ORLANDINI PROJEKT
Hrvatskih iseljenika 13
21000 Split
OIB: 64758426529

**MAPA 3/9**

**ZOP: 16/25**
**TD_28-2025**

**INVESTITOR**
**OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA**
**OIB:63233501548**
**Ivana Pavla II 53**
**PRIVLAKA**

**NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE**
**PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI**

**RAZINA RAZRADE PROJEKTA**
**GLAVNI PROJEKT**

**STRUKOVNA ODREDNICA PROJEKTA**
**GRAĐEVINSKI PROJEKT**

**NAZIV GRAĐEVINE**
**DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA**

**LOKACIJA GRAĐEVINE**
**VIR, k.č.4368, 4369, 4370, 4371/1, k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir)**

**GLAVNI PROJEKTANT**
**Ana Šoša Gulam, dipl. ing. arh.**
**A 3567**

Ana Šoša Gulam
Digitally signed by Ana Šoša Gulam
Date: 2025.07.28 08:27:16 +02'00'

**PROJEKTANT KONSTRUKCIJE**
**Ivo Orlandini, mag.ing.aedif.**
**G 5712**

Hrvatska komora inženjera građevinarstva
Digitally signed by Ivo Orlandini
DN: c=HR, o=HKIG, 2.5.4.97=VATHR-65080653676, ou=Signature, sn=Orlandini, givenName=Ivo, serialNumber=PNOHR-20374741695, cn=Ivo Orlandini

**SURADNICA**
**Martina Bojčić, mag.ing.aedif.**

**DIREKTOR**
**IVO ORLANDINI, mag.ing.aedif.**

Digitally signed by IVO ORLANDINI
DN: c=HR, o=HRIDCA, ou=Signature, sn=ORLANDINI, givenName=IVO, serialNumber=PNOHR-20374741695, cn=IVO ORLANDINI

**Split, srpanj 2025.**

**Ovjera revidenta armirano-betonske konstrukcije:**

Pregledao ovlašteni revident za:

**Kontrolu projekta s obzirom na mehaničku otpornost i stabilnost betonskih i zidanih konstrukcija**

Redni broj evidencije: 91/15

Broj upisa: R 29

Prof. dr. sc. Alen Harapin, dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva, G 352

Broj izvješća: 2025-R064

Datum: Srpanj 2025.

Digitalni potpis: Alen Harapin Digitally signed by Alen Harapin Date: 2025.07.25 15:17:18+02'00'

**Ovjera revidenta čelične konstrukcije:**

**Pregledao ovlašteni revident za:**

**kontrolu projekata s obzirom na mehaničku otpornost i stabilnost metalnih i spregnutih konstrukcija**

**Redni broj: R 105**

**dr.sc. Davor Skejić, dipl.ing.građ.**
**ovlašteni inženjer građevinarstva**

**Broj izvješća:** R25-028/GP

**Datum:** 25. 07. 2025.

**Potpis i pečat revidenta**

Hrvatska komora inženjera građevinarstva

dr.sc. **Davor SKEJIĆ**, dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva **G 3537**

***POPIS MAPA***

**MAPA 1** - **ARHITEKTONSKI PROJEKT**
VIA FACTUM d.o.o.,
sjedište: Radnička 80, 10000 Zagreb
ured zadar: Zrinsko-Frankopanska 10/1, 23000 Zadar
Projektant: Ana Šoša Gulam, dipl. Ing. arh.

**MAPA 2 -** **GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT ZGRADE U ODNOSU NA RACIONALNU UPORABU ENERGIJE ZA GRIJANJE I HLAĐENJE I TOPLINSKU ZAŠTITU I PROJEKT ZAŠTITE OD BUKE**
VIA FACTUM d.o.o.,
sjedište: Radnička 80, 10000 Zagreb
ured zadar: Zrinsko-Frankopanska 10/1, 23000 Zadar
Projektant: Ante Bilušić, struč.spec.ing.aedif.

**MAPA 3 -** **GRAĐEVINSKI PROJEKT – PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI**
ORLANDINI PROJEKT
Ivana Gundulića 26A/III, 21 000 Split
Projektant: Ivo Orlandini, mag. Ing. aedif.

**MAPA 4 -** **STROJARSKI PROJEKT – VODOOPSKRBA I ODVODNJA**
TERMO PLUS PROJEKT d.o.o.
Pavla Rittera Vitezovića 29, 23 000 Zadar
Projektant: Tomislav Čolak, dipl.ing.stroj.

**MAPA 5 -** **PROJEKT ELEKTRIČNE INSTALACIJE I INSTALACIJE ZAŠTITE OD MUNJE**
LC DESIGN d.o.o.,
Grgura Budislavića 101, 23 000 Zadar
Projektant: Luciano Ćustić, dipl.ing.el.

**MAPA 6 -** **STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA**
TERMO PLUS PROJEKT d.o.o.
Pavla Rittera Vitezovića 29, 23 000 Zadar
Projektant: Tomislav Čolak, dipl.ing.stroj.

**MAPA 7 -** **STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT VERTIKALNOG TRANSPORTA**
PPN PROJEKT d.o.o
Gustava Krkleca 14, 10000 Zagreb
Projektant: Rok Pietri mag.ing.nav.arch.

**MAPA 8 -** **PROJEKT PROTUPOŽARNIH INSTALACIJA (KUHINJSKI SUSTAV)**
APIN PROJEKT d.o.o.
Ožujska 8, Zagreb
Projektant: Goran Križanec mag.ing.mech.

**MAPA 9 -** **PROJEKT FOTONAPONSKE ELEKTRANE**
LC DESIGN d.o.o.,
Grgura Budislavića 101, 23 000 Zadar
Projektant: Luciano Ćustić, dipl.ing.el.

***ELABORATI - PODLOGE ZA IZRADU GLAVNOG PROJEKTA***

**GEOTEHNIČKI ELABORAT**
GEOEKSPERT d.o.o.
Brezovička cesta 48e, 10020 Zagreb
Tomislav Tomašković, mag.ing.aedif.

**ELABORAT ZAŠTITE NA RADU**
SPECTRA TEST d.o.o.
Odeska 9, 21000 Split
Pero Dražić, dipl.ing.el.

# MAPA 3

# SADRŽAJ:

1. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE ..... 7
2. PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE ..... 13
3. OPIS I PRIKAZ 3D MODELA ..... 33
4. ANALIZA OPTEREĆENJA ..... 34
4.1. Stalno opterećenje ..... 34
4.2. Dodatno stalno opterećenje ..... 34
4.3. Korisno opterećenje ..... 38
4.4. Opterećenje snijegom ..... 39
4.5. Opterećenje vjetrom ..... 41
4.6. Seizmička analiza ..... 51
5. AB MONOLITNI ELEMENTI KONSTRUKCIJE - PRORAČUN ..... 58
5.1. AB PLOČE ..... 58
7.1. AB ZIDOVI ..... 97
7.2. AB GREDE ..... 110
7.3. AB STUBIŠTA ..... 140
7.4. AB stup na 1. katu (30x20 cm) ..... 187
7.5. PRORAČUN KRATKE KONZOLE ..... 197
8. ČELIČNI ELEMENTI KONSTRUKCIJE - PRORAČUN ..... 201
8.1. DONJA POJASNICA REŠETKE – DP (180x180x8) ..... 201
8.2. GORNJA POJASNICA REŠETKE (HEA 240) ..... 211
8.3. ELEMENTI ISPUNE REŠETKE – K (140x140x8) ..... 223
8.4. ELEMENTI BOČNE UKRUTE REŠETKE - UK (100x1000x5) ..... 227
8.5. Vanjsko čelično stubište VST ..... 231
9. PRORAČUN AB PLOČE U TRAPEZNOM LIMU ..... 286
9.1. Zaključak ..... 299
10. PRORAČUN REALNOG POŽARA ..... 300
10.1. Dimenzioniranje ..... 307
11. GRAFIČKI PRILOZI ..... 330

# I Z J A V A  P R O J E K T A N T A

**O USKLAĐENOSTI IDEJNOG PROJEKTA S ODREDBAMA POSEBNIH ZAKONA I DRUGIH PROPISA**

Ime ovl. inženjera: **IVO ORLANDINI mag. ing. aedif.**

Tvrtka i adresa: **ORLANDINI PROJEKT d.o.o. iz Splita; Hrv. iseljenika 13**

Oznaka rješenja: **Klasa: UP/I-360-01/17-01/51; Ur. Broj: 500-03-17-2**
**Zagreb, 10. ožujka 2017.**

Redni broj: **G 5712**

*Investitor :* **OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA**
**OIB:63233501548**
**Ivana Pavla II 53 , PRIVLAKA**

*Građevina :* **DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA**

*Lokacija :* **VIR, k.č.4368, 4369, 4370, 4371/1, k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir)**

*Vrsta projekta :* **GLAVNI PROJEKT – PROJEKT KONSTRUKCIJE**

Projekt predmetne konstrukcije je usklađen sa prostornim planom, te posebnim zakonima i drugim propisima:

- **PPUO Vir (Službeni glasnik Zadarske županije", br. 02/04)**
- **PPUO Vir - izmjene i dopune ("Službeni glasnik Općine Vir", br. 01/07)**

**Planirana gradnja na k.č.4368, k.č.4369 k.č.4370 i k.č. 4371/1, sve k.o. Vir nalazi se u GP naselja –RIJETKO IZGRAĐENOM DIJELU.**

**Popis primijenjenih zakona i propisa:**

- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23),
- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15,118/18, 110/19)
- Zakon o komori arhit. i kom. inženjera u graditeljstvu i prost. uređenju (NN 78/15, 114/18, 110/19)
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN 68/18, 110/18, 32/20)
- Zakon o obveznim odnosima (NN 35/05, 41/08, 78/15, 29/18, 126/21)
- Zakon o građevnim proizvodima (76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19)
- Zakon o zaštiti zraka (NN 127/19)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o sanitarnoj inspekciji (NN 113/08, 88/10, 115/18)
- Zakon o cestama (84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19, 144/21)
- Zakon o vodama (NN 66/19, 84/21)
- Zakon o zaštiti puč. od zaraz. bolesti (NN 79/07, 113/08, 43/09, 130/17, 114/18, 47/20, 134/20, 143/21)
- Zakon o predmetima opće uporabe (NN 39/13, 47/14, 114/18)

- Tehnički propis o rac. uporabi energ. i topl. zaštiti u zgrad. (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 07/22)
- Tehnički propis za prozore i vrata (NN 69/06)
- Tehnički propis za staklene konstrukcije (N.N. 53/17)
- Tehnički propis za dimnjake u građevinama (NN 03/07)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Tehnički propis o sustavima ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije zgrada (NN 03/07)

- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građ. osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/13)
- Pravilnik o načinu utvrđivanja obujma i površine građevine u svrhu obračuna komunalnog doprinosa (NN 15/19)
- Pravilnik o načinu izračuna građevinske (bruto) površine zgrade (NN 93/17)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04, 46/08)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građ. moraju zadovoljiti u slučaju požara NN 29/13, 87/15
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevnosti mjera zaštite od požara (NN 56/12, 61/12)
- Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 88/17, 90/20)
- Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14, 72/20)

te ostali propisi, pravilnici, tehnički normativi i standardi RH.

# 1. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE

Predmet obrade ove projektne dokumentacije je glavni projekt za građevinu „DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA“**,** koja će se graditi za potrebe investitora **OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA (OIB:63233501548)** na lokaciji **VIR, k.č.4368, 4369, 4370, 4371/1, k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) .**

**Lokacija i dimenzije građevine**

Gradnja predmetne građevine predviđena je na području Vira. Novoformirana građevinska čestica je ukupne površine 4169 $m^2$, te se proteže u smjeru sjeveroistok-jugozapad.
Građevina sadrži prostorno-funckionalne sredine osnovne škole (društveni prostori, razredna nastava, prostori za organizaciju rada) te školsku sportsku dvoranu. Građevina škole sastoji se od podruma, prizemlja i kata povezanih stubištem i dvoetažnim PVN-om (katnost Po + Pr + 1). Građevina ima ravni krov. Građevinska bruto površina zgrade iznosi 2.739,14 $m^2$.

**Opis konstrukcije**

**Betonska konstrukcija**

Riječ je o pretežito armirano-betonskoj monolitnoj konstrukciji osim krova dvorane gdje nosivi sustav formiraju čelični rešetkasti nosači preko kojih se postavlja armirano-betonska ploča u trapeznom limu.

