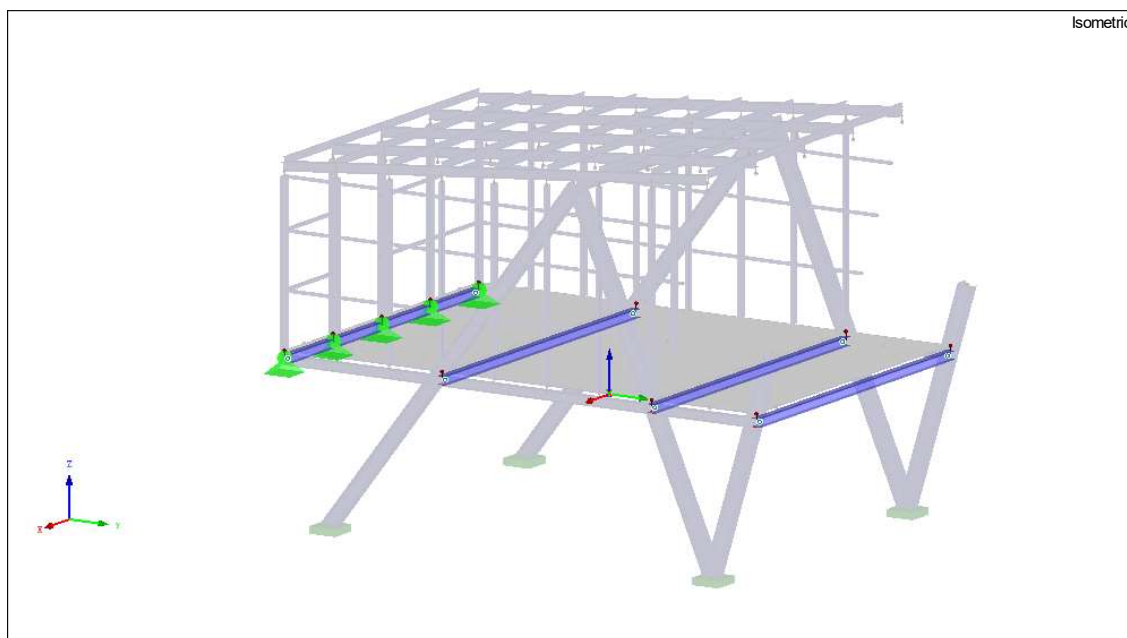
Slika 7: Pozicija krovnog nosača [5]



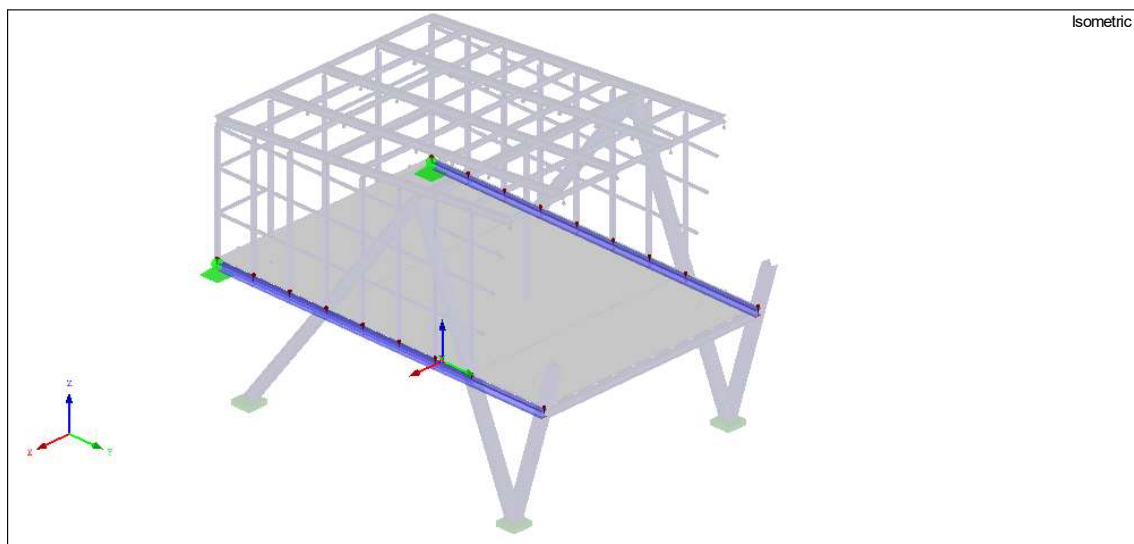
Slika 8: Pozicija poprečnih krovnih nosača (podožrnica) [5]



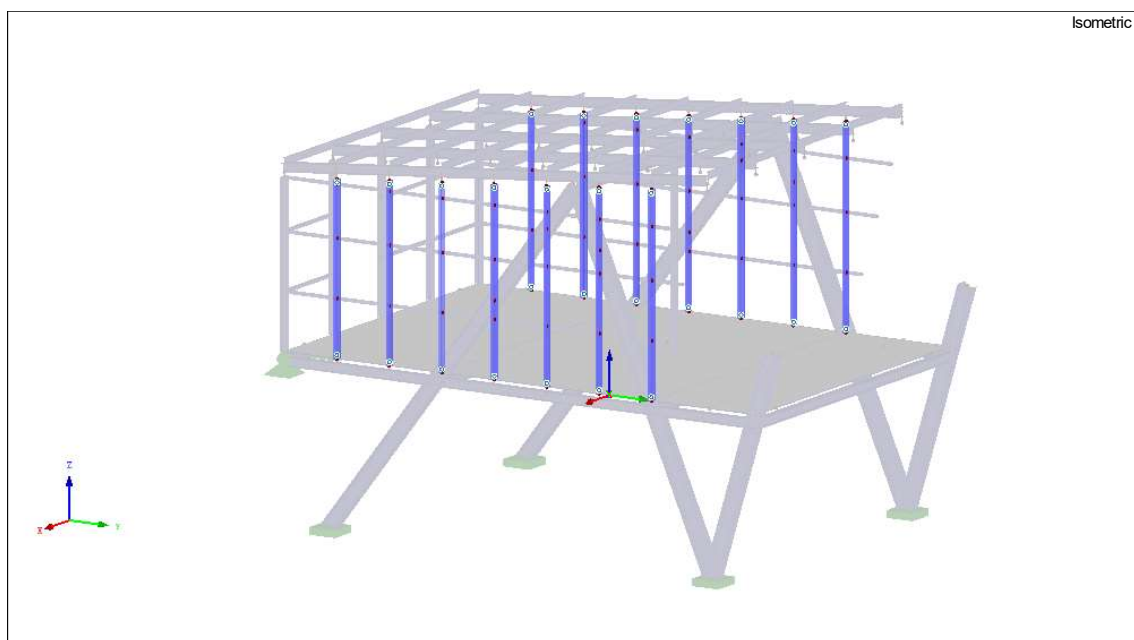
Slika 9: Pozicija uzdužnih krovnih nosača [5]



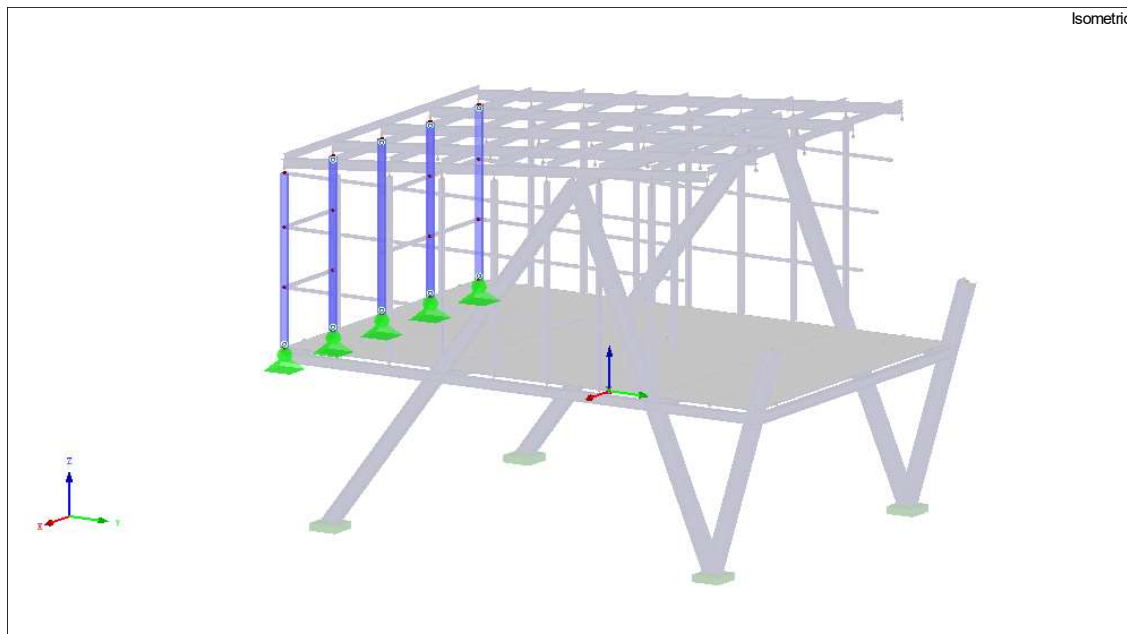
Slika 10: Pozicija poprečnih nosača međukate konstrukcije [5]



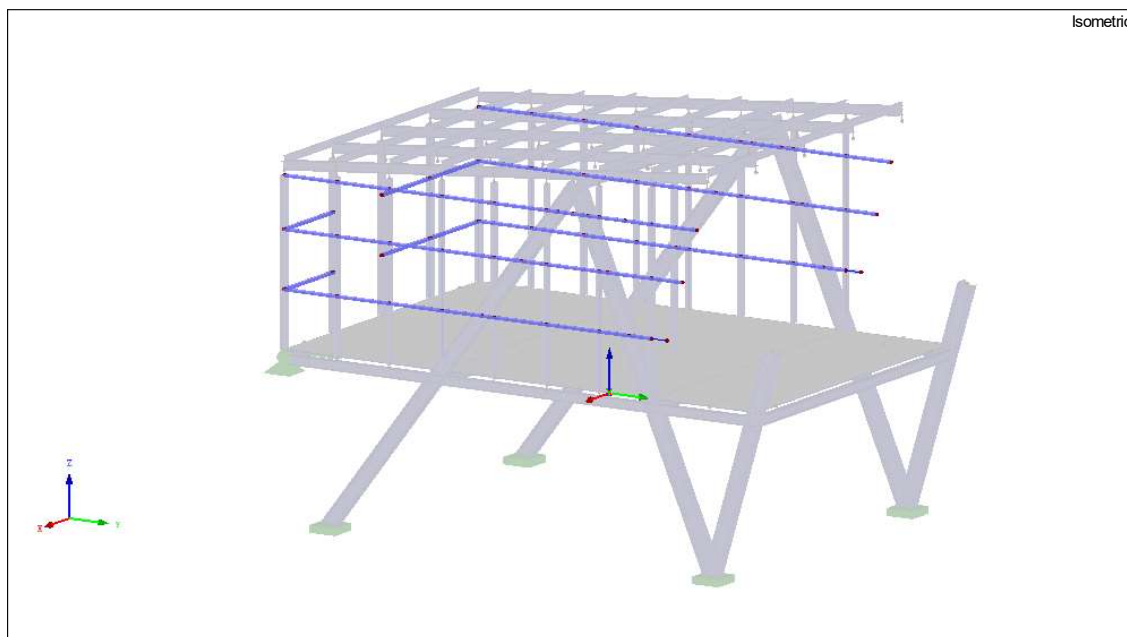
Slika 11: Pozicija uzdužnih međukatnih nosača konstrukcije [5]



Slika 12: Pozicija vertikalnih fasadnih nosača [5]



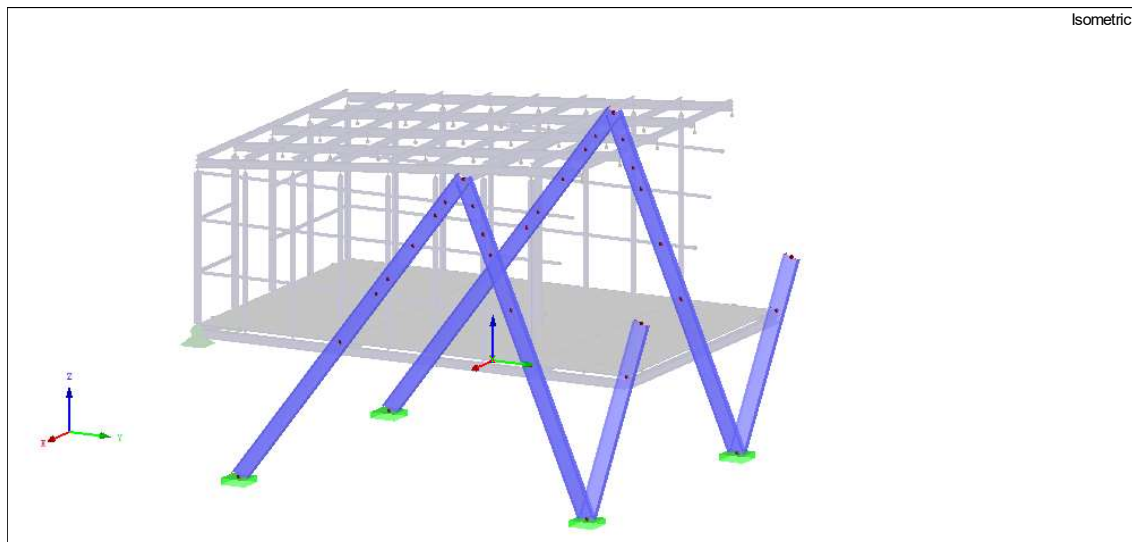
Slika 13: Pozicija stražnji stupovi fasade [5]



Slika 14: Pozicija horizontalnih fasadnih nosača [5]

4.1. Oblikovanje glavnih N – nosača

Glavni nosači (stupovi) na koje je oslonjena cijela konstrukcija svojim izgledom podsjećaju na oblik slova „N“. Proračunati su u dvije varijante, prava s IPN profilima i druga s HEA profilima. Veća visina hrpta I-profila u odnosu na H-profile smanjuje njegovu stabilnost na bočno-torzijsko izvijanje, a kako bi se spriječilo izbočivanje hrpta, potrebna su dodana bočna ukrućenja duž nosača što ponajviše utječe na izgled nosača jer N-nosači čine glavni vidljivi sklop konstrukcije. Za približno jednaku iskorištenost HEA240 poprečnog presjeka od 61% za granično stanje nosivosti kako je prikazano u poglavlju 6.5.1., dobiva se poprečni presjek IPN300 s iskoristivošću od 55% za GSN kako je prikazano u nastavku. Uz to, klasifikacijom HEA240 profil određeno je da je profil klasa 1, dok je IPN300 klasa 2.



Slika 15: Prikaz varijante N-nosača s poprečnim presjekom IPN300 [5]

Nosač Br.	Presjek x [m]	Opterećenje		
95	1,084	CO91	$0,55 \leq 1$	CS211) Savojno izvijanje oko osi y prema 6.3.1.1 i 6.3.1.2 (4)

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²

Debljina $t \leq 16$ mm

Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm				
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm				
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - IPE 300 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	300,0	mm	
Širina presjeka	b	150,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	7,1	mm	
Debljina pojasnice	t_f	10,7	mm	
Radijus	r	15,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	53,80	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	33,67	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	25,67	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a
Moment inercije oko y-y	I_y	8360,00	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_z	604,00	cm ⁴	
Tozijska konstanta	I_t	20,20	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	125,0	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	33,5	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	557,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	80,50	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	628,00	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	125,22	cm ³	
Savojna konstanta presjeka	I_w	125900,00	cm ⁶	
Statički moment	Q_y	314,00	cm ³	

Statički moment	Q_z	30,09	cm^3	
Krivulja izvijanja	BC_y	a		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	b		Tab. 6.2

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N_{Ed}	-52,63	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	13,96	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	-5,03	kN
Torzijski moment	T_{Ed}	-0,03	kNm
Moment	$M_{y,Ed}$	-4,35	kNm
Moment	$M_{z,Ed}$	-16,15	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 2

Pojasnica

	c_f	56,5	mm	Tab. 5.2
	t_f	10,7	mm	Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_f	1,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{f,1}$	9,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{f,2}$	10,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{f,3}$	14,000		Tab. 5.2
c/t	c/t_f	5,276	$\leq \lambda_{f,1}$	
Klasa	Klasa _f	1		Tab. 5.2

Hrbat

Naprezanje na vrhu hrpta	$\sigma_{w,A}$	-1,62	kN/cm^2	< 0	Tlak
Naprezanje na dnu hrpta	$\sigma_{w,B}$	-0,33	kN/cm^2	< 0	Tlak
	c_w	248,6	mm		Tab. 5.2
	t_w	7,1	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	$f_{yd,w}$	23,50	kN/cm^2		3.2.1
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	-52,63	kN	< 0	Tlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α_w	1,000			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,1}$	23,50	kN/cm^2		
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,2}$	4,80	kN/cm^2		
Razmjer naprezanja	ψ_w	0,204			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{w,1}$	33,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{w,2}$	38,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{w,3}$	56,957			Tab. 5.2
c/t	c/t_w	35,014		$\leq \lambda_{w,1}$	
Klasa	Klasa _w	2			Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	Klasa	2			

Proračun nosivosti

Moment	$M_{y,Ed}$	4,35	kNm		
Plastični moment otpora	$W_{pl,y}$	628,00	cm ³		
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Parcijalni faktor	γ_{M0}	1,000			6,1
Plastični moment nosivosti	$M_{pl,y,Rd}$	147,58	kNm		Eq. (6.13)
Proračunska poprečna sila	$V_{z,Ed}$	5,03	kN		
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	25,67	cm ²		6.2.6(3)
Nosivost na poprečnu silu	$V_{pl,z,Rd}$	348,28	kN		Eq. (6.18)
$V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$	v_z	0,014		≤ 0.5	6.2.10(2)
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	-52,63	kN		
Površina poprečnog presjeka	A	53,80	cm ²		
Plastična nosivost na normalnu silu	$N_{pl,Rd}$	1264,30	kN		(6.6)
Debljina hrpta	h_w	278,6	mm		
Debljina pojasnice	t_w	7,1	mm		
Kriterij 1	n	0,042		≤ 0.25	(6.33)
Kriterij 2	n_w	0,113		≤ 0.50	(6.34)
Moment	$M_{z,Ed}$	16,15	kNm		
Plastični moment otpora	$W_{pl,z}$	125,22	cm ³		
Moment nosivosti	$M_{pl,z,Rd}$	29,43	kNm		Eq. (6.13)
Proračunska poprečna sila	$V_{y,Ed}$	13,96	kN		
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	33,67	cm ²		6.2.6(3)
Posmična nosivost	$V_{pl,y,Rd}$	456,81	kN		Eq. (6.18)
$V_{y,Ed} / V_{pl,y,Rd}$	v_y	0,031		≤ 0.5	6.2.10(2)
Kriterij	n_w	0,113		≤ 1	(6.35)
Konstanta interakcije	α	2,000			6.2.9.1(6)
Konstanta interakcije	β	1,000			6.2.9.1(6)
Proračunska komponenta za My	η_{My}	0,00		≤ 1	Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za Mz	η_{Mz}	0,55		≤ 1	Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za M	η_M	0,55		≤ 1	Eq. (6.41)

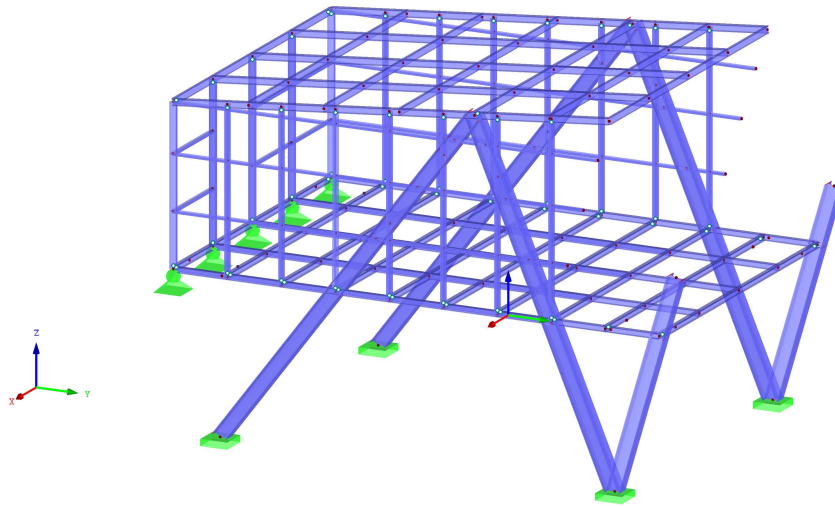
Uvjet nosivosti

$$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta = 0.55 \leq 1 \quad (6.41)$$

Dakle, sustavu s H-nosačima je potrebna manja visina hrpta za približno istu iskorištenost i stabilnost u odnosu na I-profile stoga je konstrukcija modelirana s HEA240 profilima.

4.2. Oblikovanje međukatne konstrukcije

Međukatna konstrukcija proračunata je za dvije varijante, prva kao roštiljni sustav s čeličnim I-profilima kao što je prikazano na slici 16 i spregnuta ploča na slici 1. Roštiljni sustav izgledom je atraktivniji jer se u prizemlju ističu nosači koji daju dašak elegancije u pogledu na strop, no s druge strane utrošak čelika je pozamašan, a ne treba zanemariti ni spojni pribor u ukupnoj težini čelika. Svakako, proporcionalno povećanim brojem spojeva uzdužnih i poprečnih profila roštilja, povećava se i vrijeme montaže. Najveći nedostatak u ovako oblikovanom sustavu je nedovoljna posmična krutost. Naime, javlja se nestabilnost sustava te je potrebna dijafragma ili stabilizacijski vez koji će ukrutiti sustav prilikom horizontalnih djelovanja. Dovoljnim brojem nosača u oba smjera moguće je postići stabilnost, no takvo oblikovanje nije racionalno ukoliko se usporedi takav sustav sa sustavom spregnute ploče. Bolje rješenje predstavlja spregnuta ploča tzv. slim-floor. U tom slučaju, armirano-betonska ploča djeluje kao dijafragma pa je sustav stabilan. Između ostalog, dobiva se manji broj nosača (rebara), trapezni lim ujedno služi kao izgubljena oplata, a sama izvedba uvelike je jednostavnija, kao i transport i montaža. U konačnici, povoljniji sustav je svakako spregnuta međukatna konstrukcija i s aspekta konstrukcijske stabilnosti i s aspekta ekonomičnosti te brzine gradnje.



Slika 16: Prikaz varijante međukatne konstrukcije kao roštiljni sustav. [5]

Tip međukatne konstrukcije utječe i na preraspodjelu opterećenja što utječe na konačne dimenzije poprečnih presjeka svih konstrukcijskih elemenata.

4.3. Oblikovanje nosača fasade

Uobičajeno se za nosače panela koriste UPN profili koji svojim oblikom poprečnog presjeka imaju povoljna svojstva glede utroška materijala s iskoristivosti presjeka. Međutim, u priobalnim i otvorenim područjima bez značajnijih prepreka gdje su izraženija vjerovna opterećenja u kombinaciji sa zidnim panelima koji stvaraju opterećenje od 130 kg/m^2 , ovakvi se profili nisu pokazali učinkovitima. Naime, općenito UPN-profili su nesimetrični i nestabilniji u odnosu na I-profile, stoga se kao nosači fasade odabiru IPN-profili.

5. ANALIZA DJELOVANJA

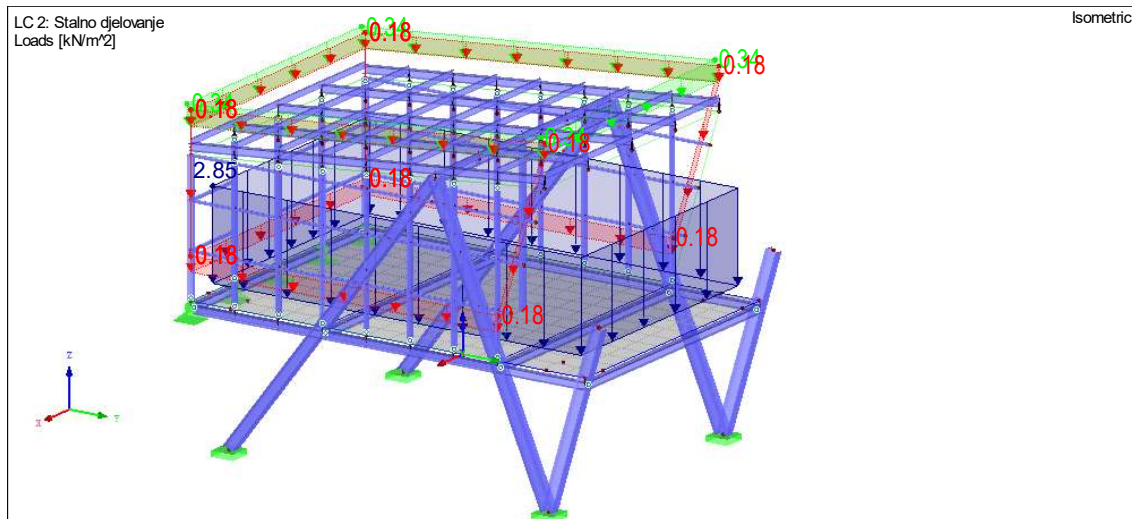
Analiza djelovanja provodi se prema EN 1991 i pripadnim nacionalnim dodatkom HRN EN, dok su proračunske kombinacije određene prema normi EN 1990 s pripadajućim faktorima sigurnosti za stalnu i karakterističnu kombinaciju djelovanja.

5.1. Stalno djelovanje

Vlastita težina čeličnih i betonskih dijelova konstrukcije uzeta je u obzir korištenjem naredbe *Self-Weight* u programskom paketu Dlubal RFEM [5]. Karakteristično stalno opterećenje krovne konstrukcije u proračunu je usvojeno kao $0,34 \text{ kN/m}^2$ kojim je uzeta u obzir vlastita težina krovnog pokrova kojeg čini sendvič panel ISOPHENIC (IPN) RW KS1000 s vanjskom profilacijom trapeza s 3 rebra debljine 100 mm čija je težina jednaka $0,12 \text{ kN/m}^2$ [1], te spojni pribor i ovješene instalacije. Fasadni sustav čine zidni paneli PGB PSD debljine 120 mm i težine $0,13 \text{ kN/m}^2$ s čeličnom oblogom od 0,5 mm. Stalno opterećenje međukatne konstrukcije iznosi $2,85 \text{ kN/m}^2$ koje čine slojevi poda i opterećenje od pregradnih zidova. Detaljan prikaz stalnog opterećenja na konstrukciju naveden je u tablici 1.

Tablica 1: Analiza stalnog opterećenja na fasadu, krov i međukatnu konstrukciju.

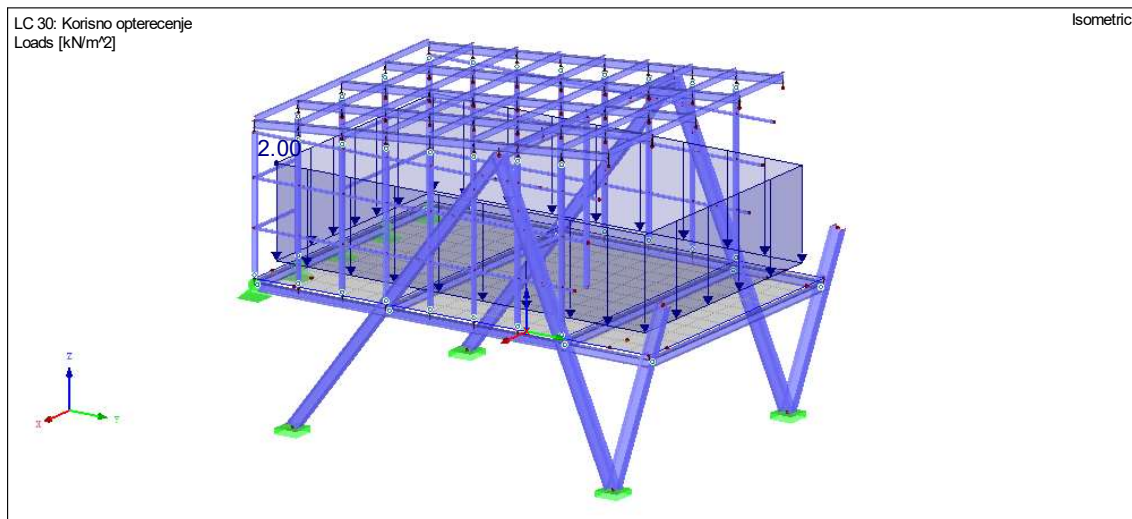
Analiza stalnog opterećenja	Zapremninska težina [kN/m ³]	Debljina sloja [m]	Opterećenje
Krovnna konstrukcija / neprohodni krov			
Sendvič PU panel 100 mm			0,12 kN/m ²
Zvučna i toplinska izolacija 5 cm	0,25	0,5	0,13 kN/m ²
Obloga gipskartonskim pločama			0,09 kN/m ²
		ukupno //	0,34 kN/m ²
Fasada			
Zidni sendvič panel PU 120 mm			0,13 kN/m ²
Spojni pribor			0,05 kN/m ²
		ukupno //	0,18 kN/m ²
Međukatna konstrukcija			
Keramičke pločice + ljepilo 2 cm	28	0,02	0,56 kN/m ²
Cementni estrih 6 cm	23	0,06	1,38 kN/m ²
Termoizolacija EPS 5 cm	0,25	0,05	0,01 kN/m ²
Armirano-betonska ploča 15 cm		<i>Dlubal RFEM</i>	
Trapezni lim Cofrastra® 40 0,75 mm			0,10 kN/m ²
Opterećenje od pregradnih zidova			0,80 kN/m ²
		ukupno //	2,85 kN/m ²



Slika 17: Prikaz stalnog krovnog, fasadnog i stropnog opterećenja na konstrukciju u kN/m^2 [5]

5.2. Uporabno opterećenje

Uporabno opterećenje zgrade kategorije A stambene namjene u razini međukatne konstrukcije iznosi $2,0 \text{ kN/m}^2$ prema normi HRN EN 1991-1-1.



Slika 18: Prikaz korisnog opterećenja na međukatnu konstrukciju u kN/m^2 . [5]

5.3. Promjenjivo opterećenje snijegom

Karakteristično opterećenje snijegom na tlu za područje Trgeta koji spada u 1. snježno područje s nadmorskom visinom od 100 m n.m. iznosi $S_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$ prema tablici 2 i Slici 22.

Tablica 2: Opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine [3]

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



Slika 19: Karta snježnih područja [3]

Prihvaća se preporučeni koeficijent izloženosti $C_e = 1,0$ i toplinski koeficijent $C_t = 1,0$. Opterećenja snijegom na krovovima određuju se prema izrazu (5.1.) EN 1991-1-3 za trajne / privremene situacije:

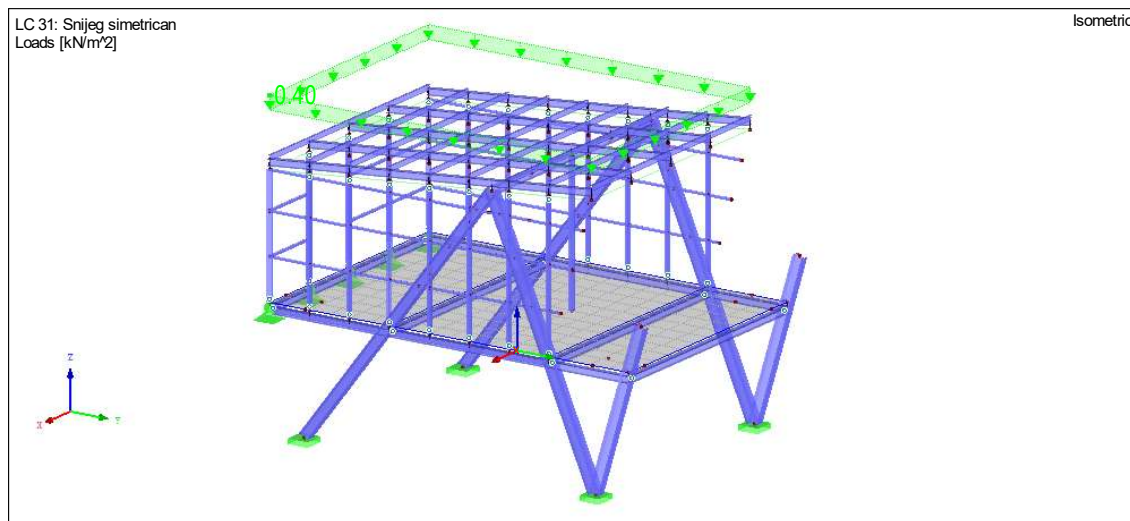
$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

pri čemu se μ_i za krov nagiba 5° uzima kao $\mu_i = \mu_1 = \mu_2 = 0,8$ prema tablici 3.

Za proračun konstrukcije mjerodavno je simetrično opterećenje snijegom $s_{1,k} = 0,4 \text{ kN/m}^2$.

Tablica 3: Koeficijenti oblika opterećenja snijegom [4]

Nagib krova	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 (60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha /30$	1,6	--

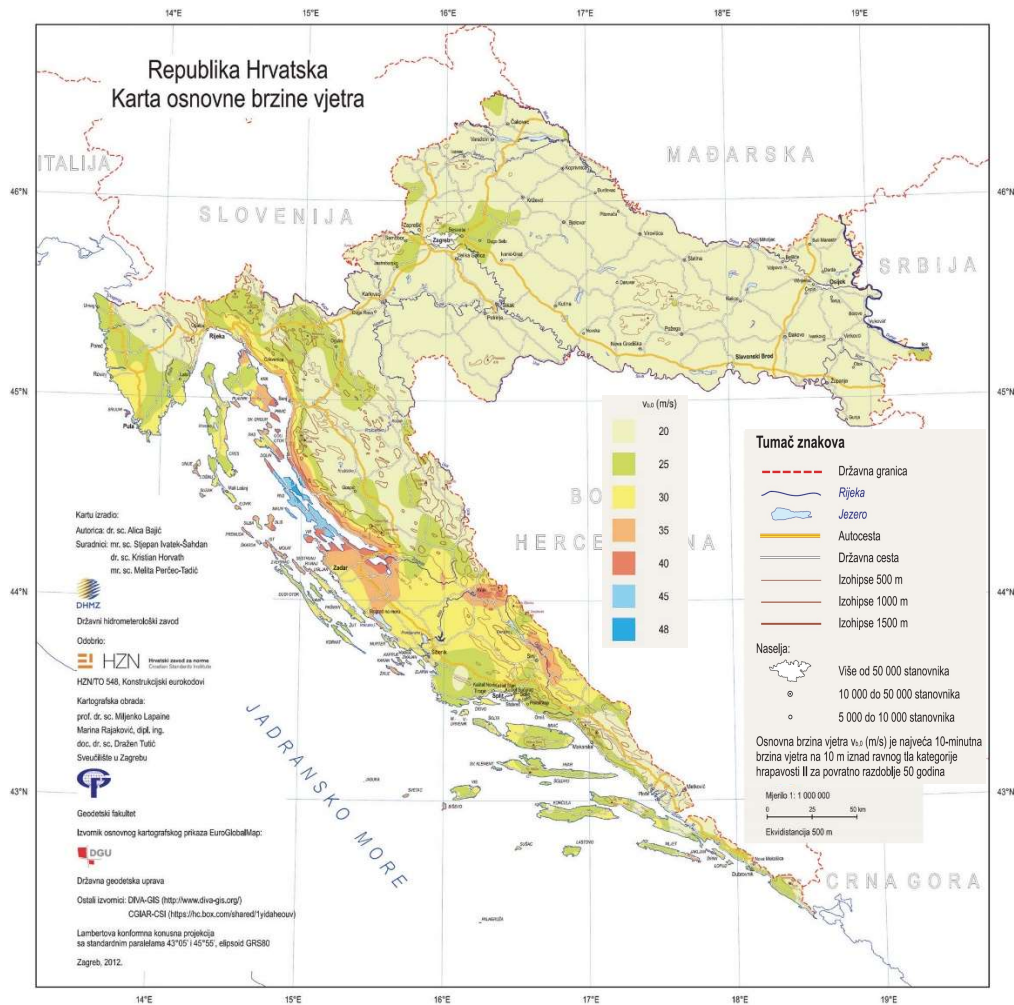
Slika 20: Prikaz karakterističnog opterećenja snijegom na konstrukciji krova u kN/m² [5]

5.4. Promjenjivo opterećenje vjetrom

Osnovna brzina vjetra izračunava se prema [6]:

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

Vrijednost osnovne brzine vjetra $v_{b,0} = 30,0$ m/s je određena na temelju Karte osnovnih brzina vjetra Republike Hrvatske koja je prikazana na slici 24. Prihvaća se preporučena vrijednost faktora smjera $c_{dir} = 1,0$ i vrijednost faktora godišnjega doba $c_{season} = 1,0$ čime osnovna brzina vjetra v_b iznosi $v_b = 30,0$ m/s.



Slika 21: Karte osnovnih brzina vjetra Republike Hrvatske $v_{b,0}$ [7]

Srednja brzina vjetra $v_m(z)$ na visini z iznad terena ovisi o koeficijentima hrapavosti $c_r(z)$ i orografiji terena $c_0(z)$ koji se u proračun uzima s vrijednošću 1,0, te o osnovnoj brzini vjetra v_b , a definirana je prema [6]:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

Faktor hrapavosti, $c_r(z)$, objašnjava varijabilnost srednje brzine vjetra na mjestu konstrukcije te se određuje iz formule (4.4) prema [6] s obzirom na visinu u sljemenu z :

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

gdje je z_0 je duljina hrapavosti, a k_r faktor terena izračunat pomoću formule:

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

gdje je $z_{0, II} = 0,05$ m (kategorija terena II, Tablica 4)

$z_0 = 0,003$ m (kategorija terena 0, Tablica 4)

Tablica 4: Kategorije terena i parametri terena [6]

Kategorija terena		z_0 m	z_{min} m
0	More ili obalno područje izloženo otvorenom moru	0,003	1
I	Jezera ili ravno i vodoravno područje s zanemarivom vegetacijom i bez prepreka	0,01	1
II	Područje s niskim raslinjem poput trave i izoliranih prepreka (drveće, zgrade) s razmakom od najmanje 20 visina prepreke	0,05	2
III	Područje s stalnom pokrovom vegetacije ili zgrada ili područja s izoliranim preprekama s razmakom od najviše 20 visina prepreka (poput sela, predgrađa, stalne šume)	0,3	5
IV	Područje s najmanje 15% površine prekrivene zgradama čija prosječna visina premašuje 15 m	1,0	10

Faktor terena k_r iznosi $k_r = 0,156$, a njegovim uvrštavanjem u izraz za $c_r(z)$ gdje je $z = 6,40$ m dobiva se $c_r(z) = 1,20$. U konačnici, srednja brzina vjetra $v_m(z) = 36$ m/s.

Intenzitet turbulencije $I_v(z)$ na visini z definiran je kao standardno odstupanje turbulencije σ_v podijeljeno sa srednjom brzinom vjetra $v_m(z)$:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_t}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$

gdje je:

k_t faktor turbulencije. Preporučena vrijednost za k_t je 1,0.

c_0 je faktor orografije. Uzima se vrijednost $c_0(z) = 1,0$

$z_0 = 0,003$ m je duljina hrapavosti, dana u tablici 4

Intenzitet turbulencije $I_v(z) = 0,13$.

Vršni pritisak brzine $q_p(z)$ na visini $z = 6,40$ m, koji uključuje srednje i kratkotrajne fluktuacije brzine se određuje na temelju sljedeće formule:

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

gdje je,

ρ gustoća zraka, koja ovisi o nadmorskoj visini, temperaturi i zračnom tlaku koji se očekuju u regiji tijekom olujnih vjetrova, preporučena vrijednost gustoće zraka $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$.

$c_e(z)$ faktor izloženosti:

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

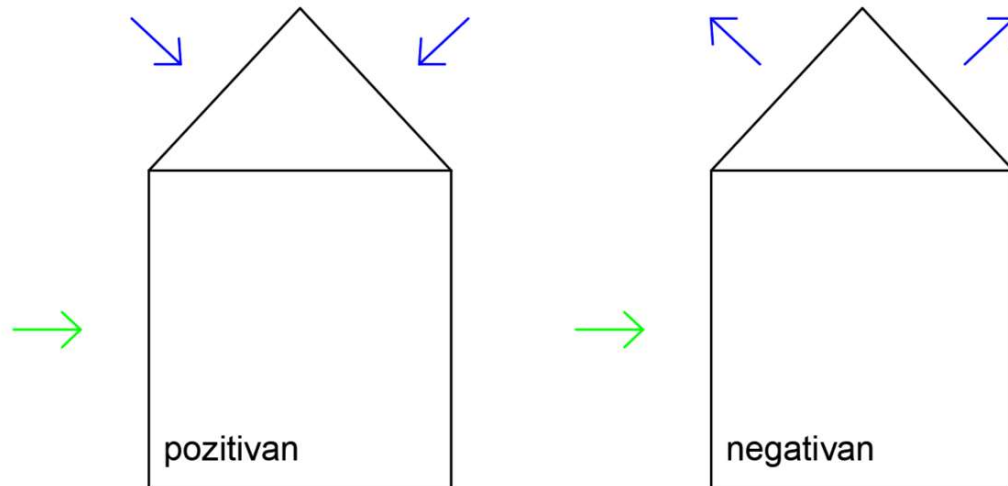
q_b je osnovni pritisak brzine:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

te iznosi $q_b = 0,55 \text{ kN/m}^2$.

Uvrštavanjem dobivenih vrijednosti u izraz za $q_p(z)$ dobiva se vrijednost $q_p(z) = 1,55 \text{ kN / m}^2$.

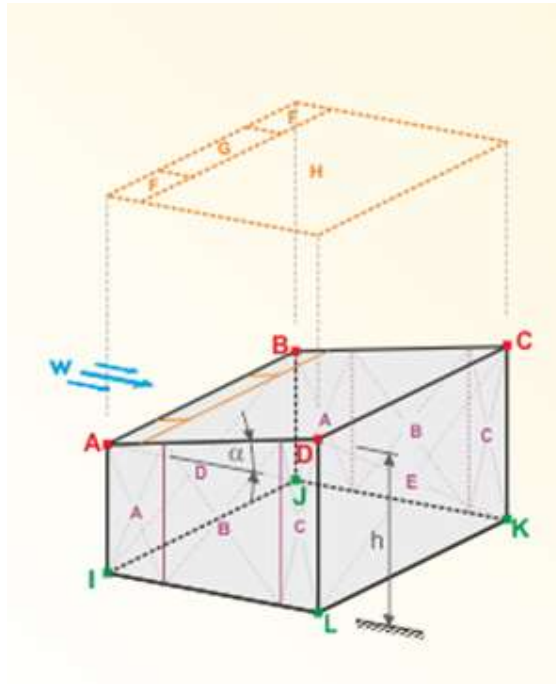
Unutarnji pritisak vjetra se uzima kao pozitivan s vrijednošću koeficijenta $c_{pi} = 0.2$, dok se negativan uzima s vrijednošću $c_{pi} = -0.3$. U nastavku su izdvojeni mogući načini smjera djelovanja vjetra sa ili bez unutarnjeg vjetra različitih orijentacija. Programski paket Dlubal RFEM omogućava generiranje vjetrovnih zona na vertikalne zidove i ravni krov. Promatra se pozitivan i negativan smjer puhanja vjetra sa svih strana svijeta budući da se tlak vjetra brzo mijenja između pozitivnih i negativnih vrijednosti. Područja krova F, G, H, I i J moraju se klasificirati odvojeno prema vjetru i zavjetrini. To rezultira s ukupno četiri moguće kombinacije vjetra, ovisno o strani zgrade. Za smjer vjetra u poprečnom smjeru (istočna i zapadna strana), pozitivni kao i negativni aerodinamički koeficijenti moraju se uzeti u obzir za nagibe krova do 45° . S druge strane, ne postoje pozitivni koeficijenti vanjskog tlaka za smjer vjetra u uzdužnom (južna i sjeverna strana). Pozitivni (tlačni) aerodinamički koeficijenti koriste se za privjetrinsku stranu, a negativni (usisni) koeficijenti za zavjetrinsku stranu krova. Na primjer, ako postoje samo negativni koeficijenti za položaj opterećenja, negativna opterećenja primjenjuju se samo na površinu krova. Dakle, ako nema tlaka ove su vrijednosti postavljene na 0. Stoga se za „pozitivan smjer“ koriste samo pozitivni (tlačni) aerodinamički koeficijenti prema površini krova, a za „negativan“ samo negativni (usisni) aerodinamički koeficijenti prema površini krova. U nastavku se nalazi slikovno pojašnjenje.



Slika 22: Prikaz djelovanja vjetra (pritisak – pozitivan i usis – negativan)

Svaka strana ima svoje oznake geometrije krovnih i zidnih zona. Prikazani su rezultati vjetrovnog opterećenja po zonama bez unutarnjeg tlaka, te s unutarnjim tlakom u vrijednostima od $c_{pi} = 0,2$ i $c_{pi} = -0,3$.

5.4.1. Smjer vjetrova poprečno – istočna strana



Slika 23: Prikaz vjerovnih zona krovnih i vertikalnih ravnina za istočni poprečni smjer vjetrova [5]

Podaci o konstrukciji s obzirom na sliku 23:

$$h = 6,40 \text{ m} \quad A_{\text{zidova}} = 83,36 \text{ m}^2$$

$$b = 6,00 \text{ m} \quad A_{\text{krova}} = 48,60 \text{ m}^2$$

$$d = 7,00 \text{ m} \quad \alpha = 5^\circ$$

$$e_{\text{zidovi}} = 6,0 \text{ m}$$

$$e_{\text{krov}} = 6,0 \text{ m}$$

Dimenzije krovnih i zidnih vjerovnih zona s obzirom na sliku 23:

$$d_A = 1,2 \text{ m} \quad b_F = 1,5 \text{ m}$$

$$d_B = 4,8 \text{ m} \quad d_F = 0,6 \text{ m}$$

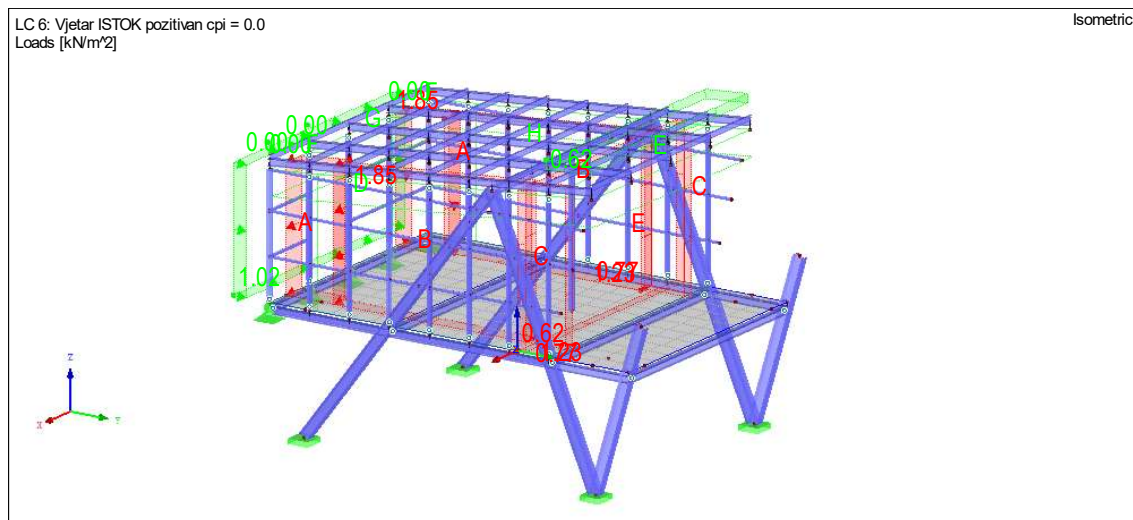
$$d_C = 1,0 \text{ m} \quad d_H = 7,469 \text{ m}$$

5.4.1.1. Smjer vjetra poprečno – istočna strana / bez unutarnjeg vjetra

Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetra

Tablica 5: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog pritiska w_e poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade

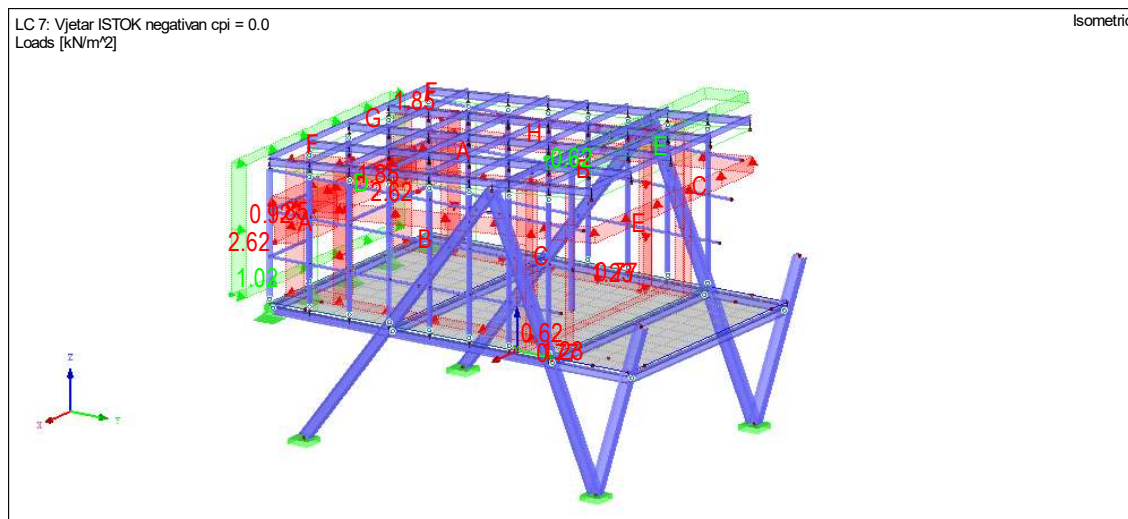
zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski pritisak w_e [kN/m ²]
A	-1,200	-1,85
B	-0,800	-1,23
C	-0,500	-0,77
D	0,789	1,03
E	-0,477	-0,62
F	0,000	0,00
G	0,000	0,00
H	0,000	0,00



Slika 24: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer (pritisak) vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]

Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetraTablica 6: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog usisa w_e za negativan smjer (usis) djelovanja poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski vjetar w_e [kN/m ²]
A	-1,200	-1,85
B	-0,800	-1,23
C	-0,500	-0,77
D	0,789	1,03
E	-0,477	-0,62
F	-1,700	-2,62
G	-1,200	-1,85
H	-0,600	-0,92

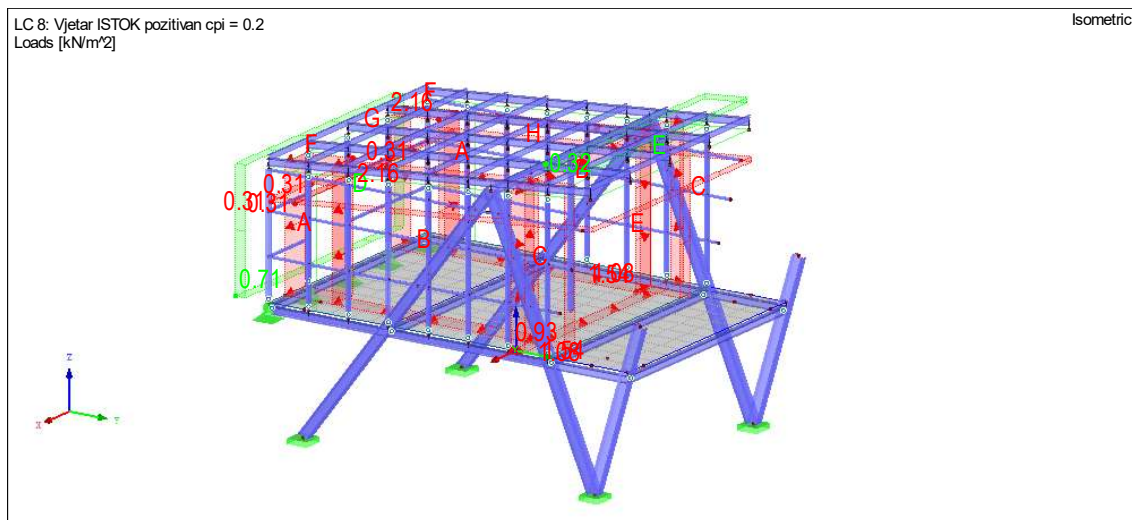
Slika 25: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer (usis) vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]

5.4.1.2. Smjer vjetrova poprečno – istočna strana / unutarnji pritisak $c_{pi} = 0,2$

Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetrova

Tablica 7: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog pritiska w_e za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetrova koji puše s istočne strane zgrade

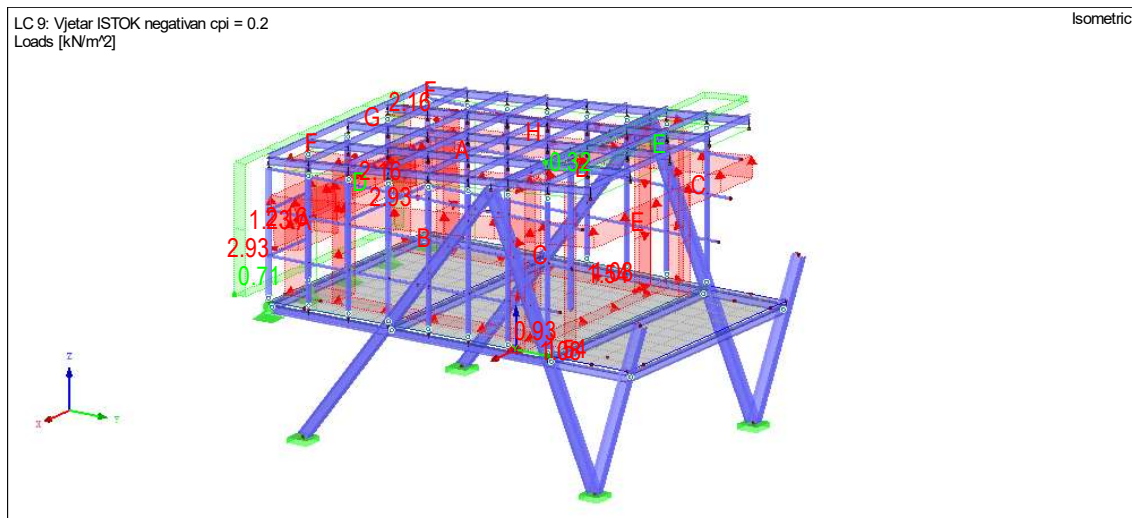
zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-2,16
B	-0,800	-1,54
C	-0,500	-1,08
D	0,789	0,72
E	-0,477	-0,93
F	0,000	-0,31
G	0,00	-0,31
H	0,000	-0,31



Slika 26: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog istočnog poprečnog vjetrova gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$. [5]

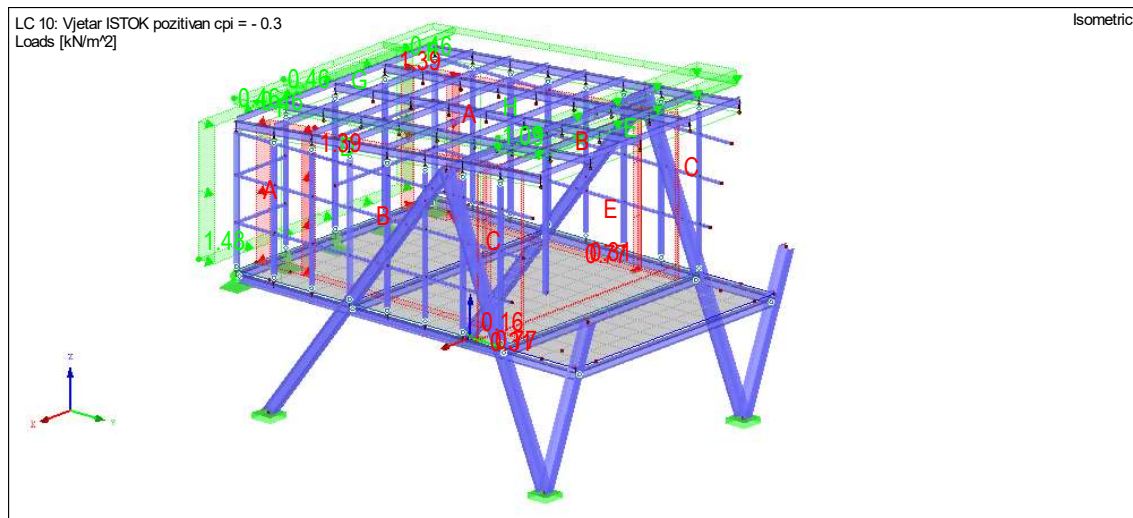
Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetraTablica 8: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog usisa w_e za negativan smjer (usis) djelovanja poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-2,16
B	-0,800	-1,54
C	-0,500	-1,08
D	0,789	0,72
E	-0,477	-0,93
F	-1,700	-2,93
G	-1,200	-2,16
H	-0,600	-1,23

Slika 27: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer (usis) vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]

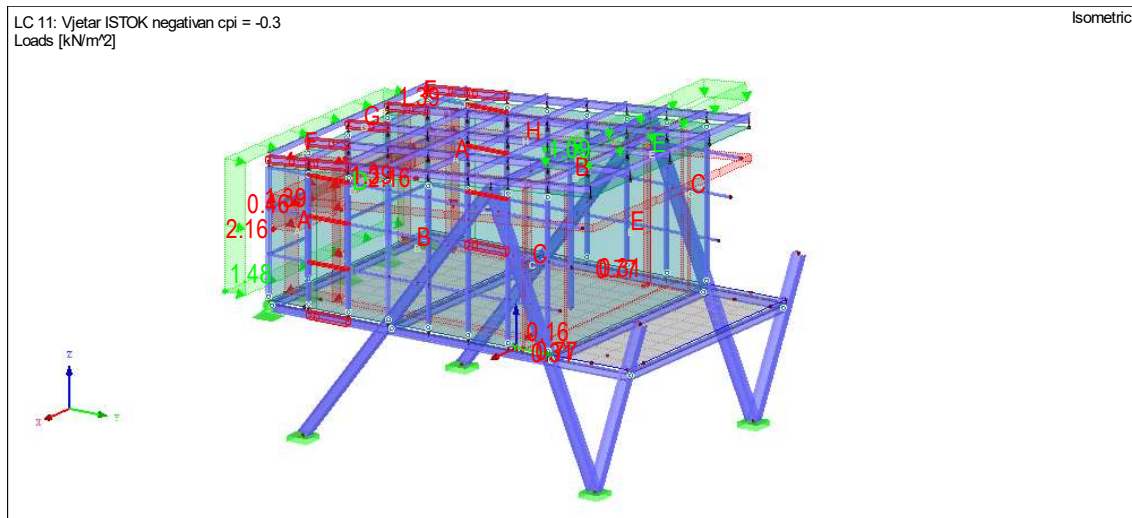
5.4.1.3. Smjer vjetra uzdužno – istočna strana / unutarnji usis $c_{pi} = -0,3$ **Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetra**Tablica 9: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog pritiska w_e za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji pritisak $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-1,39
B	-0,800	-0,77
C	-0,500	-0,31
D	0,789	1,49
E	-0,477	-0,16
F	0,000	0,46
G	0,000	0,46
H	0,000	0,46

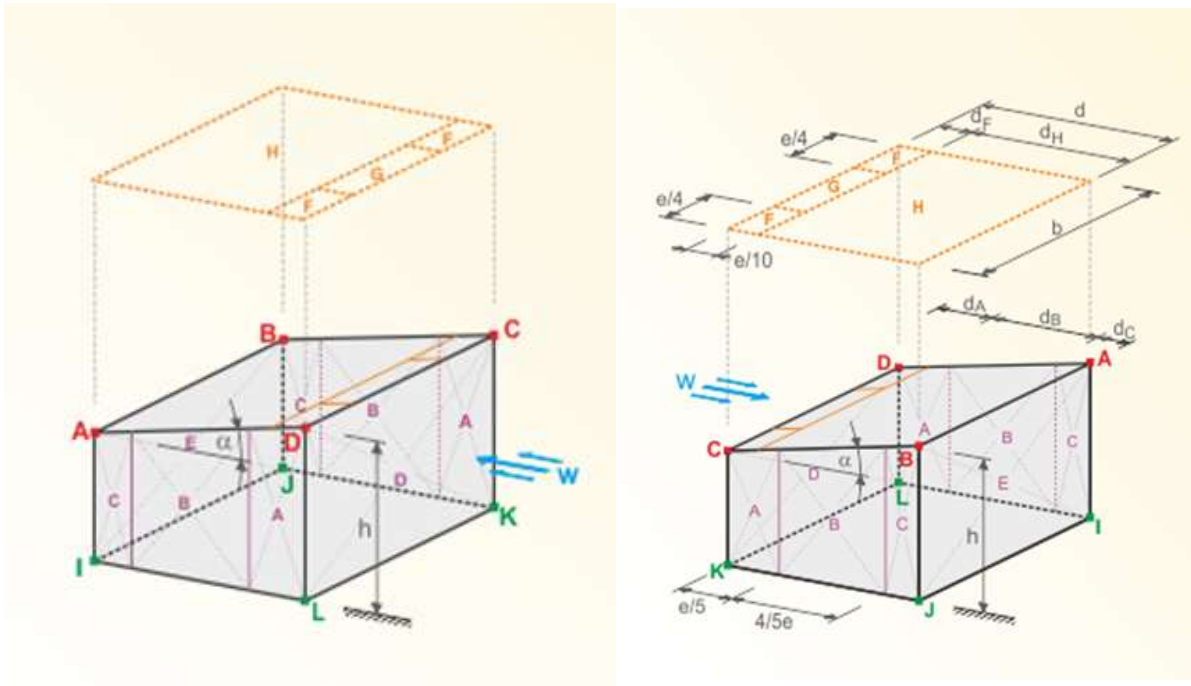
Slika 28: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]

Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetraTablica 10: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog usisa w_e za negativan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše s istočne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-1,39
B	-0,800	-0,77
C	-0,500	-0,31
D	0,789	1,49
E	-0,499	-0,16
F	-1,700	-2,16
G	-1,200	-1,39
H	-0,600	-0,46

Slika 29: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog istočnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]

5.4.2. Smjer vjetra poprečno – zapadna strana



Slika 30: Prikaz vjerovnih zona krovnih i vertikalnih ravnina za zapadni poprečni smjer vjetra $\Theta=180^\circ$ [5]

Podaci o konstrukciji s obzirom na sliku 30:

$h = 6,407 \text{ m}$	$A_{\text{zidova}} = 83,361 \text{ m}^2$
$b = 6,0 \text{ m}$	$A_{\text{krova}} = 48,60 \text{ m}^2$
$d = 7,0 \text{ m}$	$\alpha = 5^\circ$
$e_{\text{zidovi}} = 6,0 \text{ m}$	
$e_{\text{krov}} = 6,0 \text{ m}$	

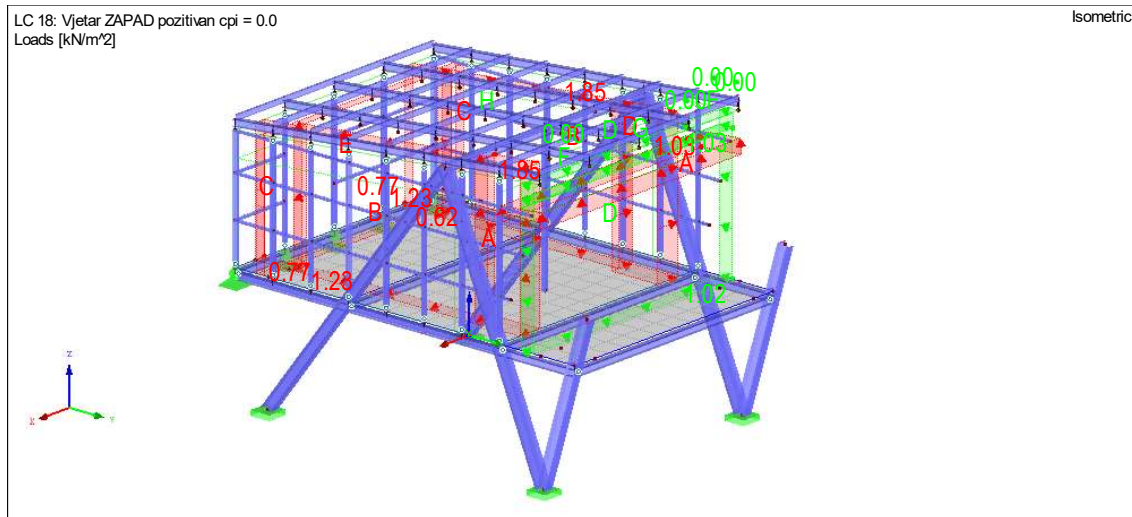
Dimenzije krovnih i zidnih vjerovnih zona s obzirom na sliku 30:

$d_A = 1,4 \text{ m}$	$b_F = 1,500 \text{ m}$
$d_B = 4,8 \text{ m}$	$d_F = 0,600 \text{ m}$
$d_C = 1,0 \text{ m}$	$d_H = 7,469 \text{ m}$

5.4.2.1. Smjer vjetra poprečno – zapadna strana / bez unutarnjeg vjetra

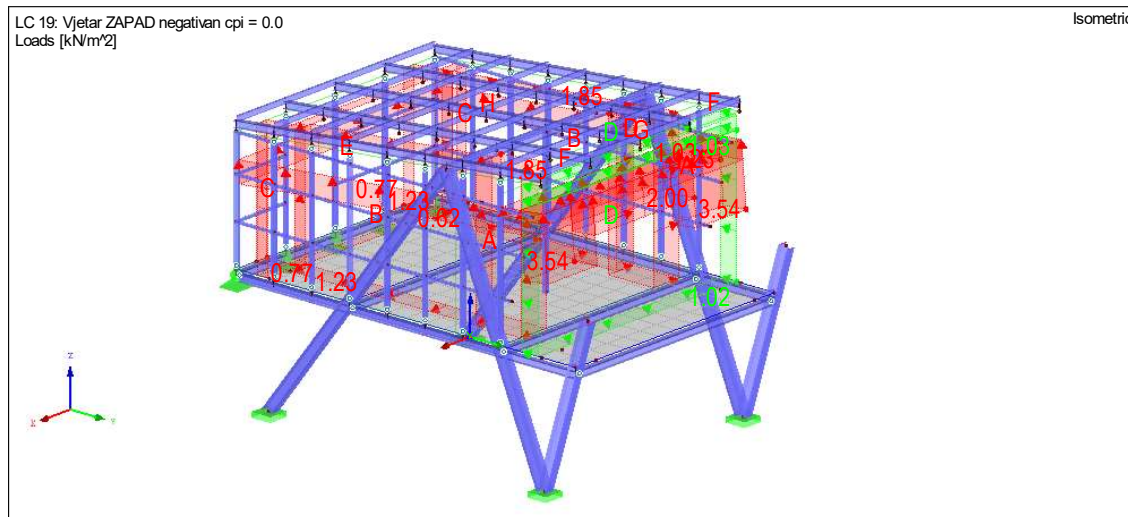
Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetraTablica 11: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog pritiska w_e za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski pritisak w_e [kN/m ²]
A	-1,200	-1,85
B	-0,800	-1,23
C	-0,500	-0,77
D	0,789	1,03
E	-0,477	-0,62
F	0,000	0,00
G	0,000	0,00
H	0,000	0,00

Slika 31: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]

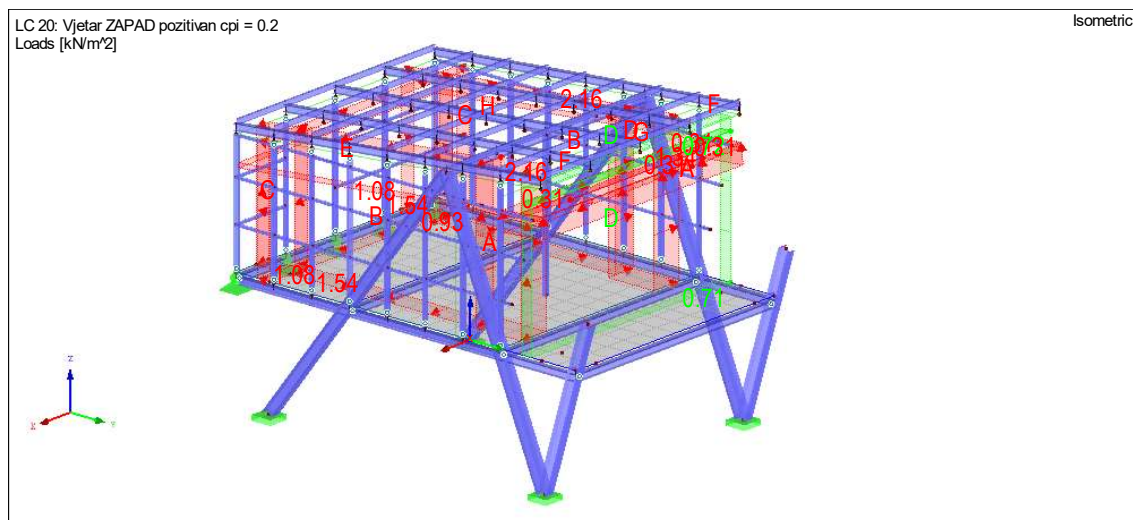
Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetraTablica 12: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog usisa w_e za negativan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski vjetar w_e [kN/m ²]
A	-1,200	-1,85
B	-0,800	-1,23
C	-0,500	-0,77
D	0,789	1,03
E	-0,477	-0,62
F	-2,300	-3,54
G	-1,300	-2,00
H	-0,800	-1,23

Slika 32: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]

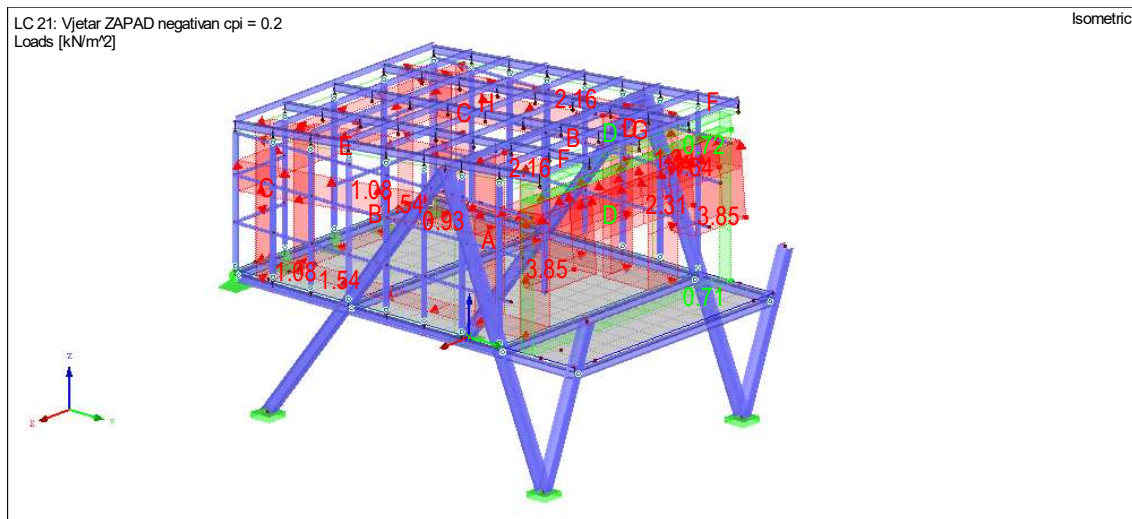
5.4.2.2. Smjer vjetra poprečno – istočna strana / unutarnji pritisak $c_{pi} = 0,2$ **Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetra**Tablica 13: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg pritiska w_i za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji pritisak $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-2,16
B	-0,800	-1,54
C	-0,500	-1,08
D	0,789	0,72
E	-0,477	-0,93
F	0,000	-0,31
G	0,000	-0,31
H	0,000	-0,31

Slika 33: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]

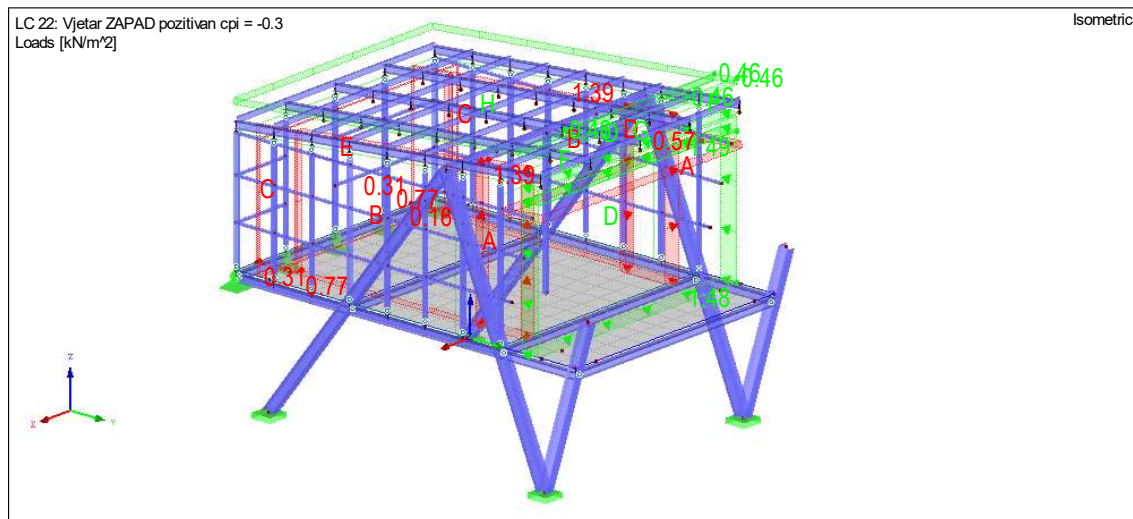
Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetraTablica 14: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg usisa w_i za negativan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše sa zapadne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog usis $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-2,16
B	-0,800	-1,54
C	-0,500	-1,08
D	0,783	0,72
E	-0,466	-0,93
F	-2,300	-3,85
G	-1,300	-2,31
H	-0,800	-1,54

Slika 34: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]

5.4.2.3. Smjer vjetrova uzdužno – istočna strana / unutarnji usis $c_{pi} = -0,3$ **Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetrova**Tablica 15: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg pritiska w_i za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetrova koji puše sa zapadne strane zgrade

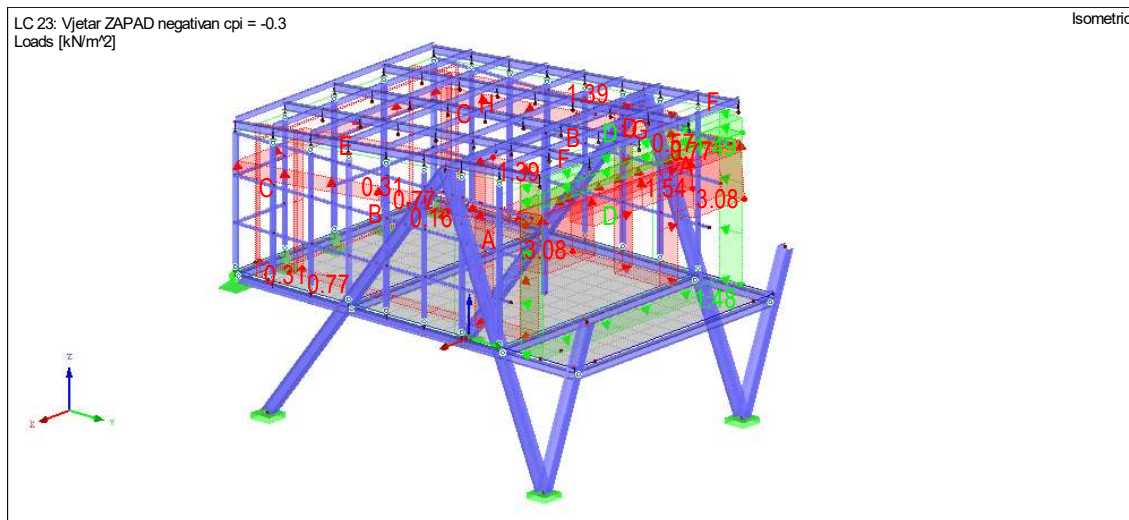
zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-1,39
B	-0,800	-0,77
C	-0,500	-0,31
D	0,789	1,49
E	-0,477	-0,16
F	0,000	0,46
G	0,000	0,46
H	0,000	0,46

Slika 35: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetrova gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]

Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetra

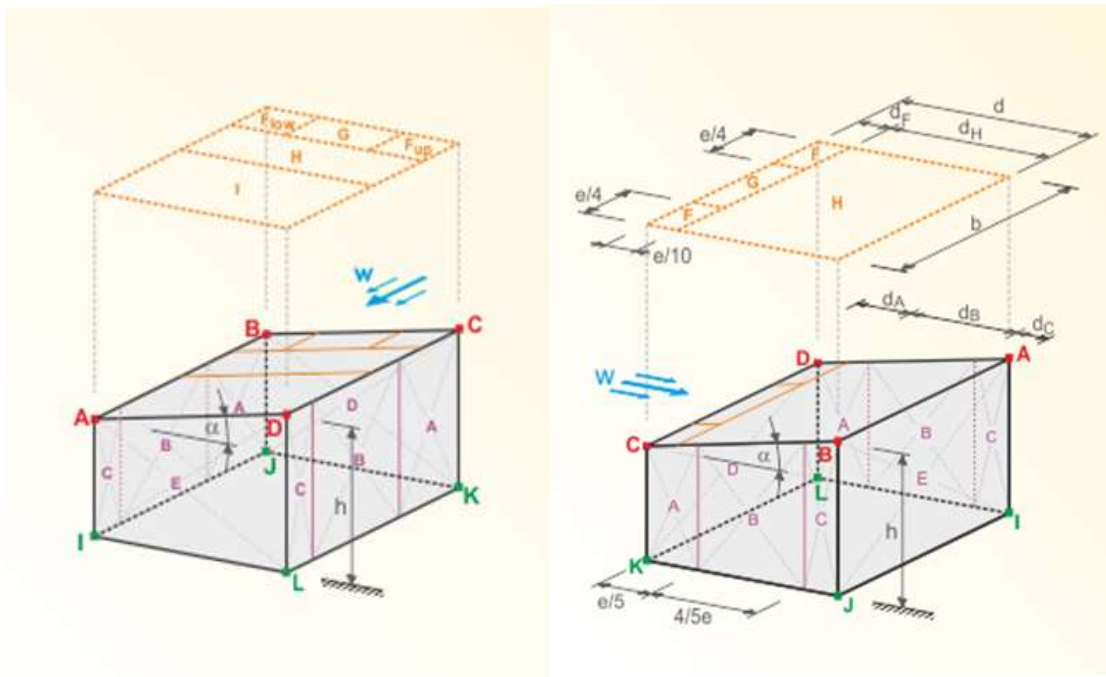
Tablica 16: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usis $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za negativan smjer djelovanja poprečnog vjetra koji puše ss zapadne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-1,39
B	-0,800	-0,77
C	-0,500	-0,31
D	0,789	1,49
E	-0,477	-0,16
F	-2,300	-3,08
G	-1,300	-1,54
H	-0,800	-0,77



Slika 36: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog zapadnog poprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]

5.4.3. Smjer vjetrova uzdužno – južna strana



Slika 37: Prikaz vjerovnih zona krovnih i vertikalnih ravnina za južni uzdužni smjer vjetrova $\Theta=90^\circ$ [5]

Podaci o konstrukciji s obzirom na sliku 37:

$h = 6,407 \text{ m}$	$A_{\text{zidova}} = 83,361 \text{ m}^2$
$b = 7,0 \text{ m}$	$A_{\text{krova}} = 48,60 \text{ m}^2$
$d = 6,0 \text{ m}$	$\alpha = 5^\circ$
$e_{\text{zidovi}} = 7,0 \text{ m}$	
$e_{\text{krov}} = 8,07 \text{ m}$	

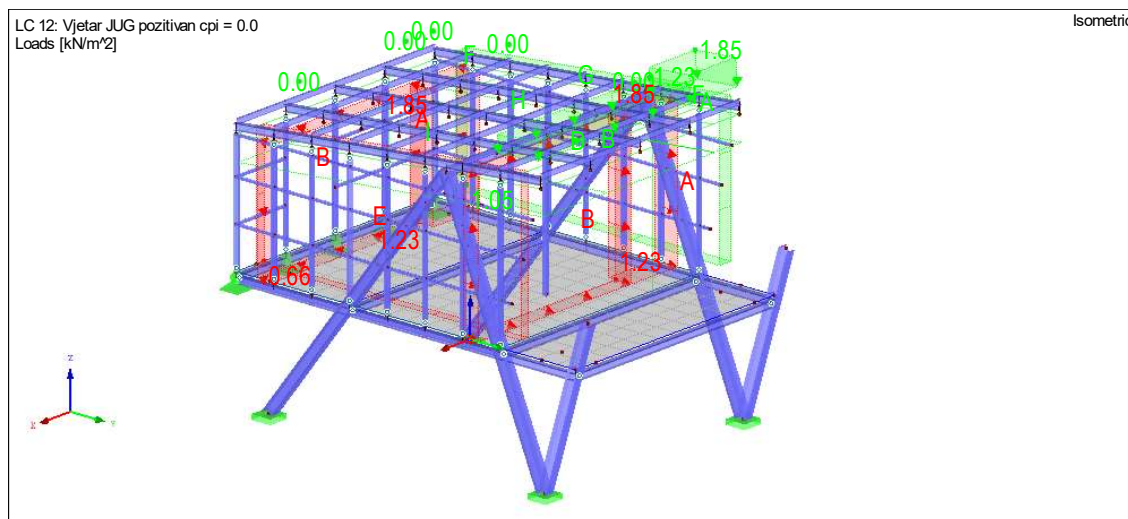
Dimenzije krovnih i zidnih vjerovnih zona s obzirom na desnu sliku 37:

$d_A = 1,4 \text{ m}$	$b_F = 2,017 \text{ m}$
$d_B = 4,6 \text{ m}$	$d_F = 0,807 \text{ m}$
$d_C = 0,0 \text{ m}$	$d_H = 3,228 \text{ m}$
	$d_I = 1,965 \text{ m}$

