



Ured ovlaštene inženjerke građevinarstva Monika Sukačić  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
OIB:40973242579; MB: 80627196  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

INVESTITOR:

**ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d.,  
OIB: 34378227174  
SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA**

GRAĐEVINA:

**MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC**

LOKACIJA:

**SISAČKA 39 E,  
10410 VELIKA GORICA  
k.č.br. 5240, k.o. VELIKA GORICA**

## GLAVNI PROJEKT

### GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE

ZOP:  
**TD 008-26**

OZNAKA MAPE:  
**MS-11-26**

BROJ MAPE:  
**MAPA 3**

GLAVNI PROJEKTANT:  
**Dario Hrastović, dipl.ing.stroj.  
S1554**

PROJEKTANT:  
**Monika Sukačić, mag.ing.aedif.  
G6370**

OVLAŠTENA OSOBA UREDA:  
**Monika Sukačić, mag.ing.aedif.  
G6370**

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

---

#### OVJERA REVIDENTA:

Sukladno Pravilniku o kontroli projekta (NN 32/14, 72/20, 90/23), za predmetnu građevinu nije obvezna kontrola glavnog projekta glede mehaničke otpornosti i stabilnosti konstrukcije i temeljnog tla.

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

---

---

## OPĆI DIO PROJEKTA

---

## 1. Popis projektanata i suradnika

<b>MAPA I.</b>	
Glavni projekt	Strojarski projekt termotehničkih instalacija
Projektant	Dario Hrastović, dipl.ing.stroj., S 1554

<b>MAPA II.</b>	
Glavni projekt	Elektrotehnički projekt
Projektant	Ivan Lordan, mag.ing.el., E 2821

<b>MAPA III.</b>	
Glavni projekt	Građevinski projekt konstrukcije
Projektantica	Monika Sukačić, mag.ing.aedif., G 6370

## 2. Popis mapa

<b>MAPA I.</b>	
Glavni projekt	Strojarski projekt termotehničkih instalacija
Projektna oznaka	GPT 008-26
Projektant	Dario Hrastović, dipl.ing.stroj., S 1554
Projektni ured	HRASTOVIĆ Inženjering d.o.o., Đakovo
Datum	Siječanj 2026.

<b>MAPA II.</b>	
Glavni projekt	Elektrotehnički projekt
Projektna oznaka	IL-2/26-GP
Projektant	Ivan Lordan, mag.ing.el., E 2821
Projektni ured	Ured ovlaštenog inženjera elektrotehnike Ivan Lordan
Datum	Siječanj 2026.

<b>MAPA III.</b>	
Glavni projekt	Građevinski projekt konstrukcije
Projektna oznaka	MS-11-26
Projektantica	Monika Sukačić, mag.ing.aedif., G 6370
Projektni ured	Ured ovlaštene inženjerke građevinarstva Monika Sukačić, Osijek
Datum	Siječanj 2026.

### 3. Sadržaj

OPĆI DIO PROJEKTA.....	1
1. Popis projektanata i suradnika.....	2
2. Popis mapa.....	2
3. Sadržaj .....	3
4. Izjava projektanta .....	4
TEHNIČKI DIO PROJEKTA.....	5
TEKSTUALNI DIO .....	6
1. Tehnički opis .....	7
2. Dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva .....	10
2.1. Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti.....	10
2.2. Sigurnost u slučaju požara .....	63
2.3. Zaštita od štetnih učinaka na higijenu i zdravlje.....	64
2.4. Emisije u vanjsko okruženje građevina .....	64
2.5. Održiva uporaba prirodnih izvora .....	64
3. Program kontrole i osiguranja kvalitete .....	65
4. Posebni tehnički uvjeti gradnje i gospodarenje otpadom .....	74
5. Procijenjeni troškovi građenja.....	75
GRAFIČKI DIO .....	76
1. Projektantska situacija .....	
2. Tlocrt prizemlja .....	
3. Pogled – okvir 1 .....	
4. Pogled – okvir 2 .....	

## 4. Izjava projektanta

Na temelju Zakona o gradnji (NN 155/25) dajem izjavu da je

**Glavni projekt – Građevinski projekt konstrukcije  
Mapa 3  
MS-11-26**

izrađen u skladu sa sljedećim zakonima, pravilnicima, tehničkim propisima i normama:

- Prostorni plan uređenja Grada Velike Gorice, Pročišćeni tekst i grafika SG GVG 03/2015
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22, 155/23)
- Zakon o gradnji (NN 155/25),
- Zakon o prostornom uređenju (NN 155/25),
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19),
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 130/17, 39/19, 118/20),
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22),
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18),
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18),
- Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 6/18, 15/18, 14/19, 127/19),
- Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23),
- Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 106/22, 138/24, 108/25),
- Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16),
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20),
- Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14, 72/20, 90/23),
- Pravilnik o održavanju građevina (NN 122/14, 98/19),
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15),
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19, 103/24),
- Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18, 43/19)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22),
- HRN EN 1990:2011 Eurokod – Osnove projektiranja konstrukcija,
- HRN EN 1991 Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukcije,
- HRN EN 1992 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija,
- HRN EN 1993 Eurokod 3 – Projektiranje čeličnih konstrukcija,
- HRN EN 1994 Eurokod 4 – Projektiranje spregnutih čelično-betonskih konstrukcija,
- HRN EN 1995 Eurokod 5 – Projektiranje drvenih konstrukcija,
- HRN EN 1996 Eurokod 6 – Projektiranje zidanih konstrukcija,
- HRN EN 1997 Eurokod 7 – Geotehničko projektiranje,
- HRN EN 1998 Eurokod 8 – Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija,

---

**Projektantica:**  
**Monika Sukačić, mag.ing.aedif.**  
**G 6370**

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

---

---

## TEHNIČKI DIO PROJEKTA

---

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

---

---

## TEKSTUALNI DIO

---



# 1. Tehnički opis

## OPĆENITO

Ovom tehničkom dokumentacijom razrađena su, na nivou glavnog projekta, tehnička rješenja mehaničke otpornosti i stabilnosti čelične konstrukcije za ugradnju inox dimnjaka te ovjes cijevi u sklopu modernizacije kotlovnice Zrakoplovno-tehničkog centra u Velikoj Gorici. Radovi se izvode prema Pravilniku o jednostavnim i drugim građevinama i radovima. Lokacija građevine je Sisačka 39e, Velika Gorica, na k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica. Konstrukcija se izvodi unutar zgrade kotlovnice a jednim dijelom se proteže iznad krova građevine. Prije projektiranja utvrđena su zatečena tehnička svojstva zgrade i primjerenost građevine za rekonstrukciju.

## OPIS KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE

Konstrukcija se sastoji od čeličnih HEA profila različitih dimenzija. Stupovi na koje se oslanjaju dimnjaci su HEA 160. Na njih se oslanjaju grede HEA 120 koji stabiliziraju konstrukciju i služe za ovjes čeličnih cijevi instalacija. Stupovi su temeljeni na armiranobetonske temeljne stope dimenzija 60,0x60,0x90,0 cm. Grede se osim na čelične stupove oslanjaju i na postojeće zidove i stupove. Stupove HEA 160 je potrebno dodatno pričvrstiti u donji pojas postojeće rešetke krovne konstrukcije. Pričvršćenje izvesti sukladno stanju na terenu i položaju postojećih rešetki odgovarajućim čeličnim profilima u dogovoru s nadzornim inženjerom i projektantom. Dimnjak je potrebno montirati prema uputi proizvođača. Na mjestima ugradnje dimnjaka potrebno je navariti čeličnu pločicu odgovarajuće širine. Čelična pločica debljine 20 mm, zavarena varom 5 mm. Sve inox dijelove potrebno je odvojiti od čelične konstrukcije odgovarajućim plastičnim ili gumenim podlošcima kako bi se spriječila galvanska korozija čelika. U sjevernom dijelu zgrade predviđene su grede HEA 140 koje također služe kao ovjes za instalacije. Grede se oslanjaju na jedan čelični stup HEA 140 i na postojeće zidove i stupove. Ako je potrebno, postojeće serklaže potrebno je ojačati ili izvesti dodatno. Sav čelik se izvodi kvalitete S 235JR. Konstrukciju i spojeve konstrukcije potrebno je izvesti u skladu s ovim glavnim projektom. Antikorozivna zaštita konstrukcije se izvodi u 2 sloja epoksi bojanjem, klase C3. Klasa izvedbe je EXC 2. Ako se tijekom izvođenja radova ustanovi da temelj i zid koji se zadržavaju ne mogu osigurati dovoljnu stabilnost konstrukcije, iste je potrebno zamijeniti novima ili ojačati. Obzirom na uvjete okoliša u kojem se konstrukcija nalazi, razred izloženosti je XC2. Svi radovi izvode se betonom klase C30/37. Odabrana armatura je klase B500B.

**Za sve radove koji nisu predviđeni ovim projektom, a pojave se tijekom izvedbe, izvođač je dužan obavijestiti nadzornog inženjera te u dogovoru s njim i projektantom dogovoriti rješenje te po potrebi izraditi izvedbeni projekt.**

## UVJETI I ZAHTJEVI KOJI MORAJU BITI ISPUNJENI PRILIKOM IZVOĐENJA RADOVA I UTJECAJ NA OKOLNE GRAĐEVINE

Građevinske radove izvesti prema ovom projektu, te u skladu s važećim zakonima, propisima i normama u građevinarstvu. Prije početka radova proučiti projektnu dokumentaciju, sve radove izvoditi u skladu s drugim sudionicima u gradnji. Bilo kakve izmjene na konstrukciji potrebno je obaviti uz suglasnost projektanta ovog projekta. Predmetna građevina nema utjecaj na susjedne građevine.

## UTJECAJ NAMJENE I NAČINA UPOTREBE GRAĐEVINE, TE UTJECAJA OKOLIŠA NA SVOJSTVA UGRAĐENIH PROIZVODA, TEHNIČKIH SVOJSTVA PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE TE GRAĐEVINE U CJELINI

Namjena građevine je od takvog utjecaja na građevinu da je potrebno provoditi redovite mjere održavanja građevine i sigurnosti korištenja. Pri redovitoj upotrebi građevine u skladu s namjenom neće doći do oštećenja građevine koja mogu uzrokovati ozljede ili ugroziti život korisnika. Građevina se smije upotrebljavati isključivo na način predviđen za njezinu upotrebnost. Zahvat je projektiran u neagresivnom

okolišu koji neće imati utjecaja na svojstva ugrađenih građevnih i drugih proizvoda, tehničkih svojstava projektiranih dijelova građevine te građevine u cjelini.

#### UVJETI GRADNJE NA PREDMETNOJ LOKACIJI

Izradom ove mape projekta ispunjeni su svi uvjeti gradnje izdani od javnopravnih tijela za predmetnu lokaciju. Građevina je projektirana tako da je usklađena sa odredbama za provođenje i grafičkim prilogima, važeće prostorno – planske dokumentacije.

#### ISPUNJENJE TEMELJNIH ZAHTJEVA ZA PROJEKTIRANI DIO GRAĐEVINE

Proračunima, opisima i primjenom zakona, propisa te pravila struke navedenih u ovom projektu dokazuju se temeljni zahtjevi za građevinu. Njima se dokazuje da će projektirana građevina s ugrađenim građevnim proizvodima prvenstveno ispunjavati temeljne zahtjeve za mehaničku otpornost i stabilnost, sigurnost u slučaju požara, higijenu, zdravlje i okoliš te održivu uporabu prirodnih izvora. Dokazi i opisi ispunjenja temeljnih zahtjeva, detaljnije su razrađeni u poglavlju Dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva.

#### PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE

Projektirani vijek uporabe predmetne građevine procjenjuje se na najmanje 50 godina. Projektirani vijek uporabe uključuje redovito održavanje (čišćenje, popravci, zamjene dijelova...). Izvanredno održavanje se provodi zbog osiguranja sigurnosti i trajnosti te pored ostalog posebno obuhvaća i popravak ili zamjenu dijelova sustava.

#### UVJETI ODRŽAVANJA GRAĐEVINE

Uvjeti za održavanje projektiranog dijela građevine propisani su Pravilnikom o održavanju građevina (NN 122/14, 98/19). Njime su propisani uvjeti za održavanje i unapređivanje temeljnih zahtjeva za građevinu, energetske svojstava zgrada te nesmetanog pristupa i kretanja u građevini, kao i način ispunjavanja i dokumentiranja navedenih zahtjeva i svojstava. Održavanje građevine podrazumijeva redovite preglede, izvanredne preglede, izvođenje radova na građevini odnosno njezinim dijelovima te vođenje i čuvanje dokumentacije, a provodi se isključivo na postojećoj građevini. Na održavanje se primjenjuju i odredbe posebnih propisa donesenih u skladu sa Zakonom o gradnji. Dokumentaciju o ispunjavanju obveze održavanja građevine odnosno unapređivanja ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu, energetske svojstava zgrada te nesmetanog pristupa i kretanja u građevini, dužan je čuvati vlasnik građevine za cjelokupno vrijeme trajanja građevine. Osim navedenog, vlasnik građevine dužan je unapređivati ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu, energetske svojstava zgrada te nesmetani pristup i kretanje u građevini ako je to propisano posebnim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji ili ako je propisano posebnim zakonom.

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

- osnovni pregledi – svakih godinu dana

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

- glavni pregledi – svakih 10 godina

Svrha im je utvrđivanje stanja konstrukcije i materijala, obavezno moraju obuhvatiti kontrolu temelja, stanja elemenata nosive konstrukcije, geometrije konstrukcije, stanja ležajeva i oslonaca, stanja zaštite od korozije, stanja otpornosti na požar (premazi, zaštitne obloge, zaštitni slojevi, i sl.) stanja sustava za

odvodnju i drenažu, stanja priključaka instalacija i opreme na elemente konstrukcije, brtvljenja odnosno provjetravanja kod sandučastih elemenata, stanja elemenata za osiguranje konstrukcije i ljudi, kao što su ograde, penjalice, leđnici, vodilice i ugrađene opreme za opažanje i mjerenje ponašanja građevinske konstrukcije (monitoring). Kod provedbe glavnih pregleda konstrukcije, utvrđivanje činjenica se provodi vizualnim pregledom, mjerenjima, ispitivanjima te uvidom u dokumentaciju građevine, uređaja i opreme (projektne dokumentacija, građevinski dnevnik, izvještaji, potvrde, izvješća, fotodokumentacija, nalozi, zapisnici, otpremnice, i sl.) te na drugi prikladan način.

- dopunski pregledi - prema posebnim pravilima propisanim ovim Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije za pojedine vrste konstrukcija

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

Osim navedenih pravila za drvene konstrukcije se primjenjuju dodatna pravila od 6 mjeseci za dijelove zaštite drvene konstrukcije koji služe za odvodnju (oluci, i sl.), za kontrolu pritegnutosti zatega, čeličnih napinjalki u stabilizacijskim vezovima, kontrolu sile u kablovima za prednaprezanje te drvene konstrukcije zaštićene od požara (premazom, oblogom, i sl.) te 1 godine za dijelove drvene konstrukcije koji su izloženi učestalim promjenama sadržaja vode, za dijelove drvene konstrukcije koji se nalaze u prostoru s otežanim strujanjem zraka.

---

**Projektantica:**  
**Monika Sukačić, mag.ing.aedif.**  
**G 6370**

## 2. Dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva

### 2.1. Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti

#### ANALIZA OPTEREĆENJA

##### OPĆI PODACI:

Visina	= 10,30 m
Nadmorska visina	= 96,00 m.n.m.
Lokacija građevine	= Velika Gorica

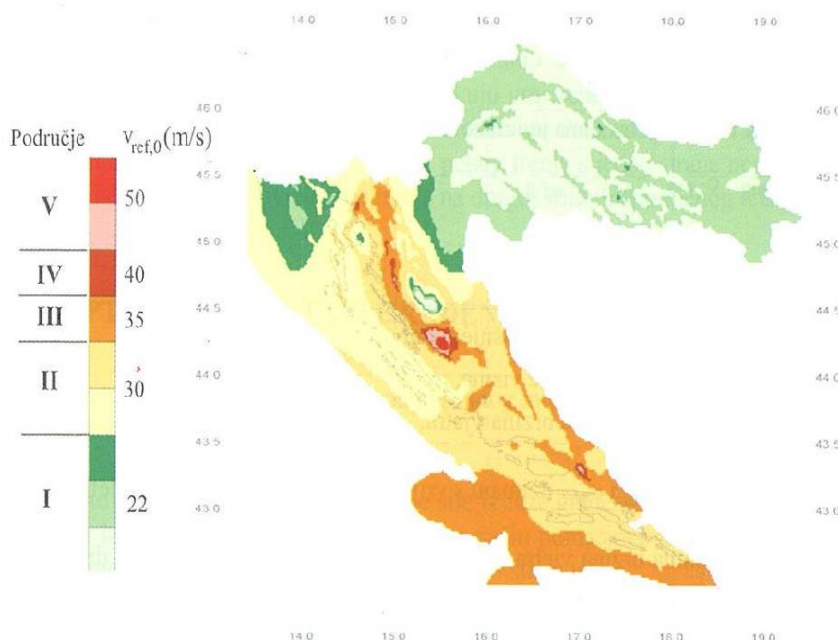
#### 1. Vlastita težina konstrukcije:

- vlastita težina elementa konstrukcije određena je specifičnom težinom materijala od kojih su elementi konstrukcije i ostali nepokretni dijelovi građevine izrađeni. Zadana je programom Radimpex Tower 8.

#### 2. Stalno opterećenje

- težina dimnjaka	= 0,20 kN/m'
- težina cijevi	= 1,50 kN/m'
- težina cijevi	= 1,00 kN/m'

#### 3. Promjenjivo opterećenje - vjetar



Slika VI.41. Osnovne referentne brzine vjetra za područje Republike Hrvatske

### Osnovne vrijednosti

Temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra :

$$v_{b,0} = 20,0 \text{ m/s}$$

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

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

Osnovna brzina vjetra:

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 20,0 = 20,0 \text{ m/s}$$

### Hrapavost terena

$$C_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,17 * \ln(10,3/0,01) = 1,18 - \text{faktor hrapavosti}$$

$$k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 * (0,01/0,05)^{0,07} = 0,17$$

Kategorija terena = III

$$z = 10,3 \text{ m}$$

$$z_0 = 0,01 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5,0 \text{ m}$$

### Srednji vjetar

$$c_0(z) = 1,0 - \text{faktor vertikalne razvedenosti}$$

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 1,18 * 1,0 * 20,0 = 23,6 \text{ m/s}$$

### Turbulencija vjetra

$$\sigma_v = k_r * v_b * k_l = 0,17 * 20,0 * 1,0 = 3,4$$

$$k_l = 1,0$$

$$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z) = k_l / c_0(z) * \ln(z/z_0) = 3,4 / 23,6 = 0,14$$

### Tlak pri vršnoj brzini

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

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2(z) = [1 + 7 * 0,14] * 0,5 * 1,25 * 23,6^2 = 1,98 * 0,5 * 1,25 * 23,6^2 = 689,24 \text{ N/m}^2 = 0,69 \text{ kN/m}^2$$

### Sila vjetra na stup

$$l = 10,30 \text{ m} - \text{visina stupa}$$

$$b = 0,7 \text{ m} - \text{promjer stupa}$$

$$A_s = 7,21 \text{ m}^2 - \text{površina konstrukcije}$$

$$\lambda = \min(l/b; 70) = 14,71 - \text{efektivna vitkost za } l < 15 \text{ m}$$

$$\psi_\lambda = 0,95 - \text{faktor rubnog efekta}$$

$$C_{f,s,0} = 1,2 - \text{koeficijent sile}$$

$$c_f = C_{f,s,0} * \psi_\lambda = 1,20 * 0,95 = 1,14 - \text{koeficijent sile}$$

$$w_{st} = q_p(z) * c_f = 0,69 * 1,14 = 0,78 \text{ kN/m}^2 - \text{djelovanje vjetra na stup}$$

$$q_{w,st} = w_{st} * b = 0,78 * 0,7 = 0,55 \text{ kN/m} - \text{opterećenje vjetra na stup}$$

### PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI

U daljnjem tekstu dan je proračun konstrukcije, kojim se dokazuje temeljni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti. Statički proračun i dimenzioniranje konstrukcije izrađen je računski, tablično i u računalnom programu Radimpex Tower 8.

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt +386 99 782 0739

### *Osnovni podaci o modelu*

Datoteka: ZTC Velika Gorica.twp  
Datum proračuna: 8.2.2026

Način proračuna: 3D model

- ☒ Teorija I-og reda      ☐ Modalna analiza      ☐ Stabilnost  
☐ Teorija II-og reda      ☐ Seizmički proračun      ☐ Faze građenja  
☐ Nelinearni proračun

#### **Veličina modela**

Broj čvorova: 37  
Broj pločastih elemenata: 0  
Broj grednih elemenata: 35  
Broj graničnih elemenata: 59  
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 3  
Broj kombinacija opterećenja: 2

#### **Jedinice mjera**

Dužina: m [cm,mm]  
Sila: kN  
Temperatura: Celsius

## Ulazni podaci - Konstrukcija

### Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$
1	C 30/37	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20
2	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

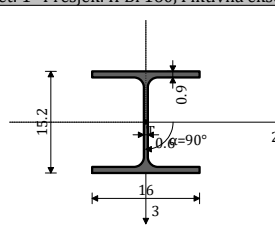
### Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m <sup>2</sup> ]	G[kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$
<1>	0.900	0.450	1	Debela ploča	Izotropna			

### Setovi greda

#### Set: 1 Presjek: IPB1 160, Fiktivna ekscentričnost, S 1

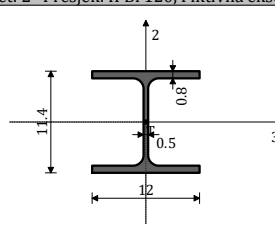
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	3.877e-3	2.880e-3	1.321e-3	8.653e-8	1.672e-5	6.149e-6



[cm]

#### Set: 2 Presjek: IPB1 120, Fiktivna ekscentričnost, G 1

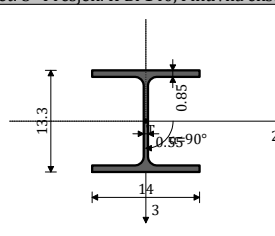
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	2.534e-3	8.456e-4	1.920e-3	4.459e-8	2.306e-6	6.059e-6



[cm]

#### Set: 3 Presjek: IPB1 140, Fiktivna ekscentričnost, S 2

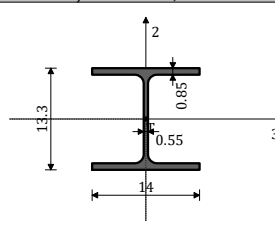
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	3.142e-3	2.380e-3	1.012e-3	6.311e-8	1.033e-5	3.889e-6



[cm]

#### Set: 4 Presjek: IPB1 140, Fiktivna ekscentričnost, G 2

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	3.142e-3	1.012e-3	2.380e-3	6.311e-8	3.889e-6	1.033e-5



[cm]

### Setovi površinskih ležajeva

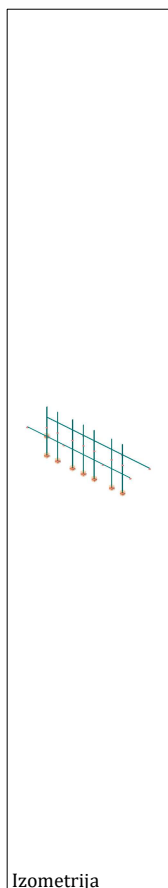
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3

### Setovi točkastih ležajeva

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

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt +386 99 782 0739





NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt +386 99 782 0739

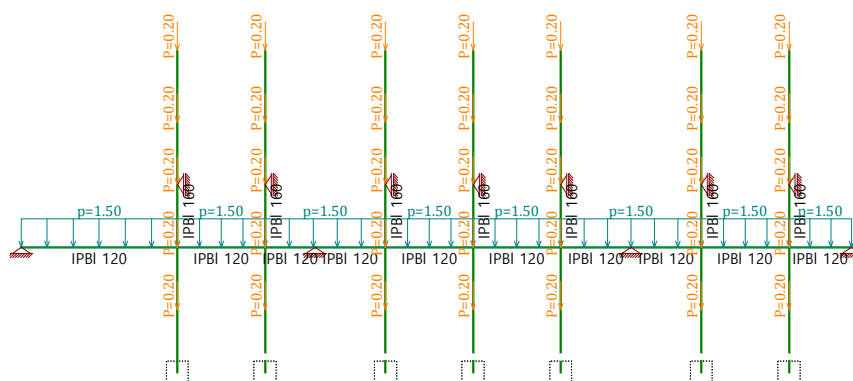
### Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Stalno (g)
2	Vjetar 1
3	Vjetar 2

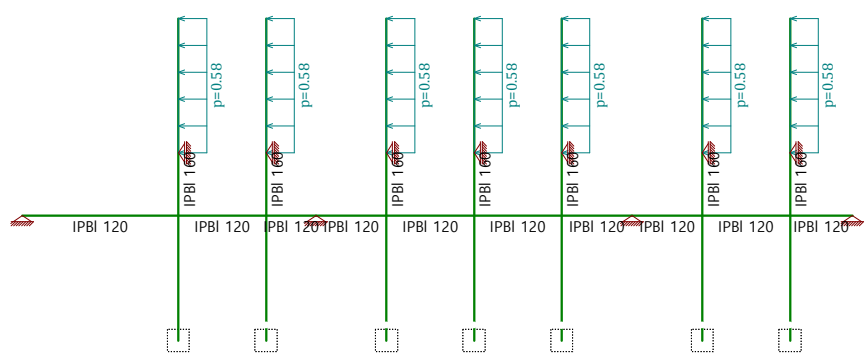
LC	Naziv
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII
5	Komb.: 1.35xI+1.5xIII

Opt. 1: Stalno (g)



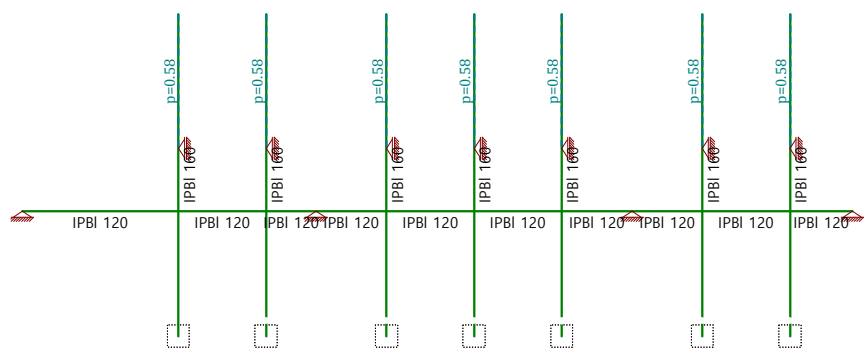
Okvir: H\_1

Opt. 2: Vjetar 1



Okvir: H\_1

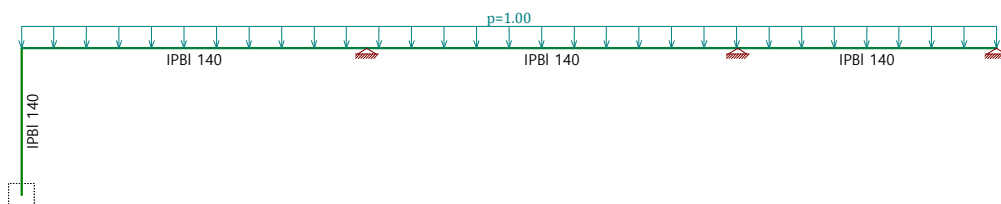
Opt. 3: Vjetar 2



Okvir: H\_1

## Statički proračun

Opt. 1: Stalno (g)



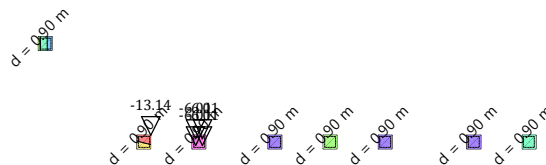
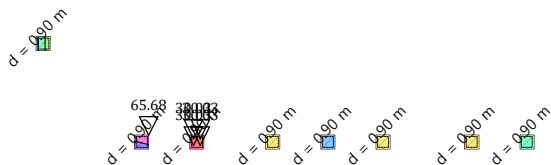
Okvir: H\_2

Opt. 5: 1.35xI+1.5xIII

$\sigma_{tla}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
30.03
35.12
40.22
45.31
50.41
55.50
60.60
65.69

Opt. 5: 1.35xI+1.5xIII

$s_{tla}$ [m]/1000
-13.14
-12.12
-11.10
-10.08
-9.06
-8.04
-7.02
-6.00



Nivo: [0.00 m]

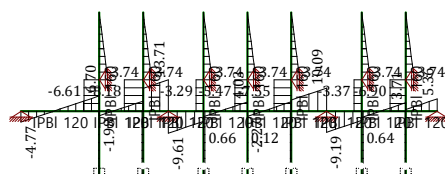
Utjecaji u pov. ležaju: max  $\sigma_{tla}$  = 65.68 / min  $\sigma_{tla}$  = 30.03 kN/m<sup>2</sup>

Nivo: [0.00 m]

Utjecaji u pov. ležaju: max  $s_{tla}$  = -6.01 / min  $s_{tla}$  = -13.14 m / 1000

**URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ**  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt +386 99 782 0739

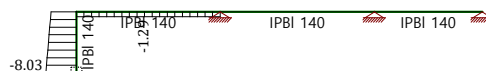
Opt. 4: $1.35xI + 1.5xII$
---------------------------



Okvir: H\_1

Utjecaji u gredi: max T2= 13.71 / min T2= -9.61 kN

Opt. 4: $1.35xI + 1.5xII$
---------------------------



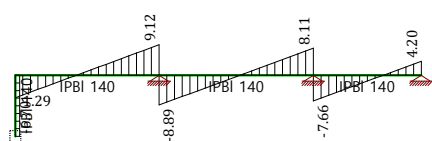
Okvir: H\_2

Utjecaji u gredi: max N1= -0.00 / min N1= -8.03 kN

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt +386 99 782 0739

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII

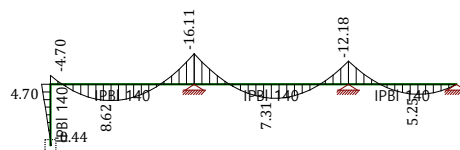


Okvir: H\_2

Utjecaji u gredi: max T2= 9.12 / min T2= -8.89 kN

Opt. 4: 1.35xI+1.5xII

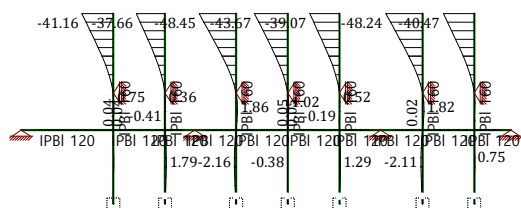
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII



Okvir: H\_2

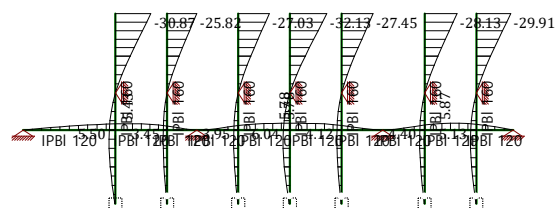
Utjecaji u gredi: max M3= 8.62 / min M3= -16.11 kNm

Opt. 5: 1.35xI+1.5xIII



Okvir: H\_1

Utjecaji u gredi: max Xp= 1.86 / min Xp= -48.45 m / 1000



Okvir: H\_1

Utjecaji u gredi: max Yp= 6.04 / min Yp= -32.13 m / 1000

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt +386 99 782 0739

Opt. 5: 1.35xI+1.5xIII

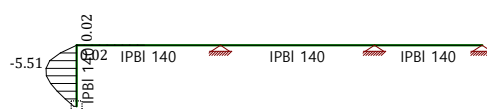


Okvir: H\_1

Utjecaji u gredi: max Zp= -0.00 / min Zp= -15.89 m / 1000

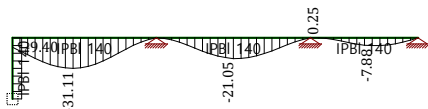
Opt. 5: 1.35xI+1.5xIII

Opt. 5: 1.35xI+1.5xIII



Okvir: H\_2

Utjecaji u gredi: max Xp= 0.02 / min Xp= -5.51 m / 1000



Okvir: H\_2

Utjecaji u gredi: max Zp= 0.25 / min Zp= -31.11 m / 1000

U Osijeku, siječanj 2026. godine

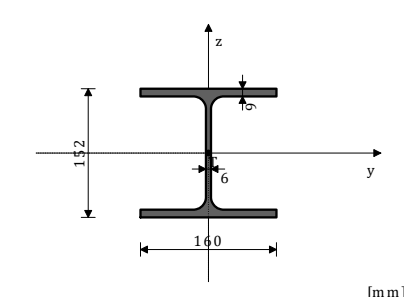
20

## Dimenzioniranje (čelik)

### S 1 (25-65)

POPREČNI PRESJEK: IPBI 160 [S 235] [Set: 1]  
EUROCODE 3 (ENV)

#### GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	38.771 cm <sup>2</sup>
Ay =	28.800 cm <sup>2</sup>
Az =	13.211 cm <sup>2</sup>
Ix =	8.653 cm <sup>4</sup>
Iy =	1672.2 cm <sup>4</sup>
Iz =	614.86 cm <sup>4</sup>
Wy =	220.03 cm <sup>3</sup>
Wz =	76.857 cm <sup>3</sup>
Wy,pl =	237.43 cm <sup>3</sup>
Wz,pl =	115.20 cm <sup>3</sup>
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm<sup>2</sup>, fu = 36.0 kN/cm<sup>2</sup>)

#### FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

4. γ=0.43

5. γ=0.41

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU  
(slučaj opterećenja 4, na 630.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-3.399 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-8.182 kN
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	8.320 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1030.0 cm

#### 5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

#### 5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

##### 5.4.4 Tlak

Plastična računaska otpornost

Računska otpornost na tlak

**Uvjet 5.16: Nsd ≤ Nc.Rd (3.40 ≤ 828.30)**

##### 5.4.5 Savijanje z-z

Računski plastični moment

Računska otp.na lokalno izbočavanje

Računski elastični momenat

Npl.Rd =	828.30 kN
Nc.Rd =	828.30 kN
Mpl.Rd =	24.611 kNm
Mo.Rd =	16.419 kNm
Mel.Rd =	16.419 kNm

Računska otpornost na savijanje

**Uvjet 5.17: Msd\_z ≤ Mc.Rd\_z (8.32 ≤ 24.61)**

Mc.Rd = 24.611 kNm

##### 5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik y-y

**Uvjet 5.20: Vsd\_y ≤ Vpl.Rd\_y (8.18 ≤ 355.23)**

Vpl.Rd = 355.23 kN

##### 5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: Vsd\_y ≤ 50%Vpl.Rd\_y

##### 5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer Msd\_z / Mpl.Rd\_z

**Uvjet 5.36: (0.34 ≤ 1)**

0.338

#### 5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

##### 5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y

Polumjer inercije y-y

Vitkost y-y

Relativna vitkost y-y

Krivulja izvijanja za os y-y: B

Redukcijski koeficijent

Koeficijent efektivnog presjeka

Računska otpornost na izvijanje

**Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd\_y (3.40 ≤ 237.31)**

ly =	1030.0 cm
iy =	6.567 cm
λ_y =	156.84
λ_y =	1.670
α =	0.340
χ_y =	0.287
βA =	1.000
Nb.Rd_y =	237.31 kN

Dužina izvijanja z-z

Polumjer inercije z-z

Vitkost z-z

Relativna vitkost z-z

Krivulja izvijanja za os z-z: C

Redukcijski koeficijent

Koeficijent efektivnog presjeka

Računska otpornost na izvijanje

**Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd\_z (3.40 ≤ 92.08)**

lz =	1030.0 cm
iz =	3.982 cm
λ_z =	258.65
λ_z =	2.754
α =	0.490
χ_z =	0.111
βA =	1.000
Nb.Rd_z =	92.080 kN

##### 5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent

Nsd / ...