Vertikalni armirano-betonski elementi su AB zidovi debljine 25cm (vanjski zidovi dvorane) i 20cm (ostali zidovi). Međukatne AB ploče su debljine 20cm, a ploče i podesti stubišta su debljine 18cm. U horizontalnom nosivom sustavu sudjeluju i AB grede različitih poprečnih presjeka (dimenzije greda: 20x50cm, 30x70cm, 30x80cm, 20x80cm, 20x140cm, 20x160cm).

Građevina se temelji na temeljnoj ploči debljine 50cm.

Svi armirano-betonski elementi se izvode od klase betona C30/37, te se armiraju armaturnim šipkama klase B500B, te mrežama klase B500A.

Napomena: konstrukcija je proračunata u konačnoj fazi kao zatvoreni sustav, te je potrebno vertikalno pridržavanje međukatnih ploča do ostvarenja pune krutosti betonskih presjeka!

**Čelična konstrukcija**

Krovna konstrukcija školske sportske dvorane se izvodi od rešetkastih čeličnih nosača raspona L=25.25m preko kojih se postavlja armirano-betonska ploča u trapeznom limu. Na krovu iznad dvorane je planirana gradnja vanjskog igrališta na lijevanoj gumenoj podlozi. Rešetke su

na međusobnom osnom razmaku od 2.0m. Trapezni lim se koristit tipa kao COFRAPLUS 60. (visina vala lima 6cm + 9cm puni presjek AB ploče iznad).

Čelična rešetka se sastoji od gornjeg pojasa HEA 240, donjeg pojasa 180x180x8mm, te kosih ispuna 140x140x8mm. Donji pojas je dodatno stabiliziran bočnim ukrutama 100x100x5mm u sredini raspona rešetke, te je s obe strane u razini gornjeg pojasa rešetke na osloncu postavljena također bočna ukruta 100x100x5mm u svrhu stabilizacije rešetke u fazi montaže. Čelični rešetkasti nosači se oslanjaju na armirano-betonske konzole rubnih AB zidova sportske dvorane. Na jednom rubu je predviđen klizni ležaj u smjeru rešetke da se omogući deformacija konstrukcije uslijed vanjskih utjecaja, npr. temperaturnih i seizmičkih sila. Spojevi čelične konstrukcije će biti dodatno razrađeni u sklopu izvedbenog projekta. Čelični rešetkasti nosač je potrebno izvesti sa nadvišenjem (kontra-progib) u visini 3.5 cm da bi se nakon prihvata početnog opterećenja vratio u ravninu.

Svi čelični elementi rešetke su projektirani od klase čelika S355JR.

Vanjsko evakuacijsko stubište na sjeverozapadnom pročelju građevine je također čelično. Stubište vodi s kote terena na krov građevine sa vanjskim igralištem. Stubište je širine 120cm. Krakovi stubišta su čelični cijevni profili 160x80x4mm. U razini podesta se postavljaju horizontalni nosači 80x80x4mm, te su stupovi stubišta dimenzija presjeka 100x100x4mm. Postavljaju se po 4 stupa na svakom podestu stubišta. Svaka dva susjedna stupa u ravnini su bočno stabilizirani vjetrovnim spregom promjera ∅14mm. Stupovi vanjskog čeličnog stubišta se temelje na dvije ploče dimenzija 170x230x50cm, te se početak krakova stubišta temelji na traci dimenzija 60x170x50cm. Svi čelični elementi vanjskog stubišta se izvode od klase čelika S235J0.

Sve elemente čelične konstrukcije je potrebno zaštititi antikorozivnom zaštitom pocinčavanjem.

Napomena: Kod vanjskog igrališta na krovu iznad sportske dvorane je planirano postavljanje zaštitne ograde visine 2.70m. Za pozicije sidrenja zaštitne ograde obavezno se konzultirati sa projektantom konstrukcije!

**Iskaz procijenjenih troškova građenja:**

Vrijednost troškova građenja koja uključuje izradu konstrukcije i iskope za predmetnu građevinu iznosi 3.747.720,00 € + PDV (25%) = 4.684.650,00 € .

**Požarna otpornost konstrukcije:**

Požarna otpornost konstrukcije definirana je u skladu s odredbama norme HRN EN 1992-1-2 (poglavlje 5) i HRN EN 1992-1-2:2013/NA te u skladu sa elaboratom zaštite od požara oznake 44-25-EZOP izrađenog od strane SPECTRA TEST d.o.o. u Splitu (lipanj 2025.), a uzimajući u obzir i razred izloženosti, definirani su zaštitni slojevi betona te udaljenosti osi čelika za armiranje do najbliže izložene površine. Prilikom izrade statičkog proračuna korištene su za pojedine konstruktivne elemente vrijednosti prema sljedećoj tablici za zgradu podskupine 5 (ZPS5):

| Konst. element | Požarna otpornost (minuta) | Tražena požarna otpornost | Minimalna širina elem. b,min (mm) | Širina elem. iz projekta b (mm) | Udaljenost osi čelika do najbliže izložene površine |
|---|---|---|---|---|---|
| **Međukatne AB ploče** | **90** | **R 90** | **= 100** | **= 200** | **a= 30 mm** |
| **Balkonska ploča** | **30** | **R 30** | **=60** | **= 200** | **a= 10 mm** |
| **Strop iznad zadnjeg kata** | **60** | **R 60** | **= 80** | **= 200** | **a= 20 mm** |
| **AB grede i nadvoji** | **90** | **R 90** | **= 200** | **= 200** | **a= 45 mm**<br>**$a_{sd}$= 55 mm** |
| **Nenosivi pregradni zidovi** | **/** | **/** | **/** | **=100** | **/** |
| **Nosivi AB zidovi, zidovi na granici požarnog odjeljka** | **90** | **REI 90** | **= 170** | **= 200** | **a= 25 mm** |

Za armirano-betonske elemente su uobičajeno mjerodavni zaštitni slojevi prema normi EN 1992-1-1, te sukladno tome zaštitni slojevi svih elemenata konstrukcije zadovoljavaju kriterije vatrootpornosti zahtijevane prema prikazanoj tablici.

Za požarnu otpornost čelične konstrukcije je izvršen proračun realnog požara kojom je dokazana nosivost presjeka čeličnih elemenata krova dvorane na propisanu požarnu otpornost R60 u uvjetima realnog požara.

**Zaštitni sloj betona do armature**

Minimalna debljina zaštitnog sloja betona se utvrđuje u ovisnosti o razredu izloženosti (suhi okoliš), načinu armiranja, te traženoj požarnoj otpornosti elemenata konstrukcije.

Za razred izloženosti XC1 –suhi okoliš- XC1 prema HRN EN 1992-1-1 najmanji zaštitni sloj za razred konstrukcije S4 (koji predstavlja konstrukcije proračunskog vijeka 50 godina) iznosi $c_{min.}$=25 mm. Za XC2 (vlažno, rijetko suho) $c_{min.}$=35 mm,

U skladu sa navedenim, imajući u vidu traženu vatrootpornost usvaja se za:

- AB međukatna ploča $c_{nom.}$= 25 mm
- Grede $c_{nom.}$= 25 mm
- Temeljna ploča $c_{nom.}$= 35 mm
- Zidovi $c_{nom.}$= 25 mm
- Potporni zidovi $c_{nom.}$= 35 mm

**Proračun**

Proračun betonske konstrukcije predmetne građevine proveden je u skladu s aktualnim Eurocod-ovima EC1, EC2 i EC8 uzimajući u obzir i odredbe TPGK.

Razred tlačne čvrstoće betona C 30/37 odabran je u skladu s razredom izloženosti konstrukcije također u skladu s važećim propisima. Za armiranje betonske konstrukcije koristi se čelici oznake B 500B i B 500A navedeni u nizu norma. Poduzimanjem navedenih mjera ujedno se osigurala i planirana trajnost građevine.

## LOKACIJA I OPTEREĆENJA

Sva opterećenja na konstrukciju uzeta su prema Europskoj normi EN-1991.

**Opterećenje vjetrom**

Opterećenje vjetrom odabrano je prema: EC1, Dio 2-4: Djelovanja vjetra i Europskoj normi EN 1991-2-4: Djelovanja na konstrukcije opterećenje vjetrom, te Nacionalnom dokumentu za primjenu u Republici Hrvatskoj .

Predmetna građevina se nalazi na lokaciji Vir. Prema Karti osnovne brzine vjetra RH kao osnovna brzina vjetra uzeta je $v_{b,0}$=45,0 m/s.

**Opterećenje snijegom**

Predmetna građevina se nalazi na lokaciji Vir, te je prema važećim propisima svrstana u 1. područje (priobalje i otoci) opterećenja snijegom, te je na nadmorskoj visini ispod 100 m.n.v. Karakteristična vrijednost za područje „1“ i zgrade na nadmorskoj visini ispod 100 m.n.v iznosi:

$S_k$ = 0,50 kN/m$^2$

**Korisna opterećenja**

Korisna opterećenja kao promjenjiva i slobodna opterećenja koja proizlaze iz samog korištenja konstrukcije uzeta su kao:

- q = 4,00 kN/m$^2$ .....terase/balkoni
- q = 3,00 kN/m$^2$ .....stubište
- q= 3,00 kN/m$^2$……..prostori gdje se mogu okupljati ljudi (kategorija C1)
- q = 5,00 kN/m$^2$ .....krov s vanjskim igralištem, tribine dvorane
- q = 1,00 kN/m$^2$ .....neprohodni krov

**Seizmičke značajke terena**

Predmetna građevina se nalazi na lokaciji Vir. Ubrzanje tla za promatranu lokaciju iznosu $a_g$=0,159 g za povratni period od 475 godina, te a'$_g$=0,073 g za povratni period od 95 godina. Temeljno tlo se prema Eurocodu može svrstati u razred “A” (po dokumentu HRN ENV, 1998-1-1:2004).

## Temeljenje

Provedeno je ispitivanje temeljnog tla i izrađen je geotehnički elaborat. Istražne radove i geotehnički elaborat je izradio je Tomislav Tomašković, mag.ing.aedif., GEOEKSPERT d.o.o., broj elaborata GE-02-05-2025 iz svibnja 2025.

Elaboratom je definirano tlo sa sljedećim parametrima:

| Geotehnička sredina | USCS | $\gamma_k$ | Kut unutarnjeg trenja $\phi_k$ | Efektivna kohezija c | Modul stišljivosti $M_v$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | / | [kN/m³] | [°] | [kPa] | [MPa] |
| GS-1 | NASIP | 16,00 | 20,00 | 15,00 | 5,0 |
| GS-2 | GORNJI HORIZONT TREOŠENJA | 24 | 50,00 | 60,00 | 150,00 |

- GEOTEHNIČKA SREDINA 1 – Sloj NASIP - je zabilježen na površinskom dijelu terena do 0,5-1,0 m dubine. Heterogenog je sastava sačinjen od zemlje crvenice te tucanika pomiješanog sa komadima matične stijene.
- GEOTEHNIČKA SREDINA 2 - GORNJI HORIZONT TROŠENJA – STIJENA VAPNENAC

Predmetna lokacija svrstana je u geotehničku kategoriju 2, s tipom temeljnog tla A.

Za potrebe statičkog proračuna kontaktna naprezanja tla su ograničena na **σRd=600 kN/m2.**

- Vertikalni modul reakcije ispod temelja unutar geotehničke jedinice 2 korišten u proračunskom modelu **kz=100.0 MN/m3.**

Temeljenje objekta se vrši na temeljnoj armirano-betonskoj ploči debljine 50cm. Temelji se izrađuju od betona klase C30/37 te armiraju armaturnim mrežama B500A te šipkama B500B.

Stupovi vanjskog čeličnog stubišta se temelje na dvije ploče dimenzija 170x230x50cm, te se početak krakova stubišta temelji na traci dimenzija 60x170x50cm.

Zidovi i krakovi vanjskih stubišta se temelje na temeljne trake širine 40cm, 60cm i 80cm ovisno o poziciji (vidjeti na planu pozicija). Visine svih temeljnih traka su 50cm.

Projektant konstrukcije:

**IVO ORLANDINI mag.ing.aedif.**

# 2. PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

Prema Zakonu o gradnji (NN br. 153/13; 20/17; 39/19; 125/19) daje se prikaz primijenjenih tehničkih rješenja u ovom projektu, a vezano na tehnička svojstva bitna za građevinu.
Sastavni dio ovog prikaza je i prikaz tehničkih rješenja zaštite na radu i zaštite od požara, tehnički opis, statički proračuni te program kontrole i osiguranja kakvoće.

# OPIS TEHNIČKIH SVOJSTAVA

## Pouzdanost

Obzirom na odabrane materijale, tip konstrukcije i način izvedbe građevine, predviđa se da će građevina pri normalnoj uporabi zadržati odgovarajuća svojstva u projektnom periodu. Obzirom na lokaciju same građevine u odnosu na susjedne objekte, prometne površine, komunalne i druge instalacije, građevina i korištenje građevine ne ugrožava pouzdanost susjednih građevina i stabilnost okolnog zemljišta, prometnica i sl.