5.4.3.1. Smjer vjetra uzdužno – južna strana / bez unutarnjeg vjetra

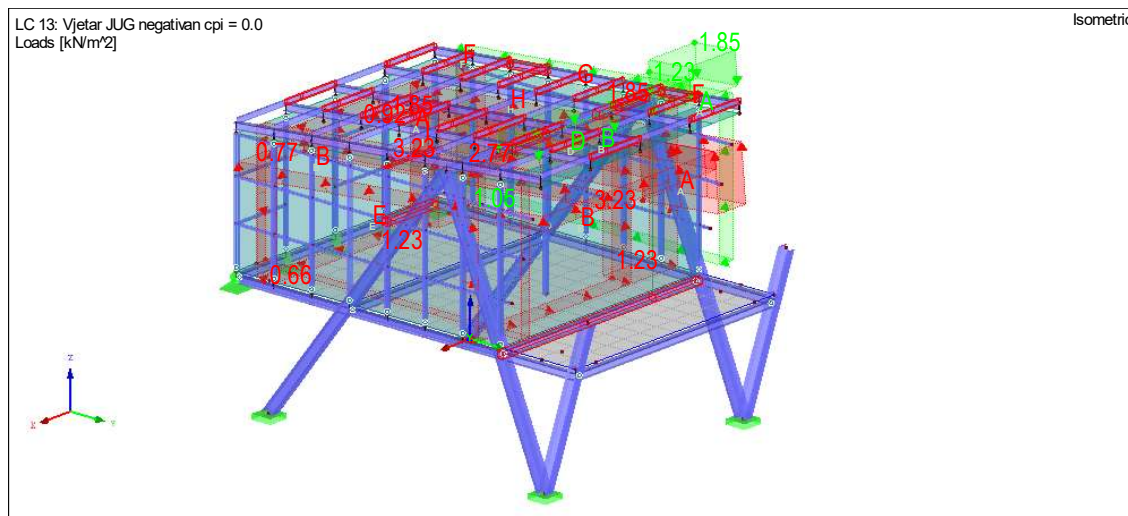
Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetraTablica 17: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog vjetra w_e za pozitivan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa južne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski pritisak w_e [kN/m ²]
A	-1,200	-1,85
B	-0,800	-1,23
C	-0,500	-0,77
D	0,800	1,05
E	-0,503	-0,66
F	0,000	0,00
G	0,000	0,00
H	0,000	0,00
I	0,000	0,00

Slika 38: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog južnog uzdužnog oprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]

Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetraTablica 18: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog vjetra w_e za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa južne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski vjetar w_e [kN/m ²]
A	-1,200	-1,85
B	-0,800	-1,23
C	-0,500	-0,77
D	0,800	1,05
E	-0,503	-0,66
F	-2,100	-3,23
G	-1,800	-2,77
H	-0,600	-0,92
I	-0,500	-0,77

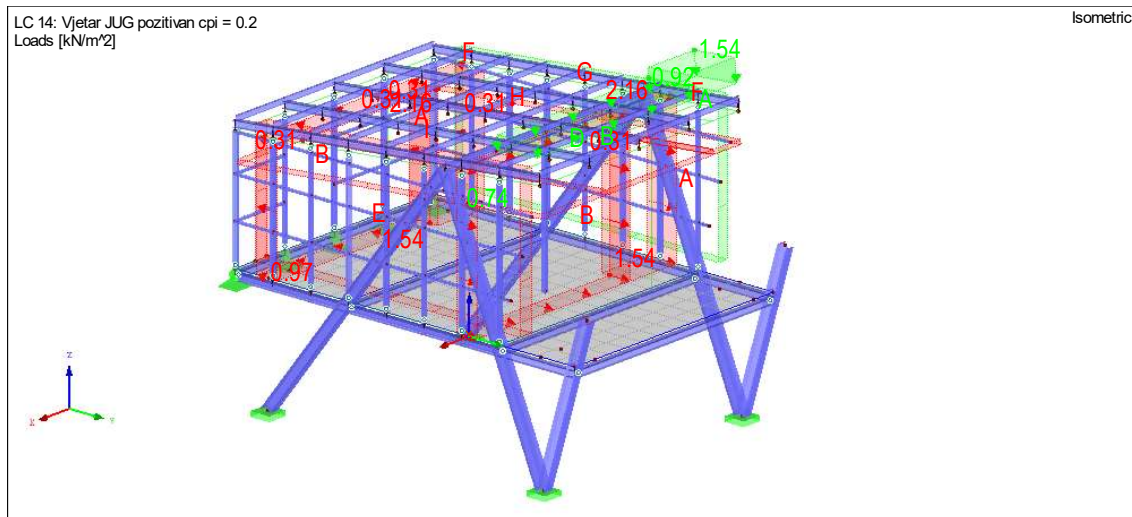
Slika 39: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog južnog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0. [5]

5.4.3.2. Smjer vjetra uzdužno – južna strana / unutarnji pritisak $c_{pi} = 0,2$

Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetra

Tablica 19: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg pritiska w_i za pozitivan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše s južne strane zgrade.

zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-2,16
B	-0,800	-1,54
C	-0,500	-1,08
D	0,800	0,74
E	-0,503	-0,97
F	0,000	-0,31
G	0,000	-0,31
H	0,000	-0,31
I	0,000	-0,31

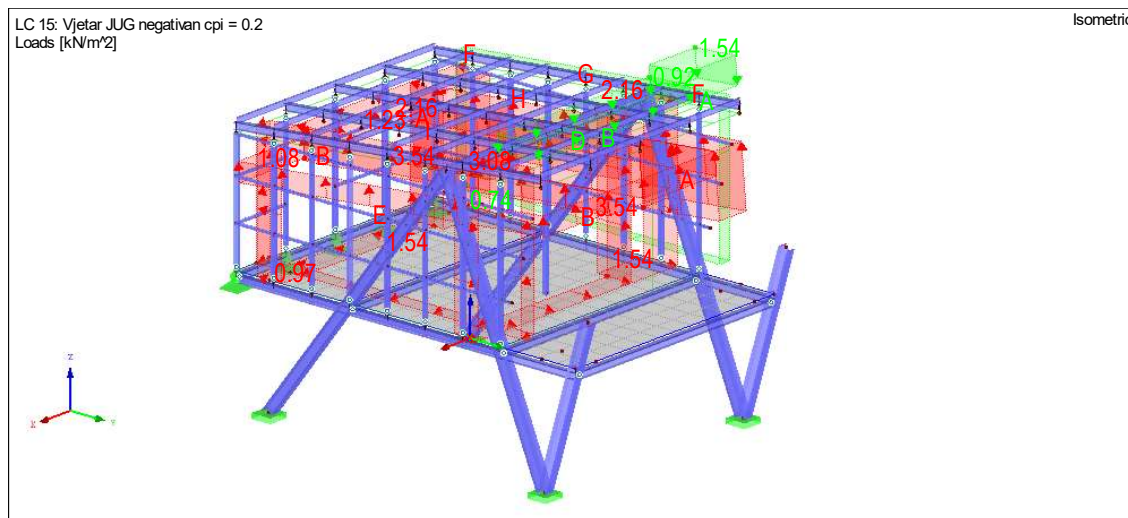


Slika 40: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog južnog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$. [5]

Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetra

Tablica 20: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše s južne strane zgrade

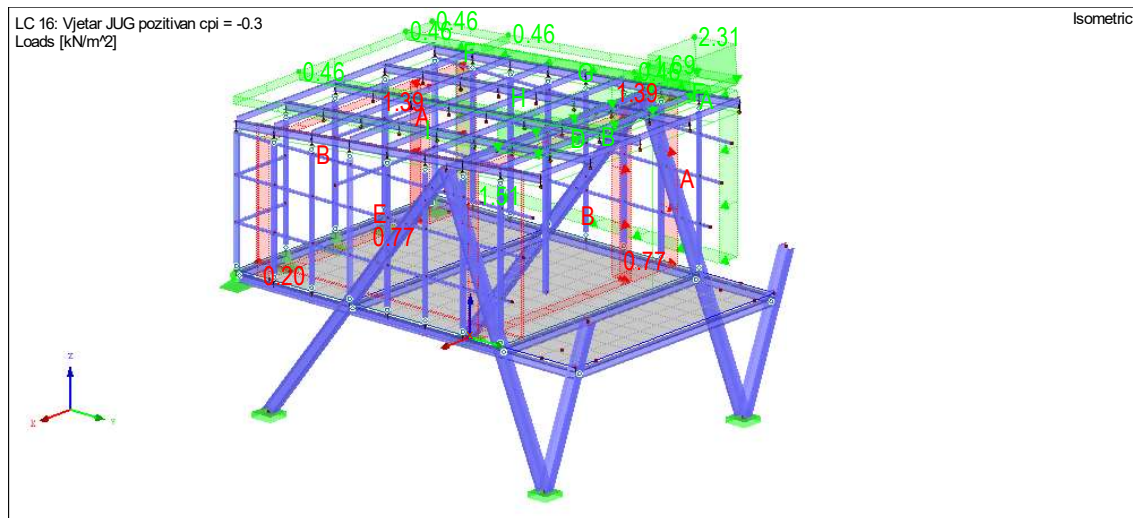
zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-2,16
B	-0,800	-1,54
C	-0,500	-1,08
D	0,800	0,74
E	-0,503	-0,97
F	-2,100	-3,54
G	-1,800	-3,08
H	-0,600	-1,23
I	-0,500	-1,08



Slika 41: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog južnog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]

5.4.3.3. Smjer vjetrova uzdužno – južna strana / unutarnji usis $c_{pi} = - 0,3$ **Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetrova**Tablica 21: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetrova w_i za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetrova koji puše s južne strane zgrade

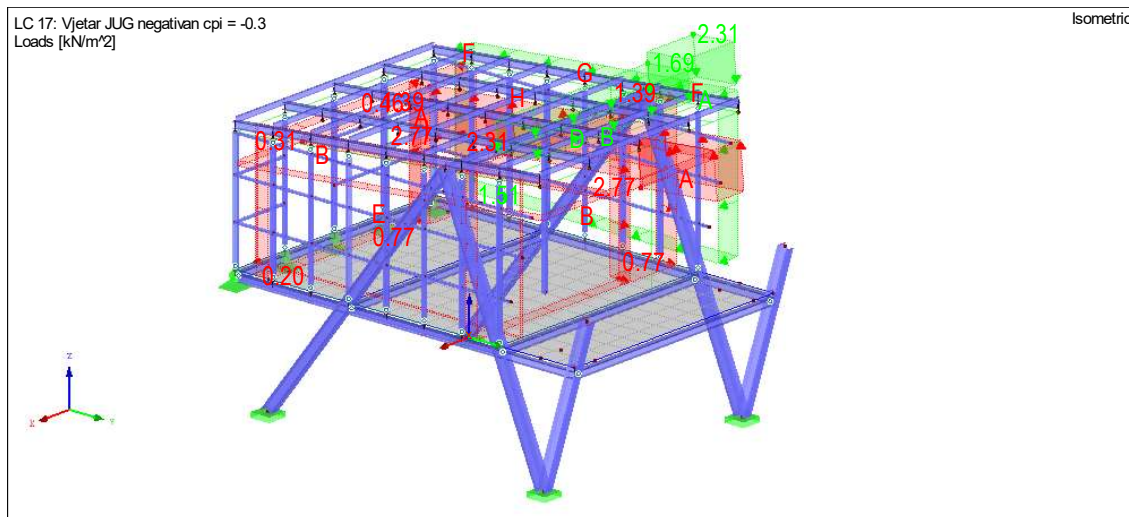
zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-1,39
B	-0,800	-0,77
C	-0,500	-0,31
D	0,800	1,51
E	-0,503	-0,20
F	0,000	0,46
G	0,000	0,46
H	0,000	0,46
I	0,000	0,46

Slika 42: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog južnog poprečnog vjetrova gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = - 0,3$ [5]

Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetra

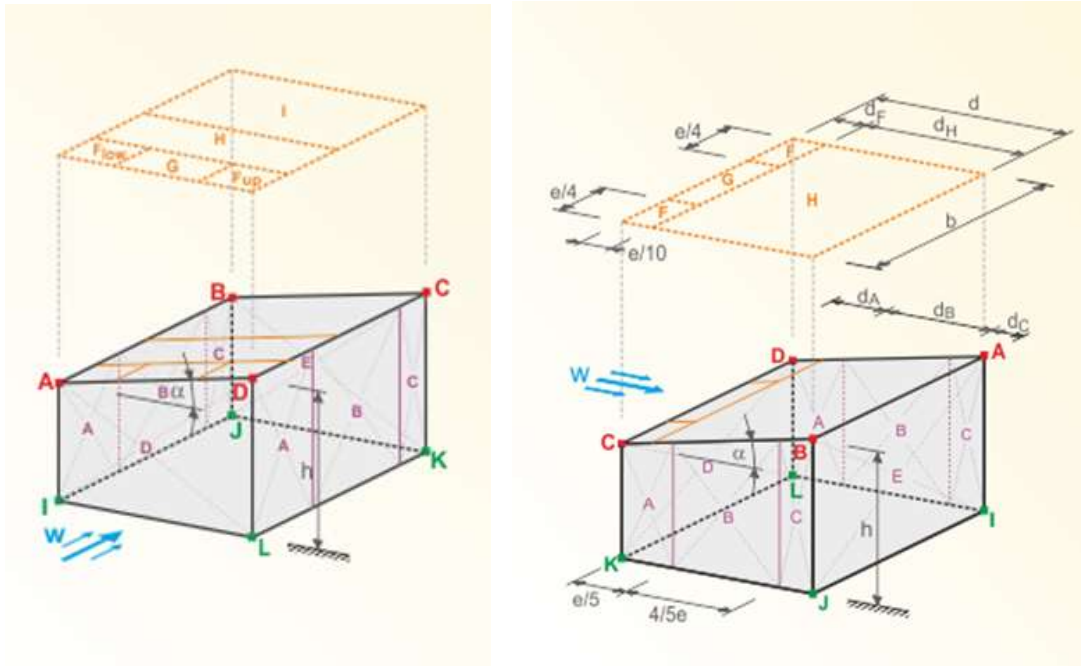
Tablica 22: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetar w_i za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše s južne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-1,39
B	-0,800	-0,77
C	-0,500	-0,31
D	0,800	1,51
E	-0,503	-0,20
F	-2,100	-2,77
G	-1,800	-2,31
H	-0,600	-0,46
I	-0,500	-0,31



Slika 43: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog južnog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]

5.4.4. Smjer vjetra uzdužno – sjeverna strana



Slika 44: Prikaz vjerovnih zona krovnih i vertikalnih ravnina za sjeverni uzdužni smjer vjetra $\Theta=90^\circ$. [5]

Podaci o konstrukciji s obzirom na sliku 44:

$h = 6,407 \text{ m}$	$A_{\text{zidova}} = 83,361 \text{ m}^2$
$b = 7,0 \text{ m}$	$A_{\text{krova}} = 48,60 \text{ m}^2$
$d = 6,0 \text{ m}$	$\alpha = 5^\circ$
$e_{\text{zidovi}} = 7,0 \text{ m}$	
$e_{\text{krov}} = 8,07 \text{ m}$	

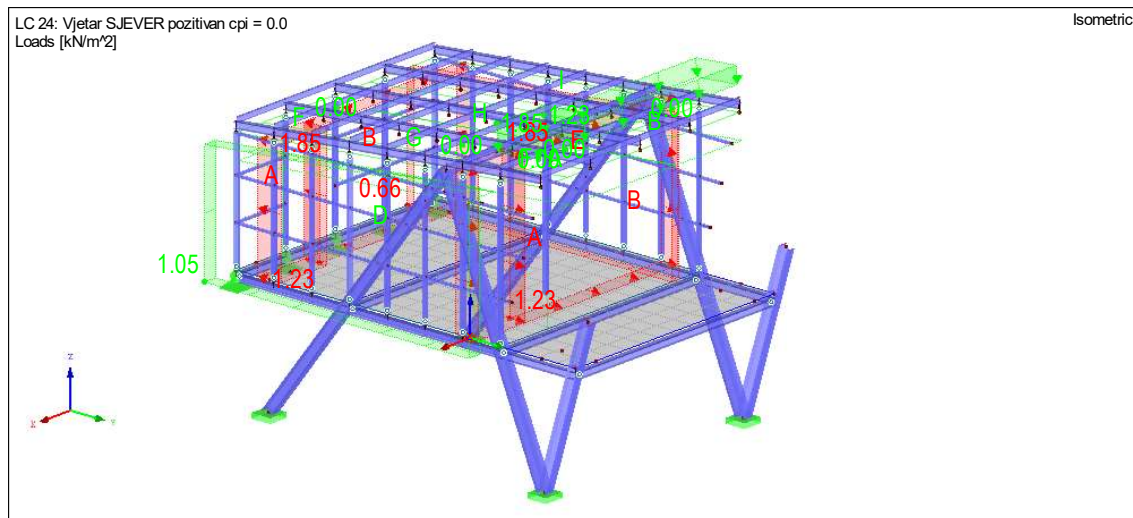
Dimenzije krovnih i zidnih vjerovnih zona s obzirom na desnu sliku 44:

$d_A = 1,4 \text{ m}$	$b_F = 2,017 \text{ m}$
$d_B = 4,6 \text{ m}$	$d_F = 0,807 \text{ m}$
$d_C = 0,0 \text{ m}$	$d_H = 3,228 \text{ m}$
	$d_I = 1,965 \text{ m}$

5.4.4.1. Smjer vjetra uzdužno – sjeverna strana / bez unutarnjeg vjetra

Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetraTablica 23: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ i vanjskog vjetra w_e za pozitivan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade

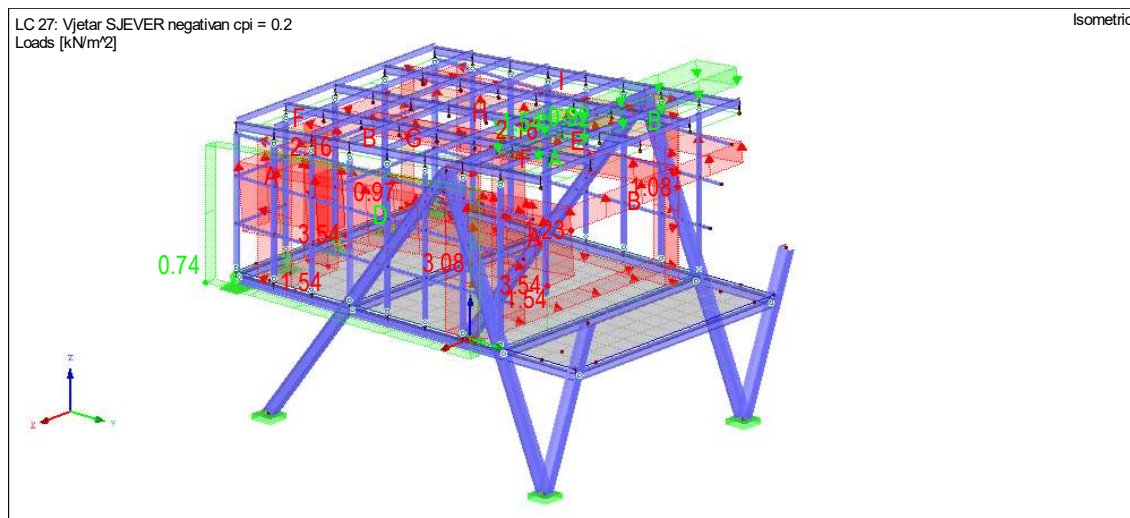
zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski vjetar w_e [kN/m ²]
A	-1,200	-1,85
B	-0,800	-1,23
C	-0,500	-0,77
D	0,800	1,05
E	-0,503	-0,66
F	0,000	0,00
G	0,000	0,00
H	0,000	0,00
I	0,000	0,00

Slika 45: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog oprečnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0 [5]

Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetra

Tablica 24: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ i vanjskog vjetra w_e za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski vjetar w_e [kN/m ²]
A	-1,200	-1,85
B	-0,800	-1,23
C	-0,500	-0,77
D	0,800	1,05
E	-0,503	-0,66
F	-2,100	-3,23
G	-1,800	-2,77
H	-0,600	-0,92
I	-0,500	-0,77



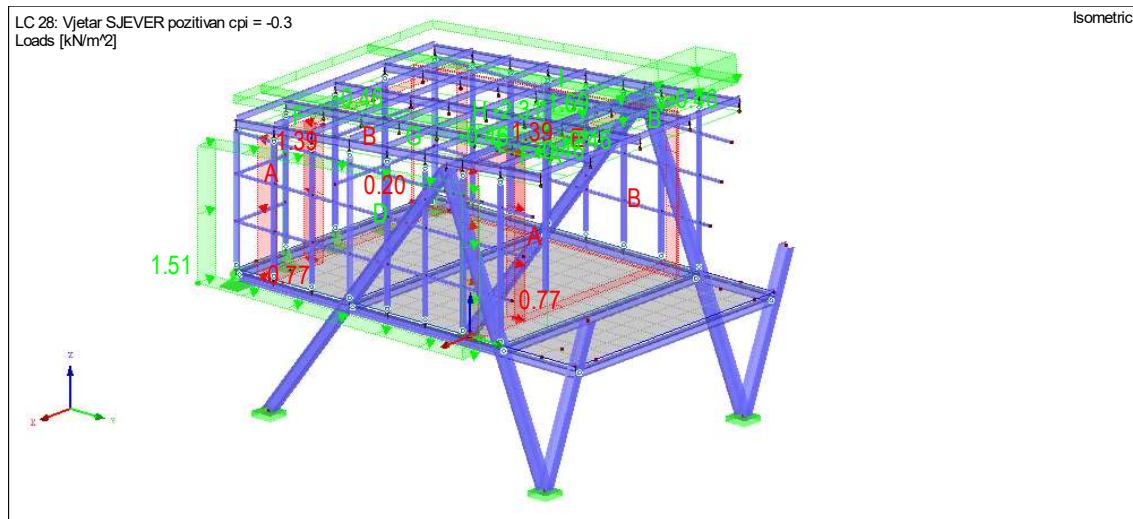
Slika 46: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} jednak 0. [5]

5.4.4.2. Smjer vjetra uzdužno – sjeverna strana / unutarnji pritisak $c_{pi} = 0,2$

Pozitivan smjer (pritisak) djelovanja vanjskog vjetra

Tablica 25: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za pozitivan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade

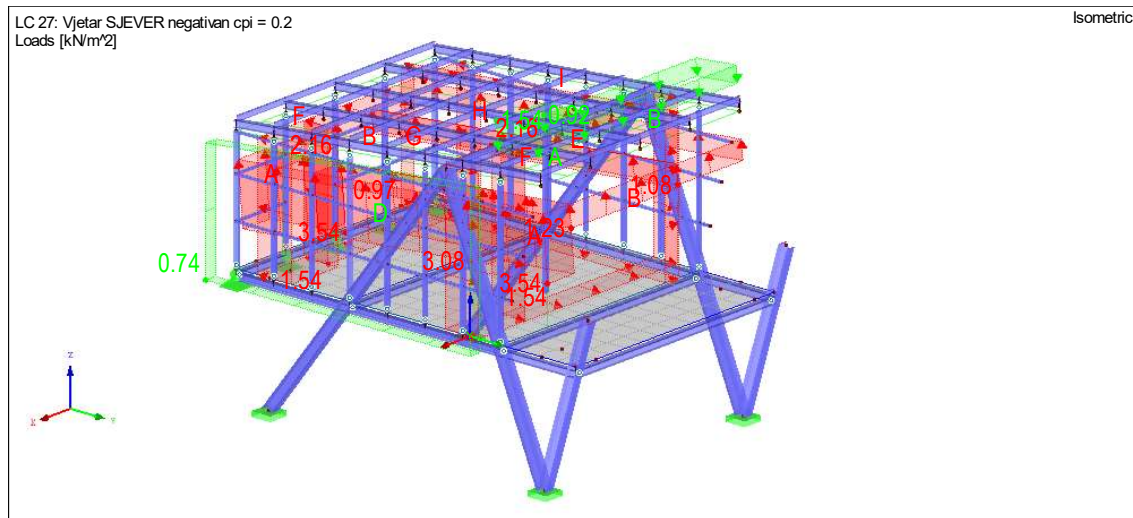
zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-2,16
B	-0,800	-1,54
C	-0,500	-1,08
D	0,800	0,74
E	-0,503	-0,97
F	0,000	-0,31
G	0,000	-0,31
H	0,000	-0,31
I	0,000	-0,31



Slika 47: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]

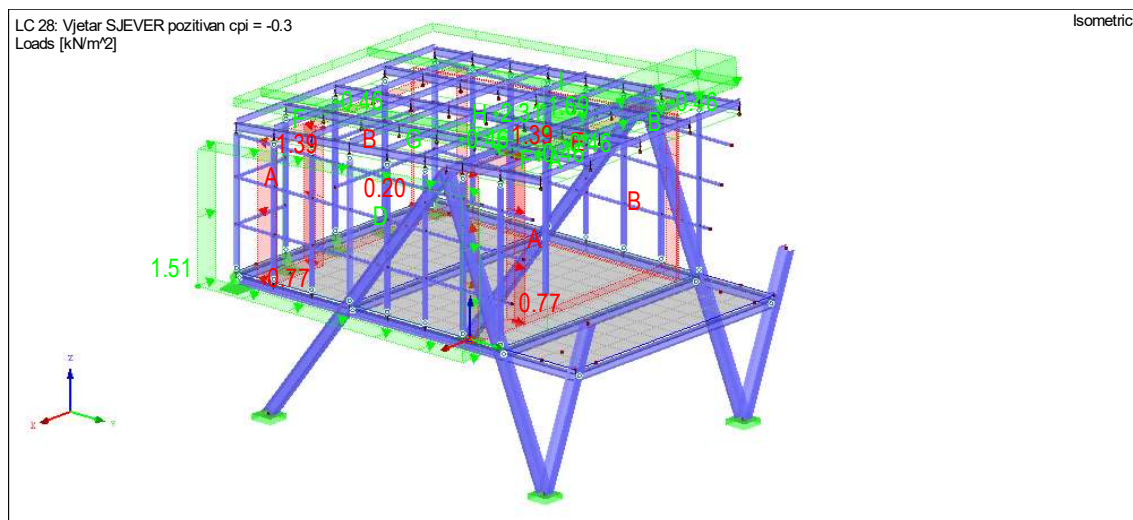
Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetraTablica 26: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade.

zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjeetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-2,16
B	-0,800	-1,54
C	-0,500	-1,08
D	0,800	0,74
E	-0,503	-0,97
F	-2,100	-3,54
G	-1,800	-3,08
H	-0,600	-1,23
I	-0,500	-1,08

Slika 48: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = 0,2$ [5]

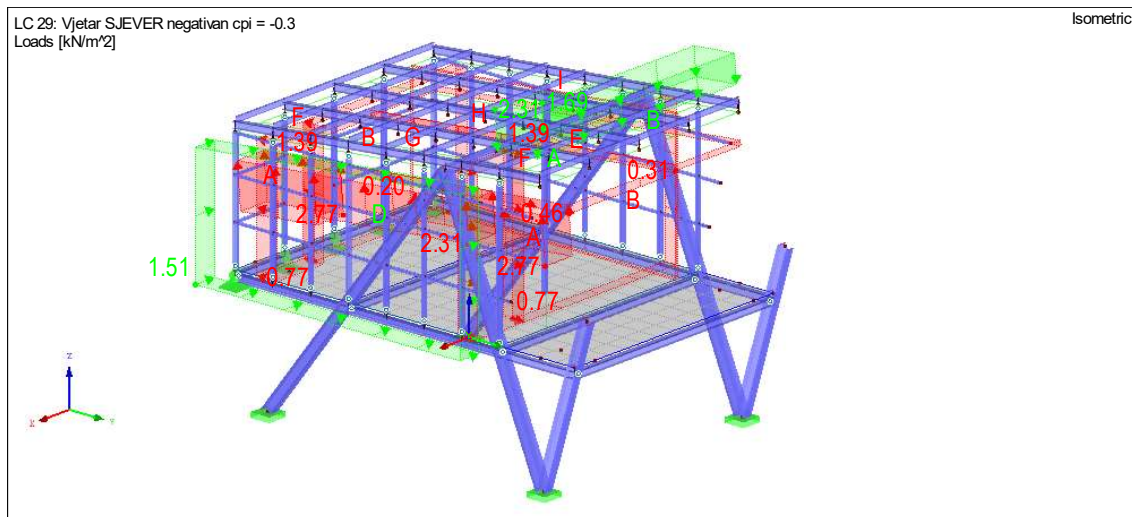
5.4.4.3. Smjer vjetrova uzdužno – sjeverna strana / unutarnji usis $c_{pi} = - 0,3$ **Pozitivan smjer (pritisk) djelovanja vanjskog vjetrova**Tablica 27: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog pritiska $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetrova w_i za pozitivan smjer djelovanja poprečnog vjetrova koji puše sa sjeverne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog pritiska $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-1,39
B	-0,800	-0,77
C	-0,500	-0,31
D	0,800	1,51
E	-0,503	-0,20
F	0,000	0,46
G	0,000	0,46
H	0,000	0,46
I	0,000	0,46

Slika 49: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za pozitivan smjer vanjskog južnog poprečnog vjetrova gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = - 0,3$ [5]

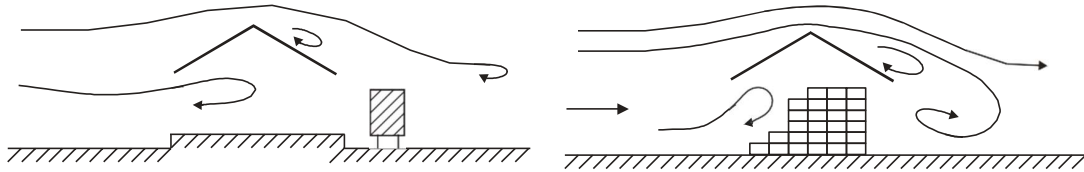
Negativan smjer (usis) djelovanja vanjskog vjetraTablica 28: Prikaz vrijednosti koeficijenta vanjskog usisa $c_{pe,10}$ te vanjskog w_e i unutarnjeg vjetra w_i za negativan smjer djelovanja uzdužnog vjetra koji puše sa sjeverne strane zgrade

zona	Koeficijent vanjskog usisa $c_{pe,10}$	Vanjski + unutarnji vjetar $w_e + w_i$ [kN/m ²]
A	-1,200	-1,39
B	-0,800	-0,77
C	-0,500	-0,31
D	0,800	1,51
E	-0,503	-0,20
F	-2,100	-2,77
G	-1,800	-2,31
H	-0,600	-0,46
I	-0,500	-0,31

Slika 50: Prikaz vjerovnih krovnih i fasadnih zona za negativan smjer vanjskog sjevernog uzdužnog vjetra gdje je koeficijent unutarnjeg tlaka $c_{pi} = -0,3$ [5]

5.4.5. Smjer vjetra poprečno – djelovanje na međukatnu konstrukciju

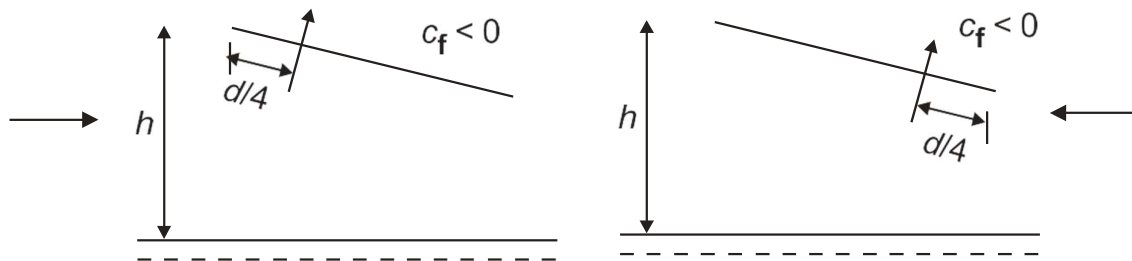
Kako je konstrukcija podignuta na N -stupovima, gornji dio zgrade se ponaša kao nadstrešnica zbog čega se provodi analiza vjetra na međukatnu konstrukciju. U obzir se uzima i vjetar koji djeluje s donje strane na međukatnu konstrukciju koja se ponaša kao nadstrešnica. Stupanj blokade vjetra ispod stropne konstrukcije se opisuje koeficijentom φ . Kada je $\varphi = 0$ predstavlja praznu nadstrešnicu, a $\varphi = 1$ predstavlja nadstrešnicu koja je u potpunosti blokirana sadržajem kako je prikazano na slici 51 (ali i dalje ovo nije zatvorena zgrada). Ukupni koeficijent sile c_f i neto koeficijenti tlaka $c_{p, neto}$, dani u tablici 29. Nadstrešnica mora biti u stanju podržati slučajeve opterećenja kako je definirano za nadstrešnicu s jednostrešnim / ravnim krovom, središte pritiska treba uzeti na $d / 4$ od ruba vjetra (d = dimenzija uz vjetar, slika 52)



Slika 51: Nadstrešnica blokirana skladišnom robom ili objektom do strehe niz vjetar, u ovom slučaju stijenom koja se nalazi s istočne strane konstrukcije pri čemu je $\varphi = 1$ [6]

Tablica 29: $c_{p,net}$ i c_f vrijednosti za jednostrešne / ravne krovove [6]

Koefficient neto pritiska $c_{p,net}$					
Nagib krova α	Stupanj blokade vjetra φ	Ukupni koefficient sile c_f	zona A	Zona B	Zona C
0°	Maximum all φ	+ 0,2	+ 0,5	+ 1,8	+ 1,1
	Minimum $\varphi = 0$	- 0,5	- 0,6	- 1,3	- 1,4
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,5	- 1,8	- 2,2
5°	Maximum all φ	+ 0,4	+ 0,8	+ 2,1	+ 1,3
	Minimum $\varphi = 0$	- 0,7	- 1,1	- 1,7	- 1,8
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,2	- 2,5
NAPOMENA + vrijednosti ukazuju na neto djelovanje vjetra prema dolje - vrijednosti predstavljaju neto djelovanje vjetra prema gore					



Slika 52: Položaj središta sile za nadstrešnice s jednostrešnim / ravnim krovom

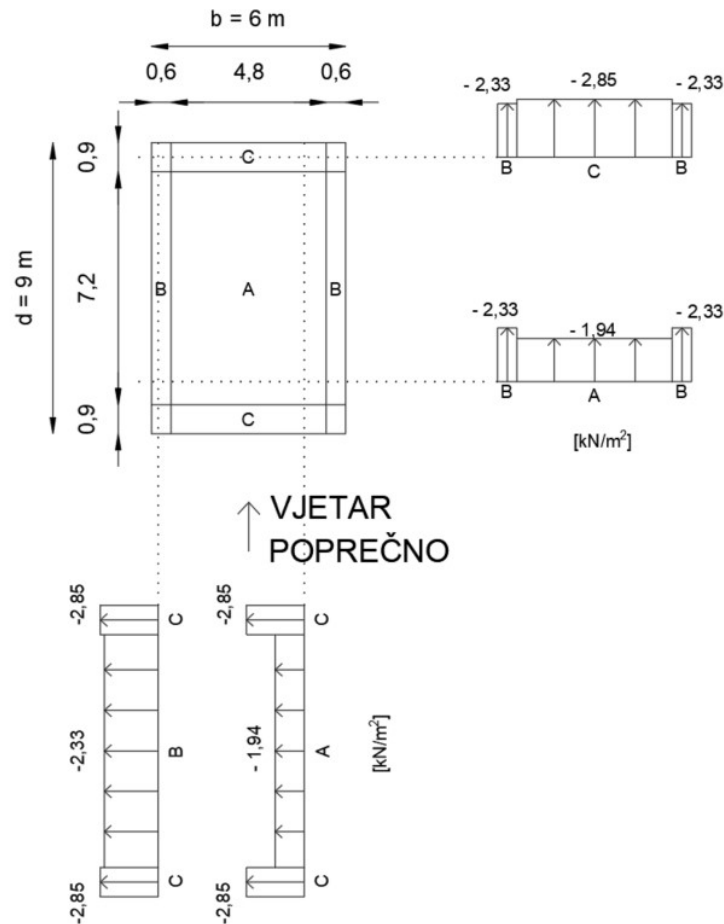
Faktor hrapavosti, $c_r(z)$ prema formuli (4) za visinu $z = h = 2,80$ m prema gornjoj slici 55 i $k_r = 0,156$ iznosi $c_r(z) = 1,07$ pa je srednja brzina vjetra $v_m(z) = 32,1$ m/s. Intenzitet turbulencije $I_v(z)$ na visini z

prema formuli (6) iznosi $l_v(z) = 0,14$. Vršni pritisak brzine $q_p(z)$ na visini $z = 2,80$ m s obzirom na formulu (7) ima vrijednost od $q_p(z) \approx 1,28$ kN / m².

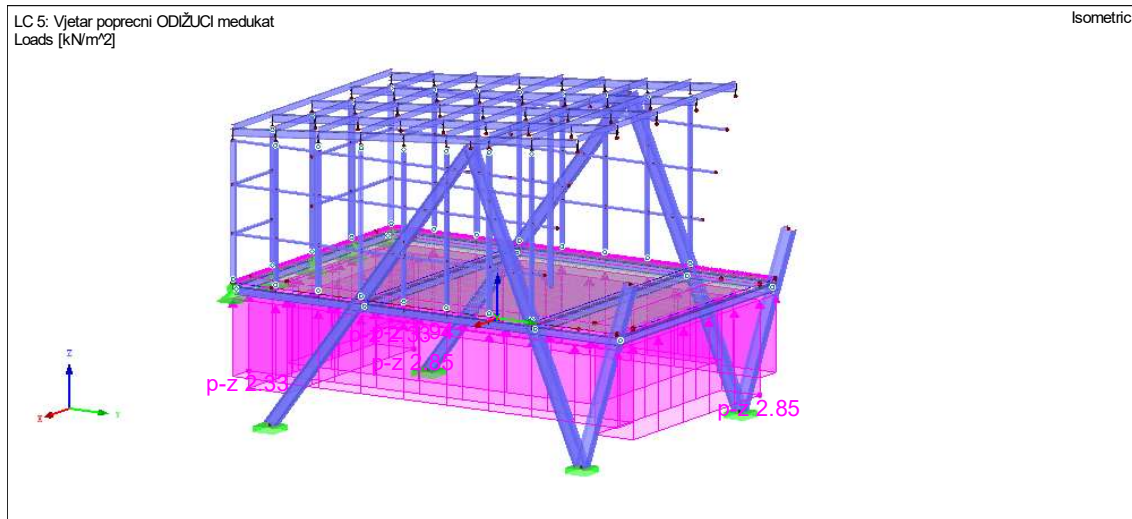
Tablica 30: Prikaz vrijednosti koeficijenta neto pritiska $c_{p,net}$ i rezultatnog pritiska za nagib krova od $\alpha = 0^\circ$ i minimalan $\varphi = 1$ prema tablici 29

zona	Koeficijent neto pritiska $c_{p,net}$	Pritisak $w_{nett} = q_p(z) \cdot c_{p,net}$ [kN/m ²]
A	- 1,5	- 1,94
B	- 1,8	- 2,33
C	- 2,2	- 2,85

Negativne vrijednosti neto tlaka prikazane u gornjim tablicama odgovaraju usisu usmjerenom od vanjske površine uzrokujući sile podizanja na krovu nadstrešnice.



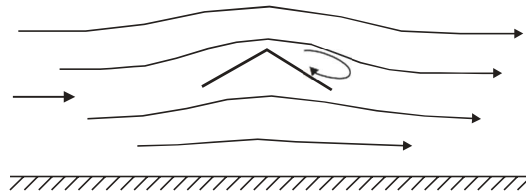
Slika 53: Prikaz rezultatnog negativnog neto pritiska w_{net} [kN/m²] za smjer vjeta poprečno na konstrukciju koji djeluje na stropnu međukatnu konstrukciju



Slika 54: Prikaz rezultantnog negativnog neto pritiska w_{net} [kN/m²] za smjer vjetra poprečno na konstrukciju koji djeluje na stropnu međukatnu konstrukciju u 3D [5]

5.4.6. Smjer vjetra uzdužno – djelovanje na stropnu međukatnu konstrukciju

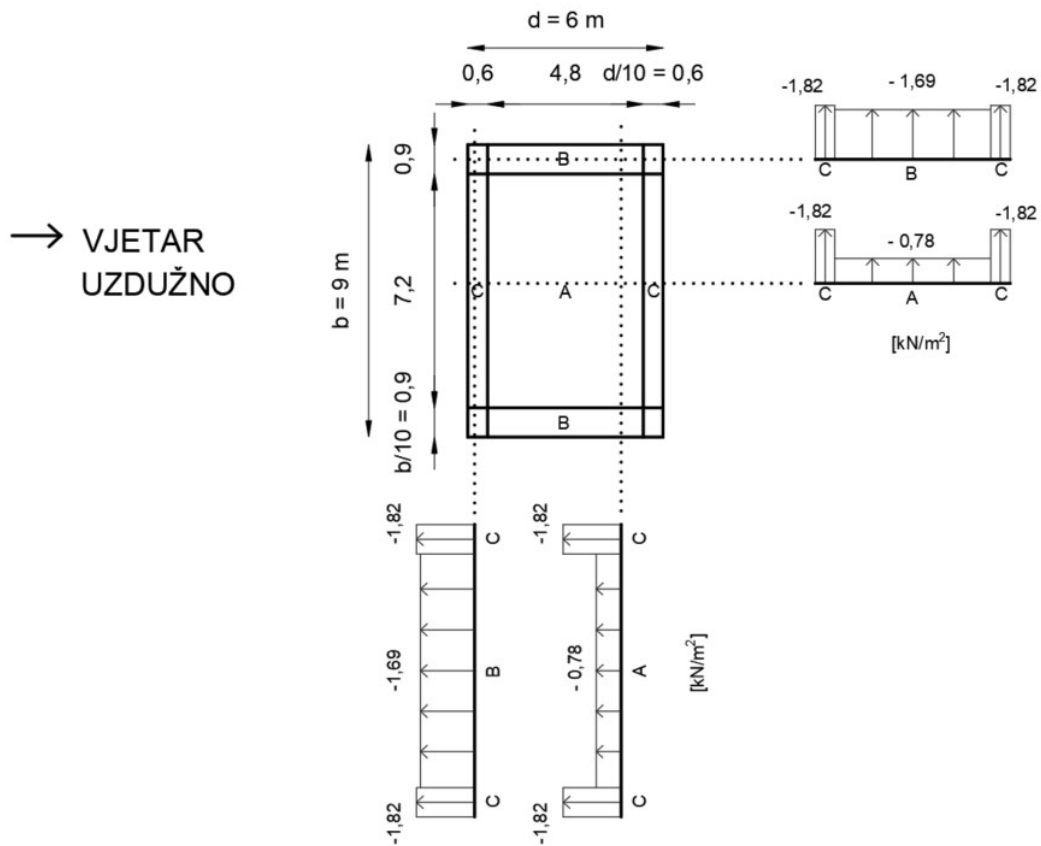
U uzdužnom smjeru puhanja vjetra nema nikakve prepreke stoga je stupanj blokade vjetra ispod stropne konstrukcije je $\varphi = 0$ kao što je prikazano na slici 55.



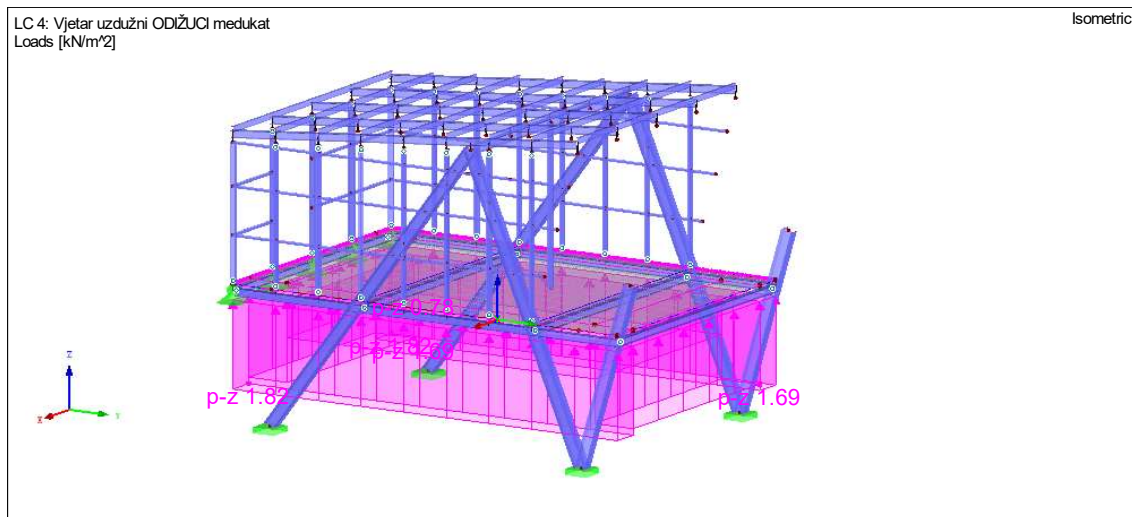
Slika 55: Prazna samostojeća nadstrešnica bez ikakvih prepreka prilikom strujanja vjetra s $\varphi = 0$ [6]

Tablica 31: Prikaz vrijednosti koeficijenta neto pritiska $c_{p,net}$ i rezultantnog pritiska za nagib krova od $\alpha = 0^\circ$ i minimalan $\varphi = 0$ prema tablici 29.

zona	Koeficijent neto pritiska $c_{p,net}$	Pritisak $w_{nett} = q_p(z) \cdot c_{p,net}$ [kN/m ²]
A	- 0,6	- 0,78
B	- 1,3	- 1,69
C	- 1,4	- 1,82



Slika 56: Prikaz rezultantnog negativnog neto pritiska w_{net} [kN/m²] za smjer vjetra uzdužno na konstrukciju koji djeluje na stropnu međukatnu konstrukciju



Slika 57: Prikaz rezultantnog negativnog neto pritiska w_{net} [kN/m²] za smjer vjetra uzdužno na konstrukciju koji djeluje na stropnu međukatnu konstrukciju u 3D [5]

6. DIMENZIONIRANJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Dimenzioniranje je provedeno u skladu s europskim normama Eurocode 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija [12] i Eurocode 4: Projektiranje spregnutih čelično-betonskih konstrukcija [11]. Proračun nosivosti i uporabljivosti prikazan je u nastavku dok su u tablici 32 prikazani odabrani poprečni presjeci.

Tablica 32: Popis odabranih poprečnih presjeka glavnog i sekundarnog nosivog sustava s pripadajućim vrijednostima iskorištenosti za GSN i GSU.

NAZIV (POLOŽAJ) ELEMENTA	POPREČNI PRESJEK	ISKORIŠTENOST	
		GSN	GSU
Krovni poprečni nosač	HEA 180	69%	13%
Krovni poprečni nosači (podrožnice)	IPE 120	46%	75%
Uzdužni krovni nosači	HEA 160	68%	9%
N-nosači	HEA 240	61%	17%
Nosači fasade	IPE 80	82%	31%
Poprečni međukatni nosači	HEA 160	38%	30%
Uzdužni međukatni nosači	HEA 160	16%	1%
Bočni stupovi nosači fasade	IPE 120	40%	20%
Stražnji stupovi nosači fasade	IPE 120	76%	73%
Stup pročelja	HEA 100	33%	11%

6.1. Proračunske kombinacije djelovanja

Pri proračunu graničnog stanja nosivosti (ULS) i graničnog stanja uporabivosti (SLS) primijenjeni su sljedeći slučajevi opterećenja:

Tablica 33: Opterećenja na koja je dimenzionirana konstrukcija.

	Slučaj opterećenja	EN 1990 CEN	Vlastita težina
	Opis	Kategorija djelovanja	
LC1	Vlastita težina	Stalno	+
LC2	Stalno djelovanje	Stalno	-
LC4	Vjetar uzdužni ODIŽUCI medukat	Vjetar	-
LC5	Vjetar poprečni ODIŽUCI medukat	Vjetar	-
LC6	Vjetar ISTOK pozitivan cpi = 0.0	Vjetar	-
LC7	Vjetar ISTOK negativan cpi = 0.0	Vjetar	-
LC8	Vjetar ISTOK pozitivan cpi = 0.2	Vjetar	-
LC9	Vjetar ISTOK negativan cpi = 0.2	Vjetar	-
LC10	Vjetar ISTOK pozitivan cpi = -0.3	Vjetar	-
LC11	Vjetar ISTOK negativan cpi = -0.3	Vjetar	-
LC12	Vjetar JUG pozitivan cpi = 0.0	Vjetar	-
LC13	Vjetar JUG negativan cpi = 0.0	Vjetar	-
LC14	Vjetar JUG pozitivan cpi = 0.2	Vjetar	-
LC15	Vjetar JUG negativan cpi = 0.2	Vjetar	-
LC16	Vjetar JUG pozitivan cpi = -0.3	Vjetar	-
LC17	Vjetar JUG negativan cpi = -0.3	Vjetar	-
LC18	Vjetar ZAPAD pozitivan cpi = 0.0	Vjetar	-
LC19	Vjetar ZAPAD negativan cpi = 0.0	Vjetar	-
LC20	Vjetar ZAPAD pozitivan cpi = 0.2	Vjetar	-
LC21	Vjetar ZAPAD negativan cpi = 0.2	Vjetar	-
LC22	Vjetar ZAPAD pozitivan cpi = -0.3	Vjetar	-
LC23	Vjetar ZAPAD negativan cpi = -0.3	Vjetar	-
LC24	Vjetar SJEVER pozitivan cpi = 0.0	Vjetar	-
LC25	Vjetar SJEVER negativan cpi = 0.0	Vjetar	-
LC26	Vjetar SJEVER pozitivan cpi = 0.2	Vjetar	-
LC27	Vjetar SJEVER negativan cpi = 0.2	Vjetar	-
LC28	Vjetar SJEVER pozitivan cpi = -0.3	Vjetar	-
LC29	Vjetar SJEVER negativan cpi = -0.3	Vjetar	-
LC30	Korisno opterećenje	Korisno - Kategorija A: domaća, stambena područja	-
LC31	Snijeg simetrican	Snijeg ($H \leq 1000$ m n.m.)	-

Opterećenja izražena u tablici 34 kombinirana su međusobno koristeći faktore sigurnosti propisane prema EN 1990.

Tablica 34: Kombinacije opterećenja za proračun GSN modela.

Komb..	Opis
CO1	1.35*LC1
CO2	1.35*LC1 + 1.35*LC2
CO3	1.35*LC1 + 1.5*LC4
CO4	1.35*LC1 + 1.5*LC5
CO5	1.35*LC1 + 1.5*LC6
CO6	1.35*LC1 + 1.5*LC7
CO7	1.35*LC1 + 1.5*LC8
CO8	1.35*LC1 + 1.5*LC9
CO9	1.35*LC1 + 1.5*LC10
CO10	1.35*LC1 + 1.5*LC11
CO11	1.35*LC1 + 1.5*LC12
CO12	1.35*LC1 + 1.5*LC13
CO13	1.35*LC1 + 1.5*LC14
CO14	1.35*LC1 + 1.5*LC15
CO15	1.35*LC1 + 1.5*LC16
CO16	1.35*LC1 + 1.5*LC17
CO17	1.35*LC1 + 1.5*LC18
CO18	1.35*LC1 + 1.5*LC19
CO19	1.35*LC1 + 1.5*LC20
CO20	1.35*LC1 + 1.5*LC21
CO21	1.35*LC1 + 1.5*LC22
CO22	1.35*LC1 + 1.5*LC23
CO23	1.35*LC1 + 1.5*LC24
CO24	1.35*LC1 + 1.5*LC25
CO25	1.35*LC1 + 1.5*LC26
CO26	1.35*LC1 + 1.5*LC27
CO27	1.35*LC1 + 1.5*LC28
CO28	1.35*LC1 + 1.5*LC29
CO29	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC4
CO30	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC5
CO31	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC6
CO32	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC7
CO33	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC8
CO34	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC9
CO35	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC10
CO36	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC11
CO37	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC12
CO38	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC13
CO39	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC14
	Opis
Komb..	
CO40	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC15
CO41	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC16
CO42	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC17
CO43	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC18
CO44	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC19
CO45	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC20
CO46	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC21
CO47	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC22
CO48	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC23
CO49	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC24
CO50	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC25
CO51	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC26
CO52	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC27
CO53	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC28
CO54	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC29
CO55	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC4 + 1.05*LC30
CO56	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC5 + 1.05*LC30
CO57	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC6 + 1.05*LC30
CO58	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC7 + 1.05*LC30
CO59	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC8 + 1.05*LC30
CO60	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC9 + 1.05*LC30
CO61	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC10 + 1.05*LC30
CO62	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC11 + 1.05*LC30
CO63	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC12 + 1.05*LC30
CO64	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC13 + 1.05*LC30
CO65	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC14 + 1.05*LC30
CO66	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC15 + 1.05*LC30
CO67	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC16 + 1.05*LC30
CO68	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC17 + 1.05*LC30
CO69	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC18 + 1.05*LC30
CO70	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC19 + 1.05*LC30
CO71	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC20 + 1.05*LC30
CO72	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC21 + 1.05*LC30
CO73	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC22 + 1.05*LC30
CO74	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC23 + 1.05*LC30
CO75	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC24 + 1.05*LC30
CO76	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC25 + 1.05*LC30
CO77	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC26 + 1.05*LC30
CO78	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC27 + 1.05*LC30
CO79	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC28 + 1.05*LC30
CO80	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC29 + 1.05*LC30
CO81	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC4 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO82	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC5 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO83	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC6 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO84	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC7 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31

CO85	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC8 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO126	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC23 + 0.75*LC31
CO86	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC9 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO127	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC24 + 0.75*LC31
CO87	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC10 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO128	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC25 + 0.75*LC31
CO88	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC11 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO129	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC26 + 0.75*LC31
CO89	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC12 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO130	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC27 + 0.75*LC31
CO90	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC13 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO131	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC28 + 0.75*LC31
CO91	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC14 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO132	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC29 + 0.75*LC31
CO92	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC15 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO133	1.35*LC1 + 1.5*LC4 + 1.05*LC30
CO93	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC16 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO134	1.35*LC1 + 1.5*LC5 + 1.05*LC30
CO94	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC17 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO135	1.35*LC1 + 1.5*LC6 + 1.05*LC30
CO95	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC18 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO136	1.35*LC1 + 1.5*LC7 + 1.05*LC30
CO96	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC19 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO137	1.35*LC1 + 1.5*LC8 + 1.05*LC30
CO97	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC20 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO138	1.35*LC1 + 1.5*LC9 + 1.05*LC30
CO98	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC21 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO139	1.35*LC1 + 1.5*LC10 + 1.05*LC30
CO99	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC22 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO140	1.35*LC1 + 1.5*LC11 + 1.05*LC30
CO100	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC23 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO141	1.35*LC1 + 1.5*LC12 + 1.05*LC30
CO101	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC24 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO142	1.35*LC1 + 1.5*LC13 + 1.05*LC30
CO102	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC25 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO143	1.35*LC1 + 1.5*LC14 + 1.05*LC30
CO103	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC26 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO144	1.35*LC1 + 1.5*LC15 + 1.05*LC30
CO104	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC27 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO145	1.35*LC1 + 1.5*LC16 + 1.05*LC30
CO105	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC28 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO146	1.35*LC1 + 1.5*LC17 + 1.05*LC30
CO106	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC29 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO147	1.35*LC1 + 1.5*LC18 + 1.05*LC30
CO107	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC4 + 0.75*LC31	CO148	1.35*LC1 + 1.5*LC19 + 1.05*LC30
CO108	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC5 + 0.75*LC31	CO149	1.35*LC1 + 1.5*LC20 + 1.05*LC30
CO109	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC6 + 0.75*LC31	CO150	1.35*LC1 + 1.5*LC21 + 1.05*LC30
CO110	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC7 + 0.75*LC31	CO151	1.35*LC1 + 1.5*LC22 + 1.05*LC30
CO111	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC8 + 0.75*LC31	CO152	1.35*LC1 + 1.5*LC23 + 1.05*LC30
CO112	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC9 + 0.75*LC31	CO153	1.35*LC1 + 1.5*LC24 + 1.05*LC30
CO113	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC10 + 0.75*LC31	CO154	1.35*LC1 + 1.5*LC25 + 1.05*LC30
CO114	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC11 + 0.75*LC31	CO155	1.35*LC1 + 1.5*LC26 + 1.05*LC30
CO115	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC12 + 0.75*LC31	CO156	1.35*LC1 + 1.5*LC27 + 1.05*LC30
CO116	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC13 + 0.75*LC31	CO157	1.35*LC1 + 1.5*LC28 + 1.05*LC30
CO117	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC14 + 0.75*LC31	CO158	1.35*LC1 + 1.5*LC29 + 1.05*LC30
CO118	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC15 + 0.75*LC31	CO159	1.35*LC1 + 1.5*LC4 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO119	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC16 + 0.75*LC31	CO160	1.35*LC1 + 1.5*LC5 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO120	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC17 + 0.75*LC31	CO161	1.35*LC1 + 1.5*LC6 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO121	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC18 + 0.75*LC31	CO162	1.35*LC1 + 1.5*LC7 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO122	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC19 + 0.75*LC31	CO163	1.35*LC1 + 1.5*LC8 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO123	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC20 + 0.75*LC31	CO164	1.35*LC1 + 1.5*LC9 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO124	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC21 + 0.75*LC31	CO165	1.35*LC1 + 1.5*LC10 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO125	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC22 + 0.75*LC31	CO166	1.35*LC1 + 1.5*LC11 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
		CO167	1.35*LC1 + 1.5*LC12 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
		CO168	1.35*LC1 + 1.5*LC13 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
		CO169	1.35*LC1 + 1.5*LC14 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
		CO170	1.35*LC1 + 1.5*LC15 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
		CO171	1.35*LC1 + 1.5*LC16 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
		CO172	1.35*LC1 + 1.5*LC17 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
		CO173	1.35*LC1 + 1.5*LC18 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31

CO174	1.35*LC1 + 1.5*LC19 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO222	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC13 + 1.5*LC30
CO175	1.35*LC1 + 1.5*LC20 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO223	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC14 + 1.5*LC30
CO176	1.35*LC1 + 1.5*LC21 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO224	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC15 + 1.5*LC30
CO177	1.35*LC1 + 1.5*LC22 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO225	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC16 + 1.5*LC30
CO178	1.35*LC1 + 1.5*LC23 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO226	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC17 + 1.5*LC30
CO179	1.35*LC1 + 1.5*LC24 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO227	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC18 + 1.5*LC30
CO180	1.35*LC1 + 1.5*LC25 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO228	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC19 + 1.5*LC30
CO181	1.35*LC1 + 1.5*LC26 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO229	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC20 + 1.5*LC30
CO182	1.35*LC1 + 1.5*LC27 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO230	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC21 + 1.5*LC30
CO183	1.35*LC1 + 1.5*LC28 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO231	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC22 + 1.5*LC30
CO184	1.35*LC1 + 1.5*LC29 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO232	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC23 + 1.5*LC30
CO185	1.35*LC1 + 1.5*LC4 + 0.75*LC31	CO233	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC24 + 1.5*LC30
CO186	1.35*LC1 + 1.5*LC5 + 0.75*LC31	CO234	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC25 + 1.5*LC30
CO187	1.35*LC1 + 1.5*LC6 + 0.75*LC31	CO235	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC26 + 1.5*LC30
CO188	1.35*LC1 + 1.5*LC7 + 0.75*LC31	CO236	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC27 + 1.5*LC30
CO189	1.35*LC1 + 1.5*LC8 + 0.75*LC31	CO237	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC28 + 1.5*LC30
CO190	1.35*LC1 + 1.5*LC9 + 0.75*LC31	CO238	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC29 + 1.5*LC30
CO191	1.35*LC1 + 1.5*LC10 + 0.75*LC31	CO239	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC4 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO192	1.35*LC1 + 1.5*LC11 + 0.75*LC31	CO240	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC5 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO193	1.35*LC1 + 1.5*LC12 + 0.75*LC31	CO241	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC6 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO194	1.35*LC1 + 1.5*LC13 + 0.75*LC31	CO242	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC7 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO195	1.35*LC1 + 1.5*LC14 + 0.75*LC31	CO243	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC8 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO196	1.35*LC1 + 1.5*LC15 + 0.75*LC31	CO244	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC9 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO197	1.35*LC1 + 1.5*LC16 + 0.75*LC31	CO245	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC10 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO198	1.35*LC1 + 1.5*LC17 + 0.75*LC31	CO246	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC11 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO199	1.35*LC1 + 1.5*LC18 + 0.75*LC31	CO247	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC12 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO200	1.35*LC1 + 1.5*LC19 + 0.75*LC31	CO248	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC13 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO201	1.35*LC1 + 1.5*LC20 + 0.75*LC31	CO249	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC14 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO202	1.35*LC1 + 1.5*LC21 + 0.75*LC31	CO250	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC15 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO203	1.35*LC1 + 1.5*LC22 + 0.75*LC31	CO251	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC16 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO204	1.35*LC1 + 1.5*LC23 + 0.75*LC31	CO252	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC17 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO205	1.35*LC1 + 1.5*LC24 + 0.75*LC31	CO253	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC18 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO206	1.35*LC1 + 1.5*LC25 + 0.75*LC31	CO254	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC19 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO207	1.35*LC1 + 1.5*LC26 + 0.75*LC31	CO255	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC20 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO208	1.35*LC1 + 1.5*LC27 + 0.75*LC31	CO256	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC21 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO209	1.35*LC1 + 1.5*LC28 + 0.75*LC31	CO257	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC22 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO210	1.35*LC1 + 1.5*LC29 + 0.75*LC31	CO258	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC23 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO211	1.35*LC1 + 1.5*LC30	CO259	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC24 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO212	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC30	CO260	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC25 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO213	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC4 + 1.5*LC30	CO261	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC26 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO214	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC5 + 1.5*LC30	CO262	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC27 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO215	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC6 + 1.5*LC30	CO263	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC28 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO216	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC7 + 1.5*LC30	CO264	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC29 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO217	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC8 + 1.5*LC30	CO265	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO218	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC9 + 1.5*LC30	CO266	1.35*LC1 + 0.9*LC4 + 1.5*LC30
CO219	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC10 + 1.5*LC30	CO267	1.35*LC1 + 0.9*LC5 + 1.5*LC30
CO220	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC11 + 1.5*LC30	CO268	1.35*LC1 + 0.9*LC6 + 1.5*LC30
CO221	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC12 + 1.5*LC30	CO269	1.35*LC1 + 0.9*LC7 + 1.5*LC30

CO270	1.35*LC1 + 0.9*LC8 + 1.5*LC30	CO318	1.35*LC1 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31
CO271	1.35*LC1 + 0.9*LC9 + 1.5*LC30	CO319	1.35*LC1 + 1.5*LC31
CO272	1.35*LC1 + 0.9*LC10 + 1.5*LC30	CO320	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC31
CO273	1.35*LC1 + 0.9*LC11 + 1.5*LC30	CO321	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC4 + 1.5*LC31
CO274	1.35*LC1 + 0.9*LC12 + 1.5*LC30	CO322	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC5 + 1.5*LC31
CO275	1.35*LC1 + 0.9*LC13 + 1.5*LC30	CO323	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC6 + 1.5*LC31
CO276	1.35*LC1 + 0.9*LC14 + 1.5*LC30	CO324	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC7 + 1.5*LC31
CO277	1.35*LC1 + 0.9*LC15 + 1.5*LC30	CO325	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC8 + 1.5*LC31
CO278	1.35*LC1 + 0.9*LC16 + 1.5*LC30	CO326	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC9 + 1.5*LC31
CO279	1.35*LC1 + 0.9*LC17 + 1.5*LC30	CO327	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC10 + 1.5*LC31
CO280	1.35*LC1 + 0.9*LC18 + 1.5*LC30	CO328	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC11 + 1.5*LC31
CO281	1.35*LC1 + 0.9*LC19 + 1.5*LC30	CO329	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC12 + 1.5*LC31
CO282	1.35*LC1 + 0.9*LC20 + 1.5*LC30	CO330	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC13 + 1.5*LC31
CO283	1.35*LC1 + 0.9*LC21 + 1.5*LC30	CO331	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC14 + 1.5*LC31
CO284	1.35*LC1 + 0.9*LC22 + 1.5*LC30	CO332	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC15 + 1.5*LC31
CO285	1.35*LC1 + 0.9*LC23 + 1.5*LC30	CO333	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC16 + 1.5*LC31
CO286	1.35*LC1 + 0.9*LC24 + 1.5*LC30	CO334	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC17 + 1.5*LC31
CO287	1.35*LC1 + 0.9*LC25 + 1.5*LC30	CO335	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC18 + 1.5*LC31
CO288	1.35*LC1 + 0.9*LC26 + 1.5*LC30	CO336	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC19 + 1.5*LC31
CO289	1.35*LC1 + 0.9*LC27 + 1.5*LC30	CO337	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC20 + 1.5*LC31
CO290	1.35*LC1 + 0.9*LC28 + 1.5*LC30	CO338	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC21 + 1.5*LC31
CO291	1.35*LC1 + 0.9*LC29 + 1.5*LC30	CO339	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC22 + 1.5*LC31
CO292	1.35*LC1 + 0.9*LC4 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO340	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC23 + 1.5*LC31
CO293	1.35*LC1 + 0.9*LC5 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO341	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC24 + 1.5*LC31
CO294	1.35*LC1 + 0.9*LC6 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO342	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC25 + 1.5*LC31
CO295	1.35*LC1 + 0.9*LC7 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO343	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC26 + 1.5*LC31
CO296	1.35*LC1 + 0.9*LC8 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO344	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC27 + 1.5*LC31
CO297	1.35*LC1 + 0.9*LC9 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO345	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC28 + 1.5*LC31
CO298	1.35*LC1 + 0.9*LC10 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO346	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC29 + 1.5*LC31
CO299	1.35*LC1 + 0.9*LC11 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO347	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC4 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO300	1.35*LC1 + 0.9*LC12 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO348	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC5 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO301	1.35*LC1 + 0.9*LC13 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO349	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC6 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO302	1.35*LC1 + 0.9*LC14 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO350	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC7 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO303	1.35*LC1 + 0.9*LC15 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO351	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC8 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO304	1.35*LC1 + 0.9*LC16 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO352	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC9 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO305	1.35*LC1 + 0.9*LC17 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO353	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC10 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO306	1.35*LC1 + 0.9*LC18 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO354	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC11 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO307	1.35*LC1 + 0.9*LC19 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO355	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC12 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO308	1.35*LC1 + 0.9*LC20 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO356	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC13 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO309	1.35*LC1 + 0.9*LC21 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO357	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC14 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO310	1.35*LC1 + 0.9*LC22 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO358	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC15 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO311	1.35*LC1 + 0.9*LC23 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO359	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC16 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO312	1.35*LC1 + 0.9*LC24 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO360	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC17 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO313	1.35*LC1 + 0.9*LC25 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO361	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC18 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO314	1.35*LC1 + 0.9*LC26 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO362	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC19 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO315	1.35*LC1 + 0.9*LC27 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO363	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC20 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO316	1.35*LC1 + 0.9*LC28 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO364	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC21 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO317	1.35*LC1 + 0.9*LC29 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31	CO365	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC22 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31

CO366	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC23 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO414	1.35*LC1 + 0.9*LC18 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO367	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC24 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO415	1.35*LC1 + 0.9*LC19 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO368	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC25 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO416	1.35*LC1 + 0.9*LC20 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO369	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC26 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO417	1.35*LC1 + 0.9*LC21 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO370	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC27 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO418	1.35*LC1 + 0.9*LC22 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO371	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC28 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO419	1.35*LC1 + 0.9*LC23 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO372	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC29 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO420	1.35*LC1 + 0.9*LC24 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO373	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO421	1.35*LC1 + 0.9*LC25 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO374	1.35*LC1 + 0.9*LC4 + 1.5*LC31	CO422	1.35*LC1 + 0.9*LC26 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO375	1.35*LC1 + 0.9*LC5 + 1.5*LC31	CO423	1.35*LC1 + 0.9*LC27 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO376	1.35*LC1 + 0.9*LC6 + 1.5*LC31	CO424	1.35*LC1 + 0.9*LC28 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO377	1.35*LC1 + 0.9*LC7 + 1.5*LC31	CO425	1.35*LC1 + 0.9*LC29 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO378	1.35*LC1 + 0.9*LC8 + 1.5*LC31	CO426	1.35*LC1 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO379	1.35*LC1 + 0.9*LC9 + 1.5*LC31	CO427	LC1
CO380	1.35*LC1 + 0.9*LC10 + 1.5*LC31	CO428	LC1 + 1.35*LC2
CO381	1.35*LC1 + 0.9*LC11 + 1.5*LC31	CO429	LC1 + 1.5*LC4
CO382	1.35*LC1 + 0.9*LC12 + 1.5*LC31	CO430	LC1 + 1.5*LC5
CO383	1.35*LC1 + 0.9*LC13 + 1.5*LC31	CO431	LC1 + 1.5*LC6
CO384	1.35*LC1 + 0.9*LC14 + 1.5*LC31	CO432	LC1 + 1.5*LC7
CO385	1.35*LC1 + 0.9*LC15 + 1.5*LC31	CO433	LC1 + 1.5*LC8
CO386	1.35*LC1 + 0.9*LC16 + 1.5*LC31	CO434	LC1 + 1.5*LC9
CO387	1.35*LC1 + 0.9*LC17 + 1.5*LC31	CO435	LC1 + 1.5*LC10
CO388	1.35*LC1 + 0.9*LC18 + 1.5*LC31	CO436	LC1 + 1.5*LC11
CO389	1.35*LC1 + 0.9*LC19 + 1.5*LC31	CO437	LC1 + 1.5*LC12
CO390	1.35*LC1 + 0.9*LC20 + 1.5*LC31	CO438	LC1 + 1.5*LC13
CO391	1.35*LC1 + 0.9*LC21 + 1.5*LC31	CO439	LC1 + 1.5*LC14
CO392	1.35*LC1 + 0.9*LC22 + 1.5*LC31	CO440	LC1 + 1.5*LC15
CO393	1.35*LC1 + 0.9*LC23 + 1.5*LC31	CO441	LC1 + 1.5*LC16
CO394	1.35*LC1 + 0.9*LC24 + 1.5*LC31	CO442	LC1 + 1.5*LC17
CO395	1.35*LC1 + 0.9*LC25 + 1.5*LC31	CO443	LC1 + 1.5*LC18
CO396	1.35*LC1 + 0.9*LC26 + 1.5*LC31	CO444	LC1 + 1.5*LC19
CO397	1.35*LC1 + 0.9*LC27 + 1.5*LC31	CO445	LC1 + 1.5*LC20
CO398	1.35*LC1 + 0.9*LC28 + 1.5*LC31	CO446	LC1 + 1.5*LC21
CO399	1.35*LC1 + 0.9*LC29 + 1.5*LC31	CO447	LC1 + 1.5*LC22
CO400	1.35*LC1 + 0.9*LC4 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO448	LC1 + 1.5*LC23
CO401	1.35*LC1 + 0.9*LC5 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO449	LC1 + 1.5*LC24
CO402	1.35*LC1 + 0.9*LC6 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO450	LC1 + 1.5*LC25
CO403	1.35*LC1 + 0.9*LC7 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO451	LC1 + 1.5*LC26
CO404	1.35*LC1 + 0.9*LC8 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO452	LC1 + 1.5*LC27
CO405	1.35*LC1 + 0.9*LC9 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO453	LC1 + 1.5*LC28
CO406	1.35*LC1 + 0.9*LC10 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO454	LC1 + 1.5*LC29
CO407	1.35*LC1 + 0.9*LC11 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO455	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC4
CO408	1.35*LC1 + 0.9*LC12 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO456	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC5
CO409	1.35*LC1 + 0.9*LC13 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO457	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC6
CO410	1.35*LC1 + 0.9*LC14 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO458	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC7
CO411	1.35*LC1 + 0.9*LC15 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO459	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC8
CO412	1.35*LC1 + 0.9*LC16 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO460	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC9
CO413	1.35*LC1 + 0.9*LC17 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO461	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC10

CO462	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC11	CO510	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC7 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO463	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC12	CO511	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC8 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO464	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC13	CO512	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC9 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO465	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC14	CO513	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC10 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO466	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC15	CO514	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC11 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO467	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC16	CO515	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC12 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO468	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC17	CO516	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC13 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO469	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC18	CO517	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC14 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO470	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC19	CO518	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC15 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO471	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC20	CO519	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC16 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO472	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC21	CO520	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC17 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO473	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC22	CO521	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC18 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO474	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC23	CO522	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC19 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO475	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC24	CO523	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC20 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO476	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC25	CO524	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC21 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO477	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC26	CO525	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC22 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO478	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC27	CO526	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC23 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO479	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC28	CO527	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC24 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO480	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC29	CO528	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC25 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO481	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC4 + 1.05*LC30	CO529	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC26 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO482	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC5 + 1.05*LC30	CO530	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC27 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO483	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC6 + 1.05*LC30	CO531	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC28 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO484	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC7 + 1.05*LC30	CO532	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC29 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31
CO485	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC8 + 1.05*LC30	CO533	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC4 + 0.75*LC31
CO486	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC9 + 1.05*LC30	CO534	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC5 + 0.75*LC31
CO487	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC10 + 1.05*LC30	CO535	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC6 + 0.75*LC31
CO488	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC11 + 1.05*LC30	CO536	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC7 + 0.75*LC31
CO489	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC12 + 1.05*LC30	CO537	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC8 + 0.75*LC31
CO490	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC13 + 1.05*LC30	CO538	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC9 + 0.75*LC31
CO491	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC14 + 1.05*LC30	CO539	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC10 + 0.75*LC31
CO492	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC15 + 1.05*LC30	CO540	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC11 + 0.75*LC31
CO493	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC16 + 1.05*LC30	CO541	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC12 + 0.75*LC31
CO494	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC17 + 1.05*LC30	CO542	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC13 + 0.75*LC31
CO495	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC18 + 1.05*LC30	CO543	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC14 + 0.75*LC31
CO496	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC19 + 1.05*LC30	CO544	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC15 + 0.75*LC31
CO497	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC20 + 1.05*LC30	CO545	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC16 + 0.75*LC31
CO498	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC21 + 1.05*LC30	CO546	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC17 + 0.75*LC31
CO499	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC22 + 1.05*LC30	CO547	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC18 + 0.75*LC31
CO500	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC23 + 1.05*LC30	CO548	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC19 + 0.75*LC31
CO501	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC24 + 1.05*LC30	CO549	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC20 + 0.75*LC31
CO502	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC25 + 1.05*LC30	CO550	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC21 + 0.75*LC31
CO503	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC26 + 1.05*LC30	CO551	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC22 + 0.75*LC31
CO504	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC27 + 1.05*LC30	CO552	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC23 + 0.75*LC31
CO505	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC28 + 1.05*LC30	CO553	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC24 + 0.75*LC31
CO506	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC29 + 1.05*LC30	CO554	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC25 + 0.75*LC31
CO507	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC4 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO555	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC26 + 0.75*LC31
CO508	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC5 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO556	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC27 + 0.75*LC31
CO509	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC6 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31	CO557	LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC28 + 0.75*LC31

CO558	$LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC29 + 0.75*LC31$	CO606	$LC1 + 1.5*LC25 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$
CO559	$LC1 + 1.5*LC4 + 1.05*LC30$	CO607	$LC1 + 1.5*LC26 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$
CO560	$LC1 + 1.5*LC5 + 1.05*LC30$	CO608	$LC1 + 1.5*LC27 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$
CO561	$LC1 + 1.5*LC6 + 1.05*LC30$	CO609	$LC1 + 1.5*LC28 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$
CO562	$LC1 + 1.5*LC7 + 1.05*LC30$	CO610	$LC1 + 1.5*LC29 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$
CO563	$LC1 + 1.5*LC8 + 1.05*LC30$	CO611	$LC1 + 1.5*LC4 + 0.75*LC31$
CO564	$LC1 + 1.5*LC9 + 1.05*LC30$	CO612	$LC1 + 1.5*LC5 + 0.75*LC31$
CO565	$LC1 + 1.5*LC10 + 1.05*LC30$	CO613	$LC1 + 1.5*LC6 + 0.75*LC31$
CO566	$LC1 + 1.5*LC11 + 1.05*LC30$	CO614	$LC1 + 1.5*LC7 + 0.75*LC31$
CO567	$LC1 + 1.5*LC12 + 1.05*LC30$	CO615	$LC1 + 1.5*LC8 + 0.75*LC31$
CO568	$LC1 + 1.5*LC13 + 1.05*LC30$	CO616	$LC1 + 1.5*LC9 + 0.75*LC31$
CO569	$LC1 + 1.5*LC14 + 1.05*LC30$	CO617	$LC1 + 1.5*LC10 + 0.75*LC31$
CO570	$LC1 + 1.5*LC15 + 1.05*LC30$	CO618	$LC1 + 1.5*LC11 + 0.75*LC31$
CO571	$LC1 + 1.5*LC16 + 1.05*LC30$	CO619	$LC1 + 1.5*LC12 + 0.75*LC31$
CO572	$LC1 + 1.5*LC17 + 1.05*LC30$	CO620	$LC1 + 1.5*LC13 + 0.75*LC31$
CO573	$LC1 + 1.5*LC18 + 1.05*LC30$	CO621	$LC1 + 1.5*LC14 + 0.75*LC31$
CO574	$LC1 + 1.5*LC19 + 1.05*LC30$	CO622	$LC1 + 1.5*LC15 + 0.75*LC31$
CO575	$LC1 + 1.5*LC20 + 1.05*LC30$	CO623	$LC1 + 1.5*LC16 + 0.75*LC31$
CO576	$LC1 + 1.5*LC21 + 1.05*LC30$	CO624	$LC1 + 1.5*LC17 + 0.75*LC31$
CO577	$LC1 + 1.5*LC22 + 1.05*LC30$	CO625	$LC1 + 1.5*LC18 + 0.75*LC31$
CO578	$LC1 + 1.5*LC23 + 1.05*LC30$	CO626	$LC1 + 1.5*LC19 + 0.75*LC31$
CO579	$LC1 + 1.5*LC24 + 1.05*LC30$	CO627	$LC1 + 1.5*LC20 + 0.75*LC31$
CO580	$LC1 + 1.5*LC25 + 1.05*LC30$	CO628	$LC1 + 1.5*LC21 + 0.75*LC31$
CO581	$LC1 + 1.5*LC26 + 1.05*LC30$	CO629	$LC1 + 1.5*LC22 + 0.75*LC31$
CO582	$LC1 + 1.5*LC27 + 1.05*LC30$	CO630	$LC1 + 1.5*LC23 + 0.75*LC31$
CO583	$LC1 + 1.5*LC28 + 1.05*LC30$	CO631	$LC1 + 1.5*LC24 + 0.75*LC31$
CO584	$LC1 + 1.5*LC29 + 1.05*LC30$	CO632	$LC1 + 1.5*LC25 + 0.75*LC31$
CO585	$LC1 + 1.5*LC4 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO633	$LC1 + 1.5*LC26 + 0.75*LC31$
CO586	$LC1 + 1.5*LC5 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO634	$LC1 + 1.5*LC27 + 0.75*LC31$
CO587	$LC1 + 1.5*LC6 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO635	$LC1 + 1.5*LC28 + 0.75*LC31$
CO588	$LC1 + 1.5*LC7 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO636	$LC1 + 1.5*LC29 + 0.75*LC31$
CO589	$LC1 + 1.5*LC8 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO637	$LC1 + 1.5*LC30$
CO590	$LC1 + 1.5*LC9 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO638	$LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC30$
CO591	$LC1 + 1.5*LC10 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO639	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC4 + 1.5*LC30$
CO592	$LC1 + 1.5*LC11 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO640	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC5 + 1.5*LC30$
CO593	$LC1 + 1.5*LC12 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO641	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC6 + 1.5*LC30$
CO594	$LC1 + 1.5*LC13 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO642	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC7 + 1.5*LC30$
CO595	$LC1 + 1.5*LC14 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO643	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC8 + 1.5*LC30$
CO596	$LC1 + 1.5*LC15 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO644	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC9 + 1.5*LC30$
CO597	$LC1 + 1.5*LC16 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO645	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC10 + 1.5*LC30$
CO598	$LC1 + 1.5*LC17 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO646	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC11 + 1.5*LC30$
CO599	$LC1 + 1.5*LC18 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO647	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC12 + 1.5*LC30$
CO600	$LC1 + 1.5*LC19 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO648	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC13 + 1.5*LC30$
CO601	$LC1 + 1.5*LC20 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO649	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC14 + 1.5*LC30$
CO602	$LC1 + 1.5*LC21 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO650	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC15 + 1.5*LC30$
CO603	$LC1 + 1.5*LC22 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO651	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC16 + 1.5*LC30$
CO604	$LC1 + 1.5*LC23 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO652	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC17 + 1.5*LC30$
CO605	$LC1 + 1.5*LC24 + 1.05*LC30 + 0.75*LC31$	CO653	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC18 + 1.5*LC30$

CO654	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC19 + 1.5*LC30$	CO702	$LC1 + 0.9*LC14 + 1.5*LC30$
CO655	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC20 + 1.5*LC30$	CO703	$LC1 + 0.9*LC15 + 1.5*LC30$
CO656	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC21 + 1.5*LC30$	CO704	$LC1 + 0.9*LC16 + 1.5*LC30$
CO657	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC22 + 1.5*LC30$	CO705	$LC1 + 0.9*LC17 + 1.5*LC30$
CO658	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC23 + 1.5*LC30$	CO706	$LC1 + 0.9*LC18 + 1.5*LC30$
CO659	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC24 + 1.5*LC30$	CO707	$LC1 + 0.9*LC19 + 1.5*LC30$
CO660	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC25 + 1.5*LC30$	CO708	$LC1 + 0.9*LC20 + 1.5*LC30$
CO661	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC26 + 1.5*LC30$	CO709	$LC1 + 0.9*LC21 + 1.5*LC30$
CO662	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC27 + 1.5*LC30$	CO710	$LC1 + 0.9*LC22 + 1.5*LC30$
CO663	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC28 + 1.5*LC30$	CO711	$LC1 + 0.9*LC23 + 1.5*LC30$
CO664	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC29 + 1.5*LC30$	CO712	$LC1 + 0.9*LC24 + 1.5*LC30$
CO665	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC4 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO713	$LC1 + 0.9*LC25 + 1.5*LC30$
CO666	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC5 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO714	$LC1 + 0.9*LC26 + 1.5*LC30$
CO667	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC6 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO715	$LC1 + 0.9*LC27 + 1.5*LC30$
CO668	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC7 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO716	$LC1 + 0.9*LC28 + 1.5*LC30$
CO669	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC8 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO717	$LC1 + 0.9*LC29 + 1.5*LC30$
CO670	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC9 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO718	$LC1 + 0.9*LC4 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO671	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC10 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO719	$LC1 + 0.9*LC5 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO672	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC11 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO720	$LC1 + 0.9*LC6 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO673	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC12 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO721	$LC1 + 0.9*LC7 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO674	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC13 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO722	$LC1 + 0.9*LC8 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO675	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC14 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO723	$LC1 + 0.9*LC9 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO676	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC15 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO724	$LC1 + 0.9*LC10 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO677	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC16 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO725	$LC1 + 0.9*LC11 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO678	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC17 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO726	$LC1 + 0.9*LC12 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO679	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC18 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO727	$LC1 + 0.9*LC13 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO680	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC19 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO728	$LC1 + 0.9*LC14 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO681	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC20 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO729	$LC1 + 0.9*LC15 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO682	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC21 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO730	$LC1 + 0.9*LC16 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO683	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC22 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO731	$LC1 + 0.9*LC17 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO684	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC23 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO732	$LC1 + 0.9*LC18 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO685	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC24 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO733	$LC1 + 0.9*LC19 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO686	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC25 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO734	$LC1 + 0.9*LC20 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO687	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC26 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO735	$LC1 + 0.9*LC21 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO688	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC27 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO736	$LC1 + 0.9*LC22 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO689	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC28 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO737	$LC1 + 0.9*LC23 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO690	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC29 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO738	$LC1 + 0.9*LC24 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO691	$LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$	CO739	$LC1 + 0.9*LC25 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO692	$LC1 + 0.9*LC4 + 1.5*LC30$	CO740	$LC1 + 0.9*LC26 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO693	$LC1 + 0.9*LC5 + 1.5*LC30$	CO741	$LC1 + 0.9*LC27 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO694	$LC1 + 0.9*LC6 + 1.5*LC30$	CO742	$LC1 + 0.9*LC28 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO695	$LC1 + 0.9*LC7 + 1.5*LC30$	CO743	$LC1 + 0.9*LC29 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO696	$LC1 + 0.9*LC8 + 1.5*LC30$	CO744	$LC1 + 1.5*LC30 + 0.75*LC31$
CO697	$LC1 + 0.9*LC9 + 1.5*LC30$	CO745	$LC1 + 1.5*LC31$
CO698	$LC1 + 0.9*LC10 + 1.5*LC30$	CO746	$LC1 + 1.35*LC2 + 1.5*LC31$
CO699	$LC1 + 0.9*LC11 + 1.5*LC30$	CO747	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC4 + 1.5*LC31$
CO700	$LC1 + 0.9*LC12 + 1.5*LC30$	CO748	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC5 + 1.5*LC31$
CO701	$LC1 + 0.9*LC13 + 1.5*LC30$	CO749	$LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC6 + 1.5*LC31$

CO750	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC7 + 1.5*LC31	CO798	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC29 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO751	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC8 + 1.5*LC31	CO799	LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO752	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC9 + 1.5*LC31	CO800	LC1 + 0.9*LC4 + 1.5*LC31
CO753	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC10 + 1.5*LC31	CO801	LC1 + 0.9*LC5 + 1.5*LC31
CO754	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC11 + 1.5*LC31	CO802	LC1 + 0.9*LC6 + 1.5*LC31
CO755	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC12 + 1.5*LC31	CO803	LC1 + 0.9*LC7 + 1.5*LC31
CO756	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC13 + 1.5*LC31	CO804	LC1 + 0.9*LC8 + 1.5*LC31
CO757	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC14 + 1.5*LC31	CO805	LC1 + 0.9*LC9 + 1.5*LC31
CO758	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC15 + 1.5*LC31	CO806	LC1 + 0.9*LC10 + 1.5*LC31
CO759	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC16 + 1.5*LC31	CO807	LC1 + 0.9*LC11 + 1.5*LC31
CO760	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC17 + 1.5*LC31	CO808	LC1 + 0.9*LC12 + 1.5*LC31
CO761	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC18 + 1.5*LC31	CO809	LC1 + 0.9*LC13 + 1.5*LC31
CO762	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC19 + 1.5*LC31	CO810	LC1 + 0.9*LC14 + 1.5*LC31
CO763	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC20 + 1.5*LC31	CO811	LC1 + 0.9*LC15 + 1.5*LC31
CO764	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC21 + 1.5*LC31	CO812	LC1 + 0.9*LC16 + 1.5*LC31
CO765	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC22 + 1.5*LC31	CO813	LC1 + 0.9*LC17 + 1.5*LC31
CO766	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC23 + 1.5*LC31	CO814	LC1 + 0.9*LC18 + 1.5*LC31
CO767	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC24 + 1.5*LC31	CO815	LC1 + 0.9*LC19 + 1.5*LC31
CO768	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC25 + 1.5*LC31	CO816	LC1 + 0.9*LC20 + 1.5*LC31
CO769	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC26 + 1.5*LC31	CO817	LC1 + 0.9*LC21 + 1.5*LC31
CO770	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC27 + 1.5*LC31	CO818	LC1 + 0.9*LC22 + 1.5*LC31
CO771	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC28 + 1.5*LC31	CO819	LC1 + 0.9*LC23 + 1.5*LC31
CO772	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC29 + 1.5*LC31	CO820	LC1 + 0.9*LC24 + 1.5*LC31
CO773	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC4 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO821	LC1 + 0.9*LC25 + 1.5*LC31
CO774	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC5 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO822	LC1 + 0.9*LC26 + 1.5*LC31
CO775	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC6 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO823	LC1 + 0.9*LC27 + 1.5*LC31
CO776	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC7 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO824	LC1 + 0.9*LC28 + 1.5*LC31
CO777	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC8 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO825	LC1 + 0.9*LC29 + 1.5*LC31
CO778	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC9 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO826	LC1 + 0.9*LC4 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO779	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC10 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO827	LC1 + 0.9*LC5 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO780	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC11 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO828	LC1 + 0.9*LC6 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO781	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC12 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO829	LC1 + 0.9*LC7 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO782	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC13 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO830	LC1 + 0.9*LC8 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO783	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC14 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO831	LC1 + 0.9*LC9 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO784	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC15 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO832	LC1 + 0.9*LC10 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO785	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC16 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO833	LC1 + 0.9*LC11 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO786	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC17 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO834	LC1 + 0.9*LC12 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO787	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC18 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO835	LC1 + 0.9*LC13 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO788	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC19 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO836	LC1 + 0.9*LC14 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO789	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC20 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO837	LC1 + 0.9*LC15 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO790	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC21 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO838	LC1 + 0.9*LC16 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO791	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC22 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO839	LC1 + 0.9*LC17 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO792	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC23 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO840	LC1 + 0.9*LC18 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO793	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC24 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO841	LC1 + 0.9*LC19 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO794	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC25 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO842	LC1 + 0.9*LC20 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO795	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC26 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO843	LC1 + 0.9*LC21 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO796	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC27 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO844	LC1 + 0.9*LC22 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31
CO797	LC1 + 1.35*LC2 + 0.9*LC28 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31	CO845	LC1 + 0.9*LC23 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31

CO846	$LC1 + 0.9*LC24 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31$	CO850	$LC1 + 0.9*LC28 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31$
CO847	$LC1 + 0.9*LC25 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31$	CO851	$LC1 + 0.9*LC29 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31$
CO848	$LC1 + 0.9*LC26 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31$	CO852	$LC1 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31$
CO849	$LC1 + 0.9*LC27 + 1.05*LC30 + 1.5*LC31$		

Tablica 35: Kombinacije opterećenja za proračun GSU konstrukcije.