Koeficijent uniformnog momenta

Koeficijent

Koeficijent

kz \* Mz / ...

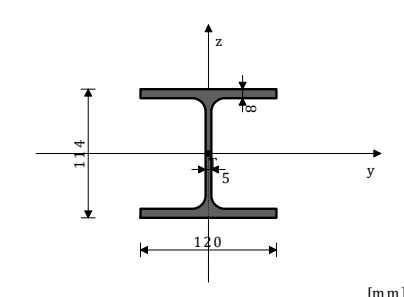
**Uvjet 5.51: (0.43 ≤ 1)**

χmin =	0.111
0.037	
βz =	1.027
μz =	-4.859
kz =	1.163
0.393	

### G 1 (54-42)

POPREČNI PRESJEK: IPBI 120 [S 235] [Set: 2]  
EUROCODE 3 (ENV)

#### GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	25.336 cm <sup>2</sup>
Ay =	19.200 cm <sup>2</sup>
Az =	8.456 cm <sup>2</sup>
Ix =	4.459 cm <sup>4</sup>
Iy =	605.88 cm <sup>4</sup>
Iz =	230.59 cm <sup>4</sup>
Wy =	106.30 cm <sup>3</sup>
Wz =	38.432 cm <sup>3</sup>
Wy,pl =	116.40 cm <sup>3</sup>
Wz,pl =	57.600 cm <sup>3</sup>
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm<sup>2</sup>, fu = 36.0 kN/cm<sup>2</sup>)

#### FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

5. γ=0.61

4. γ=0.46

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU  
(slučaj opterećenja 5, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-0.928 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-1.099 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-10.126 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	-11.099 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-1.787 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	225.00 cm

#### 5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

#### 5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

##### 5.4.4 Tlak

Plastična računaska otpornost

Računska otpornost na tlak

**Uvjet 5.16: Nsd ≤ Nc.Rd (0.93 ≤ 541.27)**

Npl.Rd =	541.27 kN
Nc.Rd =	541.27 kN

##### 5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment

Računska otp.na lokalno izbočavanje

Računski elastični momenat

Računska otpornost na savijanje

**Uvjet 5.17: Msd\_y ≤ Mc.Rd\_y (11.10 ≤ 24.87)**

Mpl.Rd =	24.868 kNm
Mo.Rd =	22.708 kNm
Mel.Rd =	22.708 kNm
Mc.Rd =	24.868 kNm

##### 5.4.5 Savijanje z-z

Računski plastični moment

Računska otp.na lokalno izbočavanje

Računski elastični momenat

Računska otpornost na savijanje

**Uvjet 5.17: Msd\_z ≤ Mc.Rd\_z (1.79 ≤ 12.31)**

Mpl.Rd =	12.305 kNm
Mo.Rd =	8.211 kNm
Mel.Rd =	8.211 kNm
Mc.Rd =	12.305 kNm

##### 5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

**Uvjet 5.20: Vsd\_z ≤ Vpl.Rd\_z (10.13 ≤ 104.30)**

Vpl.Rd = 104.30 kN

Računska plast.otp.na posmik y-y

**Uvjet 5.20: Vsd\_y ≤ Vpl.Rd\_y (1.10 ≤ 236.82)**

Vpl.Rd = 236.82 kN

##### 5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

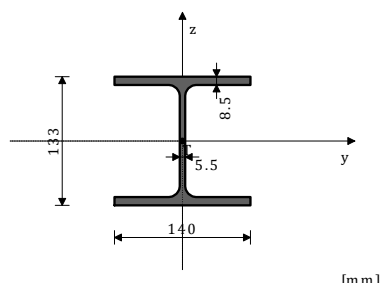
Uvjet: Vsd\_z ≤ 50%Vpl.Rd\_z i Vsd\_y ≤ 50%Vpl.Rd\_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila		Nsd / ...	0.003
Omjer Msd <sub>y</sub> / Mpl.Rd <sub>y</sub>	0.446	Koeficijent uniformnog momenta	β <sub>y</sub> = 2.171
Omjer Msd <sub>z</sub> / Mpl.Rd <sub>z</sub>	0.145	Koeficijent	μ <sub>y</sub> = 0.263
<b>Uvjet 5.36: (0.59 ≤ 1)</b>		Koeficijent	ky = 1.000
		ky * My / ...	0.446
		Koeficijent uniformnog momenta	β <sub>z</sub> = 2.069
		Koeficijent	μ <sub>z</sub> = 0.608
		Koeficijent	kz = 0.999
		kz * Mz / ...	0.145
		<b>Uvjet 5.51: (0.59 ≤ 1)</b>	
5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE			
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje			
Dužina izvijanja y-y	l <sub>y</sub> = 225.00 cm	Redukcijski koeficijent	χ <sub>z</sub> = 0.666
Polumjer inercije y-y	i <sub>y</sub> = 4.890 cm	Nsd / ...	0.003
Vitkost y-y	λ <sub>y</sub> = 46.011	Redukcijski koeficijent	χ <sub>LT</sub> = 0.963
Relativna vitkost y-y	λ <sub>z</sub> = 0.490	Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.	β <sub>M.LT</sub> = 2.171
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α = 0.340	Koeficijent	μ <sub>LT</sub> = 0.109
Redukcijski koeficijent	χ <sub>y</sub> = 0.889	Koeficijent	k <sub>LT</sub> = 1.000
Koeficijent efektivnog presjeka	β <sub>A</sub> = 1.000	k <sub>LT</sub> * My / ...	0.463
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd <sub>y</sub> = 480.98 kN	Koeficijent uniformnog momenta	β <sub>z</sub> = 2.069
<b>Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd<sub>y</sub> (0.93 ≤ 480.98)</b>		Koeficijent	μ <sub>z</sub> = 0.608
		Koeficijent	kz = 0.999
		kz * Mz / ...	0.145
		<b>Uvjet 5.52: (0.61 ≤ 1)</b>	
Dužina izvijanja z-z	l <sub>z</sub> = 225.00 cm	5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM	
Polumjer inercije z-z	i <sub>z</sub> = 3.017 cm	za posmik u ravnnini z-z	
Vitkost z-z	λ <sub>z</sub> = 74.581	Širina lima	d = 9.800 cm
Relativna vitkost z-z	λ <sub>z</sub> = 0.794	Debljina lima	tw = 0.500 cm
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α = 0.490	Nema poprečnih ukrućenja u sredini	
Redukcijski koeficijent	χ <sub>z</sub> = 0.666	Koeficijent izbočavanja posmikom	k <sub>τ</sub> = 5.340
Koeficijent efektivnog presjeka	β <sub>A</sub> = 1.000	Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom	
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd <sub>z</sub> = 360.36 kN	<b>Uvjet: d / tw ≤ 69 s (19.60 ≤ 69.00)</b>	
<b>Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd<sub>z</sub> (0.93 ≤ 360.36)</b>			
5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda			
Koeficijent	C1 = 2.731	5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile	
Koeficijent	C2 = 0.000	za posmik u ravnnini z-z	
Koeficijent	C3 = 0.639	Računski plastični moment nožica	Mf.Rd = 23.380 kNm
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k = 1.000	<b>Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni</b>	
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw = 1.000		
Koordinata	zg = 0.000 cm	5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE	
Koordinata	zj = 0.000 cm	5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnnini rebra	
Razmak bočno pridržanih točaka	L = 225.00 cm	Koeficijent (klasa nožice 1)	k = 0.300
Sektorski moment inercije	Iw = 6471.9 cm <sup>6</sup>	Površina rebra	Aw = 5.700 cm <sup>2</sup>
Krit.mom.za bočno torzizvijanje	Mcr = 209.77 kNm	Površina tlač. nožice	Afc = 9.600 cm <sup>2</sup>
Koeficijent	βw = 1.000	Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnnini rebra	
Koeficijent imperf.	α <sub>LT</sub> = 0.210	<b>Uvjet 5.80: (19.60 ≤ 206.57)</b>	
Bezdimenzionalna vitkost	λ <sub>LT</sub> = 0.361		
Koeficijent redukcije	χ <sub>LT</sub> = 0.963		
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd = 23.941 kNm		
Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. λ <sub>LT</sub> ≤ 0.4			
5.5.4 Savijanje i centrični tlak			
Redukcijski koeficijent	χ <sub>min</sub> = 0.666		

## S 2 (10-29)

POPREČNI PRESJEK: IPBI 140 [S 235] [Set: 3]  
EUROCODE 3 (ENV)

### GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



(f<sub>y</sub> = 23.5 kN/cm<sup>2</sup>, f<sub>u</sub> = 36.0 kN/cm<sup>2</sup>)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA  
4. γ = 0.29 5. γ = 0.29

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU  
(slučaj opterećenja 4, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd = -6.695 kN
Poprečna sila u pravcu	Vsd <sub>y</sub> = 1.285 kN
Momenat savijanja oko z osi	Msd <sub>z</sub> = 4.696 kNm
Sistemska dužina štapa	L = 400.00 cm

### 5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA Klasa presjeka 1

#### 5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak	
Plastična računska otpornost	Npl.Rd = 671.16 kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd = 671.16 kN

**Uvjet 5.16: Nsd ≤ Nc.Rd (6.70 ≤ 671.16)**

5.4.5 Savijanje z-z	
Računski plastični moment	Mpl.Rd = 17.796 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd = 11.868 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd = 11.868 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd = 17.796 kNm

**Uvjet 5.17: Msd<sub>z</sub> ≤ Mc.Rd<sub>z</sub> (4.70 ≤ 17.80)**

5.4.6 Posmik	
Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd = 293.56 kN

**Uvjet 5.20: Vsd<sub>y</sub> ≤ Vpl.Rd<sub>y</sub> (1.29 ≤ 293.56)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila  
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti  
Uvjet: Vsd<sub>y</sub> ≤ 50%Vpl.Rd<sub>y</sub>

5.4.8 Savijanje i centrična sila	
Omjer Msd <sub>z</sub> / Mpl.Rd <sub>z</sub>	0.264

**Uvjet 5.36: (0.27 ≤ 1)**

#### 5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje	
Dužina izvijanja y-y	l <sub>y</sub> = 400.00 cm
Polumjer inercije y-y	i <sub>y</sub> = 5.733 cm
Vitkost y-y	λ <sub>y</sub> = 69.771
Relativna vitkost y-y	λ <sub>z</sub> = 0.743



Krivulja izvijanja za os y-y: B  
Redukcijski koeficijent  
Koeficijent efektivnog presjeka  
Računska otpornost na izvijanje  
**Uvjet 5.45:  $N_{sd} \leq N_{b,Rd,y}$  (6.70 <= 509.32)**

$\alpha = 0.340$   
 $\chi_{y,y} = 0.759$   
 $\beta_A = 1.000$   
 $N_{b,Rd,y} = 509.32 \text{ kN}$

**Uvjet 5.45:  $N_{sd} \leq N_{b,Rd,z}$  (6.70 <= 287.70)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak  
Redukcijski koeficijent  
 $N_{sd} / \dots$   
Koeficijent uniformnog momenta  
Koeficijent  
Koeficijent  
 $k_z * M_z / \dots$

$\chi_{min} = 0.429$   
 $\mu_z = 0.023$   
 $\beta_z = 1.866$   
 $\mu_z = 0.176$   
 $k_z = 0.996$   
 $0.263$

Dužina izvijanja z-z  
Polumjer inercije z-z  
Vitkost z-z  
Relativna vitkost z-z  
Krivulja izvijanja za os z-z: C  
Redukcijski koeficijent  
Koeficijent efektivnog presjeka  
Računska otpornost na izvijanje

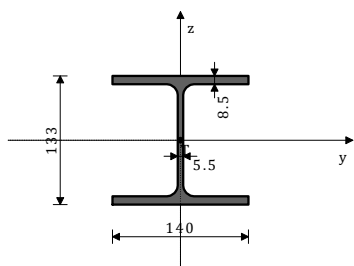
$l_z = 400.00 \text{ cm}$   
 $i_z = 3.518 \text{ cm}$   
 $\lambda_{z,z} = 113.69$   
 $\lambda_{z,z} = 1.211$   
 $\alpha = 0.490$   
 $\chi_{z,z} = 0.429$   
 $\beta_A = 1.000$   
 $N_{b,Rd,z} = 287.70 \text{ kN}$

**Uvjet 5.51: (0.29 <= 1)**

## G 2 (95-66)

POPREČNI PRESJEK: IPBI 140 [S 235] [Set: 4]  
EUROCODE 3 (ENV)

### GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



( $f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$ ,  $f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$ )

$A_x = 31.416 \text{ cm}^2$   
 $A_y = 23.800 \text{ cm}^2$   
 $A_z = 10.124 \text{ cm}^2$   
 $I_x = 6.311 \text{ cm}^4$   
 $I_y = 1032.6 \text{ cm}^4$   
 $I_z = 388.88 \text{ cm}^4$   
 $W_y = 155.28 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 55.554 \text{ cm}^3$   
 $W_{y,pl} = 170.19 \text{ cm}^3$   
 $W_{z,pl} = 83.300 \text{ cm}^3$   
 $\gamma_{M0} = 1.100$   
 $\gamma_{M1} = 1.100$   
 $\gamma_{M2} = 1.250$   
 $A_{net}/A = 0.900$

5.4.7 Savijanje i posmik  
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti  
Uvjet:  $V_{sd,z} \leq 50\% V_{pl,Rd,z}$

### 5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda  
Koeficijent  
Koeficijent  
Koeficijent  
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja  
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja  
Koordinata  
Koordinata  
Razmak bočno pridržanih točaka  
Sektorski moment inercije  
Krit.mom.za bočno torzizvijanje  
Koeficijent  
Koeficijent imperf.  
Bezdimenzionalna vitkost  
Koeficijent redukcije  
Računska otpornost na izvijanje

$C1 = 1.285$   
 $C2 = 1.562$   
 $C3 = 0.753$   
 $k = 1.000$   
 $k_w = 1.000$   
 $z_g = 0.000 \text{ cm}$   
 $z_j = 0.000 \text{ cm}$   
 $L = 1010.0 \text{ cm}$   
 $I_w = 15064 \text{ cm}^6$   
 $M_{cr} = 26.552 \text{ kNm}$   
 $\beta_w = 1.000$   
 $\alpha_{LT} = 0.210$   
 $\lambda_{LT} = 1.227$   
 $\chi_{LT} = 0.513$   
 $M_{b,Rd} = 18.652 \text{ kNm}$

**Uvjet 5.48:  $M_{sd,y} \leq M_{b,Rd}$  (16.11 <= 18.65)**

### FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

4.  $\gamma = 0.86$  5.  $\gamma = 0.86$

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU  
(slučaj opterećenja 4, početak štapa)

Poprečna sila u z pravcu  
Momenat savijanja oko y osi  
Sistemska dužina štapa

$V_{sd,z} = -8.888 \text{ kN}$   
 $M_{sd,y} = -16.115 \text{ kNm}$   
 $L = 1010.0 \text{ cm}$

### 5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

### 5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.5 Savijanje y-y  
Računski plastični moment  
Računska otp.na lokalno izbočavanje  
Računski elastični momenat  
Računska otpornost na savijanje  
**Uvjet 5.17:  $M_{sd,y} \leq M_{c,Rd,y}$  (16.11 <= 36.36)**

$M_{pl,Rd} = 36.358 \text{ kNm}$   
 $M_{o,Rd} = 33.173 \text{ kNm}$   
 $M_{el,Rd} = 33.173 \text{ kNm}$   
 $M_{c,Rd} = 36.358 \text{ kNm}$

5.4.6 Posmik  
Računska plast.otp.na posmik z-z  
**Uvjet 5.20:  $V_{sd,z} \leq V_{pl,Rd,z}$  (8.89 <= 124.87)**

$V_{pl,Rd} = 124.87 \text{ kN}$

### 5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z  
Širina lima  
Debljina lima  
Nema poprečnih ukrućenja u sredini  
Koeficijent izbočavanja posmikom  
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom  
**Uvjet:  $d / t_w \leq 69$  (21.09 <= 69.00)**

$d = 11.600 \text{ cm}$   
 $t_w = 0.550 \text{ cm}$   
 $k_{\tau} = 5.340$

### 5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z  
Računski plastični moment nožica  
**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

$M_{f,Rd} = 33.812 \text{ kNm}$

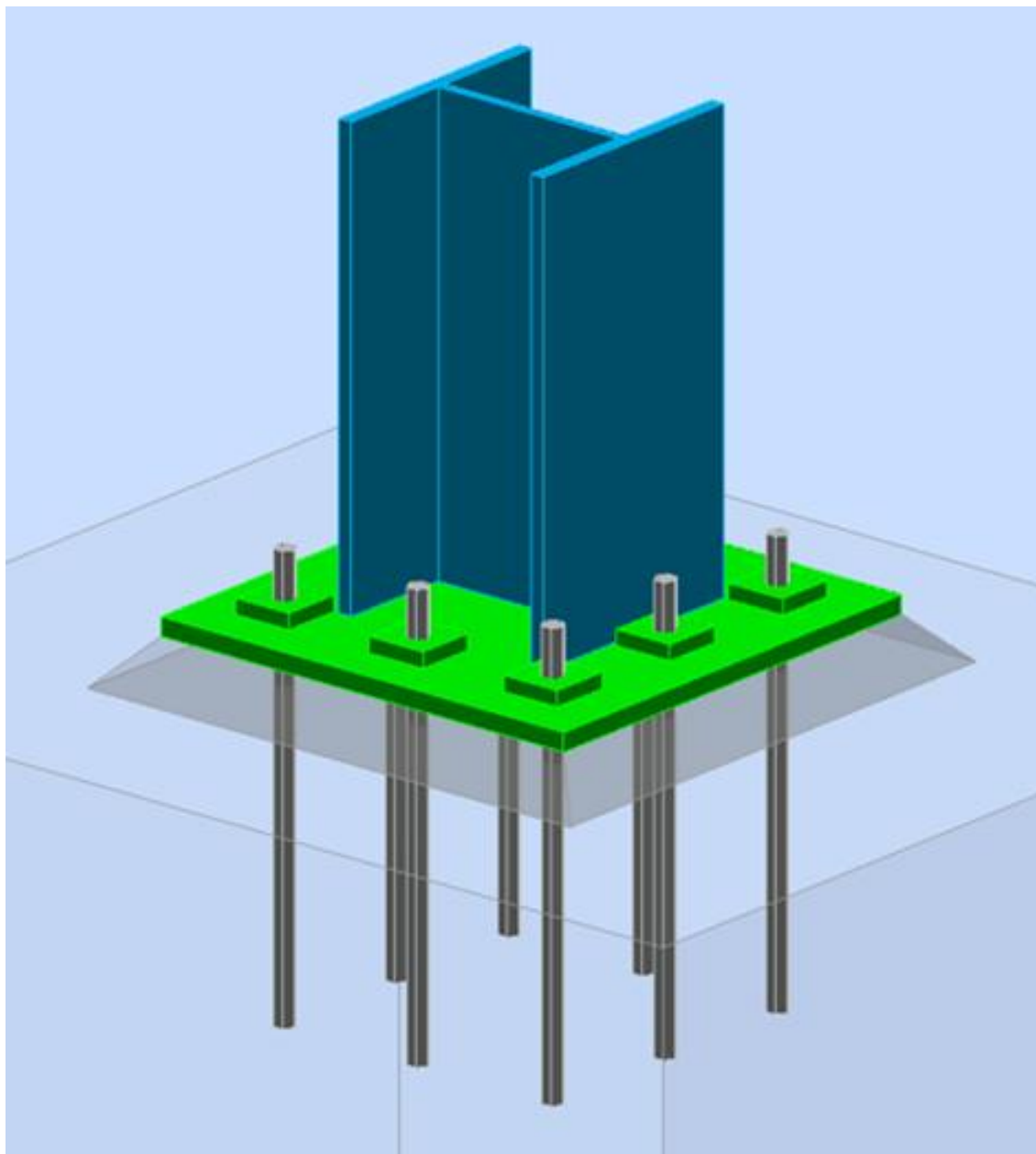
### 5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra  
Koeficijent (klasa nožice 1)  
Površina rebra  
Površina tlač. nožice  
Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra  
**Uvjet 5.80: (21.09 <= 210.19)**

$k = 0.300$   
 $A_w = 7.315 \text{ cm}^2$   
 $A_{fc} = 11.900 \text{ cm}^2$

## PRORAČUN KARAKTERISTIČNIH SPOJEVA

### DETALJ 1



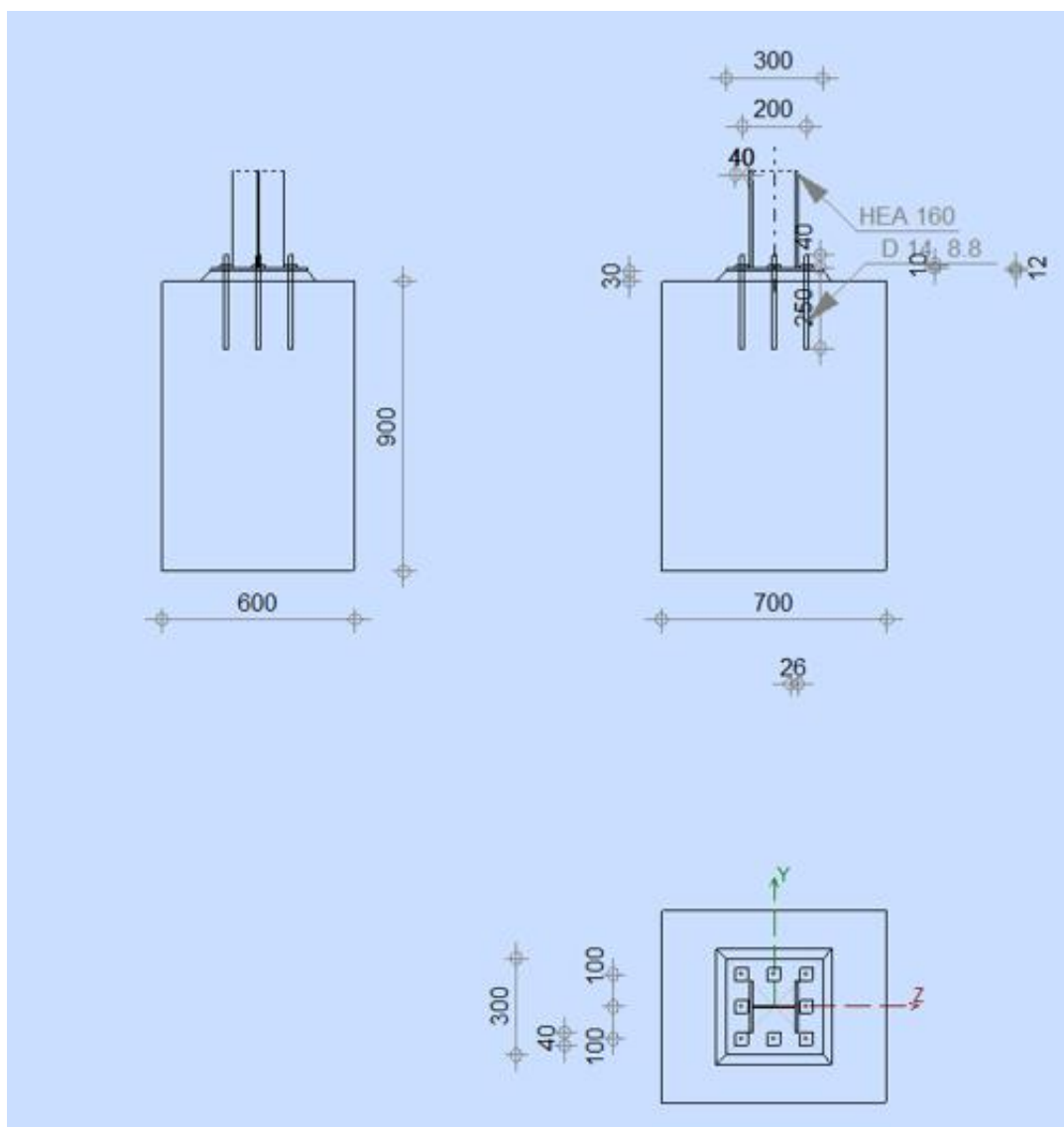
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015

#### Fixed column base design

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete



Ratio  
0,73



## GENERAL

Connection no.: 1  
Connection name: Fixed column base

## GEOMETRY

### COLUMN

Section:			HEA 160
$L_c$ =	5,00	[m]	Column length
$\vartheta$ =	0,0	[Deg]	Inclination angle
$h_c$ =	152	[mm]	Height of column section
$b_{fc}$ =	160	[mm]	Width of column section
$t_{wc}$ =	6	[mm]	Thickness of the web of column section
$t_{fc}$ =	9	[mm]	Thickness of the flange of column section
$r_c$ =	15	[mm]	Radius of column section fillet
$A_c$ =	3880	[mm <sup>2</sup> ]	Cross-sectional area of a column

$L_c =$	5,00	[m]	Column length
$I_{yc} =$	16730000	[mm <sup>4</sup> ]	Moment of inertia of the column section
Material: S275			
$f_{yc} =$	275,00	[MPa]	Resistance
$f_{uc} =$	430,00	[MPa]	Yield strength of a material

### **COLUMN BASE**

$l_{pd} =$	300	[mm]	Length
$b_{pd} =$	300	[mm]	Width
$t_{pd} =$	12	[mm]	Thickness
Material: S275			
$f_{ypd} =$	275,00	[MPa]	Resistance
$f_{upd} =$	430,00	[MPa]	Yield strength of a material

### **ANCHORAGE**

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class =	8.8		Anchor class
$f_{yb} =$	640,00	[MPa]	Yield strength of the anchor material
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Tensile strength of the anchor material
$d =$	14	[mm]	Bolt diameter
$A_s =$	115	[mm <sup>2</sup> ]	Effective section area of a bolt
$A_v =$	154	[mm <sup>2</sup> ]	Area of bolt section
$n_H =$	3		Number of bolt columns
$n_v =$	3		Number of bolt rows
Horizontal spacing $e_{Hi} = 100$ [mm]			
Vertical spacing $e_{Vi} = 100$ [mm]			

#### **Anchor dimensions**

$L_1 =$	40	[mm]
$L_2 =$	250	[mm]

#### **Washer**

$l_{wd} =$	40	[mm]	Length
$b_{wd} =$	40	[mm]	Width
$t_{wd} =$	10	[mm]	Thickness

### **MATERIAL FACTORS**

$\gamma_{M0} =$	1,00	Partial safety factor
$\gamma_{M2} =$	1,25	Partial safety factor
$\gamma_C =$	1,50	Partial safety factor

### **SPREAD FOOTING**

$L =$	700	[mm]	Spread footing length
$B =$	600	[mm]	Spread footing width
$H =$	900	[mm]	Spread footing height

#### **Concrete**

Class			C30
$f_{ck} =$	30,00	[MPa]	Characteristic resistance for compression

#### **Grout layer**

$t_g =$	30	[mm]	Thickness of leveling layer (grout)
$f_{ck,g} =$	12,00	[MPa]	Characteristic resistance for compression
$C_{f,d} =$	0,30		Coeff. of friction between the base plate and concrete

## WELDS

$a_p =$  4 [mm] Footing plate of the column base

## LOADS

Case: Manual calculations.