## Mehanička otpornost i stabilnost

Odabirom materijala i tipa konstrukcije te načinom izvedbe, građevina je projektirana tako da se ne predviđaju u toku gradnje ili korištenja, djelovanja koja bi prouzročila:
- rušenje dijelova ili cijele građevine
- nedopuštene deformacije i oštećenja uslijed istih
- oštećenja na okolnim građevinama ili ugrozila stabilnost tla na okolnom zemljištu.

Ovo se dokazuje statičkim i geomehaničkim proračunima za pojedine dijelove građevine u okviru cjelokupnog projekta, faze ili cjelinu konstrukcije, programima kontrole i osiguranja kakvoće, te primjenom odgovarajućih propisa prilikom projektiranja i izvedbe.

## Protupožarna sigurnost

Objekt je projektiran tako da očuva nosivost dijelova konstrukcije tijekom određenog vremena, potporna konstrukcija zbog svoje specifičnosti ne sprječava širenje vatre i dima na okolne objekta. Nosivost konstrukcije, u slučaju požara tijekom određenog vremena, definirana je u ovom glavnom projektu u okviru prikaza mjera zaštite od požara i u programu kontrole i osiguranja kakvoće. Projektna rješenja su izrađena u skladu s posebnim uvjetima i pravilima struke.

## Zaštita od ugrožavanja zdravlja ljudi

Primijenjena tehnička rješenja u projektu (posebni režimi odvodnjavanja), i sama namjene građevine, osiguravaju da ne dolazi do ugrožavanja zdravlja ljudi i okoliša.

## Zaštita korisnika

Prema odabranim materijalima i obradama pojedinih elemenata, građevina je projektirana tako da tijekom njenog korištenja neće dolaziti do nezgoda korisnika. Pri projektiranju su korištena načela slijedeće regulative:
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 33/10, 87/10, 146/10, 81/11, 100/11, 130/12, 81/13, 136/14, 119/15)
- Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN 103/08)

# OPĆI PODACI I DEFINICIJE

## Primjena općih tehničkih uvjeta

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevina. Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN br. 153/13; 20/17; 39/19; 125/19) Svi sudionici u građenju (investitor, projektant, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

## Investitor je dužan:

1. Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti

2. Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu
3. Osigurati stalan stručni i povremeni projektantski nadzor nad izvođenjem radova. Skreće se pažnja na potrebu učešća projektantskog i specijalističkog stručnog nadzora za čeličnu i betonsku konstrukciju, s aspekta sigurnosti i kvalitete, i to u radionici i na montaži.
4. Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole
5. Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu

## Izvoditelj je dužan

1. Radove izvoditi na način određen ugovorom, propisima i pravilima struke, tehničkim normativima i standardima propisanim i prihvaćenim u RH, te prema odobrenoj projektnoj dokumentaciji. Poduzeti sve potrebne mjere za sigurnost zaposlenih radnika, javnog prometa, kao i susjednih objekata pored kojih se izvode radovi.
2. Organizirati kontrolu radova u terenskim i pogonskim laboratorijima, ili povjeriti tu kontrolu stručnim organizacijama koje su za to upisane u sudski registar.
3. Ugrađivati materijal, predgotovljene elemente, elemente, uređaje i tehničku opremu koji odgovaraju propisanim standardima i tehničkim normativima.
4. Kvalitetu radova, materijala i uređaja koji mogu utjecati na stabilnost i sigurnost objekta i kvalitetu cijelog objekta, odnosno radove, dokumentirati obrađenim rezultatima ispitivanja ili ispravama izdanim u skladu sa zakonom ili propisima o tehničkim normativima i standardima.
5. Radove izvoditi po redoslijedu kojim se osigurava kvalitetno izvođenje i o izvođenju pojedinih faza na vrijeme obavijestiti nadzornog organa radi pregleda i utvrđivanja kvalitete.
6. Rezultate ispitivanja Izvoditelj je dužan dostaviti nadzornom inženjeru.
7. Dužan je pribaviti sve ateste kada je to propisano tehničkim normativima ili propisima.
8. Ne smije upotrebljavati građevinske materijale bez odobrenja nadzornog organa, a u slučaju da ih upotrijebi, snosi rizik i troškove koji iz toga nastanu.
9. Izvoditelj je dužan tijekom građenja i po završetku istog pribaviti dokaze o kvaliteti upotrijebljenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda od ovlaštenih organizacija kao što je:

## Kontrolna ispitivanja

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te sačiniti izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovom programu ili citiranim pravilnicima, normama i standardima.
Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati slijedeće dijelove:

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

Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju.(građevinski dnevnik, građevinska knjiga) Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine. Za materijale koji podliježu obveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima Sva izvješća, atesti i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru. Po završetku svih radova izvođač je obavezan da izradi elaborat izvedenog stanja građevine i katastra podzemnih instalacija.

# BETONSKI, ARMIRANOBETONSKI I TESARSKI RADOVI

## BETON

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona određuju se odnosno provode prema odredbama Priloga II.2.2 Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija Tehničkih propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17,75/20, 07/22)

Izvedba betonskih konstrukcija HRN EN 13670

Izvedba betonskih konstrukcija – Smjernice za primjenu norme HRN EN 13670/NA

Mehaničke vibracije i udari -- Vibracije građevina -- Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihova utjecaja na građevine HRN EN 13670 HRN ISO 4866

Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje -- Postupci injektiranja HRN EN 446

Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 10. dio: Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova HRN EN 1504-10

Ocjena in-situ tlačne čvrstoće u konstrukcijama i predgotovljenim betonskim dijelovima HRN EN 13791

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona određuju se odnosno provode prema normi HRN EN 206-1:2000 Beton – 1 dio: Specifikacije, svojstva proizvodnja i sukladnost, normama na koje ta norma upućuje, te u skladu s odredbama posebnog propisa kao i zahtjevima iz ovog projekta. Za predmetnu konstrukciju beton se proizvodi kao projektirani beton (beton sa specificiranim tehničkim svojstvima)
Svojstva svježeg betona specificira izvođač betonskih radova svojim projektom betona koji dostavlja projektantu i nadzornom inženjeru na odobrenje. Određena svojstva svježeg betona, kada je to potrebno ovisno o uvjetima izvedbe i uporabe betonske konstrukcije, specificiraju se u projektu betonske konstrukcije. Za predmetnu betonsku konstrukciju nije potrebno specificirati svojstva svježeg betona.
Standardi za beton – osnovni

| | |
|---|---|
| HRN EN 206-1:2002 | Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000) |
| HRN EN 206-1/A1:2004 | Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004) |
| nHRN EN 206-1/A2 | Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/prA2:2004) |

Svi predviđeni ugrađeni betoni moraju zadovoljavati slijedeće norme:

| | |
|---|---|
| HRN EN 12350-1 | Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje |
| HRN EN 12350-2 | Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem |
| HRN EN 12350-3 | Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: VeBe ispitivanje |
| HRN EN 12350-4 | Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti |
| HRN EN 12350-5 | Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem |
| HRN EN 12350-6 | Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća |
| HRN EN 12350-7 | Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode |
| HRN EN 12390-1 | Ispitivanje očvrsnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe |
| HRN EN 12390-2 | Ispitivanje očvrsnulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće |
| HRN EN 12390-3 | Ispitivanje očvrsnulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka |
| HRN EN 12390-6 | Ispitivanje očvrsnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka |
| HRN EN 12390-7 | Ispitivanje očvrsnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrsnulog betona |
| HRN EN 12390-8 | Ispitivanje očvrsnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom |
| prCEN/TS 12390-9 | Ispitivanje očvrsnulog betona – 9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem |
| HRN U.M1.057 | Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton |
| HRN U.M1.016 | Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza |

| | |
|---|---|
| HRN EN 480-11 | Dodaci betonu, mortu I injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrsnulom betonu |
| HRN EN12504-1 | Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće |
| HRN EN 12504-2 | Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje veličine odskoka |
| HRN EN 12504-3 | Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja |
| HRN EN 12504-4 | Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka |

## Specificirana tehnička svojstva betona – projektirani beton

### Osnovni zahtjevi

Uporabljeni beton za armiranobetonske konstrukcije predmetne građevine mora zadovoljiti normu HRN EN 206-1:2000 Beton – 1 dio: Specifikacije, svojstva proizvodnja i sukladnost , norme na koje ta norma upućuje i odredbe Priloga II. (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22).

### Razred tlačne čvrstoće

Razred tlačne čvrstoće betona za pojedine konstrukcije definiran je u slijedećoj točki i to kao razred tlačne čvrstoće (prema Prilogu II.2.2 Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22) kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1:2006.

### Maksimalna nazivna veličina zrna agregata

Maksimalno zrno agregata odabire se tako da se uzme u obzir debljina betona zaštitnog sloja prema (prema Prilogu II.2.2 Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22) (vidi gornju tablicu razredi izloženosti) i najmanja širina presjeka elementa:
$D_{max}$ = 0,25 x minimalna širina presjeka = 0,25 x 20 cm = 5,0 cm
$D_{max}$ = 0,33 x debljina ploče = 0,33 x 10 cm = 3,33 cm
Odabire se maksimalna nazivna veličina zrna agregata od Dmax = 32 mm

### Razred sadržaja klorida

Kloridi u betonu mogu potjecati od samih sastojaka betona (agregat i voda) te iz okoliša. Ako je sadržaj kloridnih iona veći od kritične koncentracije može doći do razaranja pasivnog zaštitnog sloja i početka procesa korozije. Sadržaj klorida u betonu izražen je kao postotak kloridnih iona na masu cementa i ne smije prijeći vrijednosti dane za odabrani razred sadržaja klorida.
Za predmetnu betonsku konstrukciju koja sadrži čeličnu armaturu odabire se:
Razred sadržaja klorida Cl 0,20 gdje je najveći sadržaj Cl na masu cementa 0,2%
Sadržaj klorida u pojedinim sastavnim materijalima betona određuje se prema slijedećim normama:
Sadržaj klorida izraženih kao klorid ioni (Cl-) ispituju se prema normi HRN EN 1744-1 (HRN EN 1744-1:1998) i ne smije biti veći od:
– 0,15% za neamirani beton,
– 0,06% za armirani beton

## Otpornost betona na prodiranje klorida (samo za beton u agresivnom okolišu)

HRN U.M1.044 Beton, Dodaci betonu: Ispitivanje utjecaja dodataka na koroziju armature. NT BUILD 492 Beton, mort i proizvodi za popravak betonskih konstrukcija na osnovi cementa – Koeficijent migracije klorida na osnovi nestacionarnog ispitivanja migracije klorida. NT BUILD 443 Beton, očvrsnuli, ubrzana penetracija klorida

## Sastav i svojstva betona za razrede izloženosti

| | | |
|---|---|---|
| razred čvrstoće betona | | C 30/37 |
| klasa izloženosti | | XC2,XF2 (temelji), XC1 (ostali betoni) |
| min. količina cementa | ($kg/m^3$) | 280 |
| max. vodocementni faktor | (v/c) | 0,55 |
| uz dodatak superplastifikatora | | NE |
| razred konzistencije | | S4 |
| max. zrno agregata | (mm) | 32 |
| razred sadržaja klorida | | Cl 0,20 |
| min. vrijeme obradivosti | min. | 60 |
| Temperatura svježeg betona | ($C^0$) | 5-30 |

Stvarna količina cementa utvrdit će se ispitivanjem da se zadovolji zahtjev čvrstoće, zahtjev trajnosti i zahtjev obradivosti prema normi HRN EN 206-1.

## ARMATURNI ČELIK

Sukladno Prilogu II.2.2. Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22).ovim projektom predviđa se upotreba rebrastog i mrežastog čelika oznake B500B ($f_{yk}$=500 N/mm2, $f_{tk}$= 1,08 $f_{yk}$).