CO853	LC1	CO892	$LC1 + LC2 + LC15$
CO854	$LC1 + LC2$	CO893	$LC1 + LC2 + LC16$
CO855	$LC1 + LC4$	CO894	$LC1 + LC2 + LC17$
CO856	$LC1 + LC5$	CO895	$LC1 + LC2 + LC18$
CO857	$LC1 + LC6$	CO896	$LC1 + LC2 + LC19$
CO858	$LC1 + LC7$	CO897	$LC1 + LC2 + LC20$
CO859	$LC1 + LC8$	CO898	$LC1 + LC2 + LC21$
CO860	$LC1 + LC9$	CO899	$LC1 + LC2 + LC22$
CO861	$LC1 + LC10$	CO900	$LC1 + LC2 + LC23$
CO862	$LC1 + LC11$	CO901	$LC1 + LC2 + LC24$
CO863	$LC1 + LC12$	CO902	$LC1 + LC2 + LC25$
CO864	$LC1 + LC13$	CO903	$LC1 + LC2 + LC26$
CO865	$LC1 + LC14$	CO904	$LC1 + LC2 + LC27$
CO866	$LC1 + LC15$	CO905	$LC1 + LC2 + LC28$
CO867	$LC1 + LC16$	CO906	$LC1 + LC2 + LC29$
CO868	$LC1 + LC17$	CO907	$LC1 + LC2 + LC4 + 0.7*LC30$
CO869	$LC1 + LC18$	CO908	$LC1 + LC2 + LC5 + 0.7*LC30$
CO870	$LC1 + LC19$	CO909	$LC1 + LC2 + LC6 + 0.7*LC30$
CO871	$LC1 + LC20$	CO910	$LC1 + LC2 + LC7 + 0.7*LC30$
CO872	$LC1 + LC21$	CO911	$LC1 + LC2 + LC8 + 0.7*LC30$
CO873	$LC1 + LC22$	CO912	$LC1 + LC2 + LC9 + 0.7*LC30$
CO874	$LC1 + LC23$	CO913	$LC1 + LC2 + LC10 + 0.7*LC30$
CO875	$LC1 + LC24$	CO914	$LC1 + LC2 + LC11 + 0.7*LC30$
CO876	$LC1 + LC25$	CO915	$LC1 + LC2 + LC12 + 0.7*LC30$
CO877	$LC1 + LC26$	CO916	$LC1 + LC2 + LC13 + 0.7*LC30$
CO878	$LC1 + LC27$	CO917	$LC1 + LC2 + LC14 + 0.7*LC30$
CO879	$LC1 + LC28$	CO918	$LC1 + LC2 + LC15 + 0.7*LC30$
CO880	$LC1 + LC29$	CO919	$LC1 + LC2 + LC16 + 0.7*LC30$
CO881	$LC1 + LC2 + LC4$	CO920	$LC1 + LC2 + LC17 + 0.7*LC30$
CO882	$LC1 + LC2 + LC5$	CO921	$LC1 + LC2 + LC18 + 0.7*LC30$
CO883	$LC1 + LC2 + LC6$	CO922	$LC1 + LC2 + LC19 + 0.7*LC30$
CO884	$LC1 + LC2 + LC7$	CO923	$LC1 + LC2 + LC20 + 0.7*LC30$
CO885	$LC1 + LC2 + LC8$	CO924	$LC1 + LC2 + LC21 + 0.7*LC30$
CO886	$LC1 + LC2 + LC9$	CO925	$LC1 + LC2 + LC22 + 0.7*LC30$
CO887	$LC1 + LC2 + LC10$	CO926	$LC1 + LC2 + LC23 + 0.7*LC30$
CO888	$LC1 + LC2 + LC11$	CO927	$LC1 + LC2 + LC24 + 0.7*LC30$
CO889	$LC1 + LC2 + LC12$	CO928	$LC1 + LC2 + LC25 + 0.7*LC30$
CO890	$LC1 + LC2 + LC13$	CO929	$LC1 + LC2 + LC26 + 0.7*LC30$
CO891	$LC1 + LC2 + LC14$	CO930	$LC1 + LC2 + LC27 + 0.7*LC30$

CO931	LC1 + LC2 + LC28 + 0.7*LC30	CO979	LC1 + LC2 + LC24 + 0.5*LC31
CO932	LC1 + LC2 + LC29 + 0.7*LC30	CO980	LC1 + LC2 + LC25 + 0.5*LC31
CO933	LC1 + LC2 + LC4 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO981	LC1 + LC2 + LC26 + 0.5*LC31
CO934	LC1 + LC2 + LC5 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO982	LC1 + LC2 + LC27 + 0.5*LC31
CO935	LC1 + LC2 + LC6 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO983	LC1 + LC2 + LC28 + 0.5*LC31
CO936	LC1 + LC2 + LC7 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO984	LC1 + LC2 + LC29 + 0.5*LC31
CO937	LC1 + LC2 + LC8 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO985	LC1 + LC4 + 0.7*LC30
CO938	LC1 + LC2 + LC9 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO986	LC1 + LC5 + 0.7*LC30
CO939	LC1 + LC2 + LC10 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO987	LC1 + LC6 + 0.7*LC30
CO940	LC1 + LC2 + LC11 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO988	LC1 + LC7 + 0.7*LC30
CO941	LC1 + LC2 + LC12 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO989	LC1 + LC8 + 0.7*LC30
CO942	LC1 + LC2 + LC13 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO990	LC1 + LC9 + 0.7*LC30
CO943	LC1 + LC2 + LC14 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO991	LC1 + LC10 + 0.7*LC30
CO944	LC1 + LC2 + LC15 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO992	LC1 + LC11 + 0.7*LC30
CO945	LC1 + LC2 + LC16 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO993	LC1 + LC12 + 0.7*LC30
CO946	LC1 + LC2 + LC17 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO994	LC1 + LC13 + 0.7*LC30
CO947	LC1 + LC2 + LC18 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO995	LC1 + LC14 + 0.7*LC30
CO948	LC1 + LC2 + LC19 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO996	LC1 + LC15 + 0.7*LC30
CO949	LC1 + LC2 + LC20 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO997	LC1 + LC16 + 0.7*LC30
CO950	LC1 + LC2 + LC21 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO998	LC1 + LC17 + 0.7*LC30
CO951	LC1 + LC2 + LC22 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO999	LC1 + LC18 + 0.7*LC30
CO952	LC1 + LC2 + LC23 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1000	LC1 + LC19 + 0.7*LC30
CO953	LC1 + LC2 + LC24 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1001	LC1 + LC20 + 0.7*LC30
CO954	LC1 + LC2 + LC25 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1002	LC1 + LC21 + 0.7*LC30
CO955	LC1 + LC2 + LC26 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1003	LC1 + LC22 + 0.7*LC30
CO956	LC1 + LC2 + LC27 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1004	LC1 + LC23 + 0.7*LC30
CO957	LC1 + LC2 + LC28 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1005	LC1 + LC24 + 0.7*LC30
CO958	LC1 + LC2 + LC29 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1006	LC1 + LC25 + 0.7*LC30
CO959	LC1 + LC2 + LC4 + 0.5*LC31	CO1007	LC1 + LC26 + 0.7*LC30
CO960	LC1 + LC2 + LC5 + 0.5*LC31	CO1008	LC1 + LC27 + 0.7*LC30
CO961	LC1 + LC2 + LC6 + 0.5*LC31	CO1009	LC1 + LC28 + 0.7*LC30
CO962	LC1 + LC2 + LC7 + 0.5*LC31	CO1010	LC1 + LC29 + 0.7*LC30
CO963	LC1 + LC2 + LC8 + 0.5*LC31	CO1011	LC1 + LC4 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO964	LC1 + LC2 + LC9 + 0.5*LC31	CO1012	LC1 + LC5 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO965	LC1 + LC2 + LC10 + 0.5*LC31	CO1013	LC1 + LC6 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO966	LC1 + LC2 + LC11 + 0.5*LC31	CO1014	LC1 + LC7 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO967	LC1 + LC2 + LC12 + 0.5*LC31	CO1015	LC1 + LC8 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO968	LC1 + LC2 + LC13 + 0.5*LC31	CO1016	LC1 + LC9 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO969	LC1 + LC2 + LC14 + 0.5*LC31	CO1017	LC1 + LC10 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO970	LC1 + LC2 + LC15 + 0.5*LC31	CO1018	LC1 + LC11 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO971	LC1 + LC2 + LC16 + 0.5*LC31	CO1019	LC1 + LC12 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO972	LC1 + LC2 + LC17 + 0.5*LC31	CO1020	LC1 + LC13 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO973	LC1 + LC2 + LC18 + 0.5*LC31	CO1021	LC1 + LC14 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO974	LC1 + LC2 + LC19 + 0.5*LC31	CO1022	LC1 + LC15 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO975	LC1 + LC2 + LC20 + 0.5*LC31	CO1023	LC1 + LC16 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO976	LC1 + LC2 + LC21 + 0.5*LC31	CO1024	LC1 + LC17 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO977	LC1 + LC2 + LC22 + 0.5*LC31	CO1025	LC1 + LC18 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31
CO978	LC1 + LC2 + LC23 + 0.5*LC31	CO1026	LC1 + LC19 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31

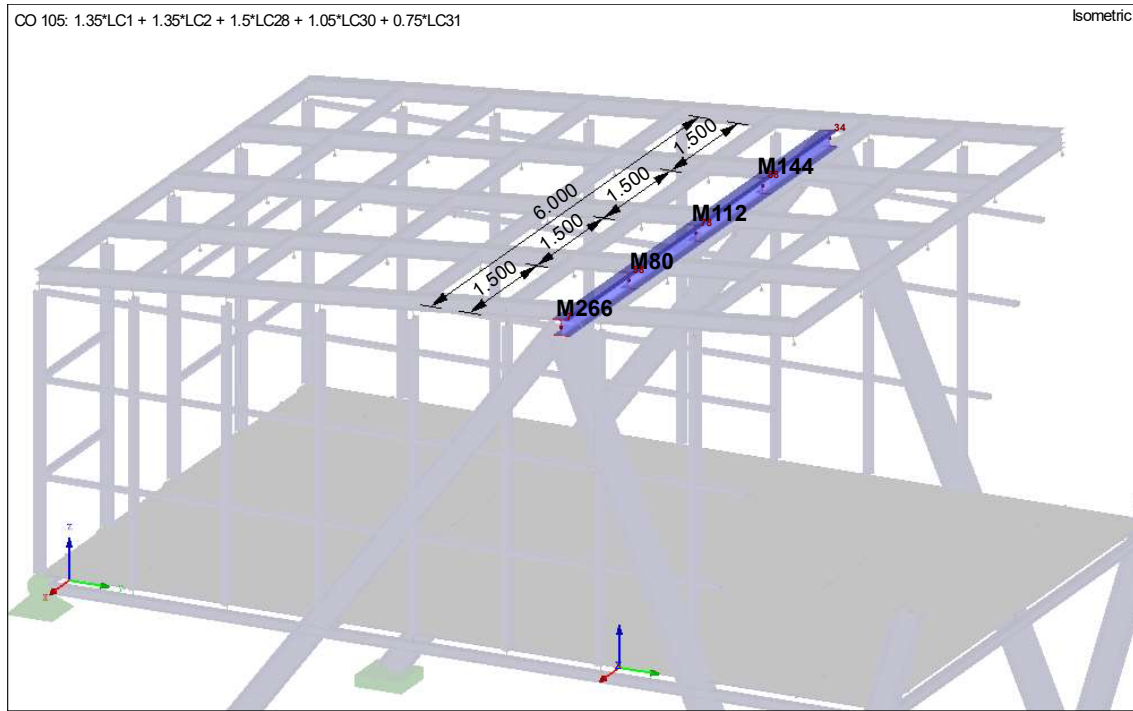
CO1027	LC1 + LC20 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1075	LC1 + LC2 + 0.6*LC14 + LC30
CO1028	LC1 + LC21 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1076	LC1 + LC2 + 0.6*LC15 + LC30
CO1029	LC1 + LC22 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1077	LC1 + LC2 + 0.6*LC16 + LC30
CO1030	LC1 + LC23 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1078	LC1 + LC2 + 0.6*LC17 + LC30
CO1031	LC1 + LC24 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1079	LC1 + LC2 + 0.6*LC18 + LC30
CO1032	LC1 + LC25 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1080	LC1 + LC2 + 0.6*LC19 + LC30
CO1033	LC1 + LC26 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1081	LC1 + LC2 + 0.6*LC20 + LC30
CO1034	LC1 + LC27 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1082	LC1 + LC2 + 0.6*LC21 + LC30
CO1035	LC1 + LC28 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1083	LC1 + LC2 + 0.6*LC22 + LC30
CO1036	LC1 + LC29 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	CO1084	LC1 + LC2 + 0.6*LC23 + LC30
CO1037	LC1 + LC4 + 0.5*LC31	CO1085	LC1 + LC2 + 0.6*LC24 + LC30
CO1038	LC1 + LC5 + 0.5*LC31	CO1086	LC1 + LC2 + 0.6*LC25 + LC30
CO1039	LC1 + LC6 + 0.5*LC31	CO1087	LC1 + LC2 + 0.6*LC26 + LC30
CO1040	LC1 + LC7 + 0.5*LC31	CO1088	LC1 + LC2 + 0.6*LC27 + LC30
CO1041	LC1 + LC8 + 0.5*LC31	CO1089	LC1 + LC2 + 0.6*LC28 + LC30
CO1042	LC1 + LC9 + 0.5*LC31	CO1090	LC1 + LC2 + 0.6*LC29 + LC30
CO1043	LC1 + LC10 + 0.5*LC31	CO1091	LC1 + LC2 + 0.6*LC4 + LC30 + 0.5*LC31
CO1044	LC1 + LC11 + 0.5*LC31	CO1092	LC1 + LC2 + 0.6*LC5 + LC30 + 0.5*LC31
CO1045	LC1 + LC12 + 0.5*LC31	CO1093	LC1 + LC2 + 0.6*LC6 + LC30 + 0.5*LC31
CO1046	LC1 + LC13 + 0.5*LC31	CO1094	LC1 + LC2 + 0.6*LC7 + LC30 + 0.5*LC31
CO1047	LC1 + LC14 + 0.5*LC31	CO1095	LC1 + LC2 + 0.6*LC8 + LC30 + 0.5*LC31
CO1048	LC1 + LC15 + 0.5*LC31	CO1096	LC1 + LC2 + 0.6*LC9 + LC30 + 0.5*LC31
CO1049	LC1 + LC16 + 0.5*LC31	CO1097	LC1 + LC2 + 0.6*LC10 + LC30 + 0.5*LC31
CO1050	LC1 + LC17 + 0.5*LC31	CO1098	LC1 + LC2 + 0.6*LC11 + LC30 + 0.5*LC31
CO1051	LC1 + LC18 + 0.5*LC31	CO1099	LC1 + LC2 + 0.6*LC12 + LC30 + 0.5*LC31
CO1052	LC1 + LC19 + 0.5*LC31	CO1100	LC1 + LC2 + 0.6*LC13 + LC30 + 0.5*LC31
CO1053	LC1 + LC20 + 0.5*LC31	CO1101	LC1 + LC2 + 0.6*LC14 + LC30 + 0.5*LC31
CO1054	LC1 + LC21 + 0.5*LC31	CO1102	LC1 + LC2 + 0.6*LC15 + LC30 + 0.5*LC31
CO1055	LC1 + LC22 + 0.5*LC31	CO1103	LC1 + LC2 + 0.6*LC16 + LC30 + 0.5*LC31
CO1056	LC1 + LC23 + 0.5*LC31	CO1104	LC1 + LC2 + 0.6*LC17 + LC30 + 0.5*LC31
CO1057	LC1 + LC24 + 0.5*LC31	CO1105	LC1 + LC2 + 0.6*LC18 + LC30 + 0.5*LC31
CO1058	LC1 + LC25 + 0.5*LC31	CO1106	LC1 + LC2 + 0.6*LC19 + LC30 + 0.5*LC31
CO1059	LC1 + LC26 + 0.5*LC31	CO1107	LC1 + LC2 + 0.6*LC20 + LC30 + 0.5*LC31
CO1060	LC1 + LC27 + 0.5*LC31	CO1108	LC1 + LC2 + 0.6*LC21 + LC30 + 0.5*LC31
CO1061	LC1 + LC28 + 0.5*LC31	CO1109	LC1 + LC2 + 0.6*LC22 + LC30 + 0.5*LC31
CO1062	LC1 + LC29 + 0.5*LC31	CO1110	LC1 + LC2 + 0.6*LC23 + LC30 + 0.5*LC31
CO1063	LC1 + LC30	CO1111	LC1 + LC2 + 0.6*LC24 + LC30 + 0.5*LC31
CO1064	LC1 + LC2 + LC30	CO1112	LC1 + LC2 + 0.6*LC25 + LC30 + 0.5*LC31
CO1065	LC1 + LC2 + 0.6*LC4 + LC30	CO1113	LC1 + LC2 + 0.6*LC26 + LC30 + 0.5*LC31
CO1066	LC1 + LC2 + 0.6*LC5 + LC30	CO1114	LC1 + LC2 + 0.6*LC27 + LC30 + 0.5*LC31
CO1067	LC1 + LC2 + 0.6*LC6 + LC30	CO1115	LC1 + LC2 + 0.6*LC28 + LC30 + 0.5*LC31
CO1068	LC1 + LC2 + 0.6*LC7 + LC30	CO1116	LC1 + LC2 + 0.6*LC29 + LC30 + 0.5*LC31
CO1069	LC1 + LC2 + 0.6*LC8 + LC30	CO1117	LC1 + LC2 + LC30 + 0.5*LC31
CO1070	LC1 + LC2 + 0.6*LC9 + LC30	CO1118	LC1 + 0.6*LC4 + LC30
CO1071	LC1 + LC2 + 0.6*LC10 + LC30	CO1119	LC1 + 0.6*LC5 + LC30
CO1072	LC1 + LC2 + 0.6*LC11 + LC30	CO1120	LC1 + 0.6*LC6 + LC30
CO1073	LC1 + LC2 + 0.6*LC12 + LC30	CO1121	LC1 + 0.6*LC7 + LC30
CO1074	LC1 + LC2 + 0.6*LC13 + LC30	CO1122	LC1 + 0.6*LC8 + LC30

CO1123	LC1 + 0.6*LC9 + LC30	CO1171	LC1 + LC31
CO1124	LC1 + 0.6*LC10 + LC30	CO1172	LC1 + LC2 + LC31
CO1125	LC1 + 0.6*LC11 + LC30	CO1173	LC1 + LC2 + 0.6*LC4 + LC31
CO1126	LC1 + 0.6*LC12 + LC30	CO1174	LC1 + LC2 + 0.6*LC5 + LC31
CO1127	LC1 + 0.6*LC13 + LC30	CO1175	LC1 + LC2 + 0.6*LC6 + LC31
CO1128	LC1 + 0.6*LC14 + LC30	CO1176	LC1 + LC2 + 0.6*LC7 + LC31
CO1129	LC1 + 0.6*LC15 + LC30	CO1177	LC1 + LC2 + 0.6*LC8 + LC31
CO1130	LC1 + 0.6*LC16 + LC30	CO1178	LC1 + LC2 + 0.6*LC9 + LC31
CO1131	LC1 + 0.6*LC17 + LC30	CO1179	LC1 + LC2 + 0.6*LC10 + LC31
CO1132	LC1 + 0.6*LC18 + LC30	CO1180	LC1 + LC2 + 0.6*LC11 + LC31
CO1133	LC1 + 0.6*LC19 + LC30	CO1181	LC1 + LC2 + 0.6*LC12 + LC31
CO1134	LC1 + 0.6*LC20 + LC30	CO1182	LC1 + LC2 + 0.6*LC13 + LC31
CO1135	LC1 + 0.6*LC21 + LC30	CO1183	LC1 + LC2 + 0.6*LC14 + LC31
CO1136	LC1 + 0.6*LC22 + LC30	CO1184	LC1 + LC2 + 0.6*LC15 + LC31
CO1137	LC1 + 0.6*LC23 + LC30	CO1185	LC1 + LC2 + 0.6*LC16 + LC31
CO1138	LC1 + 0.6*LC24 + LC30	CO1186	LC1 + LC2 + 0.6*LC17 + LC31
CO1139	LC1 + 0.6*LC25 + LC30	CO1187	LC1 + LC2 + 0.6*LC18 + LC31
CO1140	LC1 + 0.6*LC26 + LC30	CO1188	LC1 + LC2 + 0.6*LC19 + LC31
CO1141	LC1 + 0.6*LC27 + LC30	CO1189	LC1 + LC2 + 0.6*LC20 + LC31
CO1142	LC1 + 0.6*LC28 + LC30	CO1190	LC1 + LC2 + 0.6*LC21 + LC31
CO1143	LC1 + 0.6*LC29 + LC30	CO1191	LC1 + LC2 + 0.6*LC22 + LC31
CO1144	LC1 + 0.6*LC4 + LC30 + 0.5*LC31	CO1192	LC1 + LC2 + 0.6*LC23 + LC31
CO1145	LC1 + 0.6*LC5 + LC30 + 0.5*LC31	CO1193	LC1 + LC2 + 0.6*LC24 + LC31
CO1146	LC1 + 0.6*LC6 + LC30 + 0.5*LC31	CO1194	LC1 + LC2 + 0.6*LC25 + LC31
CO1147	LC1 + 0.6*LC7 + LC30 + 0.5*LC31	CO1195	LC1 + LC2 + 0.6*LC26 + LC31
CO1148	LC1 + 0.6*LC8 + LC30 + 0.5*LC31	CO1196	LC1 + LC2 + 0.6*LC27 + LC31
CO1149	LC1 + 0.6*LC9 + LC30 + 0.5*LC31	CO1197	LC1 + LC2 + 0.6*LC28 + LC31
CO1150	LC1 + 0.6*LC10 + LC30 + 0.5*LC31	CO1198	LC1 + LC2 + 0.6*LC29 + LC31
CO1151	LC1 + 0.6*LC11 + LC30 + 0.5*LC31	CO1199	LC1 + LC2 + 0.6*LC4 + 0.7*LC30 + LC31
CO1152	LC1 + 0.6*LC12 + LC30 + 0.5*LC31	CO1200	LC1 + LC2 + 0.6*LC5 + 0.7*LC30 + LC31
CO1153	LC1 + 0.6*LC13 + LC30 + 0.5*LC31	CO1201	LC1 + LC2 + 0.6*LC6 + 0.7*LC30 + LC31
CO1154	LC1 + 0.6*LC14 + LC30 + 0.5*LC31	CO1202	LC1 + LC2 + 0.6*LC7 + 0.7*LC30 + LC31
CO1155	LC1 + 0.6*LC15 + LC30 + 0.5*LC31	CO1203	LC1 + LC2 + 0.6*LC8 + 0.7*LC30 + LC31
CO1156	LC1 + 0.6*LC16 + LC30 + 0.5*LC31	CO1204	LC1 + LC2 + 0.6*LC9 + 0.7*LC30 + LC31
CO1157	LC1 + 0.6*LC17 + LC30 + 0.5*LC31	CO1205	LC1 + LC2 + 0.6*LC10 + 0.7*LC30 + LC31
CO1158	LC1 + 0.6*LC18 + LC30 + 0.5*LC31	CO1206	LC1 + LC2 + 0.6*LC11 + 0.7*LC30 + LC31
CO1159	LC1 + 0.6*LC19 + LC30 + 0.5*LC31	CO1207	LC1 + LC2 + 0.6*LC12 + 0.7*LC30 + LC31
CO1160	LC1 + 0.6*LC20 + LC30 + 0.5*LC31	CO1208	LC1 + LC2 + 0.6*LC13 + 0.7*LC30 + LC31
CO1161	LC1 + 0.6*LC21 + LC30 + 0.5*LC31	CO1209	LC1 + LC2 + 0.6*LC14 + 0.7*LC30 + LC31
CO1162	LC1 + 0.6*LC22 + LC30 + 0.5*LC31	CO1210	LC1 + LC2 + 0.6*LC15 + 0.7*LC30 + LC31
CO1163	LC1 + 0.6*LC23 + LC30 + 0.5*LC31	CO1211	LC1 + LC2 + 0.6*LC16 + 0.7*LC30 + LC31
CO1164	LC1 + 0.6*LC24 + LC30 + 0.5*LC31	CO1212	LC1 + LC2 + 0.6*LC17 + 0.7*LC30 + LC31
CO1165	LC1 + 0.6*LC25 + LC30 + 0.5*LC31	CO1213	LC1 + LC2 + 0.6*LC18 + 0.7*LC30 + LC31
CO1166	LC1 + 0.6*LC26 + LC30 + 0.5*LC31	CO1214	LC1 + LC2 + 0.6*LC19 + 0.7*LC30 + LC31
CO1167	LC1 + 0.6*LC27 + LC30 + 0.5*LC31	CO1215	LC1 + LC2 + 0.6*LC20 + 0.7*LC30 + LC31
CO1168	LC1 + 0.6*LC28 + LC30 + 0.5*LC31	CO1216	LC1 + LC2 + 0.6*LC21 + 0.7*LC30 + LC31
CO1169	LC1 + 0.6*LC29 + LC30 + 0.5*LC31	CO1217	LC1 + LC2 + 0.6*LC22 + 0.7*LC30 + LC31
CO1170	LC1 + LC30 + 0.5*LC31	CO1218	LC1 + LC2 + 0.6*LC23 + 0.7*LC30 + LC31

CO1219	$LC1 + LC2 + 0.6*LC24 + 0.7*LC30 + LC31$	CO1249	$LC1 + 0.6*LC27 + LC31$
CO1220	$LC1 + LC2 + 0.6*LC25 + 0.7*LC30 + LC31$	CO1250	$LC1 + 0.6*LC28 + LC31$
CO1221	$LC1 + LC2 + 0.6*LC26 + 0.7*LC30 + LC31$	CO1251	$LC1 + 0.6*LC29 + LC31$
CO1222	$LC1 + LC2 + 0.6*LC27 + 0.7*LC30 + LC31$	CO1252	$LC1 + 0.6*LC4 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1223	$LC1 + LC2 + 0.6*LC28 + 0.7*LC30 + LC31$	CO1253	$LC1 + 0.6*LC5 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1224	$LC1 + LC2 + 0.6*LC29 + 0.7*LC30 + LC31$	CO1254	$LC1 + 0.6*LC6 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1225	$LC1 + LC2 + 0.7*LC30 + LC31$	CO1255	$LC1 + 0.6*LC7 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1226	$LC1 + 0.6*LC4 + LC31$	CO1256	$LC1 + 0.6*LC8 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1227	$LC1 + 0.6*LC5 + LC31$	CO1257	$LC1 + 0.6*LC9 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1228	$LC1 + 0.6*LC6 + LC31$	CO1258	$LC1 + 0.6*LC10 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1229	$LC1 + 0.6*LC7 + LC31$	CO1259	$LC1 + 0.6*LC11 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1230	$LC1 + 0.6*LC8 + LC31$	CO1260	$LC1 + 0.6*LC12 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1231	$LC1 + 0.6*LC9 + LC31$	CO1261	$LC1 + 0.6*LC13 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1232	$LC1 + 0.6*LC10 + LC31$	CO1262	$LC1 + 0.6*LC14 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1233	$LC1 + 0.6*LC11 + LC31$	CO1263	$LC1 + 0.6*LC15 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1234	$LC1 + 0.6*LC12 + LC31$	CO1264	$LC1 + 0.6*LC16 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1235	$LC1 + 0.6*LC13 + LC31$	CO1265	$LC1 + 0.6*LC17 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1236	$LC1 + 0.6*LC14 + LC31$	CO1266	$LC1 + 0.6*LC18 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1237	$LC1 + 0.6*LC15 + LC31$	CO1267	$LC1 + 0.6*LC19 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1238	$LC1 + 0.6*LC16 + LC31$	CO1268	$LC1 + 0.6*LC20 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1239	$LC1 + 0.6*LC17 + LC31$	CO1269	$LC1 + 0.6*LC21 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1240	$LC1 + 0.6*LC18 + LC31$	CO1270	$LC1 + 0.6*LC22 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1241	$LC1 + 0.6*LC19 + LC31$	CO1271	$LC1 + 0.6*LC23 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1242	$LC1 + 0.6*LC20 + LC31$	CO1272	$LC1 + 0.6*LC24 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1243	$LC1 + 0.6*LC21 + LC31$	CO1273	$LC1 + 0.6*LC25 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1244	$LC1 + 0.6*LC22 + LC31$	CO1274	$LC1 + 0.6*LC26 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1245	$LC1 + 0.6*LC23 + LC31$	CO1275	$LC1 + 0.6*LC27 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1246	$LC1 + 0.6*LC24 + LC31$	CO1276	$LC1 + 0.6*LC28 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1247	$LC1 + 0.6*LC25 + LC31$	CO1277	$LC1 + 0.6*LC29 + 0.7*LC30 + LC31$
CO1248	$LC1 + 0.6*LC26 + LC31$	CO1278	$LC1 + 0.7*LC30 + LC31$

6.2. Dimenzioniranje krovnog poprečnog nosača

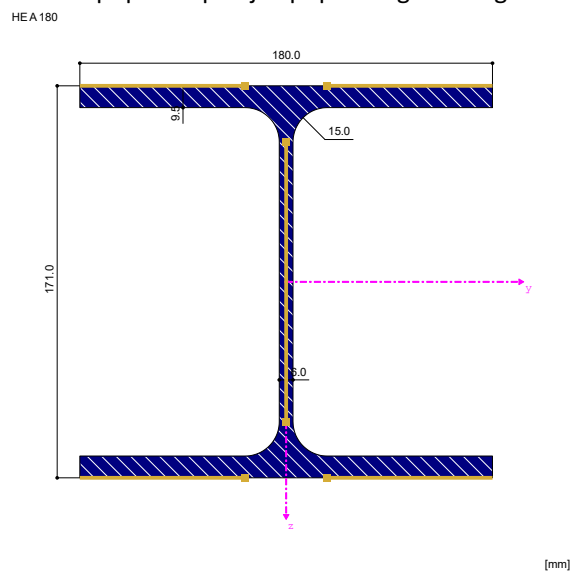
Pozicija krovnog poprečnog nosača broj 144 prikazana je na slici 58.



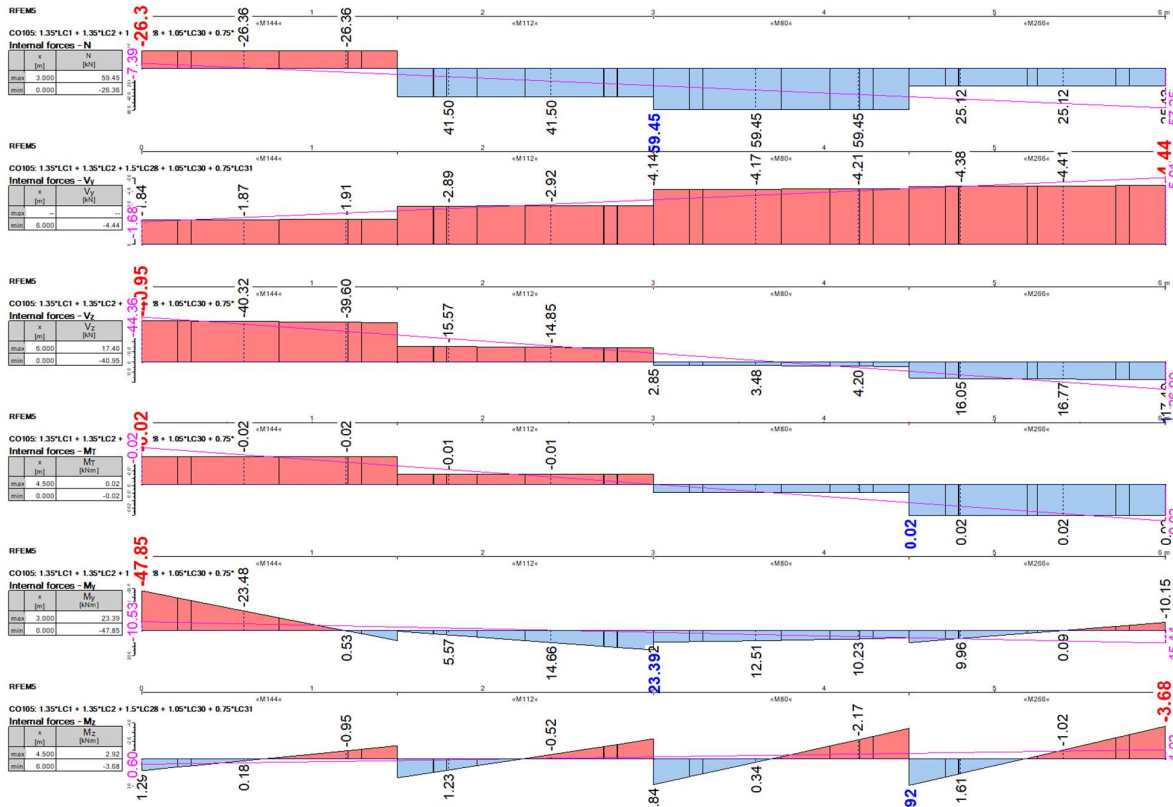
Slika 58: Poprečni krovni nosač s dimenzijama bočnih pridržanja.

Odabrani poprečni presjek je HEA180 s 69% iskorištenosti.

Slika 59: Odabrani poprečni presjek poprečnog krovnog nosača HEA180.



6.2.1. Proračun GSN krovnog poprečnog nosača



Slika 60: Dijagrami unutarnjih sila za poprečni krovni nosač HE-A 180 za mjerodavnu kombinaciju opterećenja CO105.

Nosač Br.	Lokacija presjeka x [m]	Opterećenje	Nosivost presjeka	Proračun
144	0,000	CO105	0,69 ≤ 1	ST364) Analiza stabilnosti - Savijanje i tlak prema 6.3.3, metoda 2

Proračun GSN prema dijagramima sa slike 60, prikazan je u nastavku.

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina t ≤ 16 mm				
Granica popuštanja	f _y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina t > 16 mm i t ≤ 40 mm				
Granica popuštanja	f _y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina t > 40 mm i t ≤ 100 mm				

Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 180 | Euronorm 53-62

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Tip poprečnog presjeka	h	171,0	mm	
Visina presjeka	b	180,0	mm	
Širina presjeka	t_w	6,0	mm	
Debljina hrpta	t_f	9,5	mm	
Debljina pojasnice	r	15,0	mm	
Radijus	A	45,30	cm ²	
Površina poprečnog presjeka	$A_{v,y}$	35,46	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	14,52	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a
Efektivna posmična površina	I_y	2510,00	cm ⁴	
Moment intercije oko y-y	I_z	925,00	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_t	14,90	cm ⁴	
Tozijska konstanta	i_y	74,5	mm	
Polumjer tromosti za y-y os	i_z	45,2	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	$W_{el,y}$	294,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,z}$	103,00	cm ³	

Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,y}$	324,00	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,z}$	156,49	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	I_w	60210,00	cm ⁶	
Savojna konstanta presjeka	Q_y	162,00	cm ³	
Statički moment	Q_z	38,47	cm ³	
Statički moment	BC_y	b		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	c		Tab. 6.2

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N_{Ed}	-51,29	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	-2,35	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	-39,13	kN
Torzijski moment	T_{Ed}	-0,02	kNm
Moment	$M_{y,Ed}$	10,97	kNm
Moment	$M_{z,Ed}$	-1,60	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 1
Pojasnica

	c_f	72,0	mm	Tab. 5.2
	t_f	9,5	mm	Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_f	1,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{f,1}$	9,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{f,2}$	10,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{f,3}$	14,000		Tab. 5.2
c/t	c/t_f	7,579	$\leq \lambda_{f,1}$	
Klasa	Klasa _f	1		Tab. 5.2

Hrbat

Naprezanje na vrhu hrpta	$\sigma_{w,A}$	1,53	kN/cm ²	> 0	Vlak
Naprezanje na dnu hrpta	$\sigma_{w,B}$	-3,80	kN/cm ²	< 0	Tlak
	c_w	122,0	mm		Tab. 5.2
	t_w	6,0	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	$f_{y,d,w}$	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	-51,29	kN	< 0	Tlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α_w	1,000			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za $f_{y,d}$	$\sigma_{f-yd,1}$	23,50	kN/cm ²		
Naprezanje vezano za $f_{y,d}$	$\sigma_{f-yd,2}$	-9,49	kN/cm ²		
Razmjer naprezanja	ψ_w	-0,404			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{w,1}$	33,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{w,2}$	38,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{w,3}$	78,254			Tab. 5.2
c/t	c/t_w	20,333		$\leq \lambda_{w,1}$	
Klasa	Klasa _w	1			Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	Klasa	1			

Proračun nosivosti

Elastično kritično opterećenje za torzijsko izvijanje	$N_{cr,T}$	8901,46	kN		
Vitkost	$\lambda_{_T}$	0,346		> 0.2	6.3.1.2(4)
Krivulja izvijanja	BC_z	c			Tab. 6.2
Faktor imperfekcije	α_z	0,490			Tab. 6.1
Pomoćni faktor	ϑ_T	0,596			6.3.1.2(1)
Faktor redukcije	χ_T	0,926			Eq. (6.49)
Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²		
Moment inercije	I_y	2510,00	cm ⁴		
Efektivna duljina elementa	$L_{cr,y}$	1,500	m		
Elastična sila savijanja	$N_{cr,y}$	23121,20	kN		
Površina poprečnog presjeka	A	45,30	cm ²		

Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Vitkost	λ_{-y}	0,215		> 0.2	6.3.1.2(4)
Krivulja izvijanja	BC_y	b			Tab. 6.2
Faktor imperfekcije	α_y	0,340			Tab. 6.1
Pomoćni faktor	ϑ_y	0,525			6.3.1.2(1)
Faktor redukcije	χ_y	0,995			Eq. (6.49)
Modul elastičnosti	I_z	925,00	cm ⁴		
Moment inercije	$L_{cr,z}$	1,500	m		
Elastična sila savijanja	$N_{cr,z}$	8520,76	kN		
Vitkost	λ_{-z}	0,353		> 0.2	6.3.1.2(4)
Krivulja izvijanja	BC_z	c			Tab. 6.2
Faktor imperfekcije	α_z	0,490			Tab. 6.1
Pomoćni faktor	ϑ_z	0,600			6.3.1.2(1)
Faktor redukcije	χ_z	0,922			Eq. (6.49)
Visina poprečnog presjeka	h	171,0	mm		
Širina poprečnog presjeka	b	180,0	mm		
Kriterij	h/b	0,95		≤ 2	Tab. 6.5
Krivulja izvijanja	BC_{LT}	b			Tab. 6.5
Faktor imperfekcije	α_{LT}	0,340			Tab. 6.3
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²		
Faktor duljine	k_z	1,000			
Faktor duljine	k_w	1,000			
Duljina	L	1,500	m		
Savojna konstanta presjeka	I_w	60210,00	cm ⁶		
Torzijaska konstanta	I_t	14,90	cm ⁴		
Elastični kritični moment za bočno-torzijsko izvijanje	M_{cr}	1661,52	kNm		
Moment otpora oko y-y osi	W_y	324,00	cm ³		
Vitkost	λ_{-LT}	0,214			6.3.2.2(1)
Parametar	$\lambda_{-LT,0}$	0,400			6.3.2.3(1)
Parametar	β	0,750			6.3.2.3(1)
Pomoćni faktor	ϑ_{LT}	0,486			6.3.2.3(1)

Faktor redukcije	χ_{LT}	1,000		Eq. (6.57)
Korekcijski faktor	k_c	0,712		6.3.2.3(2)
Faktor modifikacije	f	0,955		6.3.2.3(2)
Koeficijent redukcije	$\chi_{LT,mod}$	1,000		Eq. (6.58)
Ponašanje oko y-osi				Table B.3
	Diagr M_y	1) Linear		Tab. B.3
Faktor momenta	ψ_y	-0,224		Tab. B.3
Momentni faktor	C_{my}	0,510		Tab. B.3
Ponašanje oko z-osi				Table B.3
	Diagr M_z	1) Linear		Tab. B.3
Faktor momenta	ψ_z	-0,857		Tab. B.3
Momentni faktor	C_{mz}	0,400		Tab. B.3
	Diagr $M_{y,LT}$	1) Linear		Tab. B.3
Faktor momenta	$\psi_{y,LT}$	-0,224		Tab. B.3
Momentni faktor	C_{mLT}	0,510		Tab. B.3
Faktor interakcije	k_{yy}	0,511		Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{yz}	0,241		Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{zy}	0,953		Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{zz}	0,402		Tab. B.2
Proračunska normalna sila (tlačna)	N_{Ed}	51,29	kN	
Površina poprečnog presjeka	A_i	45,30	cm ²	Tab. 6.7
Nosivost na tlak	N_{Rk}	1064,55	kN	Tab. 6.7
Parcijalni faktor	γ_{M1}	1,000		6,1
	η_{Ny}	0,05	≤ 1	(6.61)
	η_{Nz}	0,05	≤ 1	(6.62)
Moment	$M_{y,Ed}$	48,94	kNm	
Moment otpora	W_y	324,00	cm ³	
Moment nosivosti	$M_{y,Rk}$	76,14	kNm	Tab. 6.7
	η_{My}	0,64		Eq. (6.61)
Moment	$M_{z,Ed}$	1,87	kNm	

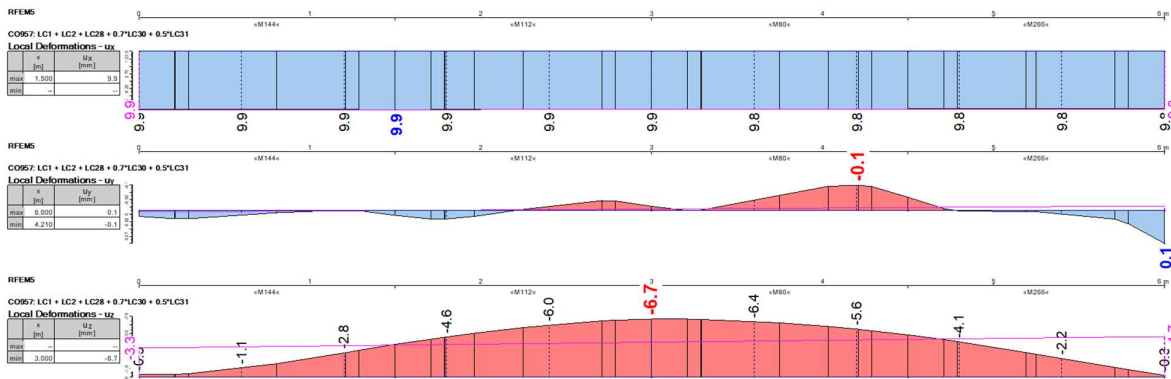
Moment otpora	W_z	156,49	cm^3	
Moment nosivosti	$M_{z,Rk}$	36,78	kNm	Tab. 6.7
	η_{Mz}	0,05		Eq. (6.61)
Nosivost 1	η_1	0,39	≤ 1	(6.61)
Nosivost 2	η_2	0,69	≤ 1	(6.62)

Provjera nosivosti

$$N_{Ed} / (\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 0.39 \leq 1 \quad (6.61)$$

$$N_{Ed} / (\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 0.69 \leq 1 \quad (6.62)$$

6.2.2. Proračun GSU krovnog poprečnog nosača



Slika 61: Dijagrami relativnih pomaka krovnog nosača za karakterističnu kombinaciju CO957.

Za proračun GSU također je mjerodavan element 144. Proračun GSU prikazan je u nastavku.

Slika 62: Prikaz relativnih pomaka poprečnog nosača HE A 180 za mjerodavnu kombinaciju CO957.

Opterećenje	Kombinacija	Nosač Br.	Presjek x [m]	Nosivosti Ratio		
CO957	LC1 + LC2 + LC28 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	144	0,750	0,13	≤ 1	SE401) Uporabivost - Kombinacija 'Karakteristično' - smjer z

Karakteristike materijala - Steel S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina $t \leq 16$ mm				
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm				
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm				
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 180 | Euronorm 53-62

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	171,0	mm	
Širina presjeka	b	180,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	6,0	mm	
Debljina pojasnice	t_f	9,5	mm	
Radijus	r	15,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	45,30	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	35,46	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	14,52	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a)
Moment intercije oko y-y	I_y	2510,00	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_z	925,00	cm ⁴	
Tozijska konstanta	I_t	14,90	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	74,5	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	45,2	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	294,00	cm ³	

Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	103,00	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	324,00	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	156,49	cm ³	
Svojna konstanta presjeka	I_w	60210,00	cm ⁶	
Statički moment	Q_y	162,00	cm ³	
Statički moment	Q_z	38,47	cm ³	
Krivulja izvijanja	BC_y	b		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	c		Tab. 6.2

Pomaci

Smjer x	w_x	10,0	mm
Smjer y	w_y	0,1	mm
Smjer z	w_z	-1,6	mm

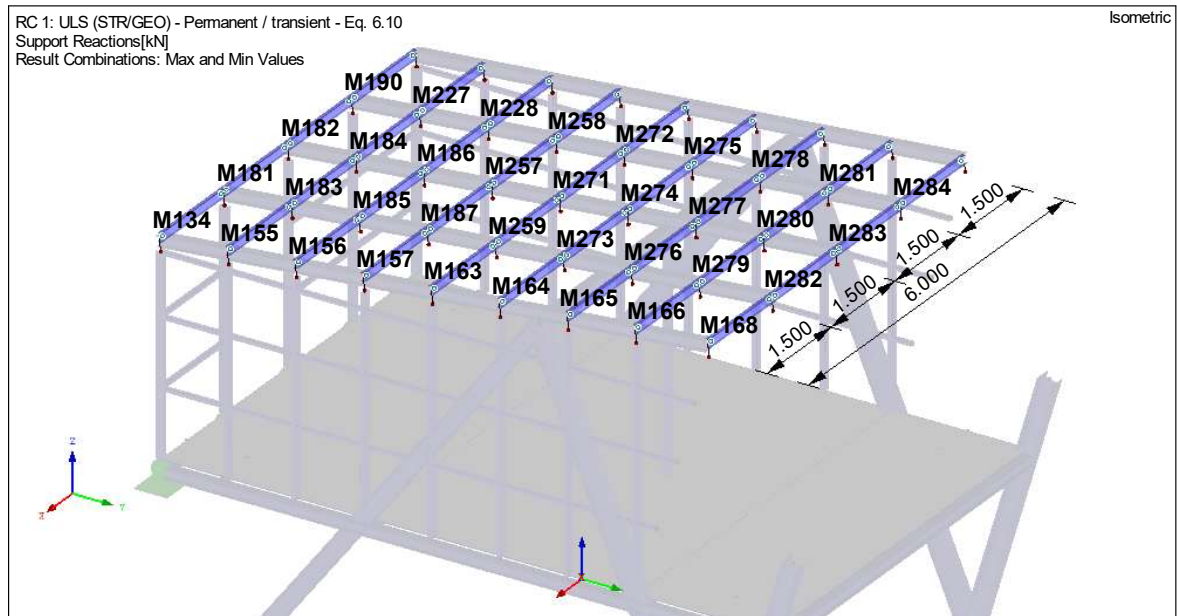
Proračun uporabljivosti

Pomak	$w_{max,z}$	0,7	mm	
Referentna duljina	l	1,500	m	
Kriterij granične vrijednosti	$l / w_{limit,z}$	300,00		
Granična vrijednost pomaka	$w_{limit,z}$	5,0	mm	
Uporabljivost	η	0,14		≤ 1 EN 1990 (6.13)

Uvjet uporabljivosti

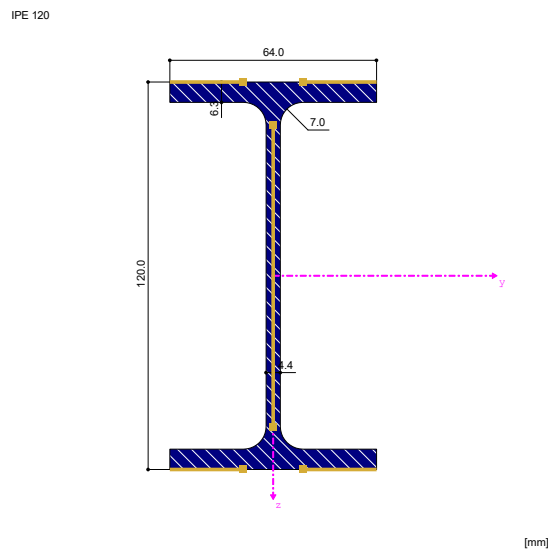
$$w_{max,z} / w_{limit,z} = 0.14 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

6.3. Dimenzioniranje področnica (krovnih poprečnih nosača)



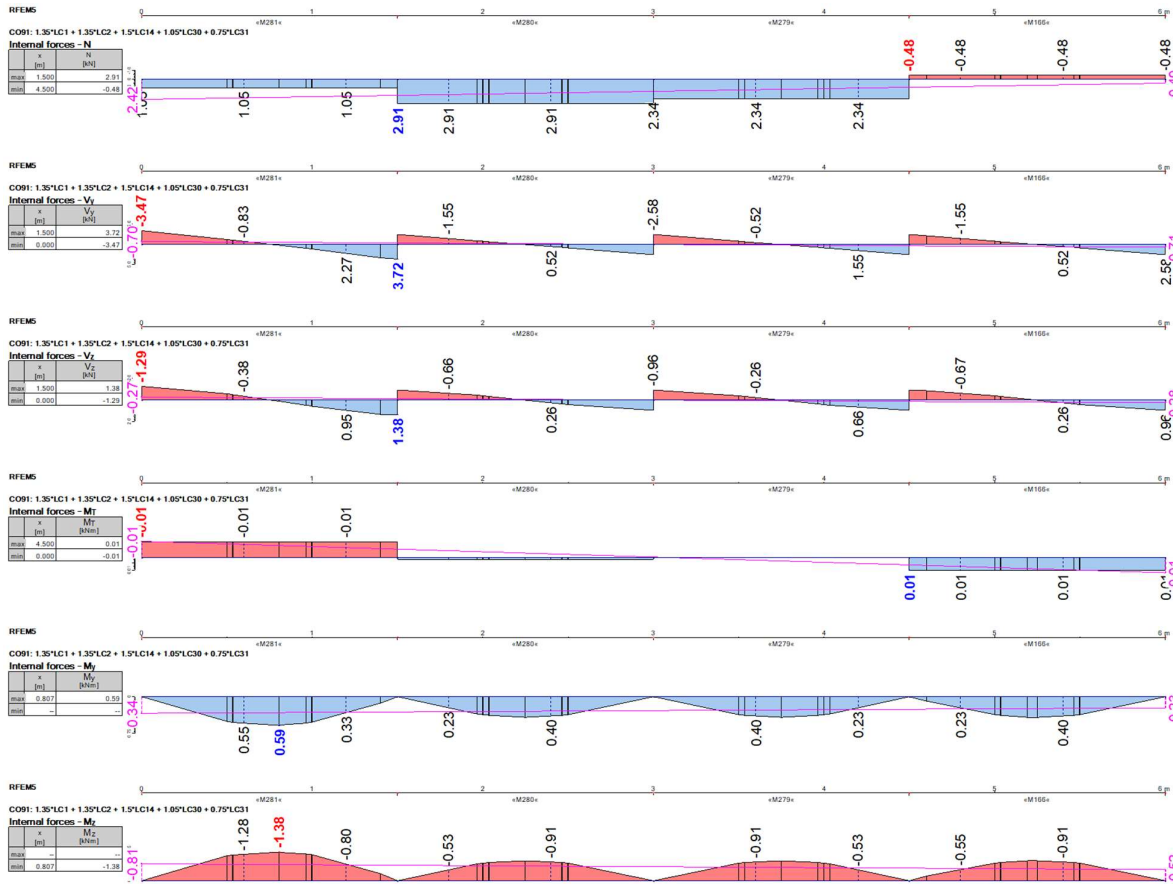
Slika 63: Prikaz področnica (poprečnih nosača) s brojčanim oznakama. [5]

Mjerodavna področnica za proračun GSN je označena brojem 281 čija iskoristivost iznosi 46%, a za proračun GSU je 281 s iskoristivosti od 75%.



Slika 64: Odabrani poprečni presjek (I PE 120) področnica. [5]

6.3.1. Proračun GSN področnica (poprečnih krovnih nosača)



Slika 65: Dijagrami unutarnjih sila področnica (poprečnih krovnih nosača) za kombinaciju opterećenja CO105.

Opterećenje	Br.	x [m]		
CO91	281	0,000	0,46 ≤ 1	ST363) Analiza stabilnosti – Dvoosno savijanje prema 6.3.3, metoda 2

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina t ≤ 16 mm				
Granica popuštanja	f _y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina t > 16 mm i t ≤ 40 mm				

Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm				
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - IPE 120 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	120,0	mm	
Širina presjeka	b	64,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	4,4	mm	
Debljina pojasnice	t_f	6,3	mm	
Radijus	r	7,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	13,20	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	8,57	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	6,30	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a)
Moment intercije oko y-y	I_y	318,00	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_z	27,70	cm ⁴	
Tozijska konstanta	I_t	1,74	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	49,0	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	14,5	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	53,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	8,65	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	60,80	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	13,58	cm ³	
Savojna konstanta presjeka	I_w	890,00	cm ⁶	
Statički moment	Q_y	30,40	cm ³	
Statički moment	Q_z	3,23	cm ³	

Krivulja izvijanja	BC_y	a	Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	b	Tab. 6.2

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N_{Ed}	1,05	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	3,37	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	1,33	kN
Torzijski moment	T_{Ed}	-0,01	kNm
Moment	$M_{y,Ed}$	0,14	kNm
Moment	$M_{z,Ed}$	-0,35	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 1*Pojasnica*

	c_f	22,8	mm	Tab. 5.2
	t_f	6,3	mm	Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_f	1,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{f,1}$	9,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{f,2}$	10,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{f,3}$	14,000		Tab. 5.2
c/t	c/t_f	3,619	$\leq \lambda_{f,1}$	
Klasa	$Klasa_f$	1		Tab. 5.2

Hrbat

Naprezanje na vrhu hrpta	$\sigma_{w,A}$	-0,11	kN/cm ²	< 0	Tlak
Naprezanje na dnu hrpta	$\sigma_{w,B}$	-3,48	kN/cm ²	< 0	Tlak
	c_w	93,4	mm		Tab. 5.2
	t_w	4,4	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	$f_{yd,w}$	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	-23,72	kN	< 0	Tlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α_w	0,880			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,1}$	23,50	kN/cm ²		
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,2}$	0,77	kN/cm ²		
Razmjer naprezanja	ψ_w	0,033			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{w,1}$	37,935			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{w,2}$	43,683			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{w,3}$	61,692			Tab. 5.2
c/t	c/t_w	21,227		$\leq \lambda_{w,1}$	
Klasa	$Class_w$	1			Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	$Class$	1			

Proračun nosivosti

Visina poprečnog presjeka	h	120,0	mm
---------------------------	---	-------	----

Širina poprečnog presjeka	b	64,0	mm	
Kriterij	h/b	1,87		≤ 2 Tab. 6.5
Krivulja izvijanja	BC _{LT}	b		Tab. 6.5
Faktor imperfekcije	α _{LT}	0,340		Tab. 6.3
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Faktor duljine	k _z	1,000		
Faktor duljine	k _w	1,000		
Duljina	L	1,500	m	
Savojna konstanta presjeka	I _w	890,00	cm ⁶	
Torzijska konstanta	I _t	1,74	cm ⁴	
Elastični kritični moment za bočno-torzijsko izvijanje	M _{cr}	20,37	kNm	
Moment otpora oko y-y osi	W _y	60,80	cm ³	
Vitkost	λ _{LT}	0,838		6.3.2.2(1)
Parametar	λ _{LT,0}	0,400		6.3.2.3(1)
Parametar	β	0,750		6.3.2.3(1)
Pomoćni faktor	ϑ _{LT}	0,837		6.3.2.3(1)
Faktor redukcije	χ _{LT}	0,796		Eq. (6.57)
Korekcijski faktor	k _c	0,921		6.3.2.3(2)
Faktor modifikacije	f	0,961		6.3.2.3(2)
Koeficijent redukcije	χ _{LT,mod}	0,829		Eq. (6.58)
Ponašanje oko y-osi				Table B.3
	Diagr M _y			Tab. B.3
Faktor momenta	ψ _y	0,925		Tab. B.3
Moment	M _{h,y}	0,00	kNm	Tab. B.3
Moment	M _{s,y}	0,57	kNm	Tab. B.3
M _{s,y} / M _{h,y}	α _{s,y}	0,000		Tab. B.3
Momentni faktor	C _{my}	0,950		Tab. B.3
Ponašanje oko z-osi				Table B.3
	Diagr M _z	3) najveći u rasponu		Tab. B.3
Faktor momenta	ψ _z	0,933		Tab. B.3
	M _{h,z}	0,00		Tab. B.3
	M _{s,z}	-1,38		Tab. B.3
Momentni faktor	α _{h,z}	0,000		Tab. B.3
Momentni faktor	C _{m,z}	0,950		Tab. B.3
	Diagr M _{y,LT}	3) Najveći u rasponu		Tab. B.3
Faktor momenta	ψ _{y,LT}	0,925		Tab. B.3
Moment	M _{h,y,LT}	0,00	kNm	Tab. B.3
Moment	M _{s,y,LT}	0,57	kNm	Tab. B.3
M _{s,y,LT} / M _{h,y,LT}	α _{s,y,LT}	0,000		Tab. B.3
Load Type	Load z	Unif. Dist. Load		Tab. B.3

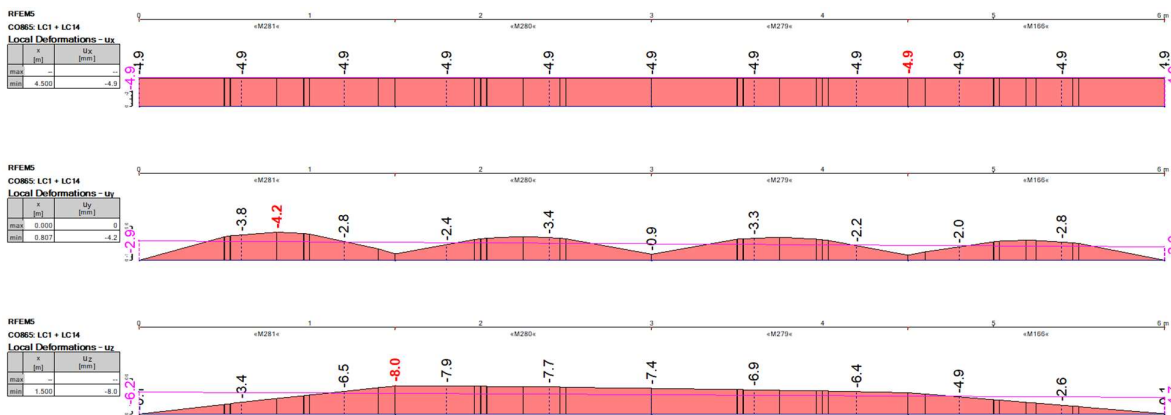
Moment Factor	C_{mLT}	0,950		Tab. B.3
Faktor interakcije	k_{yy}	0,950		Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{yz}	0,570		Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{zy}	1,000		Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{zz}	0,950		Tab. B.2
Moment	$M_{y,Ed}$	0,59	kNm	
Moment otpora	W_y	60,80	cm ³	
Moment nosivosti	$M_{y,Rk}$	14,29	kNm	Tab. 6.7
	η_{My}	1,000		Eq. (6.61)
Moment	$M_{z,Ed}$	1,38	kNm	
Moment otpora	W_z	13,58	cm ³	
Moment nosivosti	$M_{z,Rk}$	3,19	kNm	Tab. 6.7
	η_{Mz}	0,43		Eq. (6.61)
Nosivost 1	η_1	0,29	≤ 1	(6.61)
Nosivost 2	η_2	0,46	≤ 1	(6.62)

Provjera nosivosti

$$N_{Ed} / (\chi_Y N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 0.29 \leq 1 \quad (6.61)$$

$$N_{Ed} / (\chi_Z N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 0.46 \leq 1 \quad (6.62)$$

6.3.2. Proračun GSU podrožnica (poprečnih krovnih nosača)



Slika 66: Dijagrami relativnih pomaka podrožnica broj 281 za karakterističnu kombinaciju opterećenja CO865.

Opterećenje	Br.	x [m]	Ratio		
CO865	281	0,693	0,75	≤ 1	SE401) Uporabivost - kombinacija 'Karakteristično' - smjer z

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina $t \leq 16$ mm				
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm				
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm				
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - IPE 120 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	120,0	mm	
Širina presjeka	b	64,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	4,4	mm	
Debljina pojasnice	t_f	6,3	mm	
Radius	r	7,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	13,20	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	8,57	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	6,30	cm ²	$\geq \eta h t_w$ 6.2.6(3)a
Moment inercije oko y-y	I_y	318,00	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_z	27,70	cm ⁴	
Tozijska konstanta	I_t	1,74	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	49,0	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	14,5	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	53,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	8,65	cm ³	

Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	60,80	cm^3	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	13,58	cm^3	
Savojna konstanta presjeka	I_w	890,00	cm^6	
Statički moment	Q_y	30,40	cm^3	
Statički moment	Q_z	3,23	cm^3	
Krivulja izvijanja	BC_y	a		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	b		Tab. 6.2

Pomaci

Smjer x	w_x	-4,9	mm
Smjer y	w_y	-4,2	mm
Smjer z	w_z	-4,5	mm

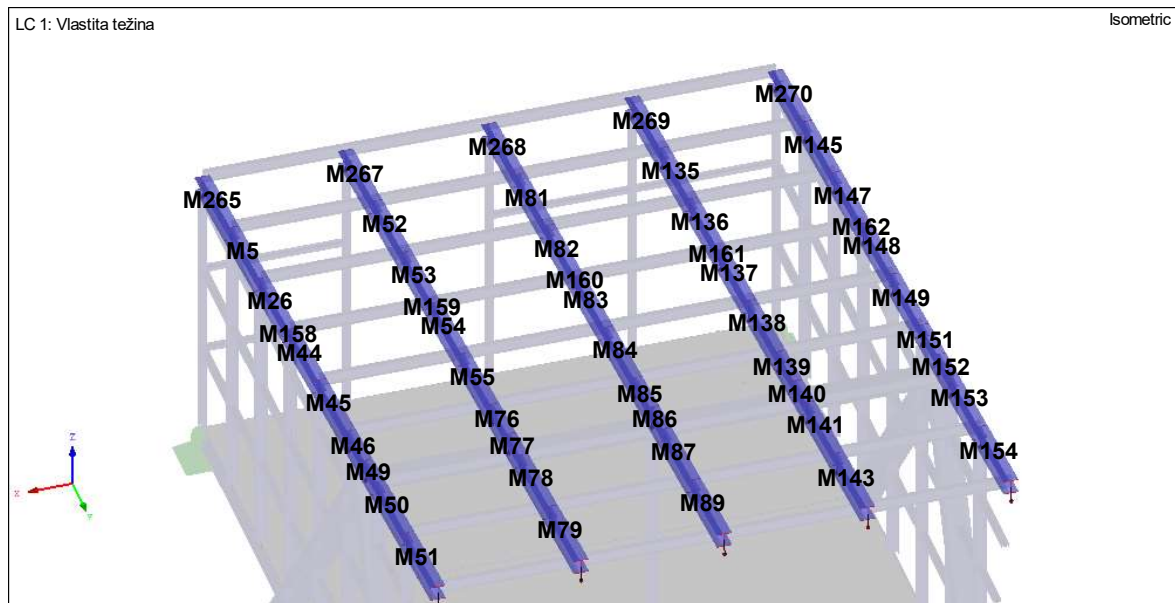
Proračun uporabljivosti

Otklon	$w_{max,z}$	-3,7	mm	
Referentna duljina	l	1,500	m	
Kriterij granične vrijednosti	$l / w_{limit,z}$	300,00		
Granična vrijednost pomaka	$w_{limit,z}$	5,0	mm	
Uporabljivost	η	0,75	≤ 1	EN 1990 (6.13)
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

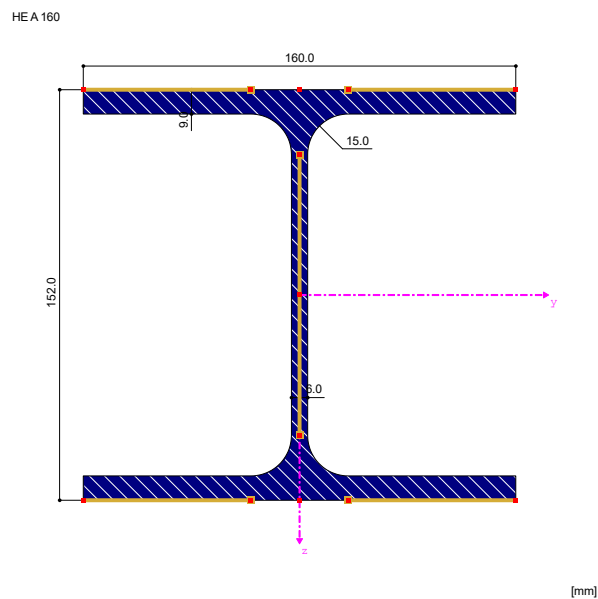
Proračun uporabljivosti

$$w_{max,z} / w_{limit,z} = 0.75 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

6.4. Dimenzioniranje uzdužnih krovnih nosača

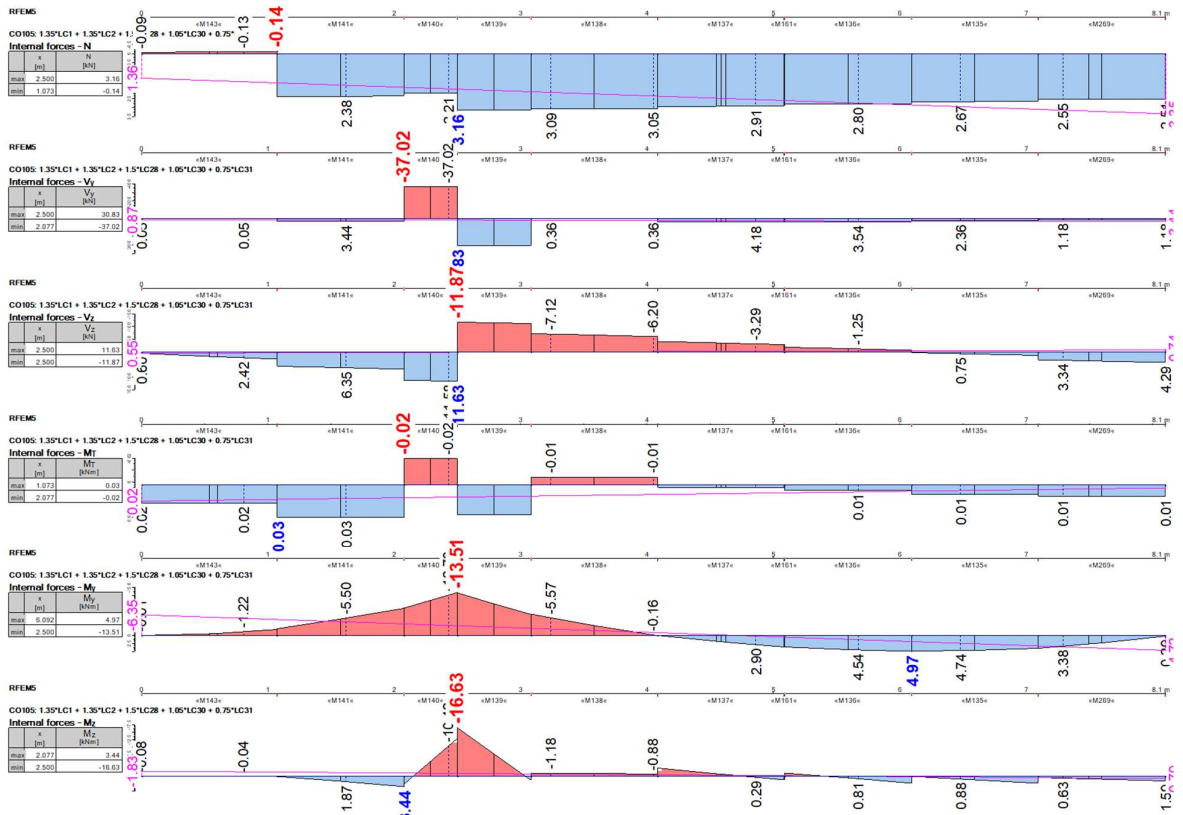


Slika 67: Prikaz uzdužnih krovnih nosača s brojčanim oznakama.



Slika 68: Odabrani poprečni presjek uzdužnog krovnog nosača HE A 160.

6.4.1. Proračun GSN uzdužnih krovnih nosača



Slika 69: Dijagrami unutarnjih sila na koje su dimenzionirani uzdužni krovni nosači za kombinaciju CO105.

Nosač Br.	Lokacija presjeka x [m]	Opterećenje	Proračun nosivosti	Design According to Formula ST363) Analiza stabilnosti - Dvoosno savijanje prema 6.3.3, metoda 2
139	0,581	CO105	$0,68 \leq 1$	

Karakteristike materijala - Steel S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina $t \leq 16$ mm				
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm				
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1

Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm					
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²		3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm					
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²		3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm					
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²		3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm					
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²		3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm					
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²		3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 160 | Euronorm 53-62

Tip poprečnog presjeka	I-valjani				
Visina presjeka	h	152,0	mm		
Širina presjeka	b	160,0	mm		
Debljina hrpta	t_w	6,0	mm		
Debljina pojasnice	t_f	9,0	mm		
Radijus	r	15,0	mm		
Površina poprečnog presjeka	A	38,80	cm ²		
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	30,06	cm ²		
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	13,24	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$	6.2.6(3)a
Moment inercije oko y-y	I_y	1670,00	cm ⁴		
Moment inercije oko z-z	I_z	616,00	cm ⁴		
Tozijska konstanta	I_t	12,30	cm ⁴		
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	65,7	mm		
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	39,8	mm		
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	220,00	cm ³		
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	76,90	cm ³		
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	246,00	cm ³		
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	117,63	cm ³		
Savojna konstanta presjeka	I_w	31410,00	cm ⁶		
Statički moment	Q_y	123,00	cm ³		
Statički moment	Q_z	28,80	cm ³		
Krivulja izvijanja	BC_y	b			Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	c			Tab. 6.2

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N_{Ed}	3.14	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	32.34	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	-12.09	kN
Torzijski moment	T_{Ed}	0.03	kNm
Moment	$M_{y,Ed}$	-13.38	kNm
Moment	$M_{z,Ed}$	-17.22	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 1*Pojasnice*

	c_f	62,0	mm		Tab. 5.2
	t_f	9,0	mm		Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_f	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{f,1}$	9,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{f,2}$	10,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{f,3}$	14,000			Tab. 5.2
	c/t	c/t _f	6,889	$\leq \lambda_{f,1}$	
Klasa	Klasa _f	1			Tab. 5.2

Hrpat

Naprezanje na vrhu hrpta	$\sigma_{w,A}$	-4,02	kN/cm ²	< 0	Tlak
Naprezanje na dnu hrpta	$\sigma_{w,B}$	4,17	kN/cm ²	> 0	Vlak
	c_w	104,0	mm		Tab. 5.2
	t_w	6,0	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	$f_{yd,w}$	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	2,97	kN	> 0	Vlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α_w	0,487			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,1}$	23,50	kN/cm ²		
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,2}$	-24,40	kN/cm ²		
Razmjer naprezanja	ψ_w	-1,038			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{w,1}$	73,965			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{w,2}$	85,265			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{w,3}$	128,745			Tab. 5.2
	c/t	c/t _w	17,333	$\leq \lambda_{w,1}$	
Klasa	Klasa _w	1			Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	Klasa	1			

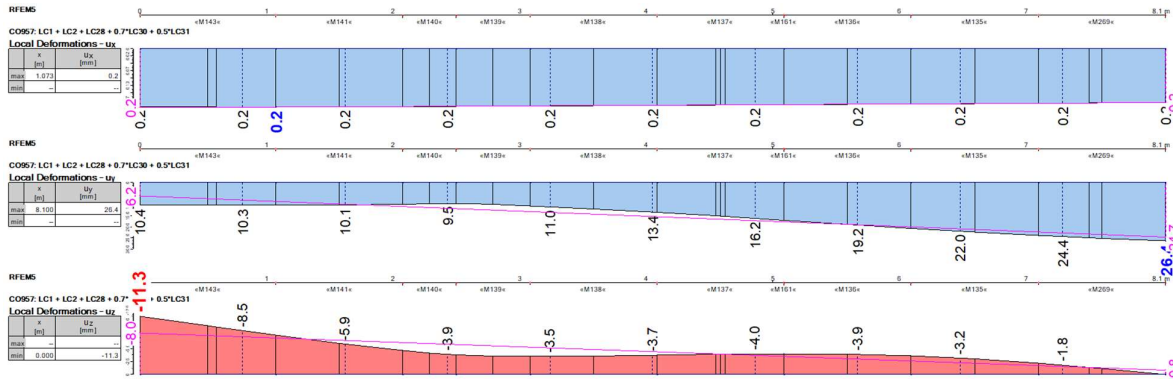
Provjera nosivosti

Moment	$M_{y,Ed}$	13.38	kNm		
Plastični moment otpora	$W_{pl,y}$	246.00	cm ³		
Granica popuštanja	f_y	23.50	kN/cm ²		3.2.1
Parcijalni faktor	γ_{M0}	1.000			6,1
Plastični moment nosivosti	$M_{pl,y,Rd}$	57.81	kNm		Eq. (6.13)
Proračunska poprečna sila	$V_{z,Ed}$	12.09	kN		
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	13.24	cm ²		6.2.6(3)
Nosivost na poprečnu silu	$V_{pl,z,Rd}$	179.64	kN		Eq. (6.18)
Kriterij $V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$	v_z	0.067		≤ 0.5	6.2.10(2)
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	3.14	kN		
Površina poprečnog presjeka	A	38.80	cm ²		
Proračunska plastična nosivost na normalnu silu	$N_{pl,Rd}$	911.80	kN		(6.6)
Debljina hrpta	h_w	134.0	mm		
Debljina pojasnice	t_w	6.0	mm		
Kriterij 1	n	0.003		≤ 0.25	(6.33)
Kriterij 2	n_w	0.017		≤ 0.50	(6.34)
Moment	$M_{z,Ed}$	17.22	kNm		
Plastični moment otpora	$W_{pl,z}$	117.63	cm ³		
Moment nosivosti	$M_{pl,z,Rd}$	27.64	kNm		Eq. (6.13)
Proračunska poprečna sila	$V_{y,Ed}$	32.34	kN		
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	30.06	cm ²		6.2.6(3)
Posmična nosivost	$V_{pl,y,Rd}$	407.85	kN		Eq. (6.18)
$V_{y,Ed} / V_{pl,y,Rd}$	v_y	0.079		≤ 0.5	6.2.10(2)
Kriterij	n_w	0.017		≤ 1	(6.35)
Konstanta interakcije	α	2.000			6.2.9.1(6)
Konstanta interakcije	β	1.000			6.2.9.1(6)
Proračunska komponenta za My	η_{My}	0.05		≤ 1	Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za Mz	η_{Mz}	0.62		≤ 1	Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za M	η_M	0.68		≤ 1	Eq. (6.41)

Provjera nosivosti

$$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta = 0.68 \leq 1 \quad (6.41)$$

6.4.2. Proračun GSU uzdužnih krovnih nosača



Slika 70: Dijagrami relativnih pomaka uzdužnih krovnih nosača za kombinaciju CO957.