$N_{j,Ed} =$  -15,83 [kN] Axial force  
 $V_{j,Ed,y} =$  10,00 [kN] Shear force  
 $V_{j,Ed,z} =$  10,00 [kN] Shear force  
 $M_{j,Ed,y} =$  5,00 [kN\*m] Bending moment  
 $M_{j,Ed,z} =$  5,00 [kN\*m] Bending moment

## RESULTS

### COMPRESSION ZONE

#### COMPRESSION OF CONCRETE

$f_{cd} =$  20,00 [MPa] Design compressive resistance EN 1992-1-1:[3.1.6.(1)]  
 $f_j =$  28,80 [MPa] Design bearing resistance under the base plate [6.2.5.(7)]  
 $c = t_p \cdot \left[ \frac{f_{yp}}{(3 \cdot f_j \cdot \sigma_{M0})} \right]$   
 $c =$  21 [mm] Additional width of the bearing pressure zone [6.2.5.(4)]  
 $b_{eff} =$  52 [mm] Effective width of the bearing pressure zone under the flange [6.2.5.(3)]  
 $l_{eff} =$  203 [mm] Effective length of the bearing pressure zone under the flange [6.2.5.(3)]  
 $A_{c0} =$  10509 [mm<sup>2</sup>] Area of the joint between the base plate and the foundation EN 1992-1-1:[6.7.(3)]  
 $A_{c1} =$  93267 [mm<sup>2</sup>] Maximum design area of load distribution EN 1992-1-1:[6.7.(3)]  
 $F_{rd,u} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \left[ \frac{A_{c1}}{A_{c0}} \right] \leq 3 \cdot A_{c0} \cdot f_{cd}$   
 $F_{rd,u} =$  626,14 [kN] Bearing resistance of concrete EN 1992-1-1:[6.7.(3)]  
 $\eta_j =$  0,67 Reduction factor for compression [6.2.5.(7)]  
 $f_{jd} = \eta_j \cdot F_{rd,u} / (b_{eff} \cdot l_{eff})$   
 $f_{jd} =$  39,72 [MPa] Design bearing resistance [6.2.5.(7)]  
 $A_{c,n} =$  25469 [mm<sup>2</sup>] Bearing area for compression [6.2.8.2.(1)]  
 $A_{c,y} =$  10509 [mm<sup>2</sup>] Bearing area for bending My [6.2.8.3.(1)]  
 $A_{c,z} =$  10509 [mm<sup>2</sup>] Bearing area for bending Mz [6.2.8.3.(1)]  
 $F_{c,Rd,i} = A_{c,i} \cdot f_{jd}$   
 $F_{c,Rd,n} =$  1011,66 [kN] Bearing resistance of concrete for compression [6.2.8.2.(1)]  
 $F_{c,Rd,y} =$  417,43 [kN] Bearing resistance of concrete for bending My [6.2.8.3.(1)]  
 $F_{c,Rd,z} =$  417,43 [kN] Bearing resistance of concrete for bending Mz [6.2.8.3.(1)]

#### COLUMN FLANGE AND WEB IN COMPRESSION

$CL =$  1,00 Section class EN 1993-1-1:[5.5.2]  
 $W_{pl,y} =$  245000 [mm<sup>3</sup>] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]  
 $M_{c,Rd,y} =$  67,38 [kN\*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]  
 $h_{fy} =$  143 [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]  
 $F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{fy}$   
 $F_{c,fc,Rd,y} =$  471,15 [kN] Resistance of the compressed flange and web [6.2.6.7.(1)]  
 $W_{pl,z} =$  118000 [mm<sup>3</sup>] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]  
 $M_{c,Rd,z} =$  32,45 [kN\*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]  
 $h_{fz} =$  101 [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]  
 $F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{fz}$   
 $F_{c,fc,Rd,z} =$  320,00 [kN] Resistance of the compressed flange and web [6.2.6.7.(1)]

#### RESISTANCES OF SPREAD FOOTING IN THE COMPRESSION ZONE

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$   
 $N_{j,Rd} =$  1011,66 [kN] Resistance of a spread footing for axial compression [6.2.8.2.(1)]

$F_{C,Rd,y} = \min(F_{C,Rd,y}, F_{C,fc,Rd,y})$			
$F_{C,Rd,y} = 417,43$	[kN]	Resistance of spread footing in the compression zone	[6.2.8.3]
$F_{C,Rd,z} = \min(F_{C,Rd,z}, F_{C,fc,Rd,z})$			
$F_{C,Rd,z} = 320,00$	[kN]	Resistance of spread footing in the compression zone	[6.2.8.3]

## **TENSION ZONE**

### **STEEL FAILURE**

$A_b = 115$	[mm <sup>2</sup> ]	Effective anchor area	[Table 3.4]
$f_{ub} = 800,00$	[MPa]	Tensile strength of the anchor material	[Table 3.4]
$\beta = 0,85$		Reduction factor of anchor resistance	[3.6.1.(3)]
$F_{t,Rd,s1} = \beta \cdot 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_b / \gamma_{M2}$			
$F_{t,Rd,s1} = 56,30$	[kN]	Anchor resistance to steel failure	[Table 3.4]
$\gamma_{Ms} = 1,20$		Partial safety factor	CEB [3.2.3.2]
$f_{yb} = 640,00$	[MPa]	Yield strength of the anchor material	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} \cdot A_b / \gamma_{Ms}$			
$F_{t,Rd,s2} = 61,33$	[kN]	Anchor resistance to steel failure	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$			
$F_{t,Rd,s} = 56,30$	[kN]	Anchor resistance to steel failure	

### **PULL-OUT FAILURE**

$f_{ck} = 30,00$	[MPa]	Characteristic compressive strength of concrete	EN 1992-1:[3.1.2]
$f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$			
$f_{ctd} = 1,35$	[MPa]	Design tensile resistance	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$\gamma_1 = 1,00$		Coeff. related to the quality of the bond conditions and concreting conditions	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$\gamma_2 = 1,00$		Coeff. related to the bar diameter	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$f_{bd} = 2,25 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot f_{ctd}$			
$f_{bd} = 3,04$	[MPa]	Design value of the ultimate bond stress	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$h_{ef} = 250$	[mm]	Effective anchorage depth	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$F_{t,Rd,p} = \gamma \cdot d \cdot h_{ef} \cdot f_{bd}$			
$F_{t,Rd,p} = 33,44$	[kN]	Design uplift capacity	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]

### **CONCRETE CONE FAILURE**

$h_{ef} = 167$	[mm]	Effective anchorage depth	CEB [9.2.4]
$N_{Rk,c}^0 = 7,5 [N^{0,5}/mm^{0,5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1,5}$			
$N_{Rk,c}^0 = 88,39$	[kN]	Characteristic resistance of an anchor	CEB [9.2.4]
$s_{cr,N} = 500$	[mm]	Critical width of the concrete cone	CEB [9.2.4]
$c_{cr,N} = 250$	[mm]	Critical edge distance	CEB [9.2.4]
$A_{c,N0} = 490000$	[mm <sup>2</sup> ]	Maximum area of concrete cone	CEB [9.2.4]
$A_{c,N} = 420000$	[mm <sup>2</sup> ]	Actual area of concrete cone	CEB [9.2.4]
$\gamma_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$			
$\gamma_{A,N} = 0,86$		Factor related to anchor spacing and edge distance	CEB [9.2.4]
$c = 200$	[mm]	Minimum edge distance from an anchor	CEB [9.2.4]
$\gamma_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,0$			
$\gamma_{s,N} = 0,9$		Factor taking account the influence of edges of the concrete member on the distribution of stresses in the concrete	CEB [9.2.4]
$\gamma_{ec,N} = 1,0$		Factor related to distribution of tensile forces acting on anchors	CEB [9.2.4]
$\gamma_{re,N} = 0,5 + h_{ef} [mm] / 200 \leq 1,0$			
$\gamma_{re,N} = 1,00$		Shell spalling factor	CEB [9.2.4]
$\gamma_{ucr,N} = 1,00$		Factor taking into account whether the anchorage is in cracked or non-cracked concrete	CEB [9.2.4]
$\gamma_{Mc} = 2,16$		Partial safety factor	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \gamma_{A,N} \cdot \gamma_{s,N} \cdot \gamma_{ec,N} \cdot \gamma_{re,N} \cdot \gamma_{ucr,N} / \gamma_{Mc}$			
$F_{t,Rd,c} = 32,97$	[kN]	Design anchor resistance to concrete cone failure	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]

$N_{Rk,c} =$	162,38	[kN]	Design uplift capacity	CEB [9.2.5]
$s_{cr,N} =$	500	[mm]	Critical width of the concrete cone	CEB [9.2.5]
$c_{cr,N} =$	250	[mm]	Critical edge distance	CEB [9.2.5]
$A_{c,N0} =$	490000	[mm <sup>2</sup> ]	Maximum area of concrete cone	CEB [9.2.5]
$A_{c,N} =$	420000	[mm <sup>2</sup> ]	Actual area of concrete cone	CEB [9.2.5]
$\eta_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$				
$\eta_{A,N} =$	0,86		Factor related to anchor spacing and edge distance	CEB [9.2.5]
$c =$	200	[mm]	Minimum edge distance from an anchor	CEB [9.2.5]
$\eta_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c/c_{cr,N} \leq 1.0$				
$\eta_{s,N} =$	0,9		Factor taking account the influence of edges of the concrete member on the distribution of stresses in the concrete	CEB [9.2.5]
$\eta_{ec,N} =$	1,0		Factor related to distribution of tensile forces acting on anchors	CEB [9.2.5]
$\eta_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$				
$\eta_{re,N} =$	1,00		Shell spalling factor	CEB [9.2.5]
$\eta_{ucr,N} =$	1,00		Factor taking into account whether the anchorage is in cracked or non-cracked concrete	CEB [9.2.5]
$\eta_{h,N} = (h/(2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$				
$\eta_{h,N} =$	1,20		Coeff. related to the foundation height	CEB [9.2.5]
$\eta_{M,sp} =$	2,16		Partial safety factor	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c} \cdot \eta_{A,N} \cdot \eta_{s,N} \cdot \eta_{ec,N} \cdot \eta_{re,N} \cdot \eta_{ucr,N} \cdot \eta_{h,N} / \eta_{M,sp}$				
$F_{t,Rd,sp} =$	72,68	[kN]	Design anchor resistance to splitting of concrete	CEB [9.2.5]

#### TENSILE RESISTANCE OF AN ANCHOR

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$$

$$F_{t,Rd} = 32,97 \text{ [kN]} \quad \text{Tensile resistance of an anchor}$$

#### BENDING OF THE BASE PLATE

##### Bending moment $M_{j,Ed,y}$

$l_{eff,1} =$	120	[mm]	Effective length for a single bolt for mode 1	[6.2.6.5]
$l_{eff,2} =$	120	[mm]	Effective length for a single bolt for mode 2	[6.2.6.5]
$m =$	19	[mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge	[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} =$	1,19	[kN*m]	Plastic resistance of a plate for mode 1	[6.2.4]
$M_{pl,2,Rd} =$	1,19	[kN*m]	Plastic resistance of a plate for mode 2	[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} =$	244,42	[kN]	Resistance of a plate for mode 1	[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} =$	109,27	[kN]	Resistance of a plate for mode 2	[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} =$	98,91	[kN]	Resistance of a plate for mode 3	[6.2.4]
$F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$				
$F_{t,pl,Rd,y} =$	98,91	[kN]	Tension resistance of a plate	[6.2.4]

##### Bending moment $M_{j,Ed,z}$

$l_{eff,1} =$	150	[mm]	Effective length for a single bolt for mode 1	[6.2.6.5]
$l_{eff,2} =$	150	[mm]	Effective length for a single bolt for mode 2	[6.2.6.5]
$m =$	92	[mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge	[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} =$	1,49	[kN*m]	Plastic resistance of a plate for mode 1	[6.2.4]
$M_{pl,2,Rd} =$	1,49	[kN*m]	Plastic resistance of a plate for mode 2	[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} =$	64,23	[kN]	Resistance of a plate for mode 1	[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} =$	55,56	[kN]	Resistance of a plate for mode 2	[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} =$	98,91	[kN]	Resistance of a plate for mode 3	[6.2.4]
$F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$				
$F_{t,pl,Rd,z} =$	55,56	[kN]	Tension resistance of a plate	[6.2.4]

#### TENSILE RESISTANCE OF A COLUMN WEB

##### Bending moment $M_{j,Ed,z}$

$t_{wc} =$	6	[mm]	Effective thickness of the column web	[6.2.6.3.(8)]
$b_{eff,t,wc} =$	150	[mm]	Effective width of the web for tension	[6.2.6.3.(2)]
$A_{vc} =$	1324	[mm <sup>2</sup> ]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$\eta =$	0,79		Reduction factor for interaction with shear	[6.2.6.3.(4)]
$F_{t,wc,Rd,z} = \eta \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{yc} / \eta_{M0}$				
$F_{t,wc,Rd,z} =$	195,62	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.3.(1)]

## RESISTANCES OF SPREAD FOOTING IN THE TENSION ZONE

$$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$$

$$F_{T,Rd,y} = 98,91 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistance of a column base in the tension zone} \quad [6.2.8.3]$$

$$F_{T,Rd,z} = \min(F_{t,pl,Rd,z}, F_{t,wc,Rd,z})$$

$$F_{T,Rd,z} = 55,56 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistance of a column base in the tension zone} \quad [6.2.8.3]$$

## CONNECTION CAPACITY CHECK

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)	$0,02 < 1,00$	verified	(0,02)
$e_y = 316$ [mm]	Axial force eccentricity		[6.2.8.3]
$z_{c,y} = 72$ [mm]	Lever arm $F_{C,Rd,y}$		[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,y} = 100$ [mm]	Lever arm $F_{T,Rd,y}$		[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,y} = 21,93$ [kN*m]	Connection resistance for bending		[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23)	$0,23 < 1,00$	verified	(0,23)
$e_z = 316$ [mm]	Axial force eccentricity		[6.2.8.3]
$z_{c,z} = 51$ [mm]	Lever arm $F_{C,Rd,z}$		[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} = 100$ [mm]	Lever arm $F_{T,Rd,z}$		[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} = 9,97$ [kN*m]	Connection resistance for bending		[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)	$0,50 < 1,00$	verified	(0,50)
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$	$0,73 < 1,00$	verified	(0,73)

## SHEAR

### BEARING PRESSURE OF AN ANCHOR BOLT ONTO THE BASE PLATE

#### Shear force $V_{j,Ed,y}$

$$\eta_{d,y} = 1,04 \quad \text{Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$\eta_{b,y} = 1,00 \quad \text{Coeff. for resistance calculation } F_{1,vb,Rd} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$k_{1,y} = 2,50 \quad \text{Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \eta_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \eta_{M2}$$

$$F_{1,vb,Rd,y} = 144,48 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate} \quad [6.2.2.(7)]$$

#### Shear force $V_{j,Ed,z}$

$$\eta_{d,z} = 1,04 \quad \text{Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$\eta_{b,z} = 1,00 \quad \text{Coeff. for resistance calculation } F_{1,vb,Rd} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$k_{1,z} = 2,50 \quad \text{Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \eta_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \eta_{M2}$$

$$F_{1,vb,Rd,z} = 144,48 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate} \quad [6.2.2.(7)]$$

### SHEAR OF AN ANCHOR BOLT

$$\eta_b = 0,25 \quad \text{Coeff. for resistance calculation } F_{2,vb,Rd} \quad [6.2.2.(7)]$$

$$A_{vb} = 154 \quad [\text{mm}^2] \quad \text{Area of bolt section} \quad [6.2.2.(7)]$$

$$f_{ub} = 800,00 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Tensile strength of the anchor material} \quad [6.2.2.(7)]$$

$$\eta_{M2} = 1,25 \quad \text{Partial safety factor} \quad [6.2.2.(7)]$$

$$F_{2,vb,Rd} = \eta_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \eta_{M2}$$

$$F_{2,vb,Rd} = 24,43 \quad [\text{kN}] \quad \text{Shear resistance of a bolt - without lever arm} \quad [6.2.2.(7)]$$

$$\eta_M = 2,00 \quad \text{Factor related to the fastening of an anchor in the foundation} \quad \text{CEB [9.3.2.2]}$$

$$M_{Rk,s} = 0,20 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Characteristic bending resistance of an anchor} \quad \text{CEB [9.3.2.2]}$$

$$l_{sm} = 43 \quad [\text{mm}] \quad \text{Lever arm length} \quad \text{CEB [9.3.2.2]}$$

$$\eta_{Ms} = 1,20 \quad \text{Partial safety factor} \quad \text{CEB [3.2.3.2]}$$

$$F_{v,Rd,sm} = \eta_M \cdot M_{Rk,s} / (l_{sm} \cdot \eta_{Ms})$$

$$F_{v,Rd,sm} = 7,60 \quad [\text{kN}] \quad \text{Shear resistance of a bolt - with lever arm} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

### CONCRETE PRY-OUT FAILURE

$$N_{Rk,c} = 71,22 \quad [\text{kN}] \quad \text{Design uplift capacity} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$k_3 = 2,00 \quad \text{Factor related to the anchor length} \quad \text{CEB [9.3.3]}$$

$$\eta_{Mc} = 2,16 \quad \text{Partial safety factor} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \eta_{Mc}$$



$F_{v,Rd,cp} = 65,94$  [kN] Concrete resistance for pry-out failure CEB [9.3.1]

#### CONCRETE EDGE FAILURE

##### Shear force $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y} = 182,4$  [kN] Characteristic resistance of an anchor CEB [9.3.4.(a)]

$\eta_{A,V,y} = 0,83$  Factor related to anchor spacing and edge distance CEB [9.3.4]

$\eta_{h,V,y} = 1,00$  Factor related to the foundation thickness CEB [9.3.4.(c)]

$\eta_{s,V,y} = 0,95$  Factor related to the influence of edges parallel to the shear load direction CEB [9.3.4.(d)]

$\eta_{ec,V,y} = 1,00$  Factor taking account a group effect when different shear loads are acting on the individual anchors in a group CEB [9.3.4.(e)]

$\eta_{\theta,V,y} = 1,00$  Factor related to the angle at which the shear load is applied CEB [9.3.4.(f)]

$\eta_{ucr,V,y} = 1,00$  Factor related to the type of edge reinforcement used CEB [9.3.4.(g)]

$\eta_{Mc} = 2,16$  Partial safety factor CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y} \cdot \eta_{A,V,y} \cdot \eta_{h,V,y} \cdot \eta_{s,V,y} \cdot \eta_{ec,V,y} \cdot \eta_{\theta,V,y} \cdot \eta_{ucr,V,y} / \eta_{Mc}$$

$F_{v,Rd,c,y} = 66,86$  [kN] Concrete resistance for edge failure CEB [9.3.1]

##### Shear force $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z} = 254,9$  [kN] Characteristic resistance of an anchor CEB [9.3.4.(a)]

$\eta_{A,V,z} = 0,53$  Factor related to anchor spacing and edge distance CEB [9.3.4]

$\eta_{h,V,z} = 1,00$  Factor related to the foundation thickness CEB [9.3.4.(c)]

$\eta_{s,V,z} = 0,86$  Factor related to the influence of edges parallel to the shear load direction CEB [9.3.4.(d)]

$\eta_{ec,V,z} = 1,00$  Factor taking account a group effect when different shear loads are acting on the individual anchors in a group CEB [9.3.4.(e)]

$\eta_{\theta,V,z} = 1,00$  Factor related to the angle at which the shear load is applied CEB [9.3.4.(f)]

$\eta_{ucr,V,z} = 1,00$  Factor related to the type of edge reinforcement used CEB [9.3.4.(g)]

$\eta_{Mc} = 2,16$  Partial safety factor CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z} \cdot \eta_{A,V,z} \cdot \eta_{h,V,z} \cdot \eta_{s,V,z} \cdot \eta_{ec,V,z} \cdot \eta_{\theta,V,z} \cdot \eta_{ucr,V,z} / \eta_{Mc}$$

$F_{v,Rd,c,z} = 54,14$  [kN] Concrete resistance for edge failure CEB [9.3.1]

#### SPLITTING RESISTANCE

$C_{f,d} = 0,30$  Coeff. of friction between the base plate and concrete [6.2.2.(6)]

$N_{c,Ed} = 15,83$  [kN] Compressive force [6.2.2.(6)]

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$$

$F_{f,Rd} = 4,75$  [kN] Slip resistance [6.2.2.(6)]

#### SHEAR CHECK

$$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$$

$V_{j,Rd,y} = 65,56$  [kN] Connection resistance for shear CEB [9.3.1]

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$   $0,15 < 1,00$  verified (0,15)

$$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$$

$V_{j,Rd,z} = 65,56$  [kN] Connection resistance for shear CEB [9.3.1]

$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$   $0,15 < 1,00$  verified (0,15)

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$   $0,31 < 1,00$  verified (0,31)

#### WELDS BETWEEN THE COLUMN AND THE BASE PLATE

$\sigma_{\perp} = 75,82$  [MPa] Normal stress in a weld [4.5.3.(7)]

$\sigma_{\parallel} = 75,82$  [MPa] Perpendicular tangent stress [4.5.3.(7)]

## WELDS BETWEEN THE COLUMN AND THE BASE PLATE

$\sigma_w =$	75,82	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.(7)]
$\tau_{yII} =$	3,98	[MPa]	Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$\tau_{zII} =$	9,33	[MPa]	Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$\beta_w =$	0,85		Resistance-dependent coefficient	[4.5.3.(7)]
$\sigma_w / (0.9 \cdot f_u / \beta_w) \leq 1.0$ (4.1)			0,24 < 1,00	verified (0,24)
$\tau_w (\sigma_w^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2)) / (f_u / (\beta_w \cdot \beta_w)) \leq 1.0$ (4.1)			0,38 < 1,00	verified (0,38)
$\tau_w (\sigma_w^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2)) / (f_u / (\beta_w \cdot \beta_w)) \leq 1.0$ (4.1)			0,10 < 1,00	verified (0,10)

## CONNECTION STIFFNESS

### Bending moment $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} =$	52	[mm]	Effective width of the bearing pressure zone under the flange	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	203	[mm]	Effective length of the bearing pressure zone under the flange	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c \cdot \beta_w (b_{eff} \cdot l_{eff}) / (1.275 \cdot E)$				
$k_{13,y} =$	10	[mm]	Stiffness coeff. of compressed concrete	[Table 6.11]
$l_{eff} =$	120	[mm]	Effective length for a single bolt for mode 2	[6.2.6.5]
$m =$	19	[mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 / (m^3)$				
$k_{15,y} =$	12	[mm]	Stiffness coeff. of the base plate subjected to tension	[Table 6.11]
$L_b =$	171	[mm]	Effective anchorage depth	[Table 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,y} =$	1	[mm]	Stiffness coeff. of an anchor subjected to tension	[Table 6.11]
$\lambda_{0,y} =$	0,89		Column slenderness	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	6605,41	[kN*m]	Initial rotational stiffness	[Table 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	20577,90	[kN*m]	Stiffness of a rigid connection	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$ SEMI-RIGID				[5.2.2.5.(2)]

### Bending moment $M_{j,Ed,z}$

$k_{13,z} = E_c \cdot \beta_w (A_{c,z}) / (1.275 \cdot E)$				
$k_{13,z} =$	10	[mm]	Stiffness coeff. of compressed concrete	[Table 6.11]
$l_{eff} =$	150	[mm]	Effective length for a single bolt for mode 2	[6.2.6.5]
$m =$	92	[mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge	[6.2.6.5]
$k_{15,z} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 / (m^3)$				
$k_{15,z} =$	0	[mm]	Stiffness coeff. of the base plate subjected to tension	[Table 6.11]
$L_b =$	171	[mm]	Effective anchorage depth	[Table 6.11]
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,z} =$	1	[mm]	Stiffness coeff. of an anchor subjected to tension	[Table 6.11]
$\lambda_{0,z} =$	1,46		Column slenderness	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,z} =$	1187,00	[kN*m]	Initial rotational stiffness	[6.3.1.(4)]
$S_{j,rig,z} =$	7576,80	[kN*m]	Stiffness of a rigid connection	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,z} < S_{j,rig,z}$ SEMI-RIGID				[5.2.2.5.(2)]

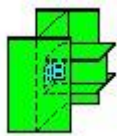
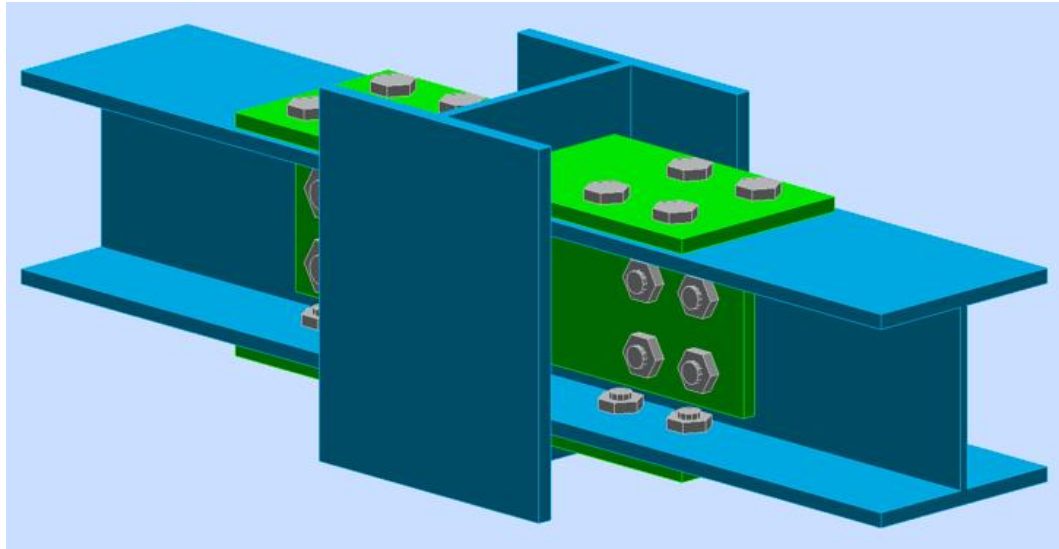
## WEAKEST COMPONENT:

BASE PLATE - BENDING

**Connection conforms to the code**

Ratio 0,73

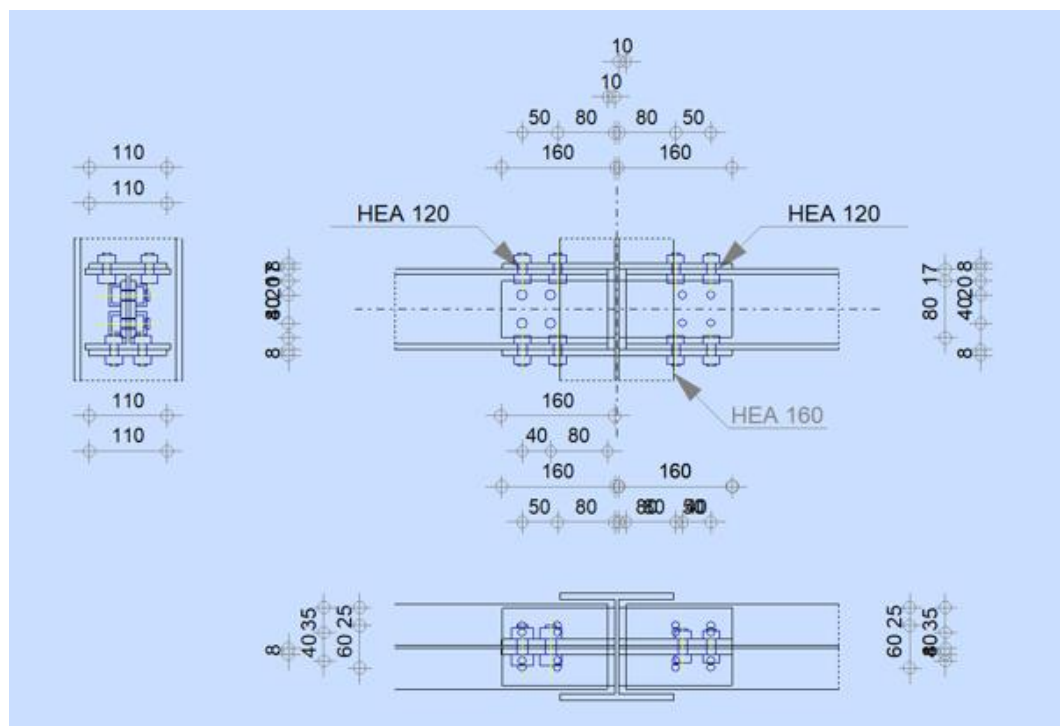
## DETALJ 2



Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015

### Calculation of the beam-column (web) connection

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

Ratio  
**0,37**

## GENERAL

Connection no.: 2  
Connection name: Beam-column (web)

## GEOMETRY

### COLUMN

Section: HEA 160

$\alpha$	=	-90,0	[Deg]	Inclination angle
$h_c$	=	152	[mm]	Height of column section
$b_{fc}$	=	160	[mm]	Width of column section
$t_{wc}$	=	6	[mm]	Thickness of the web of column section
$t_{fc}$	=	9	[mm]	Thickness of the flange of column section
$r_c$	=	15	[mm]	Radius of column section fillet
$A_c$	=	3880	[mm <sup>2</sup> ]	Cross-sectional area of a column
$I_{yc}$	=	16730000	[mm <sup>4</sup> ]	Moment of inertia of the column section
Material:	STEEL 43-245			
$f_{yc}$	=	245,00	[MPa]	Design resistance
$f_{uc}$	=	430,00	[MPa]	Tensile resistance

### LEFT SIDE

### BEAM

Section: HEA 120

$\alpha$	=	0,0	[Deg]	Inclination angle
$h_{bl}$	=	114	[mm]	Height of beam section
$b_{bl}$	=	120	[mm]	Width of beam section
$t_{wbl}$	=	5	[mm]	Thickness of the web of beam section
$t_{fbl}$	=	8	[mm]	Thickness of the flange of beam section
$r_{bl}$	=	12	[mm]	Radius of beam section fillet
$A_b$	=	2530	[mm <sup>2</sup> ]	Cross-sectional area of a beam
$I_{ybl}$	=	6060000	[mm <sup>4</sup> ]	Moment of inertia of the beam section
Material:	S275			
$f_{ybl}$	=	275,00	[MPa]	Design resistance
$f_{ubl}$	=	430,00	[MPa]	Tensile resistance

### PLATE

Type: bilateral

$l_p$	=	160	[mm]	Plate length
$h_p$	=	80	[mm]	Plate height
$t_p$	=	8	[mm]	Plate thickness
Material:	STEEL 43-245			
$f_{yp}$	=	245,00	[MPa]	Design resistance
$f_{up}$	=	430,00	[MPa]	Tensile resistance

### UPPER BRACKET OF A BEAM

$l_{bu}$	=	160	[mm]	Bracket length
$h_{bu}$	=	110	[mm]	Bracket height
$t_{bu}$	=	8	[mm]	Bracket thickness

$l_{bu} = 160$  [mm] Bracket length  
Material: S275  
 $f_{ybu} = 275,00$  [MPa] Design resistance  
 $f_{ubu} = 430,00$  [MPa] Tensile resistance

### **LOWER BRACKET OF A BEAM**

$l_{bd} = 160$  [mm] Bracket length  
 $h_{bd} = 110$  [mm] Bracket height  
 $t_{bd} = 8$  [mm] Bracket thickness  
Material: S275  
 $f_{ybd} = 275,00$  [MPa] Design resistance  
 $f_{ubd} = 430,00$  [MPa] Tensile resistance

### **BOLTS**

#### **BOLTS CONNECTING BEAM WITH PLATE**

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class = 4.8 Bolt class  
 $d = 16$  [mm] Bolt diameter  
 $d_0 = 18$  [mm] Bolt opening diameter  
 $A_s = 157$  [mm<sup>2</sup>] Effective section area of a bolt  
 $A_v = 201$  [mm<sup>2</sup>] Area of bolt section  
 $f_{ub} = 400,00$  [MPa] Tensile resistance  
 $k = 2$  Number of bolt columns  
 $w = 2$  Number of bolt rows  
 $e_1 = 20$  [mm] Level of first bolt  
 $p_2 = 40$  [mm] Horizontal spacing  
 $p_1 = 40$  [mm] Vertical spacing

#### **BOLTS CONNECTING UPPER BRACKET WITH BEAM**

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class = 8.8 Bolt class  
 $d = 12$  [mm] Bolt diameter  
 $d_0 = 13$  [mm] Bolt opening diameter  
 $A_s = 84$  [mm<sup>2</sup>] Effective section area of a bolt  
 $A_v = 113$  [mm<sup>2</sup>] Area of bolt section  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa] Tensile resistance  
 $k = 2$  Number of bolt columns  
 $w = 2$  Number of bolt rows  
 $p_1 = 25$  [mm] Level of first bolt  
 $p_2 = 50$  [mm] Horizontal spacing  
 $p_1 = 60$  [mm] Vertical spacing

#### **BOLTS CONNECTING LOWER BRACKET WITH BEAM**

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class = 8.8 Bolt class  
 $d = 12$  [mm] Bolt diameter  
 $d_0 = 13$  [mm] Bolt opening diameter  
 $A_s = 84$  [mm<sup>2</sup>] Effective section area of a bolt  
 $A_v = 113$  [mm<sup>2</sup>] Area of bolt section  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa] Tensile resistance  
 $k = 2$  Number of bolt columns