Sva predviđena armatura mora zadovoljavati slijedeće norme:

| | |
|---|---|
| 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 10080:2005 | Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – Općenito (EN 10080:2005) |
| HRN EN 10020: 1999 | Definicije i razredba vrsta čelika (EN 10020:1988) |
| HRN EN 10025: 2002 | Toplo valjani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke (EN 10025:1990+A1:1993) |
| HRN EN 10027-1:2007 | Sustavi označivanja za čelike – 1. dio: Nazivi čelika,(EN 10027:2005) |
| HRN EN 10027-2:1999 | Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav (EN 10027:1992) |
| HRN EN 10079:2008 | Definicija čeličnih proizvoda (EN 10079:2007) |
| HRN EN ISO 17660-1:2008 | Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 1. dio: Nosivi zavareni spojevi (ISO 17660-1:2006; EN ISO 17660-1:2006) |
| HRN EN ISO 17660-2:2008 | Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 2. dio: Nenosivi zavareni spojevi (ISO 17660-2:2006; EN ISO 17660-2:2006) |
| HRN EN 287-1:2004 | Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004) |
| HRN EN 287-1:2004/AC:2007 | Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/AC:2004) |
| HRN EN 287-1:2004/A2:2008 | Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/A2:2006) |

### Tehnička svojstva čelika za armiranje:

Za sve konstruktivne elemente predviđen je čelik za armiranje betona razreda B500B koji treba ispunjavati zahtjeve prema Prilogu II.2.2. Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22) i zahtjeve normi na koje upućuju norme HRN EN 10080-1, HRN EN 10080-3 i HRN EN 10080-5.

### Zaštitni sloj armature

Veličinu zaštitnog sloja betona do armature osigurati dostatnim brojem kvalitetnih distancera. Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja betona presudni su za trajnost građevine. U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja. Sva upotrijebljena armatura treba imati odgovarajuće ateste o kakvoći. Min. zaštitni slojevi - tablica specifikacija betona-dodatna svojstva.

## CEMENT ZA BETON

Cement za beton definiran je Prilogom II.2.2. Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22). Ovim prilogom se propisuju tehnička svojstva i drugi zahtjevi za cement za primjenu u betonu. Za predmetnu konstrukciju treba koristiti cement opće namjene oznaka CEM I ili CEM II ako ima odgovarajući razred tlačne čvrstoće.

Norme za cement :

| | |
|---|---|
| HRN CR 14245:2004 | Smjernice za primjenu EN 197-2 »Vrednovanje sukladnosti« (CR 14245:2001) |
| HRN EN 197-1:2005 | Cement – 1.dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cemenata opće namjene (uključuje amandman A1:2004) (EN 197-1:2000+A1:2004) (EN 197-000/A3:2007) |
| HRN EN 197-2:2004 | Cement – 2. dio: Vrednovanje sukladnosti (EN 197-2:2000) |

| | |
|---|---|
| HRN EN 197-4: 2006 | Cement – 4. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti metalurškog cemenata rane početne čvrstoće (EN 197-4:2004) |
| HRN EN 14216:2006 | Cement – Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti za posebne vrste cemenata vrlo niske topline hidratacije (EN 14216:2004) |
| HRN EN 14647:2006 | Kalcijev aluminatni cement – Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti (EN 14647:2005) |
| HRN EN 14647:2006/AC:2007 | Kalcijev aluminatni cement – Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti (EN 14647:2005/AC:2006) |

## AGREGAT ZA BETON

Agregat za beton mora ispunjavati odredbe Priloga II.2.2. Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22) i odgovarajućih normi na koje se tehnički propis poziva.
Ovim projektom je predviđeno da se upotrebljava drobljeni agregat s gustoćom zrna većom od 2000 kg/m3 (u daljnjem tekstu: agregat za beton) dobiven preradom prirodnih materijala (kamena) u pogonima za proizvodnju agregata.

Odabire se maksimalna nazivna veličina zrna agregata od Dmax = 32 mm.

Norme za agregat prema (TPBK NN 139/09, 14/10, 125/10; 136/12).

| | |
|---|---|
| HRN EN 12620:2008 | Agregati za beton (EN 12620:2002) |
| HRN EN12620:2003/AC:2006 | Agregati za beton (EN 12620:2002/AC:2004) |
| HRN EN 13055-1:2003 | Lagani agregati – 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje (EN 13055-1:2002) |
| HRN EN13055-1:2003/AC:2006 | Lagani agregati – 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje (EN 13055-1:2002/AC:2004) |
| HRN EN 206-1:2006 | Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (uključuje amandmane A1:2004 i A2:2005) (EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005) |

## VODA ZA BETON

Karakteristike vode za betonsku konstrukciju definiraju se Priloga II.2.2. Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22). Sukladno Priloga II.2.2. Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22) tehnička svojstva vode specificiraju se u projektu betonske konstrukcije.
Ovim projektom betonske konstrukcije predviđa se da se za proizvodnju betona koristi voda za piće.
Popis norma za vodu:

| | |
|---|---|
| HRN EN 1008:2002 | Voda za pripremu betona – Specifikacije za uzorkovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona, kao vode za pripremu betona (EN 1008:2002) |
| HRN EN 206-1:2006 | Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (uključuje amandmane A1:2004 i A2:2005) (EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005) |
| HRN EN 197-1:2005 | Cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene (uključuje amandman A1:2004) (EN 197- 1:2000+A1:2004) |

## OZNAČAVANJE BETONA

Projektirani beton treba na otpremnici biti označen prema HRN EN 206-1, pri čemu oznaka mora obvezno sadržavati poziv na tu normu i razred tlačne čvrstoće, te podatke o ostalim svojstvima (kao što su: granične vrijednosti sastava ili razred otpornosti prema razredima izloženosti, najveće nazivno zrno agregata, gustoća, konzistencija i dr.) kada su ta svojstva uvjetovana projektom betonske konstrukcije.

## ISPITIVANJE BETONA

Sukladno Priloga II.2.2. Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22) uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg i očvrsnulog betona provodi se prema normama:

| | |
|---|---|
| HRN EN 206-1:2006 | Beton -- 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (uključuje amandmane A1:2004 i A2:2005) (EN 206-1:2000+A1:2004+A2:2005) |
| HRN 1128:2007 | Beton – Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1 |

## PROGRAM UZIMANJA KONTROLNIH UZORAKA

(potrebno je ispuniti u izvedbenom projektu prema zadanim kriterijima nakon utvrđivanja stvarnih količina betona za pojedine dijelove betonske konstrukcije i u skladu s planiranom dinamikom građenja).

Uzimanje i ispitivanje kontrolnih uzoraka betona odrediti će se prema stvarnoj dinamici izvođenja radova, a sve prema navedenim kriterijima:

### 1. ispitivanje tlačne čvrstoće:

- min jedan uzorak za svaki dan betoniranja za svaku vrstu betona,
- min. jedan uzorak na svakih 50 $m^3$ ugrađenog betona
- min. jedan uzorak dnevno betona za konstrukcijske elemente koji su značajni za sigurnost konstrukcije, bez obzira i na manju količinu betona koja se ugrađuje u njega

### 2. ispitivanje vodonepropusnosti:

Min. jedna serija za beton svakog razreda tlačne čvrstoće (1 seriju čine 3 probna betonska tijela)

Broj uzoraka za tlačnu čvrstoću će se pri gradnji prilagoditi tekućoj dinamici tako da budu ispunjeni gornji uvjeti.

Za materijale i elemente koji nisu navedeni u ovom Programu, a biti će isporučeni na gradilište ili su proizvedeni odnosno izrađeni na gradilištu, potrebno je za njih prije ugradbe pribaviti odgovarajuću dokaznu dokumentaciju i ugraditi ih uz odobrenje nadzornog inženjera.

## PROJEKTIRANJE

Sukladno Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije projektiranje se vrši prema sljedećim odredbama ovoga Propisa:
I.1 OSNOVE PROJEKTIRANJA, DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJE I PLANIRANJE UPORABNOG VIJEKA KONSTRUKCIJA

I.1.1 Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije

HRN EN 1990 - Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija

HRN EN 1990/NA - Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1991-1-1 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja zgrada

HRN EN 1991-1-1/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja za zgrade -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1991-1-2 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru

HRN EN 1991-1-2/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1991-1-3 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenja snijegom

HRN EN 1991-1-3/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenja snijegom -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1991-1-4 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja -- Djelovanja vjetra

HRN EN 1991-1-4/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja -- Djelovanja vjetra -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1991-1-5 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-5: Opća djelovanja -- Toplinska djelovanja

HRN EN 1991-1-5/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-5: Opća djelovanja -- Toplinska djelovanja -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1991-1-6 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-6: Opća djelovanja -- Djelovanja tijekom izvedbe

HRN EN 1991-1-6/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-6: Opća djelovanja -- Djelovanja tijekom izvedbe -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1991-1-7 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-7: Opća djelovanja -- Izvanredna djelovanja

HRN EN 1991-1-7/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-7: Opća djelovanja -- Izvanredna djelovanja -- Nacionalni dodatak

I.2. PROJEKTIRANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA

HRN EN 1992-1-1 - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade

HRN EN 1992-1-1 /NA - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1992-1-2 - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara

HRN EN 1992-1-2/NA - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara -- Nacionalni dodatak

HRN EN 1504-9 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 9. dio: Opća načela za uporabu proizvoda i sustava

## GRAĐENJE

Sukladno odredbama Priloga II.2.2. Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22) pri ugradnji betona treba odgovarajuće primijeniti pravila određena Prilogom »J« istog propisa te:
- pojedinosti koje se odnose na ugradnju betona,
- pojedinosti koje se odnose na sastavne materijale od kojih se beton proizvodi te norme kojima se potvrđuje sukladnost tih proizvoda
- pojedinosti koje se odnose na uporabu i održavanje, dane projektom betonske konstrukcije i/ili tehničkom uputom za ugradnju i uporabu.

## NADZOR

Sukladno EN 13670-1:2000 odabire se razred nadzora 2.

## ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama Pravilnik o održavanju građevina („Narodne novine“ broj 122/14, 98/19).

Izvanredne preglede građevine provoditi nakon nekog izvanrednog događaja (ekstremne vremenske neprilike, potres, požar, eksplozija i slično) ili prema zahtjevu inspekcije.

Osim ovih pregleda preporučuje se da korisnici i suvlasnici građevine vrše godišnje preglede i ukoliko primijete neku nepravilnost na konstrukciji, zatraže redoviti ili izvanredni pregled i prije roka predviđenog ovim projektom.

### Način obavljanja pregleda uključuje:

- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
- utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature, za betonske konstrukcije u umjereno ili jako agresivnom okolišu,
-utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata betonske konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja, ako se na temelju vizualnog pregleda sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Nakon obavljenih pregleda konstrukcije potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju konstrukcije nakon pregleda sa potrebnim mjerama i radovima na saniranju i održavanju konstrukcije.

Ovu i drugu dokumentaciju o održavanju betonske konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.

Vlasnik (ili suvlasnici) građevine dužni su postupiti prema potrebnim zahtjevima i mjerama iz dokumentacije o stanju konstrukcije te izvesti neophodne radove održavanja, obnove i izmjene uređaja i dijelova te radove popravka, ojačanja i rekonstrukcije.

Sve radove pregleda i izvedbe radova na konstrukciji potrebno je povjeriti za to ovlaštenim osobama.

# ČELIČNE KONSTRUKCIJE

## Općenito

Za konstrukciju koja je obrađena u ovoj projektnoj dokumentaciji odabire se klasa izvođenja:

- **EXC3** za krovni rešetkasti nosač dvorane

**- EXC2** za vanjsko čelično stubište

, te izrada konstrukcije mora pratiti odgovarajuće zahtjeve sukladno normi HRN EN 1090-2:2018.

Izvođač radova čelične konstrukcije dužan je prije početka rada na zavarivanju predočiti nadzornom inženjeru, odnosno projektantu konstrukcije slijedeće:

- planove slijeda zavarivanja sa točnim odredbama u pogledu rasporeda i redoslijeda svakog pojedinog zavara
- plan montaže konstrukcije u kojem će biti detaljno razrađen način i slijed montaže

Tek nakon ovjere navedenih planova od strane nadzornog inženjera, odnosno projektanta izvođač može započeti sa radom.

Također prije početka radova izvođač je dužan dati na uvid nadzornom inženjeru slijedeće:
ateste materijala od kojih će biti izrađena čelična konstrukcija

- ateste za spojni materijal (vijke, elektrode i sl.)
- ateste zavarivača koji će raditi na izradi čelične konstrukcije
- prethodno navedenu dokumentaciju tj. planove slijeda zavarivanja i plan montaže konstrukcije.

Tek nakon pregleda navedene dokumentacije i upisa u građevinski dnevnik od strane nadzornog inženjera izvođač može započeti sa radom.

Za čitavo vrijeme izrade i montaže konstrukcije izvođač mora uredno voditi zakonski propisane dnevnike (radionički, montažni i dnevnik zavarivanja). Osim toga izvođač mora imati na skicama ucrtano slijedeće:

-brojeve atesta osnovnog i spojnog materijala iz kojeg je izrađena svaka pojedina pozicija
-označene zavare sa brojem atesta elektrode i oznakom zavarivača koji je zavarivao.