Load-ing	Description	Member No.	Location x [m]	Design Ratio	Design According to Formula
CO957	LC1 + LC2 + LC28 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	139	0,290	0,09 ≤ 1	SE406) Serviceability - Combination of actions 'Characteristic' - y-direction

Karakteristike materijala - Steel S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina t ≤ 16 mm				
Granica popuštanja	f _y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina t > 16 mm i t ≤ 40 mm				
Granica popuštanja	f _y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina t > 40 mm i t ≤ 100 mm				
Granica popuštanja	f _y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina t > 100 mm i t ≤ 150 mm				
Granica popuštanja	f _y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina t > 150 mm i t ≤ 200 mm				
Granica popuštanja	f _y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina t > 200 mm i t ≤ 250 mm				
Granica popuštanja	f _y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	34,00	kN/cm ²	3.2.1

Debljina $t > 250 \text{ mm}$ i $t \leq 400 \text{ mm}$

Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm^2	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm^2	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 160 | Euronorm 53-62

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	152,0	mm	
Širina presjeka	b	160,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	6,0	mm	
Debljina pojasnice	t_f	9,0	mm	
Radijus	r	15,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	38,80	cm^2	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	30,06	cm^2	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	13,24	cm^2	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a
Moment inercije oko y-y	I_y	1670,00	cm^4	
Moment inercije oko z-z	I_z	616,00	cm^4	
Tozijska konstanta	I_t	12,30	cm^4	
Polumjer tromosti za y-y osi	i_y	65,7	mm	
Polumjer tromosti za z-z osi	i_z	39,8	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	220,00	cm^3	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	76,90	cm^3	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	246,00	cm^3	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	117,63	cm^3	
Savojna konstanta presjeka	I_w	31410,00	cm^6	
Statički moment	Q_y	123,00	cm^3	
Statički moment	Q_z	28,80	cm^3	
Krivulja izvijanja	BC_y	b		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	c		Tab. 6.2

Pomaci

Smjer x	w_x	0,1	mm
Smjer y	w_y	9,9	mm
Smjer z	w_z	-4,0	mm

Proračun uporabljivosti

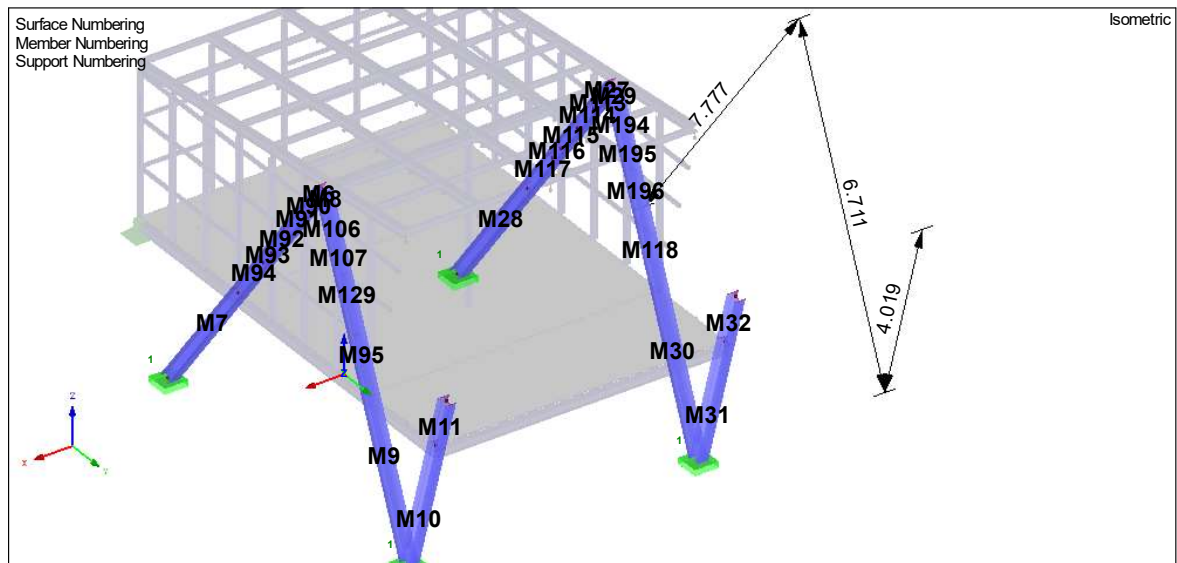
Otklon	$w_{\max,y}$	-0,2	mm	
Referentna duljina	l	0,581	m	
Kriterij granične vrijednosti	$l / w_{\text{limit},y}$	300,00		
Granična vrijednost pomaka	$w_{\text{limit},y}$	1,9	mm	
Uporabljivost	η	0,09		≤ 1 EN 1990 (6.13)

□

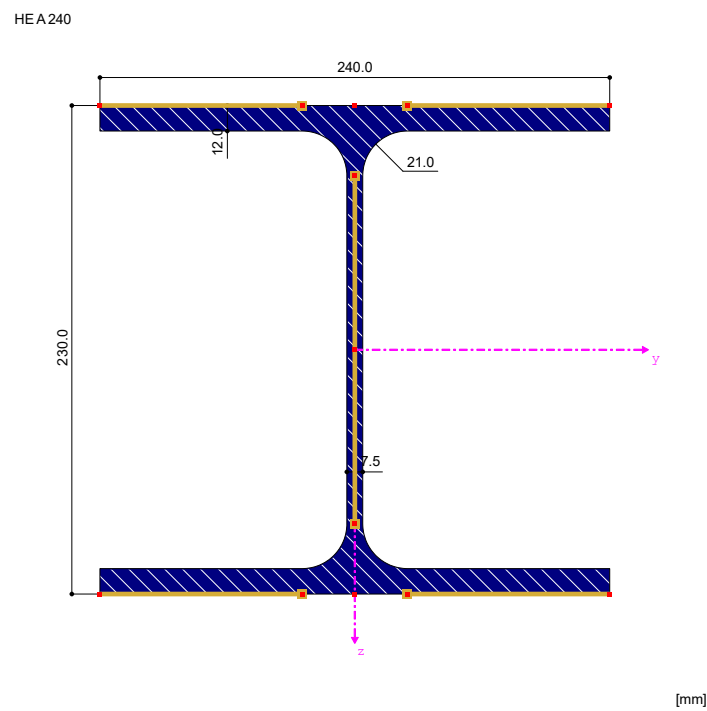
Proračun uporabljivosti

$$w_{\max,y} / w_{\text{limit},y} = 0.09 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

6.5. Dimenzioniranje N-nosača

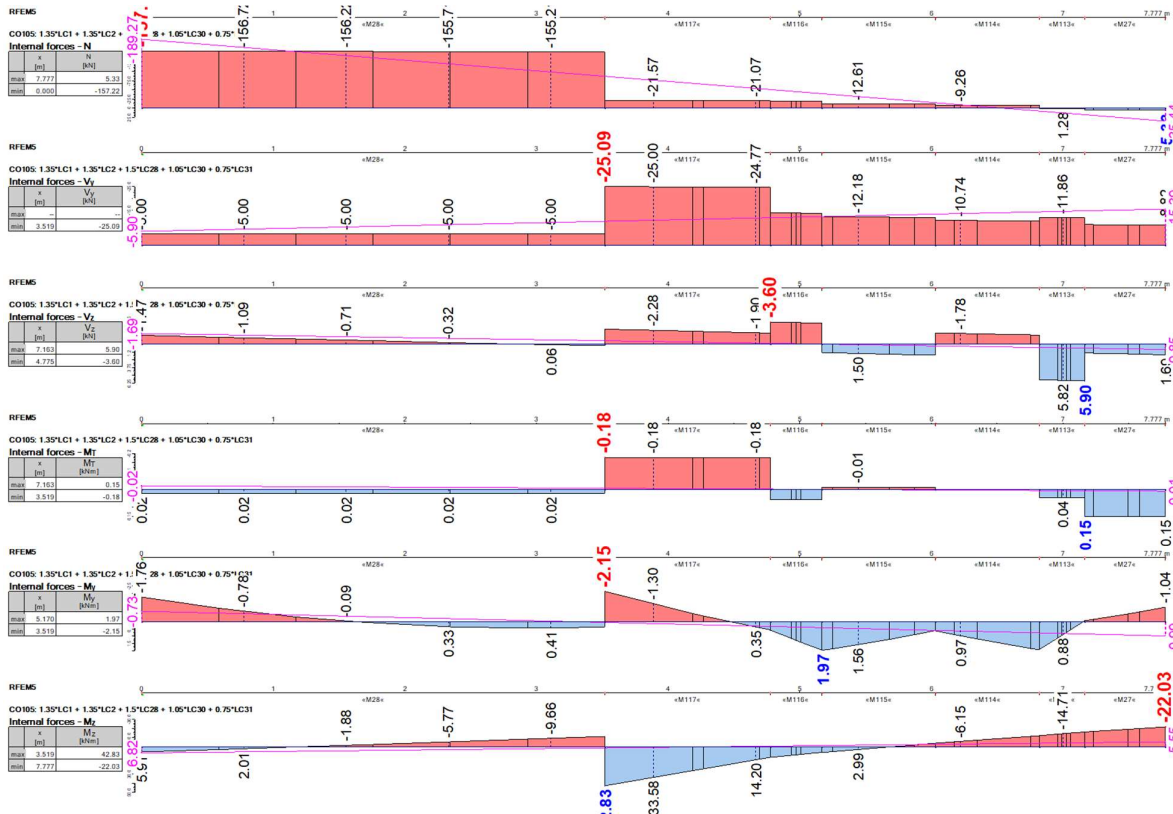


Slika 71: Prikaz N-nosača s brojčanim oznakama [5]



Slika 72: Odabrani poprečni presjek N-nosača HEA 240 [5]

6.5.1. Proračun GSN N-nosača



Slika 73: Dijagrami unutarnjih sila N-nosača za kombinaciju opterećenja CO105.

Nosač Br.	Presjek x [m]	Opterećenje	Design ratio	Design According to Formula
118	1,084	CO105	$0,61 \leq 1$	CS221) Provjera presjeka - Dvoosno savijanje, smicanje i aksijalna sila prema 6.2.10 i 6.2.9

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina $t \leq 16$ mm				
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm				
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1

Debljina $t > 40 \text{ mm}$ i $t \leq 100 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²		3.2.1
Debljina $t > 100 \text{ mm}$ i $t \leq 150 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²		3.2.1
Debljina $t > 150 \text{ mm}$ i $t \leq 200 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²		3.2.1
Debljina $t > 200 \text{ mm}$ i $t \leq 250 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²		3.2.1
Debljina $t > 250 \text{ mm}$ i $t \leq 400 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²		3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 240 | Euronorm 53-62

Tip poprečnog presjeka	I-valjani				
Visina presjeka	h	230,0	mm		
Širina presjeka	b	240,0	mm		
Debljina hrpta	t_w	7,5	mm		
Debljina pojasnice	t_f	12,0	mm		
Radijus	r	21,0	mm		
Površina poprečnog presjeka	A	76,80	cm ²		
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	59,74	cm ²		
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	25,14	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$	6.2.6(3)a)
Moment inercije oko y-y	I_y	7760,00	cm ⁴		
Moment inercije oko z-z	I_z	2770,00	cm ⁴		
Tozijska konstanta	I_t	41,70	cm ⁴		
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	101,0	mm		
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	60,0	mm		
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	675,00	cm ³		
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	231,00	cm ³		
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	744,00	cm ³		
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	351,69	cm ³		
Savojna konstanta presjeka	I_w	328500,00	cm ⁶		
Statički moment	Q_y	372,00	cm ³		
Statički moment	Q_z	86,40	cm ³		
Krivulja izvijanja	BC_y	b			Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	c			Tab. 6.2

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N_{Ed}	-71,18	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	-28,57	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	-4,16	kN
Torzijski moment	T_{Ed}	0,09	kNm
Moment	$M_{y,Ed}$	-4,02	kNm
Moment	$M_{z,Ed}$	49,99	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 1

Pojasnica

	c_f	95,3	mm	Tab. 5.2
	t_f	12,0	mm	Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_f	1,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{f,1}$	9,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{f,2}$	10,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{f,3}$	14,000		Tab. 5.2
c/t	c/t_f	7,938	$\leq \lambda_{f,1}$	
Klasa	Klasa _f	1		Tab. 5.2

Hrbat

Naprezanje na vrhu hrpta	$\sigma_{w,A}$	-1,35	kN/cm ²	< 0	Tlak
Naprezanje na dnu hrpta	$\sigma_{w,B}$	-0,50	kN/cm ²	< 0	Tlak
	c_w	164,0	mm		Tab. 5.2
	t_w	7,5	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	$f_{yd,w}$	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	-71,18	kN	< 0	Tlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α_w	1,000			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,1}$	23,50	kN/cm ²		
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,2}$	8,72	kN/cm ²		
Razmjer naprezanja	ψ_w	0,371			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{w,1}$	33,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{w,2}$	38,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{w,3}$	53,000			Tab. 5.2
c/t	c/t_w	21,867		$\leq \lambda_{w,1}$	
Klasa	Klasa _w	1			Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	Klasa	1			

Proračun

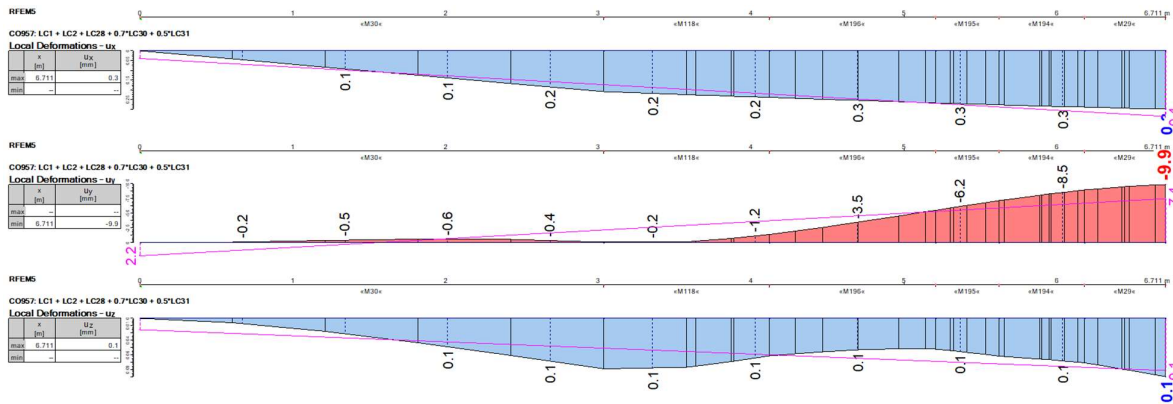
Moment	$M_{y,Ed}$	4,02	kNm
Plastični moment otpora	$W_{pl,y}$	744,00	cm ³

Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Parcijalni faktor	γ_{M0}	1,000		6,1
Plastični moment nosivosti	$M_{pl,y,Rd}$	174,84	kNm	Eq. (6.13)
Proračunska poprečna sila	$V_{z,Ed}$	4,16	kN	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	25,14	cm ²	6.2.6(3)
Nosivost na poprečnu silu	$V_{pl,z,Rd}$	341,09	kN	Eq. (6.18)
	$V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$	v_z	0,012	≤ 0.5 6.2.10(2)
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	-71,18	kN	
Površina poprečnog presjeka	A	76,80	cm ²	
Plastična nosivost na normalnu silu	$N_{pl,Rd}$	1804,80	kN	(6.6)
Debljina hrpta	h_w	206,0	mm	
Debljina pojasnice	t_w	7,5	mm	
Kriterij 1	n	0,039		≤ 0.25 (6.33)
Kriterij 2	n_w	0,196		≤ 0.50 (6.34)
Moment	$M_{z,Ed}$	49,99	kNm	
Plastični moment otpora	$W_{pl,z}$	351,69	cm ³	
Moment nosivosti	$M_{pl,z,Rd}$	82,65	kNm	Eq. (6.13)
Proračunska poprečna sila	$V_{y,Ed}$	28,57	kN	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	59,74	cm ²	6.2.6(3)
Posmična nosivost	$V_{pl,y,Rd}$	810,50	kN	Eq. (6.18)
	$V_{y,Ed} / V_{pl,y,Rd}$	v_y	0,035	≤ 0.5 6.2.10(2)
Kriterij	n_w	0,196		≤ 1 (6.35)
Konstanta interakcije	α	2,000		6.2.9.1(6)
Konstanta interakcije	β	1,000		6.2.9.1(6)
Proračunska komponenta za My	η_{My}	0,00		≤ 1 Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za Mz	η_{Mz}	0,60		≤ 1 Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za M	η_M	0,61		≤ 1 Eq. (6.41)

Proračun nosivosti

$$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta = 0.61 \leq 1 \quad (6.41)$$

6.5.2. Proračun GSU N-nosača



Slika 74: Dijagram relativnog pomaka N-nosača za kombinaciju CO957.

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina $t \leq 16$ mm				
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm				
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm				
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 240 | Euronorm 53-62

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	230,0	mm	
Širina presjeka	b	240,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	7,5	mm	
Debljina pojasnice	t_f	12,0	mm	
Radijus	r	21,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	76,80	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	59,74	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	25,14	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a)
Moment inercije oko y-y	I_y	7760,00	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_z	2770,00	cm ⁴	
Tozijska konstanta	I_t	41,70	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	101,0	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	60,0	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	675,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	231,00	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	744,00	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	351,69	cm ³	
Savojna konstanta presjeka	I_w	328500,00	cm ⁶	
Statički moment	Q_y	372,00	cm ³	
Statički moment	Q_z	86,40	cm ³	
Krivulja izvijanja	BC_y	b		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	c		Tab. 6.2

Pomaci

Smjer x	w_x	0,3	mm
Smjer y	w_y	-0,2	mm
Smjer z	w_z	0,1	mm

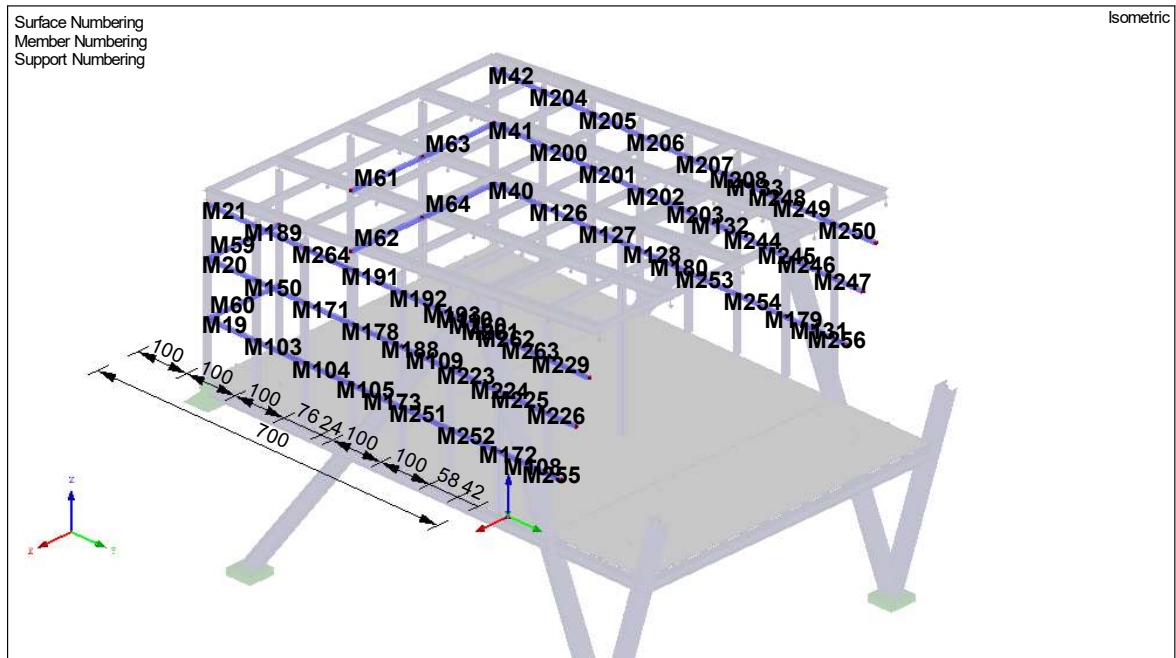
Proračun uporabljivosti

Otklon	$w_{max,y}$	0,6	mm	
Referentna duljina	l	1,084	m	
Kriterij granične vrijednosti	$l / w_{limit,y}$	300,00		
Granična vrijednost pomaka	$w_{limit,y}$	3,6	mm	
Uporabljivost	η	0,17		≤ 1 EN 1990 (6.13)

Uvjet uporabljivosti

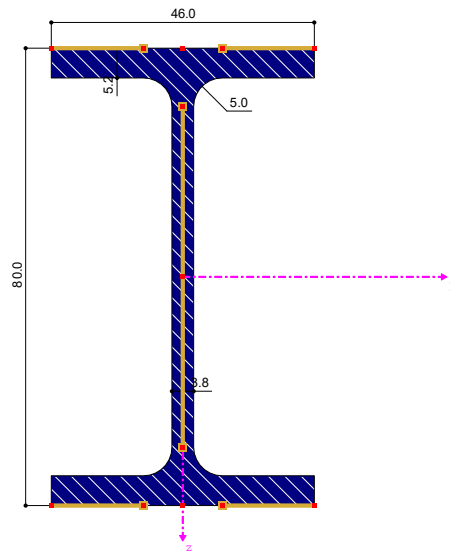
$$w_{max,y} / w_{limit,y} = 0.17 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

6.6. Dimenzioniranje nosača fasade



Slika 75: Izometrijski prikaz nosača fasade s oznakama.

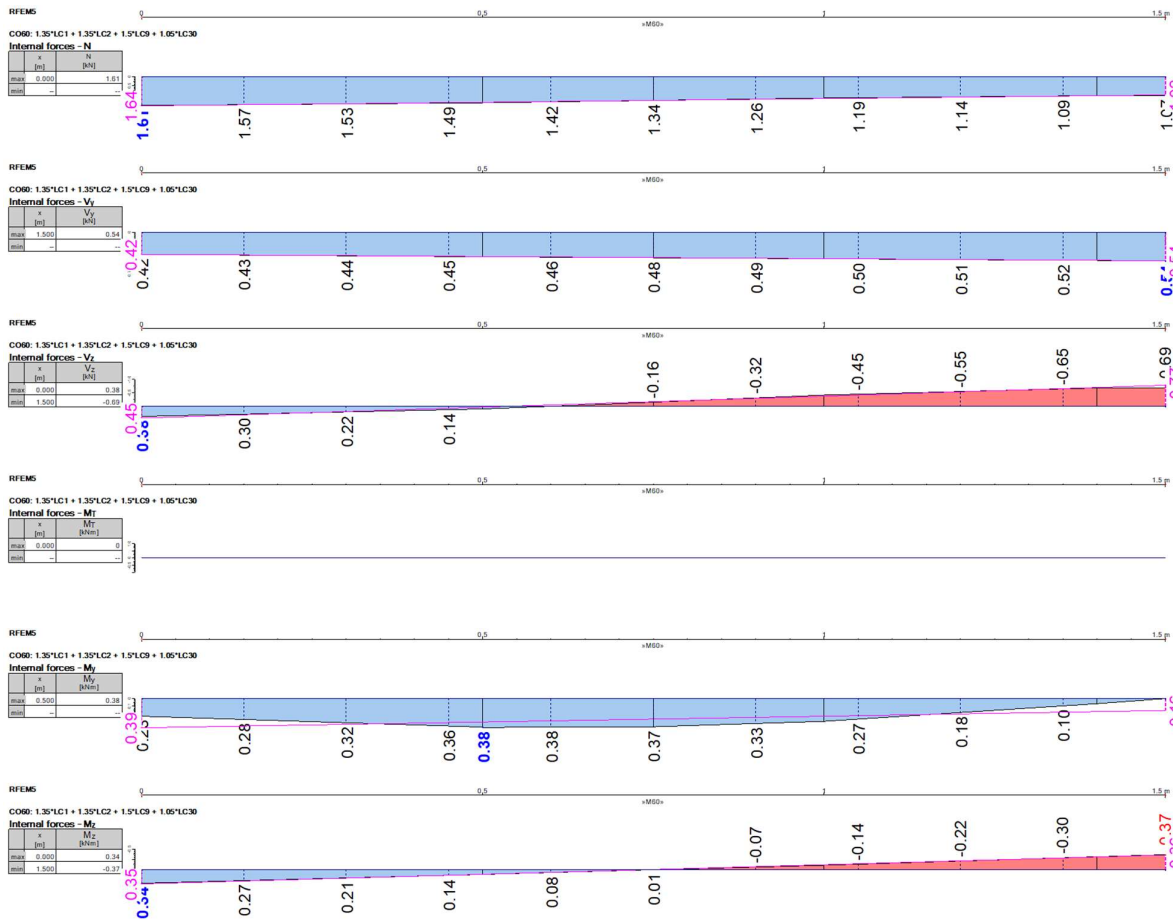
IPE 80



[mm]

Slika 76: Poprečni presjek IPE 80 nosača fasade.

6.6.1. Proračun GSN nosača fasade



Slika 77: Dijagrami unutarnjih sila nosača fasade za GSN za kombinaciju CO480.

Nosač Br.	Lokacija presjeka x [m]	Opterećenje	Design ratio	Design According to Formula
60	0,000	CO480	$0,82 \leq 1$	CS221) Provjera presjeka - Dvoosno savijanje, smicanje i aksijalna sila prema 6.2.10 i 6.2.9

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti E 21000,00 kN/cm²

Modul posmika G 8076,92 kN/cm²

Debljina $t \leq 16$ mm

Granica popuštanja f_y 23,50 kN/cm² 3.2.1

Vlačna čvrstoća f_u 36,00 kN/cm² 3.2.1

Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm

Granica popuštanja f_y 22,50 kN/cm² 3.2.1

	Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm					
	Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
	Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm					
	Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
	Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm					
	Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
	Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm					
	Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
	Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm					
	Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
	Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - IPE 80 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	80,0	mm	
Širina presjeka	b	46,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	3,8	mm	
Debljina pojasnice	t_f	5,2	mm	
Radius	r	5,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	7,64	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	5,12	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	3,57	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a)
Moment inercije oko y-y	I_y	80,10	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_z	8,49	cm ⁴	
Tozijska konstanta	I_t	0,70	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	32,4	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	10,5	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	20,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	3,69	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	23,20	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	5,82	cm ³	
Savojna konstanta presjeka	I_w	118,00	cm ⁶	
Statički moment	Q_y	11,60	cm ³	
Statički moment	Q_z	1,38	cm ³	
Krivulja izvijanja	BC_y	a		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	b		Tab. 6.2

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N_{Ed}	0,71	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	1,36	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	-1,92	kN
Torzijski moment	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment	$M_{y,Ed}$	1,29	kNm
Moment	$M_{z,Ed}$	1,04	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 1

Pojasnica

	c_f	16,1	mm	Tab. 5.2
	t_f	5,2	mm	Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_f	1,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{f,1}$	9,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{f,2}$	10,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{f,3}$	14,000		Tab. 5.2
c/t	c/t_f	3,096	$\leq \lambda_{f,1}$	
Klasa	Klasa _f	1		Tab. 5.2

Hrbat

Naprezanje na vrhu hrpta	$\sigma_{w,A}$	4,87	kN/cm ²	> 0	Vlak
Naprezanje na dnu hrpta	$\sigma_{w,B}$	-4,69	kN/cm ²	< 0	Tlak
	c_w	59,6	mm		Tab. 5.2
	t_w	3,8	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	$f_{yd,w}$	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	0,71	kN	> 0	Vlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α_w	0,493			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,1}$	23,50	kN/cm ²		
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,2}$	-24,43	kN/cm ²		
Razmjer naprezanja	ψ_w	-1,040			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{w,1}$	72,973			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{w,2}$	84,121			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{w,3}$	128,936			Tab. 5.2
c/t	c/t_w	15,684	$\leq \lambda_{w,1}$		
Klasa	Klasa _w	1			Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	Klasa	1			

Proračun nosivosti

Moment	$M_{y,Ed}$	1,29	kNm	
Plastični moment otpora	$W_{pl,y}$	23,20	cm ³	
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Parcijalni faktor	γ_{MO}	1,000		6,1
Plastični moment nosivosti	$M_{pl,y,Rd}$	5,45	kNm	Eq. (6.13)

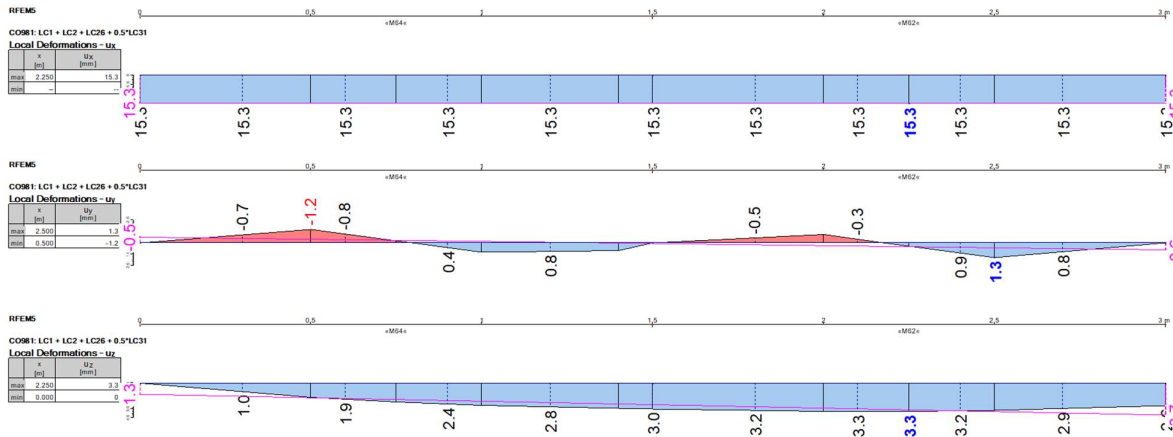
Proračunska poprečna sila	$V_{z,Ed}$	1,92	kN		
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	3,57	cm ²		6.2.6(3)
Nosivost na poprečnu silu	$V_{pl,z,Rd}$	48,49	kN		Eq. (6.18)
	$V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$	v_z	0,040	≤ 0.5	6.2.10(2)
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	0,71	kN		
Površina poprečnog presjeka	A	7,64	cm ²		
Plastična nosivost na normalnu silu	$N_{pl,Rd}$	179,54	kN		(6.6)
Debljina hrpta	h_w	69,6	mm		
Debljina pojasnice	t_w	3,8	mm		
Kriterij 1	n	0,004		≤ 0.25	(6.33)
Kriterij 2	n_w	0,011		≤ 0.50	(6.34)
Moment	$M_{z,Ed}$	1,04	kNm		
Plastični moment otpora	$W_{pl,z}$	5,82	cm ³		
Moment nosivosti	$M_{pl,z,Rd}$	1,37	kNm		Eq. (6.13)
Proračunska poprečna sila	$V_{y,Ed}$	1,36	kN		
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	5,12	cm ²		6.2.6(3)
Posmična nosivost	$V_{pl,y,Rd}$	69,45	kN		Eq. (6.18)
	$V_{y,Ed} / V_{pl,y,Rd}$	v_y	0,020	≤ 0.5	6.2.10(2)
Kriterij	n_w	0,011		≤ 1	(6.35)
Konstanta interakcije	α	2,000			6.2.9.1(6)
Konstanta interakcije	β	1,000			6.2.9.1(6)
Proračunska komponenta za My	η_{My}	0,06		≤ 1	Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za Mz	η_{Mz}	0,76		≤ 1	Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za M	η_M	0,82		≤ 1	Eq. (6.41)

□

Uvjet nosivosti

$$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta = 0.82 \leq 1 \quad (6.41)$$

6.6.2. Proračun GSU nosača fasade



Slika 78: Dijagrami relativnih pomaka nosača fasade za kombinaciju CO981.

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²
Debljina $t \leq 16$ mm			
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm			
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm			
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm			
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm			
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm			
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm			
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²

Karakteristike poprečnog presjeka - IPE 80 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Tip poprečnog presjeka	h	80,0	mm	
Visina presjeka	b	46,0	mm	
Širina presjeka	t _w	3,8	mm	
Debljina hrpta	t _f	5,2	mm	
Debljina pojasnice	r	5,0	mm	
Radijus	A	7,64	cm ²	
Površina poprečnog presjeka	A _{v,y}	5,12	cm ²	
Efektivna posmična površina	A _{v,z}	3,57	cm ²	≥ ηh _w t _w
Efektivna posmična površina	I _y	80,10	cm ⁴	
Moment intercije oko y-y	I _z	8,49	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I _t	0,70	cm ⁴	
Tozijska konstanta	i _y	32,4	mm	
Polumjer tromosti za y-y os	i _z	10,5	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	W _{el,y}	20,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko y-y osi	W _{el,z}	3,69	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	W _{pl,y}	23,20	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	W _{pl,z}	5,82	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	I _w	118,00	cm ⁶	
Savojna konstanta presjeka	Q _y	11,60	cm ³	
Statički moment	Q _z	1,38	cm ³	
Statički moment	BC _y	a		
Krivulja izvijanja	BC _z	b		

Pomaci

Smjer x	w _x	15,3	mm
Smjer y	w _y	1,6	mm
Smjer z	w _z	3,1	mm

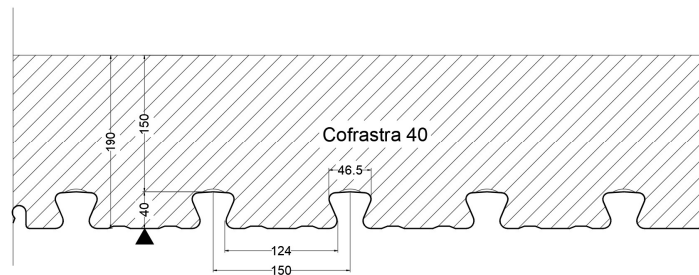
Proračun uporabljivosti

Otklon	W _{max,y}	1,6	mm	
Referentna duljina	l	1,500	m	
Kriterij granične vrijednosti	l / w _{limit,y}	300,00		
Granična vrijednost pomaka	w _{limit,y}	5,0	mm	
Uporabljivost	η	0,31		≤ 1

Uvjet uporabljivosti

$$w_{max,y} / w_{limit,y} = 0.31 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

6.7. Dimenzioniranje međukatne spregnute ploče



Slika 79: Presjek međukatne spregnute ploče s dimenzijskim kotama u [mm].

6.7.1. Karakteristike materijala

Lim Cofrastra 40

Visina limenog profila	$h_p = 40 \text{ mm}$
Debljina limenog profila	$t_p = 0,75 \text{ mm}$
Površina lima:	$A_p = 1 \text{ 183 mm}^2/\text{m}'$
Moment tromosti	$I_p = 175 \text{ 800 mm}^4/\text{m}'$
Visina neutralne osi	$x_p = 10,60 \text{ mm}$
Granica popuštanja	$f_{yp,d} = 350 \text{ N/mm}^2$

Lakoagregatni beton LC25/28

Visina betonskog presjeka	$h_c = 150 \text{ mm}$
Tlačna čvrstoća	$f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$
Modul elastičnosti	$E = 2000 \text{ kN/cm}^2$
Gustoća	$\rho = 17,50 \text{ kN/m}^3$

Odabrana armaturna mreža 2x Q257

Površina mreže	$A_s = 2,57 \text{ cm}^2/\text{m} \cdot 5,45 \text{ cm}$
Granica popuštanja	$f_{sd} = 43,48 \text{ N/mm}^2$
Zaštitni sloj betona	$x_s = 3,5 \text{ cm}$

6.7.2. Proračun unutarnjih sila spregnute ploče

Stalno opterećenje međukatne konstrukcije izračunato u poglavlju 4.1. iznosi $2,85 \text{ kN/m}^2$ uz pridodanu vrijednost vlastite težine betona od $3,0 \text{ kN/m}^2$ iznosi $5,85 \text{ kN/m}^2$. Uporabno opterećenje stvara pritisak od $2,0 \text{ kN/m}^2$.

Za statički sustav proste grede, dobivene su sljedeće vrijednosti unutarjih sila:

$$M_{Ed} = \frac{1,35 \cdot 5,85 + 1,5 \cdot 2}{8} \cdot 6^2 = 49,03$$

$$V_{Ed} = \frac{1,35 \cdot 5,85 + 1,5 \cdot 2}{2} \cdot 6 = 32,69$$

6.7.3. Proračun nosivosti na savijanje te uzdužni i vertikalni posmik

Položaj neutralne osi

$$x_{pl} = \frac{A_p \cdot f_{yd}}{(b \cdot 0,85 \cdot f_{cd})} = \frac{11,83 \cdot 35}{100 \cdot 0,85 \cdot 1,67} = 2,92 < h_c = 15 \text{ cm}$$

$$d_p = h_p + h_c - x_p = 40 + 150 - 10,60 = 179,4 \text{ mm}$$

Nosivost na savijanje

$$M_{Rd} = A_p \cdot f_{yd} \cdot \left(d_p - \frac{A_p \cdot f_{yd}}{1,7 \cdot b \cdot f_{cd}} \right) = 11,83 \cdot 35 \cdot \left(17,9 - \frac{11,83 \cdot 35}{1,7 \cdot 100 \cdot 1,67} \right) = 68,07 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 0,72$$

Nosivost na uzdužni posmik

$$V_{Rd} = \frac{b \cdot d_p}{\gamma_{vs}} \cdot \left(\frac{m \cdot A_p}{b \cdot L_s} + k \right) = \frac{1000 \cdot 179,4}{1,25} \cdot \left(\frac{166 \cdot 1183}{1000 \cdot 1500} + 0,15 \right) = 40,32 \text{ kN}$$

gdje su:

$$L_s = \frac{L}{4} = \frac{6000}{4} = 1500 \text{ mm}$$

$$m = 166 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$k = 0,15 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{IRd}} = 0.79$$

Nosivost na vertikalni posmik

$$V_{Rdc} = c_{Rdc} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}} \cdot b_w \cdot d \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d$$

$$c_{Rdc} = \frac{0.18}{\gamma_c} = 0.12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2$$

$$A_{p.} = \frac{V_{l.Rd}}{f_{yd}} = \frac{l_{bs} \cdot \tau_{u.Rd}}{f_{yd}} = \frac{0.125 \cdot 280}{35} = 1 \frac{cm^2}{m}$$

$$d = \frac{A_s \cdot f_{sd} \cdot x_s + A_{p.} \cdot f_{yd} \cdot (h_p + h_c - x_p)}{A_s \cdot f_{sd} + A_{p.} \cdot f_{yd}} = 5.45cm$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} = \frac{A_s + A_{p.}}{(150 - 46.5) \cdot \frac{1000}{150} \cdot 90} = 0.01 < 0.02$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0.50$$

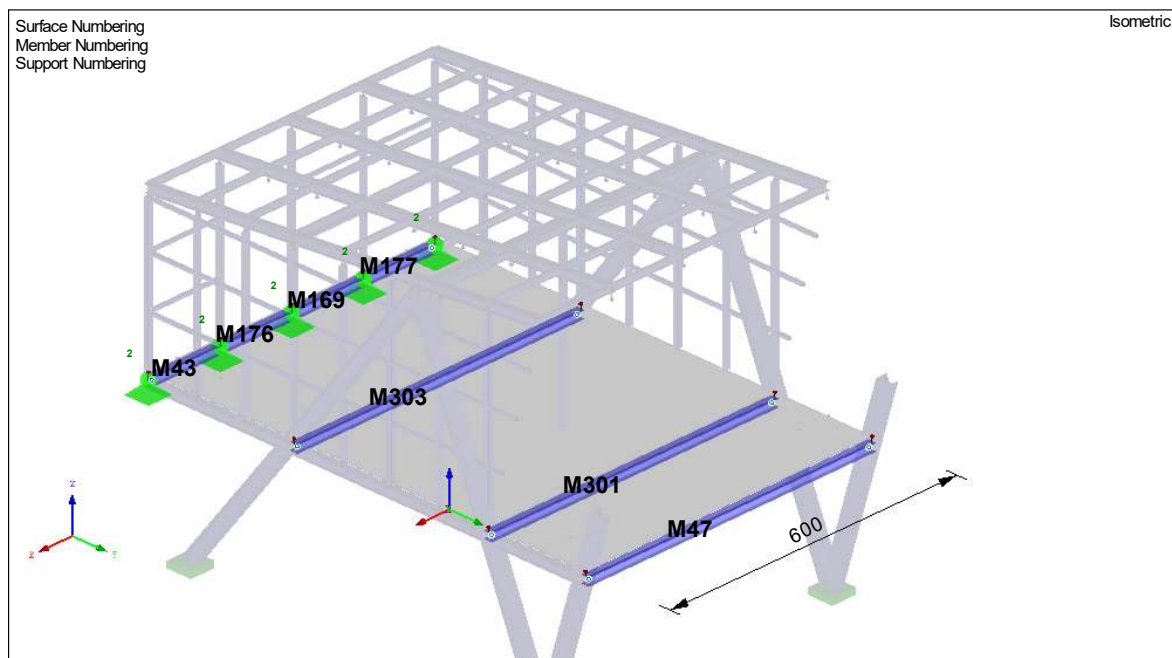
$$V_{Rd.c} = 0.12 \cdot 2 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0.01 \cdot 25 \cdot 690 \cdot 90} = 43.58kN$$

$$v_{min} \cdot b_w \cdot d = 0.5 \cdot 690 \cdot 95 = 33kN < V_{Rd.c} = 43.58kN$$

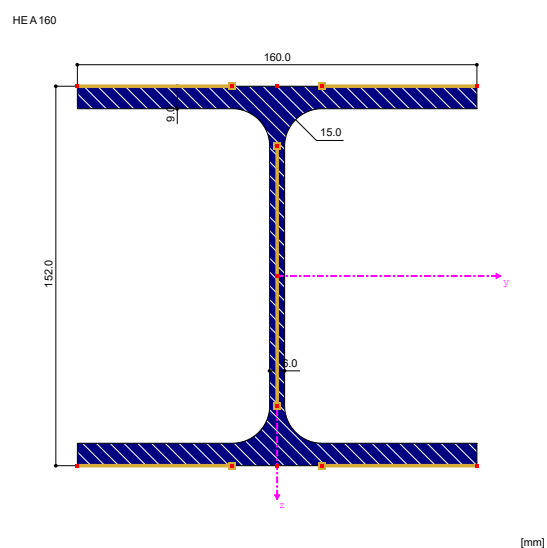
$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd.c}} = 0.98$$

Spregnuta ploča zadovoljava sve provjere nosivosti pri čemu je mjerodavna provjera vertikalnog posmika s 98%.

6.8. Dimenzioniranje poprečnih međukatnih nosača

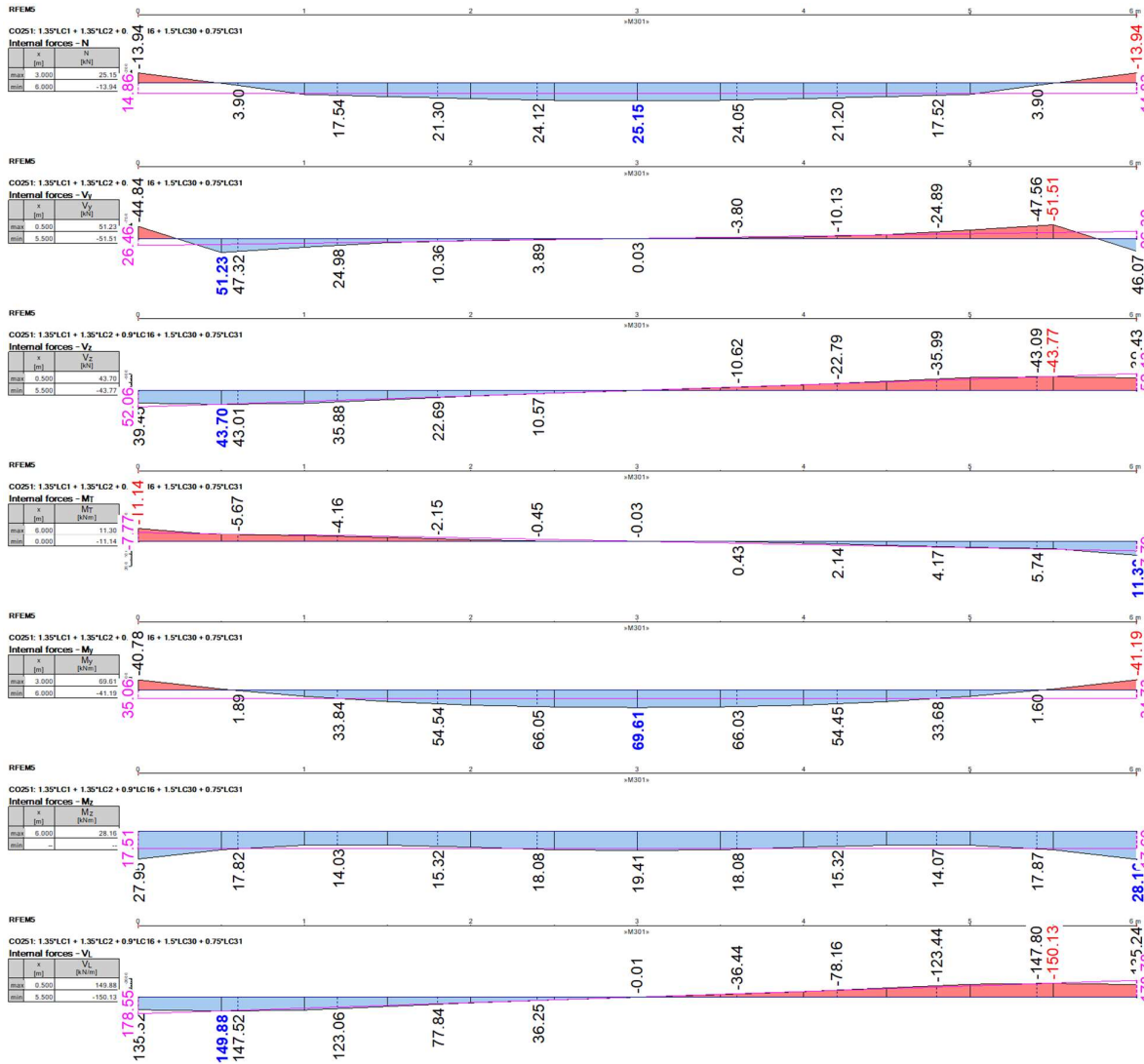


Slika 80: Prikaz poprečnih međukatnih nosača s brojčanim oznakama



Slika 81: Odabrani poprečni presjek poprečnih međukatnih nosača HE A 160.

6.8.1. Proračun GSN poprečnih međukatnih nosača



Slika 82: Dijagrami unutarnjih sila za poprečni međukatni nosaač broj 301 za kombinaciju opterećenja CO251.

Nosaač Br.	Presjek x [m]	opterećenje	Iskorištenost
301	3,000	CO251	0,38 ≤ 1

CS181) Provjera presjeka - savijanje, smicanje i aksijalna sila prema do 6.2.9.1

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina $t \leq 16$ mm				
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm				
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm				
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Klasifikacija poprečnog presjeka - HE A 160 | Euronorm 53-62

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	152,0	mm	
Širina presjeka	b	160,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	6,0	mm	
Debljina pojasnice	t_f	9,0	mm	
Radijus	r	15,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	38,80	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{w,y}$	30,06	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{w,z}$	13,24	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a)
Moment inercije oko y-y	I_y	1670,00	cm ⁴	

Moment inercije oko z-z	I_z	616,00	cm ⁴	
Torzijska konstanta	I_t	12,30	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	65,7	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	39,8	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	220,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	76,90	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	246,00	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	117,63	cm ³	
Savojna konstanta presjeka	I_w	31410,00	cm ⁶	
Statički moment	Q_y	123,00	cm ³	
Statički moment	Q_z	28,80	cm ³	
Krivulja izvijanja	BC_y	b		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	c		Tab. 6.2

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N_{Ed}	238,04	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Torzijski moment	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment	$M_{y,Ed}$	7,93	kNm
Moment	$M_{z,Ed}$	-0,02	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka – Nema tlaka

Pojasnica					
Naprezanje na početku pojasnice	$\sigma_{f,A}$	2,52	kN/cm ²	> 0	Vlak
Naprezanje na kraju pojasnice	$\sigma_{f,B}$	2,50	kN/cm ²	> 0	Vlak
Hrbat					
Naprezanje na početku hrpta	$\sigma_{w,A}$	8,60	kN/cm ²	> 0	Vlak
Naprezanje na kraju hrpta	$\sigma_{w,B}$	3,67	kN/cm ²	> 0	Vlak

Nema tlaka u poprečnom presjeku!

Proračun nosivosti

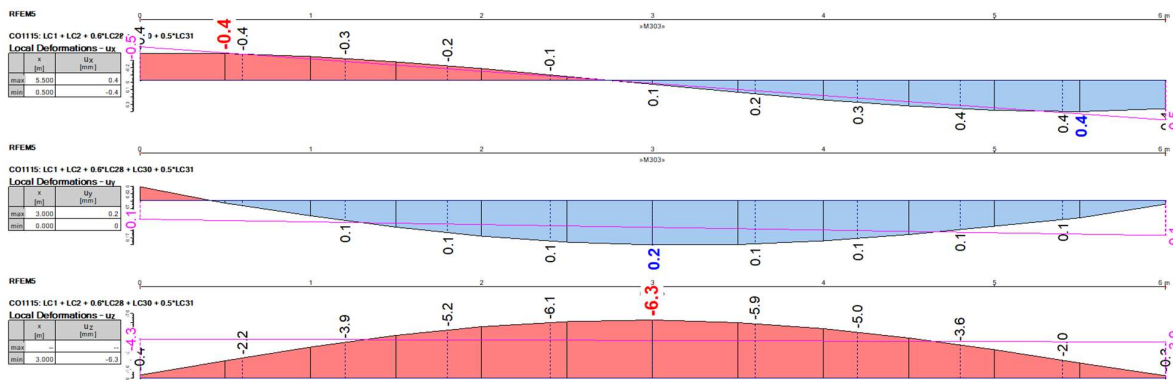
Moment	$M_{y,Ed}$	7,93	kNm	
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Parcijalni faktor	γ_{M0}	1,000		6,1
Plastični moment nosivosti	$M_{pl,y,Rd}$	57,81	kNm	Eq. (6.13)

Proračunska poprečna sila	$V_{z,Ed}$	0,00	kN	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	13,24	cm ²	6.2.6(3)
Nosivost na poprečnu silu	$V_{pl,z,Rd}$	179,64	kN	Eq. (6.18)
Kriterij $V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$	v_z	0,000		≤ 0.5 6.2.10(2)
Normalna sila	N_{Ed}	238,04	kN	
Površina poprečnog presjeka	A	38,80	cm ²	
Otpornost na normalnu silu	$N_{pl,Rd}$	911,80	kN	Eq. (6.6)
Visina hrpta	h_w	134,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	6,0	mm	
Uvjet 1	n	0,261		> 0.25 (6.33)
Uvjet 2	n_w	1,260		> 0.50 (6.34)
Širina pojasnice	b	160,0	mm	
Debljina pojasnice	t_f	9,0	mm	
Faktor	a	0,258		≤ 0.5 6.2.9.1(5)
Moment nosivosti	$M_{N,pl,y,Rd}$	49,04	kNm	Eq. (6.36)
	η_{My}	0,16		≤ 1 (6.31)
Nosivost	η	0,38		≤ 1 (6.36*)

Uvjet nosivosti

$$M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd} = 0.38 \leq 1 \quad (6.31)$$

6.8.2. Proračun GSU poprečnih međukatnih nosača



Slika 83: Dijagrami relativnih pomaka elementa broj 303 za karakterističnu kombinaciju CO1115.

Opterećenje	Kombinacija	Element Br.	Lokacija x [m]	Uvjet uporabivosti		SE401) Uporabljivost - kombinacija 'Karakteristična' - z-smjer
CO1115	LC1 + LC2 + 0.6*LC28 + LC30 + 0.5*LC31	303	3,000	0,30	≤ 1	

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²
Debljina t ≤ 16 mm			
Granica popuštanja	f _y	23,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²
Debljina t > 16 mm i t ≤ 40 mm			
Granica popuštanja	f _y	22,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²
Debljina t > 40 mm i t ≤ 100 mm			
Granica popuštanja	f _y	21,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²
Debljina t > 100 mm i t ≤ 150 mm			
Granica popuštanja	f _y	19,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	35,00	kN/cm ²
Debljina t > 150 mm i t ≤ 200 mm			
Granica popuštanja	f _y	18,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	34,00	kN/cm ²
Debljina t > 200 mm i t ≤ 250 mm			
Granica popuštanja	f _y	17,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	34,00	kN/cm ²
Debljina t > 250 mm i t ≤ 400 mm			
Granica popuštanja	f _y	16,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	33,00	kN/cm ²

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 160 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	152,0	mm	
Širina presjeka	b	160,0	mm	
Debljina hrpta	t _w	6,0	mm	
Debljina pojasnice	t _f	9,0	mm	
Radius	r	15,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	38,80	cm ²	
Efektivna posmična površina	A _{v,y}	30,06	cm ²	
Efektivna posmična površina	A _{v,z}	13,24	cm ²	≥ ηh _w t _w
Moment inercije oko y-y	I _y	1670,00	cm ⁴	

Moment inercije oko z-z	I_z	616,00	cm ⁴
Torzijska konstanta	I_t	12,30	cm ⁴
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	65,7	mm
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	39,8	mm
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	220,00	cm ³
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	76,90	cm ³
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	246,00	cm ³
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	117,63	cm ³
Savojna konstanta presjeka	I_w	31410,00	cm ⁶
Statički moment	Q_y	123,00	cm ³
Statički moment	Q_z	28,80	cm ³
Krivulja izvijanja	BC_y	b	
Krivulja izvijanja	BC_z	c	

Pomaci

Smjer x	w_x	0,1	mm
Smjer y	w_y	0,2	mm
Smjer z	w_z	-6,3	mm

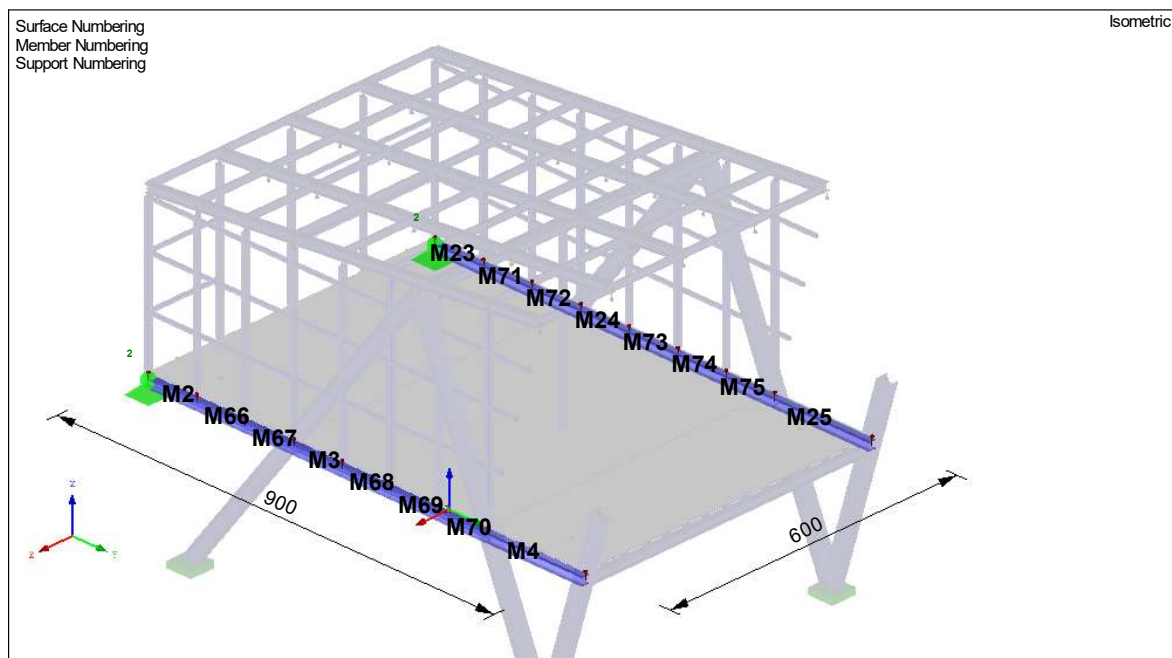
Proračun uporabljivosti

Otklon	$w_{max,z}$	-6,0	mm
Referentna duljina	l	6,000	m
Kriterij granične vrijednosti	$l / w_{limit,z}$	300,00	
Granična vrijednost pomaka	$w_{limit,z}$	20,0	mm
Uporabljivost	η	0,30	≤ 1

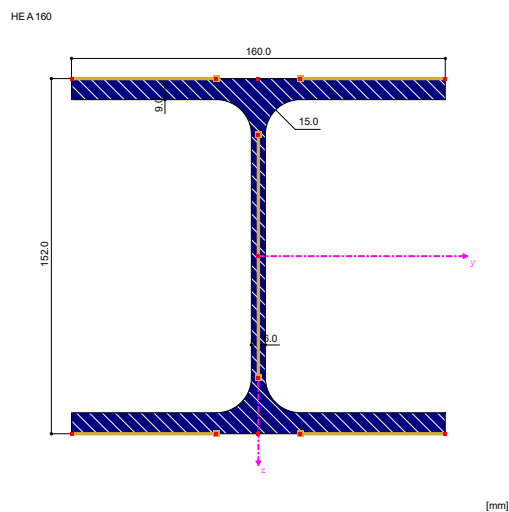
Uvjet uporabljivosti

$$w_{max,z} / w_{limit,z} = 0.30 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

6.9. Dimenzioniranje uzdužnih međukatnih nosača

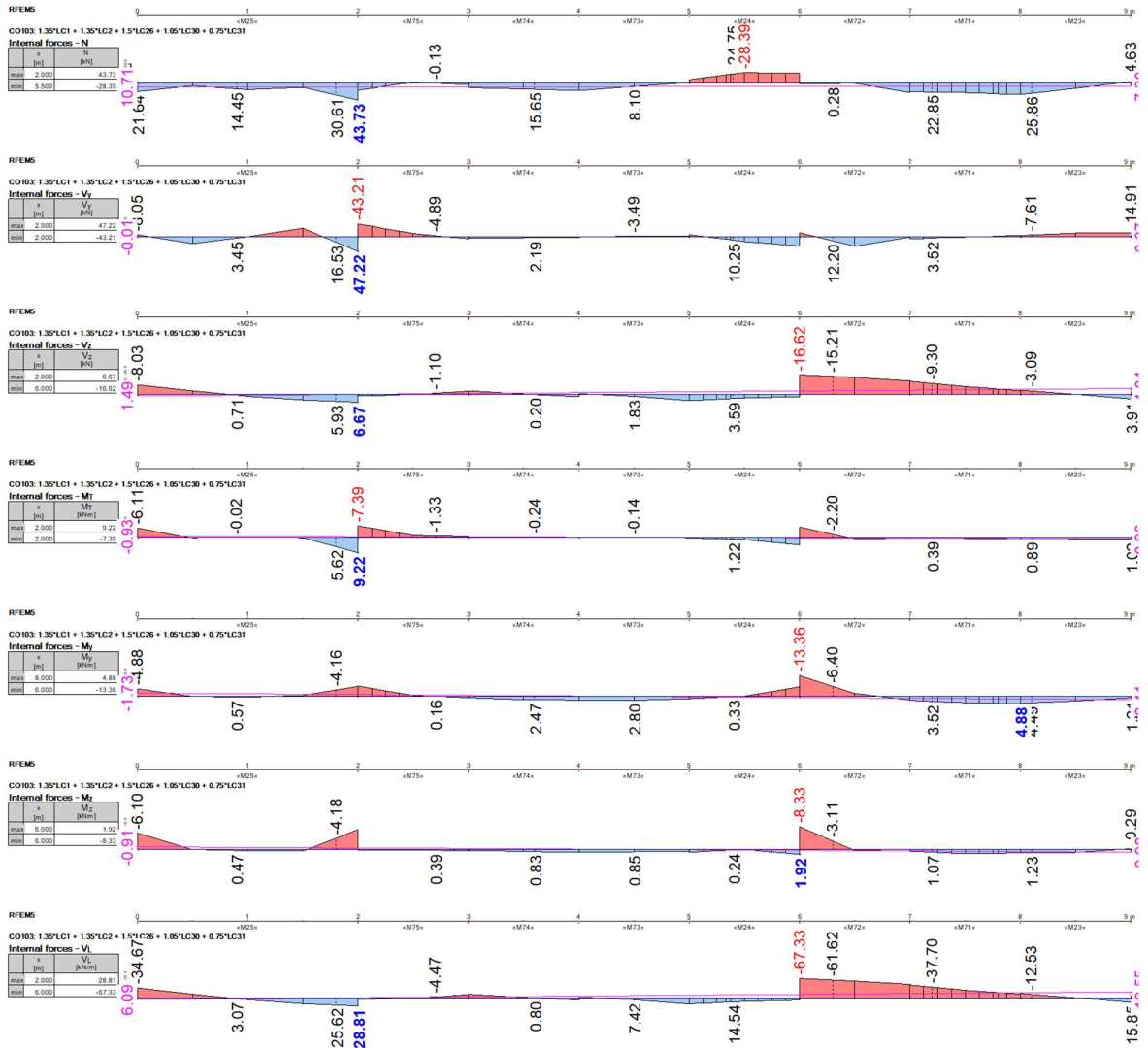


Slika 84: Izometrijski prikaz uzdužnih međukatnih nosača s brojičanom oznakom elementa.



Slika 85: Odabrani poprečni presjek uzdužnih međukatnih nosača HE A 160.

6.9.1. Proračun GSN uzdužnih međukatnih nosača



Slika 86: Dijagrami unutarnjih sila uzdužnih nosača za kombinaciju opterećenja CO103.

Element Br.	Presjek x [m]	Opterećenje	Uvjet nosivosti	Design According to Formula
72	1,000	CO103	0,16 ≤ 1	CS221) Provjera presjeka - Dvoosno savijanje, smicanje i aksijalna sila prema 6.2.10 i 6.2.9

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina $t \leq 16$ mm				
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm				
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm				
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 160 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	152,0	mm	
Širina presjeka	b	160,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	6,0	mm	
Debljina pojasnice	t_f	9,0	mm	
Radijus	r	15,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	38,80	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	30,06	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	13,24	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a
Moment inercije oko y-y	I_y	1670,00	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_z	616,00	cm ⁴	
Tozijska konstanta	I_t	12,30	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	65,7	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	39,8	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	220,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	76,90	cm ³	

Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	246,00	cm^3	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	117,63	cm^3	
Savojna konstanta presjeka	I_w	31410,00	cm^6	
Statički moment	Q_y	123,00	cm^3	
Statički moment	Q_z	28,80	cm^3	
Krivulja izvijanja	BC_y	b		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	c		Tab. 6.2

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N_{Ed}	-49,31	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	27,00	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	-3,37	kN
Torzijski moment	T_{Ed}	-0,01	kNm
Moment	$M_{y,Ed}$	-1,10	kNm
Moment	$M_{z,Ed}$	-4,42	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 1

Pojasnica

	c_f	62,0	mm	Tab. 5.2
	t_f	9,0	mm	Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ϵ_f	1,0		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{f,1}$	9,0		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{f,2}$	10,0		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{f,3}$	14,0		Tab. 5.2
c/t	c/t_f	6,889	$\leq \lambda_{f,1}$	
Klasa	$Klasa_f$	1		Tab. 5.2

Hrbat

Naprezanje na vrhu hrpta	$\sigma_{w,A}$	-1,61	kN/cm^2	> 0	Vlak
Naprezanje na dnu hrpta	$\sigma_{w,B}$	-0,93	kN/cm^2	< 0	Tlak
	c_w	104,0	mm		Tab. 5.2
	t_w	6,0	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	$f_{yd,w}$	23,50	kN/cm^2		3.2.1
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	-49,31	kN	> 0	Vlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α_w	1,000			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,1}$	23,50	kN/cm^2		
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,2}$	13,49	kN/cm^2		
Razmjer naprezanja	ψ_w	0,574			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ϵ_w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{w,1}$	33,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{w,2}$	38,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{w,3}$	48,867			Tab. 5.2
c/t	c/t_w	17,333		$\leq \lambda_{w,1}$	

Klasa	Klasa _w	1	Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	Klasa	1	

Proračun nosivosti

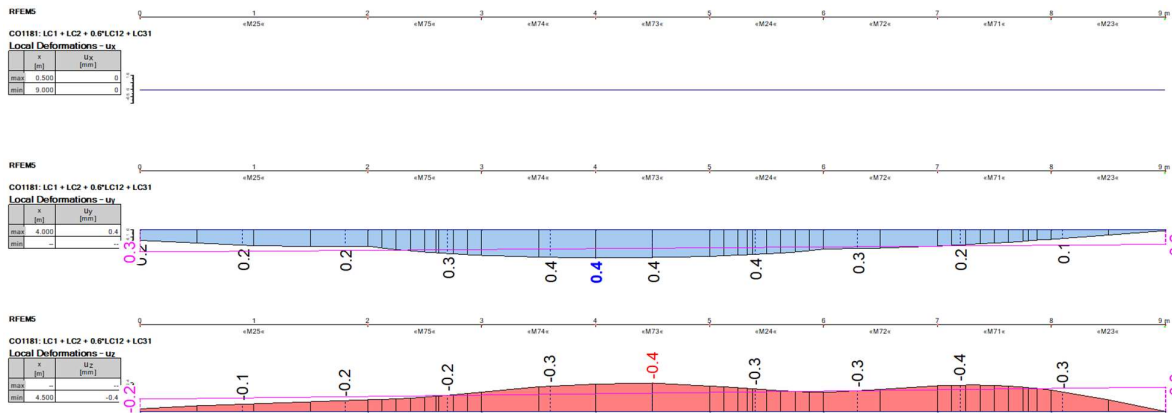
Moment	M _{y,Ed}	1,10	kNm	
Plastični moment otpora	W _{pl,y}	246,00	cm ³	
Granica popuštanja	f _y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Parcijalni faktor	γ _{M0}	1,000		6,1
Plastični moment nosivosti	M _{pl,y,Rd}	57,81	kNm	Eq. (6.13)
Proračunska poprečna sila	V _{z,Ed}	3,37	kN	
Efektivna posmična površina	A _{v,z}	13,24	cm ²	6.2.6(3)
Nosivost na poprečnu silu	V _{pl,z,Rd}	179,64	kN	Eq. (6.18)
V _{z,Ed} / V _{pl,z,Rd}	v _z	0,019		≤ 0.5 6.2.10(2)
Proračunska normalna sila	N _{Ed}	-49,31	kN	
Površina poprečnog presjeka	A	38,80	cm ²	
Plastična nosivost na normalnu silu	N _{pl,Rd}	911,80	kN	(6.6)
Debljina hrpta	h _w	134,0	mm	
Debljina pojasnice	t _w	6,0	mm	
Kriterij 1	n	0,054		≤ 0.25 (6.33)
Kriterij 2	n _w	0,261		≤ 0.50 (6.34)
Moment	M _{z,Ed}	4,42	kNm	
Plastični moment otpora	W _{pl,z}	117,63	cm ³	
Moment nosivosti	M _{pl,z,Rd}	27,64	kNm	Eq. (6.13)
Proračunska poprečna sila	V _{y,Ed}	27,00	kN	
Efektivna posmična površina	A _{v,y}	30,06	cm ²	6.2.6(3)
Posmična nosivost	V _{pl,y,Rd}	407,85	kN	Eq. (6.18)
V _{y,Ed} / V _{pl,y,Rd}	v _y	0,066		≤ 0.5 6.2.10(2)
Kriterij	n _w	0,261		≤ 1 (6.35)
Konstanta interakcije	α	2,0		6.2.9.1(6)
Konstanta interakcije	β	1,0		6.2.9.1(6)
Proračunska komponenta za My	η _{My}	0,0		≤ 1 Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za Mz	η _{Mz}	0,16		≤ 1 Eq. (6.41)
Proračunska komponenta za M	η _M	0,16		≤ 1 Eq. (6.41)

□

Uvjet nosivosti

$$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^{\alpha} + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^{\beta} = 0.16 \leq 1 \quad (6.41)$$

6.9.2. Proračun GSU uzdužnih međukatnih nosača



Slika 87: Dijagrami relativnih pomaka uzdužnih međukatnih nosača za kombinaciju CO1181.

Opterećenje	Kombinacija	Element Br.	Presjek x [m]	Uporabljivost	
CO1181	LC1 + LC2 + 0.6*LC12 + LC31	71	0,500	0,01 ≤ 1	SE401) Uporabljivosti - Kombinacija 'Karakteristična' - z-smjer

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²
Debljina t ≤ 16 mm			
Granica popuštanja	f _y	23,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²
Debljina t > 16 mm i t ≤ 40 mm			
Granica popuštanja	f _y	22,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²
Debljina t > 40 mm i t ≤ 100 mm			
Granica popuštanja	f _y	21,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²
Debljina t > 100 mm i t ≤ 150 mm			
Granica popuštanja	f _y	19,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f _u	35,00	kN/cm ²
Debljina t > 150 mm i t ≤ 200 mm			
Granica popuštanja	f _y	18,50	kN/cm ²

Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm			
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm			
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 160 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani		
Visina presjeka	h	152,0	mm
Širina presjeka	b	160,0	mm
Debljina hrpta	t_w	6,0	mm
Debljina pojasnice	t_f	9,0	mm
Radijus	r	15,0	mm
Površina poprečnog presjeka	A	38,80	cm ²
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	30,06	cm ²
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	13,24	cm ² $\geq \eta h_w t_w$
Moment inercije oko y-y	I_y	1670,00	cm ⁴
Moment inercije oko z-z	I_z	616,00	cm ⁴
Torzijska konstanta	I_t	12,30	cm ⁴
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	65,7	mm
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	39,8	mm
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	220,00	cm ³
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	76,90	cm ³
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	246,00	cm ³
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	117,63	cm ³
Savojna konstanta presjeka	I_w	31410,00	cm ⁶
Statički moment	Q_y	123,00	cm ³
Statički moment	Q_z	28,80	cm ³
Krivulja izvijanja	BC_y	b	
Krivulja izvijanja	BC_z	c	

Pomaci

Smjer x	w_x	0,0	mm
Smjer y	w_y	0,2	mm
Smjer z	w_z	-0,4	mm

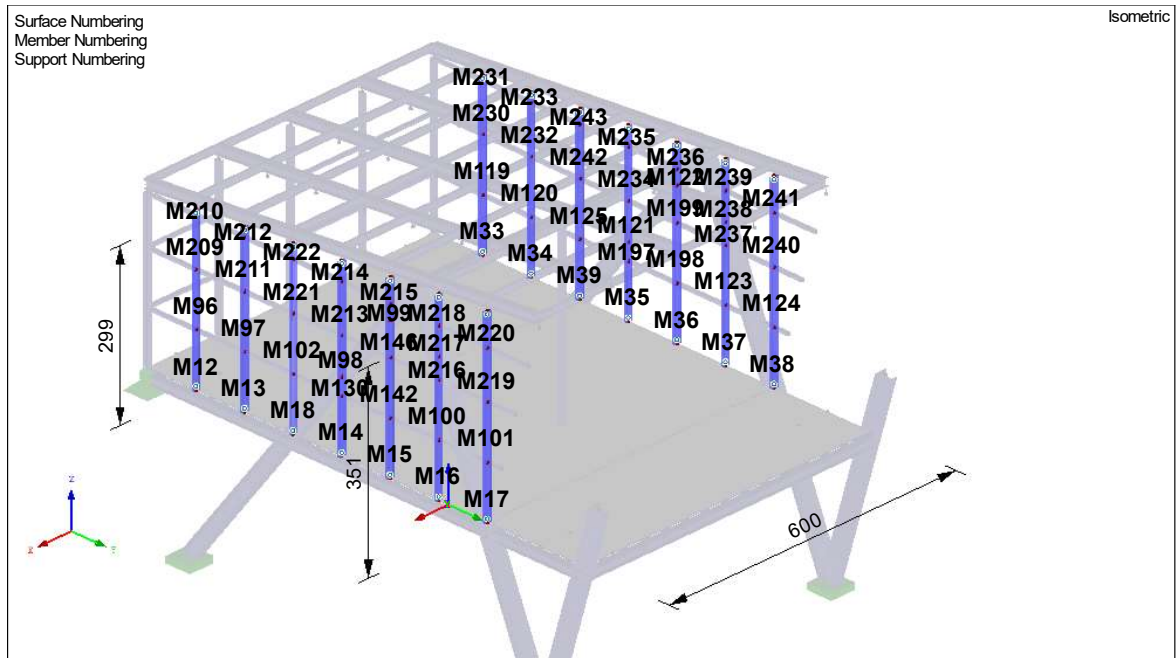
Proračun uporabljivosti

Otklon	$w_{\max,z}$	0,0	mm	
Referentna duljina	l	1,000	m	
Kriterij granične vrijednosti	$l / w_{\text{limit},z}$	300,00		
Granična vrijednost pomaka	$w_{\text{limit},z}$	3,3	mm	
Uporabljivost	η	0,01		≤ 1

Uvjet uporabljivosti

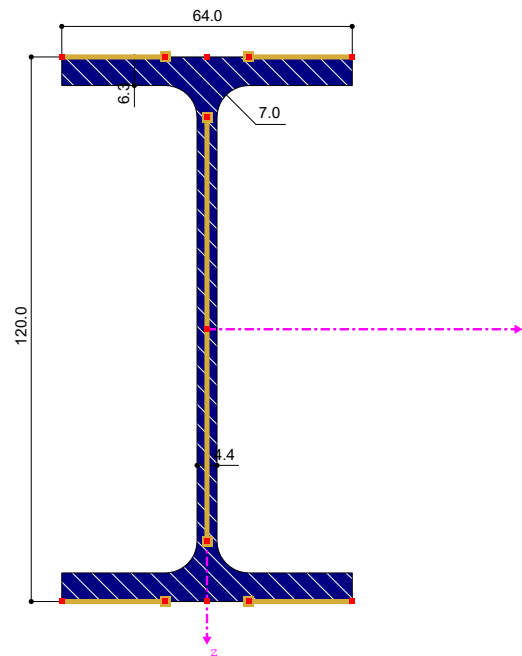
$$w_{\max,z} / w_{\text{limit},z} = 0.01 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

6.10. Dimenzioniranje stupova fasade – bočni



Slika 88: Prikaz pozicije bočnih stupova fasade s brojčanom oznakom elemenata.

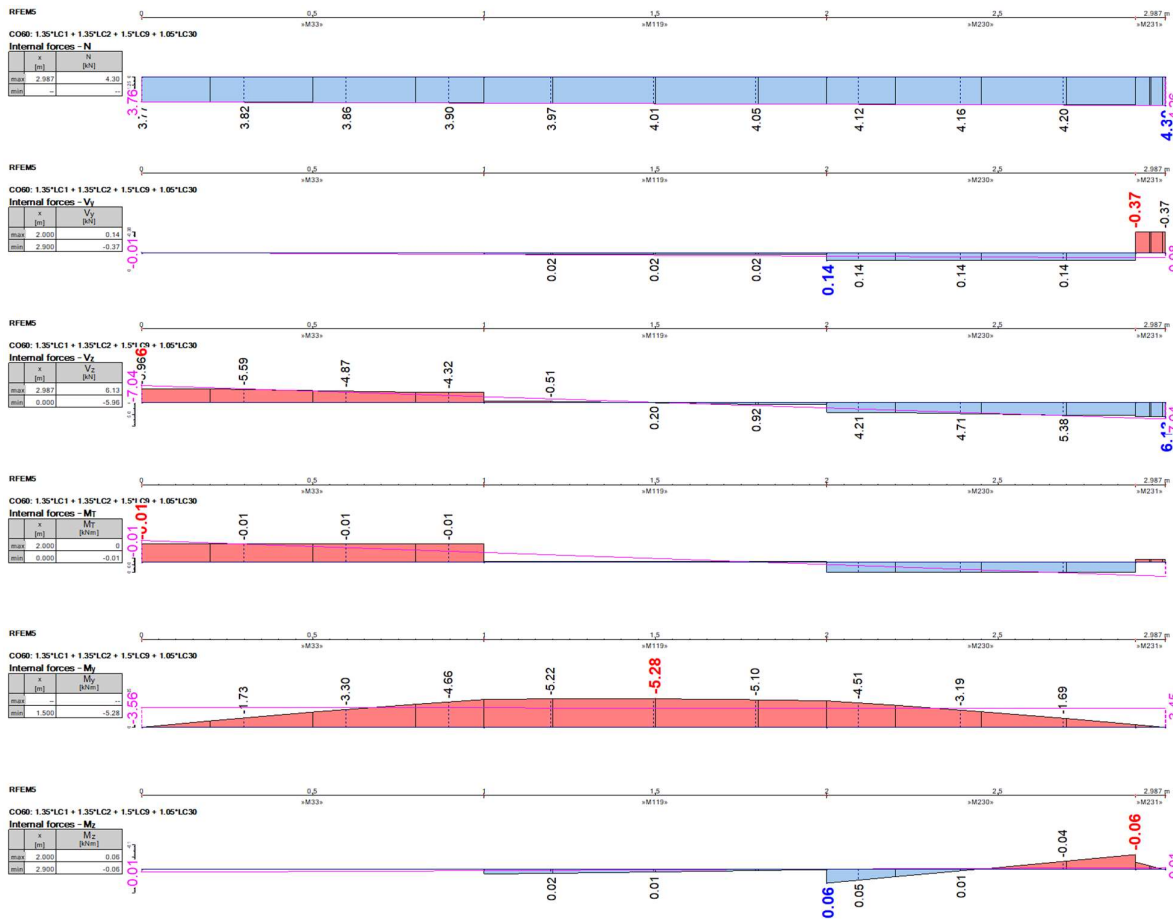
IPE 120



[mm]

Slika 89: Odabrani poprečni presjek bočnih stupova fasade IPE 120.

6.10.1. Proračun GSN bočnih stupova fasade



Slika 90: Dijagrami unutarnjih sila bočnih stupova koji nose fasadu za kombinaciju CO60.

Nosač Presjek

Br. x [m] Opterećenje Uvjet

119 0,500 CO60 0,40 ≤ 1 ST331) Analiza stabilnosti - Bočno torzijsko izvijanje prema 6.3.2.1 i 6.3.2.3 - I-presjek

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti E 21000,00 kN/cm²
 Modul posmika G 8076,92 kN/cm²

Debljina t ≤ 16 mm

Granica popuštanja f_y 23,50 kN/cm² 3.2.1
 Vlačna čvrstoća f_u 36,00 kN/cm² 3.2.1

Debljina t > 16 mm i t ≤ 40 mm

Granica popuštanja f_y 22,50 kN/cm² 3.2.1
 Vlačna čvrstoća f_u 36,00 kN/cm² 3.2.1

Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm				
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - IPE 120 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	120,0	mm	
Širina presjeka	b	64,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	4,4	mm	
Debljina pojasnice	t_f	6,3	mm	
Radijus	r	7,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	13,20	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	8,57	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	6,30	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a)
Moment inercije oko y-y	I_y	318,00	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_z	27,70	cm ⁴	
Tozijska konstanta	I_t	1,74	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	49,0	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	14,5	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	53,00	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	8,65	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	60,80	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	13,58	cm ³	
Savojna konstanta presjeka	I_w	890,00	cm ⁶	
Statički moment	Q_y	30,40	cm ³	
Statički moment	Q_z	3,23	cm ³	
Krivulja izvijanja	BC_y	a		Tab. 6.2

Krivulja izvijanja	BC _z	b		Tab. 6.2
--------------------	-----------------	---	--	----------

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N _{Ed}	4,01	kN
Posmična sila	V _{y,Ed}	0,02	kN
Posmična sila	V _{z,Ed}	0,21	kN
Torzijski moment	T _{Ed}	0,00	kNm
Moment	M _{y,Ed}	-5,28	kNm
Moment	M _{z,Ed}	0,01	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 1

Pojasnice

	c _f	22,8	mm	Tab. 5.2
	t _f	6,3	mm	Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε _f	1,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	λ _{f,1}	9,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	λ _{f,2}	10,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	λ _{f,3}	14,000		Tab. 5.2
c/t	c/t _f	3,619	≤ λ _{f,1}	
Klasa	Klasa _f	1		Tab. 5.2

Hrpat

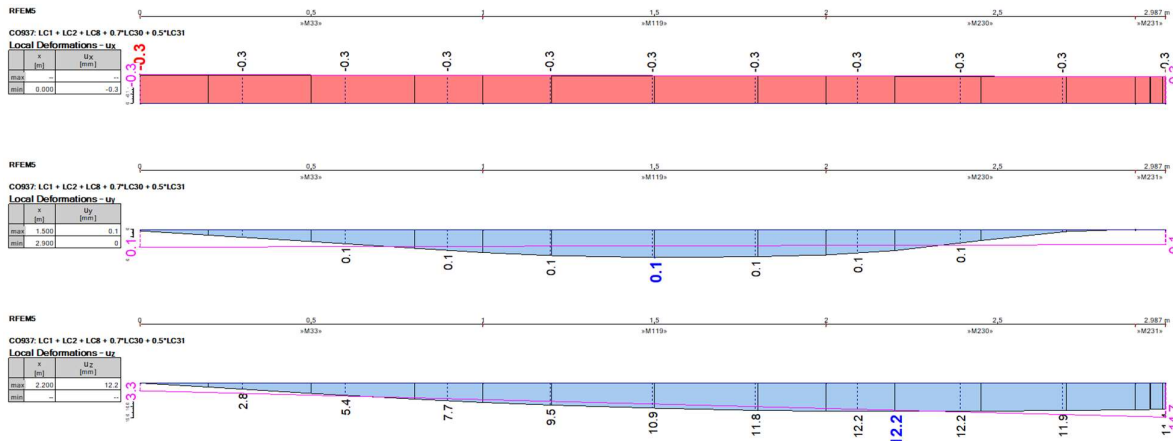
Naprezanje na vrhu hrpta	σ _{w,A}	-7,46	kN/cm ²	< 0	Tlak
Naprezanje na dnu hrpta	σ _{w,B}	8,06	kN/cm ²	> 0	Vlak
	c _w	93,4	mm		Tab. 5.2
	t _w	4,4	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	f _{yd,w}	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Proračunska normalna sila	N _{Ed}	4,01	kN	> 0	Vlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α _w	0,446			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za f _{yd}	σ _{f-yd,1}	23,50	kN/cm ²		
Naprezanje vezano za f _{yd}	σ _{f-yd,2}	-25,42	kN/cm ²		
Razmjer naprezanja	ψ _w	-1,082			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε _w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	λ _{w,1}	80,680			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	λ _{w,2}	93,006			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	λ _{w,3}	134,209			Tab. 5.2
c/t	c/t _w	21,227		≤ λ _{w,1}	
Klasa	Klasa _w	1			Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	Klasa	1			

Provjera nosivosti

Visina presjeka	h	120,0	mm		
Širina presjeka	b	64,0	mm		
	h/b	1,87		≤ 2	Tab. 6.5
Krivulja izvijanja	BC _{LT}	b			Tab. 6.5
Faktor nesavršenosti	α _{LT}	0,340			Tab. 6.3
Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²		
Modul smicanja	G	8076,92	kN/cm ²		
Faktor duljine	k _z	1,000			
Faktor duljine	k _w	1,000			
Duljina	L	1,000	m		
Moment tromosti	I _z	27,70	cm ⁴		
Savojna konstanta presjeka	I _w	890,00	cm ⁶		
Torzijska konstanta	I _t	1,74	cm ⁴		
Elastični kritični trenutak za bočno-torzijsko izvijanje	M _{cr}	42,83	kNm		
Modul presjeka	W _y	60,80	cm ³		
Čvrstoća popuštanja	f _y	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Vitkost	λ _{LT}	0,578			6.3.2.2(1)
Parametar	λ _{LT,0}	0,400			6.3.2.3(1)
Parametar	β	0,750			6.3.2.3(1)
Pomoćni faktor	ϑ _{LT}	0,655			6.3.2.3(1)
Faktor redukcije	χ _{LT}	0,927			Eq. (6.57)
Faktor korekcije	k _c	0,986			6.3.2.3(2)
Faktor modifikacije	f	0,994			6.3.2.3(2)
Faktor redukcije	χ _{LT,mod}	0,933			Eq. (6.58)
Djelomični faktor	γ _{M1}	1,000			6,1
Proračunski moment otpornosti bočno-torzijskom izvijanju	M _{b,Rd}	13,33	kNm		Eq. (6.55)
Moment	M _{y,Ed}	5,28	kNm		
Uvjet nosivosti	η	0,40		≤ 1	(6.54)

$$M_{y,Ed} / M_{b,Rd} = 0.40 \leq 1 \quad (6.54)$$

6.10.2. Proračun GSU bočnih stupova fasade



Slika 91: Dijagrami relativnih pomaka bočnih stupova koji nose fasadu za kombinaciju CO937.