Class =	8.8	Bolt class
w =	2	Number of bolt rows
e <sub>1</sub> =	35 [mm]	Level of first bolt
p <sub>2</sub> =	50 [mm]	Horizontal spacing
p <sub>1</sub> =	40 [mm]	Vertical spacing

### **WELDS**

a <sub>cp</sub> =	5 [mm]	Fillet welds connecting plate with column
a <sub>swu</sub> =	5 [mm]	Fillet welds connecting upper bracket with column
a <sub>swd</sub> =	5 [mm]	Fillet welds connecting lower bracket with column

### **RIGHT SIDE**

### **BEAM**

Section: HEA 120

α =	0,0 [Deg]	Inclination angle
h <sub>br</sub> =	114 [mm]	Height of beam section
b <sub>br</sub> =	120 [mm]	Width of beam section
t <sub>wbr</sub> =	5 [mm]	Thickness of the web of beam section
t <sub>fbr</sub> =	8 [mm]	Thickness of the flange of beam section
r <sub>br</sub> =	12 [mm]	Radius of beam section fillet
A <sub>br</sub> =	2530 [mm <sup>2</sup> ]	Cross-sectional area of a beam
I <sub>ybr</sub> =	6060000 [mm <sup>4</sup> ]	Moment of inertia of the beam section
Material:	STEEL 43-245	
f <sub>ybr</sub> =	245,00 [MPa]	Design resistance
f <sub>ubr</sub> =	430,00 [MPa]	Tensile resistance

### **PLATE**

Type: bilateral

l <sub>p</sub> =	160 [mm]	Plate length
h <sub>p</sub> =	80 [mm]	Plate height
t <sub>p</sub> =	8 [mm]	Plate thickness
Material:	STEEL 43-245	
f <sub>yp</sub> =	245,00 [MPa]	Design resistance
f <sub>up</sub> =	430,00 [MPa]	Tensile resistance

### **UPPER BRACKET OF A BEAM**

l <sub>bu</sub> =	160 [mm]	Bracket length
h <sub>bu</sub> =	110 [mm]	Bracket height
t <sub>bu</sub> =	8 [mm]	Bracket thickness
Material:	S275	
f <sub>ybu</sub> =	275,00 [MPa]	Design resistance
f <sub>ubu</sub> =	430,00 [MPa]	Tensile resistance

### **LOWER BRACKET OF A BEAM**

l <sub>bd</sub> =	160 [mm]	Bracket length
h <sub>bd</sub> =	110 [mm]	Bracket height
t <sub>bd</sub> =	8 [mm]	Bracket thickness
Material:	S275	
f <sub>ybd</sub> =	275,00 [MPa]	Design resistance
f <sub>ubd</sub> =	430,00 [MPa]	Tensile resistance

## **BOLTS**

### **BOLTS CONNECTING BEAM WITH PLATE**

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class =	8.8		Bolt class
d =	12	[mm]	Bolt diameter
d <sub>0</sub> =	13	[mm]	Bolt opening diameter
A <sub>s</sub> =	84	[mm <sup>2</sup> ]	Effective section area of a bolt
A <sub>v</sub> =	113	[mm <sup>2</sup> ]	Area of bolt section
f <sub>ub</sub> =	800,00	[MPa]	Tensile resistance
k =	2		Number of bolt columns
w =	2		Number of bolt rows
e <sub>1</sub> =	20	[mm]	Level of first bolt
p <sub>2</sub> =	40	[mm]	Horizontal spacing
p <sub>1</sub> =	40	[mm]	Vertical spacing

### **BOLTS CONNECTING UPPER BRACKET WITH BEAM**

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class =	8.8		Bolt class
d =	12	[mm]	Bolt diameter
d <sub>0</sub> =	13	[mm]	Bolt opening diameter
A <sub>s</sub> =	84	[mm <sup>2</sup> ]	Effective section area of a bolt
A <sub>v</sub> =	113	[mm <sup>2</sup> ]	Area of bolt section
f <sub>ub</sub> =	800,00	[MPa]	Tensile resistance
k =	2		Number of bolt columns
w =	2		Number of bolt rows
e <sub>1</sub> =	25	[mm]	Level of first bolt
p <sub>2</sub> =	50	[mm]	Horizontal spacing
p <sub>1</sub> =	60	[mm]	Vertical spacing

### **BOLTS CONNECTING LOWER BRACKET WITH BEAM**

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class =	8.8		Bolt class
d =	12	[mm]	Bolt diameter
d <sub>0</sub> =	13	[mm]	Bolt opening diameter
A <sub>s</sub> =	84	[mm <sup>2</sup> ]	Effective section area of a bolt
A <sub>v</sub> =	113	[mm <sup>2</sup> ]	Area of bolt section
f <sub>ub</sub> =	800,00	[MPa]	Tensile resistance
k =	2		Number of bolt columns
w =	2		Number of bolt rows
e <sub>1</sub> =	35	[mm]	Level of first bolt
p <sub>2</sub> =	50	[mm]	Horizontal spacing
p <sub>1</sub> =	40	[mm]	Vertical spacing

## **WELDS**

a <sub>cp</sub> =	5	[mm]	Fillet welds connecting plate with column
a <sub>swu</sub> =	5	[mm]	Fillet welds connecting upper bracket with column
a <sub>swd</sub> =	5	[mm]	Fillet welds connecting lower bracket with column

## **MATERIAL FACTORS**

$\gamma_{M0}$ =	1,00	Partial safety factor	[2.2]
$\gamma_{M2}$ =	1,25	Partial safety factor	[2.2]

## LOADS

Case: Manual calculations.

### LEFT SIDE

$N_{b2,Ed}$ =	-8,00	[kN]	Axial force
$V_{b2,Ed}$ =	7,00	[kN]	Shear force
$M_{b2,Ed}$ =	7,00	[kN*m]	Bending moment

### RIGHT SIDE

$N_{b1,Ed}$ =	-8,00	[kN]	Axial force
$V_{b1,Ed}$ =	7,00	[kN]	Shear force
$M_{b1,Ed}$ =	7,00	[kN*m]	Bending moment

## RESULTS

### LEFT SIDE

$N_{w2,Ed}$ =	-1,94	[kN]	Axial force in the web	$N_{w2,Ed} = (N_{b2,Ed} \cdot A_w) / A_b$
$N_{fu2,Ed}$ =	-3,03	[kN]	Axial force in the upper flange	$N_{fu2,Ed} = (N_{b2,Ed} \cdot A_f) / A_b$
$N_{fl2,Ed}$ =	-3,03	[kN]	Axial force in the lower flange	$N_{fl2,Ed} = (N_{b2,Ed} \cdot A_f) / A_b$

### BOLTS CONNECTING BEAM WITH PLATE

#### BOLT CAPACITIES

$F_{v,Rd}$ =	77,21	[kN]	Shear resistance of the shank of a single bolt	$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \gamma_{M2}$
--------------	-------	------	--	---

#### Bolt bearing on the beam

Direction x

k <sub>1x</sub> =	1,41	Coefficient for calculation of F <sub>b,Rd</sub>		k <sub>1x</sub> = min[2.8*(e <sub>1</sub> /d <sub>0</sub> )-1.7, 1.4*(p <sub>1</sub> /d <sub>0</sub> )-1.7, 2.5]
k <sub>1x</sub> > 0.0	1,41 > 0,00	verified		
α <sub>bx</sub> =	0,49	Coefficient for calculation of F <sub>b,Rd</sub>		α <sub>bx</sub> =min[e <sub>2</sub> /(3*d <sub>0</sub> ), p <sub>2</sub> /(3*d <sub>0</sub> )-0.25, f <sub>ub</sub> /f <sub>u</sub> , 1]
α <sub>bx</sub> > 0.0	0,49 > 0,00	verified		
F <sub>b,Rd1x</sub> =	19,06	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	F <sub>b,Rd1x</sub> =k <sub>1x</sub> *α <sub>bx</sub> *f <sub>u</sub> *d*t <sub>i</sub> /γ <sub>M2</sub>

Direction z

k <sub>1z</sub> =	1,41	Coefficient for calculation of F <sub>b,Rd</sub>		k <sub>1z</sub> =min[2.8*(e <sub>2</sub> /d <sub>0</sub> )-1.7, 1.4*(p <sub>2</sub> /d <sub>0</sub> )-1.7, 2.5]
k <sub>1z</sub> > 0.0	1,41 > 0,00	verified		
α <sub>bz</sub> =	0,49	Coefficient for calculation of F <sub>b,Rd</sub>		α <sub>bz</sub> =min[e <sub>1</sub> /(3*d <sub>0</sub> ), p <sub>1</sub> /(3*d <sub>0</sub> )-0.25, f <sub>ub</sub> /f <sub>u</sub> , 1]
α <sub>bz</sub> > 0.0	0,49 > 0,00	verified		
F <sub>b,Rd1z</sub> =	19,06	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	F <sub>b,Rd1z</sub> =k <sub>1z</sub> *α <sub>bz</sub> *f <sub>u</sub> *d*t <sub>i</sub> /γ <sub>M2</sub>

#### Bolt bearing on the plate

Direction x

k <sub>1x</sub> =	1,41	Coefficient for calculation of F <sub>b,Rd</sub>		k <sub>1x</sub> =min[2.8*(e <sub>1</sub> /d <sub>0</sub> )-1.7, 1.4*(p <sub>1</sub> /d <sub>0</sub> )-1.7, 2.5]
k <sub>1x</sub> > 0.0		1,41 > 0,00	verified	
α <sub>bx</sub> =	0,49	Coefficient for calculation of F <sub>b,Rd</sub>		α <sub>bx</sub> =min[e <sub>2</sub> /(3*d <sub>0</sub> ), p <sub>2</sub> /(3*d <sub>0</sub> )-0.25, f <sub>ub</sub> /f <sub>u</sub> , 1]
α <sub>bx</sub> > 0.0		0,49 > 0,00	verified	
F <sub>b,Rd2x</sub> =	60,98	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	F <sub>b,Rd2x</sub> =k <sub>1x</sub> *α <sub>bx</sub> *f <sub>u</sub> *d*t <sub>i</sub> /γ <sub>M2</sub>

Direction z

$k_{1z}$ =	1,41	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
------------	------	---	--



$k_{1z} > 0.0$	1,41 > 0,00	verified
$\vartheta_{bz} = 0,37$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\vartheta_{bz} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\vartheta_{bz} > 0.0$	0,37 > 0,00	verified
$F_{b,Rd2z} = 46,03$ [kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2z} = k_{1z} * \vartheta_{bz} * f_u * d * t_i / \vartheta_{M2}$

## FORCES ACTING ON BOLTS IN THE PLATE - BEAM CONNECTION

### Bolt shear

$e = 113$ [mm]	Distance between centroid of a bolt group and center of column web	$M_0 = V_{b2,Ed} * e$
$M_0 = 0,79$ [kN*m]	Real bending moment	$F_{Nx} =  N_{w2,Ed}  / n$
$F_{Nx} = 0,49$ [kN]	Component force in a bolt due to influence of the longitudinal force	$F_{Vz} =  V_{b2,Ed}  / n$
$F_{Vz} = 1,75$ [kN]	Component force in a bolt due to influence of the shear force	$F_{Mx} =  M_0  * z_i / \sum (x_i^2 + z_i^2)$
$F_{Mx} = 4,94$ [kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment on the x direction	$F_{Mz} =  M_0  * x_i / \sum (x_i^2 + z_i^2)$
$F_{Mz} = 4,94$ [kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment on the z direction	$F_{x,Ed} = F_{Nx} + F_{Mx}$
$F_{x,Ed} = 5,43$ [kN]	Design total force in a bolt on the direction x	$F_{z,Ed} = F_{Vz} + F_{Mz}$
$F_{z,Ed} = 6,69$ [kN]	Design total force in a bolt on the direction z	$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$
$F_{Ed} = 8,62$ [kN]	Resultant shear force in a bolt	$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$
$F_{Rdx} = 19,06$ [kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction x	$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$
$F_{Rdz} = 19,06$ [kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction z	
$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ 5,43  < 19,06$	verified (0,28)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ 6,69  < 19,06$	verified (0,35)
$F_{Ed} \leq F_{v,Rd}$	$8,62 < 77,21$	verified (0,11)

## BOLTS CONNECTING UPPER BRACKET WITH BEAM

### BOLT CAPACITIES

$F_{v,Rd} = 43,43$ [kN]	Shear resistance of the shank of a single bolt	$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \vartheta_{M2}$
<b>Bolt bearing on the beam flange</b>		
$k_1 = 2,50$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_1 = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_1 > 0.0$	2,50 > 0,00	verified
$\vartheta_b = 1,00$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\vartheta_b = \min[e_2/(3*d_0), p_2/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\vartheta_b > 0.0$	1,00 > 0,00	verified
$F_{b,Rd1} = 82,56$ [kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1} = k_1 * \vartheta_b * f_u * d * t_i / \vartheta_{M2}$
<b>Bolt bearing on the bracket</b>		
$k_1 = 2,50$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_1 = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_1 > 0.0$	2,50 > 0,00	verified
$\vartheta_b = 0,77$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\vartheta_b = \min[e_2/(3*d_0), p_2/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\vartheta_b > 0.0$	0,77 > 0,00	verified
$F_{b,Rd2} = 63,51$ [kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2} = k_1 * \vartheta_b * f_u * d * t_i / \vartheta_{M2}$

## FORCES ACTING ON BOLTS IN THE UPPER BRACKET - BEAM CONNECTION

### Bolt shear

$F_{Ed} = 14,59$ [kN]	Shear force in a bolt	$F_{Ed} = [N_{l2,Ed} - M_{b2,Ed}/h_{bl}] / n$
$F_{Rd} = 43,43$ [kN]	Effective design capacity of a bolt	$F_{Rd} = \min(F_{vRd}, F_{bRd1}, F_{bRd2})$
$ F_{Ed}  \leq F_{Rd}$	$ 14,59  < 43,43$	verified (0,34)

## BOLTS CONNECTING LOWER BRACKET WITH BEAM

### BOLT CAPACITIES

$F_{v,Rd} = 43,43$ [kN]	Shear resistance of the shank of a single bolt	$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_v * m / \vartheta_{M2}$
<b>Bolt bearing on the beam flange</b>		
$k_1 = 2,50$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_1 = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_1 > 0.0$	2,50 > 0,00	verified

$$\alpha_b = 1,00 \quad \text{Coefficient for calculation of } F_{b,Rd} \quad \alpha_b = \min[e_2/(3 \cdot d_0), p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$$

$$\alpha_b > 0,0 \quad 1,00 > 0,00 \quad \text{verified}$$

$$F_{b,Rd1} = 82,56 \quad [\text{kN}] \quad \text{Bearing resistance of a single bolt} \quad F_{b,Rd1} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \alpha_{M2}$$

#### Bolt bearing on the bracket

$$k_1 = 2,50 \quad \text{Coefficient for calculation of } F_{b,Rd} \quad k_1 = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$$

$$k_1 > 0,0 \quad 2,50 > 0,00 \quad \text{verified}$$

$$\alpha_b = 0,77 \quad \text{Coefficient for calculation of } F_{b,Rd} \quad \alpha_b = \min[e_2/(3 \cdot d_0), p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$$

$$\alpha_b > 0,0 \quad 0,77 > 0,00 \quad \text{verified}$$

$$F_{b,Rd2} = 63,51 \quad [\text{kN}] \quad \text{Bearing resistance of a single bolt} \quad F_{b,Rd2} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \alpha_{M2}$$

### FORCES ACTING ON BOLTS IN THE LOWER BRACKET - BEAM CONNECTION

#### Bolt shear

$$F_{Ed} = -16,11 \quad [\text{kN}] \quad \text{Shear force in a bolt} \quad F_{Ed} = [N_{f2,Ed} - M_{b2,Ed}/h_{bl}]/n$$

$$F_{Rd} = 43,43 \quad [\text{kN}] \quad \text{Effective design capacity of a bolt} \quad F_{Rd} = \min(F_{vRd}, F_{bRd1}, F_{bRd2})$$

$$|F_{Ed}| \leq F_{Rd} \quad |-16,11| < 43,43 \quad \text{verified} \quad (0,37)$$

### VERIFICATION OF THE SECTION DUE TO BLOCK TEARING

#### PLATE

$$A_{nt} = 344 \quad [\text{mm}^2] \quad \text{Net area of the section in tension}$$

$$A_{nv} = 264 \quad [\text{mm}^2] \quad \text{Area of the section in shear}$$

$$V_{effRd} = 96,51 \quad [\text{kN}] \quad \text{Design capacity of a section weakened by openings} \quad V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \alpha_{M2} + (1/\alpha_3) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \alpha_{M0}$$

$$|0.5 \cdot V_{b2,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |3,50| < 96,51 \quad \text{verified} \quad (0,04)$$

#### BEAM

$$A_{nt} = 465 \quad [\text{mm}^2] \quad \text{Net area of the section in tension}$$

$$A_{nv} = 250 \quad [\text{mm}^2] \quad \text{Area of the section in shear}$$

$$V_{effRd} = 119,67 \quad [\text{kN}] \quad \text{Design capacity of a section weakened by openings} \quad V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \alpha_{M2} + (1/\alpha_3) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \alpha_{M0}$$

$$|V_{b2,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |7,00| < 119,67 \quad \text{verified} \quad (0,06)$$

### WELD RESISTANCE

#### FILLET WELDS CONNECTING PLATE WITH COLUMN

$$A_w = 400 \quad [\text{mm}^2] \quad \text{Weld area} \quad A_w = h_p \cdot a_{gp}$$

$$\sigma = 67,34 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Normal stress in a weld} \quad \sigma = 0.5 \cdot [N_{w2,Ed}/A_s + M_{b2,Ed}/W_{yw}]$$

$$\sigma_{\perp} = 47,61 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Normal perpendicular stress in the weld} \quad \sigma_{\perp} = \sigma / \alpha_2$$

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0.9 \cdot f_u / \alpha_{M2} \quad |47,61| < 309,60 \quad \text{verified} \quad (0,15)$$

$$\sigma_{\perp} = 47,61 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Perpendicular tangent stress} \quad \sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}$$

$$\sigma_{\parallel} = 17,50 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Parallel tangent stress} \quad \sigma_{\parallel} = 0.25 \cdot V_{b2,Ed} / A_w$$

$$\sigma_w = 0,85 \quad \text{Correlation coefficient} \quad [\text{Table 4.1}]$$

$$\sigma [\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\sigma_{\parallel}^2 + \sigma_w^2)] \leq f_u / (\sigma_w \cdot \alpha_{M2}) \quad 99,94 < 404,71 \quad \text{verified} \quad (0,25)$$

#### FILLET WELDS CONNECTING UPPER BRACKET WITH COLUMN

$$A_w = 550 \quad [\text{mm}^2] \quad \text{Weld area}$$

$$\sigma = 53,07 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Normal stress in a weld} \quad \sigma = 0.5 \cdot [N_{fu2,Ed} + M_{b2,Ed}/h_{bl}] / A_s$$

$$\sigma_{\perp} = 37,52 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Normal perpendicular stress in the weld} \quad \sigma_{\perp} = \sigma / \alpha_2$$

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0.9 \cdot f_u / \alpha_{M2} \quad |37,52| < 309,60 \quad \text{verified} \quad (0,12)$$

$$\sigma_{\perp} = 37,52 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Perpendicular tangent stress} \quad \sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}$$

$$\sigma_w = 0,85 \quad \text{Correlation coefficient} \quad [\text{Table 4.1}]$$

$$\sigma [\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \sigma_w^2] \leq f_u / (\sigma_w \cdot \alpha_{M2}) \quad 75,05 < 404,71 \quad \text{verified} \quad (0,19)$$

## FILLET WELDS CONNECTING LOWER BRACKET WITH COLUMN

$A_w =$	550	[mm <sup>2</sup> ]	Weld area	
$\sigma =$	-58,58	[MPa]	Normal stress in a weld	$\sigma = 0.5 \cdot [N_{f12,Ed} - M_{b2,Ed}/h_{bl}] / A_w$
$\sigma_{\perp} =$	-41,42	[MPa]	Normal perpendicular stress in the weld	$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2}$
$ \sigma_{\perp}  \leq 0.9 \cdot f_{u1} / \sqrt{2}$			$ -41,42  < 309,60$	verified (0,13)
$\sigma_{\perp} =$	-41,42	[MPa]	Perpendicular tangent stress	$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}$
$\sigma_w =$	0,85		Correlation coefficient	[Table 4.1]
$\sigma [\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \sigma_w^2] \leq f_{u1} / (\sigma_w \cdot \sqrt{2})$			$82,84 < 404,71$	verified (0,20)

## RIGHT SIDE

$N_{w1,Ed} =$	-1,94	[kN]	Axial force in the web	$N_{w1,Ed} = (N_{b1,Ed} \cdot A_w) / A_b$
$N_{fu1,Ed} =$	-3,03	[kN]	Axial force in the upper flange	$N_{fu1,Ed} = (N_{b1,Ed} \cdot A_f) / A_b$
$N_{fl1,Ed} =$	-3,03	[kN]	Axial force in the lower flange	$N_{fl1,Ed} = (N_{b1,Ed} \cdot A_f) / A_b$

## BOLTS CONNECTING BEAM WITH PLATE

### BOLT CAPACITIES

$F_{v,Rd} =$	86,86	[kN]	Shear resistance of the shank of a single bolt	$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s \cdot m / \sqrt{2}$
--------------	-------	------	--	--

### Bolt bearing on the beam

Direction x

$k_{1x} =$	2,50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$			$2,50 > 0,00$	verified
$\alpha_{bx} =$	0,78		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bx} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bx} > 0.0$			$0,78 > 0,00$	verified
$F_{b,Rd1x} =$	40,02	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \sqrt{2}$

Direction z

$k_{1z} =$	2,50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$			$2,50 > 0,00$	verified
$\alpha_{bz} =$	0,78		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$			$0,78 > 0,00$	verified
$F_{b,Rd1z} =$	40,02	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \sqrt{2}$

### Bolt bearing on the plate

Direction x

$k_{1x} =$	2,50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$			$2,50 > 0,00$	verified
$\alpha_{bx} =$	0,77		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bx} = \min[e_2/(3 \cdot d_0), p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bx} > 0.0$			$0,77 > 0,00$	verified
$F_{b,Rd2x} =$	127,02	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2x} = k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \sqrt{2}$

Direction z

$k_{1z} =$	2,50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1z} = \min[2.8 \cdot (e_2/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$			$2,50 > 0,00$	verified
$\alpha_{bz} =$	0,51		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz} = \min[e_1/(3 \cdot d_0), p_1/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$\alpha_{bz} > 0.0$			$0,51 > 0,00$	verified
$F_{b,Rd2z} =$	84,68	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2z} = k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \sqrt{2}$

## FORCES ACTING ON BOLTS IN THE PLATE - BEAM CONNECTION

### Bolt shear

$e =$	113	[mm]	Distance between centroid of a bolt group and center of column web	
$M_0 =$	0,79	[kN*m]	Real bending moment	$M_0 = V_{b1,Ed} \cdot e$
$F_{Nx} =$	0,49	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the longitudinal force	$F_{Nx} =  N_{w1,Ed}  / n$

### Bolt shear

$e = 113$ [mm]	Distance between centroid of a bolt group and center of column web		
$F_{Vz} = 1,75$ [kN]	Component force in a bolt due to influence of the shear force	$F_{Vz} =  V_{b1,Ed} /n$	
$F_{Mx} = 4,94$ [kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment on the x direction	$F_{Mx} =  M_0  \cdot z_i / \sum (x_i^2 + z_i^2)$	
$F_{Mz} = 4,94$ [kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment on the z direction	$F_{Mz} =  M_0  \cdot x_i / \sum (x_i^2 + z_i^2)$	
$F_{x,Ed} = 5,43$ [kN]	Design total force in a bolt on the direction x	$F_{x,Ed} = F_{Nx} + F_{Mx}$	
$F_{z,Ed} = 6,69$ [kN]	Design total force in a bolt on the direction z	$F_{z,Ed} = F_{Vz} + F_{Mz}$	
$F_{Ed} = 8,62$ [kN]	Resultant shear force in a bolt	$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$	
$F_{Rdx} = 40,02$ [kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction x	$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$	
$F_{Rdz} = 40,02$ [kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction z	$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$	
$ F_{x,Ed}  \leq F_{Rdx}$	$ 5,43  < 40,02$	verified	(0,14)
$ F_{z,Ed}  \leq F_{Rdz}$	$ 6,69  < 40,02$	verified	(0,17)
$F_{Ed} \leq F_{v,Rd}$	$8,62 < 86,86$	verified	(0,10)

## BOLTS CONNECTING UPPER BRACKET WITH BEAM

### BOLT CAPACITIES

$F_{v,Rd} = 43,43$ [kN]	Shear resistance of the shank of a single bolt	$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \sqrt{M_2}$	
<b>Bolt bearing on the beam flange</b>			
$k_1 = 2,50$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_1 = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$	
$k_1 > 0.0$	$2,50 > 0,00$	verified	
$\alpha_b = 1,00$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_b = \min[e_2/(3 \cdot d_0), p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$	
$\alpha_b > 0.0$	$1,00 > 0,00$	verified	
$F_{b,Rd1} = 82,56$ [kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \sqrt{M_2}$	
<b>Bolt bearing on the bracket</b>			
$k_1 = 2,50$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_1 = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$	
$k_1 > 0.0$	$2,50 > 0,00$	verified	
$\alpha_b = 0,77$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_b = \min[e_2/(3 \cdot d_0), p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$	
$\alpha_b > 0.0$	$0,77 > 0,00$	verified	
$F_{b,Rd2} = 63,51$ [kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \sqrt{M_2}$	

### FORCES ACTING ON BOLTS IN THE UPPER BRACKET - BEAM CONNECTION

#### Bolt shear

$F_{Ed} = 14,59$ [kN]	Shear force in a bolt	$F_{Ed} = [N_{f1,Ed} - M_{b1,Ed}/h_{br}]/n$	
$F_{Rd} = 43,43$ [kN]	Effective design capacity of a bolt	$F_{Rd} = \min(F_{v,Rd}, F_{bRd1}, F_{bRd2})$	
$ F_{Ed}  \leq F_{Rd}$	$ 14,59  < 43,43$	verified	(0,34)

## BOLTS CONNECTING LOWER BRACKET WITH BEAM

### BOLT CAPACITIES

$F_{v,Rd} = 43,43$ [kN]	Shear resistance of the shank of a single bolt	$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_v \cdot m / \sqrt{M_2}$	
<b>Bolt bearing on the beam flange</b>			
$k_1 = 2,50$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_1 = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$	
$k_1 > 0.0$	$2,50 > 0,00$	verified	
$\alpha_b = 1,00$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_b = \min[e_2/(3 \cdot d_0), p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$	
$\alpha_b > 0.0$	$1,00 > 0,00$	verified	
$F_{b,Rd1} = 82,56$ [kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \sqrt{M_2}$	
<b>Bolt bearing on the bracket</b>			
$k_1 = 2,50$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_1 = \min[2.8 \cdot (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 \cdot (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$	
$k_1 > 0.0$	$2,50 > 0,00$	verified	
$\alpha_b = 0,77$	Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_b = \min[e_2/(3 \cdot d_0), p_2/(3 \cdot d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$	
$\alpha_b > 0.0$	$0,77 > 0,00$	verified	

$F_{b,Rd2} = 63,51$  [kN] Bearing resistance of a single bolt

$$F_{b,Rd2} = k_1 \cdot z_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_i / \sqrt{M_2}$$

## FORCES ACTING ON BOLTS IN THE LOWER BRACKET - BEAM CONNECTION

### Bolt shear

$F_{Ed} = -16,11$  [kN] Shear force in a bolt

$$F_{Ed} = [N_{f1,Ed} - M_{b1,Ed}/h_{br}]/n$$

$F_{Rd} = 43,43$  [kN] Effective design capacity of a bolt

$$F_{Rd} = \min(F_{vRd}, F_{bRd1}, F_{bRd2})$$

$$|F_{Ed}| \leq F_{Rd} \quad |-16,11| < 43,43 \quad \text{verified} \quad (0,37)$$

## VERIFICATION OF THE SECTION DUE TO BLOCK TEARING

### PLATE

$A_{nt} = 404$  [mm<sup>2</sup>] Net area of the section in tension

$A_{nv} = 324$  [mm<sup>2</sup>] Area of the section in shear

$V_{effRd} = 115,32$  [kN] Design capacity of a section weakened by openings

$$V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \sqrt{M_2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \sqrt{M_0}$$

$$|0.5 \cdot V_{b1,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |3,50| < 115,32 \quad \text{verified} \quad (0,03)$$

### BEAM

$A_{nt} = 503$  [mm<sup>2</sup>] Net area of the section in tension

$A_{nv} = 288$  [mm<sup>2</sup>] Area of the section in shear

$V_{effRd} = 127,10$  [kN] Design capacity of a section weakened by openings

$$V_{effRd} = 0.5 \cdot f_u \cdot A_{nt} / \sqrt{M_2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \sqrt{M_0}$$

$$|V_{b1,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |7,00| < 127,10 \quad \text{verified} \quad (0,06)$$

## WELD RESISTANCE

### FILLET WELDS CONNECTING PLATE WITH COLUMN

$A_w = 400$  [mm<sup>2</sup>] Weld area

$$A_w = h_p \cdot a_{gp}$$

$\sigma = 69,76$  [MPa] Normal stress in a weld

$$\sigma = 0.5 \cdot [N_{w1,Ed}/A_s + M_0/W_{yw}]$$

$\sigma_{\perp} = 49,33$  [MPa] Normal perpendicular stress in the weld

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2}$$

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0.9 \cdot f_u / \sqrt{M_2} \quad |49,33| < 309,60 \quad \text{verified} \quad (0,16)$$

$\sigma_{\perp} = 49,33$  [MPa] Perpendicular tangent stress

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}$$

$\sigma_{\parallel} = 8,75$  [MPa] Parallel tangent stress

$$\sigma_{\parallel} = 0.25 \cdot V_{b1,Ed}/A_w$$

$\rho_w = 0,85$  Correlation coefficient

[Table 4.1]

$$\sigma [\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\sigma_{\parallel}^2 + \rho_w^2)] \leq f_u / (\rho_w \cdot \sqrt{M_2}) \quad 99,82 < 404,71 \quad \text{verified} \quad (0,25)$$

### FILLET WELDS CONNECTING UPPER BRACKET WITH COLUMN

$A_w = 550$  [mm<sup>2</sup>] Weld area

$\sigma = 53,07$  [MPa] Normal stress in a weld

$$\sigma = 0.5 \cdot [N_{fu1,Ed} + M_{b1,Ed}/h_{br}]/A_w$$

$\sigma_{\perp} = 37,52$  [MPa] Normal perpendicular stress in the weld

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2}$$

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0.9 \cdot f_u / \sqrt{M_2} \quad |37,52| < 309,60 \quad \text{verified} \quad (0,12)$$

$\sigma_{\perp} = 37,52$  [MPa] Perpendicular tangent stress

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}$$

$\rho_w = 0,85$  Correlation coefficient

[Table 4.1]

$$\sigma [\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \rho_w^2] \leq f_u / (\rho_w \cdot \sqrt{M_2}) \quad 75,05 < 404,71 \quad \text{verified} \quad (0,19)$$

### FILLET WELDS CONNECTING LOWER BRACKET WITH COLUMN

$A_w = 550$  [mm<sup>2</sup>] Weld area

$\sigma = -58,58$  [MPa] Normal stress in a weld

$$\sigma = 0.5 \cdot [N_{f1,Ed} - M_{b1,Ed}/h_{br}]/A_w$$

$\sigma_{\perp} = -41,42$  [MPa] Normal perpendicular stress in the weld

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2}$$

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0.9 \cdot f_u / \sqrt{M_2} \quad |-41,42| < 309,60 \quad \text{verified} \quad (0,13)$$

$\sigma_{\perp} = -41,42$  [MPa] Perpendicular tangent stress

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}$$

$\rho_w = 0,85$  Correlation coefficient

[Table 4.1]

$$\sigma [\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \rho_w^2] \leq f_u / (\rho_w \cdot \sqrt{M_2}) \quad 82,84 < 404,71 \quad \text{verified} \quad (0,20)$$