Dužnost nadzornog inženjera je:

- kontrolirati u svim fazama izvedbu i montažu. Izvedba i montaža mora biti u suglasnosti sa zahtjevima ove projektne dokumentacije, pravila i standarda.
- ovjeravati prethodno navedene dokumente
- ovjeravati sve eventualno potrebne dokumente međufaznog atestiranja
- ovjeriti zapisnik o kontroli, odnosno pregledu izrađenih elemenata u radionici prije isporuke na gradilište. Ova kontrola se odnosi na izradu pojedinog montažnog elementa i pripremu površine i nanošenju prvog antikorozivnog premaza.

Ako izvođač radova smatra da pojedinom odredbom projekta dolazi do štetnih posljedica po kvaliteti, stabilnost ili trajnost konstrukcije, ili da su one u suprotnosti sa ostalim podacima danim u projektu, dužan je da pravodobno zatraži odluku o tom pitanju.

Izvođač radova garantira za kvalitetu materijala, konstrukcije i izvedbe 10 godina nakon izvršene montaže. Početak garantnog roka utvrđuje se u zapisniku tehničkog pregleda.

Investitor može predanu mu tehničku dokumentaciju upotrebljavati isključivo za izradu konstrukcije obrađene u ovom elaboratu.

Čelična konstrukcija se antikorozivno zaštićuje i to u dva osnovna i dva završna premaza. Odabir materijala za antikorozivnu zaštitu vršiti u dogovoru sa projektantom konstrukcije.

## Odabir klase izvedbe za konstrukciju

*Klase izvođenja konstrukcije (EXC) prema HRN EN 1090-2:2018*

| **Klasa posljedica** | CC1 | | CC2 | | CC3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kategorija uporabe** | SC1 | SC2 | SC1 | SC2 | SC1 | SC2 |
| **Kategorija izrade** PC1 | EXC1 | EXC2 | EXC2 | EXC3 | EXC3 | EXC3 |
| **Kategorija izrade** PC2 | EXC2 | EXC2 | EXC2 | EXC3 | EXC3 | EXC4 |

*Razredi s obzirom na posljedice (CC)*

| **Razred posljedica** | **Opis** | **Primjer** |
|---|---|---|
| **CC3** | **Velike posljedice** (materijalna, društvena i ekološka) | Stadioni, koncertne dvorane za više od 5000 ljudi, građevine koje skladište opasne supstance |
| **CC2** | **Srednje posljedice** (materijalna, društvena i ekološka) | Stambene i poslovne zgrade, javne građevine |
| **CC1** | **Male posljedice** (materijalna, društvena i ekološka) | Skladišta, hale |

*Kategorija uporabe*

| **Kategorija** | **Kriterij** |
|---|---|
| **SC1** | - Konstrukcije i elementi, projektirani samo na kvazi-statičke učinke (zgrade ...)<br>- Konstrukcije i elementi sa spojevima, projektirane na seizmičke utjecaje u područjima niske seizmike i u DCL<br>- Konstrukcije i elementi projektirani na utjecaje mostnih dizalica koji uzrokuju umor (razred S0) |
| **SC2** | - Konstrukcije i elementi, projektirani na uplive koji uzrokuju umor u skladu s HRN EN 1993 (primjeri: cestovni i željeznički mostovi, mostne dizalice (razredi S1 do S9), zgrade osjetljive na vibracije prouzrokovane vjetrom, veći broj rotacijskih strojeva)<br>- Konstrukcije i elementi sa spojevima, projektirane na seizmičke utjecaje u područjima srednje i visoke seizmičnosti te u DCM i DCH |

*– Kategorija izrade*

| **Kategorija** | **Kriterij** |
|---|---|
| **PC1** | - Sastavni dijelovi, izrađeni bez zavarivanja iz proizvoda od bilo koje kvalitete čelika<br>- Zavareni sastavni dijelovi, izrađeni iz proizvoda s kvalitetom čelika nižom od S355 |
| **PC2** | - Zavareni sastavni dijelovi, izrađeni iz proizvoda s kvalitetom čelika od S355 i većom<br>- Sastavni dijelovi, bitni za integritet konstrukcije koji su sastavljeni zavarivanjem na gradilištu<br>- Sastavni dijelovi, izrađeni vrućim oblikovanjem ili tijekom izrade toplinski obrađeni sastavni dijelovi<br>- Sastavni dijelovi iz okruglih šupljih profila (CHS) u rešetkastim nosačima koji zahtijevaju ukošene krajeve profila |

## Izrada u radionici

Zahtjevi za kvalitetu materijala moraju odgovarati važećim standardima i propisima u Republici Hrvatskoj, a dani su specifikaciji materijala za svaku pojedinu poziciju i toga se treba u potpunosti pridržavati. Primijenjeni su materijali prema standardu za nosive čelične konstrukcije. Kao osnovni materijal za nosivu čeličnu konstrukciju primjenjuju se opći konstruktivni čelici rednog broja i oznake prema statičkom proračunu ovog projekta.

Pojedine vrste čelika odabrane su prema namjeni i statičkom opterećenju konstrukcije, pa se kod nabave materijala treba obvezno pridržavati oznake kvalitete iz ovog elaborata. U čeličnim konstrukcijama upotrebljavaju se vijci sa propisanim osobinama prema odgovarajućim propisima. Ovim elaboratom primjenjuju se vijci dimenzija i oznaka kvaliteta prema statičkom računu ovog elaborata. Izbor vrste i proizvodnje elektroda ili žice treba povjeriti nadležnom zavodu, tako da odabrana elektroda ili žica za konkretni materijal daje optimalne spojeve sa minimalnim deformacijama. Zavarivanje nosivih čeličnih konstrukcija se mora vršiti u skladu sa odgovarajućim propisima za zavarene čelične konstrukcije.

Kontrole kvalitete materijala (atestiranje) treba izvršiti u skladu sa odgovarajućim propisima, a uz dogovor sa nadzornim inženjerom. Voditi računa da limove treba kontrolirati na dvoslojnost.

Detaljnu tehnologiju zavarivanja suglasno raspoloživoj opremi i kadrovima predlaže Izvođač investitoru, odnosno nadzornom inženjeru i projektantu konstrukcije. Osnovni je zahtjev da predviđeni način, odnosno postupak ne daje spojeve koji imaju lošija mehanička svojstva od osnovnog materijala. Naročito se mora paziti na žilavost spoja, a koncentracije napona od zavarivanja u spojevima se moraju svesti na najmanju mjeru.

Prema izabranom i ovjerenom postupku zavarivanja, ručnom, poluautomatskom, automatskom, pod zaštitom praška ili u zaštiti plinova izvođač naručuje i odgovarajući materijal.

Izvođač je dužan u punoj mjeri primijeniti sve postupke za sprječavanje deformacija kod zavarivanja.

Naročitu pažnju treba posvetiti lokalnim zarezima koji bi se mogli pojaviti kod sječenja, posebno kod elemenata napregnutih na vlak. Svaki se zarez mora izbrusiti ili dovariti i izbrusiti.

Ne dozvoljava se zavarivanje na temperaturi nižoj od 0°C, ili na prostoru koji nije zaštićen od kiše.

Predviđeni postupak mora biti takav da su termički naponi u konstrukciji budu što manji.

Čitav postupak izrade i zavarivanja mora osigurati prema projektu predviđene dimenzije konstrukcije uvažavajući dozvoljene tolerancije.

Prije zavarivanja treba pregledati površine koje će se zavarivati. One moraju biti metalno čiste bez rđe, masnoća i drugih prljavština.

Svi zavari moraju biti kvalitete I. Sučeone zavare u vlačnim elementima treba obrusiti.

Ako zavari nisu besprijekornog oblika treba ih obavezno obraditi. Netočnosti u izvedbi zavara na dolje neće se tolerirati.

Radove zavarivanja smije vršiti atestirani zavarivač. Atesti zavarivača daju se na uvid nadzornom inženjeru investitora i to prije početka izvedbe. Atesti zavarivača koji će zavarivati konstrukciju ne smiju biti stariji od 6 mjeseci.

Paljenje luka može se vršiti samo na mjestima koja se naknadno zavaruju. Kapljice od prskanja luka kao i šljake moraju se u cijelosti odstraniti poslije zavarivanja.

Treba voditi računa da se sav potrebni materijal uskladištava u suhim prostorijama. Eventualno ovlaženi materijal prije upotrebe treba prosušiti u pećima.

Izvođač je dužan izraditi detaljan plan tehnološkog procesa izrade. Plan treba sadržavati, suglasno zahtjevu projekta, raspored limova i radioničkih nastavaka, oblik i dimenzije zavara, način radioničkog sklapanja konstrukcije, postupak zavarivanja s karakterističnim uputama svih faznih operacija od početka do završetka radioničkih radova.

Poslije završetka radioničkih radova na konstrukcijskim sklopovima vrši se geometrijska kontrola konstrukcije kao i ostali opsezi dogovorenog načina kontrole. Nadzorni inženjer preuzima konstrukciju zapisnički u cjelini ili dijelovima i odobrava otpremu na gradilište. Temeljem ovih uvjeta čitava konstrukcija se isporučuje na gradilište sa prvim temeljnim premazom antikorozivne zaštite.

## Montaža

Kako za radioničke tako i za montažne radove Izvođač prethodno mora predložiti nadzornom inženjeru detaljni tehnološki postupak radova, te sve suglasnosti i potvrde. Tehnološki postupak montažnih radova spada u sastav tehničke dokumentacije za prijem čelične konstrukcije.

Teren na gradilištu treba tako pripremiti da može primiti opterećenje od barem 1.50 kN/m2, a iz razloga da se omogući sigurno kretanje vozila i dizalice koji su potrebni za montažu konstrukcije.

Investitor daje na raspolaganje potrebnu električnu energiju za montažne radove napona 380/220 V, ako se drugačije ne dogovori u ugovoru.

Izvođač montažerskih radova vrši radove po potvrđenom tehnološkom postupku koji mora obuhvatiti jasno razrađene detalje kao: obrada montažnih spojeva, pomoćnih priprema i alata, načina sastava, postupak zavarivanja, postupak dizanja i namještanja čeličnih konstrukcija u pravilan položaj, te sve ostale detalje koji utječu na pravilno, sigurno i kvalitetno izvođenje montažerskih radova.

Izvođač je dužan kod radova osigurati odgovarajuću kvalificiranu radnu snagu za montažerske i zavarivačke radove. Također je dužan raditi protokole koje periodički uz ugovor potpisuje i nadzorni inženjer.

Protokoli obuhvaćaju karakteristične faze rada sa svim nivelmanima i međufaznom kontrolom geometrije konstrukcije. Dužan je voditi i montažni dnevnik koji supotpisuje nadzorni inženjer.

Prispjela konstrukcija iz radionice deponira se na podloge i to po redu montaže. Obavezno prije početka montaže zapisnički se u dnevnik unose podaci o kontroli nivelmana betonskih radova, odnosno betonskih elemenata na koje se montira čelična konstrukcija.

## Antikorozivna zaštita

Antikorozivna zaštita predmetne konstrukcije se izvodi pocinčavanjem.

Radovi na zaštiti od korozije mogu se povjeriti samo poduzeću koje je registrirano za tu djelatnost. Za izvedbu radova smiju se koristiti samo materijali s atestom izdanim od stručne organizacije registrirane za djelatnost u koju spada ispitivanje kvalitete tih materijala. Tijekom izvedbe radova na zaštiti od korozije mora se kontrolirati svaka radna operacija i rad u cjelini. Prije nanošenja premaza mora se kontrolirati:

- podobnost pripremljene čelične površine
- stanje prethodnog sloja namaza

Treba kontrolirati i debljinu slojeva namaza. Čelična konstrukcija i svi njeni dijelovi ne mogu se staviti u uporabu prije nego što se utvrdi da su zaštićeni od korozije na način kako je to projektom predviđeno.