Opterećenje	Kombinacija	Element Br.	Presjek x [m]	Uporabljivost	
CO937	LC1 + LC2 + LC8 + 0.7*LC30 + 0.5*LC31	119	0,500	0,20 ≤ 1	SE401) Uporabljivosti - Kombinacija 'Karakteristična' - z-smjer

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²
Debljina $t \leq 16$ mm			
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm			
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm			
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm			
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm			
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm			
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²

Debljina $t > 250 \text{ mm}$ i $t \leq 400 \text{ mm}$

Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm^2
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm^2

Karakteristike poprečnog presjeka - IPE 1200 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani		
Visina presjeka	h	120,0	mm
Širina presjeka	b	64,0	mm
Debljina hrpta	t_w	4,4	mm
Debljina pojasnice	t_f	6,3	mm
Radius	r	7,0	mm
Površina poprečnog presjeka	A	13,20	cm^2
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	8,57	cm^2
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	6,30	cm^2
Moment inercije oko y-y	I_y	318,00	cm^4
Moment inercije oko z-z	I_z	27,70	cm^4
Torzijaska konstanta	I_t	1,74	cm^4
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	49,0	mm
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	14,5	mm
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	53,00	cm^3
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	8,65	cm^3
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	60,80	cm^3
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	13,58	cm^3
Savojna konstanta presjeka	I_w	890,00	cm^6
Statički moment	Q_y	30,40	cm^3
Statički moment	Q_z	3,23	cm^3
Krivulja izvijanja	BC_y	a	
Krivulja izvijanja	BC_z	b	

 $\geq \eta h_w t_w$ **Pomaci**

Smjer x	w_x	-0,3	mm
Smjer y	w_y	0,1	mm
Smjer z	w_z	10,9	mm

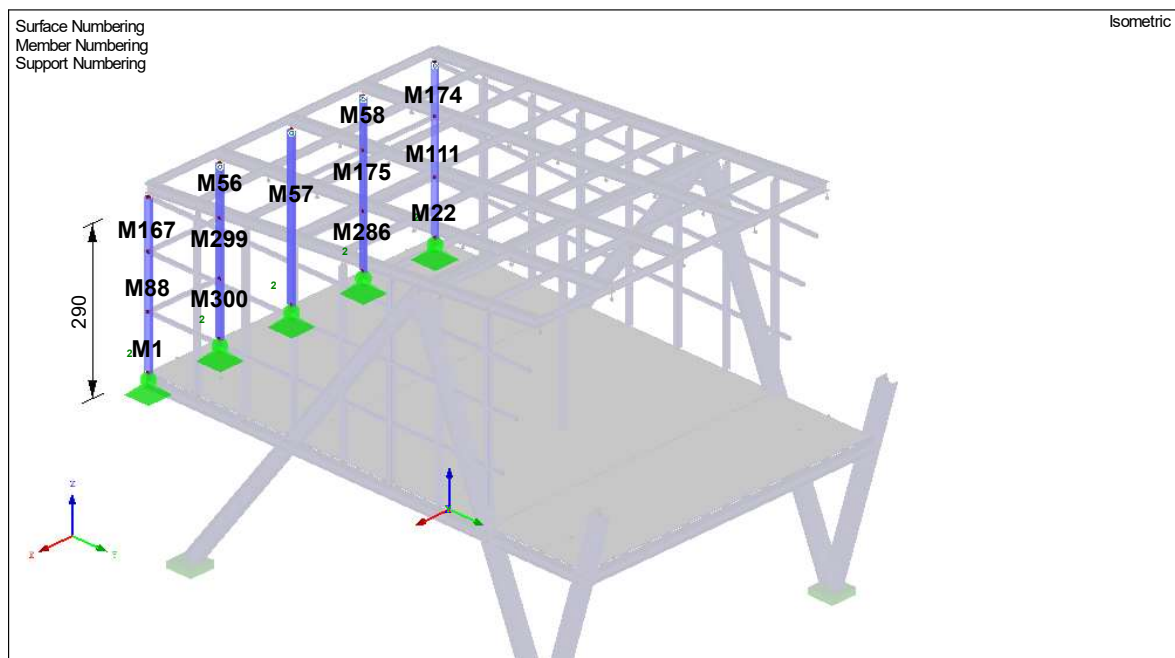
Proračun uporabljivosti

Pomak	$w_{\max,z}$	0,7	mm
Referentna duljina	l	1,000	m
Kriterij granične vrijednosti	$l / w_{\text{limit},z}$	300,00	
Granična vrijednost pomaka	$w_{\text{limit},z}$	3,3	mm
Uporabljivost	η	0,20	≤ 1

Uvjet uporabljivosti

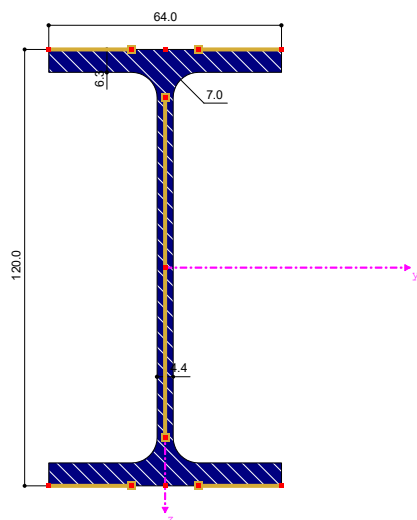
$$w_{\max,z} / w_{\text{limit},z} = 0.20 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

6.11. Dimenzioniranje stupova fasade – straga



Slika 92: Izometrija stražnjih stupova koji nose fasadu s brojčanim oznakama.

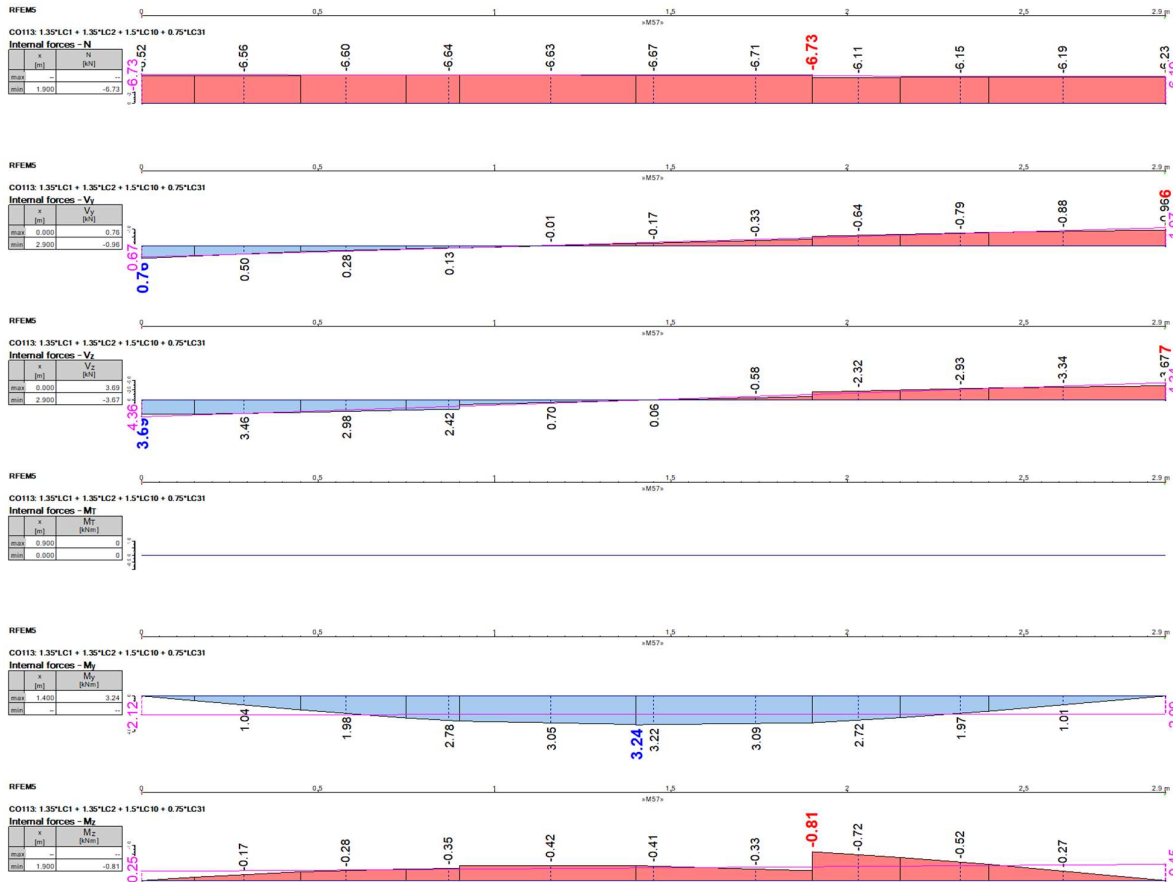
IPE 120



[mm]

Slika 93: Odabrani poprečni presjek stražnjih stupova koji nose fasadu IPE 120.

6.11.1. Proračun GSN stražnjih stupova fasade



Slika 94: Dijagrami unutarnjih sila stražnjih stupova koji nose fasadu za kombinaciju CO113.

Nosač Presjek

Br. x [m] Opterećenje Uvjet

57 1,900 CO113 0,76 ≤ 1 ST331) Analiza stabilnosti - Savijanje i kompresija prema 6.3.3, metoda 2

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina t ≤ 16 mm				
Granica popuštanja	f _y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²	3.2.1

Debljina $t > 16 \text{ mm}$ i $t \leq 40 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm^2		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm^2		3.2.1
Debljina $t > 40 \text{ mm}$ i $t \leq 100 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm^2		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm^2		3.2.1
Debljina $t > 100 \text{ mm}$ i $t \leq 150 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm^2		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm^2		3.2.1
Debljina $t > 150 \text{ mm}$ i $t \leq 200 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm^2		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm^2		3.2.1
Debljina $t > 200 \text{ mm}$ i $t \leq 250 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm^2		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm^2		3.2.1
Debljina $t > 250 \text{ mm}$ i $t \leq 400 \text{ mm}$					
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm^2		3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm^2		3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - IPE 120 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	120,0	mm	
Širina presjeka	b	64,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	4,4	mm	
Debljina pojasnice	t_f	6,3	mm	
Radijus	r	7,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	13,20	cm^2	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	8,57	cm^2	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	6,30	cm^2	$\geq \eta h_{tw}$ 6.2.6(3)a)
Moment inercije oko y-y	I_y	318,00	cm^4	
Moment inercije oko z-z	I_z	27,70	cm^4	
Tozijska konstanta	I_t	1,74	cm^4	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	49,0	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	14,5	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	53,00	cm^3	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	8,65	cm^3	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	60,80	cm^3	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	13,58	cm^3	
Savojna konstanta presjeka	I_w	890,00	cm^6	
Statički moment	Q_y	30,40	cm^3	

Statički moment	Q_z	3,23	cm^3	
Krivulja izvijanja	BC_y	a		Tab. 6.2
Krivulja izvijanja	BC_z	b		Tab. 6.2

Proračunske unutarnje sile

Normalna sila	N_{Ed}	-6,73	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	-0,41	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	-0,94	kN
Torzijski moment	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment	$M_{y,Ed}$	3,02	kNm
Moment	$M_{z,Ed}$	-0,28	kNm

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 1

Pojasnica

	c_f	22,8	mm	Tab. 5.2
	t_f	6,3	mm	Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_f	1,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{f,1}$	9,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{f,2}$	10,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{f,3}$	14,000		Tab. 5.2
c/t	c/t_f	3,619	$\leq \lambda_{f,1}$	
Klasa	Klasa _f	1		Tab. 5.2

Hrbat

Naprezanje na vrhu hrpta	$\sigma_{w,A}$	3,93	kN/cm^2	< 0	Vlak
Naprezanje na dnu hrpta	$\sigma_{w,B}$	-4,95	kN/cm^2	< 0	Tlak
	c_w	93,4	mm		Tab. 5.2
	t_w	4,4	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	$f_{yd,w}$	23,50	kN/cm^2		3.2.1
Proračunska normalna sila	N_{Ed}	-6,73	kN	< 0	Tlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α_w	0,609			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,1}$	23,50	kN/cm^2		
Naprezanje vezano za f_{yd}	$\sigma_{f-yd,2}$	-18,66	kN/cm^2		
Razmjer naprezanja	ψ_w	-0,794			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε_w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	$\lambda_{w,1}$	57,300			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	$\lambda_{w,2}$	65,981			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	$\lambda_{w,3}$	102,944			Tab. 5.2
c/t	c/t_w	21,227		$\leq \lambda_{w,1}$	
Klasa	Class _w	1			Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	Class	1			

Proračun nosivosti

Elastično kritično opterećenje za torzijsko izvijanje	$N_{cr,T}$	620,37	kN		
Vitkost	λ_{-T}	0,707		> 0.2	6.3.1.2(4)
Krivulja izvijanja	BC_z	b			Tab. 6.2
Faktor imperfekcije	α_z	0,340			Tab. 6.1
Pomoćni faktor	ϑ_T	0,836			6.3.1.2(1)
Faktor redukcije	χ_T	0,780			Eq. (6.49)
Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²		
Moment inercije	I_y	318,00	cm ⁴		
Efektivna duljina elementa	$L_{cr,y}$	2,900	m		
Elastična sila savijanja	$N_{cr,y}$	783,70	kN		
Površina poprečnog presjeka	A	13,20	cm ²		
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Vitkost	λ_{-y}	0,629		> 0.2	6.3.1.2(4)
Krivulja izvijanja	BC_y	a			Tab. 6.2
Faktor imperfekcije	α_y	0,210			Tab. 6.1
Pomoćni faktor	ϑ_y	0,743			6.3.1.2(1)
Faktor redukcije	χ_y	0,879			Eq. (6.49)
Modul elastičnosti	I_z	27,70	cm ⁴		
Moment inercije	$L_{cr,z}$	2,900	m		
Elastična sila savijanja	$N_{cr,z}$	68,27	kN		
Vitkost	λ_{-z}	2,132		> 0.2	6.3.1.2(4)
Krivulja izvijanja	BC_z	b			Tab. 6.2
Faktor imperfekcije	α_z	0,340			Tab. 6.1
Pomoćni faktor	ϑ_z	3,100			6.3.1.2(1)
Faktor redukcije	χ_z	0,187			Eq. (6.49)
Visina poprečnog presjeka	h	120,0	mm		
Širina poprečnog presjeka	b	64,0	mm		
Kriterij	h/b	1,87		≤ 2	Tab. 6.5
Krivulja izvijanja	BC_{LT}	b			Tab. 6.5
Faktor imperfekcije	α_{LT}	0,340			Tab. 6.3
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²		
Faktor duljine	k_z	1,000			
Faktor duljine	k_w	1,000			
Duljina	L	2,900	m		
Savojna konstanta presjeka	I_w	890,00	cm ⁶		
Torzijska konstanta	I_t	1,74	cm ⁴		
Elastični kritični moment za bočno-torzijsko izvijanje	M_{cr}	9,86	kNm		
Moment otpora oko y-y osi	W_y	60,80	cm ³		
Vitkost	λ_{-LT}	1,204			6.3.2.2(1)
Parametar	$\lambda_{-LT,0}$	0,400			6.3.2.3(1)
Parametar	β	0,750			6.3.2.3(1)

Pomoćni faktor	ϑ_{LT}	1,180		6.3.2.3(1)
Faktor redukcije	χ_{LT}	0,577		Eq. (6.57)
Korekcijski faktor	k_c	0,940		6.3.2.3(2)
Faktor modifikacije	f	0,980		6.3.2.3(2)
Koeficijent redukcije	$\chi_{LT,mod}$	0,589		Eq. (6.58)
Ponašanje oko y-osi				Table B.3
	Diagr M_y	Max u rasponu		Tab. B.3
Faktor momenta	ψ_y	0,995		Tab. B.3
Moment	$M_{h,y}$	0,00	kNm	Tab. B.3
Moment	$M_{s,y}$	3,19	kNm	Tab. B.3
$M_{s,y} / M_{h,y}$	$\alpha_{s,y}$	0,000		Tab. B.3
Momentni faktor	C_{my}	0,900		Tab. B.3
Ponašanje oko z-osi				Table B.3
	Diagr M_z	Max u rasponu		Tab. B.3
Faktor momenta	ψ_z	0,779		Tab. B.3
Momentni faktor	C_{mz}	0,900		Tab. B.3
	Diagr $M_{y,LT}$	Max na kraju		Tab. B.3
Faktor momenta	$\psi_{y,LT}$	0,995		Tab. B.3
Moment	$M_{h,y,LT}$	0,00	kNm	Tab. B.3
Moment	$M_{s,y,LT}$	3,19	kNm	Tab. B.3
$M_{s,y,LT} / M_{h,y,LT}$	$\alpha_{s,y,LT}$	0,000		Tab. B.3
	Opterećenje z	Jednoliko opterećenje		Tab. B.3
Faktor momenta	C_{mLT}	0,900		Tab. B.3
Faktor interakcije	k_{yy}	0,910		Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{yz}	0,628		Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{zy}	0,982		Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{zz}	1,046		Tab. B.2
Proračunska normalna sila (Tlak)	N_{Ed}	6,73	kN	
Površina poprečnog presjeka	A_i	13,20	cm ²	Tab. 6.7
Nosivost na tlak	N_{Rk}	310,20	kN	Tab. 6.7
Parcijalni faktor	γ_{M1}	1,000		6,1
	η_{Ny}	0,02	≤ 1	(6.61)
	η_{Nz}	0,12	≤ 1	(6.62)
Moment	$M_{y,Ed}$	3,24	kNm	
Moment otpora	W_y	60,80	cm ³	
Moment nosivosti	$M_{y,Rk}$	14,29	kNm	Tab. 6.7
	η_{My}	0,38		Eq. (6.61)
Moment	$M_{z,Ed}$	0,81	kNm	

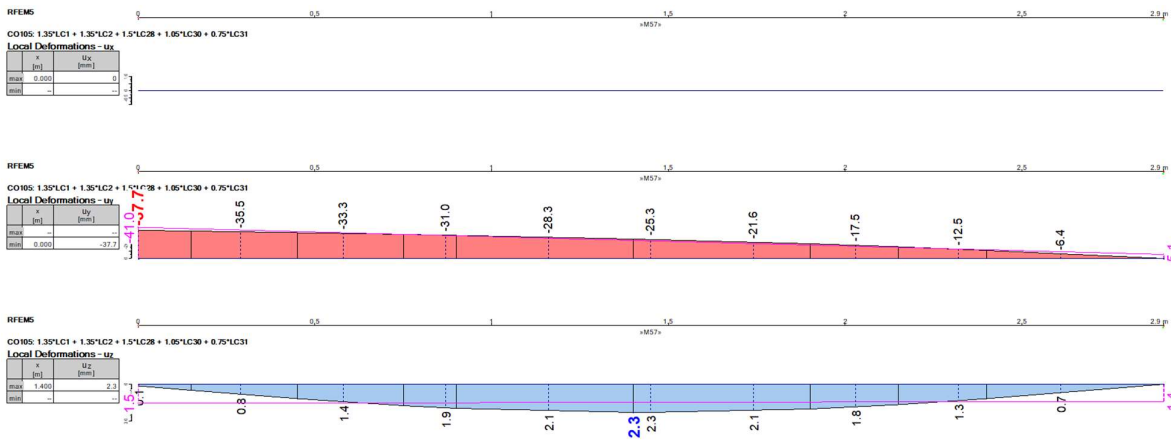
Moment otpora	W_z	13,58	cm^3	
Moment nosivosti	$M_{z,Rk}$	3,19	kNm	Tab. 6.7
	η_{Mz}	0,25		Eq. (6.61)
Nosivost 1	η_1	0,53	≤ 1	(6.61)
Nosivost 2	η_2	0,76	≤ 1	(6.62)

Provjera nosivosti

$$N_{Ed} / (\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 0.53 \leq 1 \quad (6.61)$$

$$N_{Ed} / (\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 0.76 \leq 1 \quad (6.62)$$

6.11.2. Proračun GSU stražnjih stupova fasade



Slika 95: Dijagrami relativnih pomaka bočnih stupova koji nose fasadu za kombinaciju CO937.

Opterećenje	Kombinacija	Element Br.	Presjek x [m]	Uporabljivost	
CO885	LC1 + LC2 + LC8	57	1,400	0,73 ≤ 1	SE401) Uporabljivosti - Kombinacija 'Karakteristična' - z-smjer

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm^2
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm^2
Debljina $t \leq 16 \text{ mm}$			
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm^2
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm^2
Debljina $t > 16 \text{ mm}$ i $t \leq 40 \text{ mm}$			
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm^2
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm^2
Debljina $t > 40 \text{ mm}$ i $t \leq 100 \text{ mm}$			
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm^2
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm^2

Debljina $t > 100 \text{ mm}$ i $t \leq 150 \text{ mm}$

Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm^2
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm^2

Debljina $t > 150 \text{ mm}$ i $t \leq 200 \text{ mm}$

Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm^2
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm^2

Debljina $t > 200 \text{ mm}$ i $t \leq 250 \text{ mm}$

Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm^2
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm^2

Debljina $t > 250 \text{ mm}$ i $t \leq 400 \text{ mm}$

Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm^2
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm^2

Karakteristike poprečnog presjeka - IPE 120 | Euronorm 19-57

Tip poprečnog presjeka	I-valjani		
Visina presjeka	h	120,0	mm
Širina presjeka	b	64,0	mm
Debljina hrpta	t_w	4,4	mm
Debljina pojasnice	t_f	6,3	mm
Radijus	r	7,0	mm
Površina poprečnog presjeka	A	13,20	cm^2
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	8,57	cm^2
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	6,30	cm^2
Moment inercije oko y-y	I_y	318,00	cm^4
Moment inercije oko z-z	I_z	27,70	cm^4
Torzijska konstanta	I_t	1,74	cm^4
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	49,0	mm
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	14,5	mm
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	53,00	cm^3
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	8,65	cm^3
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	60,80	cm^3
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	13,58	cm^3
Savojna konstanta presjeka	I_w	890,00	cm^6
Statički moment	Q_y	30,40	cm^3
Statički moment	Q_z	3,23	cm^3
Krivulja izvijanja	BC_y	a	
Krivulja izvijanja	BC_z	b	

 $\geq \eta h_w t_w$ **Pomaci**

Smjer x	w_x	0,0	mm
Smjer y	w_y	-13,4	mm
Smjer z	w_z	-2,0	mm

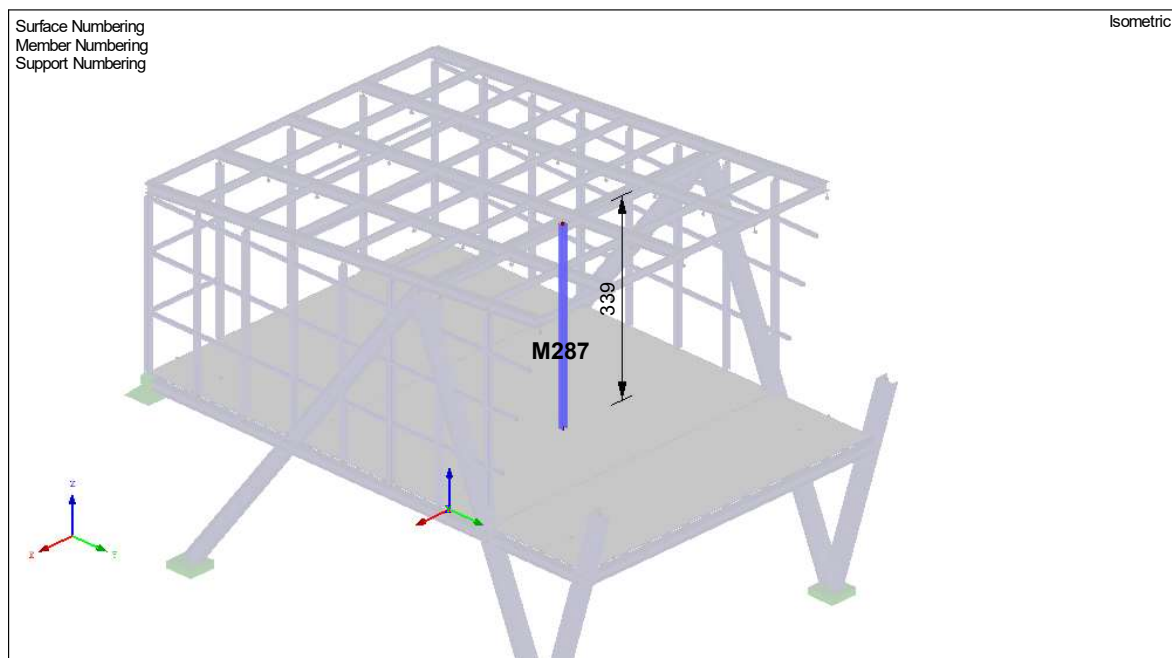
Proračun uporabljivosti

Pomak	$w_{max,z}$	-7,0	mm
Referentna duljina	l	2,900	m
Kriterij granične vrijednosti	$l / w_{limit,z}$	300,00	
Granična vrijednost pomaka	$w_{limit,z}$	9,7	mm
Uporabljivost	η	0,73	≤ 1

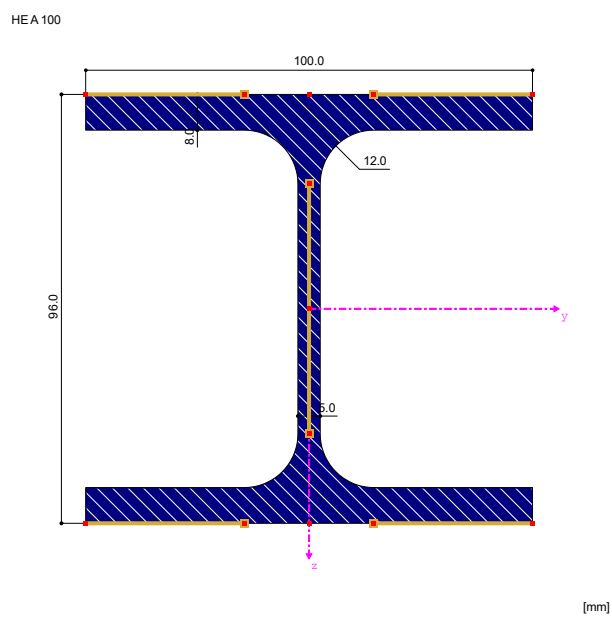
Uvjet uporabljivosti

$$w_{max,z} / w_{limit,z} = 0.73 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

6.12. Dimenzioniranje stupa pročelja

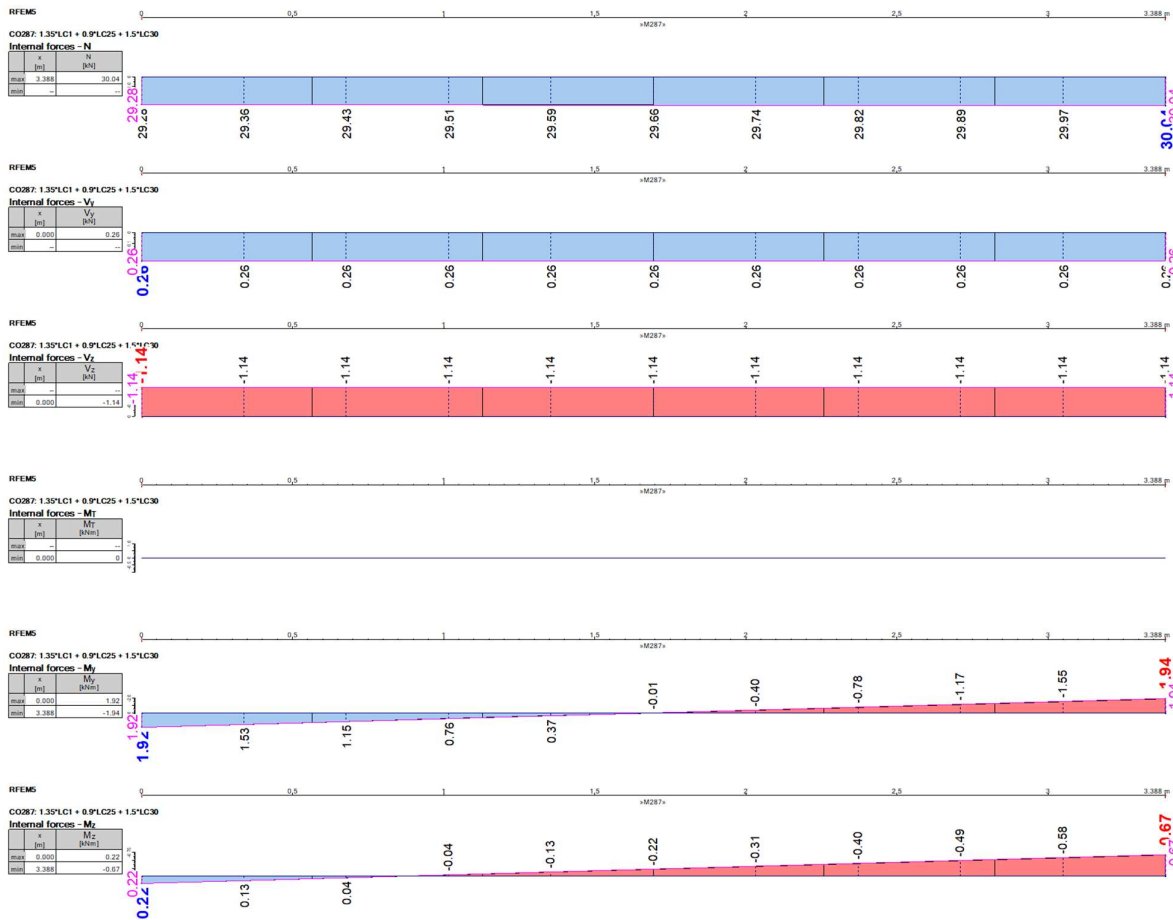


Slika 96: Izometrija stupa pročelja s brojčanom oznakom.



Slika 97: Odabrani poprečni presjek stupova pročelja HE A 100.

6.12.1. Proračun GSN stupova pročelja



Slika 98: Dijagrami unutarnjih sila stupova pročelja za kombinaciju CO287.

Nosač	Presjek				
Br.	x [m]	Opterećenje	Uvjet		
287	0,000	CO78	0,33 ≤ 1	ST363) Analiza stabilnosti – Dvoosno savijanje prema 6.3.3, metoda 2	

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²	
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²	
Debljina t ≤ 16 mm				
Granica popuštanja	f _y	23,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f _u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina t > 16 mm i t ≤ 40 mm				
Granica popuštanja	f _y	22,50	kN/cm ²	3.2.1

Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 40$ mm i $t \leq 100$ mm				
Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 100$ mm i $t \leq 150$ mm				
Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 150$ mm i $t \leq 200$ mm				
Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 200$ mm i $t \leq 250$ mm				
Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm ²	3.2.1
Debljina $t > 250$ mm i $t \leq 400$ mm				
Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm ²	3.2.1
Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm ²	3.2.1

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 10 | Euronorm 53-62

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	96,0	mm	
Širina presjeka	b	100,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	5,0	mm	
Debljina pojasnice	t_f	8,0	mm	
Radius	r	12,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	21,20	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	16,85	cm ²	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	7,52	cm ²	$\geq \eta h_w t_w$ 6.2.6(3)a)
Moment inercije oko y-y	I_y	349,00	cm ⁴	
Moment inercije oko z-z	I_z	134,00	cm ⁴	
Tozijska konstanta	I_t	5,26	cm ⁴	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	40,6	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	25,1	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	72,80	cm ³	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	26,80	cm ³	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	83,00	cm ³	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	41,14	cm ³	
Savojna konstanta presjeka	I_w	2581,00	cm ⁶	
Statički moment	Q_y	41,50	cm ³	
Statički moment	Q_z	10,00	cm ³	
Krivulja izvijanja	BC_y	b		Tab. 6.2

Krivulja izvijanja	BC _z	c		Tab. 6.2
Proračunske unutarnje sile				
Normalna sila	N _{Ed}	46,55	kN	
Posmična sila	V _{y,Ed}	0,45	kN	
Posmična sila	V _{z,Ed}	-3,11	kN	
Torzijski moment	T _{Ed}	0,00	kNm	
Moment	M _{y,Ed}	5,22	kNm	
Moment	M _{z,Ed}	0,40	kNm	

Klasifikacija poprečnog presjeka - Klasa 1

Pojasnica

	C _f	35,5	mm	Tab. 5.2
	t _f	8,0	mm	Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε _f	1,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	λ _{f,1}	9,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	λ _{f,2}	10,000		Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	λ _{f,3}	14,000		Tab. 5.2
c/t	c/t _f	4,437	≤ λ _{f,1}	
Klasa	Klasa _f	1		Tab. 5.2

Hrbat

Naprezanje na vrhu hrpta	σ _{w,A}	6,39	kN/cm ²	< 0	Vlak
Naprezanje na dnu hrpta	σ _{w,B}	-2,00	kN/cm ²	< 0	Tlak
	c _w	56,0	mm		Tab. 5.2
	t _w	5,0	mm		Tab. 5.2
Granica popuštanja	f _{yd,w}	23,50	kN/cm ²		3.2.1
Proračunska normalna sila	N _{Ed}	46,55	kN	< 0	Tlak
Razmjer tlačnog naprezanja	α _w	1,000			Tab. 5.2
Naprezanje vezano za f _{yd}	σ _{f-yd,1}	23,50	kN/cm ²		
Naprezanje vezano za f _{yd}	σ _{f-yd,2}	-75,20	kN/cm ²		
Razmjer naprezanja	ψ _w	-3,200			Tab. 5.2
Koeficijent materijala	ε _w	1,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 1	λ _{w,1}	33,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 2	λ _{w,2}	38,000			Tab. 5.2
c/t-granica za klasu 3	λ _{w,3}	465,855			Tab. 5.2
c/t	c/t _w	11,200		≤ λ _{w,1}	
Klasa	Class _w	1			Tab. 5.2
Klasa poprečnog presjeka	Class	1			

Proračun nosivosti

Visina poprečnog presjeka	h	96,0	mm		
Širina poprečnog presjeka	b	100,0	mm		
Kriterij	h/b	0,96		≤ 2	Tab. 6.5
Krivulja izvijanja	BC_{LT}	b			Tab. 6.5
Faktor imperfekcije	α_{LT}	0,340			Tab. 6.3
Modul posmika	G	21000,00	kN/cm ²		
Faktor duljine	k_z	8076,92			
Faktor duljine	k_w	1,000			
Duljina	L	1,000	m		
Savojna konstanta presjeka	I_w	3,388	cm ⁶		
Torzijska konstanta	I_t	2581,00	cm ⁴		
Elastični kritični moment za bočno-torzijsko izvijanje	M_{cr}	5,26	kNm		
Moment otpora oko y-y osi	W_y	90,15	cm ³		
Vitkost	λ_{LT}	83,00			6.3.2.2(1)
Parametar	$\lambda_{LT,0}$	0,465			6.3.2.3(1)
Parametar	β	0,400			6.3.2.3(1)
Pomoćni faktor	ϑ_{LT}	0,750			6.3.2.3(1)
Faktor redukcije	χ_{LT}	0,592			Eq. (6.57)
Korekcijski faktor	k_c	0,974			6.3.2.3(2)
Faktor modifikacije	f	0,604			6.3.2.3(2)
Koeficijent redukcije	$\chi_{LT,mod}$	0,847			Eq. (6.58)
Ponašanje oko y-osi					Table B.3
	Diagr M_y	Linearan			Tab. B.3
		-0,984			
Faktor momenta	ψ_y				Tab. B.3
Momentni faktor	C_{my}	0,400			Tab. B.3
Ponašanje oko z-osi					Table B.3
	Diagr M_z	Linearan			Tab. B.3
		-0,358			
Faktor momenta	ψ_z				Tab. B.3
Momentni faktor	C_{mz}	0,457			Tab. B.3
	Diagr $M_{y,LT}$	Linearan			Tab. B.3
Faktor momenta	$\psi_{y,LT}$	-0,984			Tab. B.3
Faktor momenta	C_{mLT}	0,400			Tab. B.3
Faktor interakcije	k_{yy}	0,400			Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{yz}	0,274			Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{zy}	1,000			Tab. B.2
Faktor interakcije	k_{zz}	0,457			Tab. B.2
Moment	$M_{y,Ed}$	5,31	kNm		
Moment otpora	W_y	83,00	cm ³		
Moment nosivosti	$M_{y,Rk}$	19,51	kNm		Tab. 6.7

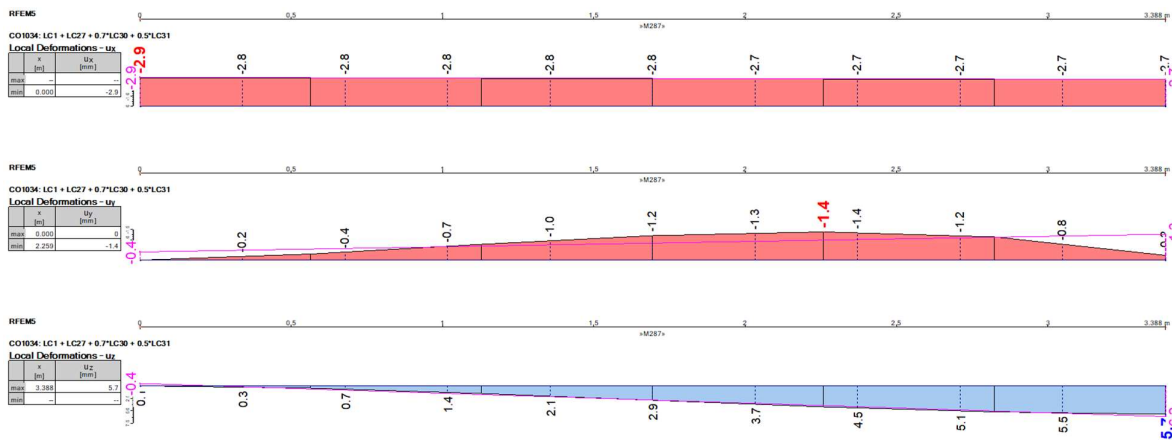
	η_{My}	1,000		Eq. (6.61)
Moment	$M_{z,Ed}$	0,27	kNm	
Moment otpora	W_z	1,12	cm ³	
Moment nosivosti	$M_{z,Rk}$	41,14	kNm	Tab. 6.7
	η_{Mz}	9,67		Eq. (6.61)
Nosivost 1	η_1	0,12	≤ 1	(6.61)
Nosivost 2	η_2	0,14	≤ 1	(6.62)

Provjera nosivosti

$$N_{Ed} / (\chi_Y N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 0.14 \leq 1 \quad (6.61)$$

$$N_{Ed} / (\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 0.33 \leq 1 \quad (6.62)$$

6.12.2. Proračun GSU stupova pročelja



Slika 99: Dijagrami relativnih pomaka stupa pročelja za kombinaciju CO1034.

Opterećenje	Kombinacija	Element Br.	Presjek x [m]	Uporabljivost	
CO1034	LC1 + LC27 +	287	2,259	0,11	≤ 1
	0.7*LC30 +				
	0.5*LC31				SE401) Uporabljivosti - Kombinacija 'Karakteristična' - z-smjer

Karakteristike materijala - Čelik S 235 | EN 10025-2:2004-11

Modul elastičnosti	E	21000,00	kN/cm ²
Modul posmika	G	8076,92	kN/cm ²
Debljina $t \leq 16$ mm			
Granica popuštanja	f_y	23,50	kN/cm ²
Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm ²
Debljina $t > 16$ mm i $t \leq 40$ mm			
Granica popuštanja	f_y	22,50	kN/cm ²

	Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm^2
Debljina $t > 40 \text{ mm}$ i $t \leq 100 \text{ mm}$	Granica popuštanja	f_y	21,50	kN/cm^2
	Vlačna čvrstoća	f_u	36,00	kN/cm^2
Debljina $t > 100 \text{ mm}$ i $t \leq 150 \text{ mm}$	Granica popuštanja	f_y	19,50	kN/cm^2
	Vlačna čvrstoća	f_u	35,00	kN/cm^2
Debljina $t > 150 \text{ mm}$ i $t \leq 200 \text{ mm}$	Granica popuštanja	f_y	18,50	kN/cm^2
	Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm^2
Debljina $t > 200 \text{ mm}$ i $t \leq 250 \text{ mm}$	Granica popuštanja	f_y	17,50	kN/cm^2
	Vlačna čvrstoća	f_u	34,00	kN/cm^2
Debljina $t > 250 \text{ mm}$ i $t \leq 400 \text{ mm}$	Granica popuštanja	f_y	16,50	kN/cm^2
	Vlačna čvrstoća	f_u	33,00	kN/cm^2

Karakteristike poprečnog presjeka - HE A 100 | Euronorm 53-62

Tip poprečnog presjeka	I-valjani			
Visina presjeka	h	96,0	mm	
Širina presjeka	b	100,0	mm	
Debljina hrpta	t_w	5,0	mm	
Debljina pojasnice	t_f	8,0	mm	
Radijus	r	12,0	mm	
Površina poprečnog presjeka	A	21,20	cm^2	
Efektivna posmična površina	$A_{v,y}$	16,85	cm^2	
Efektivna posmična površina	$A_{v,z}$	7,52	cm^2	$\geq \eta h_w t_w$
Moment inercije oko y-y	I_y	349,00	cm^4	
Moment inercije oko z-z	I_z	134,00	cm^4	
Torzijska konstanta	I_t	5,26	cm^4	
Polumjer tromosti za y-y os	i_y	40,6	mm	
Polumjer tromosti za z-z os	i_z	25,1	mm	
Elastični moment otpora oko y-y osi	$W_{el,y}$	72,80	cm^3	
Elastični moment otpora oko z-z osi	$W_{el,z}$	26,80	cm^3	
Plastični moment otpora oko y-y osi	$W_{pl,y}$	83,00	cm^3	
Plastični moment otpora oko z-z osi	$W_{pl,z}$	41,14	cm^3	
Savojna konstanta presjeka	I_w	2581,00	cm^6	
Statički moment	Q_y	41,50	cm^3	
Statički moment	Q_z	10,00	cm^3	
Krivulja izvijanja	BC_y	b		
Krivulja izvijanja	BC_z	c		

Pomaci

Smjer x	w_x	-2,7	mm
Smjer y	w_y	-1,4	mm
Smjer z	w_z	4,3	mm

Proračun uporabljivosti

Pomak	$w_{max,z}$	-1,3	mm
Referentna duljina	l	3,388	m
Kriterij granične vrijednosti	$l / w_{limit,z}$	300,00	
Granična vrijednost pomaka	$w_{limit,z}$	11,3	mm
Uporabljivost	η	0,11	≤ 1

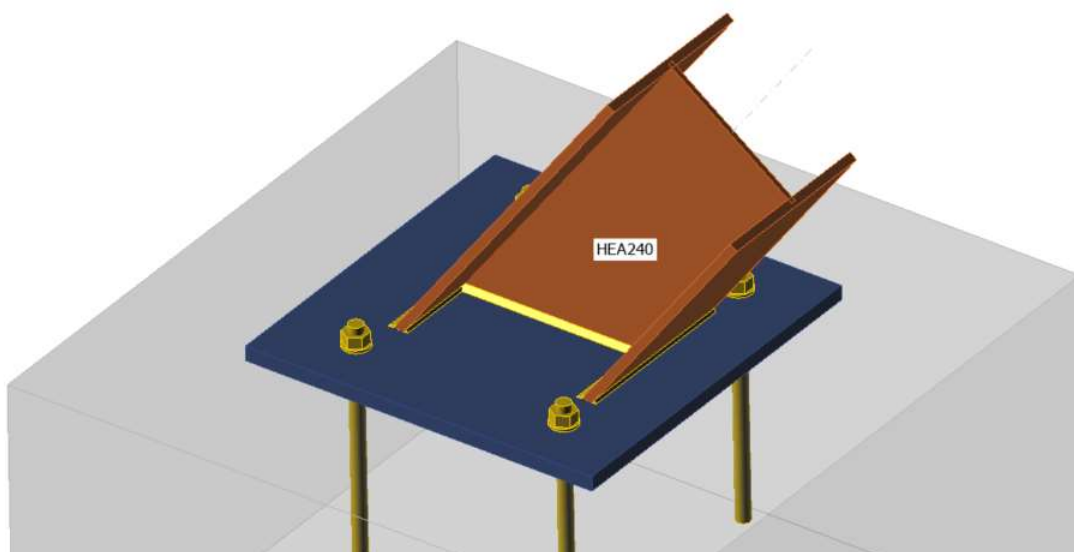
Uvjet uporabljivosti

$$w_{max,y} / w_{limit,y} = 0.11 \leq 1 \quad \text{EN 1990 (6.13)}$$

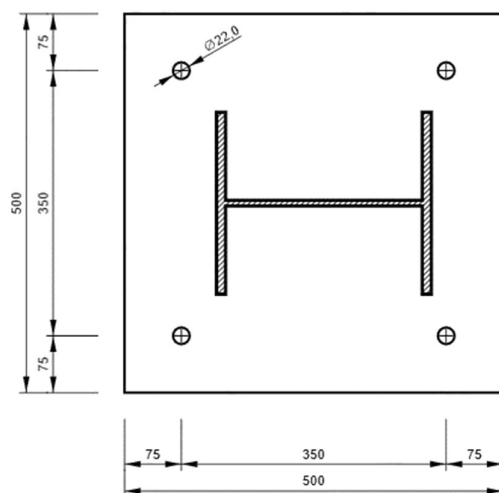
7. PRORAČUN SPOJEVA I PRIKLJUČAKA

Proračun spojeva proveden je u skladu s važećim normama EN1992-4 [13], EN1993-1-8 [14], EN1993-1-5 [15] poštujući minimalne međusobne razmake između vijaka i udaljenosti vijaka od rub te norme za zavarene spojeve.

7.1. Priključak G10 (N-nosača) na temelje



Slika 100: Prikaz spoja stupova HEA240 na temeljnu ploču [16]



Slika 101: Tlocrtni prikaz priključka N-stupa na temeljnu ploču 20x500-500 (S235).

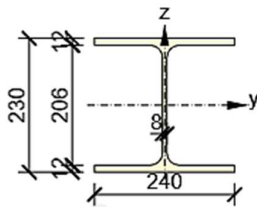
Sažetak provjere

Ploče	0,0 < 5%
Ankeri	63,7 < 100%
Zavari	59,6 < 100%
Temeljna stopa	13,8 < 100%

7.1.1. Materijali

HEA240

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



ANKER VIJCI

M20 8.8

20 mm

$f_u = 800$ MPa

314 mm²

OPTEREĆENJE

$N = 176,40$ kN

$V_y = -8,10$ kN

$V_z = -2,00$ kN

$M_y = -2,50$ kNm

$M_z = -9,30$ kNm

TEMELJ

Dimenzije	900 x 900	mm
Dubina	500	mm
Anker	M20 8.8	
Dubina sidrenja	300	mm
Prijenos posmične sile	ankerima	
Podložni cementni mort	30	mm

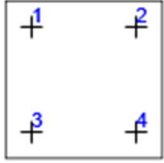
7.1.2. Provjera ploča

Tablica 36: Provjera ploča na spoju stupova na temelj – istok.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pI} [%]	Status
HEA240 2-donja pojasnica 1	12,0	83,2	0,0	OK
HEA240 2-gornja pojasnica 1	12,0	76,8	0,0	OK
HEA240 2-hrbat1	7,5	35,9	0,0	OK
Podložna ploča	20,0	68,1	0,0	OK

7.1.3. Provjera vijaka

Tablica 37: Sažetak provjere vijaka koji spajaju temeljnu ploču sa stupom na istočnoj strani.

	Naziv	Vrsta	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{tt} [%]	U_{ts} [%]
	A1	M20 8.8 - 1	0,0	31,2	0	63,7
	A2	M20 8.8 - 2	0,0	30,6	0	62,4
	A3	M20 8.8 - 3	0,4	22,2	0,5	45,3
	A4	M20 8.8 - 4	3,1	21,3	4,1	43,5

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M20 8.8	75,0	363,9	49,0	288,0

7.1.3.1. Provjera vijaka na vlak

$$F_{t,Rd} = \frac{c \cdot k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$c = 0,85$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 245 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.1.3.2. Posmična provjera na proboj

$$B_{p.Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$d_m = 34$ mm - Srednja vrijednost poprečnih točaka i poprečnih dimenzija glave vijka ili matice, ovisno o tome koja je manja

$$t_p = 20 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.1.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 1,00$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_{t.Ed}}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd})}$$

7.1.4. Provjera zavara

Tablica 38: Sažetak provjere zavara na spoju stupa na temeljnu ploču istočno.

Stavka	Rub	Debljina [mm]	Duljina [mm]	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	σ_{\perp} [MPa]	$\tau_{ }$ [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	
Podložna ploča	HEA240 – donja pojasnica	▲5,0▲	240	148,4	-69,9	-51,0	-55,8	41,2	OK
		▲5,0▲	240	245,0	-40,9	58,7	126,5	68,0	OK
Podložna ploča	HEA240 – gornja pojasnica	▲5,0▲	240	132,1	-63,0	-43,8	-50,8	36,7	OK
		▲5,0▲	240	214,9	-37,0	45,9	113,3	59,7	OK
Podložna ploča	HEA240 – hrbat	▲5,0▲	272	34,3	-14,3	13,3	-12,1	9,5	OK
		▲5,0▲	272	30,9	-12,4	-8,9	13,7	8,6	OK

$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \geq \sigma_{w,Ed} = \left[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2) \right]^{0.5}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \geq |\sigma_{\perp}|$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,80$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\sigma_{w,Rd} = 360 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 259,2 \text{ MPa}$$

$$U_t = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} \cdot \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

7.1.5 Provjera tlačne otpornosti temelja

$$F_{jd} = \alpha_{cc} \cdot \beta_j \cdot k_j \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 33,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}} = 3,1 \text{ MPa}$$

$$N = 148,4 \text{ kN}$$

$$A_{eff} = 47776 \text{ mm}^2$$

$$\alpha_{cc} = 1,00$$

$$\beta_j = 0,67$$

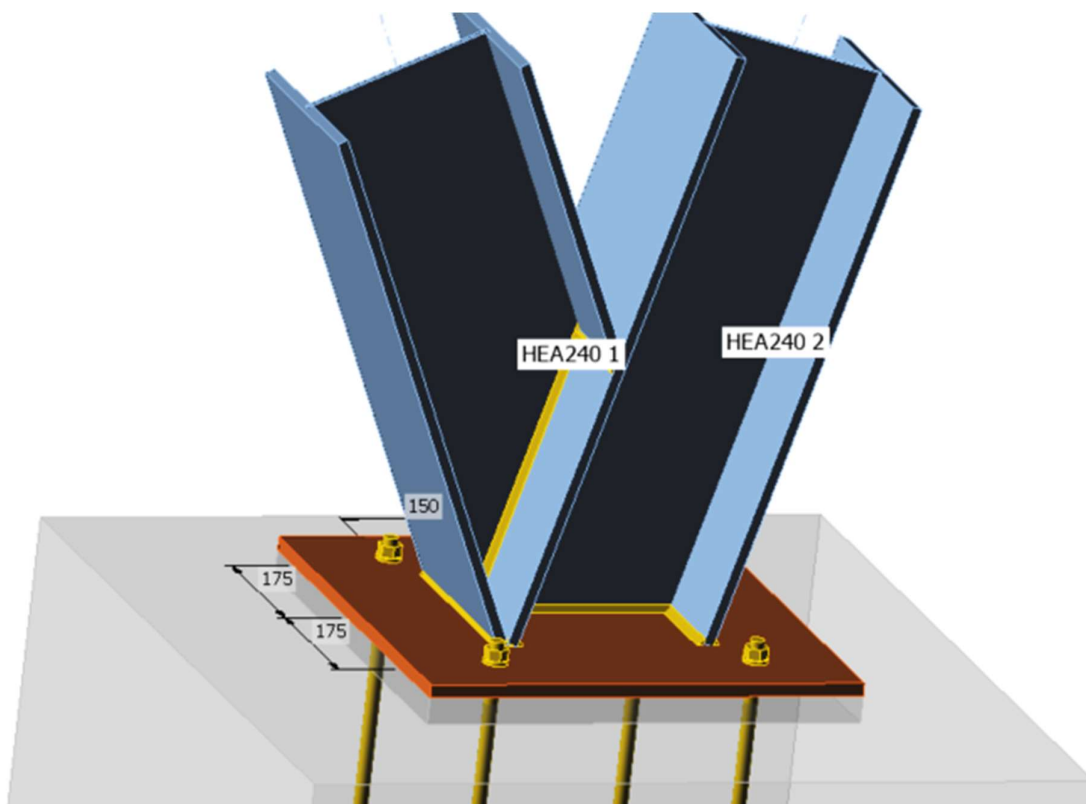
$$k_j = 3,00$$

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$$

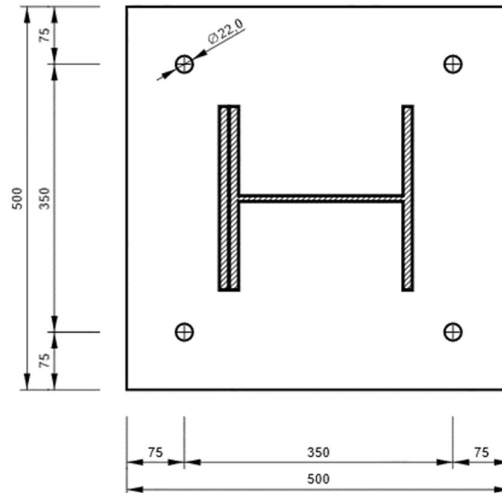
$$\gamma_c = 1,50$$

$$U_t = \frac{\sigma}{F_{jd}} = 9,3 \%$$

7.2. Priključak G11 I G12 (N-nosača) na temelje



Slika 102: Prikaz spoja stupova HEA240 na temeljnu ploču [16]



Slika 103: Tlocrtni prikaz priključka N-stupova na temeljnu ploču 20x500-500 (S235).

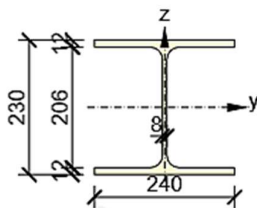
Sažetak provjere

Ploče	$0,0 < 5\%$
Ankeri	$28,7 < 100\%$
Zavari	$56,6 < 100\%$
Temeljna stopa	$10,8 < 100\%$

7.2.1. Materijali

HEA240

S235 $f_y = 235 \text{ MPa}$ $\epsilon_{lim} = 5 \%$



ANKER VIJCI

M20 8.8

20 mm

$f_u = 800 \text{ MPa}$

314 mm^2

OPTEREĆENJE

$$N = -158,35 \text{ kN}$$

$$V_y = -10,84 \text{ kN}$$

$$V_z = -2,49 \text{ kN}$$

$$M_y = -2,40 \text{ kNm}$$

$$M_z = -10,66 \text{ kNm}$$

TEMELJ

Dimenzije	900 x 900	mm
Dubina	500	mm
Anker	M20 8.8	
Dubina sidrenja	300	mm
Prijenos posmične sile	ankerima	
Podložni cementni mort	30	mm

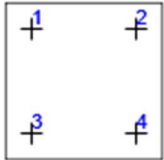
7.2.2. Provjera ploča

Tablica 39: Podaci potrebni za proračun ploča na spoju stupova na temelj – zapad.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]	Status
HEA240 2-donja pojasnica 1	12,0	79,8	0,0	OK
HEA240 2-gornja pojasnica 1	12,0	77,8	0,0	OK
HEA240 2-hrbat1	7,5	34,2	0,0	OK
HEA240 1- donja pojasnica 1	12,0	29,2	0,0	OK
HEA240 1- gornja pojasnica 1	12,0	8,0	0,0	OK
HEA240 1-hrbat 1	7,5	39,3	0,0	OK
Podložna ploča	20,0	52,9	0,0	OK

7.2.3. Provjera vijaka

Tablica 40: Sažetak provjere vijaka koji spajaju temeljnu ploču sa stupovima na zapadnoj strani.

	Name	Grade	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	U_{t_s} [%]
	A1	M20 8.8 - 1	1,5	9,2	2,0	17,7
	A2	M20 8.8 - 2	2,9	10,3	5,3	20,0
	A3	M20 8.8 - 3	0,0	13,4	0	27,3
	A4	M20 8.8 - 4	0,0	14,1	0,1	28,7

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M20 8.8	120,0	342,0	78,4	172,8

7.2.3.1. Provjera vijaka na vlak

$$F_{t,Rd} = \frac{c \cdot k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$c = 0,85$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 245 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.2.3.2. Provjera otpornosti na proboj glave vijka ili matice

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$d_m = 32 \text{ mm}$$

$$t_p = 20 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.2.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 1,00$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$t = 15 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_{t.Ed}}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd})}$$

7.2.4. Provjera zavara

Tablica 41: Sažetak provjere zavara na spoju stupova na temeljnu ploču zapadno.

Stavka	Rub	Debljina [mm]	Duljina [mm]	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	σ_{\perp} [MPa]	$\tau_{ }$ [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]
Podložna ploča	HEA240 2 -donja pojasnica	▲5,0▲	240	167,9	-79,3	54,9	-65,5	46,6
		▲5,0▲	240	203,6	-64,6	-61,2	93,2	56,6
Podložna ploča	HEA240 2 -gornja pojasnica	▲5,0▲	240	157,2	-76,4	47,1	-63,8	43,7
		▲5,0▲	240	181,8	-58,0	-50,7	85,6	50,5
Podložna ploča	HEA240 2 - hrbat	▲5,0▲	226	28,1	-11,0	6,4	-13,5	7,8
		▲5,0▲	226	32,5	-9,6	-14,8	10,1	9,0
HEA240 2 – gornja pojasnica	HEA240 1 - hrbat	▲5,0▲	334	17,1	1,0	-9,9	0,3	4,8
		▲5,0▲	334	16,5	-0,1	9,4	1,2	4,6
HEA240 2 – gornja pojasnica	HEA240 1 – gornja pojasnica	▲5,0▲	240	16,5	-11,5	-3,9	5,6	4,6
		▲5,0▲	240	8,8	0,9	-4,9	-1,1	2,4
Podložna ploča	HEA240 1 - donja pojasnica	▲5,0▲	240	55,9	-21,2	-25,9	-14,9	15,5
		▲5,0▲	240	96,1	-22,0	40,8	35,4	26,7
Podložna ploča	HEA240 1 - hrbat	▲5,0▲	7	20,2	7,8	7,6	7,7	5,6
		▲5,0▲	7	28,2	-0,7	-16,3	0,6	7,8

$$\sigma_{w.Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \geq \sigma_{w.Ed} = \left[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2) \right]^{0.5}$$

$$\sigma_{\perp.Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \geq |\sigma_{\perp}|$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,80$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\sigma_{w,Rd} = 360 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 259,2 \text{ MPa}$$

$$U_t = \max \left(\frac{\sigma_{w.Ed}}{\sigma_{w.Rd}} \cdot \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp.Rd}} \right)$$

7.2.5. Provjera tlačne otpornosti temelja

$$F_{jd} = \alpha_{cc} \cdot \beta_j \cdot k_j \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 33,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$N = 158,2 \text{ kN}$$

$$A_{eff} = 44588 \text{ mm}^2$$

$$\alpha_{cc} = 1,00$$

$$\beta_j = 0,67$$

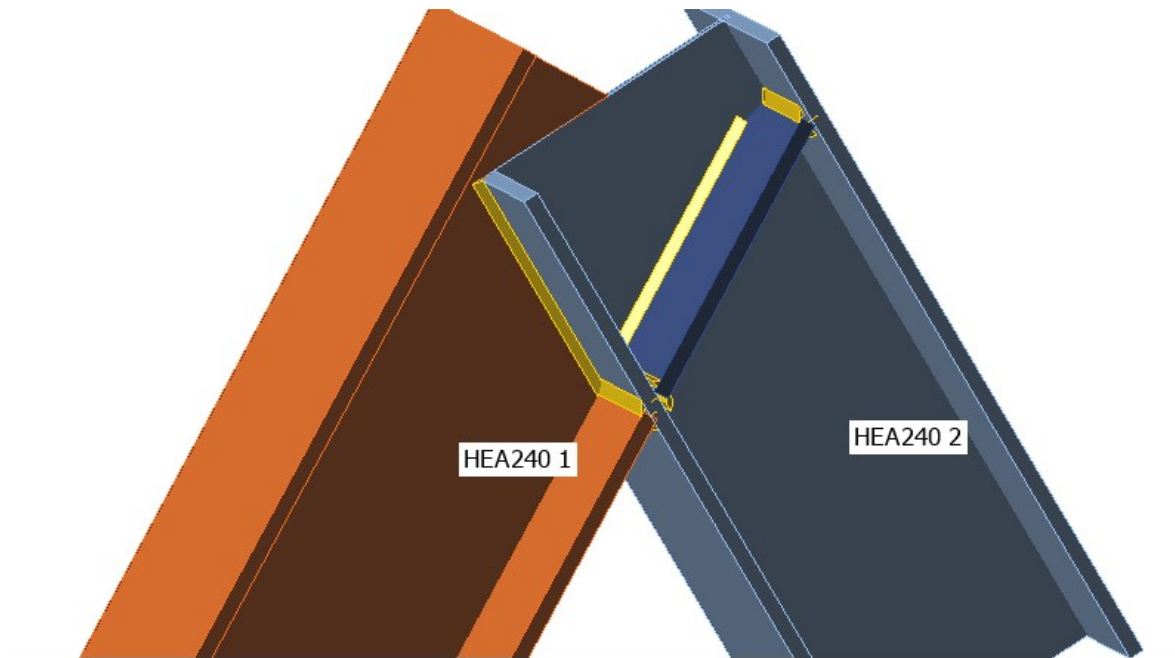
$$k_j = 3,00$$

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,50$$

$$U_t = \frac{\sigma}{F_{jd}} = 10,6 \%$$

7.3. Priključak G10 i G12 (N-nosača) u sljemenu



Slika 104: Prikaz zavarenog priključka N-nosača u sljemenu [16]

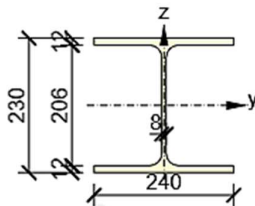
Sažetak provjere

Ploče	$0,1 < 5\%$
Zavari	$98,1 < 100\%$

7.3.1. Materijali

HEA240

S235 $f_y = 235 \text{ MPa}$ $\epsilon_{lim} = 5 \%$



OPTEREĆENJE

$$N = -41,3 \text{ kN}$$

$$V_y = 17,2 \text{ kN}$$

$$V_z = 1,9 \text{ kN}$$

$$M_y = -1,2 \text{ kNm}$$

$$M_z = 26,9 \text{ kNm}$$

7.3.2. Provjera ploča

Tablica 42: Provjera ploča na spoju N-nosača u sljemenu.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pi} [%]	Status
HEA240 2-donja pojasnica	12,0	222,9	0,0	OK
HEA240 2-gornja pojasnica	12,0	44,3	0,0	OK
HEA240 2-hrbat	7,5	235,3	0,1	OK
HEA240 1-donja pojasnica	12,0	235,8	0,4	OK
HEA240 1-gornja pojasnica	12,0	236,3	0,6	OK
HEA240 1-hrbat	7,5	156,6	0,0	OK
Ukruta 1a	12,0	235,1	0,0	OK
Ukruta 1b	12,0	235,1	0,0	OK

7.3.3. Provjera zavara

Tablica 43: Sažetak provjere zavara na spoju N-nosača u sljemenu.

Stavka	Rub	Debljina [mm]	Duljina [mm]	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	
HEA240 2-hrbat	HEA240 1-hrbat	▲5,0▲	109						OK
HEA240 2-donja pojasnica	HEA240 1-donja pojasnica	▲5,0▲	240	290,7	-189,4	-87,8	-92,2	80,8	OK
		▲5,0▲	240	353,2	-130,8	14,1	188,9	98,1	OK
HEA240 2-donja pojasnica	HEA240 1-hrbat	▲5,0▲	191	106,0	-61,6	-23,9	-43,8	29,4	OK
		▲5,0▲	191	102,4	44,1	-46,4	-26,3	28,4	OK
HEA240 2-donja pojasnica	Ukruta 1a	▲5,0▲	95	215,6	136,1	-82,1	50,7	59,9	OK
		▲5,0▲	95	353,2	150,0	20,0	-183,5	98,1	OK
HEA240 2-hrbat	Ukruta 1a	▲5,0▲	188	217,8	-2,4	125,7	-4,2	60,5	OK
		▲5,0▲	188	115,9	-17,0	-65,6	-8,6	32,2	OK
HEA240 2-gornja pojasnica	Ukruta 1a	▲5,0▲	95	190,2	18,4	-109,1	6,6	52,8	OK
		▲5,0▲	95	107,6	-7,6	61,3	9,1	29,9	OK
HEA240 2-donja pojasnica	Ukruta 1b	▲5,0▲	95	353,2	-154,0	25,9	-181,7	98,1	OK
		▲5,0▲	95	219,2	-135,8	-86,1	49,6	60,9	OK
HEA240 2-hrbat	Ukruta 1b	▲5,0▲	188	118,8	-7,3	-68,4	-3,6	33,0	OK
		▲5,0▲	188	223,4	-40,7	118,8	44,5	62,1	OK
HEA240 2-gornja pojasnica	Ukruta 1b	▲5,0▲	95	104,3	20,3	55,3	20,8	29,0	OK
HEA240 2-hrbat	HEA240 1-hrbat	▲5,0▲	95	164,4	-20,9	-94,0	-4,1	45,7	OK
HEA240 2-donja pojasnica	HEA240 1-donja pojasnica	▲5,0▲	109	290,7	-189,4	-87,8	-92,2	80,8	OK
		▲5,0▲	240	353,2	-130,8	14,1	188,9	98,1	
HEA240 2-donja pojasnica	HEA240 1-hrbat	▲5,0▲	240	106,0	-61,6	-23,9	-43,8	29,4	

$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \geq \sigma_{w,Ed} = \left[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2) \right]^{0.5}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \geq |\sigma_{\perp}|$$

$$U_t = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} \cdot \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

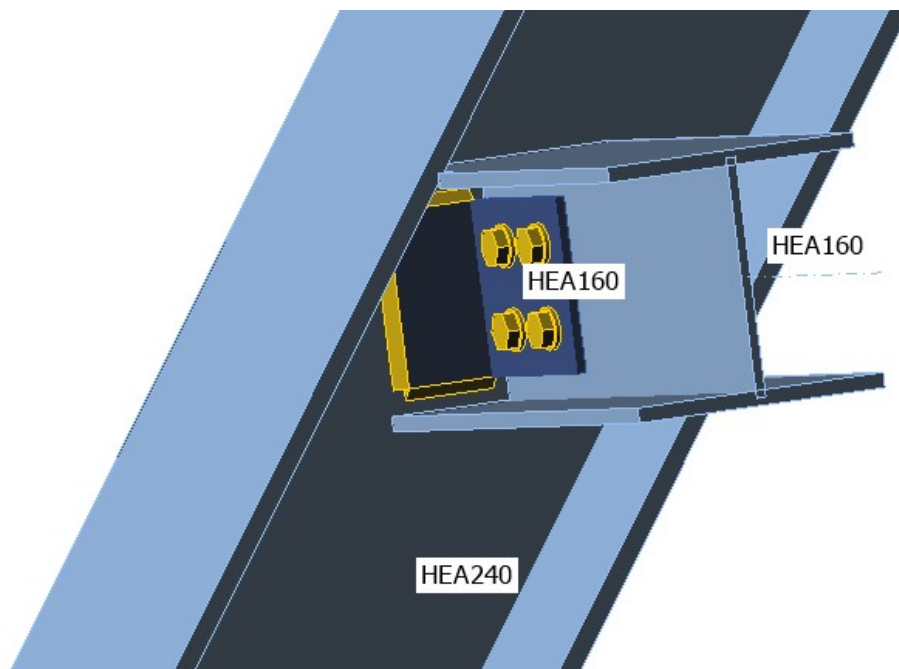
$$\beta_w = 0,80$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\sigma_{w,Rd} = 360 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 259,2 \text{ MPa}$$

7.4. Priključak poprečnog međukatnog nosača G9 spregnute ploče na N-nosače



Slika 105: Priključak poprečnih međukatnih nosača na N-nosače [16]

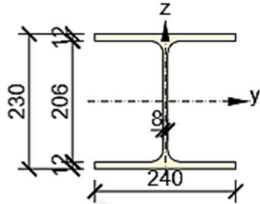
Sažetak provjere

Ploče	4,4 < 5%
Vijci	71,7 < 100%

7.4.1. Materijali

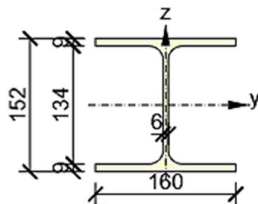
HEA240

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



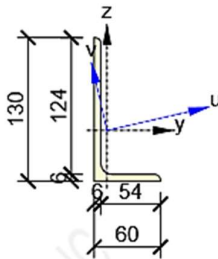
HEA160

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



L130

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



VIJCI

M12 5.8

12 mm

$f_u = 500$ MPa

113 mm²

OPTEREĆENJE

$N = 21,8$ kN

$V_y = 60,3$ kN

$V_z = 45,0$ kN

$$M_x = 11,1 \text{ kNm}$$

$$M_y = 51,9 \text{ kNm}$$

$$M_z = 36,2 \text{ kNm}$$

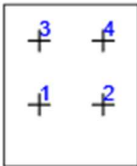
7.4.2. Provjera ploča

Tablica 44: Provjera ploča na spoju poprečnih međukatnih nosača na *N*-nosače.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]	Status
HEA240-donja pojasnica	12,0	18,1	0,0	OK
HEA240- gornja pojasnica	12,0	23,6	0,0	OK
HEA240-hrbat	7,5	149,6	0,0	OK
HEA160- donja pojasnica	9,0	88,8	0,0	OK
HEA160- gornja pojasnica	9,0	146,4	0,0	OK
HEA160- hrbat	6,0	235,3	0,0	OK
L100x850x8 a- donja pojasnica	6,0	236,0	0,0	OK
L100x850x8 a- hrbat	6,0	244,2	0,0	OK
L100x850x8 b- donja pojasnica	6,0	236,2	0,0	OK
L100x850x8 b- hrbat	6,0	242,7	0,0	OK

7.4.3. Provjera vijaka

Tablica 45: Sažetak provjere vijaka koji spajaju poprečne međukatne nosače sa *N*-nosačima.

	Naziv	Vijak	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status
	B1	M12 5.8 - 1	8,5	8,7	27,9	51,8	51,8	71,7	OK
	B2	M12 5.8 - 2	8,5	9,4	28,2	51,8	55,7	75,9	OK
	B3	M12 5.8 - 3	2,0	8,9	6,7	39,2	53,1	57,9	OK
	B4	M12 5.8 - 4	2,6	9,8	8,6	51,8	58,5	64,7	OK

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M12 5.8	30,2	74,9	16,8	51,8

7.4.3.1. Provjera vijaka na vlak

$$F_{t.Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.4.3.2. Provjera otpornosti na proboj- punching test

$$B_{p.Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$d_m = 23 \text{ mm}$ - Srednja vrijednost poprečnih točaka i poprečnih dimenzija glave vijka ili matice, ovisno o tome koja je manja

$$t_p = 6 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.4.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 1,00$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$t = 6 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.4.3.4. Provjera vijaka na posmik

$$F_{v.Rd} = \frac{\beta_p \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\beta_p = 1,00$$

$$\alpha_v = 0,50$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_{t.Ed}}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd})}$$

Interakcija vlaka i posmika

$$U_{tts} = \frac{F_{v.Ed}}{F_{v.Rd}} + \frac{F_{t.Ed}}{1.4 \cdot F_{t.Rd}}$$

7.4.4. Provjera zavora

Tablica 46: Sažetak provjere zavora na spoju poprečnih međuačnih nosača i N-nosača.

Stavka	Rub	Debljina [mm]	Duljina [mm]	$\sigma_{w.Ed}$ [MPa]	σ_{\perp} [MPa]	$\tau_{ }$ [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	
HEA240-hrbat	L100x850x8 a-donja pojasnica	▲5,0	57	128,6	-84,0	-19,7	52,7	35,7	OK
HEA240- hrbat	L100x850x8 a- donja pojasnica	▲5,0	57	307,2	-253,2	-20,2	-98,4	97,7	OK
HEA240- hrbat	L100x850x8 a- donja pojasnica	▲5,0	105	84,6	4,6	-47,4	11,5	23,5	OK
HEA240- hrbat	L100x850x8 b- donja pojasnica	▲5,0	57	290,5	210,6	109,4	-37,1	81,3	OK
HEA240- hrbat	L100x850x8 b- donja pojasnica	▲5,0	57	357,1	219,8	1,1	162,5	99,2	OK
HEA240-hrbat	L100x850x8 b- donja pojasnica	▲5,0	105	68,3	12,3	-38,3	-6,1	19,0	OK

$$\sigma_{w.Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \geq \sigma_{w.Ed} = \left[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2) \right]^{0.5}$$

$$\sigma_{\perp.Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \geq |\sigma_{\perp}|$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,80$$

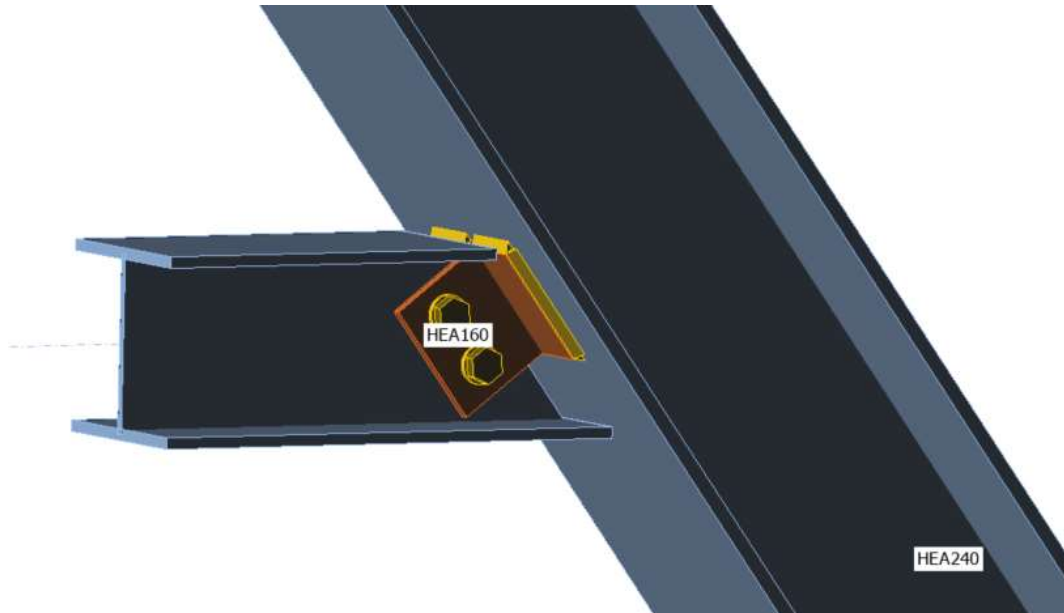
$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\sigma_{w,Rd} = 360 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 259,2 \text{ MPa}$$

$$U_t = \max \left(\frac{\sigma_{w.Ed}}{\sigma_{w.Rd}} \dots \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp.Rd}} \right)$$

7.5. Priključak uzdužnog međukatnog nosača G6, G7, G8 spregnute ploče na N-nosače



Slika 106: Priključak uzdužnih međukatnih nosača na N-nosače [16]

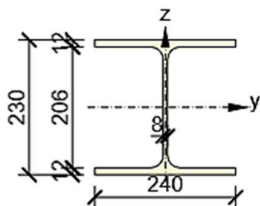
Sažetak provjere

Ploče	$3,8 < 5\%$
Vijci	$89,4 < 100\%$
Zavari	$98,7 < 100\%$

7.5.1. Materijali

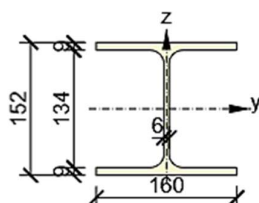
HEA240

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5\%$

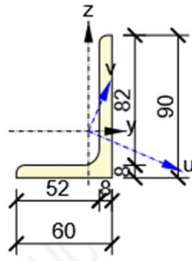


HEA160

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5\%$



L90

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %

VIJCI

M16 5.8

16 mm

 $f_u = 500$ MPa201 mm²

OPTEREĆENJE

 $N = 37,3$ kN $V_y = 37,2$ kN $V_z = 12,5$ kN

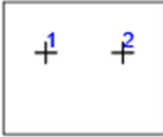
7.5.2. Provjera ploča

Tablica 47: Provjera ploča na spoju uzdužnih međukatnih nosača na N -nosače.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]	Status
HEA240-donja pojasnica	12,0	124,8	0,0	OK
HEA240- gornja pojasnica	12,0	23,8	0,0	OK
HEA240- hrbat	7,5	184,0	0,0	OK
HEA160- donja pojasnica	9,0	203,1	0,0	OK
HEA160- gornja pojasnica	9,0	236,0	0,5	OK
HEA160- hrbat	6,0	239,9	2,3	OK
L90 a- donja pojasnica	8,0	237,6	1,3	OK
L90 a-hrbat	8,0	243,0	3,8	OK
L90 b- donja pojasnica	8,0	235,3	0,1	OK
L90 b- hrbat	8,0	237,8	1,3	OK

7.5.3. Provjera vijaka

Tablica 48: Sažetak provjere vijaka koji spajaju uzdužne međukatne nosače sa N-nosačima.

	Vijak	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	$U_{t,t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t,s}$ [%]	$U_{t,s}$ [%]	Status
	B1	18,7	12,4	33,1	69,1	39,5	63,2	OK
	B2	33,4	14,8	59,1	69,1	47,2	89,4	OK

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M16 5.8	56,5	122,8	31,4	69,1

7.5.3.1. Provjera vijaka na vlak

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.5.3.2. Posmična provjera na proboj

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$d_m = 23 \text{ mm}$ - Srednja vrijednost poprečnih točaka i poprečnih dimenzija glave vijaka ili matice, ovisno o tome koja je manja

$$t_p = 6 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.5.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 1,00$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$t = 6 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.5.3.4. Provjera vijaka na posmik (EN 1993-1-8 tab 3.4)

$$F_{v.Rd} = \frac{\beta_p \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\beta_p = 1,00$$

$$\alpha_v = 0,50$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_{t.Ed}}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd})}$$

Interakcija vlaka i posmika

$$U_{tts} = \frac{F_{v.Ed}}{F_{v.Rd}} + \frac{F_{t.Ed}}{1,4 \cdot F_{t.Rd}}$$

7.5.4. Provjera zavara

Tablica 49: Sažetak provjere zavara na spoju uzdužnih međukaktnih nosača i N-nosača.