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

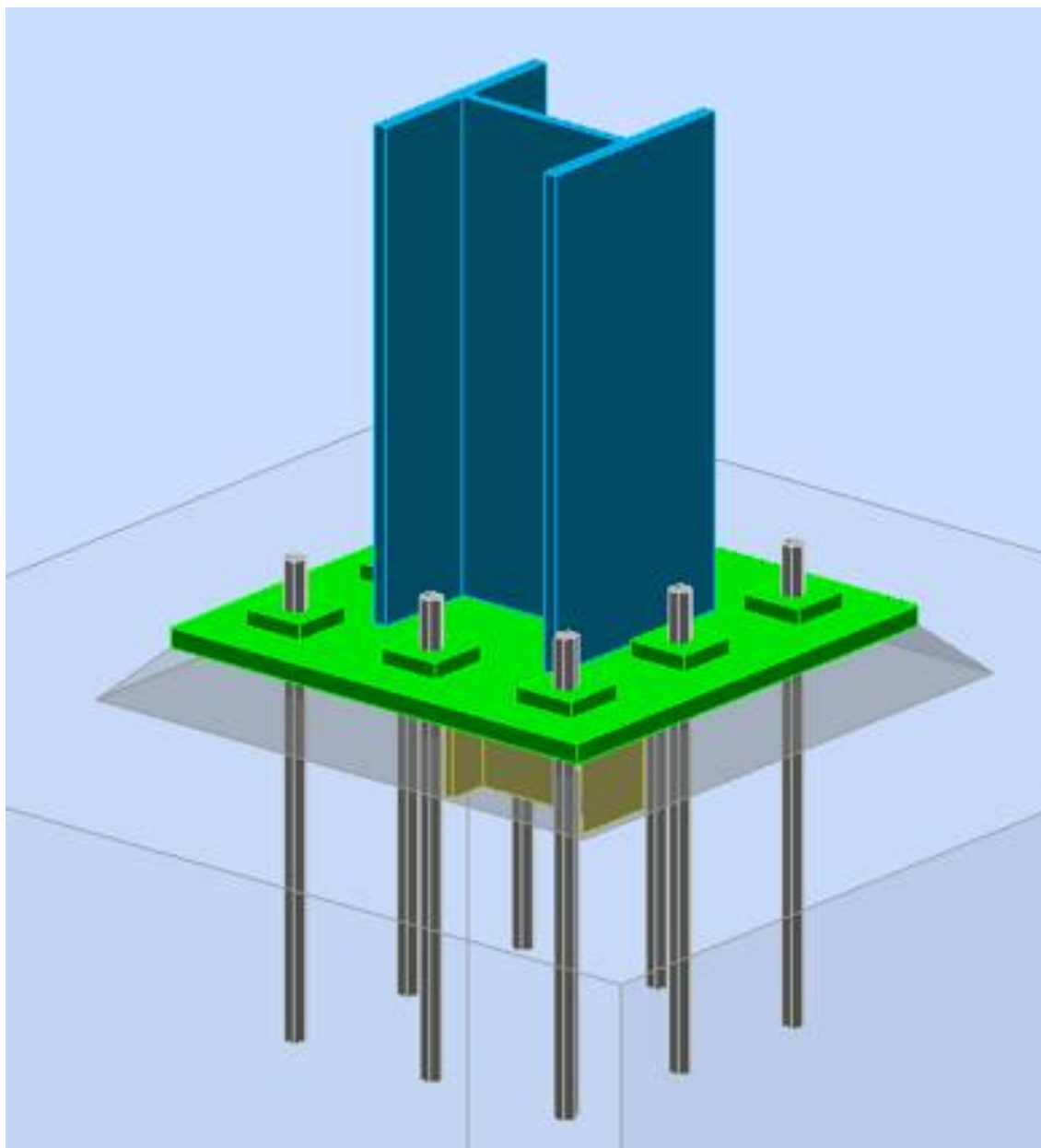
URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

## REMARKS

Distance between horizontal edge of left plate and beam upper flange is too small	17 [mm] < 20 [mm]
Length of left plate connecting the beam is too large	80 [mm] > 74 [mm]
Distance between horizontal edge of right plate and beam upper flange is too small	17 [mm] < 20 [mm]
Length of right plate connecting the beam is too large	80 [mm] > 74 [mm]
Distance between bolt and horizontal edge of left plate is too small	20 [mm] < 22 [mm]
Distance between bolt and lower edge of the plate on the left beam is too small	20 [mm] < 22 [mm]

**Connection conforms to the code** Ratio 0,37

### DETALJ 3





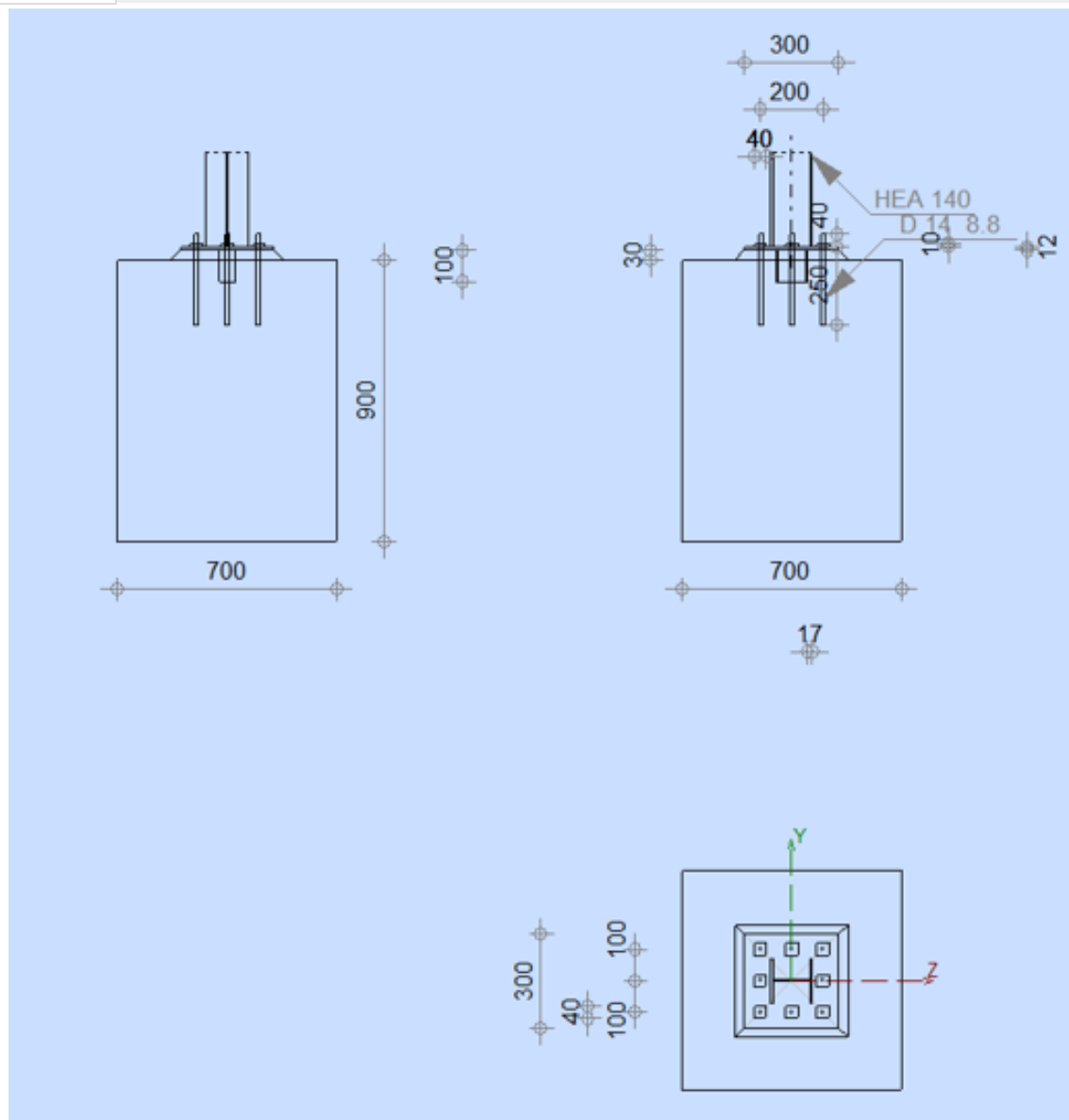
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015

## Fixed column base design

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete



Ratio  
0,85



## GENERAL

Connection no.: 3  
Connection name: Fixed column base

## GEOMETRY

## COLUMN

Section: HEA 140



$L_c =$	5,00	[m]	Column length
$\alpha =$	0,0	[Deg]	Inclination angle
$h_c =$	133	[mm]	Height of column section
$b_{fc} =$	140	[mm]	Width of column section
$t_{wc} =$	6	[mm]	Thickness of the web of column section
$t_{fc} =$	9	[mm]	Thickness of the flange of column section
$r_c =$	12	[mm]	Radius of column section fillet
$A_c =$	3140	[mm <sup>2</sup> ]	Cross-sectional area of a column
$I_{yc} =$	10330000	[mm <sup>4</sup> ]	Moment of inertia of the column section
Material: S275			
$f_{yc} =$	275,00	[MPa]	Resistance
$f_{uc} =$	430,00	[MPa]	Yield strength of a material

### **COLUMN BASE**

$l_{pd} =$	300	[mm]	Length
$b_{pd} =$	300	[mm]	Width
$t_{pd} =$	12	[mm]	Thickness
Material: S275			
$f_{ypd} =$	275,00	[MPa]	Resistance
$f_{upd} =$	430,00	[MPa]	Yield strength of a material

### **ANCHORAGE**

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class =	8.8		Anchor class
$f_{yb} =$	640,00	[MPa]	Yield strength of the anchor material
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Tensile strength of the anchor material
$d =$	14	[mm]	Bolt diameter
$A_s =$	115	[mm <sup>2</sup> ]	Effective section area of a bolt
$A_v =$	154	[mm <sup>2</sup> ]	Area of bolt section
$n_H =$	3		Number of bolt columns
$n_V =$	3		Number of bolt rows
Horizontal spacing $e_{H1} =$ 100 [mm]			
Vertical spacing $e_{V1} =$ 100 [mm]			

#### **Anchor dimensions**

$L_1 =$	40	[mm]
$L_2 =$	250	[mm]

#### **Washer**

$l_{wd} =$	40	[mm]	Length
$b_{wd} =$	40	[mm]	Width
$t_{wd} =$	10	[mm]	Thickness

### **WEDGE**

Section: IPE 100

$l_w =$	100	[mm]	Length
Material: STEEL 43-245			
$f_{yw} =$	245,00	[MPa]	Resistance

### **MATERIAL FACTORS**

$\gamma_{M0} =$	1,00	Partial safety factor
$\gamma_{M2} =$	1,25	Partial safety factor
$\gamma_C =$	1,50	Partial safety factor

$\gamma_{M0}$  = 1,00 Partial safety factor

## **SPREAD FOOTING**

L = 700 [mm] Spread footing length  
B = 700 [mm] Spread footing width  
H = 900 [mm] Spread footing height

### **Concrete**

Class C30  
 $f_{ck}$  = 30,00 [MPa] Characteristic resistance for compression

### **Grout layer**

$t_g$  = 30 [mm] Thickness of leveling layer (grout)  
 $f_{ck,g}$  = 12,00 [MPa] Characteristic resistance for compression  
 $C_{f,d}$  = 0,30 Coeff. of friction between the base plate and concrete

## **WELDS**

$a_p$  = 4 [mm] Footing plate of the column base  
 $a_w$  = 4 [mm] Wedge

## **LOADS**

Case: Manual calculations.

$N_{j,Ed}$  = -8,50 [kN] Axial force  
 $V_{j,Ed,y}$  = 1,50 [kN] Shear force  
 $M_{j,Ed,y}$  = 5,00 [kN\*m] Bending moment  
 $M_{j,Ed,z}$  = 5,00 [kN\*m] Bending moment

## **RESULTS**

### **COMPRESSION ZONE**

#### **COMPRESSION OF CONCRETE**

$f_{cd}$  = 20,00 [MPa] Design compressive resistance EN 1992-1:[3.1.6.(1)]  
 $f_j$  = 31,11 [MPa] Design bearing resistance under the base plate [6.2.5.(7)]  
 $c = t_p \cdot \gamma (f_{yp} / (3 \cdot f_j \cdot \gamma_{M0}))$   
 $c$  = 21 [mm] Additional width of the bearing pressure zone [6.2.5.(4)]  
 $b_{eff}$  = 50 [mm] Effective width of the bearing pressure zone under the flange [6.2.5.(3)]  
 $l_{eff}$  = 181 [mm] Effective length of the bearing pressure zone under the flange [6.2.5.(3)]  
 $A_{c0}$  = 9005 [mm<sup>2</sup>] Area of the joint between the base plate and the foundation EN 1992-1:[6.7.(3)]  
 $A_{c1}$  = 81043 [mm<sup>2</sup>] Maximum design area of load distribution EN 1992-1:[6.7.(3)]  
 $F_{rd,u} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \gamma (A_{c1} / A_{c0}) \leq 3 \cdot A_{c0} \cdot f_{cd}$   
 $F_{rd,u}$  = 540,29 [kN] Bearing resistance of concrete EN 1992-1:[6.7.(3)]  
 $\gamma_j$  = 0,67 Reduction factor for compression [6.2.5.(7)]  
 $f_{jd} = \gamma_j \cdot F_{rd,u} / (b_{eff} \cdot l_{eff})$   
 $f_{jd}$  = 40,00 [MPa] Design bearing resistance [6.2.5.(7)]  
 $A_{c,n}$  = 21503 [mm<sup>2</sup>] Bearing area for compression [6.2.8.2.(1)]  
 $A_{c,y}$  = 9005 [mm<sup>2</sup>] Bearing area for bending  $M_y$  [6.2.8.3.(1)]  
 $A_{c,z}$  = 9005 [mm<sup>2</sup>] Bearing area for bending  $M_z$  [6.2.8.3.(1)]  
 $F_{c,Rd,i} = A_{c,i} \cdot f_{jd}$   
 $F_{c,Rd,n}$  = 860,11 [kN] Bearing resistance of concrete for compression [6.2.8.2.(1)]  
 $F_{c,Rd,y}$  = 360,19 [kN] Bearing resistance of concrete for bending  $M_y$  [6.2.8.3.(1)]  
 $F_{c,Rd,z}$  = 360,19 [kN] Bearing resistance of concrete for bending  $M_z$  [6.2.8.3.(1)]

#### COLUMN FLANGE AND WEB IN COMPRESSION

CL =	1,00	Section class	EN 1993-1-1:[5.5.2]
$W_{pl,y}$ =	173000 [mm <sup>3</sup> ]	Plastic section modulus	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,y}$ =	47,58 [kN*m]	Design resistance of the section for bending	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{fy}$ =	125 [mm]	Distance between the centroids of flanges	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{fy}$			
$F_{c,fc,Rd,y}$ =	382,13 [kN]	Resistance of the compressed flange and web	[6.2.6.7.(1)]
$W_{pl,z}$ =	84800 [mm <sup>3</sup> ]	Plastic section modulus	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,z}$ =	23,32 [kN*m]	Design resistance of the section for bending	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{fz}$ =	91 [mm]	Distance between the centroids of flanges	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{fz}$			
$F_{c,fc,Rd,z}$ =	257,40 [kN]	Resistance of the compressed flange and web	[6.2.6.7.(1)]

#### RESISTANCES OF SPREAD FOOTING IN THE COMPRESSION ZONE

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$			
$N_{j,Rd}$ =	860,11 [kN]	Resistance of a spread footing for axial compression	[6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$			
$F_{c,Rd,y}$ =	360,19 [kN]	Resistance of spread footing in the compression zone	[6.2.8.3]
$F_{c,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$			
$F_{c,Rd,z}$ =	257,40 [kN]	Resistance of spread footing in the compression zone	[6.2.8.3]

#### TENSION ZONE

##### STEEL FAILURE

$A_b$ =	115 [mm <sup>2</sup> ]	Effective anchor area	[Table 3.4]
$f_{ub}$ =	800,00 [MPa]	Tensile strength of the anchor material	[Table 3.4]
$\beta$ =	0,85	Reduction factor of anchor resistance	[3.6.1.(3)]
$F_{t,Rd,s1} = \beta * 0.9 * f_{ub} * A_b / \gamma_{M2}$			
$F_{t,Rd,s1}$ =	56,30 [kN]	Anchor resistance to steel failure	[Table 3.4]
$\gamma_{Ms}$ =	1,20	Partial safety factor	CEB [3.2.3.2]
$f_{yb}$ =	640,00 [MPa]	Yield strength of the anchor material	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} * A_b / \gamma_{Ms}$			
$F_{t,Rd,s2}$ =	61,33 [kN]	Anchor resistance to steel failure	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$			
$F_{t,Rd,s}$ =	56,30 [kN]	Anchor resistance to steel failure	

##### PULL-OUT FAILURE

$f_{ck}$ =	30,00 [MPa]	Characteristic compressive strength of concrete	EN 1992-1:[3.1.2]
$f_{ctd} = 0.7 * 0.3 * f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$			
$f_{ctd}$ =	1,35 [MPa]	Design tensile resistance	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$\gamma_1$ =	1,00	Coeff. related to the quality of the bond conditions and concreting conditions	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$\gamma_2$ =	1,00	Coeff. related to the bar diameter	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$f_{bd} = 2.25 * \gamma_1 * \gamma_2 * f_{ctd}$			
$f_{bd}$ =	3,04 [MPa]	Design value of the ultimate bond stress	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$h_{ef}$ =	250 [mm]	Effective anchorage depth	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$F_{t,Rd,p} = \gamma_1 * d * h_{ef} * f_{bd}$			
$F_{t,Rd,p}$ =	33,44 [kN]	Design uplift capacity	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]

##### CONCRETE CONE FAILURE

$h_{ef}$ =	167 [mm]	Effective anchorage depth	CEB [9.2.4]
$N_{Rk,c}^0 = 7.5 [N^{0.5} / mm^{0.5}] * f_{ck} * h_{ef}^{1.5}$			
$N_{Rk,c}^0$ =	88,39 [kN]	Characteristic resistance of an anchor	CEB [9.2.4]
$s_{cr,N}$ =	500 [mm]	Critical width of the concrete cone	CEB [9.2.4]
$c_{cr,N}$ =	250 [mm]	Critical edge distance	CEB [9.2.4]
$A_{c,N0}$ =	490000 [mm <sup>2</sup> ]	Maximum area of concrete cone	CEB [9.2.4]
$A_{c,N}$ =	490000 [mm <sup>2</sup> ]	Actual area of concrete cone	CEB [9.2.4]

$\eta_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$			
$\eta_{A,N} = 1,00$	Factor related to anchor spacing and edge distance		CEB [9.2.4]
$c = 250$ [mm]	Minimum edge distance from an anchor		CEB [9.2.4]
$\eta_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c/c_{cr,N} \leq 1.0$			
$\eta_{s,N} = 1,0$	Factor taking account the influence of edges of the concrete member on the distribution of stresses in the concrete		CEB [9.2.4]
$\eta_{ec,N} = 1,0$	Factor related to distribution of tensile forces acting on anchors		CEB [9.2.4]
$\eta_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$			
$\eta_{re,N} = 1,00$	Shell spalling factor		CEB [9.2.4]
$\eta_{ucr,N} = 1,00$	Factor taking into account whether the anchorage is in cracked or non-cracked concrete		CEB [9.2.4]
$\eta_{Mc} = 2,16$	Partial safety factor		CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c} \cdot \eta_{A,N} \cdot \eta_{s,N} \cdot \eta_{ec,N} \cdot \eta_{re,N} \cdot \eta_{ucr,N} / \eta_{Mc}$			
$F_{t,Rd,c} = 40,92$ [kN]	Design anchor resistance to concrete cone failure		EN 1992-1:[8.4.2.(2)]

#### SPLITTING FAILURE

$h_{ef} = 250$ [mm]	Effective anchorage depth		CEB [9.2.5]
$N_{Rk,c}^0 = 7.5[N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1.5}$			
$N_{Rk,c}^0 = 162,38$ [kN]	Design uplift capacity		CEB [9.2.5]
$s_{cr,N} = 500$ [mm]	Critical width of the concrete cone		CEB [9.2.5]
$c_{cr,N} = 250$ [mm]	Critical edge distance		CEB [9.2.5]
$A_{c,N0} = 490000$ [mm <sup>2</sup> ]	Maximum area of concrete cone		CEB [9.2.5]
$A_{c,N} = 490000$ [mm <sup>2</sup> ]	Actual area of concrete cone		CEB [9.2.5]
$\eta_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$			
$\eta_{A,N} = 1,00$	Factor related to anchor spacing and edge distance		CEB [9.2.5]
$c = 250$ [mm]	Minimum edge distance from an anchor		CEB [9.2.5]
$\eta_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c/c_{cr,N} \leq 1.0$			
$\eta_{s,N} = 1,0$	Factor taking account the influence of edges of the concrete member on the distribution of stresses in the concrete		CEB [9.2.5]
$\eta_{ec,N} = 1,0$	Factor related to distribution of tensile forces acting on anchors		CEB [9.2.5]
$\eta_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$			
$\eta_{re,N} = 1,00$	Shell spalling factor		CEB [9.2.5]
$\eta_{ucr,N} = 1,00$	Factor taking into account whether the anchorage is in cracked or non-cracked concrete		CEB [9.2.5]
$\eta_{h,N} = (h/(2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$			
$\eta_{h,N} = 1,20$	Coeff. related to the foundation height		CEB [9.2.5]
$\eta_{M,sp} = 2,16$	Partial safety factor		CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \eta_{A,N} \cdot \eta_{s,N} \cdot \eta_{ec,N} \cdot \eta_{re,N} \cdot \eta_{ucr,N} \cdot \eta_{h,N} / \eta_{M,sp}$			
$F_{t,Rd,sp} = 90,21$ [kN]	Design anchor resistance to splitting of concrete		CEB [9.2.5]

#### TENSILE RESISTANCE OF AN ANCHOR

$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$	
$F_{t,Rd} = 33,44$ [kN]	Tensile resistance of an anchor

#### BENDING OF THE BASE PLATE

##### Bending moment $M_{j,Ed,y}$

$l_{eff,1} = 139$ [mm]	Effective length for a single bolt for mode 1		[6.2.6.5]
$l_{eff,2} = 139$ [mm]	Effective length for a single bolt for mode 2		[6.2.6.5]
$m = 29$ [mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge		[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} = 1,38$ [kN*m]	Plastic resistance of a plate for mode 1		[6.2.4]
$M_{pl,2,Rd} = 1,38$ [kN*m]	Plastic resistance of a plate for mode 2		[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} = 190,25$ [kN]	Resistance of a plate for mode 1		[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} = 98,01$ [kN]	Resistance of a plate for mode 2		[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} = 100,32$ [kN]	Resistance of a plate for mode 3		[6.2.4]
$F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$			
$F_{t,pl,Rd,y} = 98,01$ [kN]	Tension resistance of a plate		[6.2.4]

#### Bending moment $M_{j,Ed,z}$

$l_{eff,1} =$	150	[mm]	Effective length for a single bolt for mode 1	[6.2.6.5]
$l_{eff,2} =$	150	[mm]	Effective length for a single bolt for mode 2	[6.2.6.5]
$m =$	93	[mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge	[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} =$	1,49	[kN*m]	Plastic resistance of a plate for mode 1	[6.2.4]
$M_{pl,2,Rd} =$	1,49	[kN*m]	Plastic resistance of a plate for mode 2	[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} =$	64,06	[kN]	Resistance of a plate for mode 1	[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} =$	55,95	[kN]	Resistance of a plate for mode 2	[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} =$	100,32	[kN]	Resistance of a plate for mode 3	[6.2.4]
$F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$				
$F_{t,pl,Rd,z} =$	55,95	[kN]	Tension resistance of a plate	[6.2.4]

#### TENSILE RESISTANCE OF A COLUMN WEB

##### Bending moment $M_{j,Ed,z}$

$t_{wc} =$	6	[mm]	Effective thickness of the column web	[6.2.6.3.(8)]
$b_{eff,t,wc} =$	150	[mm]	Effective width of the web for tension	[6.2.6.3.(2)]
$A_{vc} =$	1011	[mm <sup>2</sup> ]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$\varphi =$	0,73		Reduction factor for interaction with shear	[6.2.6.3.(4)]
$F_{t,wc,Rd,z} = \varphi b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0}$				
$F_{t,wc,Rd,z} =$	166,08	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.3.(1)]

#### RESISTANCES OF SPREAD FOOTING IN THE TENSION ZONE

$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$				
$F_{T,Rd,y} =$	98,01	[kN]	Resistance of a column base in the tension zone	[6.2.8.3]
$F_{T,Rd,z} = \min(F_{t,pl,Rd,z}, F_{t,wc,Rd,z})$				
$F_{T,Rd,z} =$	55,95	[kN]	Resistance of a column base in the tension zone	[6.2.8.3]

#### CONNECTION CAPACITY CHECK

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)		$0,01 < 1,00$	verified	(0,01)
$e_y =$	588	[mm]	Axial force eccentricity	[6.2.8.3]
$z_{c,y} =$	62	[mm]	Lever arm $F_{C,Rd,y}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,y} =$	100	[mm]	Lever arm $F_{T,Rd,y}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,y} =$	17,78	[kN*m]	Connection resistance for bending	[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23)		$0,28 < 1,00$	verified	(0,28)
$e_z =$	588	[mm]	Axial force eccentricity	[6.2.8.3]
$z_{c,z} =$	45	[mm]	Lever arm $F_{C,Rd,z}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} =$	100	[mm]	Lever arm $F_{T,Rd,z}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} =$	8,81	[kN*m]	Connection resistance for bending	[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)		$0,57 < 1,00$	verified	(0,57)
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$		$0,85 < 1,00$	verified	(0,85)

#### SHEAR

##### BEARING PRESSURE OF AN ANCHOR BOLT ONTO THE BASE PLATE

##### Shear force $V_{j,Ed,y}$

$\varphi_{d,y} = 1,04$	Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear	[Table 3.4]
$\varphi_{b,y} = 1,00$	Coeff. for resistance calculation $F_{1,vb,Rd}$	[Table 3.4]
$k_{1,y} = 2,50$	Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear	[Table 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \varphi_{b,y} \varphi_{d,y} f_{up} d_t p / \gamma_{M2}$		
$F_{1,vb,Rd,y} =$	144,48	[kN] Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate

##### SHEAR OF AN ANCHOR BOLT

$\varphi_b =$	0,25	Coeff. for resistance calculation $F_{2,vb,Rd}$	[6.2.2.(7)]
$A_{vb} =$	154	[mm <sup>2</sup> ]	Area of bolt section
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Tensile strength of the anchor material
$\gamma_{M2} =$	1,25	Partial safety factor	[6.2.2.(7)]

$\alpha_b =$	0,25	Coeff. for resistance calculation $F_{2,vb,Rd}$	[6.2.2.(7)]
$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \alpha_{M2}$			
$F_{2,vb,Rd} =$	24,43	[kN] Shear resistance of a bolt - without lever arm	[6.2.2.(7)]
$\alpha_M =$	2,00	Factor related to the fastening of an anchor in the foundation	CEB [9.3.2.2]
$M_{Rk,s} =$	0,18	[kN*m] Characteristic bending resistance of an anchor	CEB [9.3.2.2]
$l_{sm} =$	43	[mm] Lever arm length	CEB [9.3.2.2]
$\alpha_{Ms} =$	1,20	Partial safety factor	CEB [3.2.3.2]

$F_{v,Rd,sm} = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / (l_{sm} \cdot \alpha_{Ms})$			
$F_{v,Rd,sm} =$	6,97	[kN] Shear resistance of a bolt - with lever arm	CEB [9.3.1]

#### CONCRETE PRY-OUT FAILURE

$N_{Rk,c} =$	88,39	[kN] Design uplift capacity	CEB [9.2.4]
$k_3 =$	2,00	Factor related to the anchor length	CEB [9.3.3]
$\alpha_{Mc} =$	2,16	Partial safety factor	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \alpha_{Mc}$			
$F_{v,Rd,cp} =$	81,84	[kN] Concrete resistance for pry-out failure	CEB [9.3.1]

#### CONCRETE EDGE FAILURE

##### Shear force $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 =$	254,9	[kN] Characteristic resistance of an anchor	CEB [9.3.4.(a)]
$\alpha_{A,V,y} =$	0,67	Factor related to anchor spacing and edge distance	CEB [9.3.4]
$\alpha_{h,V,y} =$	1,00	Factor related to the foundation thickness	CEB [9.3.4.(c)]
$\alpha_{s,V,y} =$	0,90	Factor related to the influence of edges parallel to the shear load direction	CEB [9.3.4.(d)]
$\alpha_{ec,V,y} =$	1,00	Factor taking account a group effect when different shear loads are acting on the individual anchors in a group	CEB [9.3.4.(e)]
$\alpha_{\theta,V,y} =$	1,00	Factor related to the angle at which the shear load is applied	CEB [9.3.4.(f)]
$\alpha_{ucr,V,y} =$	1,00	Factor related to the type of edge reinforcement used	CEB [9.3.4.(g)]
$\alpha_{Mc} =$	2,16	Partial safety factor	CEB [3.2.3.1]

$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 \cdot \alpha_{A,V,y} \cdot \alpha_{h,V,y} \cdot \alpha_{s,V,y} \cdot \alpha_{ec,V,y} \cdot \alpha_{\theta,V,y} \cdot \alpha_{ucr,V,y} / \alpha_{Mc}$			
$F_{v,Rd,c,y} =$	70,82	[kN] Concrete resistance for edge failure	CEB [9.3.1]

#### SPLITTING RESISTANCE

$C_{f,d} =$	0,30	Coeff. of friction between the base plate and concrete	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed} =$	8,50	[kN] Compressive force	[6.2.2.(6)]
$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$			
$F_{f,Rd} =$	2,55	[kN] Slip resistance	[6.2.2.(6)]

#### BEARING PRESSURE OF THE WEDGE ONTO CONCRETE

$F_{v,Rd,wg,y} = 1.4 \cdot l_w \cdot b_{wy} \cdot f_{ck} / \alpha_c$			
$F_{v,Rd,wg,y} =$	280,00	[kN] Resistance for bearing pressure of the wedge onto concrete	

#### SHEAR CHECK

$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$			
$V_{j,Rd,y} =$	338,28	[kN] Connection resistance for shear	CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$	0,00 < 1,00	verified	(0,00)

#### WELDS BETWEEN THE COLUMN AND THE BASE PLATE

$\sigma =$	98,29	[MPa] Normal stress in a weld	[4.5.3.(7)]
$\sigma_{\perp} =$	98,29	[MPa] Perpendicular tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\sigma_{yII} =$	0,68	[MPa] Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$\sigma_{zII} =$	0,00	[MPa] Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$\alpha_w =$	0,85	Resistance-dependent coefficient	[4.5.3.(7)]

$\frac{f_{t,d}}{(0.9 \cdot f_{t,d} / \sigma_{M2})} \leq 1.0$ (4.1)	0,32 < 1,00	verified	(0,32)
$\frac{f_{t,d} (\sigma_{M2}^2 + 3.0 (\sigma_{yII}^2 + \sigma_{M2}^2))}{(f_{t,d} / (\sigma_{w} \cdot \sigma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1)	0,49 < 1,00	verified	(0,49)
$\frac{f_{t,d} (\sigma_{M2}^2 + 3.0 (\sigma_{zII}^2 + \sigma_{M2}^2))}{(f_{t,d} / (\sigma_{w} \cdot \sigma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1)	0,11 < 1,00	verified	(0,11)

## CONNECTION STIFFNESS

### Bending moment $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} =$	50 [mm]	Effective width of the bearing pressure zone under the flange	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	181 [mm]	Effective length of the bearing pressure zone under the flange	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c \cdot \frac{b_{eff} \cdot l_{eff}}{(1.275 \cdot E)}$			
$k_{13,y} =$	9 [mm]	Stiffness coeff. of compressed concrete	[Table 6.11]
$l_{eff} =$	139 [mm]	Effective length for a single bolt for mode 2	[6.2.6.5]
$m =$	29 [mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$			
$k_{15,y} =$	4 [mm]	Stiffness coeff. of the base plate subjected to tension	[Table 6.11]
$L_b =$	171 [mm]	Effective anchorage depth	[Table 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$			
$k_{16,y} =$	1 [mm]	Stiffness coeff. of an anchor subjected to tension	[Table 6.11]
$\lambda_{0,y} =$	1,02	Column slenderness	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	4621,54 [kN*m]	Initial rotational stiffness	[Table 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	12705,90 [kN*m]	Stiffness of a rigid connection	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$		SEMI-RIGID	[5.2.2.5.(2)]