## Norme za nelegirane konstrukcijske čelike – osnovni materijal

| | |
|---|---|
| HRN EN 10017:2007 | Valjana čelična žica za vučenje i/ili hladno valjanje -- Mjere i dopuštena odstupanja |
| HRN EN 10020:2008 | Definicije i razredba vrsta čelika |
| HRN EN 10021: 2008 | Opći tehnički uvjeti isporuke za čelik i čelične proizvode |
| HRN EN 10024:2005 | Toplo valjani I-profili sa skošenim pojasnicama – Dopuštena odstupanja oblika i mjera |
| HRN EN 10025-1:2006 | Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika – 1. dio: Opći tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10025-2:2007 | Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke za nelegirane konstrukcijske čelike |
| HRN EN 10025-3:2007 | Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke za normalizacijski žarene/normalizacijski valjane zavarljive sitnozrnate konstrukcijske čelike (EN 10025-3:2004) |
| HRN EN 10025-4:2007 | Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke za termomehanički valjane zavarljive sitnozrnate konstrukcijske čelike |
| HRN EN 10025-5:2007 | Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke za konstrukcijske čelike otporne na atmosfersku koroziju |
| HRN EN 10025-6:2007 | Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika -- 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke za plosnate proizvode od konstrukcijskih čelika s visokom granicom razvlačenja u poboljšanome stanju |
| HRN EN 10027-1:2007 | Sustavi označivanja za čelike -- 1. dio: Nazivi čelika |
| HRN EN 10027-2:1999 | Sustavi označivanja čelika -- 2. dio: Brojčani sustav |
| HRN EN 10029:2000 | Toplo valjani čelični limovi debljine ≥ 3 mm -- Dopuštena odstupanja dimenzija, oblika i mase |
| HRN EN 10034:2003 | I-profili i H-profili od konstrukcijskih čelika -- Dopuštena odstupanja mjera i oblika |
| HRN EN 10048:2003 | Toplo valjana čelična traka -- Dopuštena odstupanja mjera i oblika |
| HRN EN 10051:2003 | Neprekinuti, neprevučeni toplo valjani lim i traka od nelegiranih ili legiranih čelika -- Dopuštena odstupanja mjera i oblika |
| HRN EN 10055:2005 | Toplo valjani T-profil s istokračnom pojasnicom zaobljenih rubova i prijelaza -- Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera |
| HRN EN 10056-1:2005 | Čelični kutnici s jednakim i nejednakim krakovima -- 1. dio: Mjere |
| HRN EN 10056-2:2005 | Čelični kutnici s jednakim i nejednakim krakovima -- 2. dio: Dopuštena odstupanja oblika i mjera |
| HRN EN 10058:2007 | Toplo valjane plosnate čelične šipke za opću namjenu -- Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera |
| HRN EN 10059:2005 | Toplo valjane četverokutne čelične šipke za opću namjenu -- Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera |
| HRN EN 10060:2005 | Toplo valjane okrugle čelične šipke za opću namjenu – Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera |
| HRN EN 10061:2005 | Toplo valjane šesterokutne čelične šipke za opću namjenu -- Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera |

| | |
|---|---|
| HRN EN 10080:2005 | Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – Općenito |
| HRN EN 10130:2008 | Hladno valjani plosnati proizvodi od mekog čelika za hladnu preradbu Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10131:2008 | Hladno valjani, neprevučeni i cinkom ili cink-nikal elektrolitski prevučeni niskougljični i s povišenom granicom razvlačenja čelični plosnati proizvodi namijenjeni hladnomu oblikovanju - Dopuštena odstupanja dimenzija i oblika |
| HRN EN 10139:2000 | Hladno valjane trake bez prevlaka od mekih čelika za hladno oblikovanje – Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10140:2008 | Hladno valjana uska čelična traka - Dopuštena odstupanja dimenzija i oblika |
| HRN EN 10143:2008 | Kontinuirani čelični lim i traka prevučeni vrućim uranjanjem - Dopuštena odstupanja dimenzija i oblika |
| HRN EN 10149-1:2007 | Toplo valjani plosnati proizvodi od čelika s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje -- 1. dio: Opći uvjeti isporuke |
| HRN EN 10149-2:2007 | Toplo valjani plosnati proizvodi od čelika s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje -- 2. dio: Uvjeti isporuke za termomehanički valjane čelike |
| HRN EN 10149-3:2007 | Toplo valjani plosnati proizvodi od čelika s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje -- 3. dio: Uvjeti isporuke za normalizacijski žarene ili normalizacijski valjane čelike |
| HRN EN 10152:2000 | Elektrolitički pocinčani hladno valjani plosnati proizvodi od čelika Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10163-1:2007 | Uvjeti isporuke za stanje površine toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila -- 1. dio: Opći uvjeti |
| HRN EN 10163-2:2007 | Uvjeti isporuke za stanje površine toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila 2. dio: Ploča i široke trake |
| HRN EN 10163-3:2007 | Uvjeti isporuke za stanje površine toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila -- 3. dio: Profili |
| HRN EN 10164:2008 | Čelični proizvodi s poboljšanim svojstvima na deformaciju okomito na površinu proizvoda -- Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10169:2012 | Kontinuirano organski prevučeni (prevučeni koluti) plosnati čelični proizvodi -- Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10204:2007 | Metalni proizvodi -- Vrste dokumenata o ispitivanju |
| HRN EN 10210-1:2008 | Toplo oblikovani šuplji profili od nelegiranih i sitnozrnatih konstrukcijskih čelika -- 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10210-2:2008 | Toplo oblikovani šuplji profili od nelegiranih i sitnozrnatih konstrukcijskih čelika -- 2. dio: Dopuštena odstupanja, dimenzije i statičke vrijednosti presjeka |
| HRN EN 10219-1:2008 | Hladno oblikovani šuplji profili za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitnozrnatih čelika -- 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke |
| 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 |
| HRN EN 10268:2008 | Hladno valjani čelični plosnati proizvodi s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje -- Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10279:2007 | Toplo valjani čelični U profili -- Dozvoljena odstupanja oblika, mjera i mase |
| HRN EN 10292:20XX | Kontinuirano vruće pocinčana traka i lim od čelika s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje – Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10326:2007 | Trake i limovi od konstrukcijskih čelika s prevlakom nanesenom neprekidnim vrućim uranjanjem -- Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN EN 10327:20XX | Kontinuirano vruće pocinčana traka i lim od (mekanog) niskougljičnog čelika za hladno oblikovanje – Tehnički uvjeti isporuke |
| HRN ISO 4997:20XX | Kontinuirano hladno valjani plosnati proizvodi iz nelegiranih konstrukcijskih čelika |

## Norme za konstrukcijski čelik – spojevi sa vijcima

| | |
|---|---|
| HRN EN 15048-1:2008 | Konstrukcijski vijčani spojevi bez predopterećenja -- 1. dio: Opći zahtjevi |

| | |
|---|---|
| HRN EN 898-1:2005 | Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od ugljičnih i legiranih čelika – 1. dio: Vijci i svorni vijci |
| HRN EN 20898-2:20XX | Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od ugljičnih i legiranih čelika – 2. dio: Matice s propisanim ispitnim silama, standardni navoj |
| HRN EN ISO 3269:2005 | Spojni elementi – Prijamno ispitivanje |
| HRN EN 14399-1:2008 | Visokočvrsti konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi -- 1. dio: Opći zahtjevi |
| HRN EN 14399-2:2008 | Visokočvrsti konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi -- 2. dio: Ispitivanje prikladnosti za predopterećenje |
| HRN EN 14399-3:2008 | Visokočvrsti konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi -- 3. dio: Sustav HR -- Spojevi vijka sa šesterokutnom glavom i šesterokutne matice |
| HRN EN 14399-4:2008 | isokočvrsti konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi -- 4. dio: Sustav HV -- Spojevi vijka sa šesterokutnom glavom i šesterokutne matice |
| HRN EN 14399-5:2008 | Visokočvrsti konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi -- 5. dio: Ravne podložne pločice |
| HRN EN 14399-6:2008 | Visokočvrsti konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi -- 6. dio: Ravne podložne pločice, skošene |
| HRN EN 14399-7:20XX | Konstrukcijski vijčani spojni elementi visoke čvrstoće za prednapinjanje – Dio 7: Vijčani sklop s upuštenom glavom |
| HRN EN 14399-8:20XX | Konstrukcijski vijčani spojni elementi visoke čvrstoće za prednapinjanje – Dio 8: Sustav HV – Šesterokutni vijčani sklop s upasnim vijkom |
| HRN EN 14399-9:20XX | Konstrukcijski vijčani spojni elementi visoke čvrstoće za prednapinjanje – Dio 9: Sustav HR ili HV – Vijčani sklop s direktnim pokazivačem vlaka |
| HRN EN 14399-10:20XX | Konstrukcijski vijčani spojni elementi visoke čvrstoće za prednapinjanje – Dio 10: Sustav HRC – Vijčani sklop s baždarenim prednaponom |
| HRN EN ISO 1479:2005 | Vijci za lim sa šesterokutnom glavom |
| HRN EN ISO 1481:2005 | Vijci za lim valjkaste glave s urezom |
| HRN EN ISO 2320:2005 | Šesterokutne čelične matice s osiguranjem od odvijanja – Mehanička i uporabna svojstva |
| HRN EN ISO 3506-1:2005 | Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od korozijski postojanih (nehrđajućih) čelika – 1. dio: Vijci i svorni vijci |
| HRN EN ISO 3506-2:2005 | Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od korozijski postojanih (nehrđajućih) čelika – 2. dio: Matice |
| HRN EN ISO 7040:2005 | Šesterokutna matica osigurana od odvijanja nemetalnim uloškom, oblik 1 – Razred čvrstoće 5, 8 i 10 |
| HRN EN ISO 7042:2005 | Šesterokutna matica osigurana od odvijanja, oblik 2 – Razred čvrstoće 5, 8, 10 i 12 |
| HRN EN ISO 7719:2005 | Šesterokutne matice s osiguranjem od odvijanja u cijelosti izrađene od metala, tip 1 – Razredi čvrstoće 5, 8 i 10 |
| HRN EN ISO 10511:2005 | Šesterokutna niska matica osigurana od odvijanja nemetalnim uloškom (nemetalni uložak) |
| HRN EN ISO 10512:2005 | Šesterokutna matica osigurana od odvijanja nemetalnim uloškom, oblik 1, fini metrički navoj – Razred čvrstoće materijala 6, 8 i 10 |
| HRN EN ISO 10513:2005 | Šesterokutna matica osigurana od odvijanja, tip 2, fini metrički navoj – Razred čvrstoće 8, 10 i 12 |
| HRN EN ISO 15480:2005 | Samonarezni vijci sa šesterokutnom prirubnom glavom |
| HRN EN ISO 15976:2005 | Oklopljene zakovice zatvorenog struka s prekidnim trnom i zaobljenom glavom – St/St |

| | |
|---|---|
| HRN EN ISO 15979:2005 | Oklopljene zakovice šupljeg struka s prekidnim trnom i zaobljenom glavom – St/St |
| HRN EN ISO 15980:2005 | Oklopljene zakovice šupljeg struka s prekidnim trnom i upuštenom glavom – St/St |
| HRN EN ISO 15983:2005 | Oklopljene zakovice šupljeg struka s prekidnim trnom i zaobljenom glavom – A2/A2 |
| HRN EN ISO 15984:2005 | Oklopljene zakovice šupljeg struka s prekidnim trnom i upuštenom glavom – A2/A2 |

## Norme za konstrukcijski čelik – dodatni materijali za zavarivanje

| | |
|---|---|
| HRN EN 13479:2007 | Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Opća norma za dodatne materijale i praškove za zavarivanje metalnih materijala taljenjem |
| HRN EN ISO 2560:2007 | Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Obložene elektrode za ručno elektrolučno zavarivanje nelegiranih i sitnozrnatih čelika – Razredba |
| HRN EN 439:1999 | Dodatni i potrošni materijali – Zaštitni plinovi za elektrolučno zavarivanje i rezanje |
| HRN EN 440:1997 | Dodatni materijali za zavarivanje – Žice za elektrolučno zavarivanje metalnom taljivom elektrodom u zaštitnoj atmosferi plinova i metal zavara, namijenjeni za nelegirane i sitnozrnate čelike – Razvrstavanje |
| HRN EN 756:2004 | Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Kombinacije žica i praškova za zavarivanje pod praškom nelegiranih i sitnozrnatih čelika – Razredba |
| HRN EN 757:1999 | Dodatni i potrošni materijali – Obložene elektrode za REL zavarivanje čelika povišene čvrstoće – Razredba |
| HRN EN 758:1999 | Dodatni i potrošni materijali – Praškom punjene žice za MIG/MAG zavarivanje nelegiranih i sitnozrnatih čelika sa zaštitnim plinom i bez njega – Razredba |
| HRN EN 760:1999 | Dodatni i potrošni materijali – Praškovi za zavarivanje pod praškom –Razredba |
| HRN EN 14295:2004 | Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Kombinacija žica i praškova za zavarivanje pod praškom čelika povišene čvrstoće – Razredba |
| HRN EN 13918:2001 | Zavarivanje – Svornjaci i keramički prstenovi za elektrolučno zavarivanje svornjaka |
| HRN EN ISO 14343:2010 | Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje -- Žičane elektrode, trakaste elektrode, žice i šipke za elektrolučno zavarivanje nehrđajućih čelika i čelika otpornih na visoke temperature -- Razredba |
| HRN EN ISO 16834:2008 | Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje -- Žičane elektrode, žice, šipke i depoziti za elektrolučno zavarivanje u zaštiti plina za čelike povišene čvrstoće -- Razredba |
| HRN EN ISO 17633:2010 | Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje -- Žice punjene praškom i šipke za elektrolučno zavarivanje sa zaštitom plina i bez zaštite plina za nehrđajuće čelike i čelike otporne na visoke temperature -- Razredba |
| HRN EN ISO 18276:2008 | Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje -- Punjene žice za elektrolučno zavarivanje sa zaštitom plina i bez zaštite plina za čelike povišene čvrstoće -- Razredba |
| HRN EN 1600:1999 | Dodatni i potrošni materijali – Obložene elektrode za REL zavarivanje nehrđajućih čelika i čelika otpornih na povišene temperature – Razredba |
| HRN EN 1668:1999 | Dodatni i potrošni materijali – Šipke, žice i metal zavara/navara pri TIG zavarivanju nelegiranih i sitnozrnih čelika – Razredba |