Stavka	Rub	Debljina [mm]	Duljina [mm]	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	σ_{\perp} [MPa]	$\tau_{ }$ [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	
HEA240- pojasnica	L90 a-pojasnica	▲5,0	56	355,2	220,4	-68,6	-145,4	98,7	OK
HEA240- pojasnica	L90 a- pojasnica	▲5,0	56	352,9	-196,6	-103,8	133,6	98,0	OK
HEA240- pojasnica	L90 a- pojasnica	▲5,0	105	93,3	-31,0	48,3	-15,7	25,9	OK
HEA240- pojasnica	L90 b- pojasnica	▲5,0	56	223,6	-150,9	73,4	60,7	62,1	OK
HEA240- pojasnica	L90 b- pojasnica	▲5,0	56	310,8	252,3	60,2	-85,8	97,3	OK
HEA240- pojasnica	L90 b- pojasnica	▲5,0	105	71,9	8,8	41,1	-1,6	20,0	OK

$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \geq \sigma_{w,Ed} = \left[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2) \right]^{0.5}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \geq |\sigma_{\perp}|$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,80$$

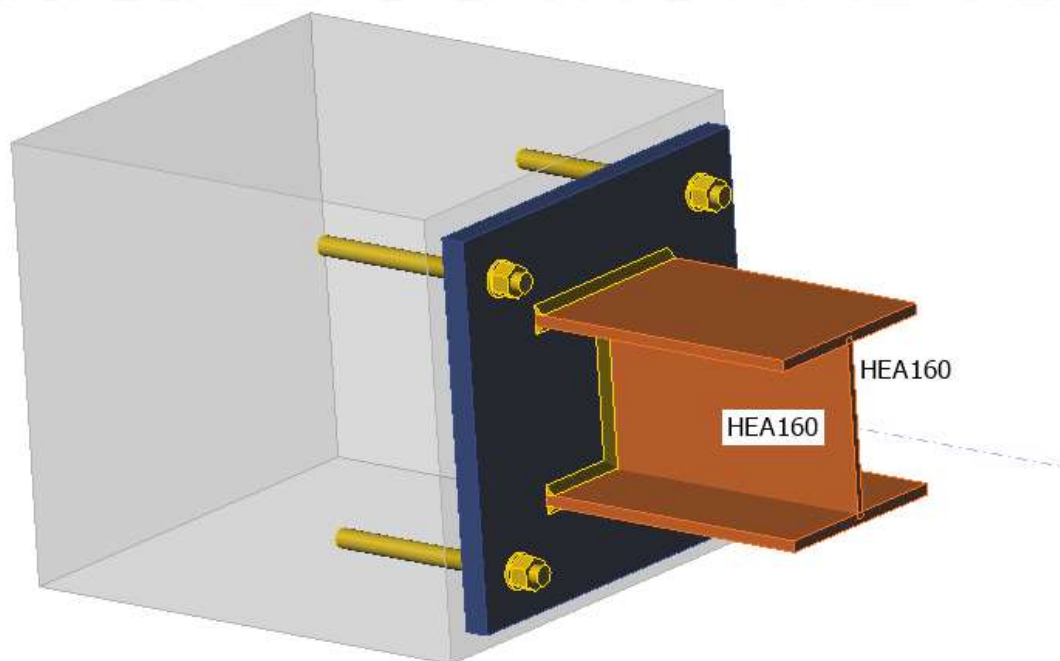
$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\sigma_{w,Rd} = 360 \text{ MPa}$$

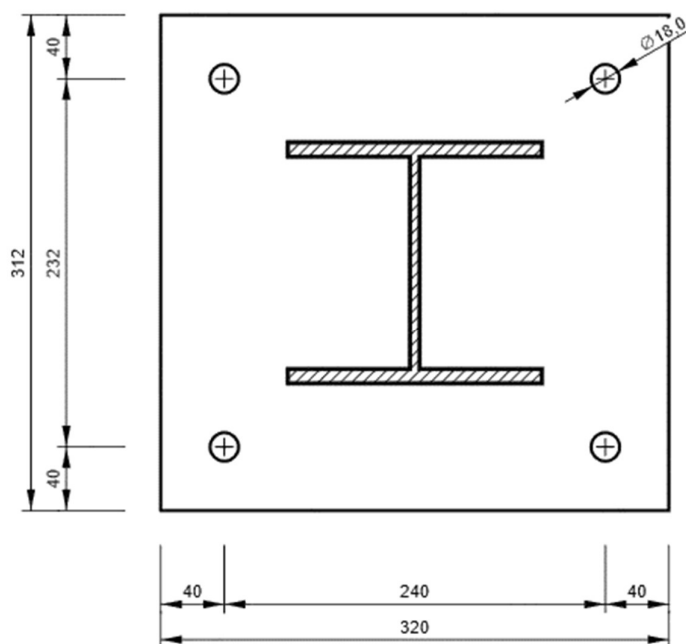
$$\sigma_{\perp,Rd} = 259,2 \text{ MPa}$$

$$U_t = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} \cdot \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

7.6. Priključak uzdužnih međukatnih nosača G6 na potporni zid



Slika 107: Prikaz spoja uzdužnih međukatnih nosača HEA160 na potporni zid [16]



Slika 108: Tlocrtni prikaz priključka uzdužnih međukatnih nosača na temeljnu ploču 20x312-320 (S235).

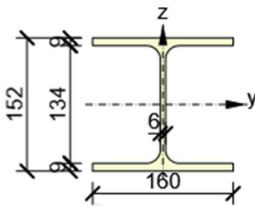
Sažetak provjere

Ploče	0,0 < 5%
Ankeri	60,2 < 100%
Zavari	98 < 100%
Temeljna stopa	10,8 < 100%

7.6.1. Materijali

HEA160

S235 $f_y = 235 \text{ MPa}$ $\epsilon_{lim} = 5 \%$



ANKER VIJCI

M16 5.8

16 mm

$f_u = 500 \text{ MPa}$

201 mm²

OPTEREĆENJE

$N = 64,8 \text{ kN}$

$V_y = 9,2 \text{ kN}$

$V_z = 8,2 \text{ kN}$

$M_y = 4,6 \text{ kNm}$

$M_z = 1,6 \text{ kNm}$

TEMELJ

Dimenzije	360 x 352	mm
Dubina	400	mm
Anker	M16 5.8	
Dubina sidrenja	150	mm
Prijenos posmične sile	ankerima	

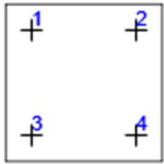
7.6.2. Provjera ploča

Tablica 50: Podaci potrebni za proračun ploča na spoju uzdužnih međukatnih nosača na potporni zid.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]	Status
HEA160-donja pojasnica	9,0	136,9	0,0	OK
HEA160- gornja pojasnica	9,0	187,6	0,0	OK
HEA160-hrbat	6,0	66,9	0,0	OK
Podložna ploča	20,0	148,7	0,0	OK

7.6.3. Provjera vijaka

Tablica 51: Sažetak provjere vijaka koji spajaju temeljnu ploču sa stupovima na zapadnoj strani.

	Name	Grade	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	U_{t_s} [%]
	A1	M16 5.8 - 1	28,9	6,5	60,2	27,5
	A2	M16 5.8 - 2	26,4	2,8	55	11,9
	A3	M16 5.8 - 3	2,2	8,9	4,5	37,7
	A4	M16 5.8 - 4	16,4	6,8	34,2	28,8

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M16 8.8	48,0	276,9	23,6	230,4

7.6.3.1. Provjera vijaka na vlak

$$F_{t,Rd} = \frac{c \cdot k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$c = 0,85$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 245 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.6.3.2. Provjera otpornosti na proboj glave vijka ili matice

$$B_{p.Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$d_m = 32 \text{ mm}$$

$$t_p = 20 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.6.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 1,00$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$t = 15 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_{t.Ed}}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd})}$$

7.6.4. Provjera zavara

Tablica 52: Sažetak provjere zavara na spoju stupova na temeljnu ploču zapadno.

Stavka	Rub	Debljina [mm]	Duljina [mm]	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]
Podložna ploča	HEA160-donja pojasnica	▲5,0▲	160	215,9	80,7	-80,8	82,7	60,0
		▲5,0▲	160	214,8	78,5	86,5	-76,4	59,7
Podložna ploča	HEA160-gornja pojasnica	▲5,0▲	160	352,8	135,9	145,0	119,7	98,0
		▲5,0▲	160	346,1	121,9	-124,7	-139,3	96,1
Podložna ploča	HEA160-hrbat	▲5,0▲	143	50,7	-11,7	25,9	-11,9	14,1
		▲5,0▲	143	39,5	-12,2	16,6	14,0	11,0

$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \geq \sigma_{w,Ed} = \left[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2) \right]^{0.5}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \geq |\sigma_{\perp}|$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,80$$

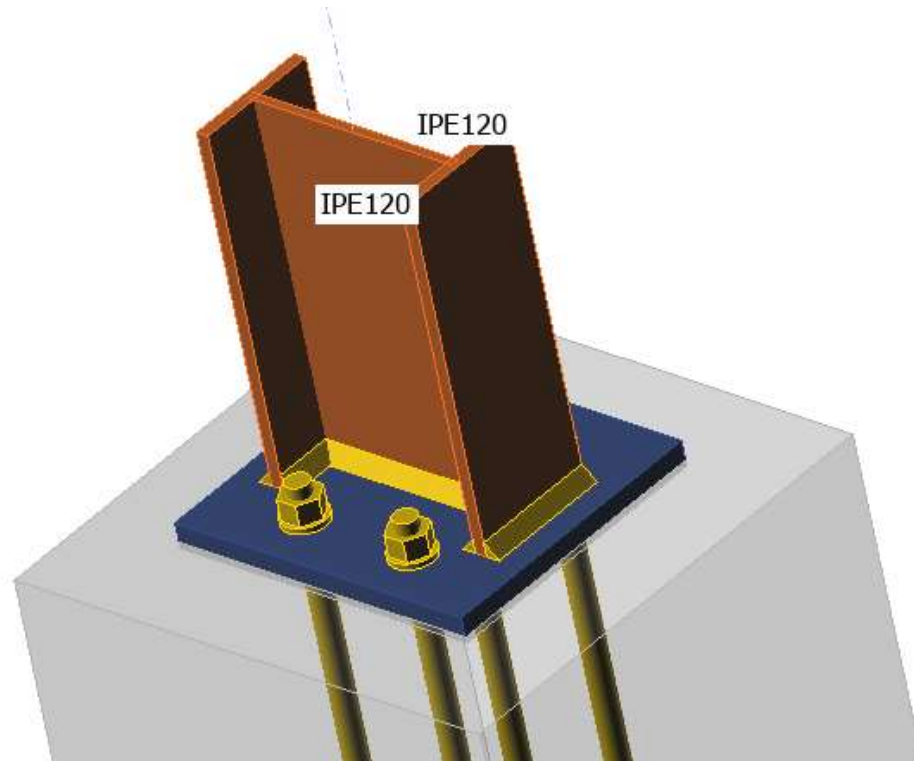
$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\sigma_{w,Rd} = 360 \text{ MPa}$$

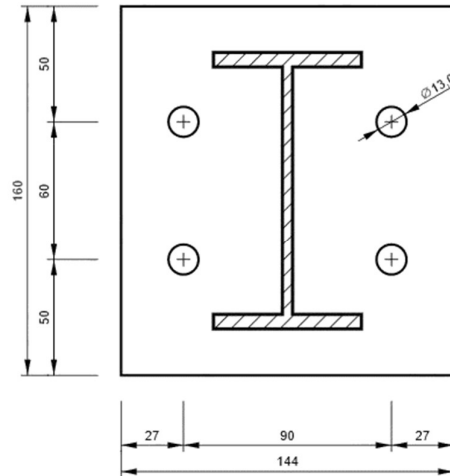
$$\sigma_{\perp,Rd} = 259,2 \text{ MPa}$$

$$U_t = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} .. \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

7.7. Priključak stupova fasade S1-S8 na armirano-betonski zid



Slika 109: Prikaz spoja stupova fasade na potporni zid [16]



Slika 110: Tlocrtni prikaz priključka stupova fasade na temeljnu ploču 10x160-144 (S235).

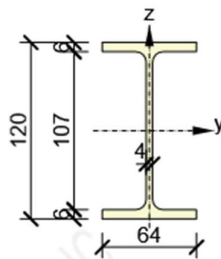
Sažetak provjere

Ploče	$0,0 < 5\%$
Ankeri	$60,2 < 100\%$
Zavari	$98 < 100\%$
Temeljna stopa	$10,8 < 100\%$

7.7.1. Materijali

IPE120

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5\%$



ANKER VIJCI

M12 5.8

12 mm

$f_u = 500$ MPa

113 mm²

OPTEREĆENJE

$N = -14,0 \text{ kN}$

$V_y = -1,1 \text{ kN}$

$V_z = -1,6 \text{ kN}$

$M_y = 5,2 \text{ kNm}$

$M_z = -1,0 \text{ kNm}$

TEMELJ

Dimenzije	244 x 260	mm
Dubina	400	mm
Anker	M12 5.8	
Dubina sidrenja	250	mm
Prijenos posmične sile	ankerima	
Podložni mort	3 cm	

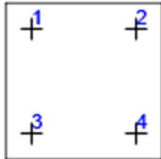
7.7.2. Provjera ploča

Tablica 53: Podaci potrebni za proračun ploča na spoju stupova fasade na potporni zid.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
IPE120-donja pojasnica	6,3	236,8	0,9	OK
IPE120- gornja pojasnica	6,3	235,5	0,2	OK
IPE120-hrbat	4,4	235,3	0,2	OK
Podložna ploča	10,0	235,3	0,2	OK

7.7.3. Provjera vijaka

Tablica 54: Sažetak provjere vijaka koji spajaju temeljnu ploču sa stupovima na zapadnoj strani.

	Name	Grade	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	U_{t_s} [%]
	A1	M12 5.8 - 1	19,0	0,5	60,2	27,5
	A2	M12 5.8 - 2	17,7	0,4	55	11,9
	A3	M12 5.8 - 3	15,7	0,5	4,5	37,7
	A4	M12 5.8 - 4	6,8	0,6	34,2	28,8

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M12 5.8	26,0	105,9	12,8	72,4

7.7.3.1. Provjera vijaka na vlak

$$F_{t.Rd} = \frac{c \cdot k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$c = 0,85$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 85 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.7.3.2. Provjera otpornosti na proboj glave vijka ili matice

$$B_{p.Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$d_m = 20 \text{ mm}$$

$$t_p = 10 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.6.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 0,84$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_{t.Ed}}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd})}$$

7.7.4. Provjera zavara

Tablica 55: Sažetak provjere zavara na spoju stupova fasade na potporni zid.

Stavka	Rub	Debljina [mm]	Duljina [mm]	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	σ_{\perp} [MPa]	$\tau_{ }$ [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]
Podložna ploča	IPE120-donja pojasnica	▲5,0▲	64	353,0	-114,8	102,9	-162,9	98,0
		▲5,0▲	64	353,0	-152,9	-147,1	110,1	98,1
Podložna ploča	IPE120-gornja pojasnica	▲5,0▲	64	323,7	56,9	135,4	124,6	89,9
		▲5,0▲	64	352,9	112,7	-182,5	-62,8	98,0
Podložna ploča	IPE120-hrbat	▲5,0▲	114	181,2	22,7	-103,2	-11,4	50,3
		▲5,0▲	114	146,9	-31,2	82,8	-3,0	40,8

$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \geq \sigma_{w,Ed} = \left[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2) \right]^{0.5}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \geq |\sigma_{\perp}|$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,80$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\sigma_{w,Rd} = 360 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 259,2 \text{ MPa}$$

$$U_t = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} \dots \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

7.7.5. Provjera tlačne otpornosti temelja

$$F_{jd} = \alpha_{cc} \cdot \beta_j \cdot k_j \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 33,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}} = 25,4 \text{ MPa}$$

$$N = 74,2 \text{ kN}$$

$$A_{eff} = 2926 \text{ mm}^2$$

$$\alpha_{cc} = 1,00$$

$$\theta_j = 0,67$$

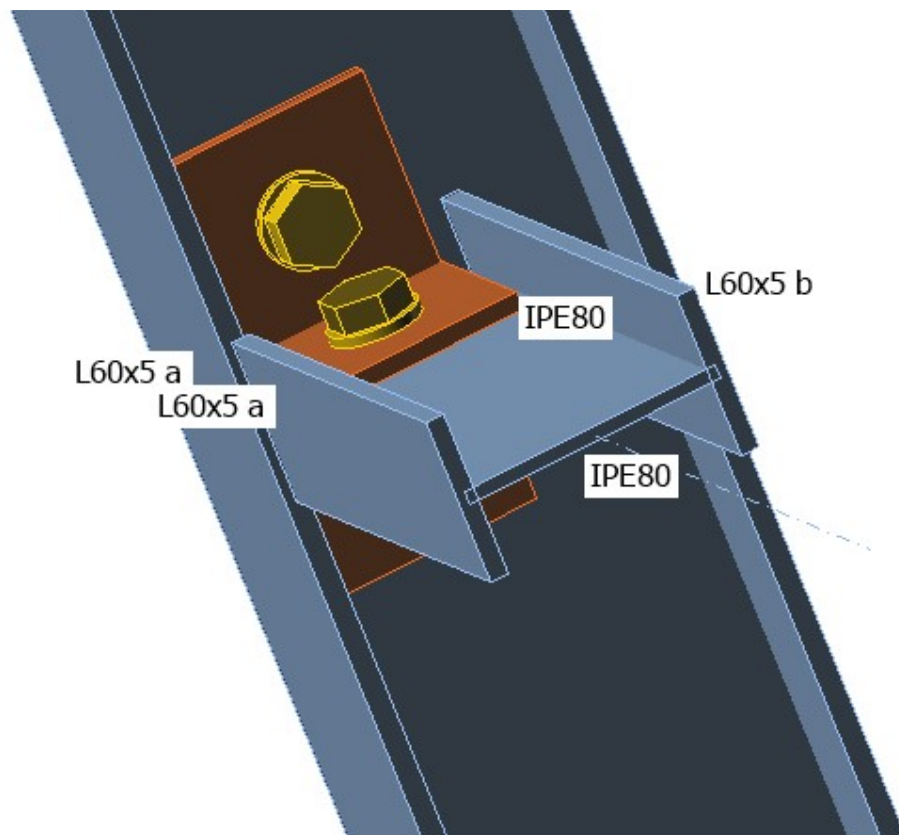
$$k_j = 3,00$$

$$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,50$$

$$U_t = \frac{\sigma}{F_{jd}} = 75,7 \%$$

7.8. Priključak nosača G13, G14, G15 fasade na stupove fasade S1 - S8



Slika 111: Priključak nosača fasade na stupove fasade [16]

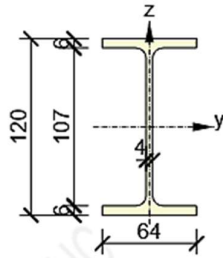
Sažetak provjere

Ploče	0,0 < 5%
Vijci	32,8 < 100%

7.8.1. Materijali

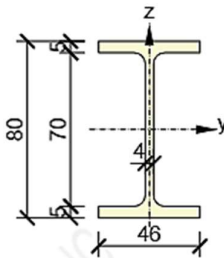
IPE120

$$S235 f_y = 235 \text{ MPa} \quad \epsilon_{lim} = 5 \%$$



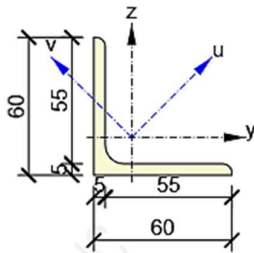
IPE80

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



L60x5

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



VIJCI

M12 5.8

12 mm

$f_u = 500$ MPa

113 mm²

OPTEREĆENJE

$N = -4,3$ kN

$V_y = 0,2$ kN

$V_z = -5,4$ kN




7.8.2. Provjera ploča

Tablica 56: Provjera ploča na spoju nosača fasade sa stupovima fasade.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]	Status
IPE120-donja pojasnica	6,3	48,7	0,0	OK
IPE120- gornja pojasnica	6,3	30,8	0,0	OK
IPE120- hrbat	4,4	235,0	0,0	OK
IPE80- donja pojasnica	5,2	45,8	0,0	OK
IPE80- gornja pojasnica	5,2	58,3	0,0	OK
IPE80- hrbat	3,8	133,7	0,0	OK
CLEAT1 a- donja pojasnica	5,0	156,1	0,0	OK
CLEAT1 a- hrbat	5,0	145,4	0,0	OK
CLEAT1 b- donja pojasnica	5,0	156,0	0,0	OK
CLEAT1 b-hrbat	5,0	131,0	0,0	OK

7.8.3. Provjera vijaka

Tablica 57: Sažetak provjere vijaka koji spajaju nosače fasade sa stupovima fasade.

	Naziv	Vijak	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]
	B1	M12 5.8 - 1	5,1	3,5	16,7	32,8	21,1	32,8
	B2	M12 5.8 - 2	2,6	3,0	8,6	36,2	17,7	23,8
	B3	M12 5.8 - 2	2,6	2,9	8,6	35,4	17,2	23,3

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M12 5.8 -1	30,2	62,4	16,8	51,8
M12 5.8 -2	30,2	54,9	16,8	

7.8.3.1. Provjera vijaka na vlak

$$F_{t.Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.8.3.2. Posmična provjera na proboj

$$B_{p.Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$d_m = 23 \text{ mm}$ - Srednja vrijednost poprečnih točaka i poprečnih dimenzija glave vijka ili matice, ovisno o tome koja je manja

$$t_p = 6 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.8.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 1,00$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$t = 6 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.8.3.4. Provjera vijaka na posmik

$$F_{v.Rd} = \frac{\beta_p \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\beta_p = 1,00$$

$$\alpha_v = 0,50$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_{t.Ed}}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

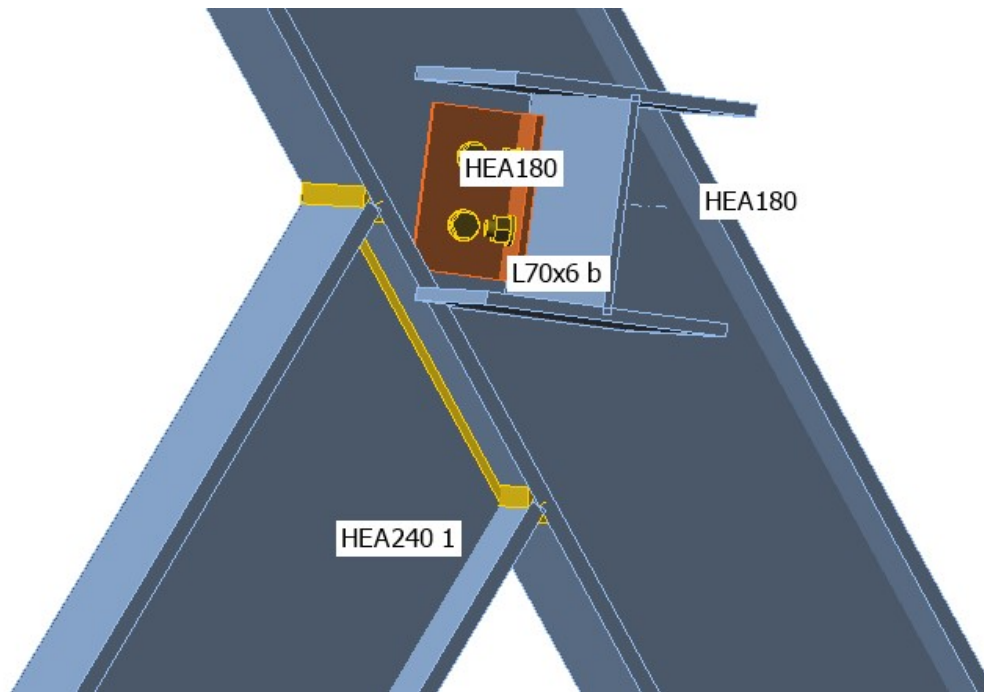
Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd})}$$

Interakcija vlaka i posmika

$$U_{tts} = \frac{F_{v.Ed}}{F_{v.Rd}} + \frac{F_{t.Ed}}{1,4 \cdot F_{t.Rd}}$$

7.9. Priključak krovnog nosača G1 na N-nosače G10, G11, G12



Slika 112: Priključak krovnog nosača na N-nosače (stupove) [16]

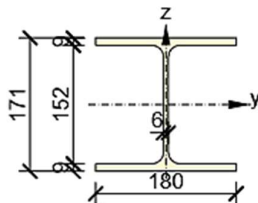
Sažetak provjere

Ploče	$0,9 < 5\%$
Vijci	$98,1 < 100\%$
Zavari	$3,5 < 100\%$

7.9.1. Materijali

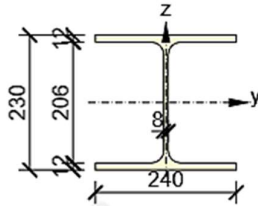
HEA180

S235 $f_y = 235 \text{ MPa}$ $\epsilon_{lim} = 5 \%$



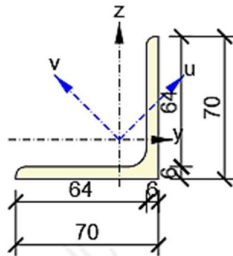
HEA240

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



L70x6

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



VIJCI

M12 5.8

12 mm

$f_u = 500$ MPa

113 mm²

OPTEREĆENJE

$N = -19,4$ kN

$V_y = 0,0$ kN

$V_z = -35,7$ kN

$M_y = 39,5$ kN

$M_z = 0,0$ kN

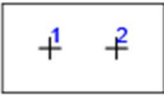
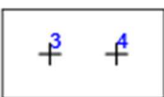
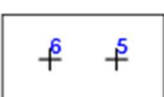
7.9.2. Provjera ploča

Tablica 58: Provjera ploča na spoju krovnog nosača na *N*-stupove.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]	Status
HEA180-donja pojasnica	9,5	12,9	0,0	OK
HEA180- gornja pojasnica	9,5	14,5	0,0	OK
HEA180-hrbat	6,0	236,8	0,9	OK
HEA240 1- donja pojasnica	12,0	7,1	0,0	OK
HEA240 1- gornja pojasnica	12,0	8,7	0,0	OK
HEA240 1- hrbat	7,5	18,0	0,0	OK
HEA240 2- donja pojasnica	12,0	21,8	0,0	OK
HEA240 2- gornja pojasnica	12,0	29,5	0,0	OK
HEA240 2- hrbat	7,5	235,2	0,1	OK
L70x6 a- donja pojasnica	6,0	235,2	0,1	OK
L70x6 a- hrbat	6,0	235,2	0,1	OK
L70x6 b- donja pojasnica	6,0	235,3	0,1	OK
L70x6 b- hrbat	6,0	234,0	0,1	OK

7.9.3. Provjera vijaka

Tablica 59: Sažetak provjere vijaka koji spajaju krovni nosač sa *N*-stupovima.

	Pozicija	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status
	B1	4,0	15,2	13,1	35,2	90,8	98,1	OK
	B2	2,4	15,6	7,9	51,8	92,9	97,7	OK
	B3	17,4	1,4	57,4	46,0	8,5	49,6	OK
	B4	4,7	0,5	15,6	48,0	2,9	14,0	OK
	B5	16,8	1,5	55,5	44,7	9,2	48,8	OK
	B6	4,7	0,5	15,5	51,5	2,7	13,8	OK

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M12 5.8 -1	30,2	74,9	16,8	51,8

7.9.3.1. *Provjera vijaka na vlak*

$$F_{t.Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.9.3.2. *Provjera otpornosti na proboj*

$$B_{p.Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$d_m = 23 \text{ mm}$ - Srednja vrijednost poprečnih točaka i poprečnih dimenzija glave vijka ili matice, ovisno o tome koja je manja

$$t_p = 6 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.9.3.3. *Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe*

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 0,68$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$t = 6 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.8.3.4. Provjera vijaka na posmik

$$F_{v.Rd} = \frac{\beta_p \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\beta_p = 1,00$$

$$\alpha_v = 0,50$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_{t.Ed}}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

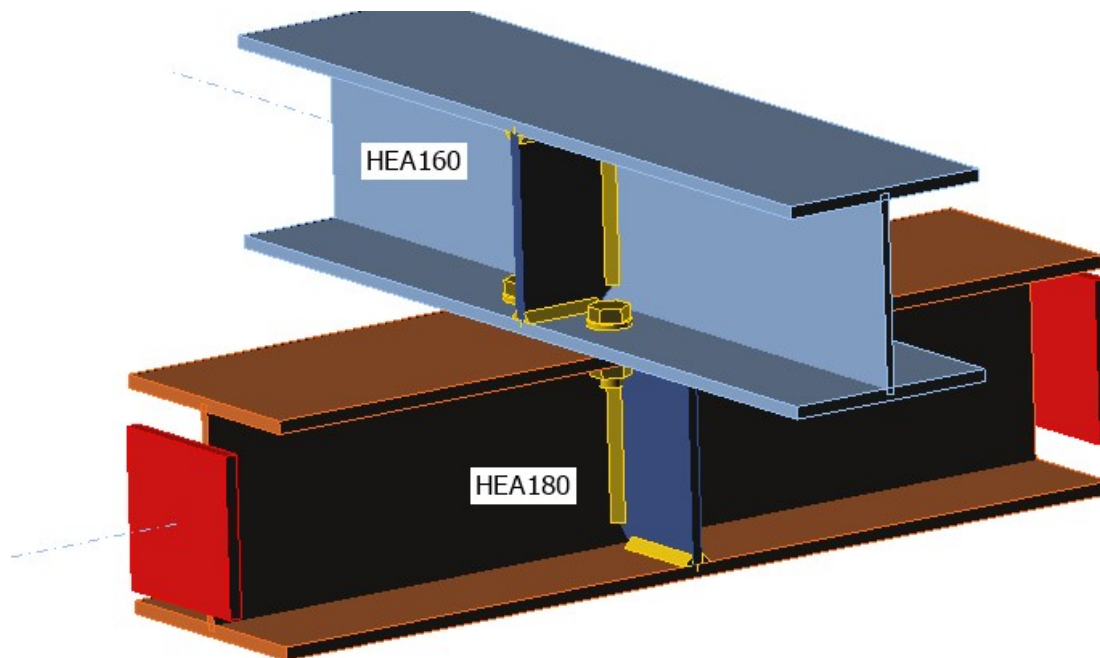
Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd})}$$

Interakcija vlaka i posmika

$$U_{tts} = \frac{F_{v.Ed}}{F_{v.Rd}} + \frac{F_{t.Ed}}{1,4 \cdot F_{t.Rd}}$$

7.10. Priključak uzdužnih nosača G2, G3 na krovni poprečni nosač G1



Slika 113: Priključak uzdužnih krovnih nosača na krovni nosač [16]

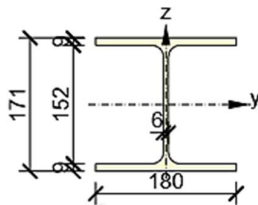
Sažetak provjere

Ploče	$0,0 < 5\%$
Vijci	$43,7 < 100\%$
Zavari	$55,0 < 100\%$

7.10.1. Materijali

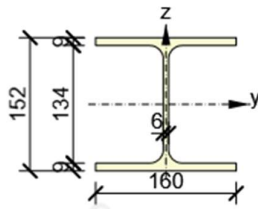
HEA180

S235 $f_y = 235 \text{ MPa}$ $\epsilon_{lim} = 5 \%$



HEA160

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



VIJCI

M16 5.8

16 mm

$f_u = 500$ MPa

201 mm²

OPTEREĆENJE

Lijevo

$N = 6,21$ kN

$V_y = 22,92$ kN

$V_z = -11,61$ kN

$M_T = 0,37$ kN

$M_y = 18,98$ kN

$M_z = 10,72$ kN

Desno

$N = -4,26$ kN

$V_y = -18,76$ kN

$V_z = 11,12$ kN

$M_T = -0,33$ kN

$M_y = 19,76$ kN

$M_z = 10,72$ kN


7.10.2. Provjera ploča

Tablica 60: Provjera ploča na spoju uzdužnih krovnih nosača s krovnim nosačem.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]	Status
HEA180-donja pojasnica	9,5	22,8	0,0	OK
HEA180- gornja pojasnica	9,5	96,0	0,0	OK
HEA180-hrbat	6,0	77,0	0,0	OK
HEA160- donja pojasnica	9,0	221,0	0,0	OK
HEA160- gornja pojasnica	9,0	206,3	0,0	OK
HEA160- hrbat	6,0	86,5	0,0	OK
Ukruta (na HEA180) 1a	8,0	30,9	0,0	OK
Ukruta (na HEA180) 1b	8,0	32,6	0,0	OK
Ukruta (na HEA160) 2a	8,0	145,9	0,0	OK
Ukruta (na HEA160) 2b	8,0	33,0	0,0	OK

7.10.3. Provjera vijaka

Tablica 61: Sažetak provjere vijaka koji spajaju uzdužne krovne nosače s krovnim nosačem.

	Vijak	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	$U_{t,t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t,s}$ [%]	$U_{t,ts}$ [%]
	B1	1,2	10,7	2,1	103,7	34,2	35,7
	B2	8,2	10,5	14,5	78,9	33,3	43,7
	B3	1,2	11,5	2,2	103,7	36,5	38,1
	B4	8,2	10,5	14,5	79,8	33,3	43,6

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$F_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M12 5.8	56,5	138,2	31,4	51,8

7.10.3.1. Provjera vijaka na vlak

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 157 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.8.3.2. Provjera otpornosti na proboj

$$B_{p.Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$d_m = 28$ mm - Srednja vrijednost poprečnih točaka i poprečnih dimenzija glave vijka ili matice, ovisno o tome koja je manja

$$t_p = 9 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.10.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 1,00$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$t = 9 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.8.3.4. Provjera vijaka na posmik

$$F_{v.Rd} = \frac{\beta_p \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\beta_p = 1,00$$

$$\alpha_v = 0,50$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A = 157 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_t \cdot E_d}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}, F_{b,Rd})}$$

Interakcija vlaka i posmika

$$U_{tts} = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}}$$

7.10.4. Provjera zavara

Tablica 62: Sažetak provjere zavara na spoju uzdužnih krovnih nosača s krovnim nosačem.

Stavka	Rub	Debljina [mm]	Duljina [mm]	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	σ_{\perp} [MPa]	$\tau_{ }$ [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]
HEA180-donja pojasnica	Ukruta 1a	▲5,0▲	72	3,6	1,6	0,7	1,7	1,0
		▲5,0▲	72	3,8	-2,6	0,2	1,6	1,0
HEA180-hrbat	Ukruta 1a	▲5,0▲	122	4,9	4,7	0,1	0,8	1,8
		▲5,0▲	122	6,5	-0,7	3,3	1,7	1,8
HEA180- gornja pojasnica	Ukruta 1a	▲5,0▲	72	24,3	-12,2	-8,0	-9,1	6,7
		▲5,0▲	72	24,7	10,6	-8,9	-9,3	6,9
HEA180- donja pojasnica	Ukruta 1b	▲5,0▲	72	4,0	-2,6	-0,8	-1,6	1,1
		▲5,0▲	72	3,3	1,5	-0,6	-1,6	0,9
HEA180- hrbat	Ukruta 1b	▲5,0▲	122	6,1	-3,4	-2,8	0,5	1,7
		▲5,0▲	122	4,4	4,3	0,4	-0,4	1,7
HEA180-gornja pojasnica	Ukruta 1b	▲5,0▲	72	23,0	10,6	7,2	9,3	6,4
		▲5,0▲	72	30,9	-14,5	11,3	10,9	8,6
HEA160- donja pojasnica	Ukruta 2a	▲5,0▲	62	197,9	-92,5	40,6	-92,5	55,0
		▲5,0▲	62	197,6	-92,3	-40,7	92,3	54,9
HEA160- hrbat	Ukruta 2a	▲5,0▲	104	65,2	-9,7	-35,9	-9,8	18,1
		▲5,0▲	104	65,3	-9,8	36,0	9,8	18,2
HEA160- gornja pojasnica	STIFF2a	▲5,0▲	62	54,3	-6,9	30,4	-6,7	15,1
		▲5,0▲	62	54,3	-6,6	-30,4	6,7	15,1
HEA160- donja pojasnica	Ukruta 2b	▲5,0▲	62	32,7	16,6	-4,7	15,6	9,1
		▲5,0▲	62	33,1	15,3	4,7	-16,3	9,2
HEA160- hrbat	Ukruta 2b	▲5,0▲	104	38,3	-18,0	7,7	-17,9	10,6
		▲5,0▲	104	37,6	-17,6	-7,5	17,6	10,4
HEA160- gornja pojasnica	Ukruta 2b	▲5,0▲	62	35,7	5,1	-19,7	5,2	9,9
		▲5,0▲	62	35,6	5,0	19,7	-4,9	9,9

$$\sigma_{w.Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \geq \sigma_{w.Ed} = \left[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2) \right]^{0.5}$$

$$\sigma_{\perp.Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \geq |\sigma_{\perp}|$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,80$$

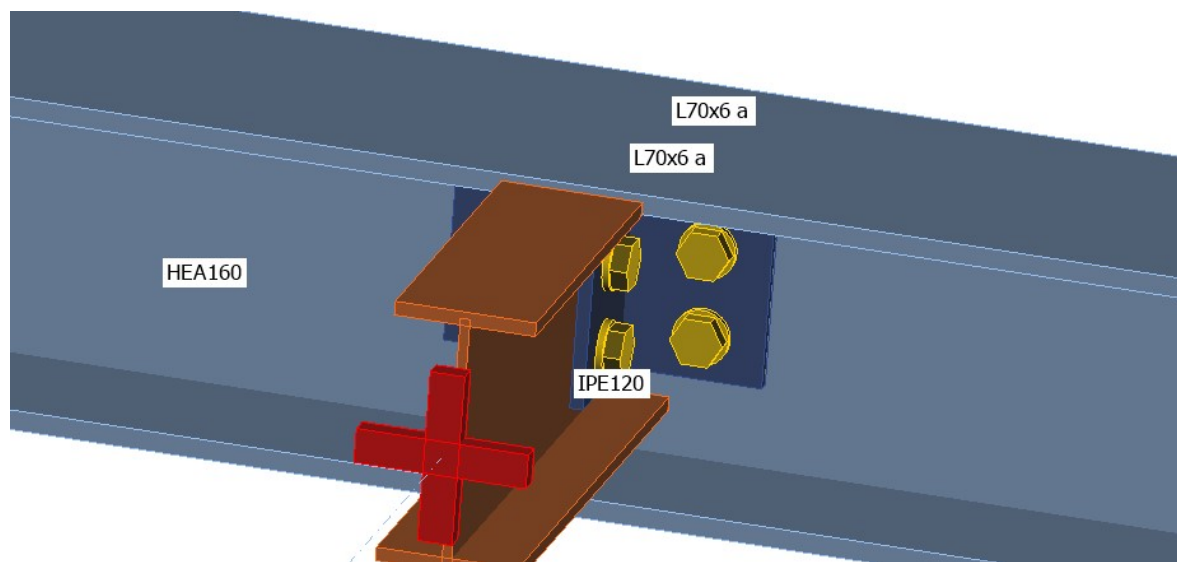
$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\sigma_{w,Rd} = 360 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 259,2 \text{ MPa}$$

$$U_t = \max \left(\frac{\sigma_{w.Ed}}{\sigma_{w.Rd}} .. \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp.Rd}} \right)$$

7.11. Priključak podrožnica G4, G5 na uzdužne krovne nosače G2, G3



Slika 114: Priključak podrožnica na uzdužne krovne nosače [16]

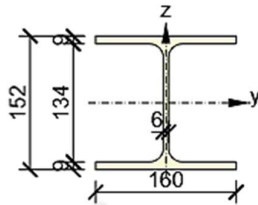
Sažetak provjere

Ploče	1,0 < 5%
Vijci	75,0 < 100%

7.11.1. Materijali

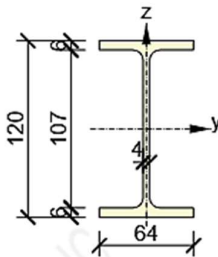
HEA160

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



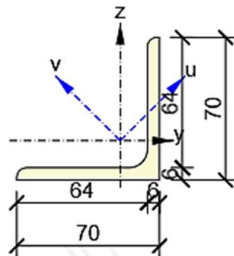
IPE120

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



L70x6

S235 $f_y = 235$ MPa $\epsilon_{lim} = 5$ %



VIJCI

M12 5.8

12 mm

$f_u = 500$ MPa

113 mm²

OPTEREĆENJE

$$N = -43,6 \text{ kN}$$

$$V_y = 0,7 \text{ kN}$$

$$V_z = -4,0 \text{ kN}$$

$$M_y = -1,7 \text{ kN}$$

$$M_z = -0,6 \text{ kN}$$

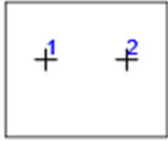
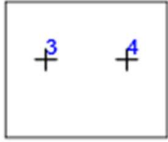

7.11.2. Provjera ploča

Tablica 63: Provjera ploča na spoju podrožnica na uzdužne krovne nosače.

Naziv	Debljina [mm]	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{PI} [%]	Status
HEA160-donja pojasnica	9,0	94,3	0,0	OK
HEA160- gornja pojasnica	9,0	142,2	0,0	OK
HEA160- hrbat	6,0	235,5	0,2	OK
IPE120- donja pojasnica	6,3	80,9	0,0	OK
IPE120- gornja pojasnica	6,3	25,2	0,0	OK
IPE120- hrbat	4,4	237,1	1,0	OK
L70x6 a- donja pojasnica	6,0	235,8	0,4	OK
L70x6 a- hrbat	6,0	235,2	0,1	OK
L70x6 b- donja pojasnica	6,0	235,7	0,3	OK
L70x6 b-hrbat	6,0	235,2	0,1	OK

7.11.3. Provjera vijaka

Tablica 64: Sažetak provjere vijaka koji spajaju podrožnice sa stupovima fasade.

	Naziv	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_i} [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status
	B1	0,8	10,3	2,6	38,0	61,3	63,1	OK
	B2	2,0	11,8	6,5	38,0	70,4	75,0	OK
	B3	6,3	1,7	20,7	51,8	10,1	24,9	OK
	B4	4,4	2,5	14,5	51,8	15,0	25,4	OK
	B5	6,4	1,1	21,1	51,8	6,8	21,9	OK
	B6	4,6	2,3	15,3	51,8	13,5	24,4	OK

	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]
M12 5.8	30,2	74,9	16,8	38,0

7.11.3.1. Provjera vijaka na vlak

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$k_2 = 0,90$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A_s = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.11.3.2. Provjera otpornosti na proboj- punching test

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$d_m = 23 \text{ mm}$ - Srednja vrijednost poprečnih točaka i poprečnih dimenzija glave vijka ili matice, ovisno o tome koja je manja

$$t_p = 6 \text{ mm}$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.11.3.3. Provjera vijaka na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = 2,50$$

$$\alpha_b = 1,00$$

$$f_u = 360,0 \text{ MPa}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$t = 4 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

7.11.3.4. Provjera vijaka na posmik

$$F_{v.Rd} = \frac{\beta_p \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\beta_p = 1,00$$

$$\alpha_v = 0,50$$

$$f_{ub} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$A = 84 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Provjera vlaka

$$U_{tt} = \frac{F_{t.Ed}}{\min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd})}$$

Provjera posmika

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd})}$$

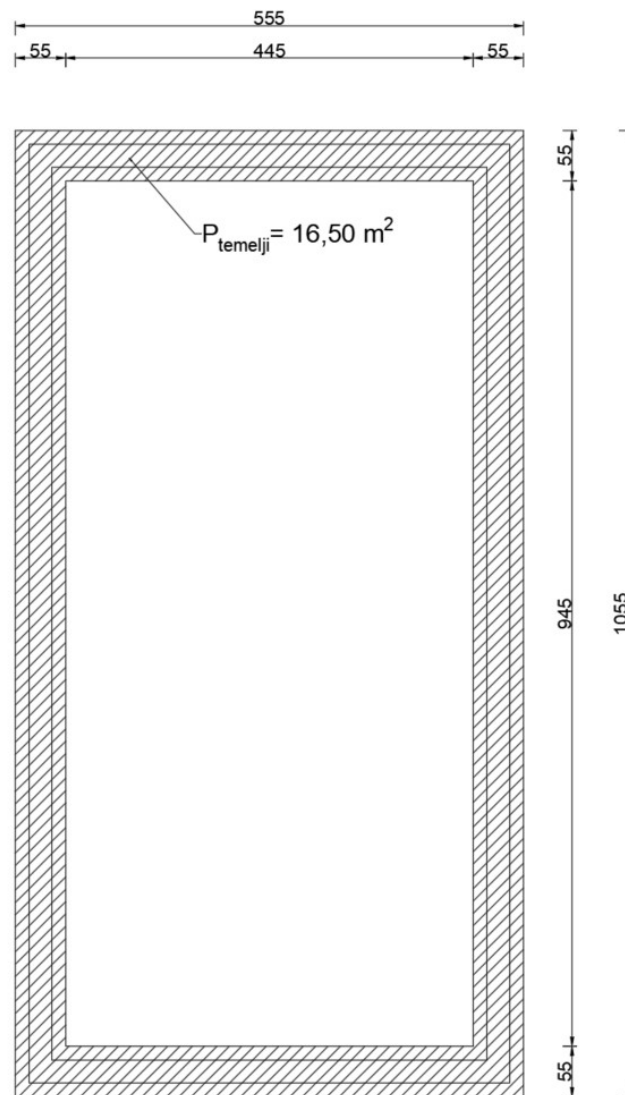
Interakcija vlaka i posmika

$$U_{tts} = \frac{F_{v.Ed}}{F_{v.Rd}} + \frac{F_{t.Ed}}{1,4 \cdot F_{t.Rd}}$$

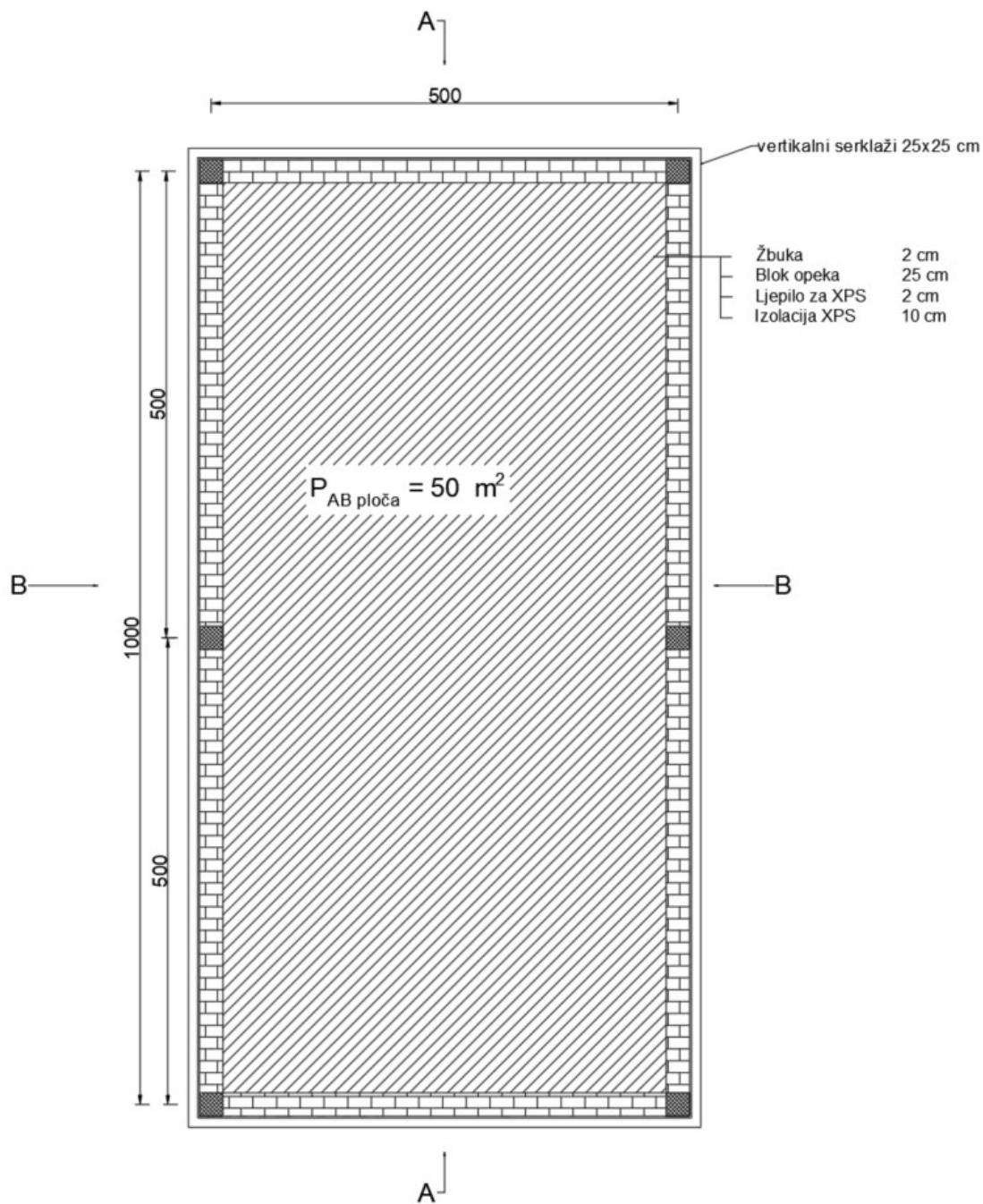
8. USPOREDBA S KLASIČNOM GRADNjom

Provedena je usporedba s uobičajenom stambenom zgradom izvedenom kao zidana omeđena konstrukcija koja se na području Republike Hrvatske najčešće primjenjuje zbog jednostavnosti izvedbe i ekonomičnosti. U obzir se ne uzimaju troškovi rada, potrebna sredstva i usluge, već samo materijal. Uspoređuje se samo nosivi sustav, dok se stolarija, instalacije i ostali završni radovi zanemaruju.

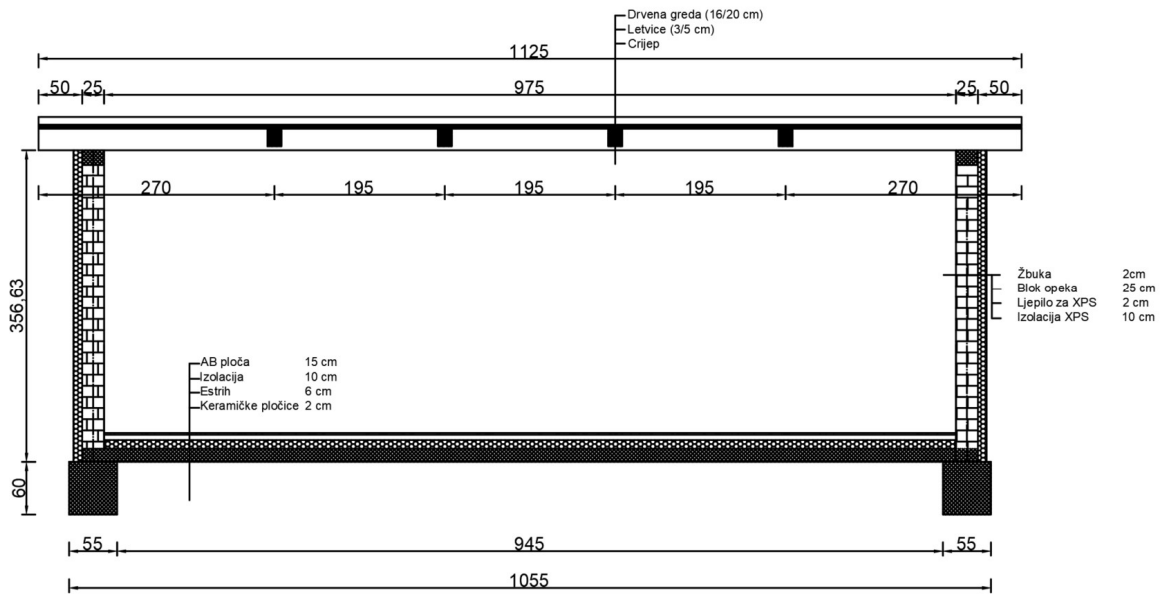
Standardna klasična gradnja podrazumijeva temeljenje u obliku trakastih temelja, izvedbu podne ploče od armiranog betona, dok se nosivi zidovi izvode od opečnih blokova omeđeni serklažima, a krovna konstrukcija se najčešće izvodi od drvenih greda s pokrovom od crijepa. Stoga se promatra kuća u klasičnoj izvedbi kao prizemnica od oko 50 m². Cijene su informativnog karaktera.



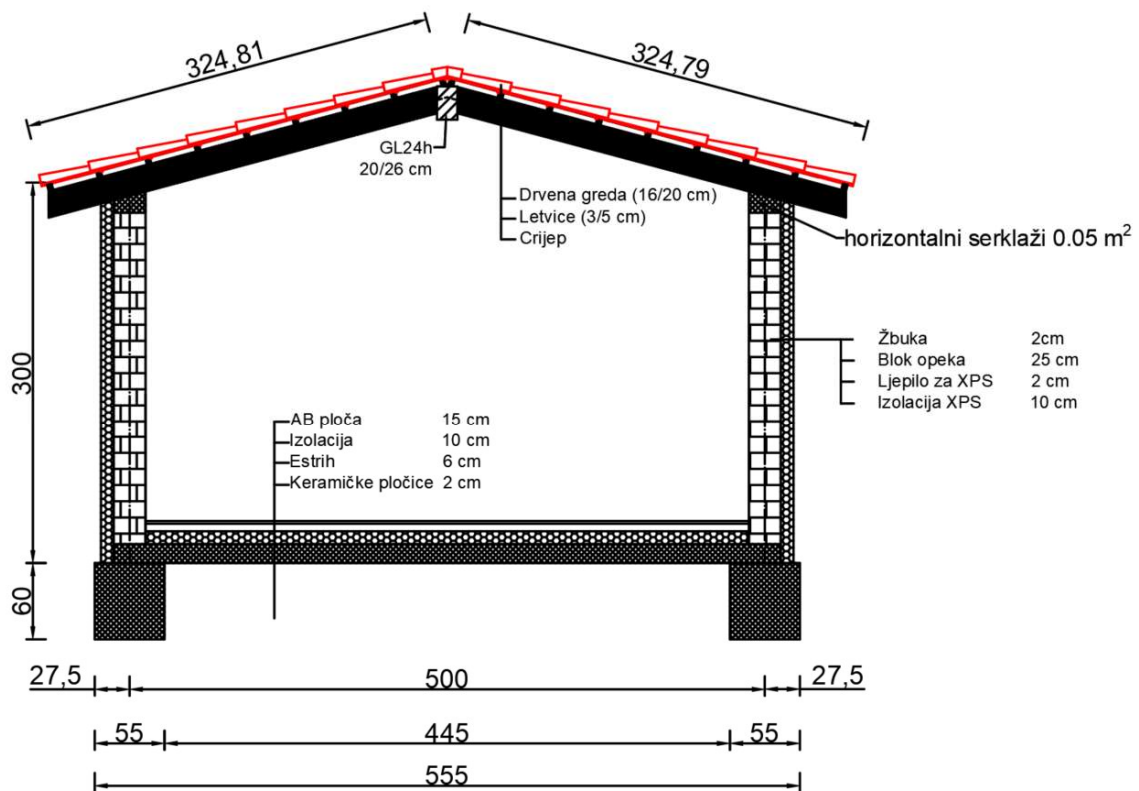
Slika 115: Tlocrt trakastih temelja kuće u klasičnoj izvedbi



Slika 116: Tlocrt prizemlja kuće u klasičnoj izvedbi



Slika 117: Presjek A-A kuće u klasičnoj izvedbi



Slika 118: Presjek B-B kuće u klasičnoj izvedbi

Tablica 65: Usporedba cijene koštanja temelja između kuće čelične i klasične izvedbe

TEMELJI	Materijal	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
ČELIČNA KONSTRUKCIJA					
temelji samci	beton C30/37	m ³	1,62	560,00 kn	907,20 kn
trakasti temelj	beton C30/37	m ³	0,90	560,00 kn	504,00 kn
					1.411,20 kn
KLASIČNA IZVEDBA					
trakasti temelji	beton C30/37	m ³	16,50	560,00 kn	9.240,00 kn

Tablica 66: Usporedba cijene koštanja izvedbe ploče između kuće čelične i klasične izvedbe

PLOČA	Materijal	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
ČELIČNA KONSTRUKCIJA					
AB ploča 15 cm	beton LC25/28	m ³	7,50	670,00 kn	5.025,00 kn
trapezni lim	lim	m ²	50	70,00 kn	3.500,00 kn
uzdužni međukatni nosači (HEA160)	S235	kg	493,8	15,00 kn	7.407,00 kn
poprečni međukatni nosači (HEA160)	S235	kg	543,8	15,00 kn	8.157,00 kn
					24.089,00 kn
KLASIČNA IZVEDBA					
AB ploča	beton C30/37	m ³	7,50	560,00 kn	4.200,00 kn

Tablica 67: Usporedba cijene koštanja izvedbe fasade i nosivog sustava između kuće čelične i klasične izvedbe

FASADA / NOSIVI SUSTAV	Materijal	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
ČELIČNA KONSTRUKCIJA					
nosači fasade (IPE80)	S235	kg	166,60	15,00 kn	2.499,00 kn
fasadni stupovi (IPE120)	S235	kg	606,20	15,00 kn	9.093,50 kn
stup pročelja (HEA100)	S235	kg	59,7	15,00 kn	895,50 kn
N-nosači	S235	kg	2253,6	15,00 kn	33.804,00 kn
sendvič PU 12 cm	PU + lim	m ²	72,00	450,00 kn	32.400,00 kn
					78.691,50 kn
KLASIČNA IZVEDBA					
blok opeka (25x37,5x23,8cm)	opeka	kom	806,00	8,50 kn	6.851,00 kn
izolacija XPS 10 cm	XPS	m ²	80,00	150,00 kn	12.000,00 kn
horiz. i vert. serklaži	beton C25/30	m ³	2,50	520,00 kn	1.300,00 kn
					20.151,00 kn

Tablica 68: Usporedba cijene koštanja izvedbe krova između kuće čelične i klasične izvedbe

KROV	Materijal	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
ČELIČNA KONSTRUKCIJA					
uzdužni krovni nosači (HEA160)	S235	kg	1231,00	15,00 kn	18.465,00 kn
poprečni krovni nosači (IPE120)	S235	kg	456,00	15,00 kn	6.840,00 kn
krovni nosač (HEA180)	S235	kg	212,70	15,00 kn	3.190,50 kn
sendvič PU 10 cm	PU + lim	m ²	70,00	390,00 kn	27.300,00 kn
					55.795,50 kn
KLASIČNA IZVEDBA					
drvene grede 16/20 cm	GL24h	m ³	0,85	8.125,00 kn	6.906,25 kn
drvena greda 20/26 cm	GL24h	m ²	0,58	8.125,00 kn	4.712,50 kn
drvene letvice 3/5 cm	C20	m'	202	5,00 kn	1.010,00 kn
crijep (10 kom/m ²)	opeka	kom	730	12,00 kn	8.760,00 kn
					21.388,75 kn

Tablica 69: Usporedba cijene koštanja kuće čelične i klasične izvedbe

	ČELIČNA IZVEDBA	KLASIČNA IZVEDBA
temelji	1.411,20 kn	9.240,00 kn
ploča	24.089,00 kn	4.200,00 kn
fasada	78.691,50 kn	20.151,00 kn
krov	55.795,50 kn	21.388,75 kn
ukupno	159.987,20 kn	54.979,75 kn

Čelična je konstrukcija skuplja od kuće u klasičnoj izvedbi za gotovo 3 puta. Najveća razlika u cijeni izražena je na fasadi i glavnom nosivom sustavu, gdje glavni *N*-nosači uvelike povećavaju ukupni iznos. Međutim, temeljenje glavnog nosivog sustava čelične konstrukcije je jeftinije čak 85% u usporedbi s klasičnom izvedbom kuće. U konačnici, jasno je da se ponajviše zbog cijene čelik rijetko primjenjuje u stambenoj gradnji. Za stambene zgrade koje su relativno malih raspona neisplativo je koristiti čelik pri gradnji. Pozornost valja obratiti i na održavanje čelične konstrukcije, zaštitu od požara i korozije koje dodatno poskupljuje konačnu cijenu.

9. ZAKLJUČAK

Cilj ovog diplomskog rada bio je izraditi građevinski projekt čelične konstrukcije prema idejnom arhitektonskom rješenju. Glavnina rada posvećena je oblikovanju i dimenzioniranju čelične konstrukcije tako da raspored i poprečni presjeci elemenata daju najpovoljnije konstrukcijsko rješenje. Stoga se glavni *N*-nosači se izvode od H-profila zbog manje visine hrpte za približno istu iskorištenost i stabilnost u odnosu na I-profil. Za međukatnu konstrukciju se odabire izvedba spregnute ploče nad roštiljnim sustavom s čeličnim I-profilima, dok se za fasadne nosače odabiru I-nosači zbog veće stabilnosti u odnosu na U-profile. Poprečni presjeci međukatnih nosača nisu maksimalno iskorišteni kako bi dali estetski naglasak na industrijski stil. Također, stup pročelja čija je iskorištenost malena, dodan je kako bi smanjio relativne pomake krovnog nosača.

Detaljnijom analizom i usporedbom utroška materijala pri izvedbi čelične stambene zgrade sa zgradom u klasičnoj izvedbi kombinacijom opeke i armiranog betona zaključuje se kako je konstrukcija izvedena od čelika do tri puta skuplja negoli kuća u klasičnoj izvedbi. U prilog izvedbi zidane omeđene konstrukcije ide i činjenica da zahtjeva minimalno održavanje i ulaganja.

Čelične konstrukcije stambene namjene se izvode rijetko, a u većini slučajeva odskaču od standardnih proporcija obiteljskih zgrada. Trend industrijskog uređenja interijera i eksterijera polako povećava uporabu čelika u arhitekturi koji se nekad smatrao neuglednim pa se skrivao od pogleda. Naravno da se pažnje usmjereno ka radioničkim nacrtima, koji su ključni za izvedbu čeličnih konstrukcija. Stoga je vrijeme građenja ovakve čelične konstrukcije uvelike smanjeno. Posebnu pažnju treba svakako posvetiti i zaštiti od požara pošto glavna konstrukcija nije skrivena i izravno je izložena vanjskim utjecajima.

10. LITERATURA

- [1] Katalog proizvoda *Kingspan izolacijski paneli* <https://www.kingspan.com/hr/hr-hr/grupe-proizvoda/1-izolacijski-paneli-za-krovove-i-zidove/quadcore-krovni-i-zidni-paneli/quadcore-rw-trapezna-profilacija>
- [2] Katalog proizvoda IZOFORMA paneli 2014.
- [3] Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije* – Dio 1-3: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom – Nacionalni dodatak (HRN EN 1991-1-3:2012/NA)
- [4] Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije* – Dio 1-3: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom (EN 1991-1-3(2003))
- [5] Dlubal RFEM - Structural FEM Analysis and Design Software, Free Software for Students, <https://www.dlubal.com/en/education/students/free-structural-analysis-software-for-students>
- [6] Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije* – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanja vjetra (EN 1991-1-4:2005)
- [7]] Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije* – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanja vjetra – Nacionalni dodatak (nHRN EN 1991-1-4:2012/NA)
- [8] https://construction.arcelormittal.com/myspace/medias/sys_master/amc-media/amc-media/hd9/hae/8987178237982/Floors-guide.pdf
- [9] Victor Silva Zavala *Privatni album*
- [10] Autodesk Advance steel
- [11] Eurokod 3: *Projektiranje čeličnih konstrukcija* – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade
- [12] Eurokod 4: *Projektiranje spregnutih konstrukcija od čelika i betona* – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1994-1-1:2004)
- [13] Eurokod 2: *Projektiranje betonskih konstrukcija* – Dio 4: Proračun priključaka za uporabu u betonu (EN 1992-4:2018)
- [14] Eurokod 3: *Projektiranje čeličnih konstrukcija* -- Dio 1-8: Projektiranje priključaka (EN 1993-1-8:2005+AC:2005)
- [15] Eurokod 3: *Projektiranje čeličnih konstrukcija* -- Dio 1-5: Pločasti konstrukcijski elementi (EN 1993-1-5:2006)
- [16] IDEA StatiCa <https://www.ideastatica.com/educational-license>

Kroz cijeli rad korištena je sljedeća literatura:

- Skejić, Davor; Džeba, Ivica. 2015. *Čelične konstrukcije*, priručnik. Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet. Zagreb.
- Androić, Boris; Dujmović, Darko; Džeba, Ivica. 2009. *Čelične konstrukcije 1. IA PROJEKTIRANJE*. Zagreb.
- Androić, Boris; Dujmović, Darko; Džeba, Ivica. 2007. *Čelične konstrukcije 2, numerički primjeri prema EC3. IA PROJEKTIRANJE*. Zagreb.
- Dujmović, Darko; Androić, Boris; Džeba, Ivica. 2004. *Modeliranje konstrukcija prema Eurocode 3. IA PROJEKTIRANJE*. Zagreb.

11. ISKAZ MATERIJALA

11.1. Iskaz elemenata

OZNAKA	PROFIL	KVALITETA ČELIKA	DULJINA [mm]	KOLIČINA	TEŽINA PO METRU [kg/m]	TEŽINA ELEMENTA [kg]	UKUPNA TEŽINA [kg]	opis / pozicija
G1	HEA180	S235	6000	1	35,5	212,7	212,7	krovni poprečni nosač
G2	HEA160	S235	8100	3	30,4	246,2	738,6	krovni uzdužni nosači (unutarnji)
G3	HEA160	S235	8100	2	30,4	246,2	492,4	krovni uzdužni nosači (rubni)
G4	IPE120	S235	1274	16	10,4	13,2	211,2	podrožnice (rubne)
G5	IPE120	S235	1474	16	10,4	15,3	244,8	podrožnice (unutarnje)
S1	IPE120	S235	2965	4	10,4	30,8	123,2	stupovi (stražnji)
S2	IPE120	S235	3041	2	10,4	31,6	63,2	stupovi (rubni)
S3	IPE120	S235	3129	2	10,4	32,5	65	stupovi (rubni)
S4	IPE120	S235	3216	2	10,4	33,5	67	stupovi (rubni)
S5	IPE120	S235	3303	2	10,4	34,4	68,8	stupovi (rubni)
S6	IPE120	S235	3391	2	10,4	36,2	72,4	stupovi (rubni)
S7	IPE120	S235	3478	2	10,4	36,2	72,4	stupovi (rubni)
S8	IPE120	S235	3566	2	10,4	37,1	74,2	stupovi (rubni)
G6	HEA160	S235	2452	2	30,4	74,6	149,2	uzdužni međukatni nosači
G7	HEA160	S235	4052	2	30,4	123,2	246,4	uzdužni međukatni nosači
G8	HEA160	S235	1616	2	30,4	49,1	98,2	uzdužni međukatni nosači
G9	HEA160	S235	5962	3	30,4	181,3	543,9	poprečni međukatni nosači
S9	HEA100	S235	3575	1	16,7	59,7	59,7	stup fasada
G10	HEA240	S235	8038	2	60,3	484,7	969,4	N-nosači
G11	HEA240	S235	3978	2	60,3	239,9	479,8	N-nosači
G12	HEA240	S235	6671	2	60,3	402,2	804,4	N-nosači
G13	IPE80	S235	976	20	6	5,9	118	nosači fasade
G14	IPE80	S235	1276	4	6	7,7	30,8	nosači fasade
G15	IPE80	S235	1476	2	6	8,9	17,8	nosači fasade

ukupno 6,02 t

11.2. Iskaz spojnih profila

OZNAKA	PROFIL	KVALITETA ČELIKA	DULJINA [mm]	KOLIČINA	TEŽINA PO METRU [kg/m]	TEŽINA ELEMENTA [kg]	UKUPNA TEŽINA [kg]	opis / pozicija
L1	L70x6	S235	122	4	6,4	0,8	3,2	krovni nosač
L2	L70x6	S235	90	10	6,4	0,6	6,0	krovni uzdužni nosači
L3	L70x6	S235	80	128	6,4	0,5	64,0	krovni poprečni nosači (podrožnice)
L4	L60x5	S235	60	192	4,6	0,3	57,6	stupovi - nosači fasade
L5	L90x60x8	S235	106	20	9	0,9	18,0	uzdužni međukatni - N-nosač
L6	L130x65x8	S235	106	12	11,9	1,3	15,6	poprečni međukatni - N-nosač
L7	L70X6	S235	75	2	6,4	0,5	1,0	stup - fasada

ukupno 0,17 t

11.3. Iskaz pločica (limova)

OZNAKA	VELIČINA	KVALITETA ČELIKA	DULJINA [mm]	ŠIRINA [mm]	DEBLJINA [mm]	KOLIČINA	TEŽINA PLOČICE [kg]	UKUPNA TEŽINA [kg]	opis / pozicija
U1	80x8	S235	152	80	8	10	0,7	7	krovni nosač - ukruta
U2	70x8	S235	134	70	8	10	0,6	6	krovni uzdužni nosači - ukruta
P1	6x90x134,5°	S235	90	70	6	14	0,6	8,4	krovni uzdužni / pod kutem (bočni stupovi)
P2	6x90x133,5°	S235	90	70	6	14	0,6	8,4	krovni uzdužni / pod kutem (bočni stupovi)
P3	160X10	S235	144	160	10	19	1,8	34,2	stupovi, temeljna ploča
P4	20X312	S235	320	312	20	2	15,7	31,4	uzdužni međukatni - potporni zid
P5	20X500	S235	500	500	20	4	39,3	157,2	N-nosači - temeljna ploča
U3	110x12	S235	231	110	12	8	2,3	18,4	N-nosači - ukruta

ukupno 0,27 t

11.4. Iskaz vijaka i ankera

OZNAKA	VRSTA VIJKA	KVALITETA VIJKA	DULJINA [mm]	KOLIČINA	TEŽINA VIJKA [kg]	UKUPNA TEŽINA [kg]	opis / pozicija
V1	M16	5.8.	40	4	0,1	0,4	krovni nosač
V2	M12	5.8.	30	10	0,1	1	uzdužni krovni - stražnji stupovi
V3	M12	5.8.	35	288	0,1	28,8	uzdužni krovni - podrožnice
V4	M20	5.8.	45	20	0,2	4	uzdužni krovni - krovni nosač
A1	M12	8.8.	130	76	0,0	1,5	stupovi - ankeri
V5	M16	5.8.	45	20	0,2	3	uzdužni međukatni - N-nosači
A2	M16	8.8.	150	4	0,2	0,6	N-nosači - ukruta
V6	M12	5.8.	40	24	0,2	3,6	poprečni međukatni nosači - N-nosač
V7	M12	5.8.	35	2	0,2	0,3	stup fasada
A3	M20	8.8.	300	16	1,3	20,8	N-nosači - temeljna ploča
V8	M12	5.8.	30	212	0,15	31,8	nosači fasade

ukupno 0,10 t

12. PRILOZI

Prilog 1: Prikaz 3D konstrukcije – pogled sa sjeverozapada

Prilog 2: Prikaz 3D konstrukcije – pogled sa jugoistoka

Prilog 3: Dispozicija čelične konstrukcije

Prilog 4: Horizontalni presjek A – A na visini $h = 0.0$ m

Prilog 5: Horizontalni presjek B – B na visini $h = 2.8$ m

Prilog 6: Krovni presjek

Prilog 7: Poprečni presjek 01 – 01

Prilog 8: Poprečni presjek 02 – 02 i 03 – 03

Prilog 9: Poprečni presjek 04 – 04

Prilog 10: Krovni poprečni nosač G1 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 11: Krovni unutarnji uzdužni nosač G2 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 12: Krovni rubni uzdužni nosač G3 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 13: Krovni rubni uzdužni nosač G3 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 14: Poprečni krovni nosači (podrožnice) G4, G5 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 15: Stupovi nosači fasade (stražnji – istočni) S1 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 16: Bočni rubni stupovi S2 (južni i sjeverni) s iskazom materijala u spojevima

Prilog 17: Bočni rubni stupovi S3 (južni i sjeverni) s iskazom materijala u spojevima

Prilog 18: Bočni rubni stupovi S4 (južni i sjeverni) s iskazom materijala u spojevima

Prilog 19: Bočni rubni stupovi S5 (južni i sjeverni) s iskazom materijala u spojevima

Prilog 20: Bočni rubni stupovi S6 (južni i sjeverni) s iskazom materijala u spojevima

Prilog 21: Bočni rubni stupovi S7 (južni i sjeverni) s iskazom materijala u spojevima

Prilog 22: Bočni rubni stupovi S8 (južni i sjeverni) s iskazom materijala u spojevima

Prilog 23: Uzdužni međukatni nosači G6 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 24: Uzdužni međukatni nosači G6 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 25: Uzdužni međukatni nosači G7 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 26: Uzdužni međukatni nosači G8 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 27: Poprečni međukatni nosači G9 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 28: Stup S9 s iskazom materijala u spojevima

Prilog 29: *N*-nosači G10, G11, G12

Prilog 30: Iskaz materijala u spojevima *N*-nosači G10, G11, G12

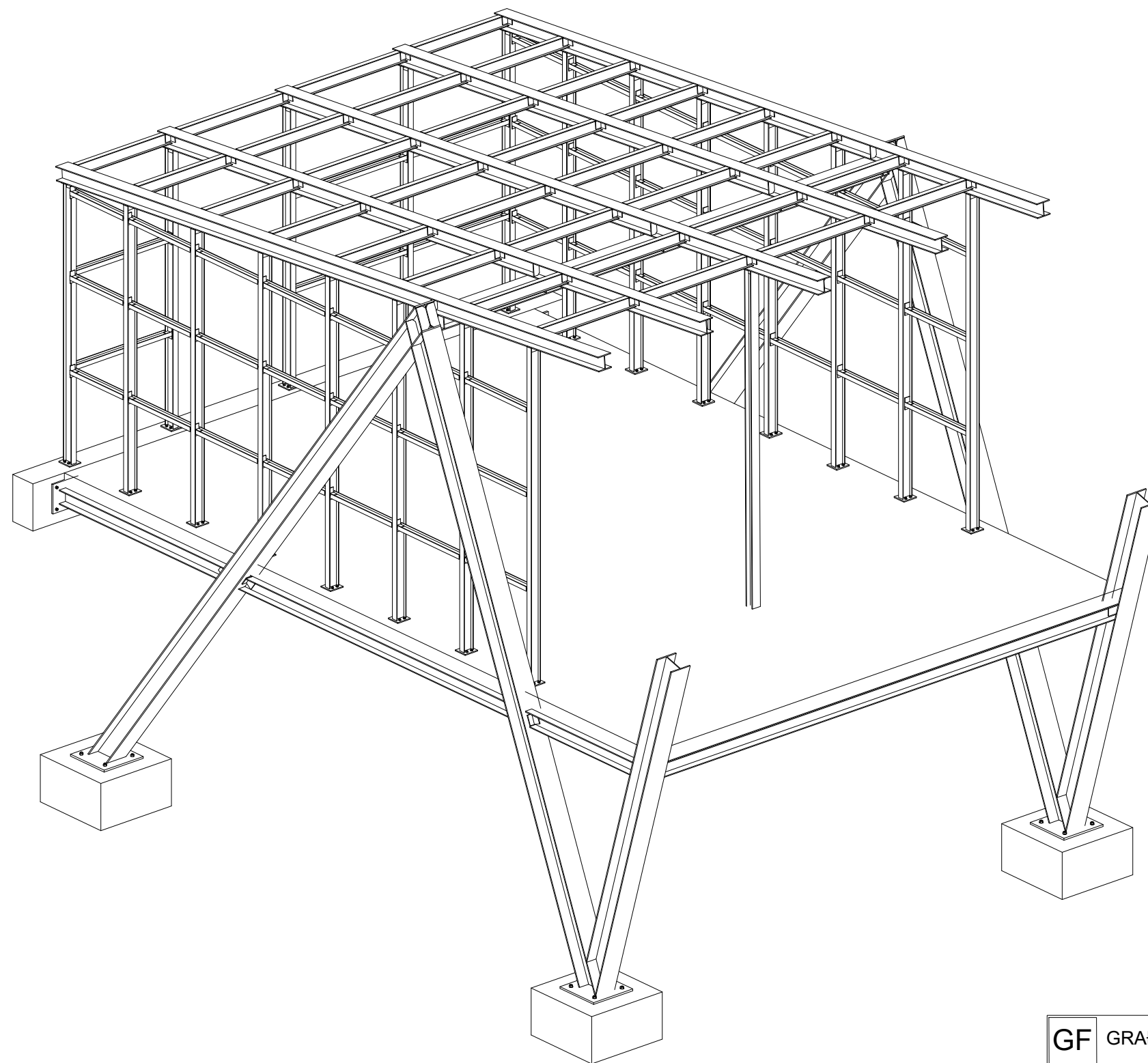
Prilog 31: *N*-nosači – detalj spojeva

Prilog 32: *N*-nosači - presjeci

Prilog 33: Nosači fasade G13, G14, G15 s iskazom materijala u spojevima

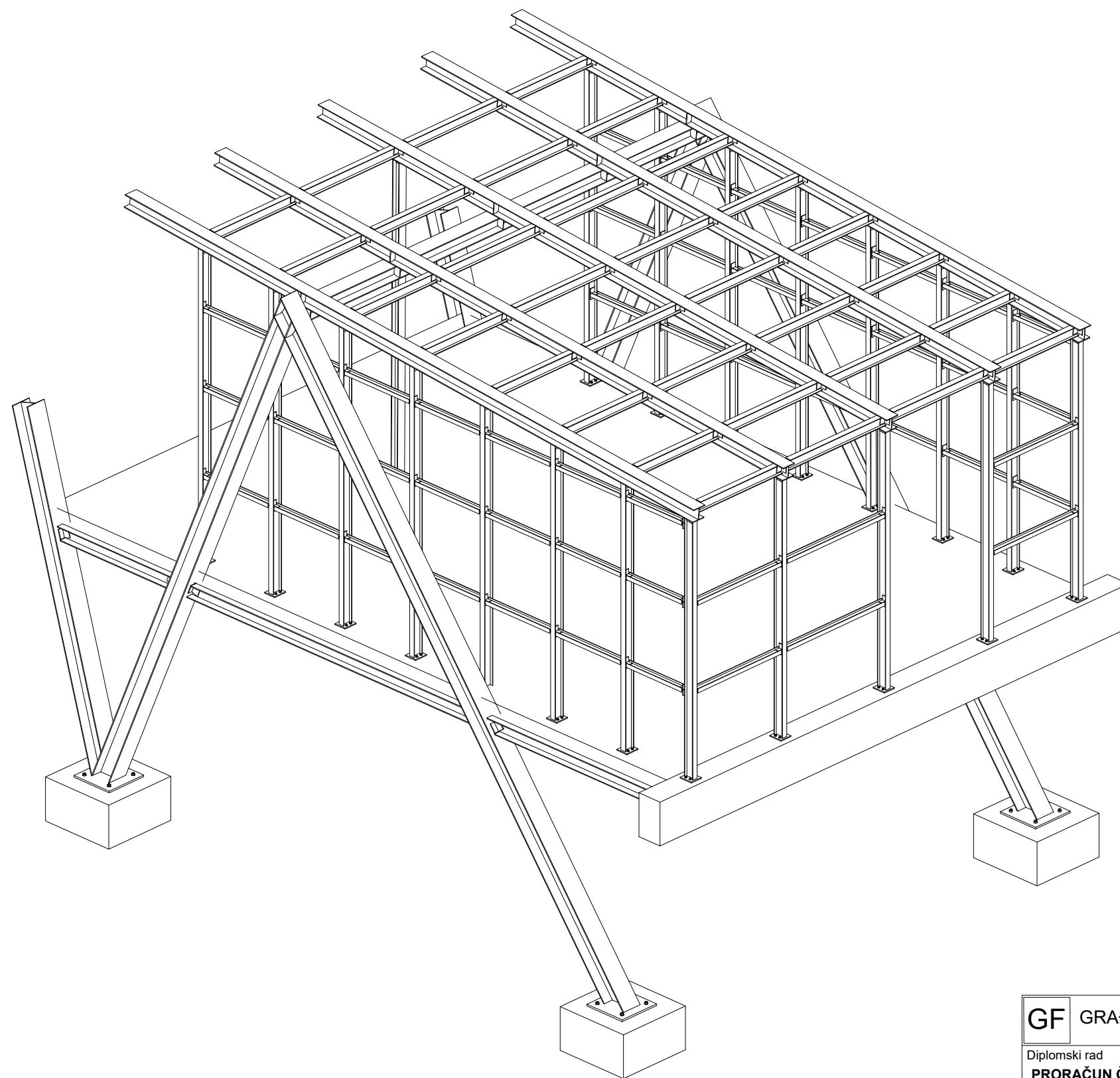
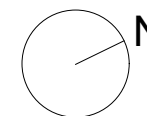
Prilog 34: Nosači fasade G13, G14, G15 s iskazom materijala u spojevima