### Bending moment $M_{j,Ed,z}$

$k_{13,z} = E_c \cdot \frac{A_{c,z}}{(1.275 \cdot E)}$			
$k_{13,z} =$	9 [mm]	Stiffness coeff. of compressed concrete	[Table 6.11]
$l_{eff} =$	150 [mm]	Effective length for a single bolt for mode 2	[6.2.6.5]
$m =$	93 [mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge	[6.2.6.5]
$k_{15,z} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$			
$k_{15,z} =$	0 [mm]	Stiffness coeff. of the base plate subjected to tension	[Table 6.11]
$L_b =$	171 [mm]	Effective anchorage depth	[Table 6.11]
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$			
$k_{16,z} =$	1 [mm]	Stiffness coeff. of an anchor subjected to tension	[Table 6.11]
$\lambda_{0,z} =$	1,66	Column slenderness	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,z} =$	1001,47 [kN*m]	Initial rotational stiffness	[6.3.1.(4)]
$S_{j,rig,z} =$	4784,70 [kN*m]	Stiffness of a rigid connection	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,z} < S_{j,rig,z}$		SEMI-RIGID	[5.2.2.5.(2)]

## WEAKEST COMPONENT:

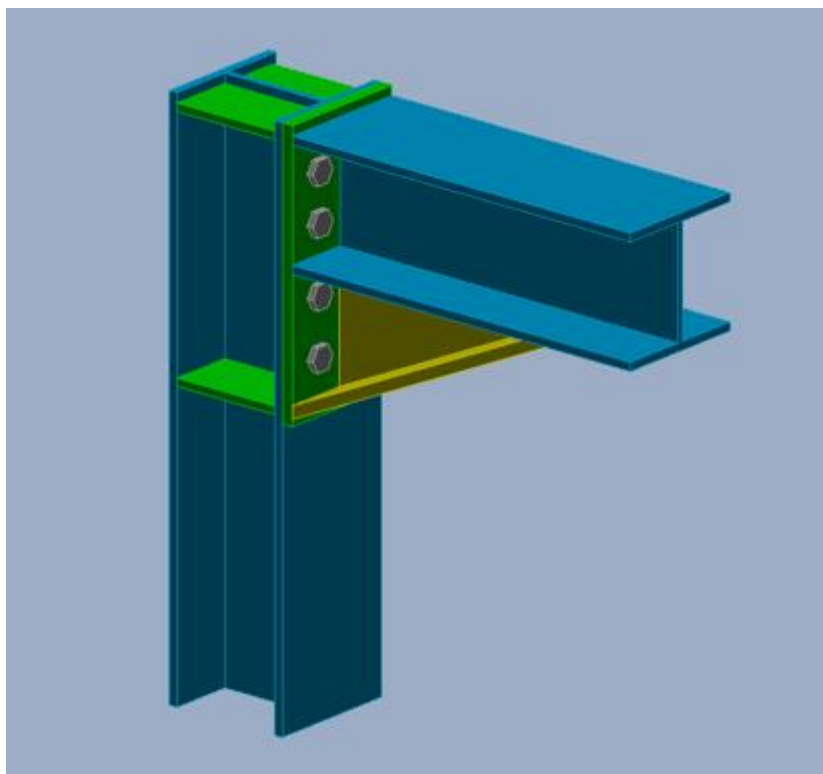
BASE PLATE - BENDING

Connection conforms to the code

Ratio 0,85



## DETALJ 4



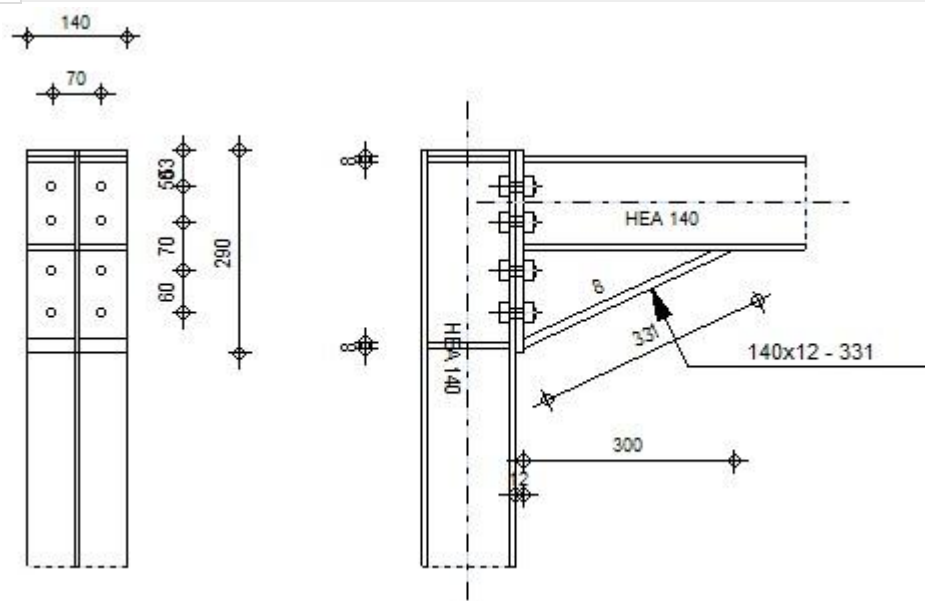
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015

### Design of fixed beam-to-column connection

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK

Ratio  
0,43



## GENERAL



Connection no.: 4  
Connection name: Beam-column (flange)

## GEOMETRY

### COLUMN

Section: HEA 140

$\alpha = -90,0$  [Deg] Inclination angle  
 $h_c = 133$  [mm] Height of column section  
 $b_{fc} = 140$  [mm] Width of column section  
 $t_{wc} = 6$  [mm] Thickness of the web of column section  
 $t_{fc} = 9$  [mm] Thickness of the flange of column section  
 $r_c = 12$  [mm] Radius of column section fillet  
 $A_c = 3140$  [mm<sup>2</sup>] Cross-sectional area of a column  
 $I_{xc} = 10330000$  [mm<sup>4</sup>] Moment of inertia of the column section  
Material: S275  
 $f_{yc} = 275,00$  [MPa] Resistance

### BEAM

Section: HEA 140

$\alpha = 0,0$  [Deg] Inclination angle  
 $h_b = 133$  [mm] Height of beam section  
 $b_f = 140$  [mm] Width of beam section  
 $t_{wb} = 6$  [mm] Thickness of the web of beam section  
 $t_{fb} = 9$  [mm] Thickness of the flange of beam section  
 $r_b = 12$  [mm] Radius of beam section fillet  
 $r_b = 12$  [mm] Radius of beam section fillet  
 $A_b = 3140$  [mm<sup>2</sup>] Cross-sectional area of a beam  
 $I_{xb} = 10330000$  [mm<sup>4</sup>] Moment of inertia of the beam section  
Material: S275  
 $f_{yb} = 275,00$  [MPa] Resistance

### BOLTS

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

$d = 14$  [mm] Bolt diameter  
Class = 8.8 Bolt class  
 $F_{tRd} = 66,24$  [kN] Tensile resistance of a bolt  
 $n_h = 2$  Number of bolt columns  
 $n_v = 4$  Number of bolt rows  
 $h_1 = 53$  [mm] Distance between first bolt and upper edge of front plate  
Horizontal spacing  $e_1 = 70$  [mm]  
Vertical spacing  $p_1 = 50;70;60$  [mm]

### PLATE

$h_p = 290$  [mm] Plate height  
 $b_p = 140$  [mm] Plate width  
 $t_p = 12$  [mm] Plate thickness  
Material: STEEL 43-245  
 $f_{yp} = 245,00$  [MPa] Resistance

### **LOWER STIFFENER**

$w_d =$	140	[mm]	Plate width
$t_{fd} =$	12	[mm]	Flange thickness
$h_d =$	140	[mm]	Plate height
$t_{wd} =$	8	[mm]	Web thickness
$l_d =$	300	[mm]	Plate length
$\vartheta =$	25,0	[Deg]	Inclination angle
Material:	STEEL 43-245		
$f_{ybu} =$	245,00	[MPa]	Resistance

### **COLUMN STIFFENER**

#### **Upper**

$h_{su} =$	116	[mm]	Stiffener height
$b_{su} =$	67	[mm]	Stiffener width
$t_{hu} =$	8	[mm]	Stiffener thickness
Material:	STEEL 43-245		
$f_{ysu} =$	245,00	[MPa]	Resistance

#### **Lower**

$h_{sd} =$	116	[mm]	Stiffener height
$b_{sd} =$	67	[mm]	Stiffener width
$t_{hd} =$	8	[mm]	Stiffener thickness
Material:	STEEL 43-245		
$f_{ysu} =$	245,00	[MPa]	Resistance

### **FILLET WELDS**

$a_w =$	5	[mm]	Web weld
$a_f =$	8	[mm]	Flange weld
$a_s =$	5	[mm]	Stiffener weld
$a_{fd} =$	5	[mm]	Horizontal weld

### **MATERIAL FACTORS**

$\gamma_{M0} =$	1,00	Partial safety factor	[2.2]
$\gamma_{M1} =$	1,00	Partial safety factor	[2.2]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Partial safety factor	[2.2]
$\gamma_{M3} =$	1,25	Partial safety factor	[2.2]

### **LOADS**

#### **Ultimate limit state**

Case:	Manual calculations.		
$M_{b1,Ed} =$	16,00	[kN*m]	Bending moment in the right beam
$V_{b1,Ed} =$	10,00	[kN]	Shear force in the right beam
$N_{b1,Ed} =$	1,50	[kN]	Axial force in the right beam
$M_{b2,Ed} =$	16,00	[kN*m]	Bending moment in the left beam
$V_{b2,Ed} =$	10,00	[kN]	Shear force in the left beam
$N_{b2,Ed} =$	1,50	[kN]	Axial force in the left beam
$V_{c1,Ed} =$	1,50	[kN]	Shear force in the lower column
$N_{c1,Ed} =$	8,50	[kN]	Axial force in the lower column
$M_{c2,Ed} =$	5,50	[kN*m]	Bending moment in the upper column
$V_{c2,Ed} =$	1,50	[kN]	Shear force in the upper column
$N_{c2,Ed} =$	8,50	[kN]	Axial force in the upper column

## RESULTS

### BEAM RESISTANCES

#### TENSION

$A_b =$	3140	[mm <sup>2</sup> ]	Area	EN1993-1-1:[6.2.3]
$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$N_{tb,Rd} =$	863,50	[kN]	Design tensile resistance of the section	EN1993-1-1:[6.2.3]

#### SHEAR

$A_{vb} =$	2131	[mm <sup>2</sup> ]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \gamma_{M0}) / \gamma_{M0}$				
$V_{cb,Rd} =$	338,30	[kN]	Design sectional resistance for shear	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$	0,03 < 1,00		verified	(0,03)

#### BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)

$W_{plb} =$	173000	[mm <sup>3</sup> ]	Plastic section modulus	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$M_{b,pl,Rd} =$	47,58	[kN*m]	Plastic resistance of the section for bending (without stiffeners)	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

#### BENDING ON THE CONTACT SURFACE WITH PLATE OR CONNECTED ELEMENT

$W_{pl} =$	466506	[mm <sup>3</sup> ]	Plastic section modulus	EN1993-1-1:[6.2.5]
$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$M_{cb,Rd} =$	128,29	[kN*m]	Design resistance of the section for bending	EN1993-1-1:[6.2.5]

#### FLANGE AND WEB - COMPRESSION

$M_{cb,Rd} =$	128,29	[kN*m]	Design resistance of the section for bending	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_f =$	262	[mm]	Distance between the centroids of flanges	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$				
$F_{c,fb,Rd} =$	489,41	[kN]	Resistance of the compressed flange and web	[6.2.6.7.(1)]

#### WEB OR BRACKET FLANGE - COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:

$\alpha =$	0,0	[Deg]	Angle between the front plate and the beam	
$\beta =$	25,0	[Deg]	Inclination angle of the bracket plate	
$b_{eff,c,wb} =$	154	[mm]	Effective width of the web for compression	[6.2.6.2.(1)]
$A_{vb} =$	1011	[mm <sup>2</sup> ]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$\eta =$	1,00		Reduction factor for interaction with shear	[6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed} =$	70,77	[MPa]	Maximum compressive stress in web	[6.2.6.2.(2)]
$k_{wc} =$	1,00		Reduction factor conditioned by compressive stresses	[6.2.6.2.(2)]
$F_{c,wb,Rd1} = [\eta k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\alpha) / \sin(\beta - \alpha)$				
$F_{c,wb,Rd1} =$	497,52	[kN]	Beam web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Buckling:

$d_{wb} =$	92	[mm]	Height of compressed web	[6.2.6.2.(1)]
$\lambda_p =$	0,74		Plate slenderness of an element	[6.2.6.2.(1)]
$\eta =$	0,99		Reduction factor for element buckling	[6.2.6.2.(1)]
$F_{c,wb,Rd2} = [\eta k_{wc} \eta b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\alpha) / \sin(\beta - \alpha)$				
$F_{c,wb,Rd2} =$	491,63	[kN]	Beam web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Resistance of the bracket flange

$F_{c,wb,Rd3} = b_b t_b f_{yb} / (0.8 \gamma_{M0})$				
$F_{c,wb,Rd3} =$	577,50	[kN]	Resistance of the bracket flange	[6.2.6.7.(1)]

Final resistance:

$F_{c,wb,Rd,low} = \text{Min} (F_{c,wb,Rd1}, F_{c,wb,Rd2}, F_{c,wb,Rd3})$				
$F_{c,wb,Rd,low} =$	491,63	[kN]	Beam web resistance	[6.2.6.2.(1)]

### COLUMN RESISTANCES

#### WEB PANEL - SHEAR

$M_{b1,Ed}$	=	16,00	[kN*m]	Bending moment (right beam)	[5.3.(3)]
$M_{b2,Ed}$	=	16,00	[kN*m]	Bending moment (left beam)	[5.3.(3)]
$V_{c1,Ed}$	=	1,50	[kN]	Shear force (lower column)	[5.3.(3)]
$V_{c2,Ed}$	=	1,50	[kN]	Shear force (upper column)	[5.3.(3)]
$z$	=	199	[mm]	Lever arm	[6.2.5]
$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$					
$V_{wp,Ed}$	=	0,00	[kN]	Shear force acting on the web panel	[5.3.(3)]
$A_{vs}$	=	1011	[mm <sup>2</sup> ]	Shear area of the column web	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$A_{vc}$	=	1011	[mm <sup>2</sup> ]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$d_s$	=	262	[mm]	Distance between the centroids of stiffeners	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,fc,Rd}$	=	0,70	[kN*m]	Plastic resistance of the column flange for bending	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,stu,Rd}$	=	0,55	[kN*m]	Plastic resistance of the upper transverse stiffener for bending	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,sti,Rd}$	=	0,55	[kN*m]	Plastic resistance of the lower transverse stiffener for bending	[6.2.6.1.(4)]
$V_{wp,Rd} = 0.9 (A_{vs} \cdot f_{y,wc}) / (\sqrt{3} \cdot \sigma_{M0}) + \text{Min}(4 M_{pl,fc,Rd} / d_s, (2 M_{pl,fc,Rd} + M_{pl,stu,Rd} + M_{pl,sti,Rd}) / d_s)$					
$V_{wp,Rd}$	=	153,93	[kN]	Resistance of the column web panel for shear	[6.2.6.1]
$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \leq 1,0$		0,00 < 1,00		verified	(0,00)

#### WEB - TRANSVERSE COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:

$t_{wc}$	=	6	[mm]	Effective thickness of the column web	[6.2.6.2.(6)]
$b_{eff,c,wc}$	=	162	[mm]	Effective width of the web for compression	[6.2.6.2.(1)]
$A_{vc}$	=	1011	[mm <sup>2</sup> ]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$\eta$	=	1,00		Reduction factor for interaction with shear	[6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed}$	=	21,78	[MPa]	Maximum compressive stress in web	[6.2.6.2.(2)]
$k_{wc}$	=	1,00		Reduction factor conditioned by compressive stresses	[6.2.6.2.(2)]
$A_s$	=	1076	[mm <sup>2</sup> ]	Area of the web stiffener	EN1993-1-1:[6.2.4]
$F_{c,wc,Rd1} = \eta k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \sqrt{3} \sigma_{M0} + A_s f_{ys} / \sqrt{3} \sigma_{M0}$					
$F_{c,wc,Rd1}$	=	509,20	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Buckling:

$d_{wc}$	=	92	[mm]	Height of compressed web	[6.2.6.2.(1)]
$\eta_p$	=	0,76		Plate slenderness of an element	[6.2.6.2.(1)]
$\eta$	=	0,97		Reduction factor for element buckling	[6.2.6.2.(1)]
$\eta_s$	=	2,23		Stiffener slenderness	EN1993-1-1:[6.3.1.2]
$\eta_s$	=	1,00		Buckling coefficient of the stiffener	EN1993-1-1:[6.3.1.2]
$F_{c,wc,Rd2} = \eta k_{wc} \eta b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \sqrt{3} \sigma_{M1} + A_s \eta_s f_{ys} / \sqrt{3} \sigma_{M1}$					
$F_{c,wc,Rd2}$	=	502,01	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Final resistance:

$F_{c,wc,Rd,low} = \text{Min}(F_{c,wc,Rd1}, F_{c,wc,Rd2})$					
$F_{c,wc,Rd}$	=	502,01	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

### GEOMETRICAL PARAMETERS OF A CONNECTION

#### EFFECTIVE LENGTHS AND PARAMETERS - COLUMN FLANGE

Nr	m	$m_x$	e	$e_x$	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	23	-	35	-	50	142	148	142	148	121	106	106	106
2	23	-	35	-	60	142	134	134	134	120	60	60	60
3	23	-	35	-	65	142	134	134	134	130	65	65	65
4	23	-	35	-	60	142	144	142	144	131	107	107	107

#### EFFECTIVE LENGTHS AND PARAMETERS - FRONT PLATE

Nr	m	$m_x$	e	$e_x$	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	27	-	35	-	50	167	169	167	169	134	119	119	119
2	27	-	35	-	60	167	150	150	150	120	60	60	60
3	27	-	35	-	65	167	150	150	150	130	65	65	65

Nr	m	m <sub>x</sub>	e	e <sub>x</sub>	p	l <sub>eff,cp</sub>	l <sub>eff,nc</sub>	l <sub>eff,1</sub>	l <sub>eff,2</sub>	l <sub>eff,cp,g</sub>	l <sub>eff,nc,g</sub>	l <sub>eff,1,g</sub>	l <sub>eff,2,g</sub>
4	27	-	35	-	60	167	150	150	150	144	105	105	105

m	- Bolt distance from the web
m <sub>x</sub>	- Bolt distance from the beam flange
e	- Bolt distance from the outer edge
e <sub>x</sub>	- Bolt distance from the horizontal outer edge
p	- Distance between bolts
l <sub>eff,cp</sub>	- Effective length for a single bolt in the circular failure mode
l <sub>eff,nc</sub>	- Effective length for a single bolt in the non-circular failure mode
l <sub>eff,1</sub>	- Effective length for a single bolt for mode 1
l <sub>eff,2</sub>	- Effective length for a single bolt for mode 2
l <sub>eff,cp,g</sub>	- Effective length for a group of bolts in the circular failure mode
l <sub>eff,nc,g</sub>	- Effective length for a group of bolts in the non-circular failure mode
l <sub>eff,1,g</sub>	- Effective length for a group of bolts for mode 1
l <sub>eff,2,g</sub>	- Effective length for a group of bolts for mode 2

### CONNECTION RESISTANCE FOR TENSION

F <sub>t,Rd</sub> =	66,24	[kN]	Bolt resistance for tension	[Table 3.4]
B <sub>p,Rd</sub> =	115,74	[kN]	Punching shear resistance of a bolt	[Table 3.4]
N <sub>j,Rd</sub> =	Min (N <sub>tb,Rd</sub> , n <sub>v</sub> n <sub>h</sub> F <sub>t,Rd</sub> , n <sub>v</sub> n <sub>h</sub> B <sub>p,Rd</sub> )			
N <sub>j,Rd</sub> =	529,92	[kN]	Connection resistance for tension	[6.2]
N <sub>b1,Ed</sub> / N <sub>j,Rd</sub> ≤ 1,0	0,00 < 1,00		verified	(0,00)

### CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING

F <sub>t,Rd</sub> =	66,24	[kN]	Bolt resistance for tension	[Table 3.4]
B <sub>p,Rd</sub> =	115,74	[kN]	Punching shear resistance of a bolt	[Table 3.4]
F <sub>t,fc,Rd</sub>	- column flange resistance due to bending			
F <sub>t,wc,Rd</sub>	- column web resistance due to tension			
F <sub>t,ep,Rd</sub>	- resistance of the front plate due to bending			
F <sub>t,wb,Rd</sub>	- resistance of the web in tension			
F <sub>t,fc,Rd</sub> =	Min (F <sub>T,1,fc,Rd</sub> , F <sub>T,2,fc,Rd</sub> , F <sub>T,3,fc,Rd</sub> )			[6.2.6.4] , [Tab.6.2]
F <sub>t,wc,Rd</sub> =	2 b <sub>eff,t,wc</sub> t <sub>wc</sub> f <sub>yc</sub> / 2M0			[6.2.6.3.(1)]
F <sub>t,ep,Rd</sub> =	Min (F <sub>T,1,ep,Rd</sub> , F <sub>T,2,ep,Rd</sub> , F <sub>T,3,ep,Rd</sub> )			[6.2.6.5] , [Tab.6.2]
F <sub>t,wb,Rd</sub> =	b <sub>eff,t,wb</sub> t <sub>wb</sub> f <sub>yb</sub> / 2M0			[6.2.6.8.(1)]

#### RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 1

F <sub>t1,Rd,comp</sub> - Formula	F <sub>t1,Rd,comp</sub>	Component
F <sub>t1,Rd</sub> = Min (F <sub>t1,Rd,comp</sub> )	102,47	Bolt row resistance
F <sub>t,fc,Rd(1)</sub> = 102,47	102,47	Column flange - tension
F <sub>t,wc,Rd(1)</sub> = 161,35	161,35	Column web - tension
F <sub>t,ep,Rd(1)</sub> = 123,54	123,54	Front plate - tension
F <sub>t,wb,Rd(1)</sub> = 252,72	252,72	Beam web - tension
B <sub>p,Rd</sub> = 231,49	231,49	Bolts due to shear punching
V <sub>wp,Rd</sub> / 2 = 1, #J	1, #J	Web panel - shear
F <sub>c,wc,Rd</sub> = 502,01	502,01	Column web - compression
F <sub>c,fb,Rd</sub> = 489,41	489,41	Beam flange - compression
F <sub>c,wb,Rd</sub> = 491,63	491,63	Beam web - compression

#### RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2

F <sub>t2,Rd,comp</sub> - Formula	F <sub>t2,Rd,comp</sub>	Component
F <sub>t2,Rd</sub> = Min (F <sub>t2,Rd,comp</sub> )	43,07	Bolt row resistance
F <sub>t,fc,Rd(2)</sub> = 99,79	99,79	Column flange - tension
F <sub>t,wc,Rd(2)</sub> = 156,09	156,09	Column web - tension

<b>F<sub>t2,Rd,comp</sub> - Formula</b>	<b>F<sub>t2,Rd,comp</sub></b>	<b>Component</b>
$F_{t,ep,Rd(2)} = 117,86$	117,86	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(2)} = 227,06$	227,06	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 231,49$	231,49	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd} / \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 1, \#J - 102,47$	1, #J	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 502,01 - 102,47$	399,55	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 489,41 - 102,47$	386,95	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 491,63 - 102,47$	389,17	Beam web - compression
$F_{t,fc,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 145,53 - 102,47$	43,07	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 174,85 - 102,47$	72,39	Column web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 200,07 - 102,47$	97,60	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 271,25 - 102,47$	168,78	Beam web - tension - group

#### RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 3

<b>F<sub>t3,Rd,comp</sub> - Formula</b>	<b>F<sub>t3,Rd,comp</sub></b>	<b>Component</b>
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	54,37	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(3)} = 99,79$	99,79	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(3)} = 156,09$	156,09	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(3)} = 117,86$	117,86	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(3)} = 227,06$	227,06	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 231,49$	231,49	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd} / \sum 1^2 F_{tj,Rd} = 1, \#J - 145,53$	1, #J	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd} - \sum 1^2 F_{tj,Rd} = 502,01 - 145,53$	356,48	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^2 F_{tj,Rd} = 489,41 - 145,53$	343,88	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd} - \sum 1^2 F_{tj,Rd} = 491,63 - 145,53$	346,10	Beam web - compression
$F_{t,fc,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 109,65 - 43,07$	66,58	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 149,40 - 43,07$	106,33	Column web - tension - group
$F_{t,fc,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 202,55 - 145,53$	57,02	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 199,90 - 145,53$	54,37	Column web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 165,83 - 43,07$	122,77	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 189,06 - 43,07$	146,00	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 292,83 - 145,53$	147,30	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 369,56 - 145,53$	224,03	Beam web - tension - group

#### RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 4

<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub> - Formula</b>	<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub></b>	<b>Component</b>
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	20,17	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(4)} = 101,76$	101,76	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(4)} = 161,35$	161,35	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(4)} = 117,86$	117,86	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(4)} = 227,06$	227,06	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 231,49$	231,49	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd} / \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 1, \#J - 199,90$	1, #J	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 502,01 - 199,90$	302,11	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 489,41 - 199,90$	289,51	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 491,63 - 199,90$	291,73	Beam web - compression
$F_{t,fc,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 151,12 - 54,37$	96,76	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 178,02 - 54,37$	123,65	Column web - tension - group
$F_{t,fc,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 203,76 - 97,43$	106,32	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 200,29 - 97,43$	102,85	Column web - tension - group
$F_{t,fc,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 296,66 - 199,90$	96,76	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 220,07 - 199,90$	20,17	Column web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 197,34 - 54,37$	142,97	Front plate - tension - group

<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub> - Formula</b>	<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub></b>	<b>Component</b>
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 257,22 - 54,37$	202,85	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 288,63 - 97,43$	191,19	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 347,97 - 97,43$	250,53	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 397,41 - 199,90$	197,51	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 528,46 - 199,90$	328,56	Beam web - tension - group

#### SUMMARY TABLE OF FORCES

Nr	h <sub>j</sub>	F <sub>tj,Rd</sub>	F <sub>t,fc,Rd</sub>	F <sub>t,wc,Rd</sub>	F <sub>t,ep,Rd</sub>	F <sub>t,wb,Rd</sub>	F <sub>t,Rd</sub>	B <sub>p,Rd</sub>
1	224	102,47	102,47	161,35	123,54	252,72	132,48	231,49
2	174	43,07	99,79	156,09	117,86	227,06	132,48	231,49
3	104	54,37	99,79	156,09	117,86	227,06	132,48	231,49
4	44	20,17	101,76	161,35	117,86	227,06	132,48	231,49

#### CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING M<sub>j,Rd</sub>

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 36,92 \quad [kN*m] \quad \text{Connection resistance for bending} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,43 < 1,00 \quad \text{verified} \quad (0,43)$$

#### CONNECTION RESISTANCE FOR SHEAR

$$\alpha_v = 0,60 \quad \text{Coefficient for calculation of } F_{v,Rd} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{v,Rd} = 59,11 \quad [kN] \quad \text{Shear resistance of a single bolt} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 66,24 \quad [kN] \quad \text{Tensile resistance of a single bolt} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 88,13 \quad [kN] \quad \text{Bearing resistance of an intermediate bolt} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 102,34 \quad [kN] \quad \text{Bearing resistance of an outermost bolt} \quad [\text{Table 3.4}]$$

Nr	F <sub>tj,Rd,N</sub>	F <sub>tj,Ed,N</sub>	F <sub>tj,Rd,M</sub>	F <sub>tj,Ed,M</sub>	F <sub>tj,Ed</sub>	F <sub>vj,Rd</sub>
1	132,48	0,38	102,47	44,41	44,78	89,68
2	132,48	0,38	43,07	18,67	19,04	106,09
3	132,48	0,38	54,37	23,56	23,94	102,97
4	132,48	0,38	20,17	8,74	9,12	112,41

$$F_{tj,Rd,N} \quad \text{– Bolt row resistance for simple tension}$$

$$F_{tj,Ed,N} \quad \text{– Force due to axial force in a bolt row}$$

$$F_{tj,Rd,M} \quad \text{– Bolt row resistance for simple bending}$$

$$F_{tj,Ed,M} \quad \text{– Force due to moment in a bolt row}$$

$$F_{tj,Ed} \quad \text{– Maximum tensile force in a bolt row}$$

$$F_{vj,Rd} \quad \text{– Reduced bolt row resistance}$$

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum 1^n F_{vj,Rd} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$V_{j,Rd} = 411,14 \quad [kN] \quad \text{Connection resistance for shear} \quad [\text{Table 3.4}]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,02 < 1,00 \quad \text{verified} \quad (0,02)$$

#### WELD RESISTANCE

$$A_w = 7028 \quad [mm^2] \quad \text{Area of all welds} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wy} = 4840 \quad [mm^2] \quad \text{Area of horizontal welds} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wz} = 2188 \quad [mm^2] \quad \text{Area of vertical welds} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$I_{wy} = 57914358 \quad [mm^4] \quad \text{Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\sigma_{\perp,max} = \sigma_{\perp,max} = -27,98 \quad [MPa] \quad \text{Normal stress in a weld} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\sigma_{\parallel} = \sigma_{\parallel} = -27,98 \quad [MPa] \quad \text{Stress in a vertical weld} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\tau_{II} = 4,57 \quad [MPa] \quad \text{Tangent stress} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$\alpha_w = 0,85 \quad \text{Correlation coefficient} \quad [4.5.3.2(7)]$$



$\sigma [(\sigma_{\max}^2 + 3 \cdot (\sigma_{\max}^2))] \leq f_u / (\sigma_w \cdot \sigma_{M2})$	55,97 < 404,71	verified	(0,14)
$\sigma [(\sigma_w^2 + 3 \cdot (\sigma_w^2 + \sigma_{M2}^2))] \leq f_u / (\sigma_w \cdot \sigma_{M2})$	56,52 < 404,71	verified	(0,14)
$\sigma \leq 0.9 \cdot f_u / \sigma_{M2}$	27,98 < 309,60	verified	(0,09)

## CONNECTION STIFFNESS

$t_{wash} =$	3	[mm]	Washer thickness	[6.2.6.3.(2)]
$h_{head} =$	10	[mm]	Bolt head height	[6.2.6.3.(2)]
$h_{nut} =$	14	[mm]	Bolt nut height	[6.2.6.3.(2)]
$L_b =$	39	[mm]	Bolt length	[6.2.6.3.(2)]
$k_{10} =$	5	[mm]	Stiffness coefficient of bolts	[6.3.2.(1)]

## STIFFNESSES OF BOLT ROWS

Nr	$h_j$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_{eff,j}$	$k_{eff,j} h_j$	$k_{eff,j} h_j^2$
					Sum	562	98396
1	224	4	5	10	1	282	63046
2	174	2	3	5	1	137	23877
3	104	2	3	5	1	88	9092
4	44	4	5	9	1	55	2381

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum_{i=1}^5 (1 / k_{i,j})) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$Z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$$

$$Z_{eq} = 175 \quad [mm] \quad \text{Equivalent force arm} \quad [6.3.3.1.(3)]$$

$$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / Z_{eq}$$

$$k_{eq} = 3 \quad [mm] \quad \text{Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$k_2 = \quad \text{Stiffness coefficient of the compressed column web} \quad [6.3.2.(1)]$$

$$S_{j,ini} = E Z_{eq}^2 / \sum_i (1 / k_1 + 1 / k_2 + 1 / k_{eq}) \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_{j,ini} = 20171,12 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Initial rotational stiffness} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$\sigma = 1,00 \quad \text{Stiffness coefficient of a connection} \quad [6.3.1.(6)]$$

$$S_j = S_{j,ini} / \sigma \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 20171,12 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Final rotational stiffness} \quad [6.3.1.(4)]$$

## Connection classification due to stiffness.

$$S_{j,rig} = 3388,24 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Stiffness of a rigid connection} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 211,77 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Stiffness of a pinned connection} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,ini} \geq S_{j,rig} \text{ RIGID}$$

## WEAKEST COMPONENT:

COLUMN WEB - TENSION

**Connection conforms to the code** Ratio 0,43



## 2.2. Sigurnost u slučaju požara

Građevina je projektirana tako da u slučaju izbijanja požara nosivost može biti zajamčena tijekom određenog razdoblja, da je nastanak i širenje požara i dima unutar građevine ograničeno, da je širenje požara na okolne građevine ograničeno, da korisnici mogu napustiti građevinu ili na drugi način biti spašeni te je sigurnost spasilačkog tima uzeta u obzir.