# ZEMLJANI RADOVI

Prije početka gradnje zemljište se mora očistiti od raslinja, smeća i otpadaka. To se isto odnosi na dio zemljišta na kojem je bila prethodno konstrukcija, a srušena je kako bi sad na istom mjestu gradila nova. Tlo na mjestu građenja potrebno je isplanirati i iskolčiti. Prilikom iskopa izvođač je dužan obavijestiti geomehaničara koji mora izvršiti kontrolu svojstava tla i napraviti kontrolu statičkog proračuna. Zemljani i kameni materijali kategorizirani su kako slijedi:

## Kategorija «A»

Pod zemljanim materijalom kategorije «A» podrazumijevaju se svi čvrsti materijali, gdje je potrebno miniranje kod cijelog iskopa. U ovu grupu spadaju sve vrste čvrstih tala, kompaktnih stijena (eruptivnih i metamorfnih) u zdravom stanju uključujući i eventualno tanje slojeve rastresenog materijala na površini ili takve stijene s mjestimičnim gnijezdima gline i lokalnim trošnim, odnosno zdrobljenim zonama. U ovu grupu spadaju i tla koja sadrže više od 50% samaca za čiji je iskop također potrebno miniranje.

## Kategorija «B»

Pod materijalom kategorije «B» podrazumijevaju se polučvrsta kamenita tla, gdje je potrebno djelomično miniranje, a ostali se dio iskopa obavlja izravnim strojnim radom U ovu grupu materijala spadaju: Flišni materijali uključujući i rastreseni materijal, homogeni lapori, trošni pješčenjaci i mješavine lapora i pješčenjaka, većina dolomita, jako zdrobljeni vapnenac, sve vrste škriljevca, neki konglomerati i slični materijali.

## Kategorija «C»

Pod materijalom kategorije «C» podrazumijevaju se svi ostali zemljani materijali koje nije potrebno minirati, nego se mogu kopati upotrebom pogodnih strojeva (bagera, buldozera, skrepera i sl.)

Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete gradiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se ustvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna. Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja. Sve radove, kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehaničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik. Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm. Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebnog s gradilišta.

## OSTALI RADOVI I MATERIJALI

Svi ostali materijali i proizvodi koji se ugrađuju u objekt trebaju biti kvalitetni i trajni, uz zadovoljenje svih važećih normi, propisa i pravila struke. Za sve se upotrijebljene materijale provode tekuća i kontrolna ispitivanja, odnosno prilažu atesti isporučitelja. Izvedba svih radova treba biti ispravna, kvalitetna i pod stalnim stručnim nadzorom. Za svako odstupanje primijenjenog gradiva ili gotovog proizvoda od projekta, potrebna je suglasnost Projektanta i Investitora.
Napomena:
U svim tehničkim uvjetima navedene su veze s drugim hrvatskim normama o kvaliteti materijala, pa ih nećemo posebno navoditi.

# KONTROLNA ISPITIVANJA

Kontrolna ispitivanja provodi nadzorni organ, a za konačnu ocjenu kvalitete materijala i radova mjerodavni su rezultati kontrolnog ispitivanja. Kontrolna ispitivanja obavljaju se u tijeku izvedbe radova po vrsti, obujmu i vremenu, kako to nalažu zakonski propisi i tehnička regulativa.

Ukoliko rezultati kontrolnih ispitivanja pokažu da kvaliteta upotrijebljenih materijala i izvedenih radova ne odgovara zahtijevanim uvjetima, nadzorni organ je dužan izdati nalog izvoditelju da nekvalitetan materijal zamjeni kvalitetnim i radove dovede u ispravno stanje.

Izvoditelj je dužan napraviti "Projekt betona" koji će zadovoljiti uvjete date ovom projektnom dokumentacijom, a istovremeno uvažiti tehnologiju proizvodnje i ugradbe betona koju primjenjuje izvoditelj, te zadovoljiti uvjete propisane. Kontrolu kvalitete betonskih radova treba povjeriti za to registriranoj organizaciji, a za kontrolna ispitivanja je potrebno primijeniti u skladu s Prilogom II.2.2. Izvođenje i održavanje betonskih konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22) na slijedeći način:

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrsnulog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje otpornosti betona na smrzavanje provodi se prema normi HRN U.M1.016, a ispitivanje otpornosti betona na smrzavanje i soli za odmrzavanje prema normi prCEN/TS 12390-9.

Kada se betonara nalazi na gradilištu, osim postupaka iz točaka A.3.1. i A3.2. pri uzimanju uzoraka i potvrđivanju sukladnosti betona, u gradilišnoj dokumentaciji i ostaloj dokumentaciji ispitivanja navodi se obvezno oznaka pojedinačnog elementa betonske konstrukcije i mjesta u elementu betonske konstrukcije na kojem je ugrađen beton iz kojeg je uzorak iz točke A.3.1. i A.3.2. uzet.

# NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu. Osnovni propisi iz tog područja su:

Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19)

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

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

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

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

kemijsko-fizikalna obrada,
biološka obrada,
termička obrada,
kondicioniranje otpada i
odlaganje otpada.

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

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

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

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

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

Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:
drvo,plastiku,asfalt koji sadrži katran i proizvodi koji sadrže katran.

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:
građevinski materijali na bazi azbesta, asfalt koji sadrži katran, asfalt (bez katrana),katran i proizvodi koji sadrže katran, izolacijski materijal koji sadrži azbest, izmiješani građevni otpad i otpad od rušenja.

Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliže javno odlagalište otpada: beton, cigle, pločice i keramika, građevinski materijali na bazi gipsa, drvo, staklo, plastika, bakar, bronca, mjed, aluminij, olovo, cink, željezo i čelik, kositar, miješani materijali, kablovi, zemlja i kamenje i ostali izolacijski materijali.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpada i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

# UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA

U skladu sa slijedećim odredbama Tehničkih propisa za građevinske konstrukcije (NN 117/17) planira se uporabni vijek građevine:

I.1.2 Planiranje uporabnog vijeka konstrukcija

HRN ISO 15686-1 - Zgrade i druge građevine -- Planiranje vijeka uporabe -- 1. dio: Opća načela i okvir

HRN ISO 15686-2 - Zgrade i druge građevine -- Planiranje vijeka uporabe -- 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe

HRN ISO 15686-3 - Zgrade i druge građevine -- Planiranje vijeka uporabe -- 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava

HRN ISO 15686-5 - Građevine -- Planiranje uporabnog vijeka -- 5. dio: Trošak životnog ciklusa

HRN ISO 15686-8 - Građevine -- Planiranje uporabnog vijeka -- 8. dio: Referentni uporabni vijek i njegova procjena

Proračunski radni vijek pretpostavljeno je razdoblje u kojem se konstrukcija upotrebljava za namijenjenu svrhu, uz pretpostavku održavanja, ali bez potrebe za većim popravcima. Prema HRN EN 1991-1 razlikujemo 4 razreda konstrukcije prema proračunskom radnom vijeku.

*Proračunski uporabni vijek (prema HRN EN 1991-1), vrijednosti za RH*

| Razred | Zahtijevani proračunski uporabni vijek [godine] | Primjer |
|---|---|---|
| 1 | 1 - 5 | Privremene konstrukcije |
| 2 | 25 | Zamjenjivi dijelovi konstrukcije |
| 3 | 50 | Konstrukcije zgrada ili druge uobičajene konstrukcije |
| 4 | 100 | Monumentalne građevine, mostovi i druge inženjerske konstrukcije |

Sukladno normi, predmetna konstrukcija je svrstana u 3. razred, tj. zahtijevani uporabni vijek iznosi 50 godina. Ova vrijednost predstavlja polazište na osnovu kojeg su definirani zahtjevi za beton, izvođenje radova i održavanje konstrukcije.

Nepovoljni klimatski faktori lokacije zahtijevaju povećanu mjeru opreza i pojačani nadzor nad svim elementima (konstruktivnim i nekonstruktivnim) građevine. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštovati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete.

Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama Priloga I.1.2 Planiranje uporabnog vijeka konstrukcija (TPGK NN 17/17, 75/20, 07/22) i normama na koje upućuje Prilog.

Preporučuje se da korisnici i suvlasnici građevine vrše godišnje preglede i ukoliko primijete neku nepravilnost na konstrukciji zatraže redoviti ili izvanredni pregled i prije roka predviđenog ovim projektom. Način obavljanja pregleda uključuje:

- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
- utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature, za betonske konstrukcije u umjereno ili jako agresivnom okolišu, utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata betonske konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja, ako se na temelju vizualnog pregleda sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Nakon obavljenih pregleda konstrukcije potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju konstrukcije nakon pregleda sa potrebnim mjerama i radovima na saniranju i održavanju konstrukcije. Ovu i drugu dokumentaciju o održavanju betonske konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.

Manje nedostatke može ispraviti stručna osoba na licu mjesta, a kod većih zahvata vlasnik građevine dužan je postupiti prema potrebnim zahtjevima i mjerama iz dokumentacije o stanju konstrukcije te izvesti neophodne radove održavanja, obnove i izmjene uređaja i dijelova te radove popravka, ojačanja i rekonstrukcije.

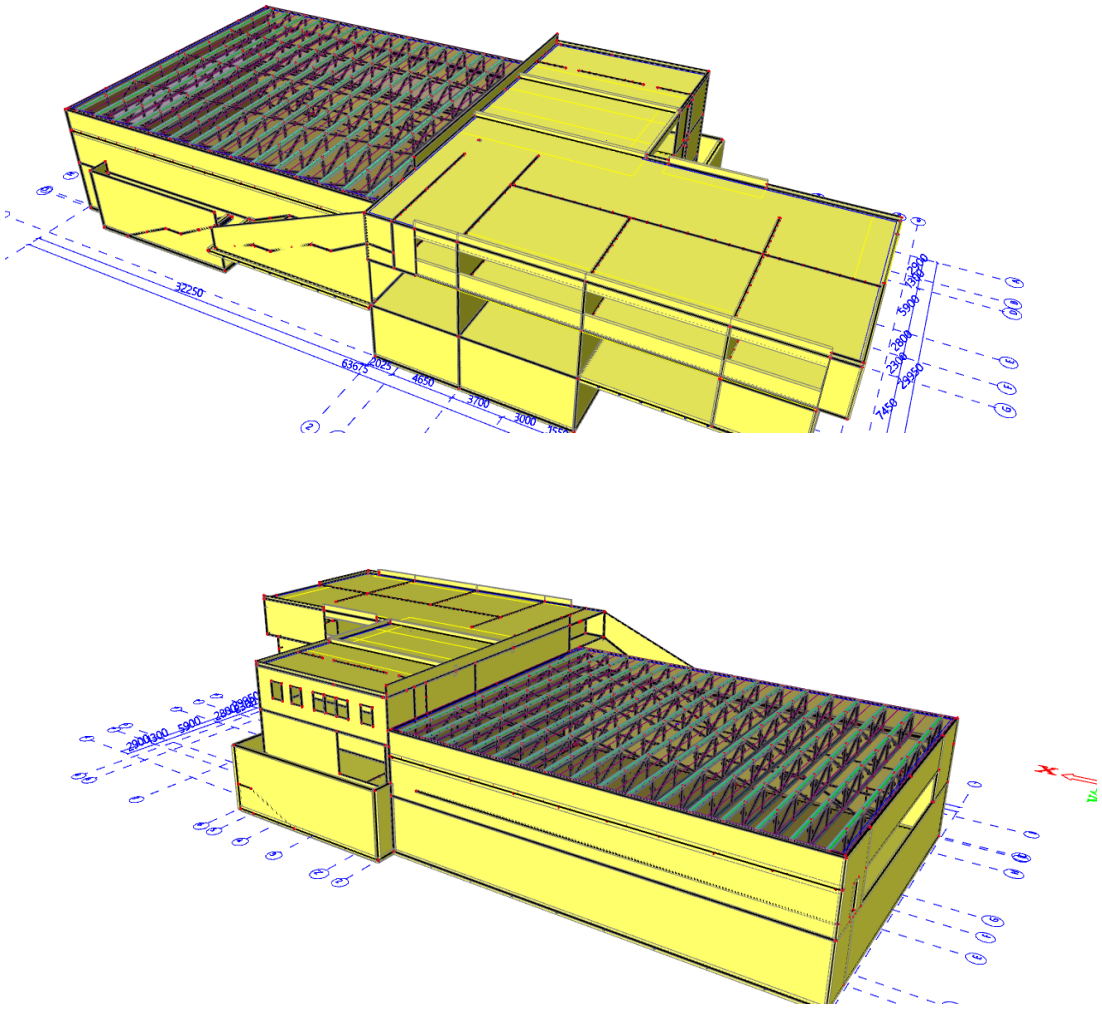
Sve radove pregleda i izvedbe radova na konstrukciji potrebno je povjeriti za to ovlaštenim osobama.