Prikaz modela - sjeverozapad



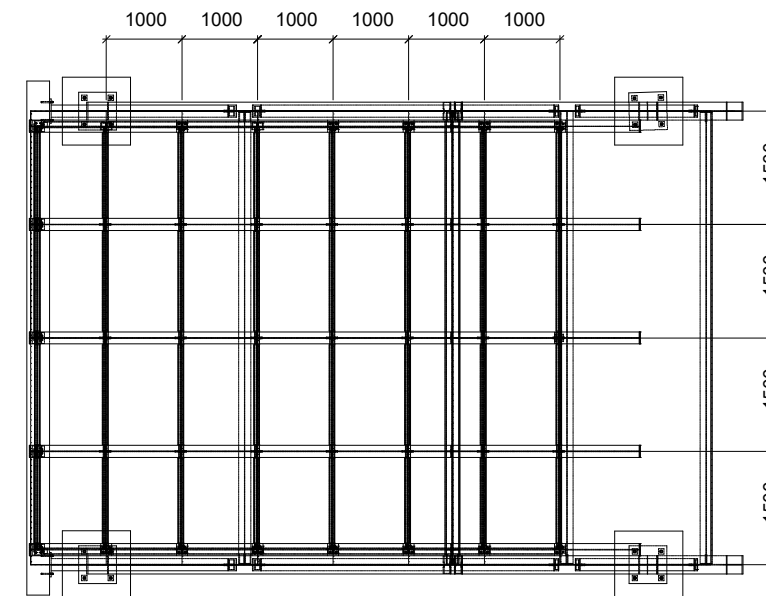
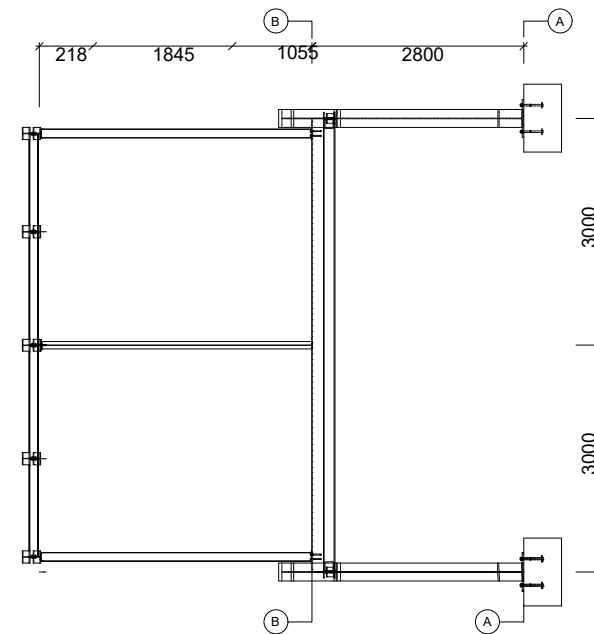
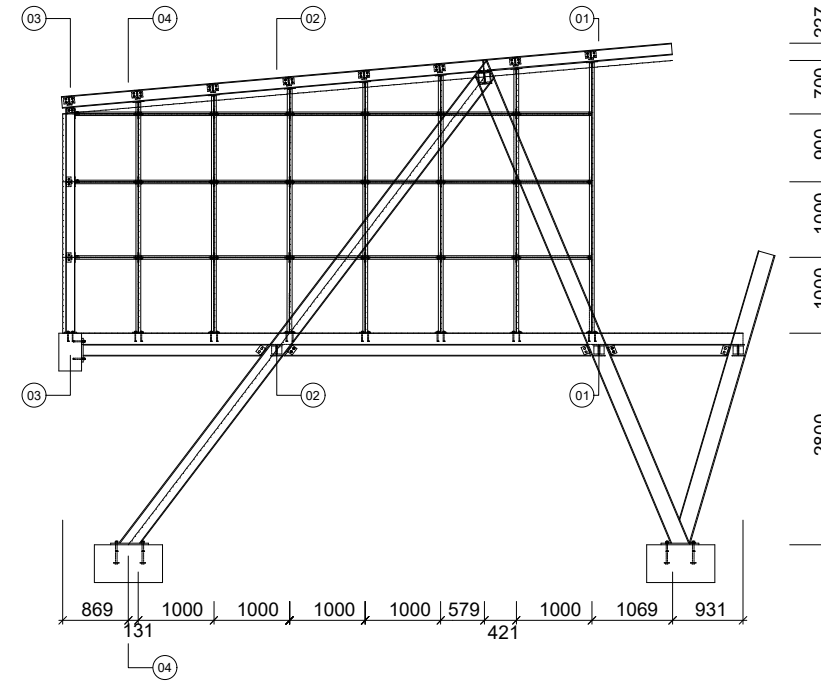
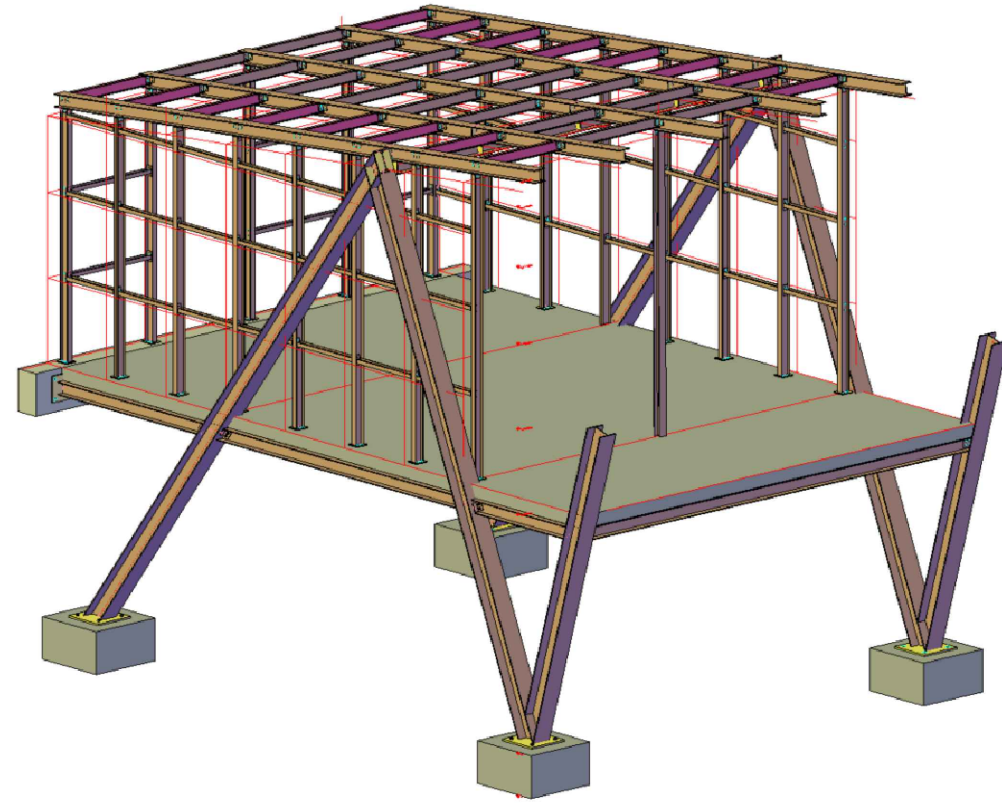
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: PRIKAZ 3D KONSTRUKCIJE - POGLED SA SJEVEROZAPADA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: /	List: 1

Prikaz modela - jugoistok



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacрта: PRIKAZ 3D KONSTRUKCIJE - POGLED S JUGOISTOKA
Student: Natali Lanča	Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: /
	List: 2	

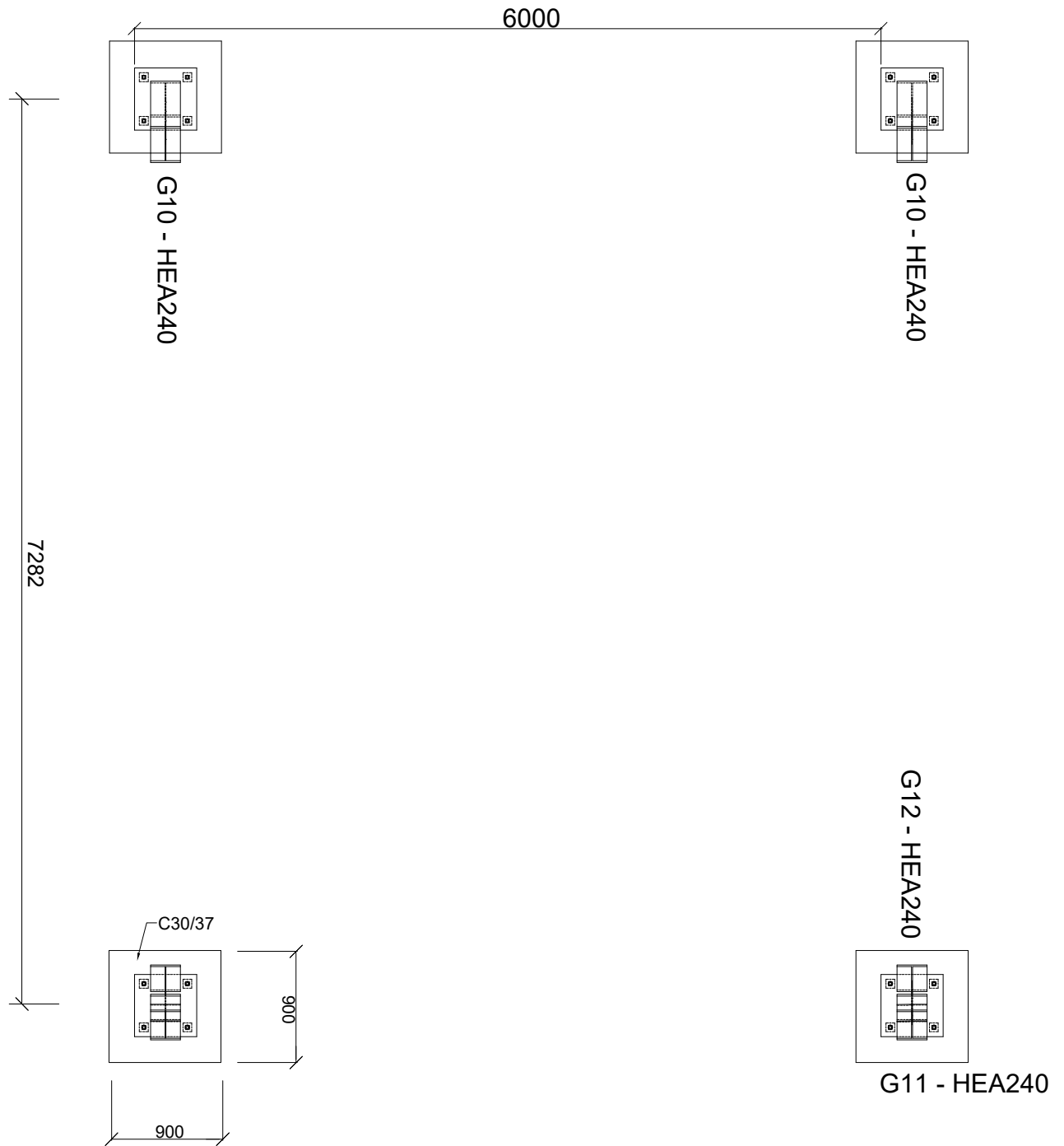
DISPOZICIJA ČELIČNE KONSTRUKCIJE MJ 1:100



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: DISPOZICIJA ČELIČNE KONSTRUKCIJE
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:100
		List: 3

HORIZONTALNI PRESJEK A - A

MJ 1:50



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacрта:
HORIZONTALNI PRESJEK A-A

Student:
Natali Lanča

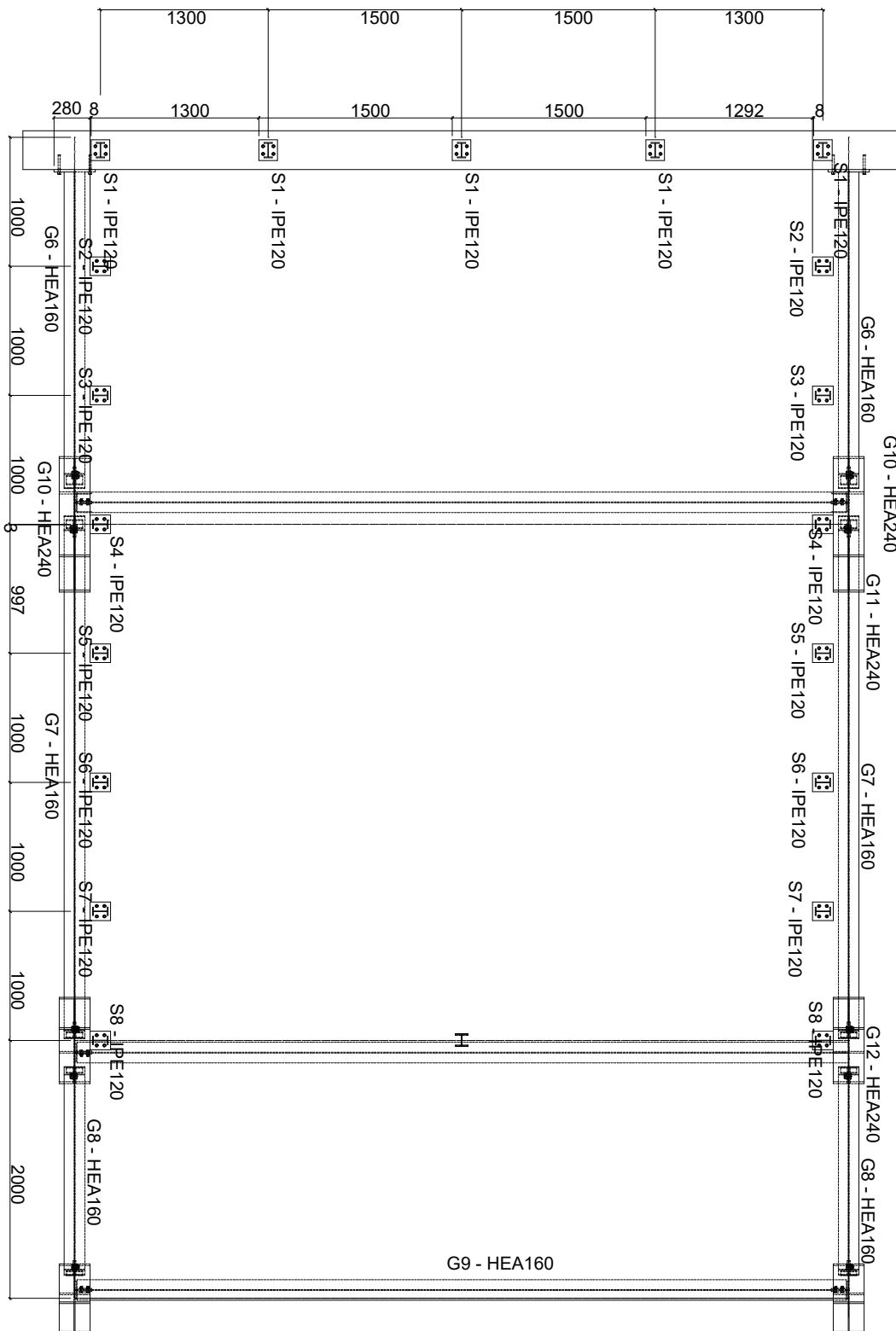
Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

Datum: **VII 2021.** Mjerilo: **1:50** List: **4**

HORIZONTALNI PRESJEK B - B

MJ 1:50



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacрта:
HORIZONTALNI PRESJEK B-B

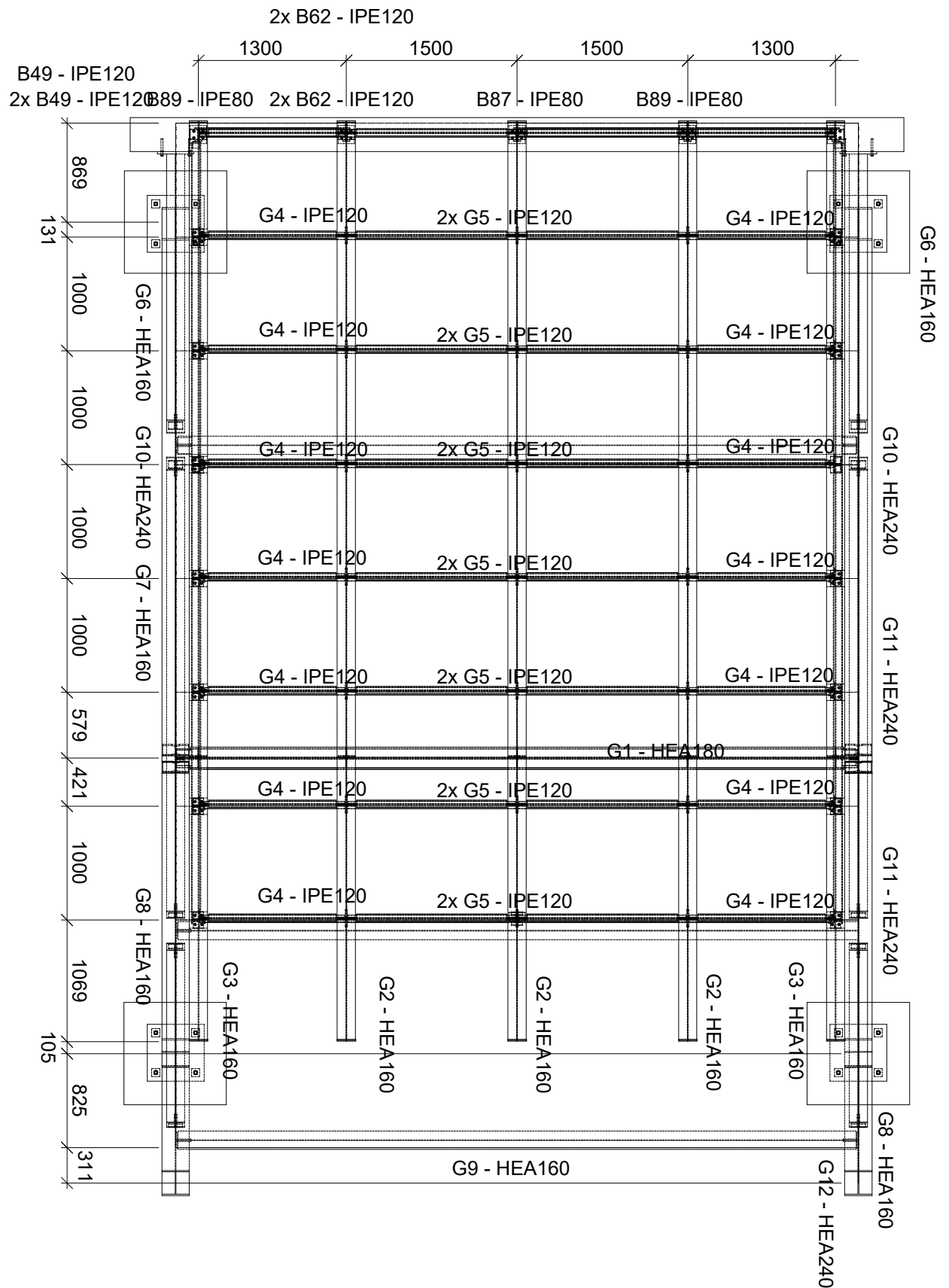
Student:
Natali Lanča

Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

Datum: **VII 2021.**
Mjerilo: **1:50**
List: **5**

KROVNI PRESJEK MJ 1:50



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
 KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
 USPOREDBA S VIKENDICOM
 KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacрта:
KROVNI PRESJEK

Student:
Natali Lanča

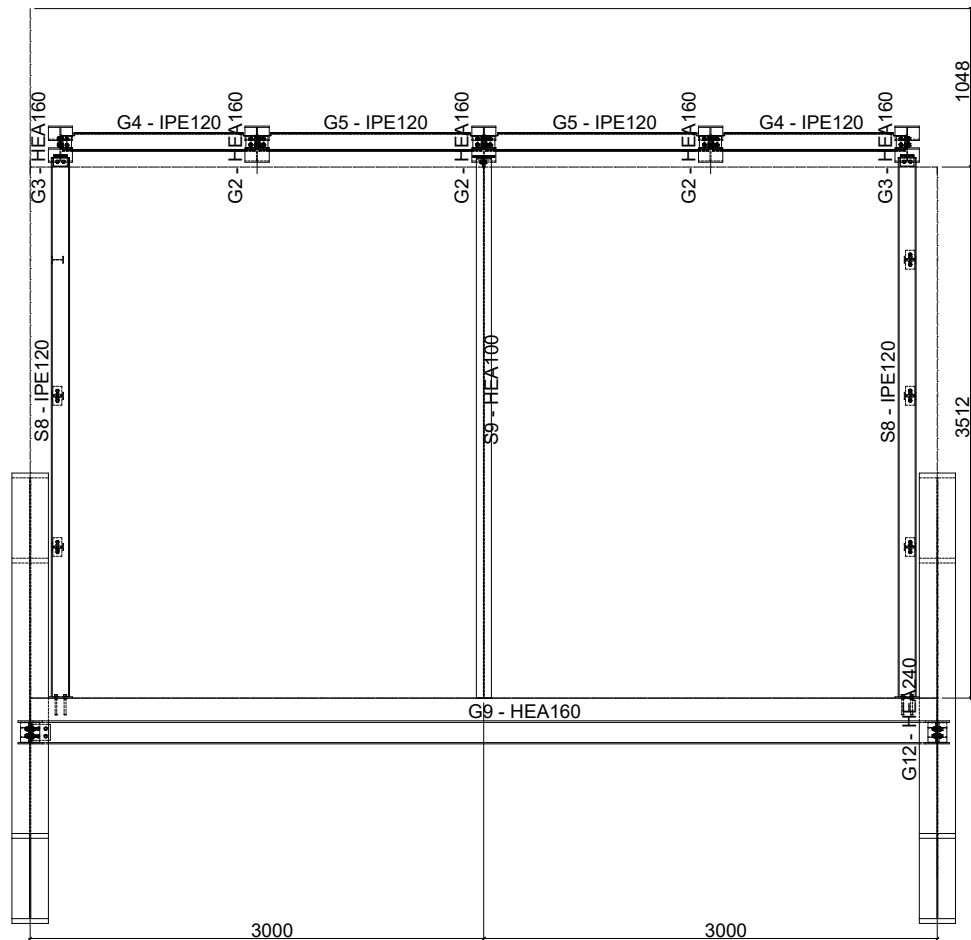
Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
 doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

Datum: **VII 2021.** Mjerilo: **1:50** List: **6**

POPREČNI PRESJEK 01 - 01

MJ 1:50



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacрта:
POPREČNI PRESJEK 01-01

Student:
Natali Lanča

Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

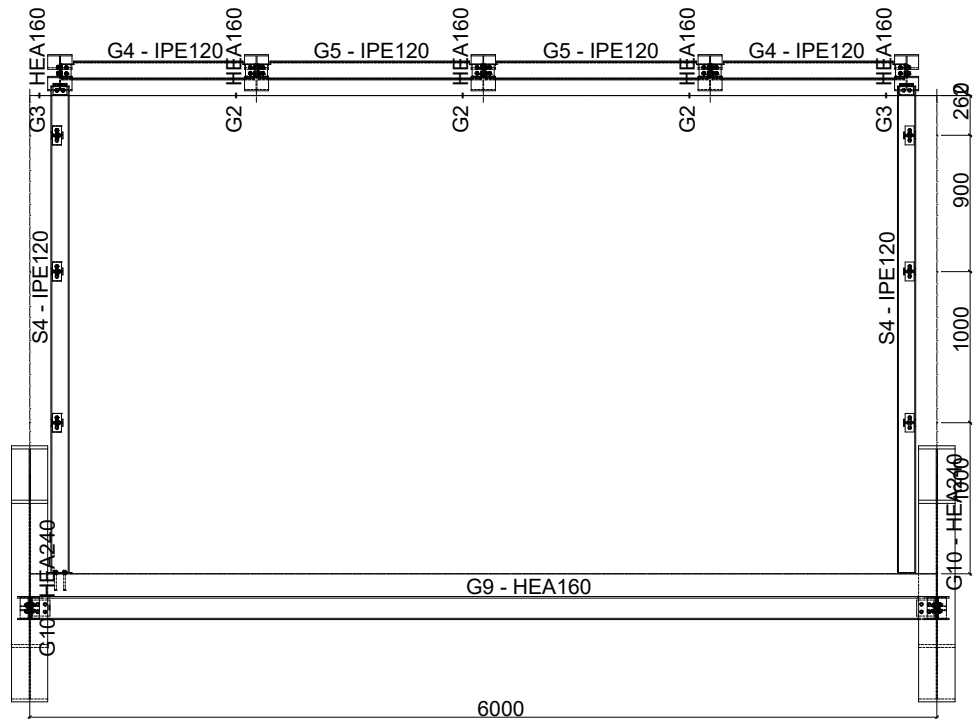
Datum:
VII 2021.

Mjerilo:
1:50

List:
7

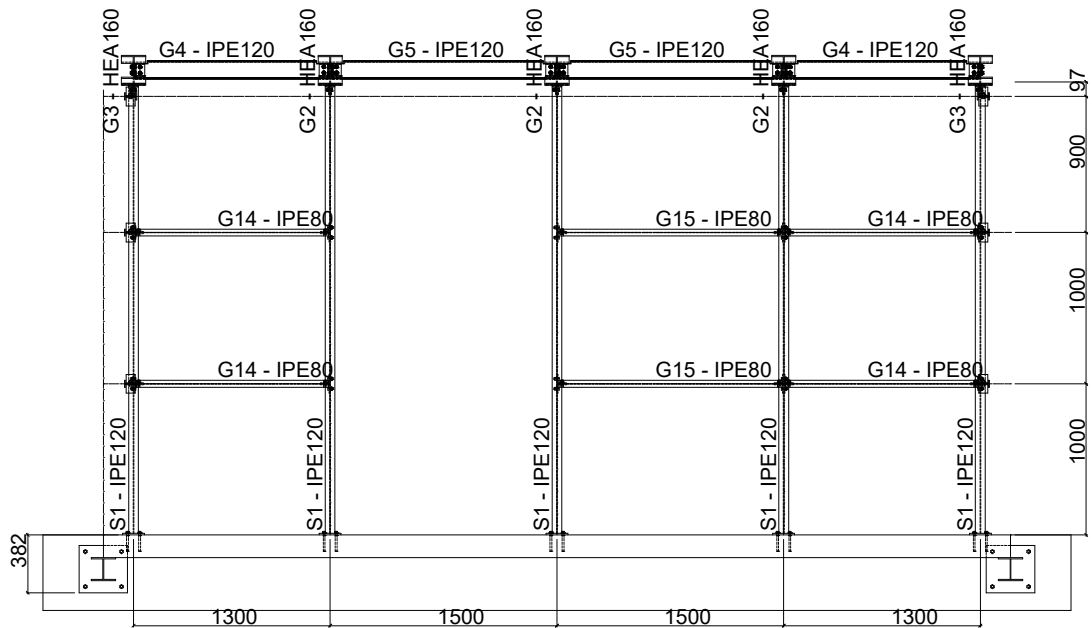
POPREČNI PRESJEK 02 - 02

MJ 1:50



POPREČNI PRESJEK 03 - 03

MJ 1:50



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacрта:
POPREČNI PRESJECI 02-02 I 03-03

Student:
Natali Lanča

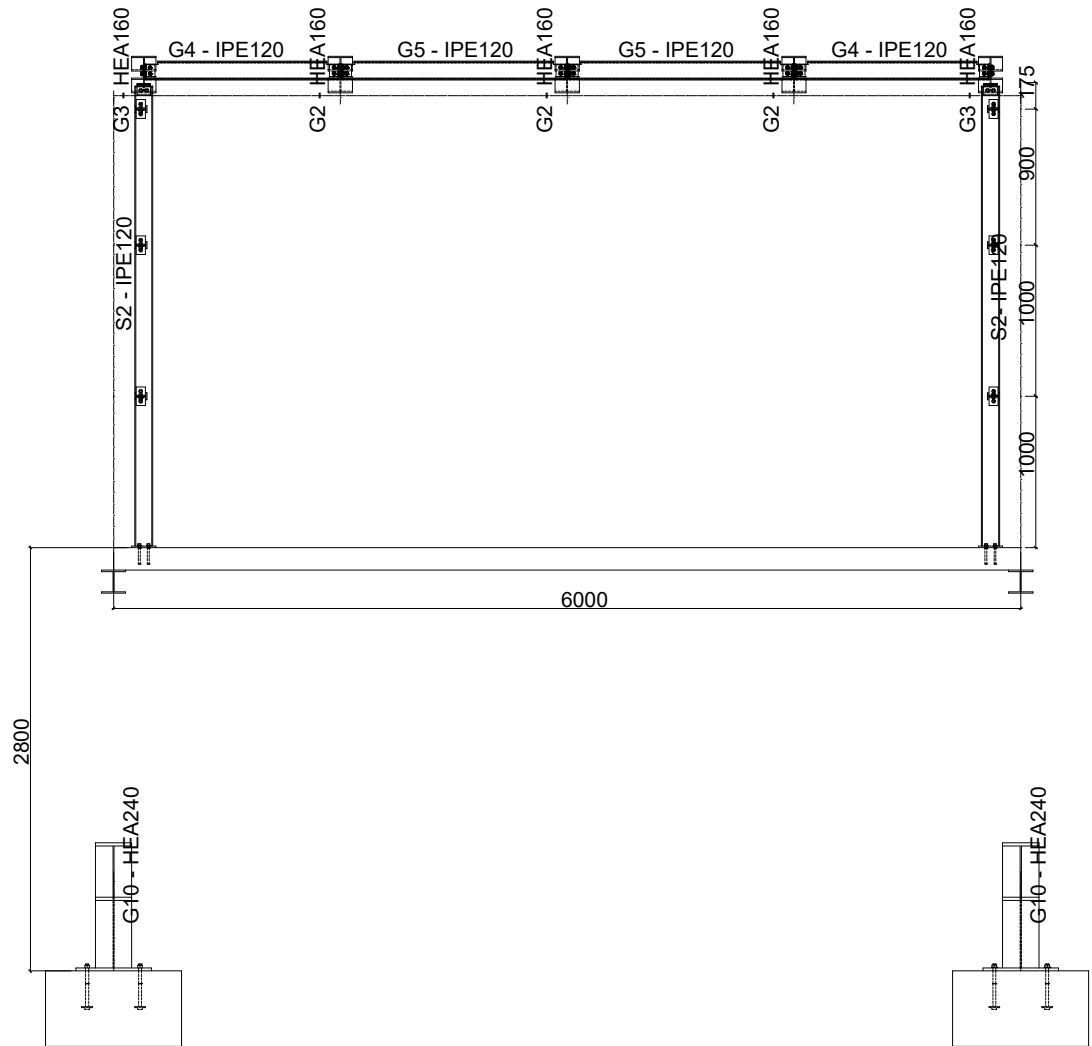
Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

Datum: **VII 2021.**
Mjerilo: **1:50**
List: **8**

POPREČNI PRESJEK 04 - 04

MJ 1:50



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacрта:
POPREČNI PRESJEK 04-04

Student:
Natali Lanča

Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

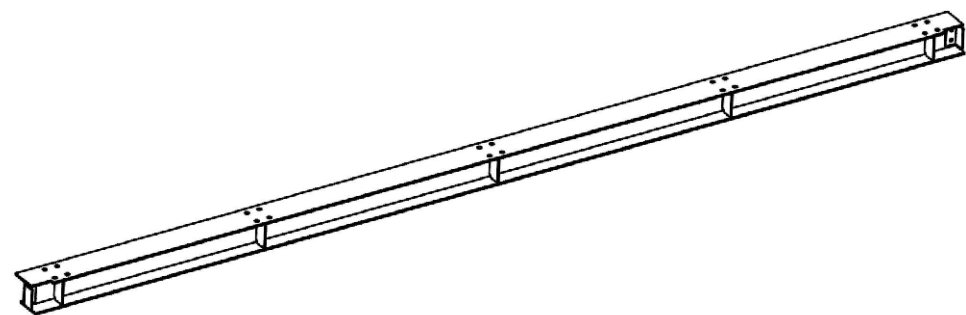
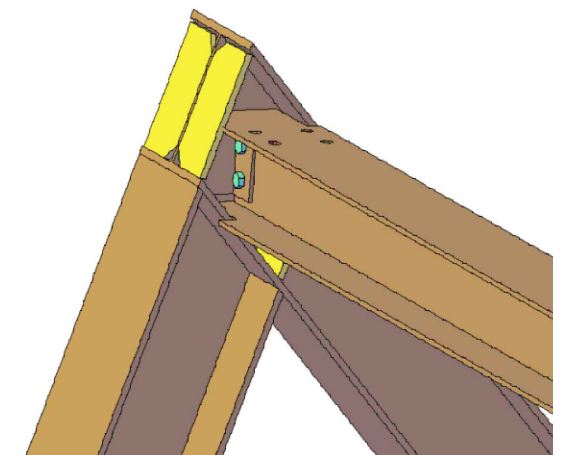
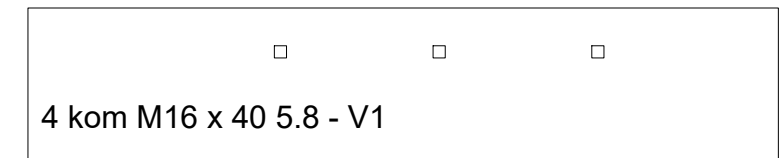
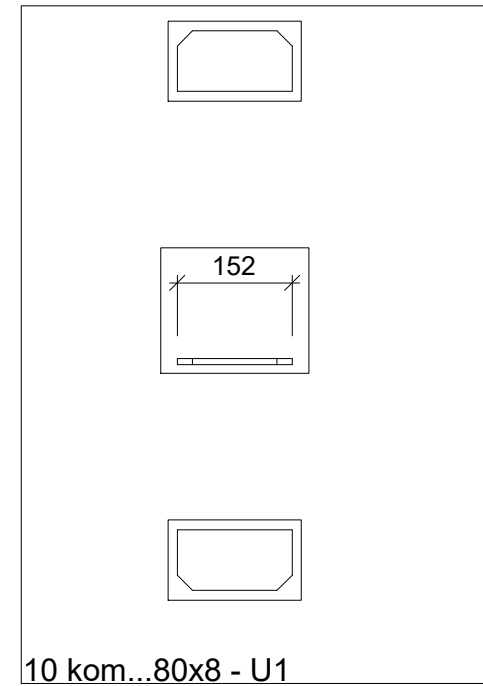
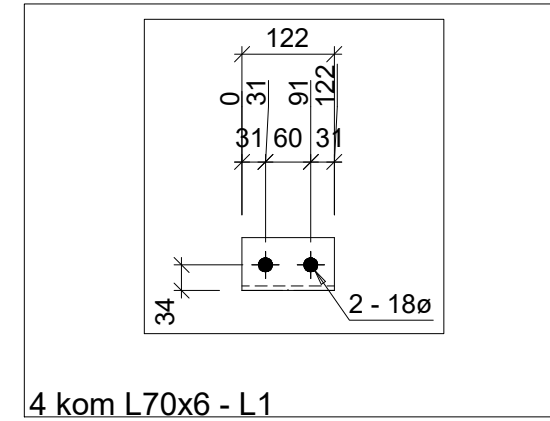
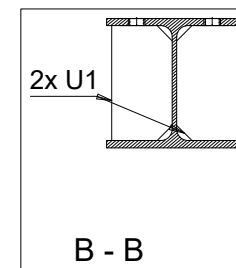
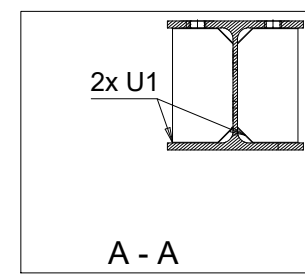
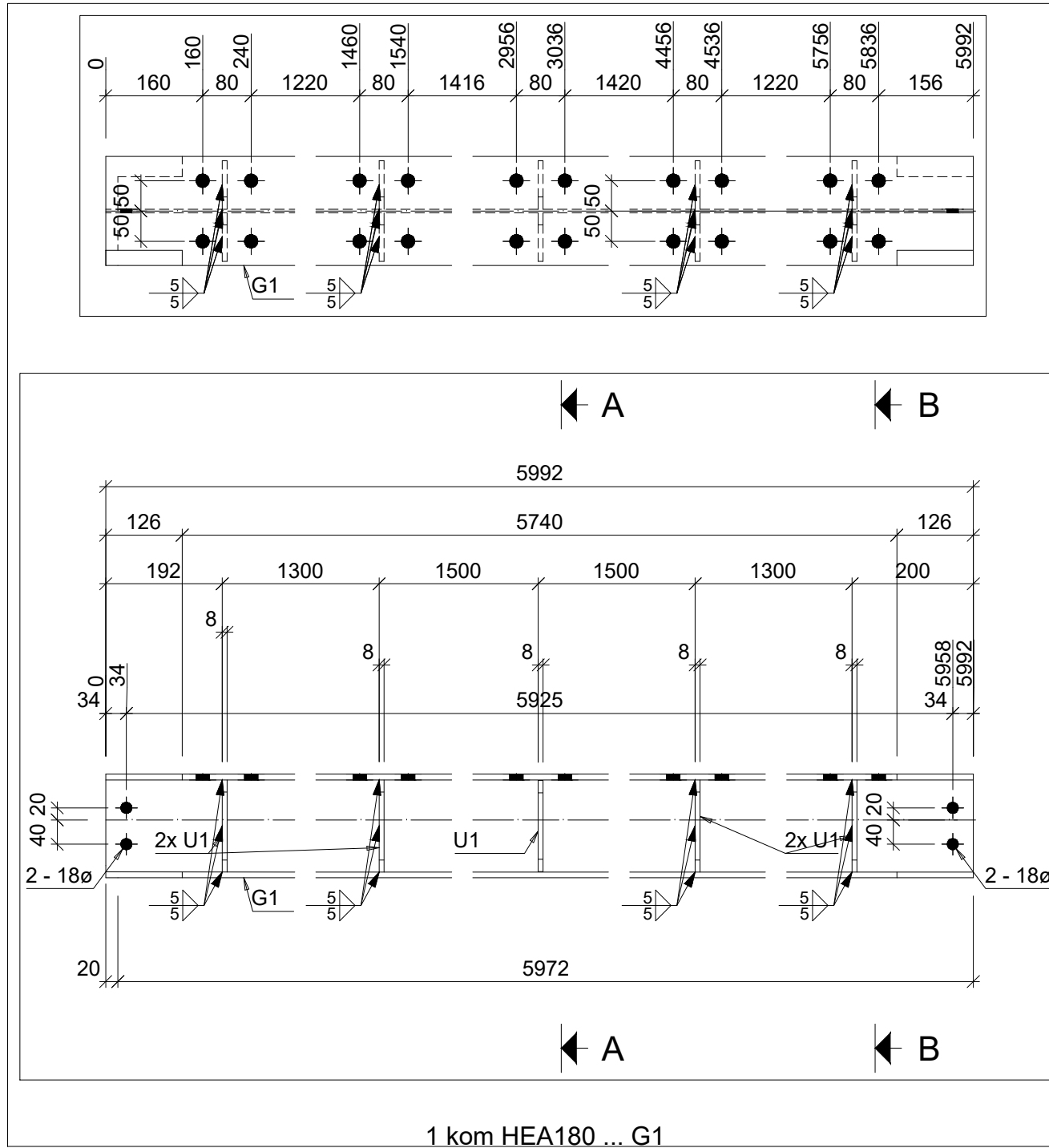
Datum:
VII 2021.

Mjerilo:
1:50

List:
9

KROVNI POPREČNI NOSAČ G1 (HEA180)

MJ 1:10



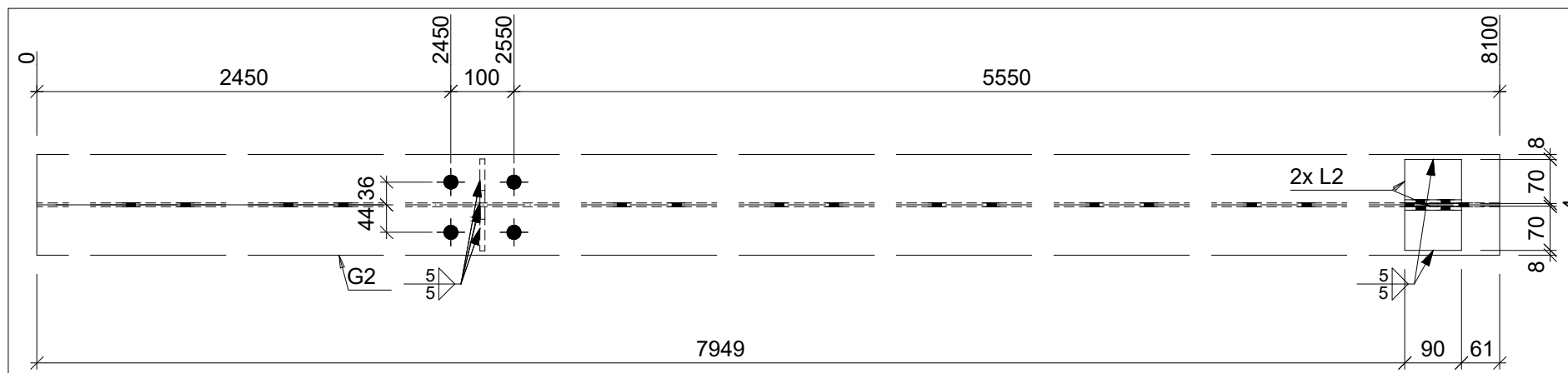
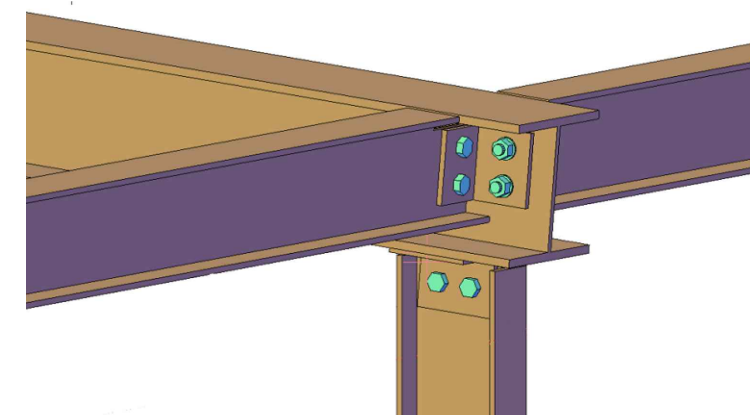
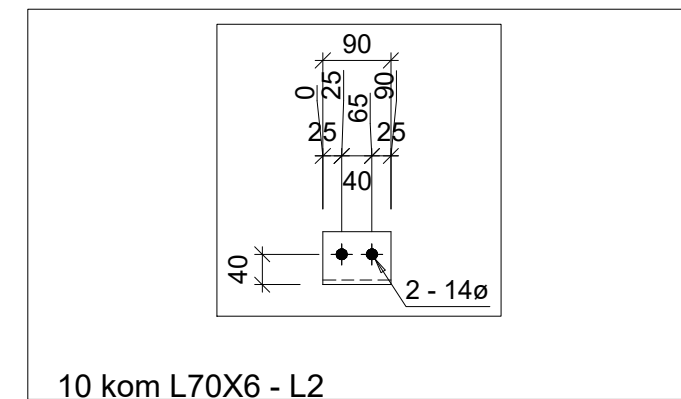
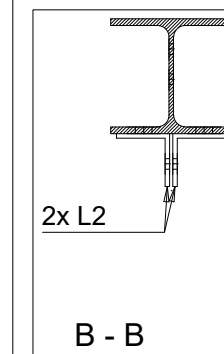
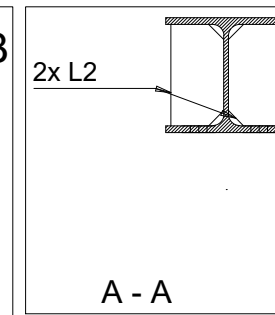
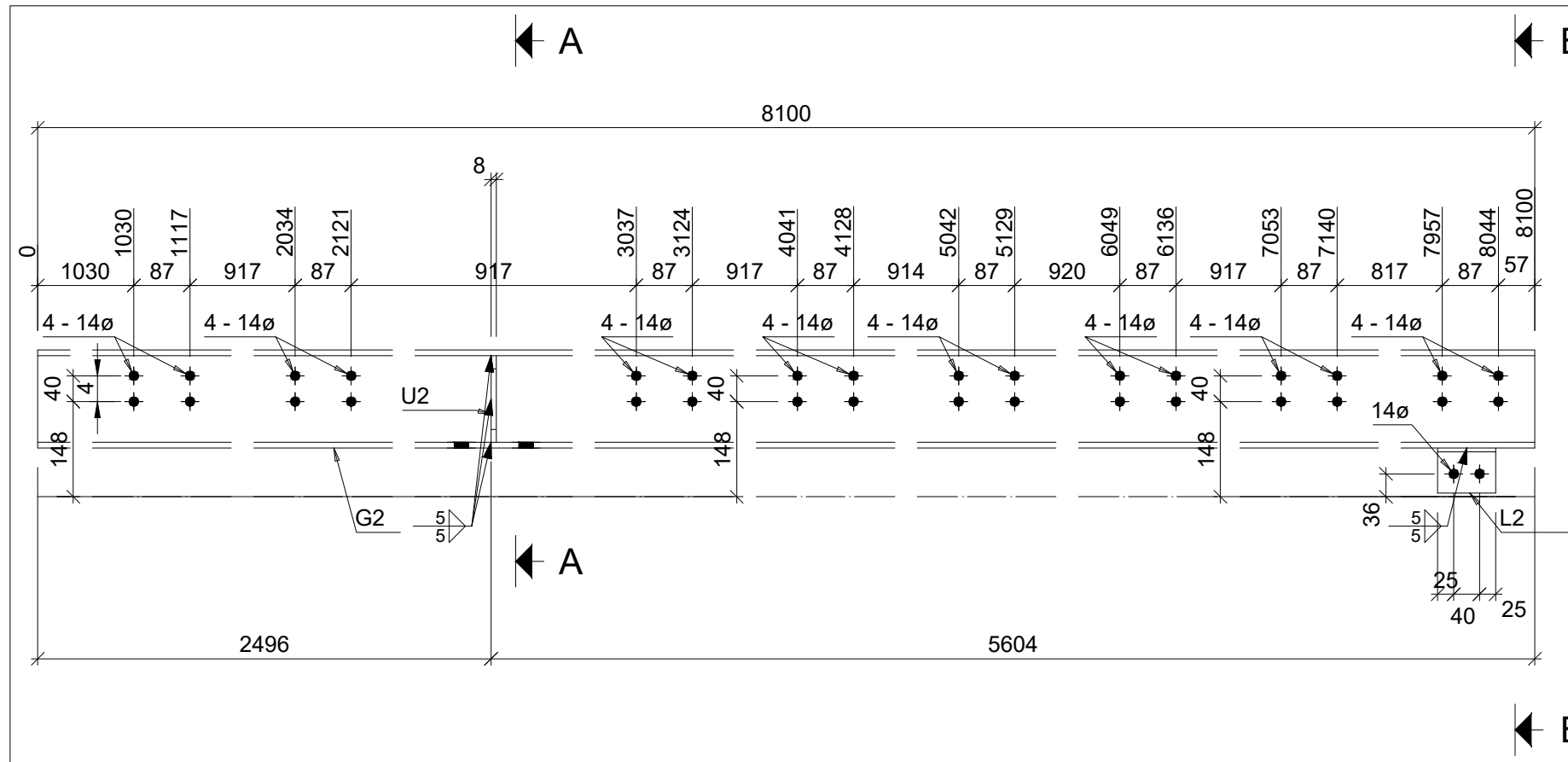
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: KROVNI POPREČNI NOSAČ G1 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10	List: 10

KROVNI UZDUŽNI NOSAČI - UNUTARNJI G2 (HEA160)

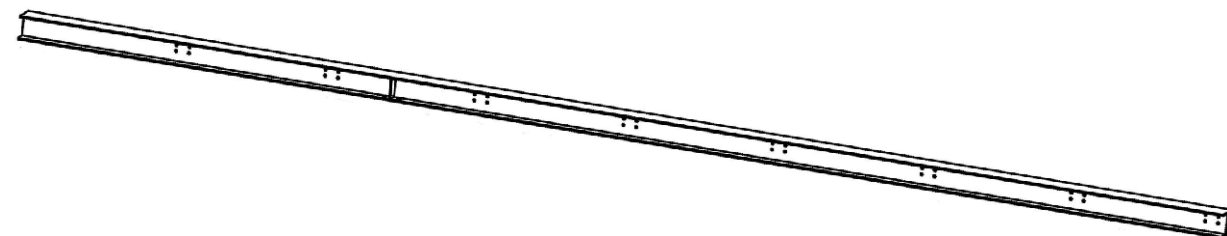
MJ 1:10

10 kom M12 x 30 5.8. - V2

10 kom 70X8 - U2

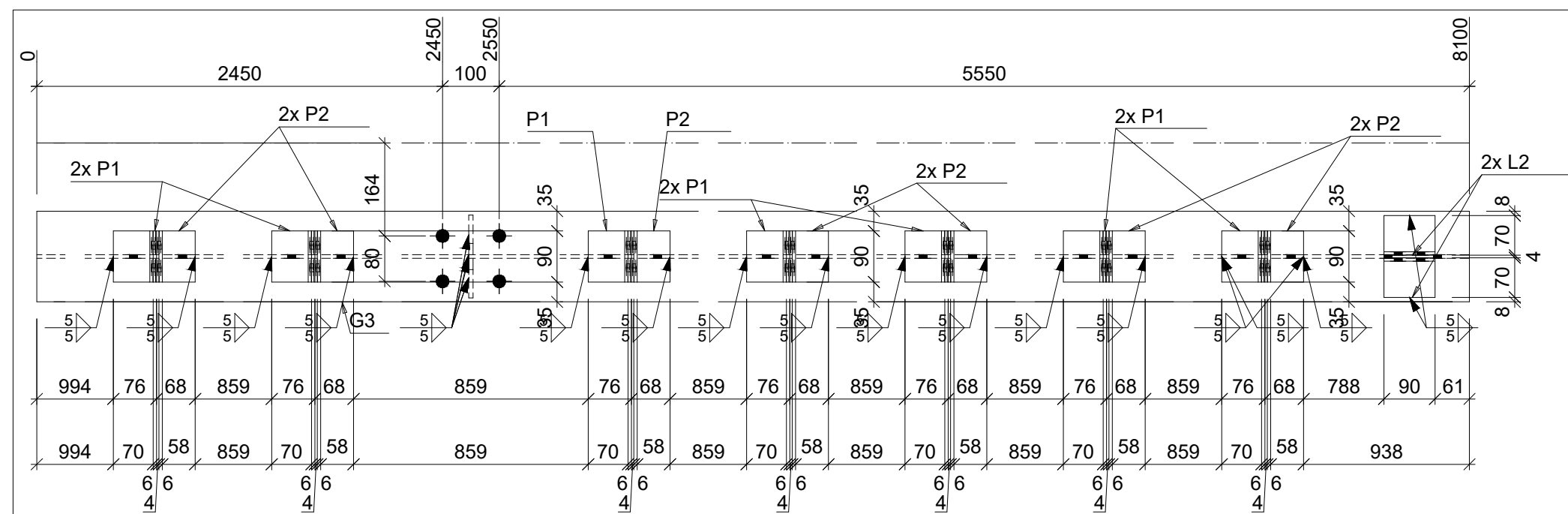
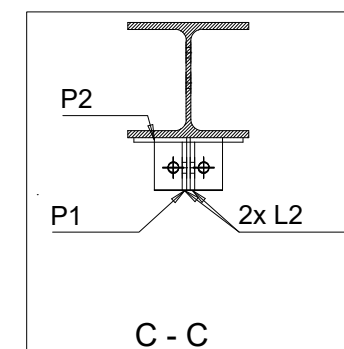
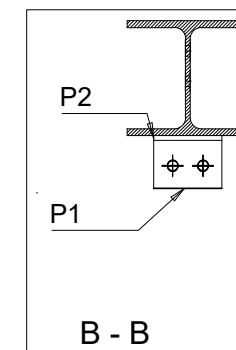
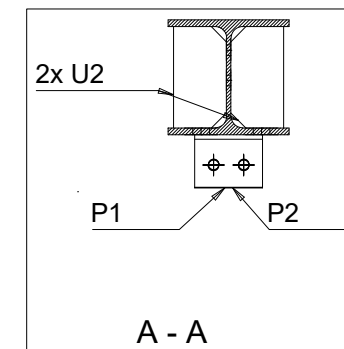
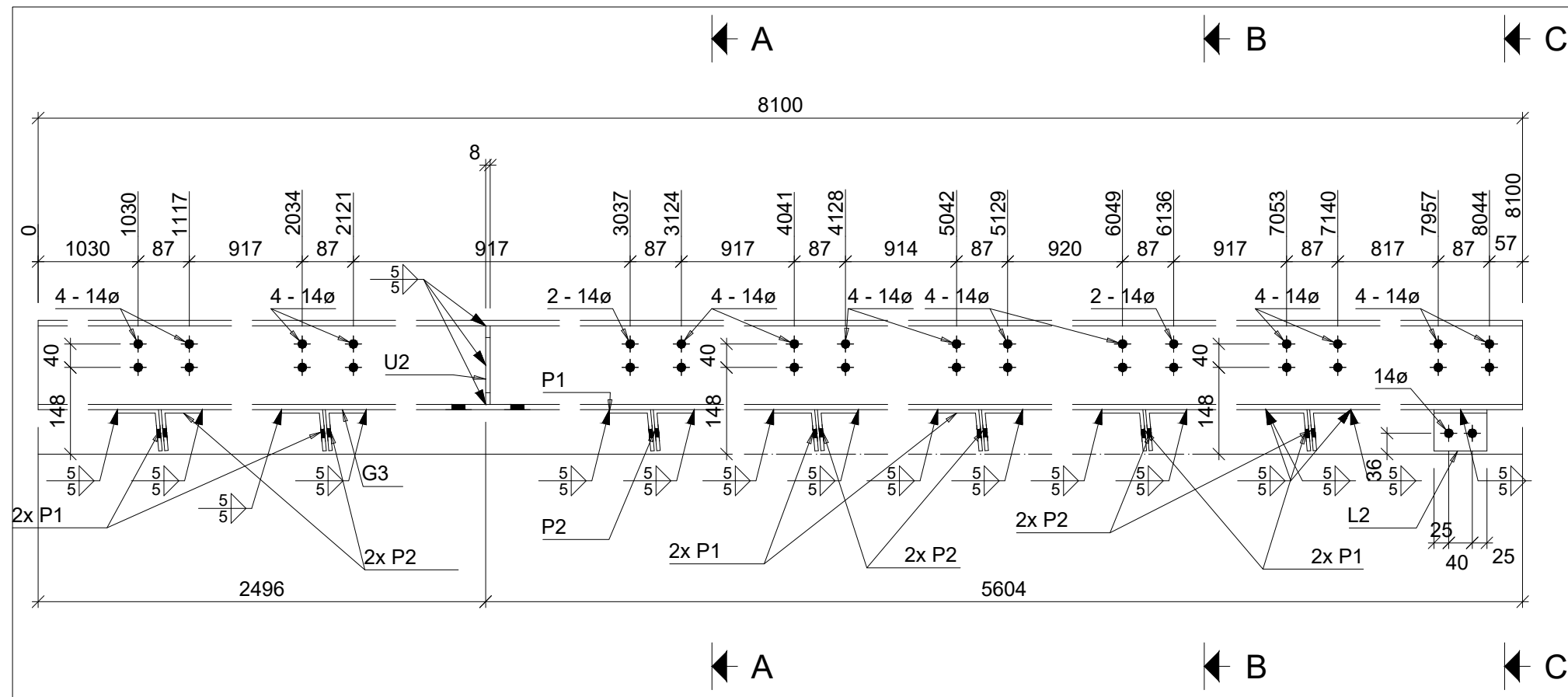


3 kom HEA160 ... G2

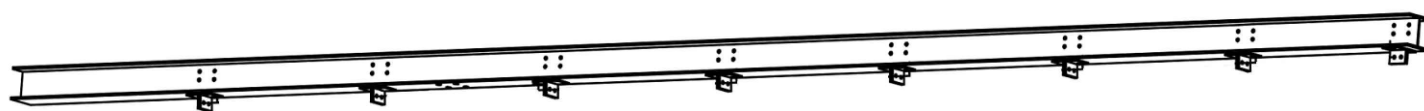


GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: KROVNI UNUTARNJI UZDUŽNI NOSAČI G2 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10	List: 11

KROVNI UZDUŽNI NOSAČI - RUBNI G3 (HEA160) MJ 1:10



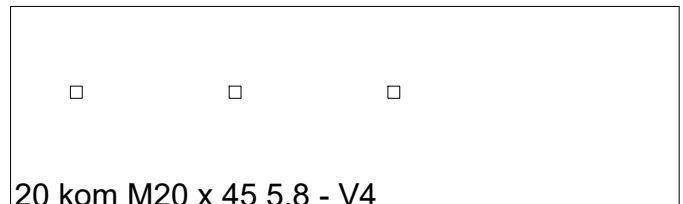
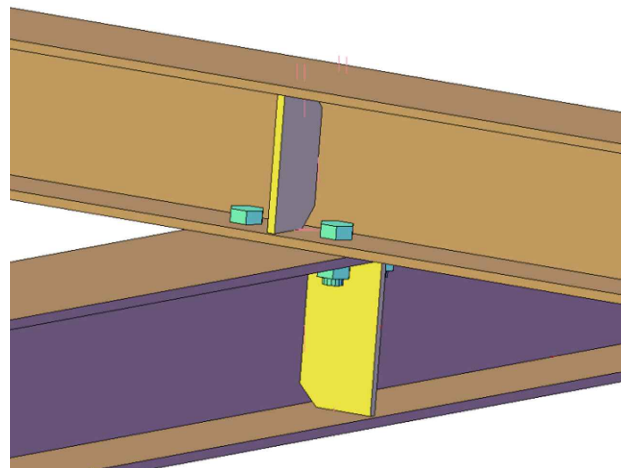
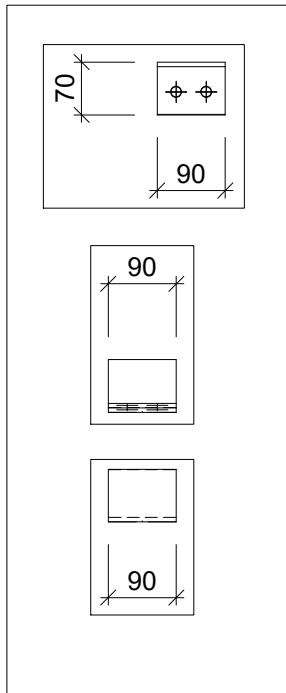
2 kom HEA160... G3



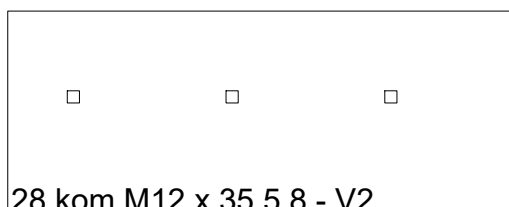
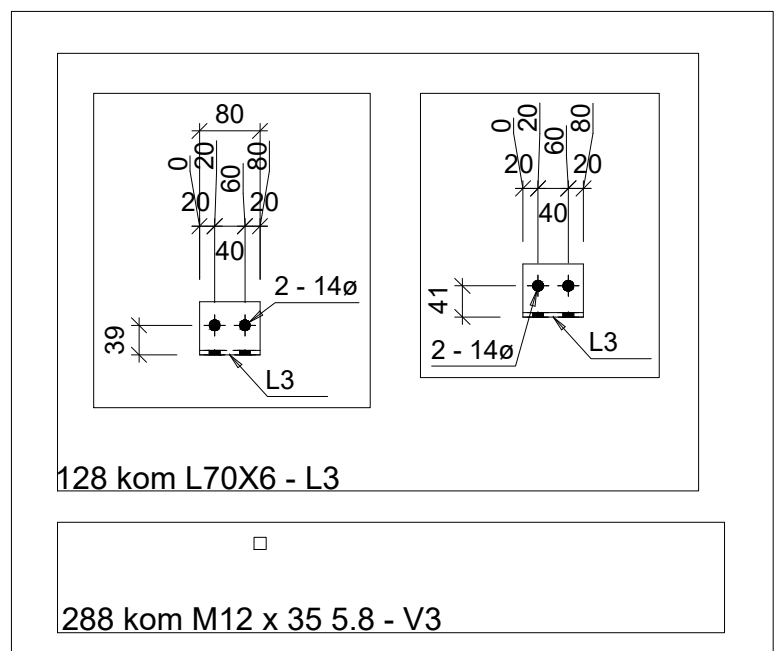
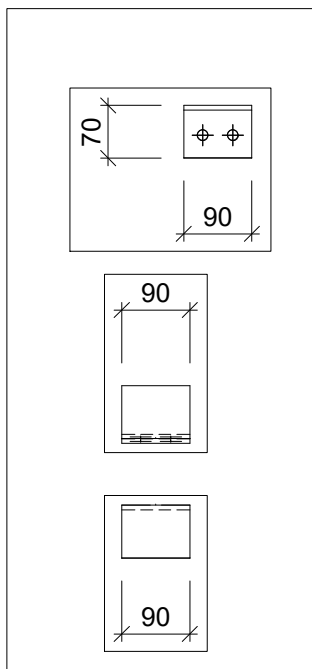
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI	
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE	Sadržaj nacrta: KROVNI RUBNI UZDUŽNI NOSAČI G3 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA
Student: Natali Lanča	Kolegij: Lagane konstrukcije
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.
	Mjerilo: 1:10
	List: 12

KROVNI UZDUŽNI NOSAČI - RUBNI G3 (HEA160) MJ 1:10

14 kom PL6x90x133.45 - P2



14 kom 6x90x134.5 - P1



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
 KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
 USPOREDBA S VIKENDICOM
 KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacрта:
**KROVNI RUBNI UZDUŽNI NOSAČI
 G3 S ISKAZOM MATERIJALA U
 SPOJEVIMA**

Student:
Natali Lanča

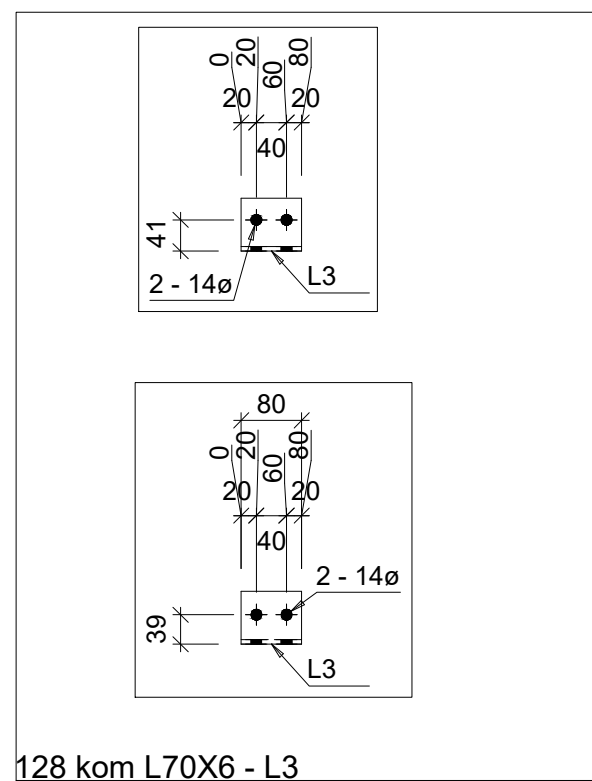
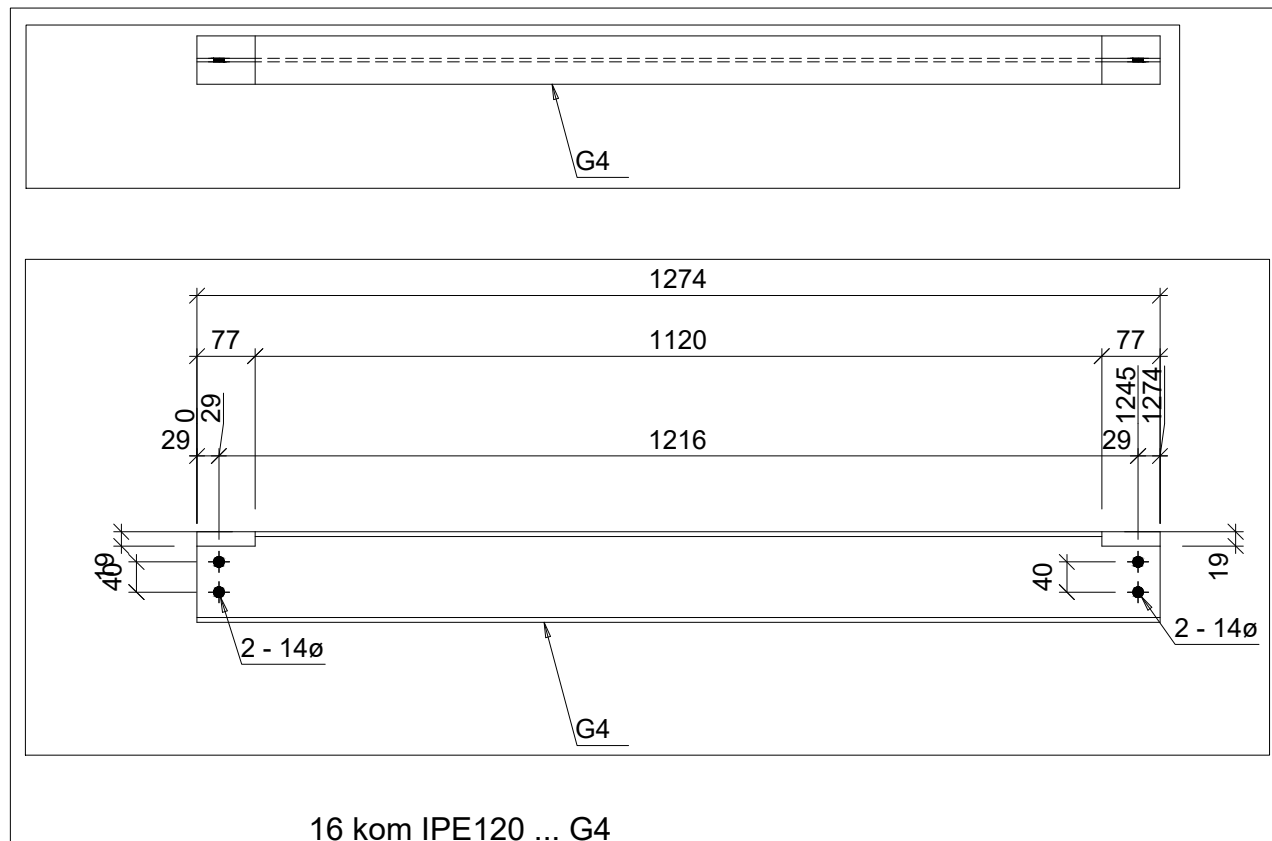
Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
 doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

Datum: **VII 2021.** Mjerilo: **1:10** List: **13**

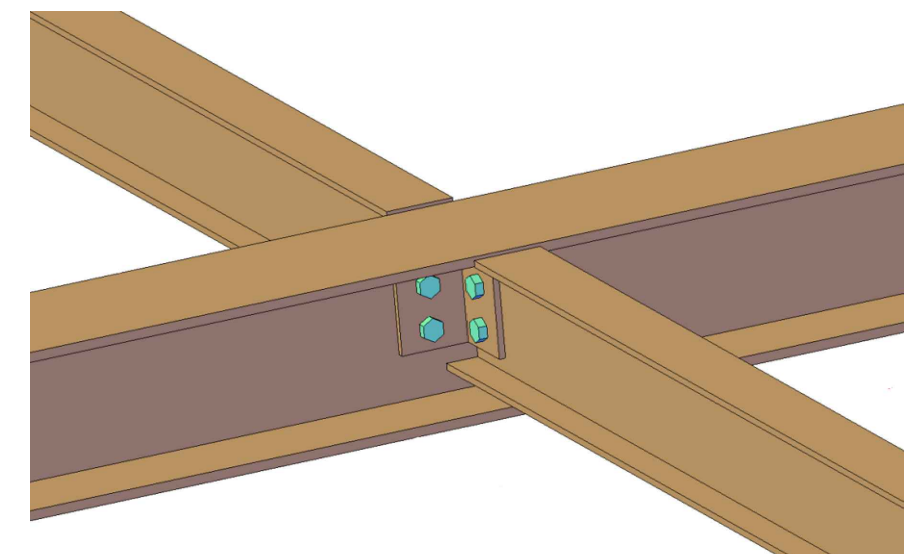
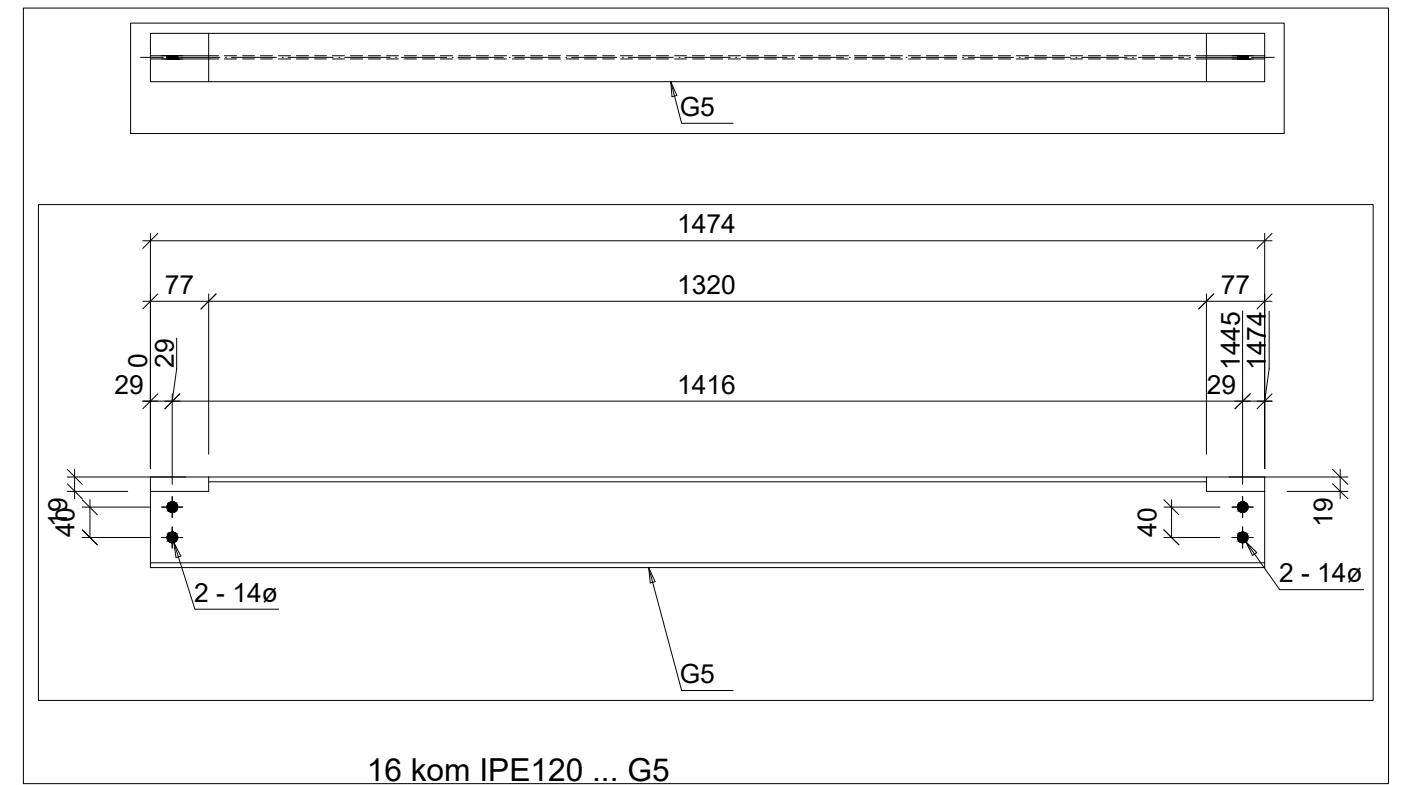
POPREČNI KROVNI NOSAČI (PODROŽNICE) - RUBNE G4 (IPE120)

MJ 1:10



POPREČNI KROVNI NOSAČI (PODROŽNICE) - UNUTARNJE G5 (IPE120)

MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
 KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
 USPOREDBA S VIKENDICOM
 KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacрта:
**POPREČNI KROVNI NOSAČI
 (PODROŽNICE) G4, G5 S ISKAZOM
 MATERIJALA**

Student:
Natali Lanča

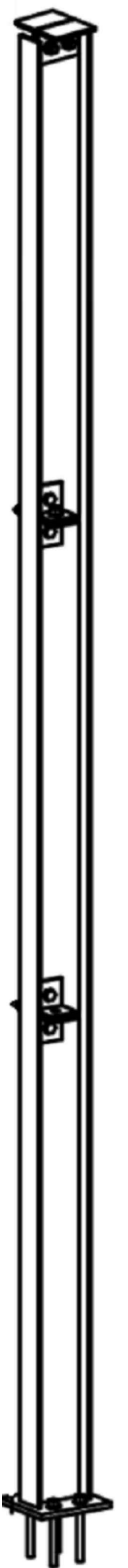
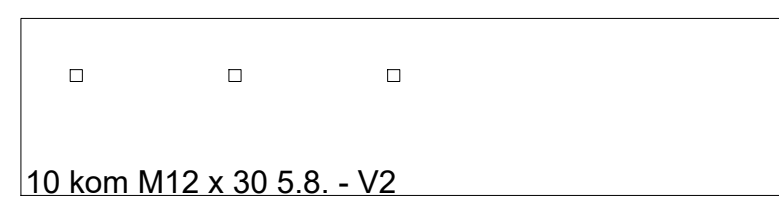
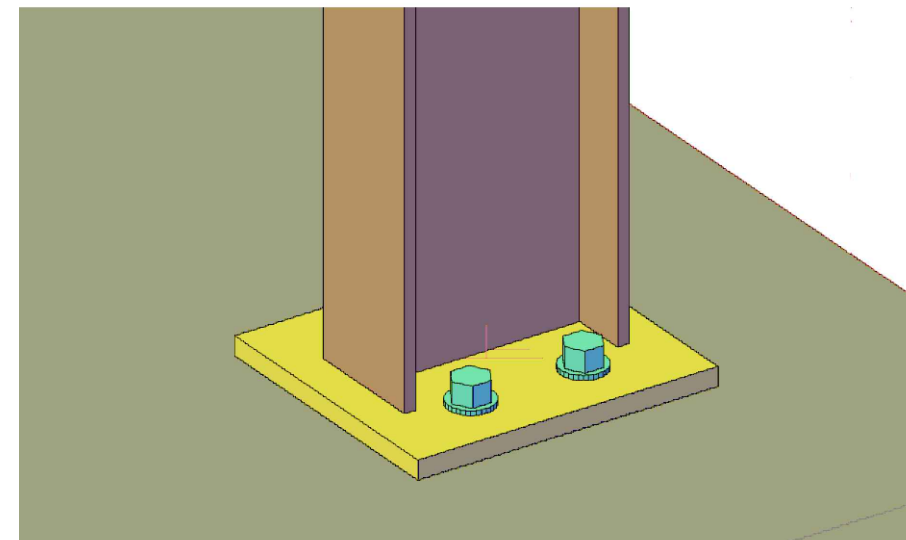
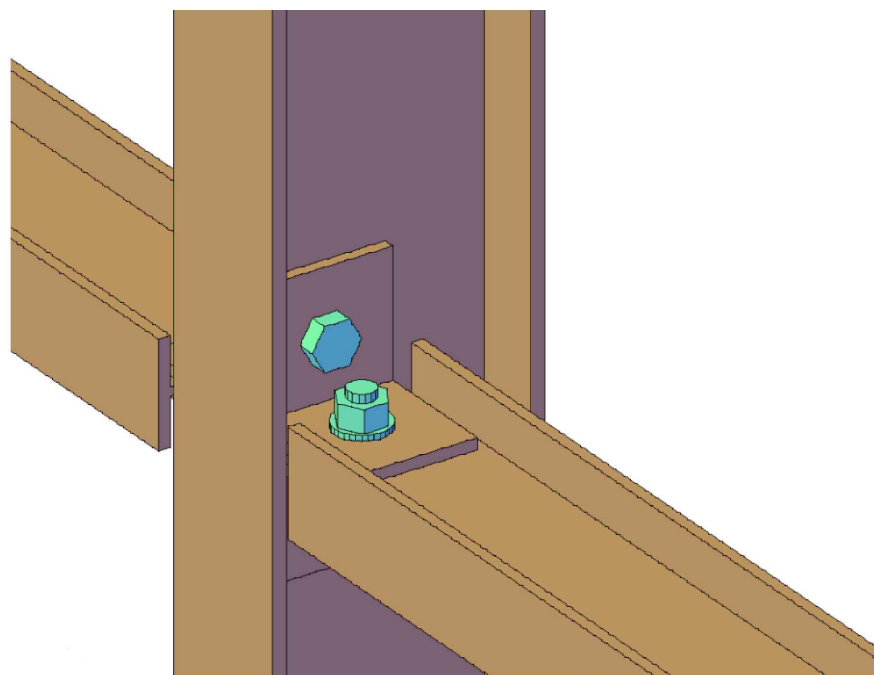
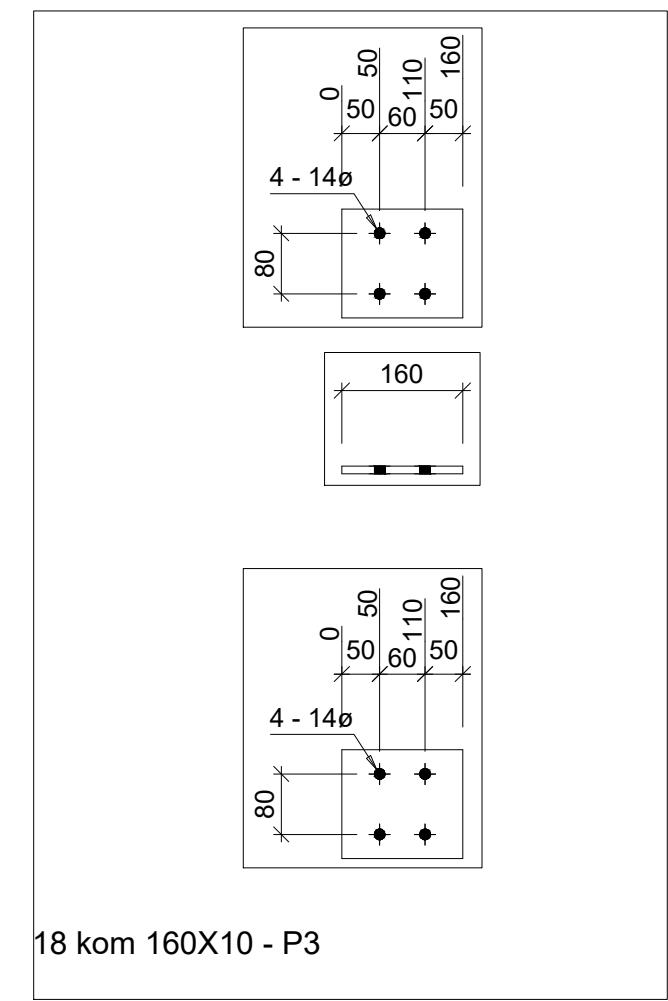
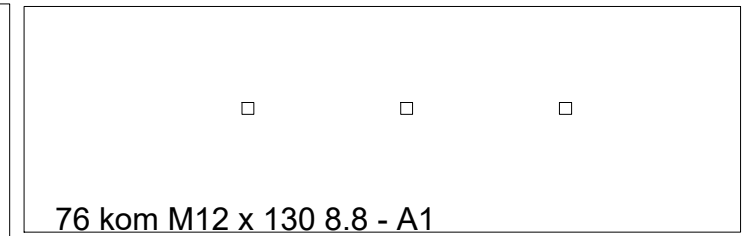
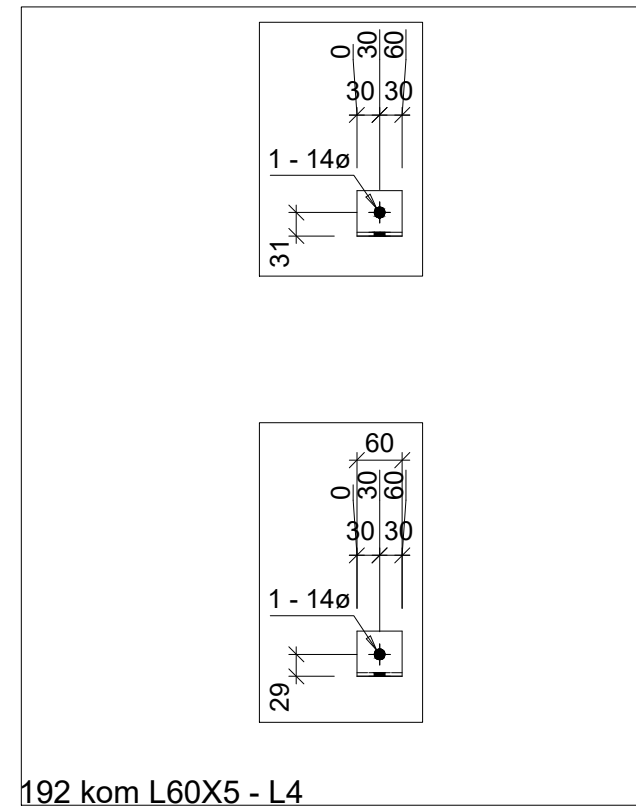
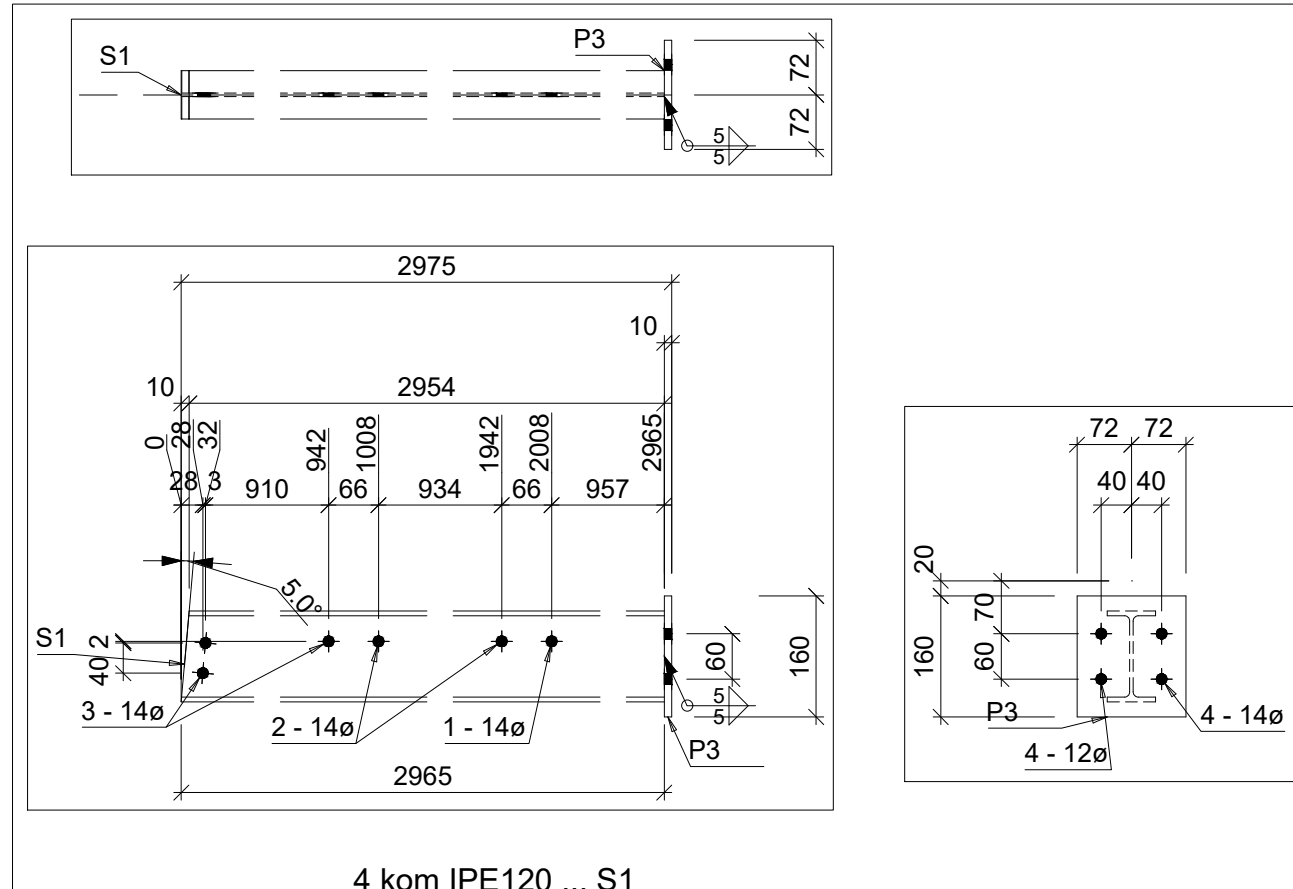
Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
 doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10	List: 14
----------------------------	-------------------------	--------------------

STUPOVI S1 - stražnji (IPE120)