### 1. PRI IZVOĐENJU RADOVA

Kako bi se spriječilo nastajanje i širenje požara na gradilištu i osiguralo njegovo učinkovito gašenje potrebno je planirati i provoditi odgovarajuće organizacijske i tehničke mjere na gradilištu, za vrijeme i izvan radnog vremena:

- mjere praćenja i kontrole ulazaka i izlazaka (ograđivanje gradilišta, čuvarska službe i drugo),
- mjere zabrane ili ograničenja kretanja vozila i osoba,
- mjere zabrane ili ograničenja unošenja opasnih tvari koje nisu namijenjene za potrebe građenja (pirotehnika i slično) i obavljanja opasnih radnji (pušenje i slično),
- mjere označavanja, upozoravanja, obavješćivanja i informiranja o opasnostima i provođenju potrebnih mjera zaštite od požara,
- osposobljenost osoba za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje početnih požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom,
- odabir mjesta i uvjete smještaja osoba na gradilištu (stambene barake, kontejneri i drugo) koji se odnose na sigurnosne udaljenosti (minimalno 5 metara u svim smjerovima od ostalih objekata gradilišta), požarna svojstva konstrukcijskih elemenata (minimalno razreda reakcije na požar A2), grijanje i hlađenje prostorija (zatvoreni sustavi) i drugo,
- odabir mjesta i uvjete držanja i skladištenja zapaljivih i eksplozivnih tvari (sigurnosne udaljenosti, ograđivanje, znakovi opasnosti, priručni uređaji i oprema za gašenje požara i drugo),
- mjere zaštite od požara kod obavljanja radova koji mogu izazvati požar (zavarivanje – elektrolučno ili autogeno, rezanje reznom pločom, brušenje, lemljenje, rad uporabom otvorenog plamena kao što je varenje ljepenke kod hidroizolacijskih radova, skidanje boja plamenikom i slično),
- mjere osiguranja dostatne količine i odgovarajuće vrste sredstava za gašenje početnih požara (vode, pijeska i drugo),
- mjere osiguranja dostatne količine i odgovarajuće vrste opreme za gašenje početnih požara (vatrogasnih aparata, posuda za vodu, hidranata i drugo),
- mjere osiguranja pristupa za potrebe vatrogasne intervencije i održavanja,
- mjere zbrinjavanja i redovitog uklanjanja prašine i otpada (osobito ambalažnog otpada, krpa natopljenih otapalima i slično),
- odabir odgovarajuće izvedbe i mjere održavanja u ispravnom stanju uređaja, opreme i alata te njihova pohrana i stavljanje van pogona nakon uporabe,
- mjere zaštite od atmosferskog pražnjenja,
- mjere provjere provođenja mjera zaštite od požara,
- način postupanja i uzbunjivanja u slučaju požara (pozivanje brojeva telefona koje treba nazvati: zaštita i spašavanje 112, vatrogasci 193, policija 192, hitna pomoć 194 i slično).

Odgovorna osoba za provođenje mjera zaštite od požara na gradilištu je izvođač radova, a ukoliko kod građenja sudjeluje više izvođača, odgovorna osoba za provođenje mjera zaštite od požara je glavni izvođač radova.

## 2. PRI KORIŠTENJU OBJEKTA

Građevina će tijekom svog trajanja održavati ispunjavanje bitnih zahtjeva zaštite od požara. Svaki prostor ili njegov dio, ovisno o svojoj namjeni, mora se održavati na način da ispunjava propisane mjere zaštite od požara. Svi predviđeni materijali i oprema ovim projektom nisu zapaljivi ili imaju po propisu traženu otpornost. Svi elementi nosive konstrukcije, pregradnih konstrukcija, te završnih obloga obodnih konstrukcija građevine su projektirani i odabrani prema odredbama Pravilnika o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara.

### 2.3. Zaštita od štetnih učinaka na higijenu i zdravlje

Građevina je projektirana tako da tijekom svog vijeka trajanja ne predstavlja prijetnju za higijenu ili zdravlje i sigurnost korisnika. To se posebno odnosi na istjecanje otrovnog plina, emisiju opasnih tvari, opasnog zračenja, ispuštanje opasnih tvari u vodu, pogrešno ispuštanje otpadnih voda, emisije dimnih plinova ili nepropisno odlaganje krutog ili tekućeg otpada te prisutnost vlage u dijelovima građevine ili na površini unutar građevine.

### 2.4. Emisije u vanjsko okruženje građevina

Građevina je projektirana tako da tijekom svog vijeka trajanja ne predstavlja rizik za vanjsko okruženje. To se posebno odnosi na otpuštanje opasnih tvari, mikroplastike ili zračenja u zrak, podzemne vode, morske vode, površinske vode ili tlo, pogrešnog ispuštanja otpadnih voda, emisije dimovodnih plinova ili pogrešnog zbrinjavanja krutog ili tekućeg otpada u vanjskom okruženju. Također se odnosi na oštećenja zgrade, uključujući oštećenje zbog prijenosa zagađivača vodom u temelje zgrade ili ispuštanja emisija stakleničkih plinova u atmosferu.

### 2.5. Održiva uporaba prirodnih izvora

Građevina je projektirana tako da je uporaba prirodnih izvora održiva. Građevina jamči ponovnu uporabu ili mogućnost reciklaže njezinih materijala i dijelova nakon uklanjanja. Također jamči trajnost građevine i uporabu okolišu prihvatljivih sirovina i sekundarnih materijala u građevinama.

---

**Projektantica:**  
**Monika Sukačić, mag.ing.aedif.**  
**G 6370**

### 3. Program kontrole i osiguranja kvalitete

#### OPĆENITO

Građevinska konstrukcija je potrebno izvesti na način da osigura ispunjenje temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine i dijela temeljnog zahtjeva sigurnosti od požara koji se odnosi na očuvanje nosivosti konstrukcije u slučaju požara. Slijedom navedenog građevinska konstrukcija mora imati tehnička svojstva i ispunjavati sve zahtjeve propisane Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije te normama koje proizlaze iz njega.

#### UVJETI ZA IZVOĐENJE I DOKAZIVANJE UPORABLJIVOSTI

Izvođenjem građevinske konstrukcije moraju se osigurati tehnička svojstva i ispunjenje drugih zahtjeva u skladu s tehničkim rješenjem građevine i uvjetima za građenje danim projektom, te da se omogući očuvanje tih svojstava i uporabljivost građevine tijekom njezina trajanja. Izvođač je dužan radove izvoditi u skladu s projektom, tehničkim uputama proizvođača za ugradnju i uporabu građevnih proizvoda te odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije. Za izvođenje se primjenjuju pravila iz hrvatskih normi danih u Tehničkom propisu, posebnih pravila za pojedine vrste konstrukcija ili jednakovrijedna pravila. Jednakovrijednim pravilom smatra se tehnička specifikacija koja postavlja jednake ili strože zahtjeve od onih koji su dani u normi. Tijekom izvođenja potrebno je prikupiti odgovarajuće podatke o građevinskoj konstrukciji u opsegu koji omogućava procjenu stupnja ispunjenja temeljnih zahtjeva za građevinu. Dokazivanje uporabljivosti treba provesti uzimajući u obzir zapise u građevinskom dnevniku, rezultate kontrole koja se provodi prije ugradnje građevnih proizvoda, dokazuje uporabljivosti koje je izvođač osigurao tijekom izvođenja, uvjete građenja i druge okolnosti koje mogu utjecati na tehnička svojstva građevinske konstrukcije.

#### GRAĐEVNI PROIZVODI

Građevni proizvodi koji se ugrađuju u konstrukciju moraju imati svojstva u odnosu na njihove bitne značajke određena projektom građevinske konstrukcije, posebnim pravilima propisanim Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije za pojedine vrste konstrukcija i posebnim propisima kojima je uređeno područje građevnih proizvoda. Tvornički proizveden građevni proizvod može se ugraditi u građevinsku konstrukciju ako je za njega dokazana uporabljivost u skladu s projektom konstrukcije i ako ispunjava zahtjeve posebnog propisa kojim je uređeno područje građevnih proizvoda. Građevni proizvod izrađen na gradilištu ili u pogonu izvan gradilišta u svrhu ugradnje u konkretnu građevinu može se ugraditi u građevinsku konstrukciju ako je za njega dokazana uporabljivost. Građevni i drugi proizvodi od kojih se izvide građevinske konstrukcije moraju biti međusobno usklađeni. Kod preuzimanja građevnog proizvoda izvođač mora utvrditi je li građevni proizvod namijenjen za ugradnju u građevinu u skladu s glavnim projektom, je li isporučen s valjanom dokumentacijom te jesu li svojstva i bitne značajke, podaci značajni za njegovu ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i bitne značajke te trajnost građevine, sukladni svojstvima i bitnim značajkama te podacima određenim glavnim projektom kao i rok do kojega se građevni proizvod smije ugraditi. Prije ugradnje građevnih proizvoda provode se kontrolna ispitivanja za pojedine vrste konstrukcija. Uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje građevnih proizvoda, ovisno o vrsti proizvoda, provodi se prema normama za ispitivanje. Zabranjena je ugradnja proizvoda koji ne zadovoljava zahtjeve kontrole prije ugradnje. Takvi proizvodi moraju se ukloniti s gradilišta. Ugradnju građevnog proizvoda odnosno nastavak radova odobrava nadzorni inženjer.

#### PREDGOTOVLJENI ELEMENTI

Svojstva predgotovljenog elementa u odnosu na njegove bitne značajke i drugi zahtjevi te ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava predgotovljenog elementa proizvedenog prema tehničkoj specifikaciji,

određuju se odnosno provodi prema toj specifikaciji te odredbama posebnog propisa kojim je uređeno područje građevnih proizvoda. Predgotovljeni element proizveden prema tehničkoj specifikaciji za kojeg je stalnost svojstava ocijenjena i provjerena na način određen posebnim propisom kojim je uređeno područje građevnih proizvoda, smije se ugraditi u građevinsku konstrukciju ako je sukladan zahtjevima projekta te građevinske konstrukcije. Izvođač mora prije početka ugradnje u građevinsku konstrukciju provjeriti je li izrađeni odnosno proizvedeni predgotovljeni element u skladu sa zahtjevima iz projekta građevinske konstrukcije te je li tijekom rukovanja i skladištenja predgotovljenog elementa došlo do njegovog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi mogla utjecati na tehnička svojstva građevinske konstrukcije. U slučaju kada je građevni proizvod koji je proizveden u tvornici nesukladan s objavljenim svojstvima odmah treba zaustaviti ugradnju i obavijestiti gospodarski subjekt koji je proizvod isporučio na gradilište. U slučaju kada je građevni proizvod koji je proizveden ili izrađen na gradilištu u svrhu ugradnje građevnog proizvoda u konkretnu građevinu nesukladan s glavnim projektom građevine mora se odmah prekinuti proizvodnja odnosno izrada, poduzeti mjere popravka proizvoda ili zabraniti ugradnju i utvrditi te otkloniti greške koje su nesukladnost uzrokovale. U slučaju kada je građevni proizvod u neusklađenom području koji se prodaje u drugoj državi članici Europske unije u skladu s njezinim propisima nesukladan s glavnim projektom građevine, odmah treba zaustaviti ugradnju i obavijestiti gospodarski subjekt koji je proizvod isporučio na gradilište.

#### NADZOR NAD IZVOĐENJEM

Nadzor nad izvođenjem radova provodi se sukladno odredbama posebnog propisa koji uređuje stručni nadzor građenja. Nadzorni inženjer neposredno prije ugradnje građevnog proizvoda u građevinsku konstrukciju mora provjeriti je li za građevni proizvod, izrađen prema projektu građevinske konstrukcije, dokazana njegova uporabljivost u skladu s projektom te provjeriti postoji li za građevni proizvod proizveden prema tehničkoj specifikaciji valjana prateća dokumentacija i oznaka u skladu s posebnim propisima kojima se uređuje područje građevnih proizvoda, kao i je li građevni proizvod sukladan zahtjevima iz projekta građevinske konstrukcije. Također mora provjeriti je li građevni proizvod postavljen u skladu s projektom građevinske konstrukcije ili s uputom odnosno tehničkom uputom za ugradnju i uporabu i dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik. Iznimno za građevni proizvod koji se zakonito prodaje u drugoj državi članici Europske unije i koji je u skladu sa zakonom kojim se uređuju građevni proizvodi stavljen na raspolaganje na tržište unutar granica Republike Hrvatske, a za koji proizvod nije sastavljena izjava o svojstvima te koji nije označen »C« oznakom, nadzorni inženjer neposredno prije ugradnje građevnog proizvoda u građevinsku konstrukciju mora provjeriti postoji li uz takav građevni proizvod prateća dokumentacija propisana tim zakonom.

#### PRIPREMNI RADOVI

Pripremni radovi se odnose na organizaciju izgradnje, geodetske radove i čišćenje i pripremu terena. Konceptija organizacije izgradnje građevinskih objekata pretpostavlja da se prije početka gradnje predvide i planiraju sve aktivnosti koje su potrebne da se građevina izgradi u skladu sa važećim zakonima i propisima, u ugovorenom roku i uz poštivanje ugovorenih ekonomsko-financijskih uvjeta. Geodetski radovi u niskogradnji obuhvaćaju iskolčenje trase i svih objekata u trasi i preko trase cesta, sva mjerenja koja su u vezi s prijenosom podataka iz projekata na teren i obrnuto, održavanje iskolčenih oznaka na terenu u cijelom razdoblju od početka radova do predaje svih radova. Čišćenje i priprema terena obuhvaća uklanjanje grmlja i drveća, uklanjanje objekata, prometnih znakova, reklamnih ploča i slično, rušenje postojećih zgrada i slično. Priprema terena obuhvaća uklanjanje ili premještanje te zaštitu postojećih komunalnih instalacija. Svi radovi vezani uz uklanjanje ili premještanje postojećih komunalnih instalacija trebaju biti predviđeni u projektu.

Popis norma za pripremne radove:

HRN ISO 17123-1 - Optika i optički instrumenti -- Terenski postupci za ispitivanje geodetskih instrumenata i instrumenata za izmjere -- 1. dio: Teorija  
HRN EN 17123-2 - Optika i optički instrumenti -- Terenski postupci za ispitivanje geodetskih instrumenata i instrumenata izmjere -- 2. dio: Niveliri  
HRN EN 17123-3 - Optika i optički instrumenti -- Terenski postupci za ispitivanje geodetskih instrumenata i instrumenata izmjere -- 3. dio: Teodoliti  
HRN ISO 17123-4 - Optika i optički instrumenti -- Terenski postupci za ispitivanje geodetskih instrumenata i instrumenata izmjere -- 4. dio: Elektro optički daljinomjeri (EDM instrumenti)  
HRN ISO 17123-6 - Optika i optički instrumenti -- Terenski postupci za ispitivanje geodetskih instrumenata i instrumenata izmjere -- 6. dio: Rotirajući laseri  
HRN DIN 18201 - Tolerancije u graditeljstvu – Pojmovi, načela, primjena, ispitivanje

## ZEMLJANI RADOVI I TEMELJENJE

Geotehnički istražni radovi mogu se provoditi neposredno na terenu i na uzorcima u laboratoriju, te posredno opažanjima deformacija konstrukcija pod probnim opterećenjem, opažanjem deformacija susjednih građevina, drugim opažanjima i mjerenjima na terenu, te uvidom u rezultate drugih istražnih radova provedenih u neposrednoj blizini budućeg gradilišta.

Posebnu pozornost prilikom izvođenja radova na temeljenju objekta treba obratiti na kvalitetu temeljnog tla u slučaju nevršenja geotehničkih istražnih radova. Dubina temeljenja ne smije biti manja od dubine smržavanja kao što ni dubina iskopa ne smije biti manja od dvije širine temeljne trake (radi vizualnog utvrđivanja kvalitete kontaktnog tla - što će nadzorni inženjer upisati u dnevnik). Svi iskopi (osim širokih) dublji od 1,00 m moraju se zaštititi od urušavanja. U slučaju potrebe za iskopom većim nego je dubina temeljenja susjednih građevina (interpolacije), definirat će se posebni uvjeti izvođenja novih temelja, kao i osiguranja stabilnosti postojećih građevina.

Popis norma za geotehničke radove:

HRN EN ISO 14688-1 - Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Identifikacija i klasifikacija tla -- 1. dio: Identifikacija i opis

HRN EN ISO 14688-2 - Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Identifikacija i klasifikacija tla -- 2. dio: Načela klasifikacije

HRN EN ISO 14689-1 - Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Identifikacija i klasifikacija stijene -- 1. dio: Identifikacija i opis

## BETONSKE KONSTRUKCIJE

Za betonske konstrukcije rabe se materijali i građevni proizvodi koji su navedeni u hrvatskoj normi HRN EN 1992-1-1 (beton, čelik za armiranje, čelik za prednapinjanje, uređaji za prednapinjanje, predgotovljeni betonski elementi), a čija su svojstva u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama na koje upućuje ta hrvatska norma i poseban propis. Svojstva betona, čelika za armiranje i čelika za prednapinjanje u odnosu na njegove bitne značajke specificiraju se prema odgovarajućim tehničkim specifikacijama. Svojstva predgotovljenih betonskih elemenata u odnosu na njihove bitne značajke specificiraju se prema odgovarajućim tehničkim specifikacijama za građevne proizvode od kojih se element sastoji te prema odgovarajućoj tehničkoj specifikaciji za predgotovljene betonske elemente. Betonska konstrukcija koja je izložena utjecajima okoliša, uslijed čega postoji opasnost od korozije armature, mora se projektirati prema odredbama hrvatske norme HRN 1128. Izvođenje (ugradnja i kontrola) betonske konstrukcije mora biti prema hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA.

Popis norma za betonske konstrukcije:

HRN EN ISO 17660-1 - Zavarivanje -- Zavarivanje čelika za armiranje -- 1. dio: Nosivi zavareni spojevi

HRN EN ISO 17660-2 - Zavarivanje -- Zavarivanje čelika za armiranje -- 2. dio: Nenosiivi zavareni spojevi

HRN EN 13670 - Izvedba betonskih konstrukcija



HRN EN 13670/NA - Izvedba betonskih konstrukcija - Smjernice za primjenu norme HRN EN 13670  
HRN ISO 4866 - Mehaničke vibracije i udari -- Vibracije građevina -- Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihova utjecaja na građevine  
HRN EN 446 - Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje – Postupci injektiranja  
HRN EN 1504-10 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 10. dio: Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova  
HRN EN 13791 - Ocjena in-situ tlačne čvrstoće u konstrukcijama i predgotovljenim betonskim dijelovima  
Usklađeno područje:  
HRN EN 197-1:2012  
Cement -- 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene  
HRN EN 934-2:2012 - Dodaci betonu, mortu i smjesi za injektiranje -- 2. dio: Dodaci betonu -- Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i obilježavanje  
HRN EN 934-3:2012 - Dodaci betonu, mortu i smjesi za injektiranje -- 3. dio: Dodaci mortu za zidanje -- Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i obilježavanje  
HRN EN 934-4:2010 - Dodaci betonu, mortu i smjesi za injektiranje -- 4. dio: Dodaci mortu za injektiranje prednapetih kabela -- Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i obilježavanje  
HRN EN 934-5:2008 - Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 5. dio: Dodaci mlaznom betonu -- Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i obilježavanje  
HRN EN 1504-2:2004 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 2. dio: Sustavi površinske zaštite  
HRN EN 1504-3:2005 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 3. dio: Konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak  
HRN EN 1504-4:2004 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 4. dio: Konstrukcijsko lijepljenje  
HRN EN 1504-5:2005 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 5. dio: Injektiranje betona  
HRN EN 1504-6:2007 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 6. dio: Sidrenje čelične armature  
HRN EN 1504-7:2007 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 7. dio: Zaštita armature od korozije  
HRN EN 1520:2011 - Predgotovljeni armirani elementi od betona otvorene strukture s laganim agregatom s konstrukcijskim ili nekonstrukcijskim ojačanjem  
HRN EN 12602:2016 - Predgotovljeni armirani elementi od porastoga betona  
HRN EN 12620:2008 - Agregati za beton  
HRN EN 13055-1:2003 - Lagani agregati -- 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje  
HRN EN 13055-2:2007 - Lagani agregati -- 2. dio: Lagani agregati za bitumenske mješavine i površinske obrade i za primjenu u nevezanim i vezanim mješavinama  
HRN EN 13224:2011 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Rebrasti stropni elementi  
HRN EN 13225:2013 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Linijski konstrukcijski elementi  
HRN EN 14216:2015 - Cement -- Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti za posebne vrste cemenata vrlo niske topline hidratacije  
HRN EN 14843:2008 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Stube  
HRN EN 14844:2011 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Okvirni propusti  
HRN EN 14889-1:2007 - Vlakna za beton -- 1. dio: Čelična vlakna -- Definicije, specifikacije i sukladnost  
HRN EN 14889-2:2008 - Vlakna za beton -- 2. dio: Polimerna vlakna -- Definicije, specifikacije i sukladnost  
HRN EN 14991:2008 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Elementi za temelje  
HRN EN 14992:2012 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Elementi za zidove  
HRN EN 15037-1:2008 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Stropni sustavi sastavljeni od nosača i blokova (ispune) -- 1. dio: Nosači

HRN EN 15037-2:2011 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Stropni sustavi sastavljeni od nosača i blokova (ispune) -- 2. dio: Betonski blokovi  
HRN EN 15037-3:2011 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Stropni sustavi sastavljeni od nosača i blokova (ispune) -- 3. dio: Glineni blokovi  
HRN EN 15037-4:2013 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Stropni sustavi sastavljeni od nosača i blokova (ispune) -- 4. dio: Blokovi od ekspandiranog polistirena  
HRN EN 15037-5:2013 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Stropni sustavi sastavljeni od nosača i blokova (ispune) -- 5. dio: Lagani blokovi za jednostavnu oplatu  
HRN EN 15050:2012 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Elementi za mostove  
HRN EN 15129:2011 - Protupotresne naprave  
HRN EN 15167-1:2007 - Mljevena granulirana zgrura visoke peći za upotrebu u betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 1. dio: Definicije, specifikacije i kriteriji sukladnosti  
HRN EN 15258:2008 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Elementi za potporne zidove  
HRN EN 15435:2008 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Betonske blok oplate od običnih i laganih agregata -- Svojstva proizvoda i izvedba  
HRN EN 15498:2008 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Oplatni blokovi od betona s drvenim strugotinama -- Svojstva proizvoda i izvedba  
Neusklađeno područje:  
HRN EN 197-2:2020 - Cement -- 2. dio: Ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava HRN EN 206:2016 - Beton -- Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost  
HRN EN 197-5:2021 - Cement -- 5. dio: Miješani portlandski cement CEM II/C-M i miješani cement CEM VI  
HRN EN 197-6:2023 - Cement -- 6. dio: Cement s recikliranim građevnim materijalima  
HRN EN 206:2021 - Beton -- Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost  
HRN EN 934-1:2008 - Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 1. dio: Opći zahtjevi  
HRN EN 934-6:2019 - Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 6. dio: Uzorkovanje, ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava  
HRN 1128:2023 - Beton -- Nacionalni zahtjevi uz normu HRN EN 206:2021  
HRN 1130-1:2008 - Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A  
HRN 1130-2:2008 - Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B  
HRN 1130-3:2008 - Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C  
HRN 1130-4:2008 - Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih mreža  
HRN 1130-5:2008 - Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke rešetkastih nosača  
HRN EN 1337-2:2004 - Konstrukcijski ležajevi -- 2. dio: Klizni elementi  
HRN EN 1504-8:2016 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete te ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava (AVCP) -- 8. dio: Kontrola kvalitete i ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava (AVCP)  
HRN EN 10080:2012 - Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje – Općenito  
HRN EN 13369:2018 - Opća pravila za predgotovljene betonske elemente  
HRN EN 13377:2004 - Predgotovljeni drveni nosači oplate – Zahtjevi, razredba i ocjena  
HRI CEN/TR 14245:2017 - Cement -- Smjernice za primjenu norme EN 197-2 »Vrednovanje sukladnosti«  
HRN EN 14474:2005 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Beton s agregatom od drvenih strugotina -- Zahtjevi i ispitne metode  
HRN EN 14487-1:2005 - Mlazni beton -- 1. dio: Definicije, specifikacije i sukladnost  
HRN EN 15191:2010 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Razredba svojstava betona ojačanog staklenim vlaknima

HRN EN 15422:2008 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Specifikacija staklenih vlakana za ojačanje mortova i betona

HRN EN 15564:2008 - Predgotovljeni betonski proizvodi -- Beton vezan smolama -- Zahtjevi i ispitne metode

## ZIDANE KONSTRUKCIJE

Za zidane konstrukcije rabe se materijali i građevni proizvodi koji su navedeni u hrvatskoj normi HRN EN 1996-1-1, a čija su svojstva u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama na koje upućuje ova hrvatska norma i poseban propis. Zidni elementi na gradilištu moraju biti složeni po tipovima, skupinama i kategoriji i osigurani od djelovanja atmosferilija. Zidni elementi se ne smiju tijekom građenja postavljati na stropne konstrukcije na način da prouzroče trajnu deformaciju stropne konstrukcije. Mort za zidanje mora biti transportiran do gradilišta i skladišten na način da je zaštićen od utjecaja vlage i drugih štetnih utjecaja. Mort opće namjene se mora miješati strojno i ne smije se ugrađivati ako je započeo proces stvrdnjavanja ili ako je istekao rok uporabe. S građevnim proizvodima koji se ugrađuju u zidanu konstrukciju postupa se u skladu sa uputom odnosno tehničkom uputom proizvođača.

Prije zidanja ziđa mora se provesti provjera dokumentacije koja prati građevni proizvod i oznake građevnih proizvoda, provjera usklađenosti objavljenih svojstava građevnog proizvoda u odnosu na njegove bitne značajke sa zahtjevima iz projekta zidane konstrukcije, vizualna kontrola zidnih elemenata, morta i ostalih građevnih proizvoda zbog utvrđivanja mogućih odstupanja od svojstava i/ili oštećenja. Također je potrebno utvrditi kategoriju zidnih elemenata (I ili II) i razred izvedbe (1, 2 ili 3), odnosno osposobljenosti izvođača za pojedini razred izvedbe. Navedeni kontrolu provodi izvođač, osim kontrole razreda izvedbe, koju provodi nadzorni inženjer.

Zidni elementi moraju biti povezani vezivom u skladu s pravilima struke i prema uputama odnosno tehničkim uputama proizvođača. Horizontalne i vertikalne sljubnice morta izrađene od mortova opće namjene i laganih mortova trebaju imati debljinu od 6 mm do 15 mm, a sljubnice morta od tankoslojnih mortova trebaju imati debljinu od 0,5 mm do 3 mm. Pri izvedbi ziđa zidane konstrukcije sa zidnim elementima s mortnim džepovima, vertikalne sljubnice ispunjavaju se po punoj visini zidnog elementa i u punoj širini mortnog džepa, pri čemu širina mortnog džepa mora iznositi najmanje 40% širine zidnog elementa. Pri zidanju ziđa zidni elementi u pravilu se preklapaju za pola duljine zidnog elementa, mjereno u smjeru zida, a iznimno za 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4 cm. Omeđeno ziđe mora imati vertikalne i horizontalne armiranobetonske serklaže koji trebaju imati ploštinu presjeka ne manju od 0,02 m<sup>2</sup>, s najmanjom izmjerom od 150 mm u tlocrtu zida. Vertikalni serklaži pojedine etaže betoniraju se nakon izvedbe ziđa te etaže. Obvezno je osigurati vezu ziđa i vertikalnih serklaža. Horizontalni serklaži u razini stropne konstrukcije betoniraju se zajedno s izvedbom stropne konstrukcije. Tijekom građenja osigurava se opća stabilnost konstrukcije i pojedinih zidova. Dovršeno ziđe koje je izravno izloženo padalinama treba zaštititi od močenja kako bi se spriječilo ispiranje morta, usporilo sazrijevanje (očvršćivanje) te kako bi se izbjegli mogući ciklusi zamrzavanja i odmrzavanja i time oslabilo ziđe. Zaštitu je potrebno postaviti što je prije moguće nakon završenog zidanja. Novo ziđe treba održavati vlažnim i zaštititi od isušivanja zbog visokih temperatura i vjetra dok cement u mortu ne hidratizira te po potrebi na odgovarajući način pridržati do povezivanja u konačno projektirano stanje. Prilikom izvođenja zidnih kanala važno je voditi računa da se ne ugrozi stabilnost zida. Zidni kanali ne smiju prolaziti kroz nadvoje ili druge konstrukcijske elemente. Temperatura svježeg morta ne smije biti niža od +5°C, niti viša od +35°C. Kada je srednja dnevna temperatura zraka manja od +5°C ili viša od +35°C, zidanje ziđa treba izvoditi pod posebnim uvjetima sukladno projektu zidane konstrukcije.

Popis norma za zidane konstrukcije:

Usklađeno područje:

HRN EN 413-1:2011 - Zidarski cement -- 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti

HRN EN 771-1:2015 - Specifikacije za zidne elemente -- 1. dio: Opečni zidni elementi

HRN EN 771-2:2015 - Specifikacije za zidne elemente -- 2. dio: Vapneno silikatni zidni elementi



HRN EN 771-3:2015 - Specifikacije za zidne elemente -- 3. dio: Betonski zidni elementi (gusti i lagani agregat)

HRN EN 771-4:2015 - Specifikacije za zidne elemente -- 4. dio: Zidni elementi od porastoga betona

HRN EN 771-5:2015 - Specifikacije za zidne elemente -- 5. dio: Zidni elementi od umjetnoga kamena

HRN EN 771-6:2015 - Specifikacije za zidne elemente -- 6. dio: Zidni elementi od prirodnog kamena

HRN EN 845-1:2016 - Specifikacija za pomoćne dijelove ziđa -- 1. dio: Zidne spone, vlačne vezice, papuče za grede i konzole

HRN EN 845-2:2016 - Specifikacija za pomoćne dijelove ziđa -- 2. dio: Nadvoji

HRN EN 845-3:2016 - Specifikacija za pomoćne dijelove ziđa -- 3. dio: Armatura horizontalnih sljubnica od čeličnih mreža

HRN EN 998-1:2016 - Specifikacija morta za ziđe -- 1. dio: Vanjska i unutarnja žbuka

HRN EN 998-2:2016 - Specifikacija morta za ziđe -- 2. dio: Mort za ziđe

HRN EN 13139:2003 - Agregati za mort

## ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Tehničkom dokumentacijom predviđena je vrsta i kvaliteta materijala od kojeg konstrukciju treba izraditi. Upotreba materijala druge vrste nije dopuštena bez suglasnosti i odobrenja projektanta. Izvoditelj radova je dužan prije početka radova izraditi i predložiti nadzornom inženjeru:

- plan zavarivanja
- plan montaže konstrukcije sa redoslijedom i načinom montaže zatim pribaviti i predložiti nadzornom inženjeru slijedeće:
  - ateste materijala za izradu konstrukcije ili certifikat sukladnosti
  - ateste za spojni materijal ili certifikat sukladnosti
  - ateste zavarivača

Ova dokumentacija ovjerena po nadzornom inženjeru sastavni je dio dokumentacije za tehnički pregled. Tijekom izrade konstrukcije u radionici i montaže izvoditelj mora voditi dnevnik izrade. Svaka faza izrade mora biti pregledana i odobrena od strane nadzornog inženjera, a gotovi elementi konstrukcije zapisnikom preuzeti prije isporuke na gradilište. Sve površine pripremljene za zavarivanje moraju biti pregledane, moraju biti metalno čiste, bez prljavštine, hrđe, masnoće i sl.