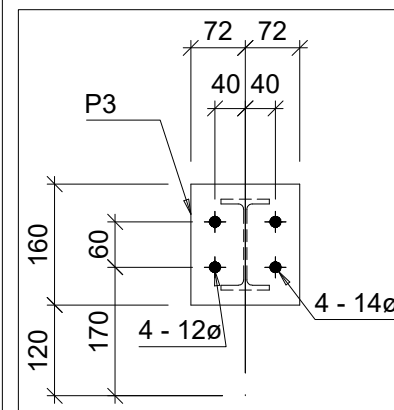
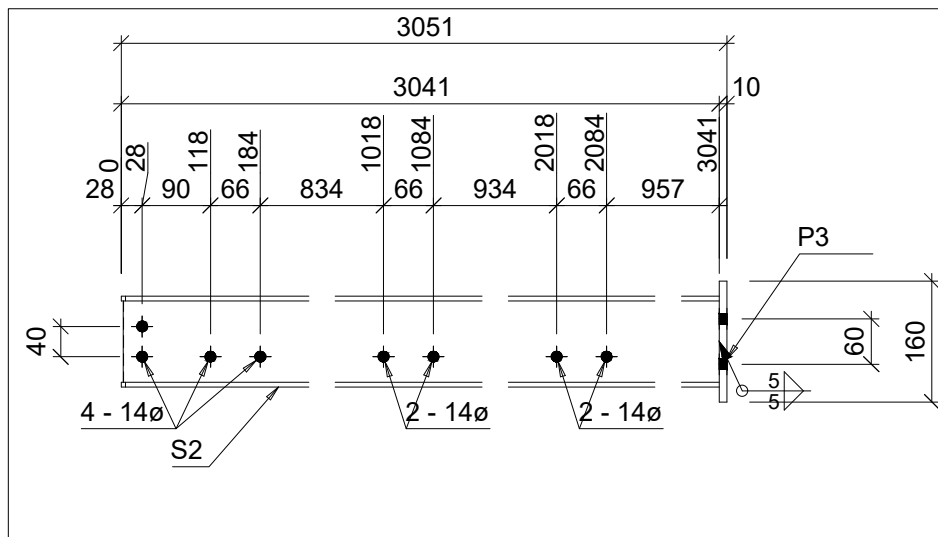
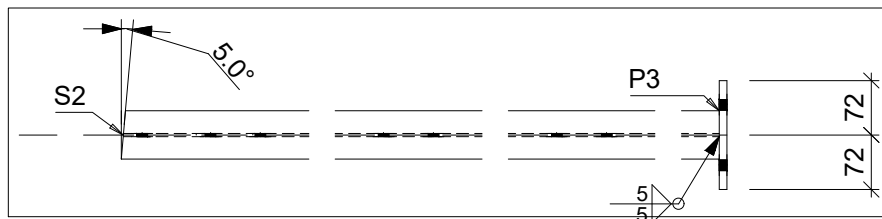
MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: STUPOVI NOSAČI FASADE (STRAŽNJI - ISTOČNI) S1 S ISKAZOM MATERIJALA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10	List: 15

STUPOVI S2 - bočni (IPE120)

MJ 1:10

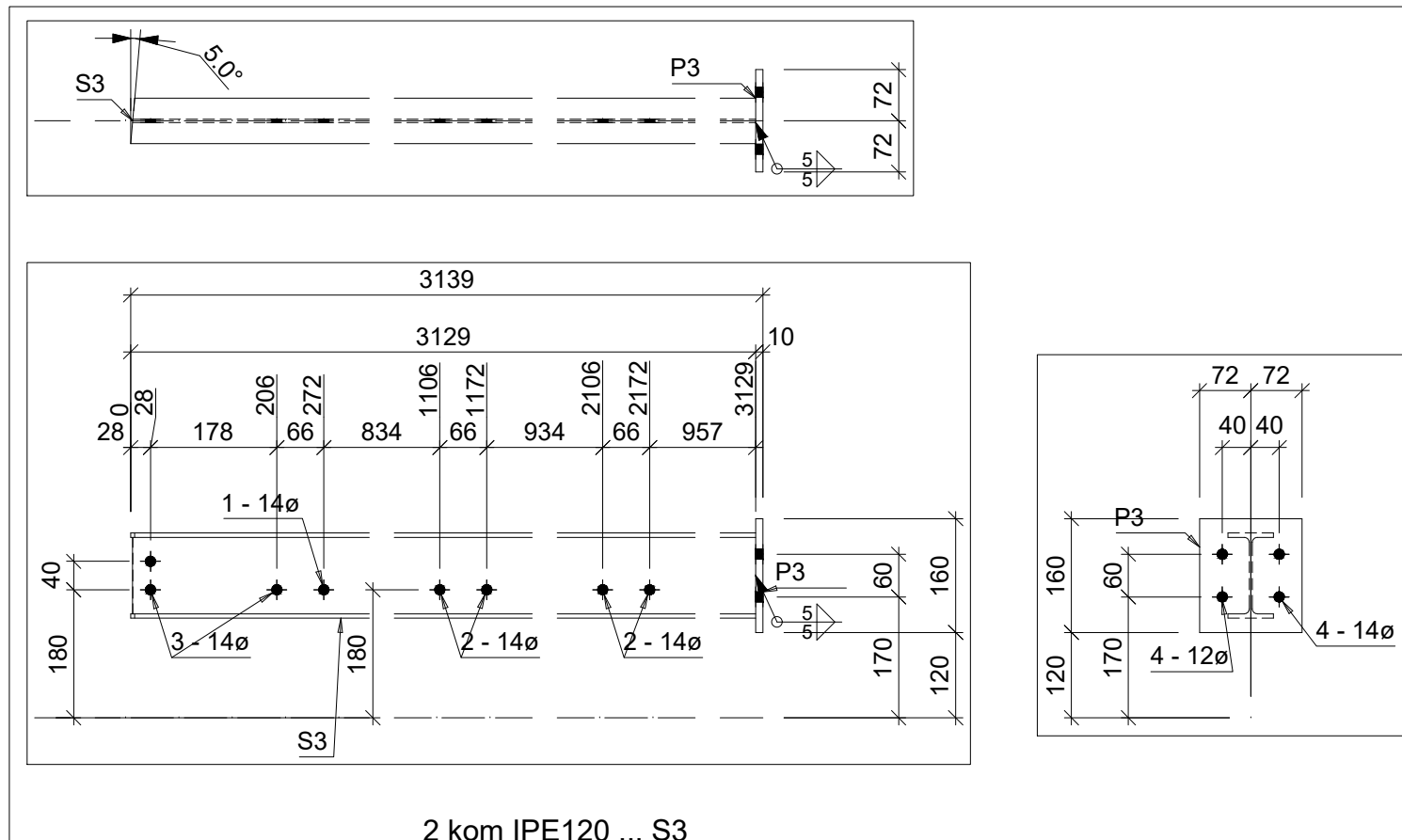


2 kom IPE120 ... S2

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacрта: BOČNI RUBNI STUPOVI S2 (JUŽNI I SJEVERNI) S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo		Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10
		List: 16	

STUPOVI S3 - bočni (IPE120)

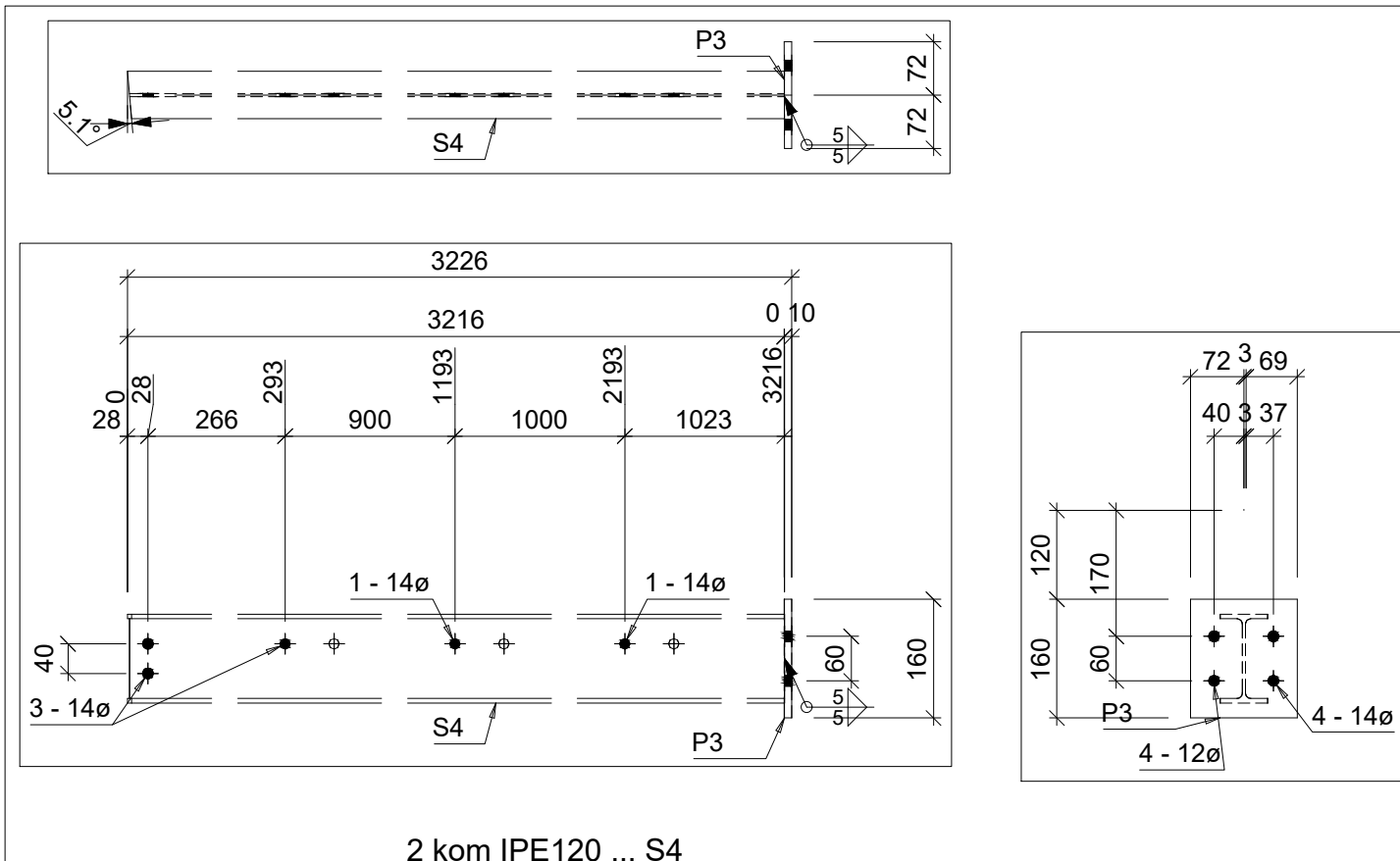
MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: BOČNI RUBNI STUPOVI S3 (JUŽNI I SJEVERNI) S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo		Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10
		List: 17	

STUPOVI S4 - bočni (IPE120)

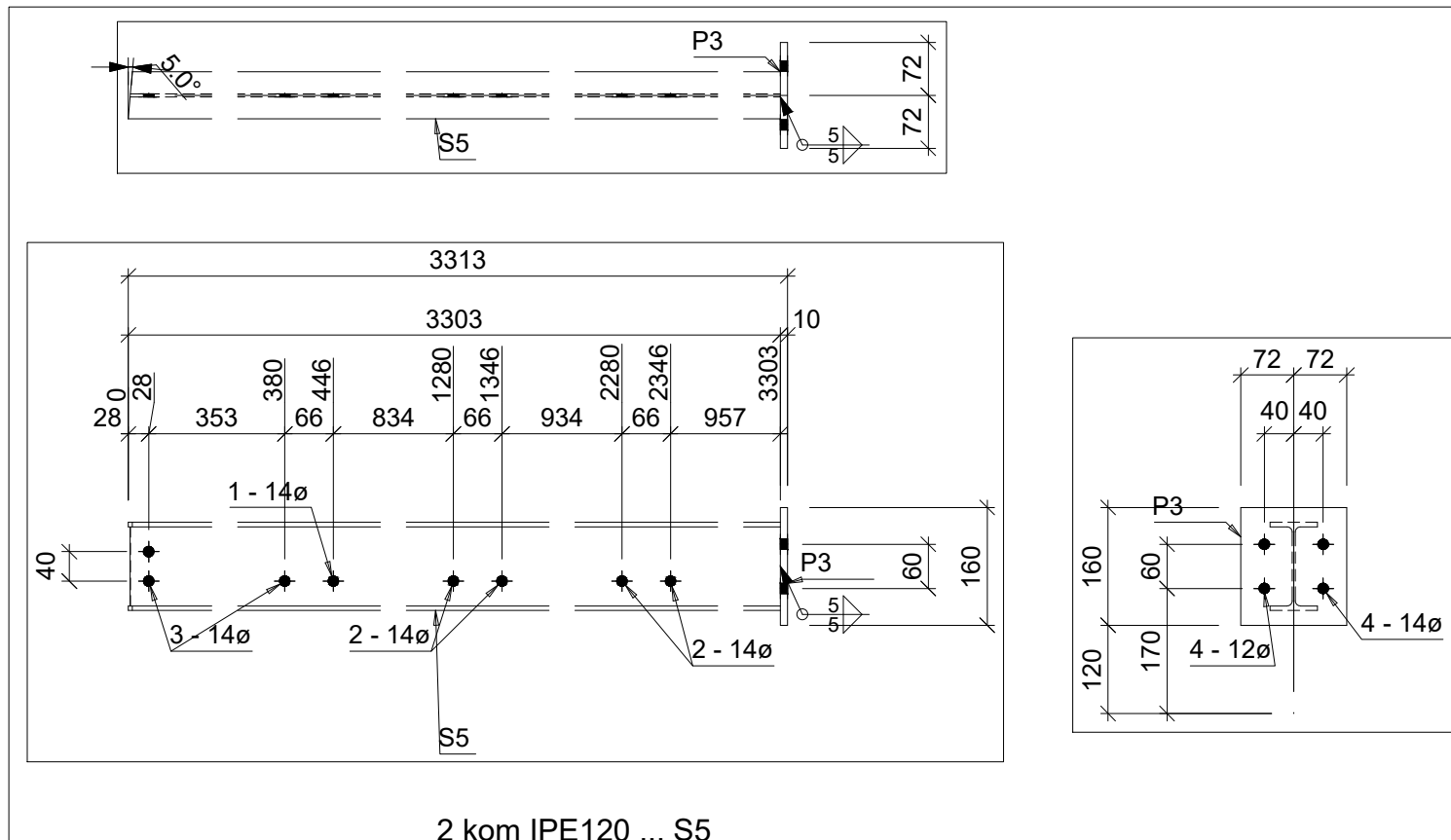
MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: BOČNI RUBNI STUPOVI S4 (JUŽNI I SJEVERNI) S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo		Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10
		List: 18	

STUPOVI S5 - bočni (IPE120)

MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
 KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
 USPOREDBA S VIKENDICOM
 KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacrt:
**BOČNI RUBNI STUPOVI S5 (JUŽNI
 I SJEVERNI) S ISKAZOM
 MATERIJALA U SPOJEVIMA**

Student:
Natali Lanča

Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
 doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

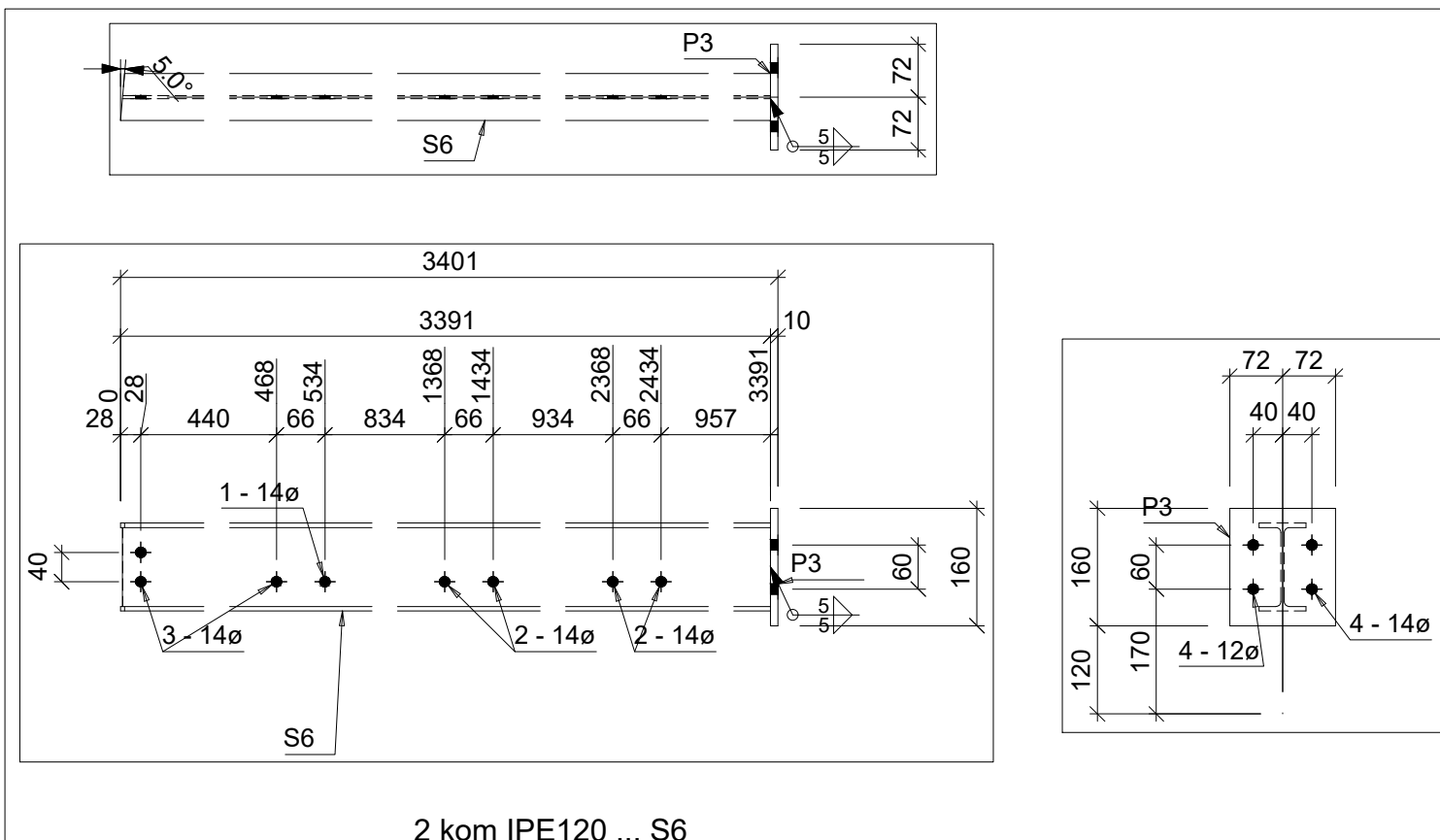
Datum:
VII 2021.

Mjerilo:
1:10

List:
19

STUPOVI S6 - bočni (IPE120)

MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
 KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
 USPOREDBA S VIKENDICOM
 KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacrt:
**BOČNI RUBNI STUPOVI S6 (JUŽNI
 I SJEVERNI) S ISKAZOM
 MATERIJALA U SPOJEVIMA**

Student:
Natali Lanča

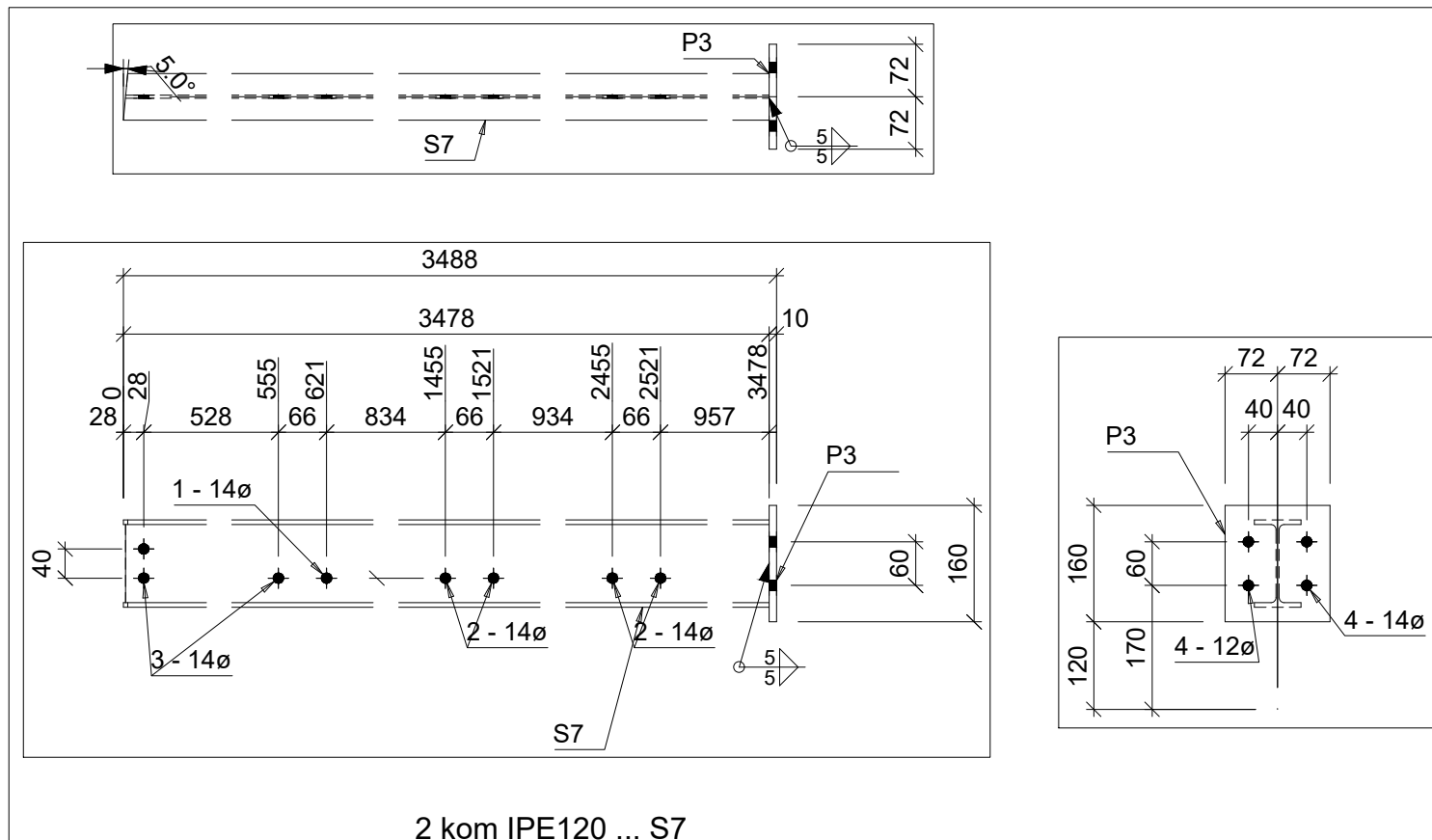
Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
 doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10	List: 20
----------------------------	-------------------------	--------------------

STUPOVI S7 - bočni (IPE120)

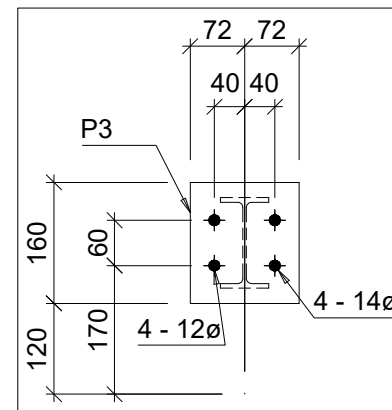
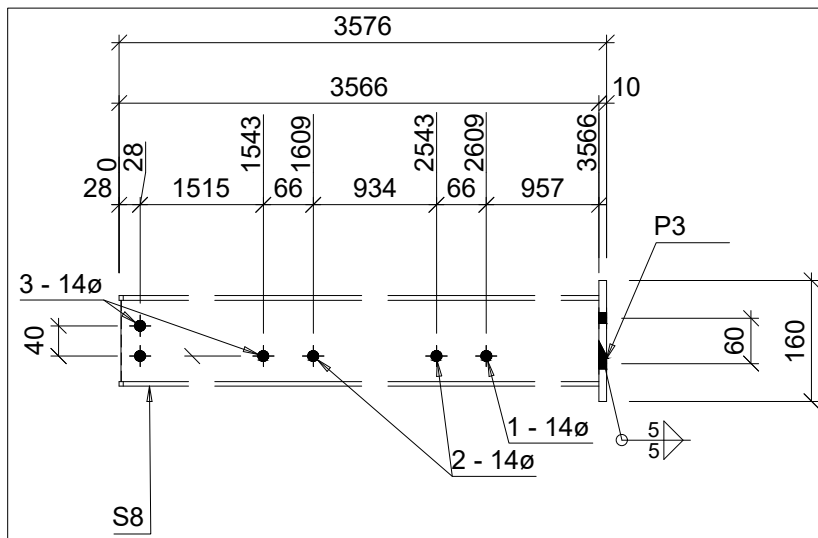
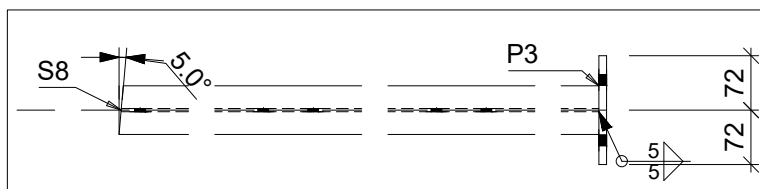
MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: BOČNI RUBNI STUPOVI S7 (JUŽNI I SJEVERNI) S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo		Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10
		List: 21	

STUPOVI S8 - bočni (IPE120)

MJ 1:10

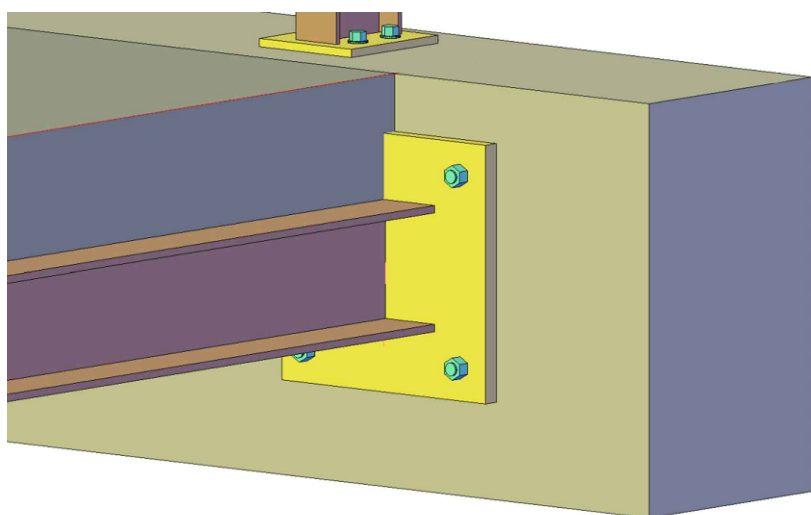
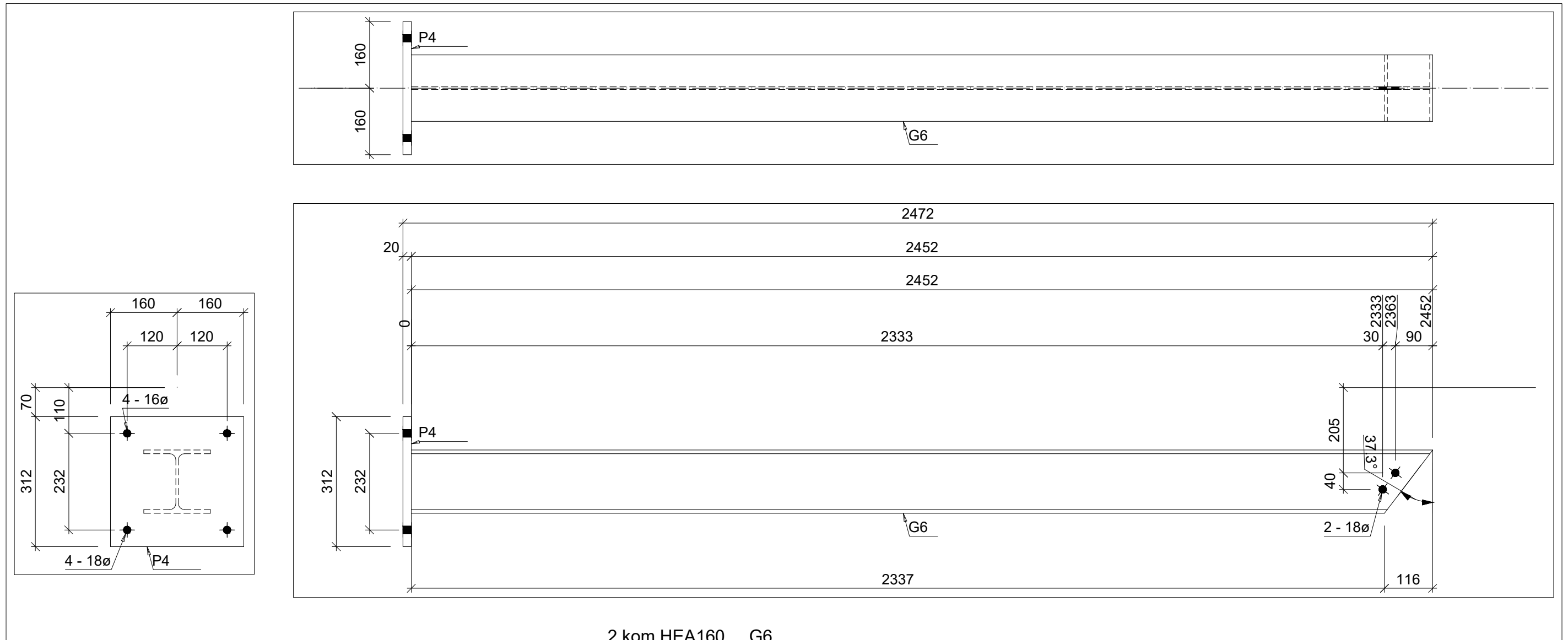


2 kom IPE120 ... S8

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacрта: BOČNI RUBNI STUPOVI S8 (JUŽNI I SJEVERNI) S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo		Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10
		List: 22	

UZDUŽNI MEĐUKATNI NOSAČI G6 (HEA160)

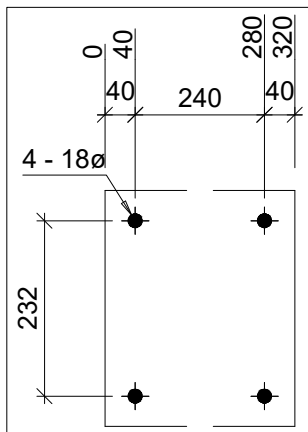
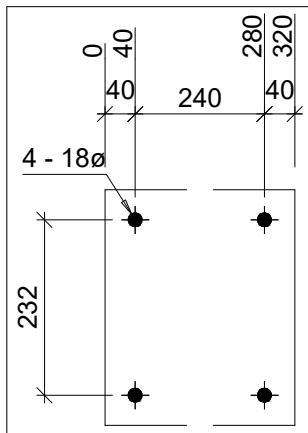
MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: UZDUŽNI MEĐUKATNI NOSAČI G6 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10	List: 23

UZDUŽNI MEĐUKATNI NOSAČI 1 (HEA160)

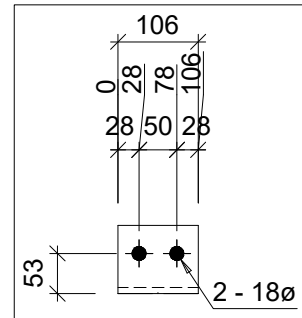
MJ 1:10



2 kom 20x312 - P4

20 kom M16 x 45 5.8. - V5

No. M16 x 150 - A2



20 kom L90X60X8 - L5

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacrt:
**UZDUŽNI KROVNI NOSAČI G6 S
ISKAZOM MATERIJALA U
SPOJEVIMA**

Student:
Natali Lanča

Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

Datum:
VII 2021.

Mjerilo:
1:10

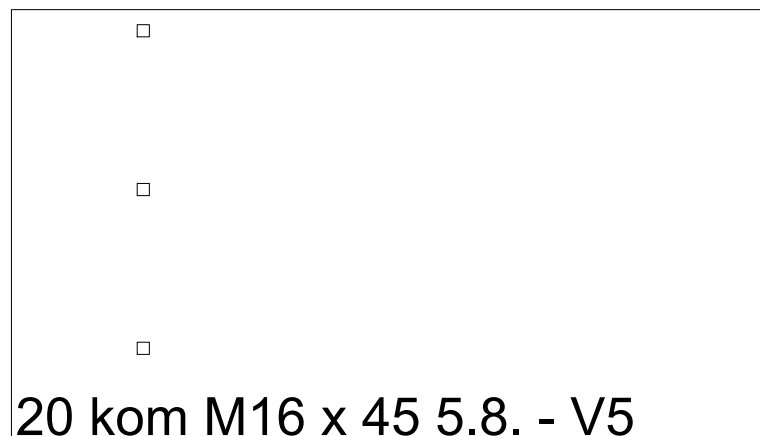
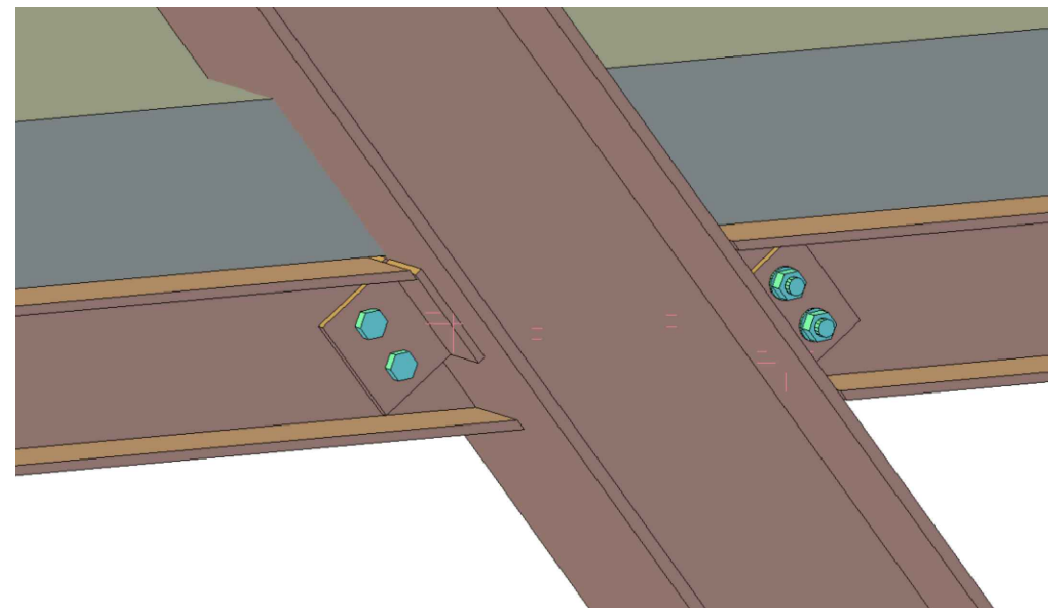
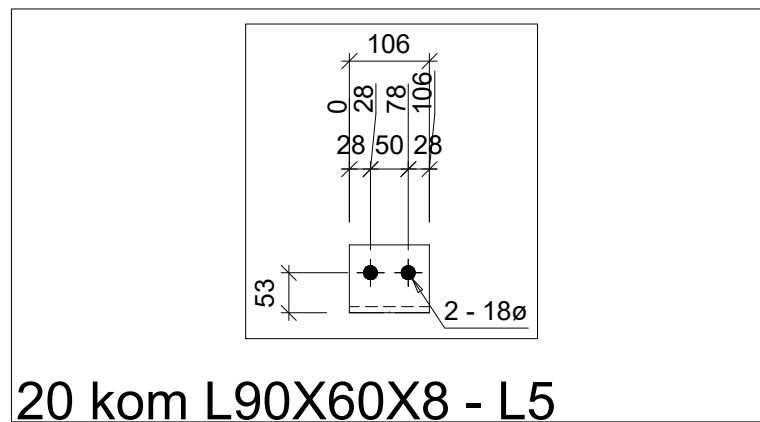
List:
24

UZDUŽNI MEĐUKATNI NOSAČI G7 (HEA160)

MJ 1:10



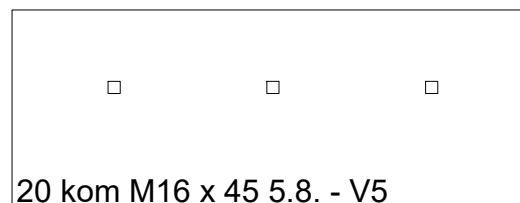
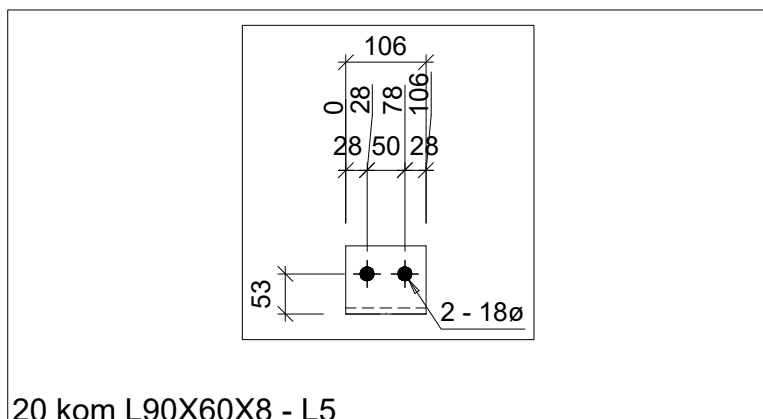
2 kom HEA160 ... G7



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrtu: UZDUŽNI MEĐUKATNI NOSAČI G7 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo		Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10
		List: 25	

UZDUŽNI MEĐUKATNI NOSAČI G8 (HEA160)

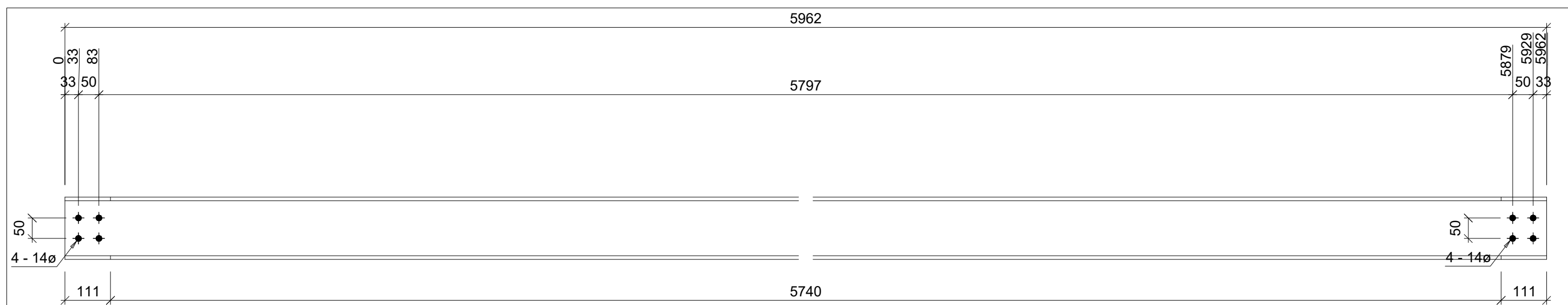
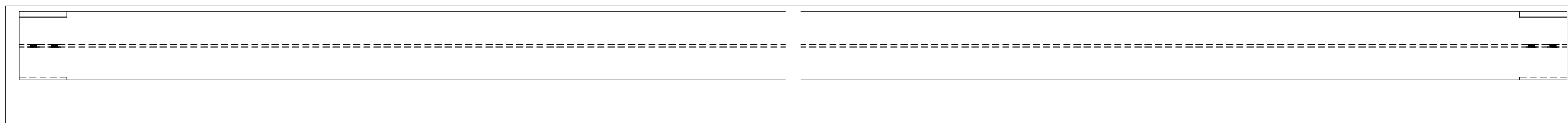
MJ 1:10



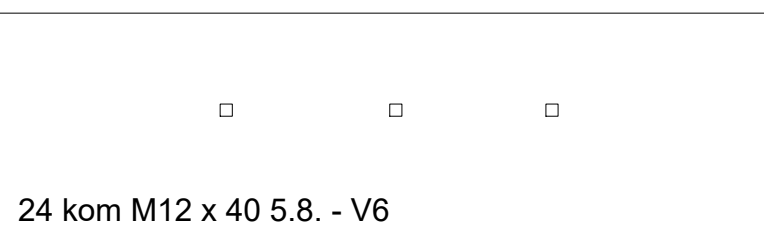
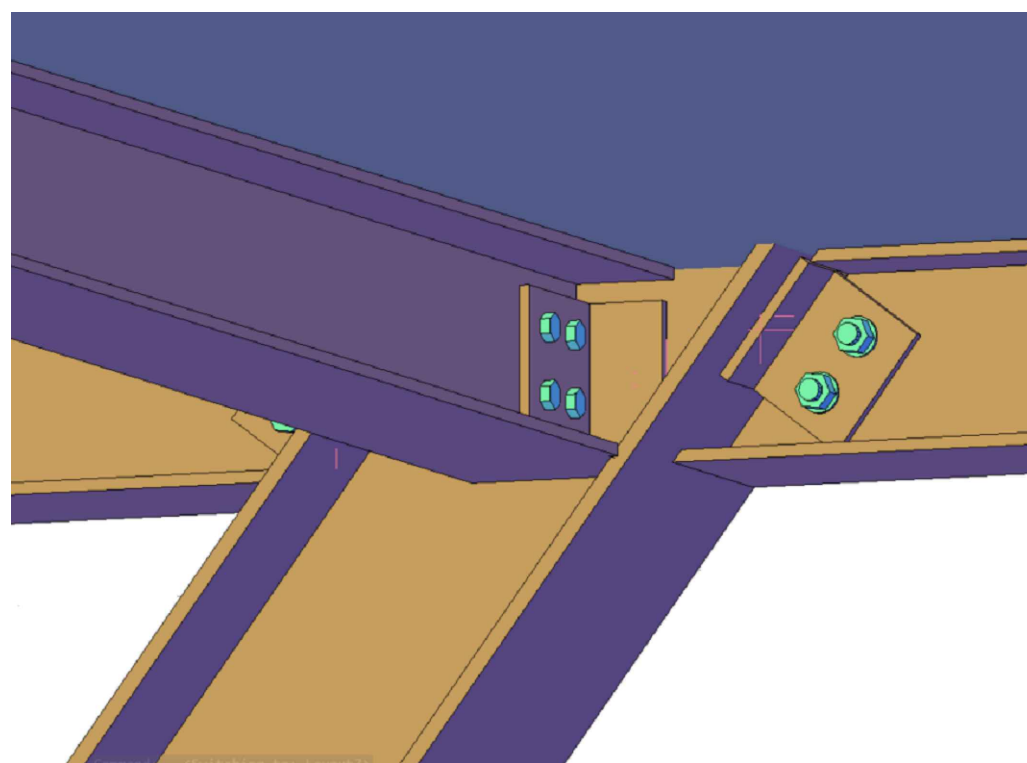
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacрта: UZDUŽNI MEĐUKATNI NOSAČI G8 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo		Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10
		List: 26	

POPREČNI MEĐUKATNI NOSAČI - G9 (HEA160)

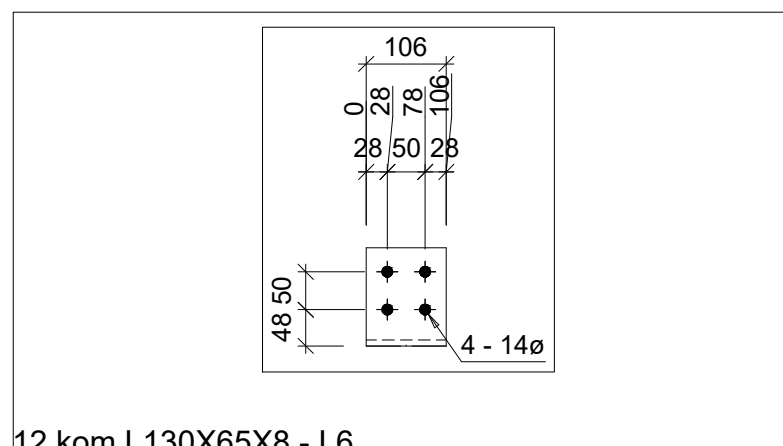
MJ 1:10



2 kom HEA160 ... G9



24 kom M12 x 40 5.8. - V6

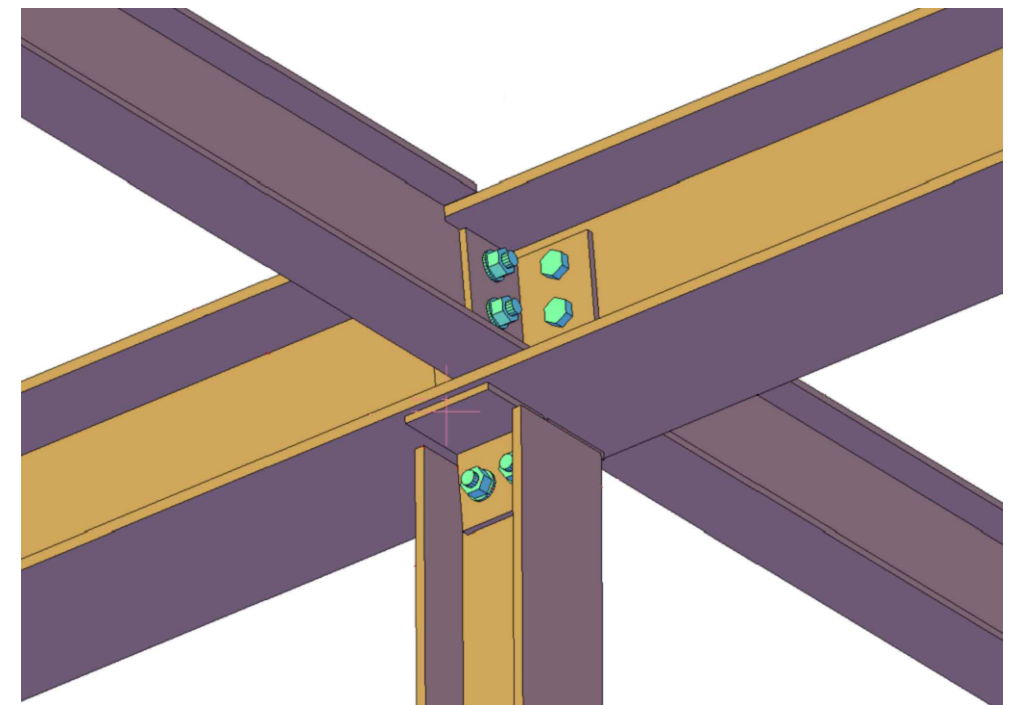
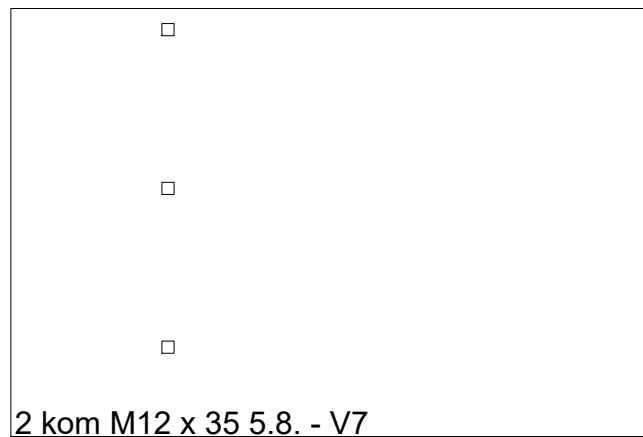
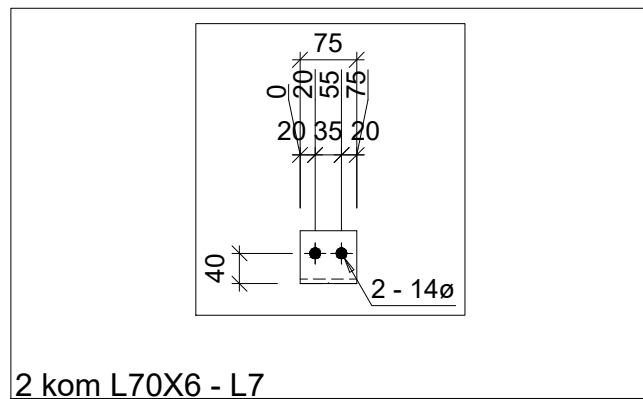
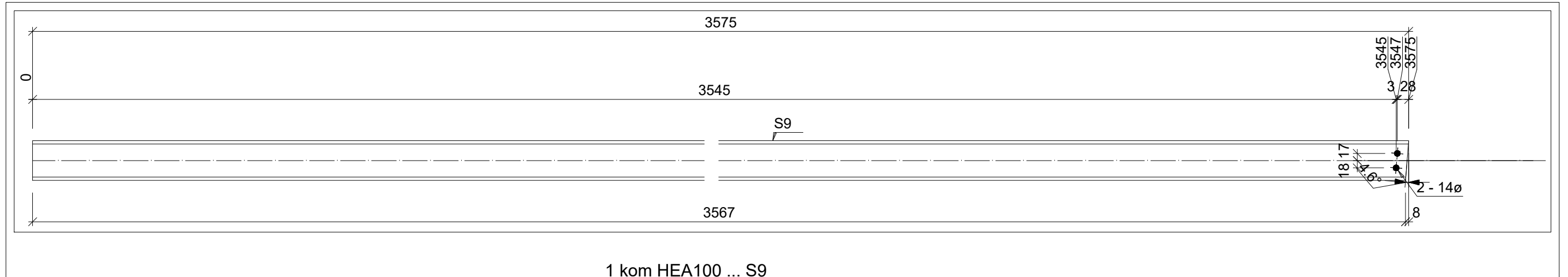


12 kom L130X65X8 - L6

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacрта: POPREČNI MEĐUKATNI NOSAČI G9 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo		Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10
		List: 27	

STUP - S9 (HEA100)

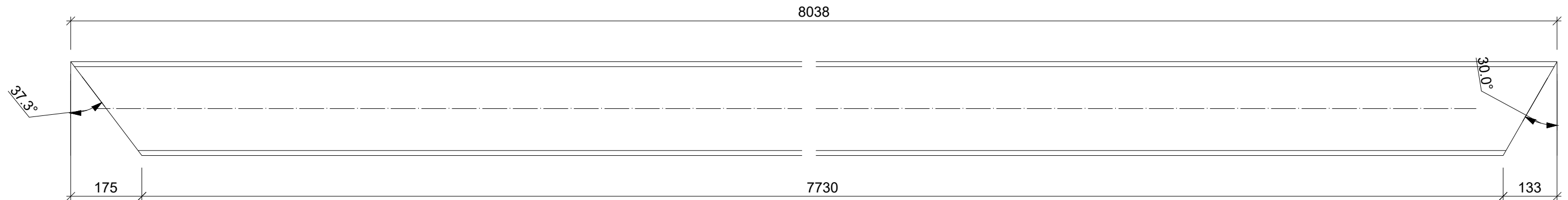
MJ 1:10



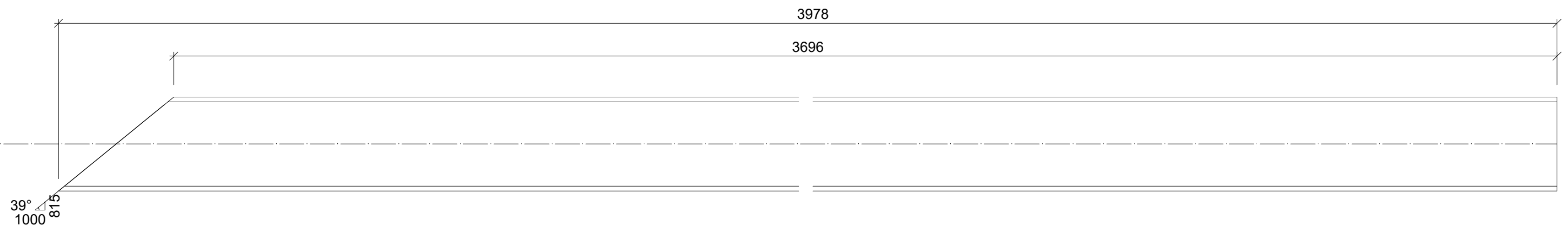
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: STUP S9 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10	List: 28

N-nosači G10, G11, G12 (HEA240)

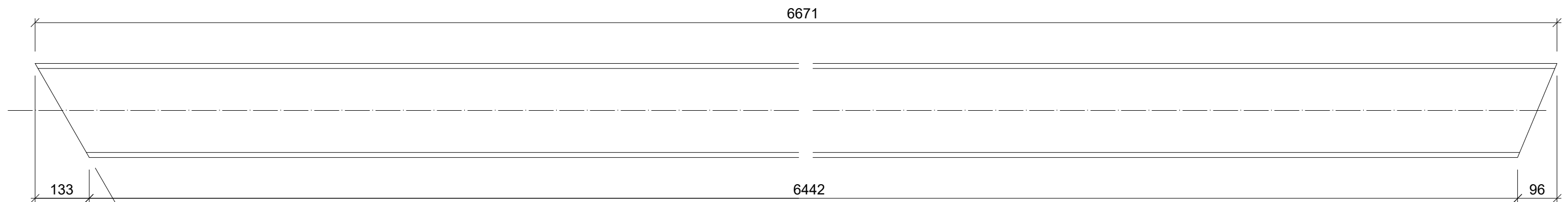
MJ 1:10



2 kom HEA240 - G10



2 kom HEA240 - G11

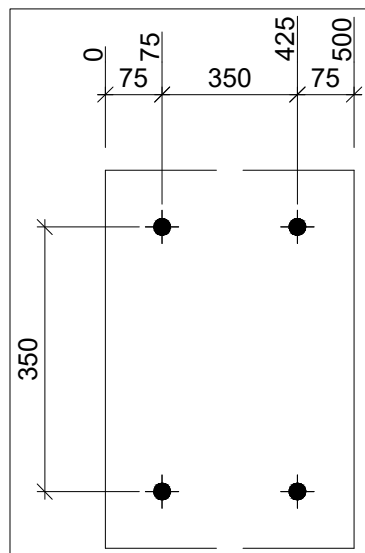
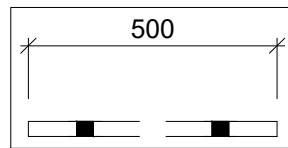
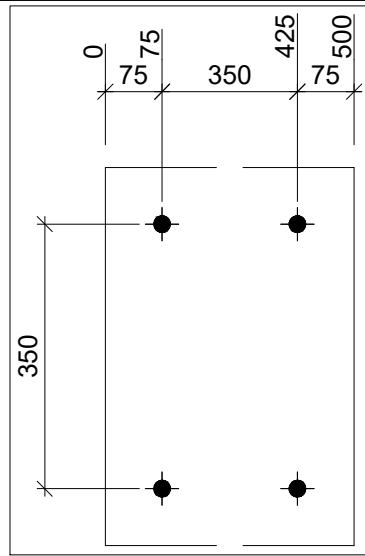


2 kom HEA240 - G12

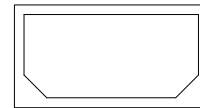
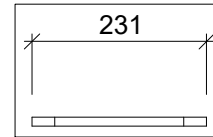
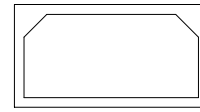
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrt: N-NOSAČI G10, G11, G12	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10	List: 29

N-nosači (HEA240)

MJ 1:10



4 kom 20x500 - P5



8 kom FL110x12 - U3



16 kom M20 x 300 8.8.

A3

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacрта:
**ISKAZ MATERIJALA U
SPOJEVIMA N-NOSAČA**

Student:
Natali Lanča

Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

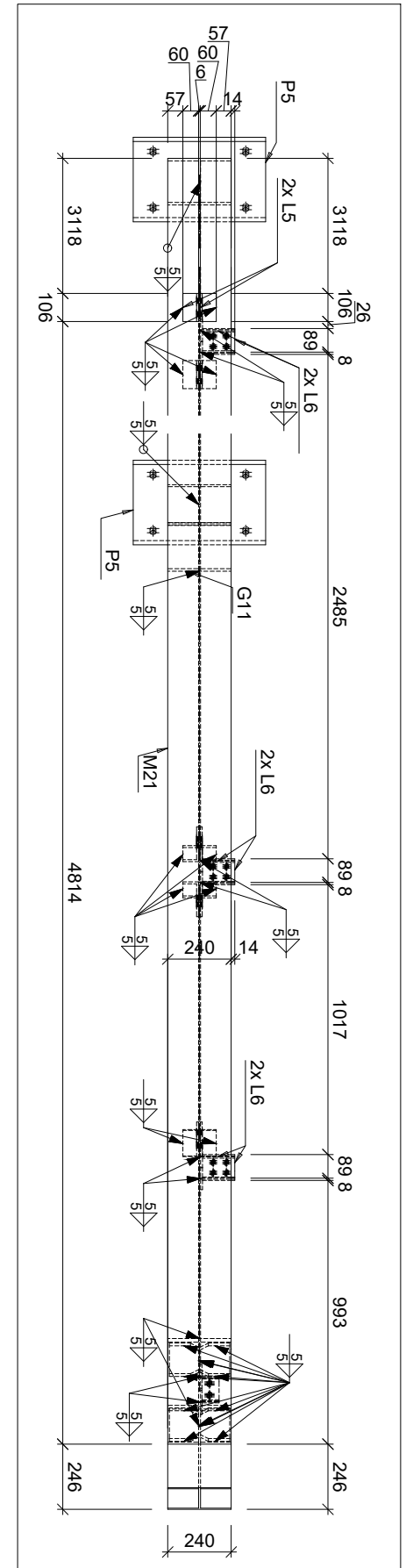
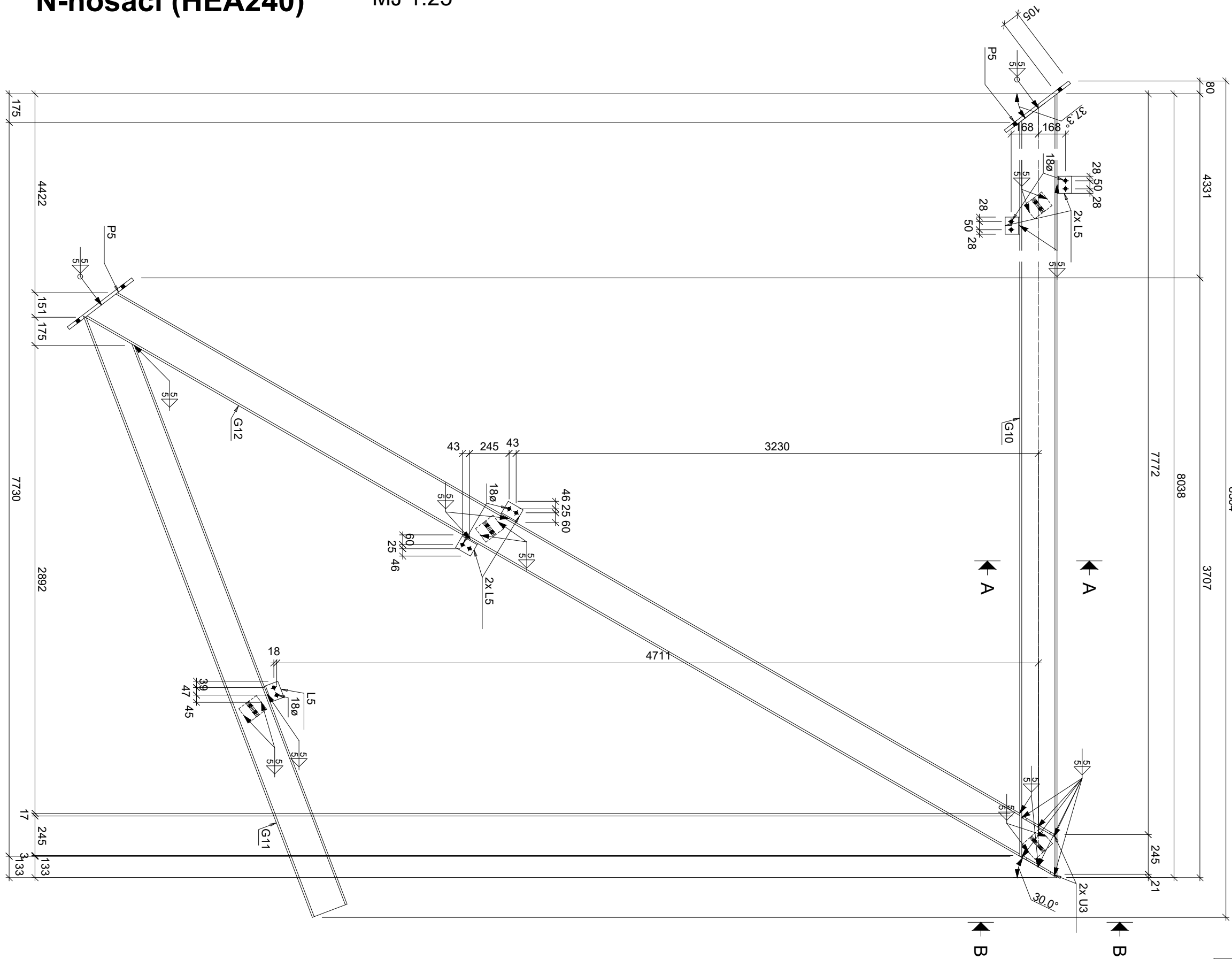
Datum:
VII 2021.

Mjerilo:
1:10

List:
30

N-nosači (HEA240)

MJ 1:25



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
**PRORAČUN ČELIČNE
 KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
 USPOREDBA S VIKENDICOM
 KLASIČNE GRADNJE**

Sadržaj nacrt:
N-NOSAČI - DETALJ SPOJEVA

Student:
Natali Lanča

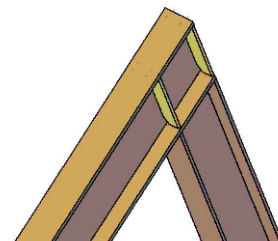
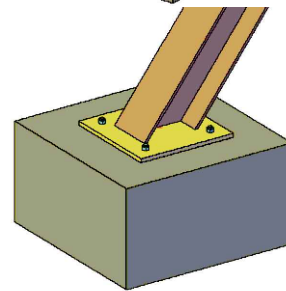
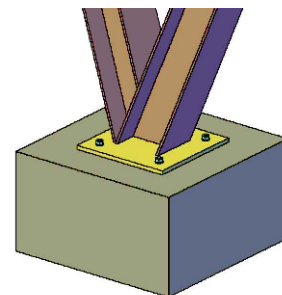
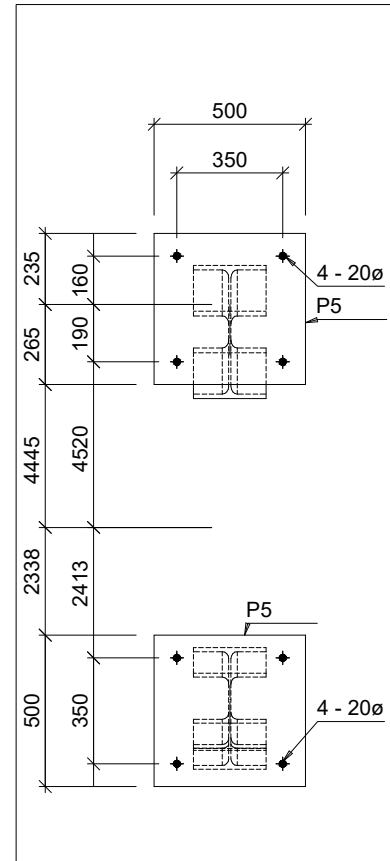
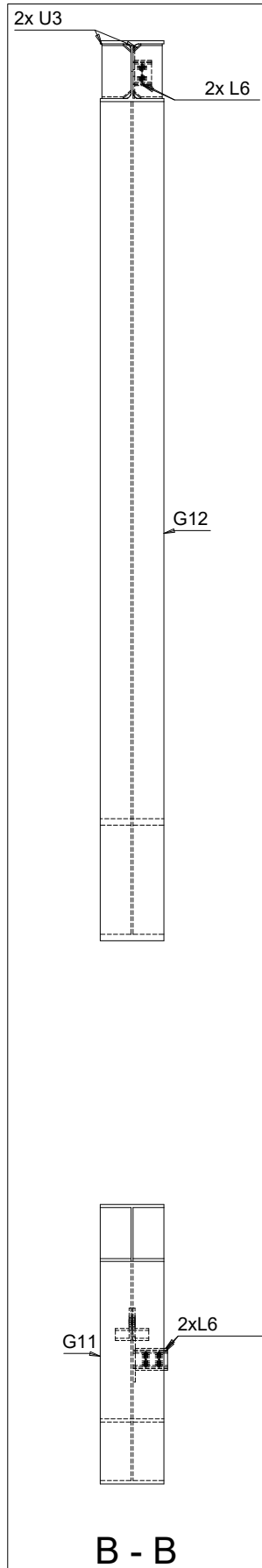
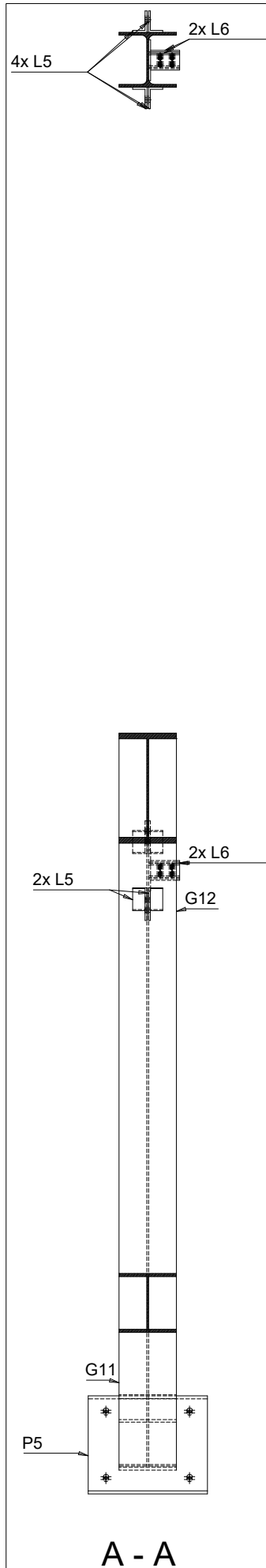
Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
 doc. dr. sc. **Paulina Krolo**

Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:25	List: 31
----------------------------	-------------------------	--------------------

N-nosači G10, G11, G12 (HEA240)

MJ 1:25



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
PRORAČUN ČELIČNE
KONSTRUKCIJE VIKENDICE I
USPOREDBA S VIKENDICOM
KLASIČNE GRADNJE

Sadržaj nacрта:
N-NOSAČI - PRESJECI

Student:
Natali Lanča

Kolegij:
Lagane konstrukcije

Mentor:
doc. dr. sc. Paulina Krolo

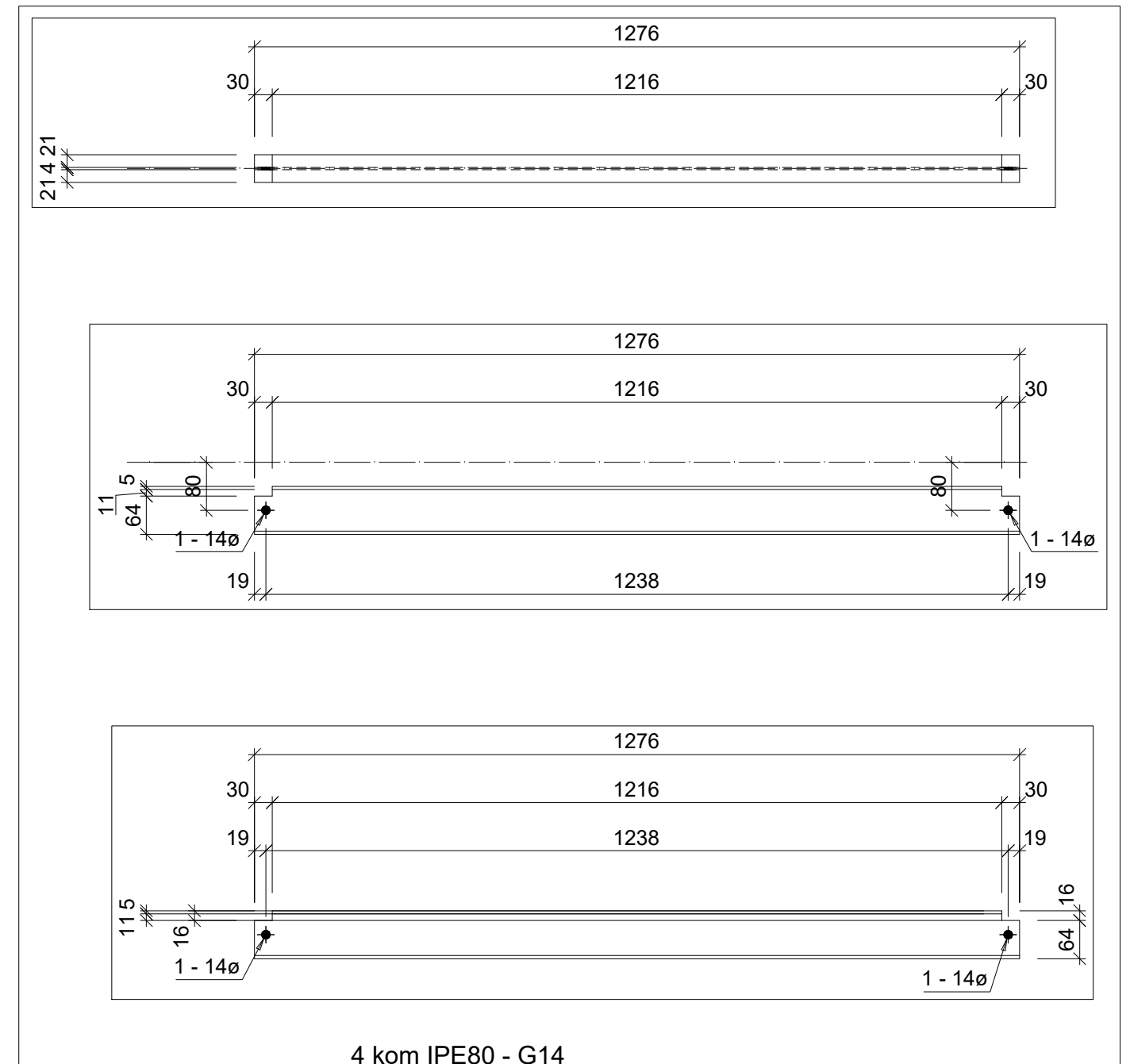
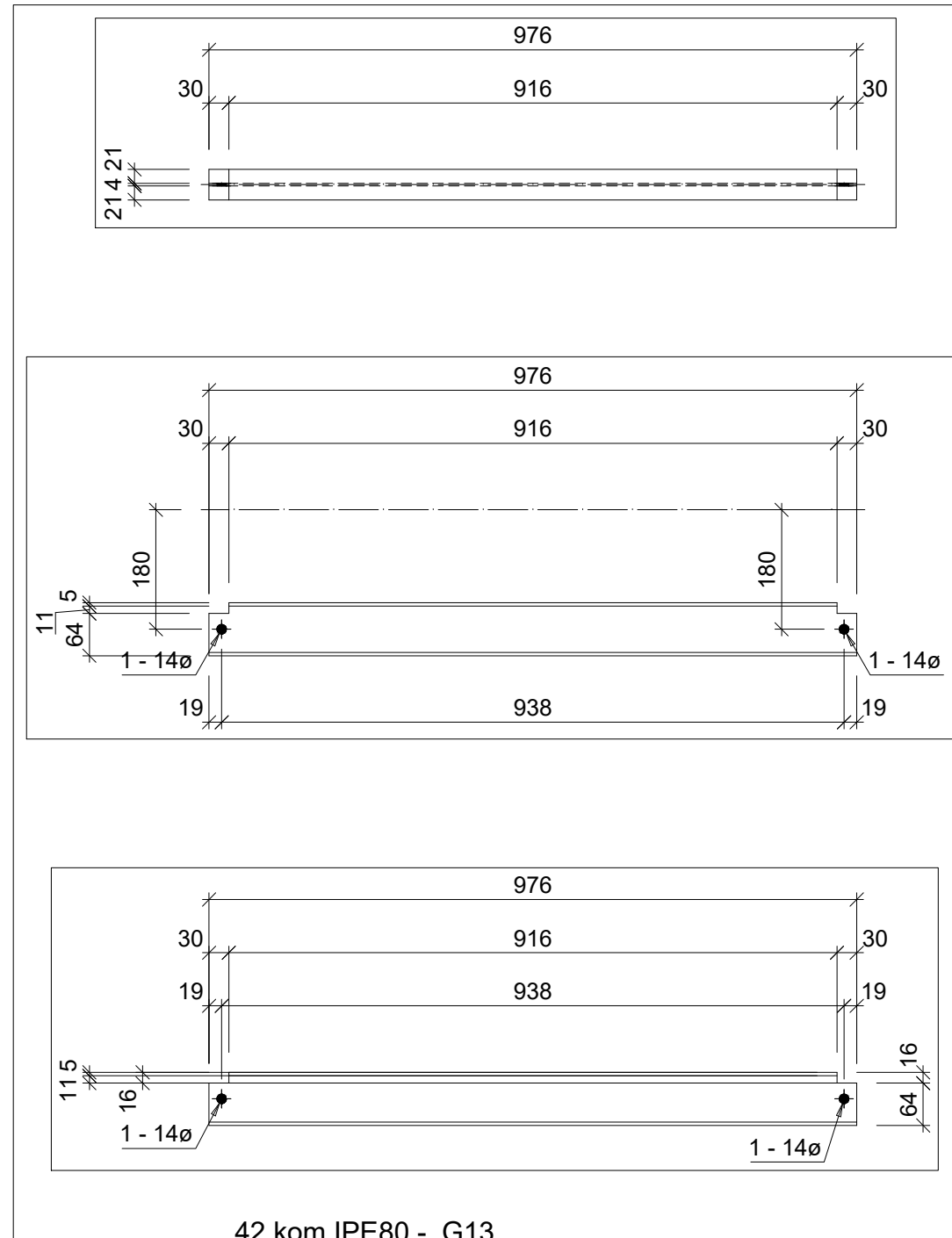
Datum:
VII 2021.

Mjerilo:
1:25

List:
32

Nosači fasade G13, G14, G15 (IPE80)

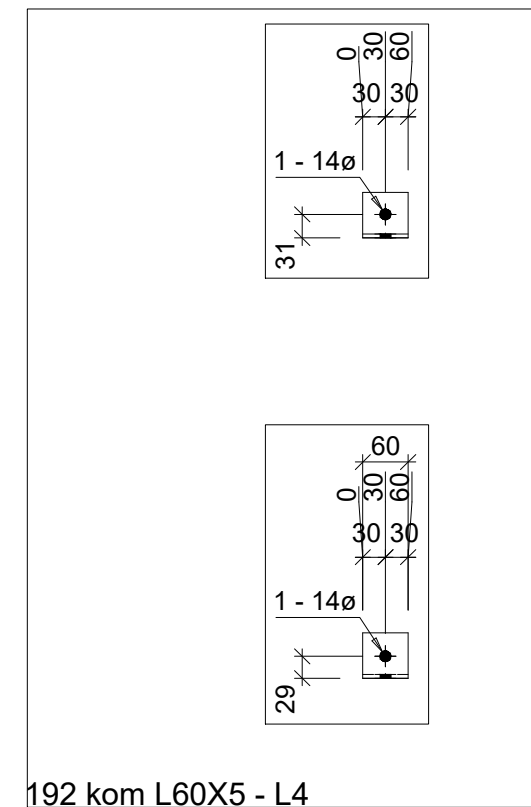
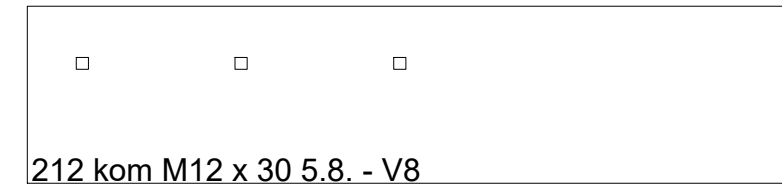
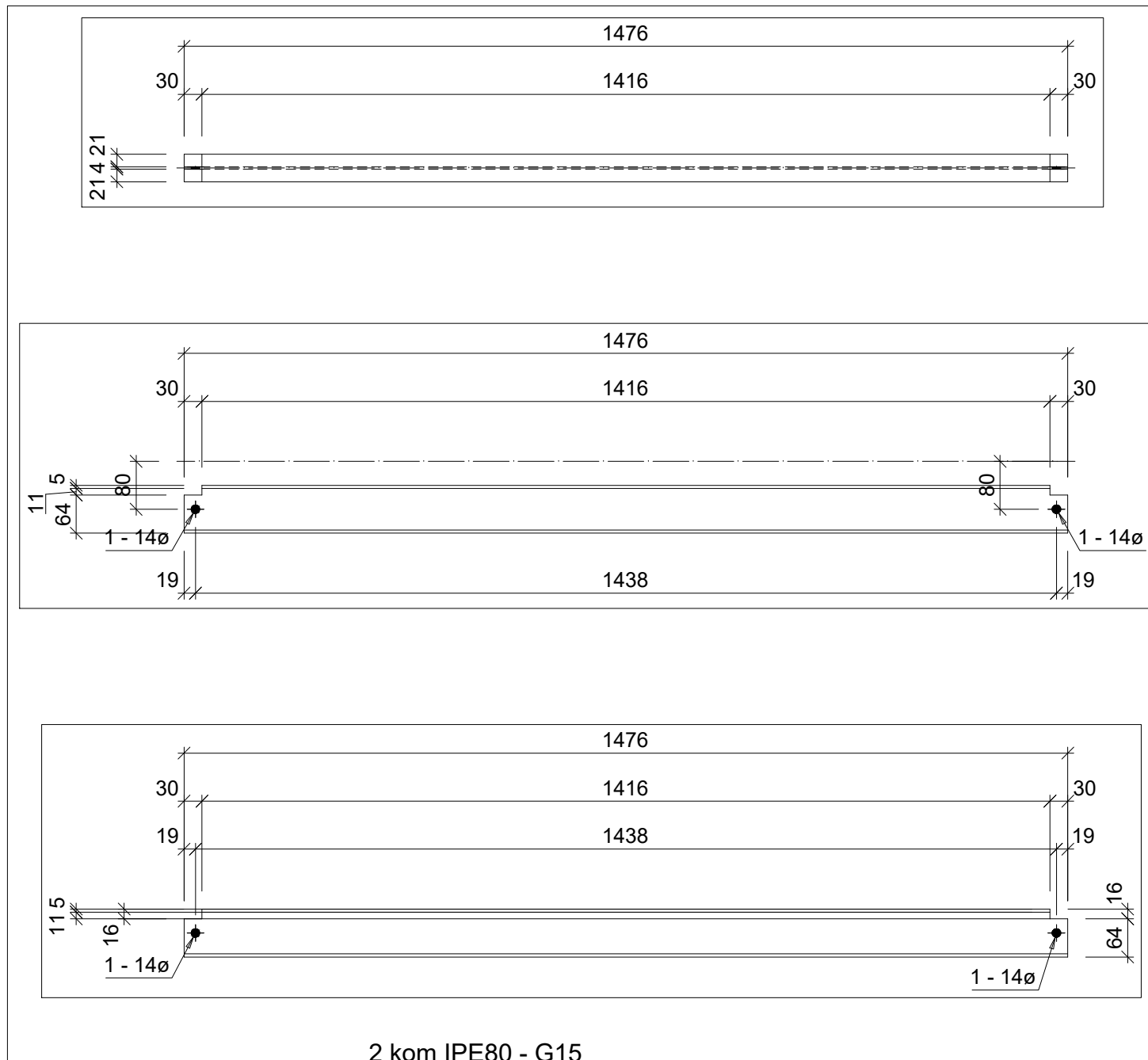
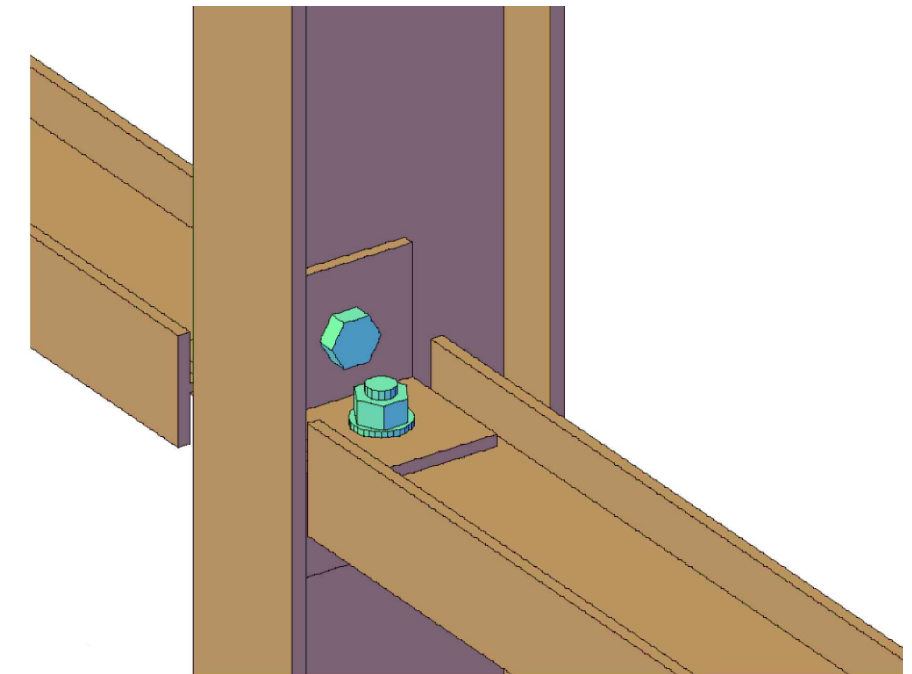
MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrtu: NOSAČI FASADE G13, G14, G15 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo		Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10
		List: 33	

Nosači fasade G13, G14, G15 (IPE80)

MJ 1:10



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad PRORAČUN ČELIČNE KONSTRUKCIJE VIKENDICE I USPOREDBA S VIKENDICOM KLASIČNE GRADNJE		Sadržaj nacrtu: NOSAČI FASADE G13, G14, G15 S ISKAZOM MATERIJALA U SPOJEVIMA	
Student: Natali Lanča		Kolegij: Lagane konstrukcije	
Mentor: doc. dr. sc. Paulina Krolo	Datum: VII 2021.	Mjerilo: 1:10	List: 34