Prilikom radioničke izrade odstupanje od dimenzija iz projekta može biti u granicama normalne tolerancije. Poslije izvršene radioničke izrade mora se kontrolirati geometrija i po potrebi probna montaža pojedinih dijelova. Izvršena radnja se verificira sa zapisnikom. Elementi konstrukcije na gradilište se isporučuju u skladu s tehničkim opisom. Svaka faza mora biti pregledana i zapisničarski konstatirana, te mora biti izvršeno mjerenje svakog sloja posebno.

Prijem elemenata konstrukcije obavlja se na temelju:

- radioničkih crteža i specifikacija
- atesta osnovnog i spojnog materijala
- atesta zavarivača
- dnevnika izrade i zavarivanja
- zapisnika o kontrolnim mjerenjima i odobrenim fazama izrade

Materijali koji se rabe moraju zadovoljiti kvalitetu utvrđenu odredbama:

HRN EN 10017:2007 Valjana čelična žica za vučenje i/ili hladno valjanje -- Mjere i dopuštena odstupanja (EN 10017:2004)

HRN EN 10020:2008 Definicija i razredba vrsta čelika (EN 10020:2000)

HRN EN 10021:2008 Opći tehnički uvjeti isporuke za čelične proizvode (EN 10021:2006)

HRN EN 10025-1:2006 Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 1. dio: Opći tehnički uvjeti isporuke (EN 10025- 1:2004)

HRN EN 10025-2:2007 Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke za nelegirane konstrukcijske čelike (EN 10025-2:2004)

HRN EN 10025-4:2007 Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke za termomehanički valjane zavarljive sitnozrnate konstrukcijske čelike (EN 10025-4:2004)

HRN EN 10027-1:2016 Sustavi označivanja za čelike -- 1. dio: Nazivi čelika (EN 10027-1:2016)

HRN EN 10027-2:2015 Sustavi označivanja čelika -- 2. dio: Brojčani sustav (EN 10027-2:2015)

HRN EN 10029:2010 Toplo valjani čelični limovi debljine  $\geq 3$  mm -- Dopuštena odstupanja dimenzija, oblika i mase (EN 10029:2010)

HRN EN 10034:2003 I-profil i H-profil od konstrukcijskih čelika -- Dopuštena odstupanja mjera i oblika (EN 10034:1993) HRN EN 10048:2003 Toplo valjana čelična traka -- Dopuštena odstupanja mjera i oblika (EN 10048:1996)

HRN EN 10056-1:2017 Čelični kutnici s jednakim i nejednakim krakovima -- 1. dio: Mjere (EN 10056-1:2017)

HRN EN 10056-2:2005 Čelični kutnici s jednakim i nejednakim krakovima -- 2. dio: Dopuštena odstupanja oblika i mjera (EN 10056-2:1993)

HRN EN 10058:2007 Toplo valjane plosnate čelične šipke za opću namjenu -- Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera (EN 10058:2003)

HRN EN 10060:2005 Toplo valjane okrugle čelične šipke za opću namjenu -- Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera (EN 10060:2003)

HRN EN 10130:2008 Hladno valjani plosnati proizvodi od niskouglijčnog čelika za hladnu preradbu -- Tehnički uvjeti isporuke (EN 10130:2006)

HRN EN 10131:2008 Hladno valjani, neprevučeni i cinkom ili cink-nikal elektrolitski prevučeni niskouglijčni i s povišenom granicom razvlačenja čelični plosnati proizvodi namijenjeni hladnomu oblikovanju -- Dopuštena odstupanja dimenzija i oblika (EN 10131:2006)

HRN EN 10139:2016 Hladno valjane trake bez prevlaka od mekih čelika za hladno oblikovanje -- Tehnički uvjeti isporuke (EN 10139:2016)

HRN EN 10140:2008 Hladno valjana uska čelična traka -- Dopuštena odstupanja dimenzija i oblika (EN 10140:2006)

HRN EN 10149-1:2014 Toplo valjani plosnati proizvodi od čelika s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje -- 1. dio: Opći uvjeti isporuke (EN 10149-1:2013)

HRN EN 10149-2:2014 Toplo valjani plosnati proizvodi od čelika s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje -- 2. dio: Uvjeti isporuke za termomehanički valjane čelike (EN 10149-2:2013)

HRN EN 10149-3:2014 Toplo valjani plosnati proizvodi od čelika s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje -- 3. dio: Uvjeti isporuke za normalizacijski žarene ili normalizacijski valjane čelike (EN 10149-3:2013)

HRN EN 10163-1:2007 Uvjeti isporuke za stanje površine toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila -- 1. dio: Opći uvjeti (EN 10163-1:2004)

HRN EN 10163-1:2007/Ispr.1:2008 Uvjeti isporuke za stanje površine toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila -- 1. dio: Opći uvjeti (EN 10163-1:2004/AC:2007)

HRN EN 10163-2:2007 Uvjeti isporuke za stanje površine toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila -- 2. dio: Ploča i široke trake (EN 10163-2:2004)

HRN EN 10163-3:2007 Uvjeti isporuke za stanje površine toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila -- 3. dio: Profili (EN 10163-3:2004)

HRN EN 10210-1:2008 Toplo oblikovani šuplji profili od nelegiranih i sitnozrnatih konstrukcijskih čelika -- 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke (EN 10210-1:2006)

HRN EN 10210-2:2008 Toplo oblikovani šuplji profili od nelegiranih i sitnozrnatih konstrukcijskih čelika -- 2. dio: Dopuštena odstupanja, dimenzije i statičke vrijednosti presjeka (EN 10210-2:2006+AC:2007)

HRN EN 10219-1:2008 Hladno oblikovani šuplji profili za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitnozrnatih čelika -- 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke (EN 10219-1:2006)

HRN EN 10219-2:2008 Hladno oblikovani šuplji profili za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitnozrnatih čelika -- 2. dio: Dopuštena odstupanja, dimenzije i statičke vrijednosti presjeka (EN 10219-2:2006)

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

---

HRN EN 15048-1:2016 Konstrukcijski vijčani spojevi bez predopterećenja -- 1. dio: Opći zahtjevi (EN 15048-1:2016) HRN EN ISO 898-1:2013 Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od ugljičnih i legiranih čelika -- 1. dio: Vijci i svorni vijci propisanog razreda čvrstoće -- Grubi i fini navoj (ISO 898-1:2013; EN ISO 898-1:2013)

HRN EN 20898-2:2008 Mehanička svojstva spojnih elemenata -- 2. dio: Matice sa specificiranim vrijednostima ispitnog opterećenja -- Grubi navoj (ISO 898-2:1992; EN 20898-2:1993)

HRN EN ISO 3269:2005 Spojni elementi -- Prijamno ispitivanje (ISO 3269:2000; EN ISO 3269:2000)

---

**Projektantica:**  
**Monika Sukačić, mag.ing.aedif.**  
**G 6370**

## 4. Posebni tehnički uvjeti gradnje i gospodarenje otpadom

### TEHNIČKI UVJETI GRADNJE

Predmetnu građevinu potrebno je izvesti u skladu s ovim projektom, posebice uvjetima propisanim u Programu kontrole i osiguranja kvalitete, tehničkom opisu, kao i svim važećim propisima i pravilima struke. Također je potrebno izvesti građevinu u skladu sa svim izdanim posebnim uvjetima gradnje. Za sve nejasnoće potrebno se konzultirati s projektantom i nadzornim inženjerom. Nadzorni inženjer nadzire građenje u odnosu na usklađenost građenja s građevinskom dozvolom, glavnim projektom, Zakonom o gradnji, posebnim propisima predmnijevanim Zakonom o gradnji i pravilima struke.

### ZBRINJAVANJE GRAĐEVNOG I OPASNOG OTPADA

Investitor je dužan osigurati da je izvođač radova, prije početka radova rekonstrukcije, održavanja ili uklanjanja građevine, obaviješten o materijalima i tvarima koje se nalaze u odgovarajućoj građevini i koje su opasni otpad odnosno za koje je izvjesno da će tim radovima postati opasni otpad. Tijekom izvođenja radova potrebno je osigurati izdvajanje materijala koji se mogu koristiti i otpada, spriječiti ispuštanje azbestnih vlakana u zrak i razlijevanje tekućeg otpada koji može sadržavati azbest. Također je obavezno spriječiti miješanje, raznošenje ili ispuštanje otpada u okoliš. Bitno je predvidjeti odgovarajući prostor za skladištenje i odrediti način izvedbe radova kojim će količina otpada biti što manja. Sav višak otpadnog materijala u tekućem stanju (cementni mort, beton, vapno, bitumen, lijevani asfalt) prilikom izvođenja radova ne istresati na gradilištu već otpremati odmah na za to predviđenu deponiju. Višak otpadnog materijala u krutom stanju, bilo kao produkt rušenja, bilo kao produkt izvođenja radova, ne gomilati na gradilištu nego otpremati na za to predviđenu deponiju. Eventualno potrebno skladište za gorivo, ulje, maziva, bitumen i slično locirati na gradilištu prema važećim propisima i izvesti s nepropusnom podlogom i sa istom takvom sabirnom jamom u slučaju izlijevanja. Pretakanje goriva, ulja, maziva ili bitumena, izvoditi na nepropusnoj podlozi sa istom takvom sabirnom jamom u slučaju izlijevanja. Na gradilištu koristiti opremu i strojeve u ispravnom stanju koji ne ispuštaju gorivo, mazivo ulje i materijal koji transportiraju. Nakon završetka radova potrebno je sav preostali višak otpadnog materijala otpremiti na deponiju ili mu osigurati ponovno korištenje ili uporabu. Privremene građevine na gradilištu demontirati ili srušiti, a sve montažne dijelove i sav otpadni materijal kao produkt demontaže ili rušenja, otpremiti s gradilišta. Eventualno ranije potrebno skladište za gorivo, ulje, maziva, bitumen i sl. demontirati ili srušiti, a sve montažne dijelove i sav otpadni materijal kao produkt demontaže ili rušenja otpremiti s gradilišta. Posebnu pažnju posvetiti na demontažu ili rušenje nepropusnih podloga na kojima se skladištilo ili pretakalo gorivo, ulje, maziva, bitumen i sl., kako se prilikom demontaže ne bi zagadili tlo. Zemljište na području gradilišta, kao i na prilazu gradilištu, dovesti u stanje prije početka radova, osim na površinama na kojima je projektom predviđeno preuređenje.

---

**Projektantica:**  
**Monika Sukačić, mag.ing.aedif.**  
**G 6370**

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

## 5. Procijenjeni troškovi građenja

TROŠKOVI GRAĐENJA KONSTRUKCIJE	52.771,50 €
PDV (25%)	13.192,88 €
UKUPNO	65.964,38 €

---

**Projektantica:**  
**Monika Sukačić, mag.ing.aedif.**  
**G 6370**

NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

---

---

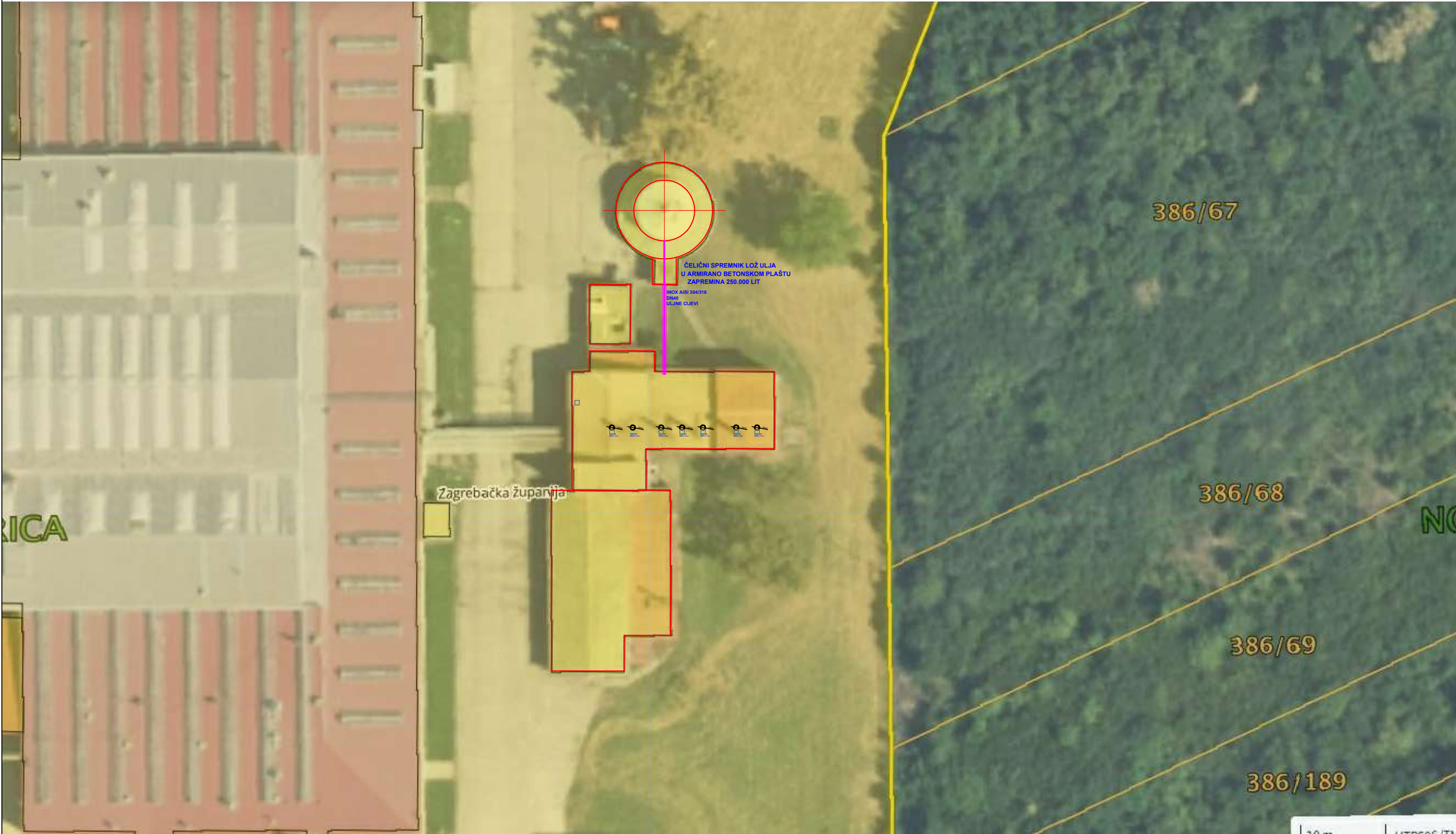
## GRAFIČKI DIO


---

## POPIS GRAFIČKIH PRILOGA:

1. Projektantska situacija
2. Tlocrt prizemlja
3. Pogled – okvir 1
4. Pogled – okvir 2

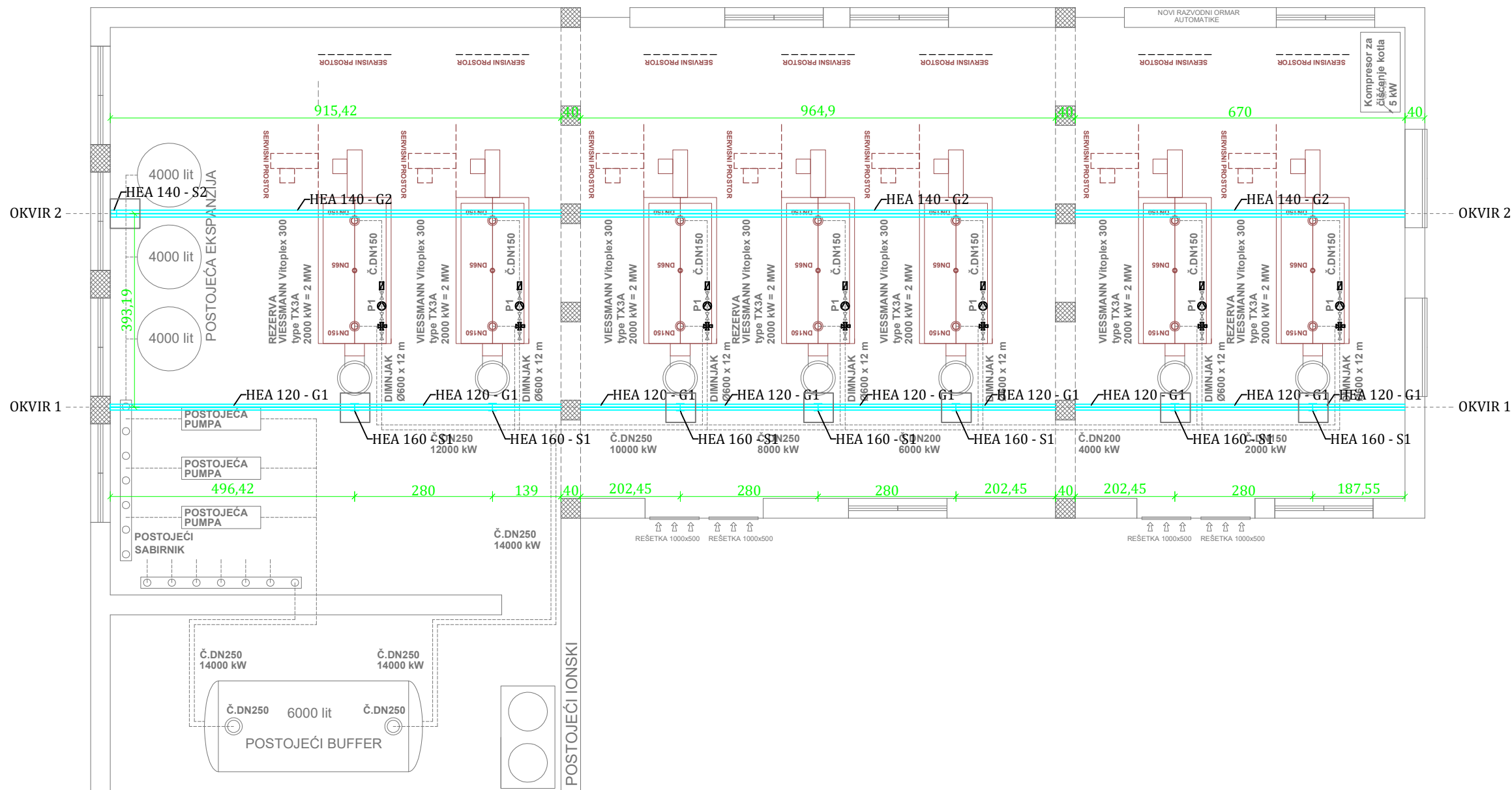




	RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA PROJEKTA:	
	GLAVNI PROJEKT	GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE	
GRAĐEVINA:		SADRŽAJ GRAFIČKOG PRILOGA:	
MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC		PROJEKTANTSKA SITUACIJA	
INVESTITOR: ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d., OIB: 34378227174 SISAČKA 39E, 10410 VELIKA GORICA		MJERILO: 1:100 BROJ GRAFIČKOG PRILOGA: 1	
LOKACIJA: SISAČKA 39E, 10410 VELIKA GORICA k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica		OZNAKA MAPE: MS-11-26	BROJ MAPE: MAPA 3
PROJEKTANT: MONIKA SUKAČIĆ, mag.ing.aedif. G 6370		ZOP: TD 008-26	BROJ IZMJENE: -/-
DATUM I MJESTO:	SIJEČANJ 2026. GODINE 31000 OSIJEK	URED OVLAŠTENE INŽENJERKE GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ VRATNIČKA ULICA 18, 31000 OSIJEK, OIB: 40973242579	





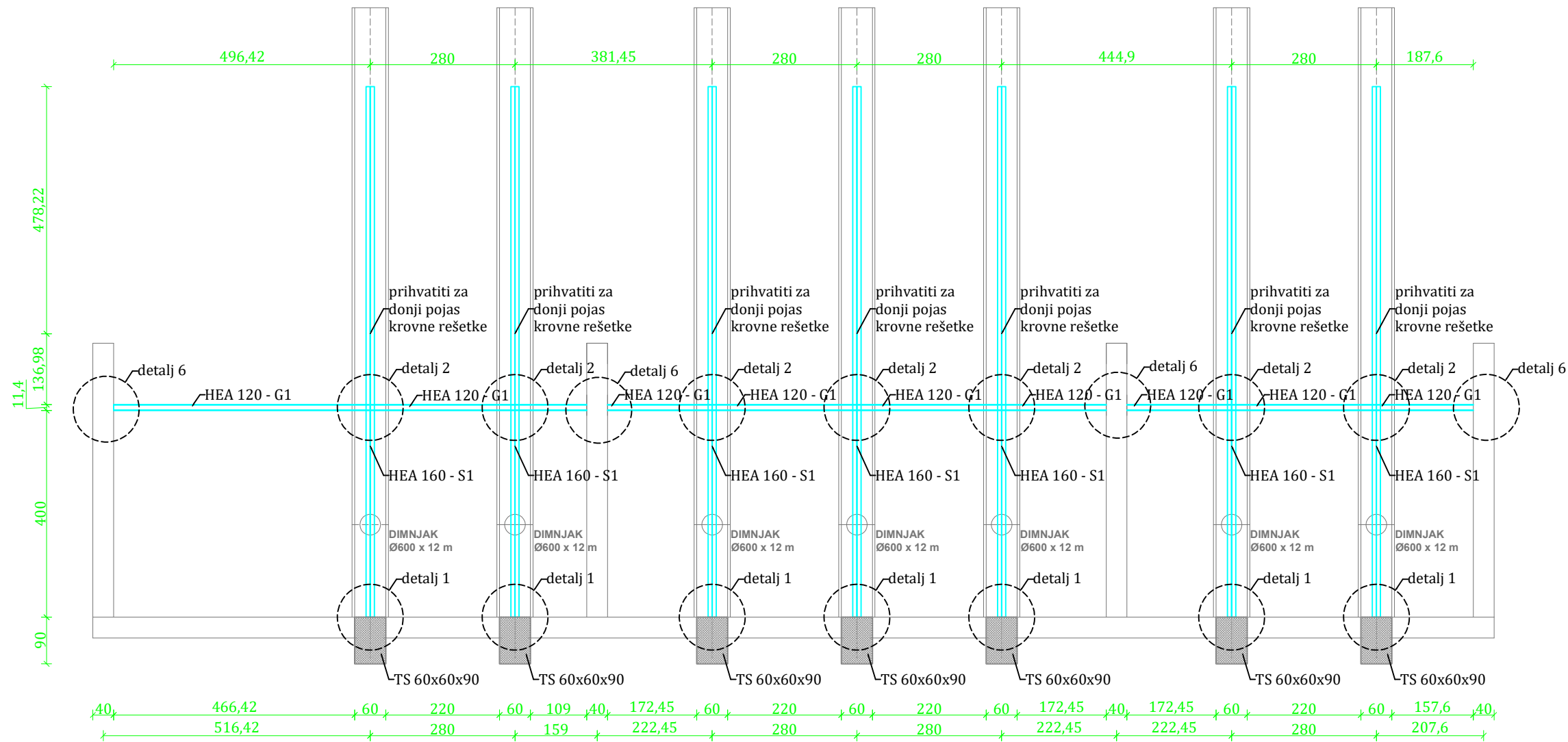


NAPOMENA:  
Sve elemente konstrukcije potrebno je uskladiti sa stanjem na terenu i u dogovoru sa nadzornim inženjerom.

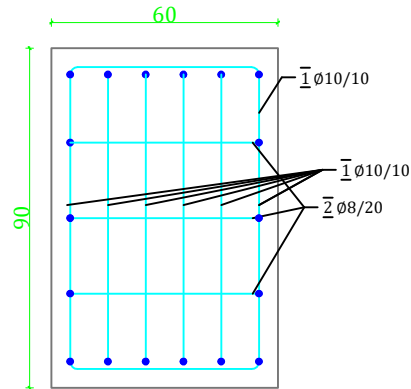
POZICIJA	NAZIV	DIMENZIJE	MATERIJAL
TS	TEMELJ	60 x 60 x 90 cm	BETON, C 30/37
S1	STUP	HEA 160	ČELIK, S 235
G1	GREDA	HEA 120	ČELIK, S 235
S2	STUP	HEA 140	ČELIK, S 235
G2	GREDA	HEA 140	ČELIK, S 235

	RAZINA RAZRADE: GLAVNI PROJEKT	STRUKOVNA ODREDNICA PROJEKTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE	
	GRAĐEVINA: MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC		SADRŽAJ GRAFIČKOG PRILOGA: TLOCRT PRIZEMLJA
INVESTITOR: ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d., OIB: 34378227174 SISAČKA 39E, 10410 VELIKA GORICA		MJERILO: 1:100 BROJ GRAFIČKOG PRILOGA: 2	
LOKACIJA: SISAČKA 39E, 10410 VELIKA GORICA k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica		OZNAKA MAPE: MS-11-26 ZOP: TD 008-26	BROJ MAPE: MAPA 3 BROJ IZMJENE: -/-
PROJEKTANT: MONIKA SUKAČIĆ, mag.ing.aedif. G 6370		URED OVLAŠTENE INŽENJERKE GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ	
DATUM I MJESTO: SIJEČANJ 2026. GODINE 31000 OSIJEK		VRATNIČKA ULICA 18, 31000 OSIJEK, OIB: 40973242579	





TS 60x60x90

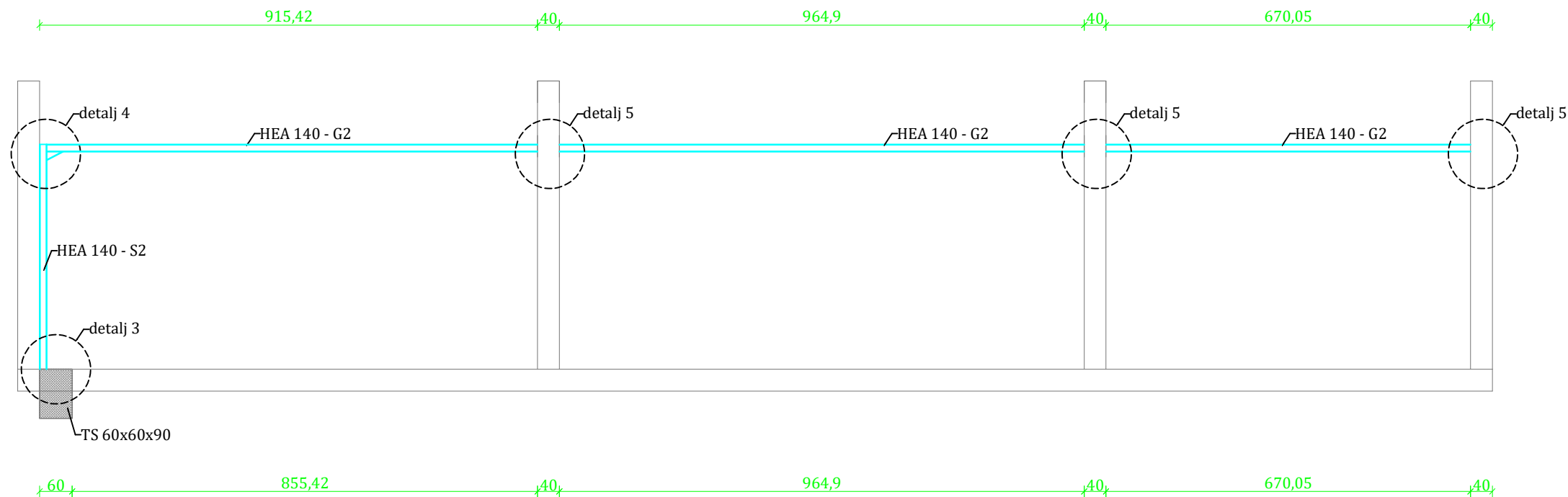


POZICIJA	NAZIV	DIMENZIJE	MATERIJAL
TS	TEMELJ	60 x 60 x 90 cm	BETON, C 30/37
S1	STUP	HEA 160	ČELIK, S 235
G1	GREDA	HEA 120	ČELIK, S 235
S2	STUP	HEA 140	ČELIK, S 235
G2	GREDA	HEA 140	ČELIK, S 235

NAPOMENA:  
Sve elemente konstrukcije potrebno je uskladiti sa stanjem na terenu i u dogovoru sa nadzornim inženjerom.  
Detalji spojeva prikazani su u tekstualnom dijelu projekta.  
Detalj 6 izvesti kao detalj 1, uz skraćenje vijaka na duljinu od max. 20 cm

	RAZINA RAZRADE: <b>GLAVNI PROJEKT</b>	STRUKOVNA ODREDNICA PROJEKTA: <b>GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE</b>		
	GRAĐEVINA: <b>MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC</b>		SADRŽAJ GRAFIČKOG PRILOGA: <b>POGLED - OKVIR 1</b>	
INVESTITOR: ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d., OIB: 34378227174 SISAČKA 39E, 10410 VELIKA GORICA		MJERILO: 1:100 BROJ GRAFIČKOG PRILOGA: 3		
LOKACIJA: SISAČKA 39E, 10410 VELIKA GORICA k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica		OZNAKA MAPE: MS-11-26 ZOP: TD 008-26	BROJ MAPE: MAPA 3 BROJ IZMJENE: -/-	
PROJEKTANT: MONIKA SUKAČIĆ, mag.ing.aedif. G 6370		<b>URED OVLAŠTENE INŽENJERKE GRAĐEVINARSTVA</b> <b>MONIKA SUKAČIĆ</b> VRATNIČKA ULICA 18, 31000 OSIJEK, OIB: 40973242579		
DATUM I MJESTO: SIJEČANJ 2026. GODINE 31000 OSIJEK				





POZICIJA	NAZIV	DIMENZIJE	MATERIJAL
TS	TEMELJ	60 x 60 x 90 cm	BETON, C 30/37
S1	STUP	HEA 160	ČELIK, S 235
G1	GREDA	HEA 120	ČELIK, S 235
S2	STUP	HEA 140	ČELIK, S 235
G2	GREDA	HEA 140	ČELIK, S 235

NAPOMENA:  
Sve elemente konstrukcije potrebno je uskladiti sa stanjem na terenu i u dogovoru sa nadzornim inženjerom.  
Detalji spojeva prikazani su u tekstualnom dijelu projekta.  
Detalj 5 izvesti kao detalj 3, uz skraćenje vijaka na duljinu od max. 20 cm

	RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA PROJEKTA:	
	GLAVNI PROJEKT	GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE	
GRAĐEVINA:		SDRŽAJ GRAFIČKOG PRILOGA:	
MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC		POGLED - OKVIR 2	
INVESTITOR:		MJERILO:	
ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d., OIB: 34378227174		1:100	
SISAČKA 39E, 10410 VELIKA GORICA		BROJ GRAFIČKOG PRILOGA:	
LOKACIJA:		4	
SISAČKA 39E, 10410 VELIKA GORICA		OZNAKA MAPE:	
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica		MS-11-26	
PROJEKTANT:		BROJ MAPE:	
MONIKA SUKAČIĆ, mag.ing.aedif.		MAPA 3	
G 6370		ZOP:	
DATUM I		TD 008-26	
SIJEČANJ 2026. GODINE		BROJ IZMJENE:	
MJESTO:		-/-	
31000 OSIJEK		URED OVLAŠTENE INŽENJERKE GRAĐEVINARSTVA	
		MONIKA SUKAČIĆ	
		VRATNIČKA ULICA 18, 31000 OSIJEK, OIB: 40973242579	



NAZIV GRAĐEVINE:  
Modernizacija kotlovnice ZTC  
LOKACIJA GRAĐEVINE:  
Sisačka 39e, 10410 Velika Gorica  
k.č.br. 5240, k.o. Velika Gorica

URED OVLAŠTENE INŽENJERKE  
GRAĐEVINARSTVA MONIKA SUKAČIĆ  
Vratnička ulica 18, 31000 Osijek  
e-mail: monikasukacic.uoig@gmail.com  
kontakt: +385 99 782 0739

---