Projektant konstrukcije:
**IVO ORLANDINI mag.ing.aedif.**

# 3. OPIS I PRIKAZ 3D MODELA

Izrađen je 3D model konstrukcije u računalnom programu Scia Engineer 25.1. AB konstruktivni elementi su modelirani kao 2D pločasti elementi (temeljna ploča debljine 50cm, AB zidovi debljine 25 i 20cm, AB međukatne ploče debljine 20cm, AB stubišta debljine 18cm). Ispod temeljne ploče je zadan oslonac pomoću opcije „subsoil“.

AB horizontalne grede, nadvoji, te čelična rešetkasta konstrukcija krova sportske dvorane su zadane kao 1d štapni elementi. Ploča u trapeznom limu je predviđena kao dodatno opterećenje na krovne čelične rešetke (nema sprezanja između čeličnih rešetki i AB ploče). Rešetke se oslanjaju na AB konzole na rubnim zidovima sportske dvorane koje su u modelu zadane kao 2D plošni elementi. Opterećenje je zadano kao površinsko po pločama u modelu. Na poziciji krova dvorane je zadan „load panel“ te je dodana težina ploče u trapeznom limu kao dodatan teret na čelične rešetkaste nosače krova.



*Slika 1: Prikaz 3D modela objekta*

# 4. ANALIZA OPTEREĆENJA

***Popis opterećenja primijenjenih u modelu***

| | | |
|---|---|---|
| **Opterećenje:** | G | vlastita težina |
| | dg | dodatno stalno opterećenje |
| | dg,pl | dodatno stalno opterećenje AB ploče u trapeznom limu |
| | dg,tlo | bočno opterećenje tlom |
| | q | pokretno opterećenje |
| | q_k | pokretno opterećenje na krovu |
| | s | snijeg |
| | w | vjetar |
| | Ax | Potres u smjeru x |
| | Ay | Potres u smjeru y |

## 4.1. Stalno opterećenje

Vlastita težina elemenata konstrukcije je uračunata u sklopu računalnog programa Scia 25.1.

## 4.2. Dodatno stalno opterećenje

### 4.2.1. Proračun opterećenja

*Tablica 1: MK1 – međukatna konstrukcija – keramičke pločice*

| | d (cm) | γ (kN/m $^3$) | d×γ (kN/m $^2$) |
|---|---|---|---|
| *Keramičke pločice* | 1,50 | 23,00 | 0,35 |
| *Građevinsko ljepilo* | 0,50 | 16,50 | 0,08 |
| *Polimer cementni premaz* | 0,20 | 12,00 | 0,02 |
| *Cementni estrih* | 4,00 | 24,00 | 0,96 |
| *PE folija* | 0,02 | 10,00 | 0,00 |
| *TI-EPS* | 4,00 | 0,30 | 0,01 |
| *Gipskartonske ploče* | 1,25 | 0,35 | 0,00 |
| *Pregradni zidovi* | / | / | 0,80 |
| ***Ukupno dodatno stalno opterećenje dg =*** | | | ***2,25*** |

Napomena: zbog jednostavnosti proračuna uzeto je opterećenje za sojeve MK1 kao mjerodavno za sve pozicije međukata.

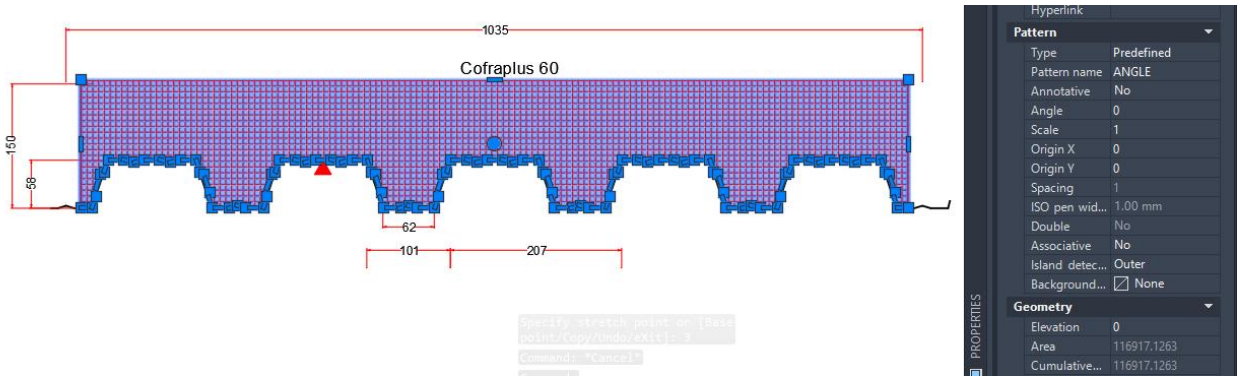
*Tablica 2: K1 – ravni neprohodni krov*

| | d (cm) | γ (kN/m $^3$) | d×γ (kN/m $^2$) |
|---|---|---|---|
| *Šljunak* | 5,00 | 18,00 | 0,90 |
| *Geotekstil* | 0,20 | / | 0,002 |
| *Lagani beton u padu* | 6,50 | 18,00 | 1,17 |
| *Mineralna vuna* | 18,00 | 0,35 | 0,06 |
| ***Ukupno dodatno stalno opterećenje dg =*** | | | ***2,15*** |

*Tablica 3: K2 – ravni prohodni krov – vanjski teren*

| | d (cm) | γ (kN/m $^3$) | d×γ (kN/m $^2$) |
|---|---|---|---|
| *Lijevana gumena podloga* | 3,00 | 10,00 | 0,30 |
| *Ploče kamene vune DDP-X* | 12,00 | 1,60 | 0,19 |
| *Lagani beton u padu* | 12,50 | 18,00 | 2,25 |
| *Oprema (igralište)* | | | 0,25 |
| *PE folija* | 0,02 | 10,00 | 0,00 |
| ***Ukupno dodatno stalno opterećenje dg =*** | | | ***3,00*** |

AB ploča u COFRAPLUS 60 limu:




Ukupna visina:

h,pl= 15,0 cm

Visina vala lima:

H,lim=6,0 cm

Površina presjeka:

Ac = 0.1125 m$^2$

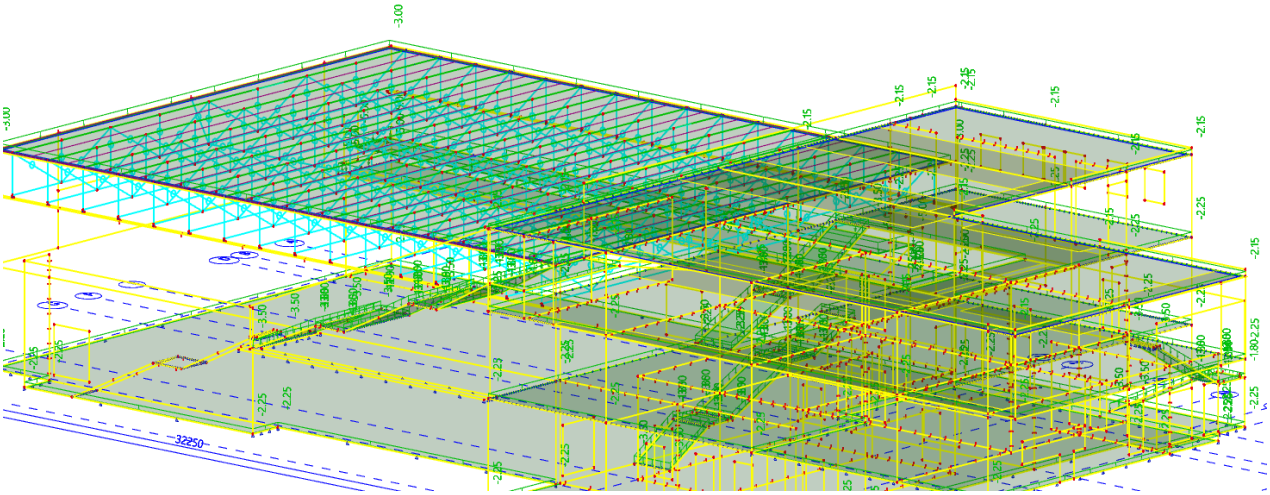
$d_{g,\ ploča}$ = 0.1125 * 25 kN/m3 = 2.82 kN/m2

## 4.2.2. Proračun opterećenja od pritiska tla

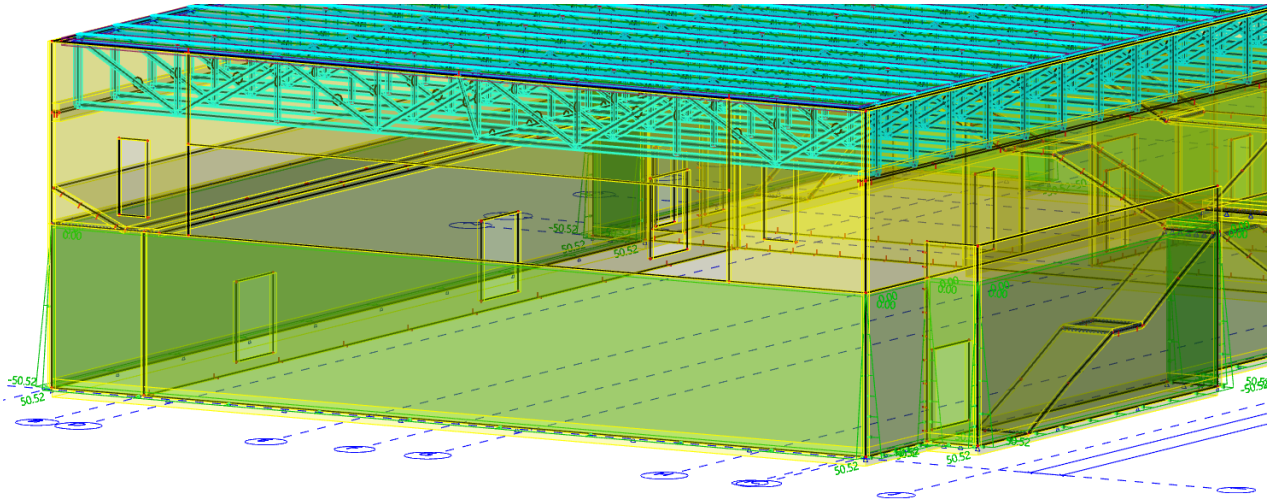
| Karakteristike tla | | |
|---|---|---|
| $\gamma_z$ = | 20 | kN/m$^3$ |
| $c_k$ = | 0 | kPa |
| $\phi_k$ = | 30 | o |
| $c_d = \frac{c_k}{\gamma_c} =$ | 0 | kPa |
| $\varphi_d = \text{arctg}\left(\frac{\text{tg}(\varphi_{k)}}{\gamma_{tg\varphi}}\right) =$ | 24.79 | o |
| $K_0 = 1 - sin(\varphi_d) =$ | 0.58 | kN/m$^2$ |

| | visina zemlje h(m) | Bočni pritisak tla $h \cdot \gamma \cdot K_0$ (kN/m$^2$) |
|---|---|---|
| Zidovi podrumske etaže | 4.35 | 50.52 |
| Zid pristupnog stubišta | 4.85 | 56.33 |

### 4.2.2.1. Prikaz opterećenja u modelu



*Slika 2: Shema opterećenja - dodatno stalno opterećenje (dg) (kN/m$^2$)*



*Slika 3: Shema opterećenja - dodatno stalno opterećenje – pritisak tlom (dg,tlo) (kN/m$^2$)*

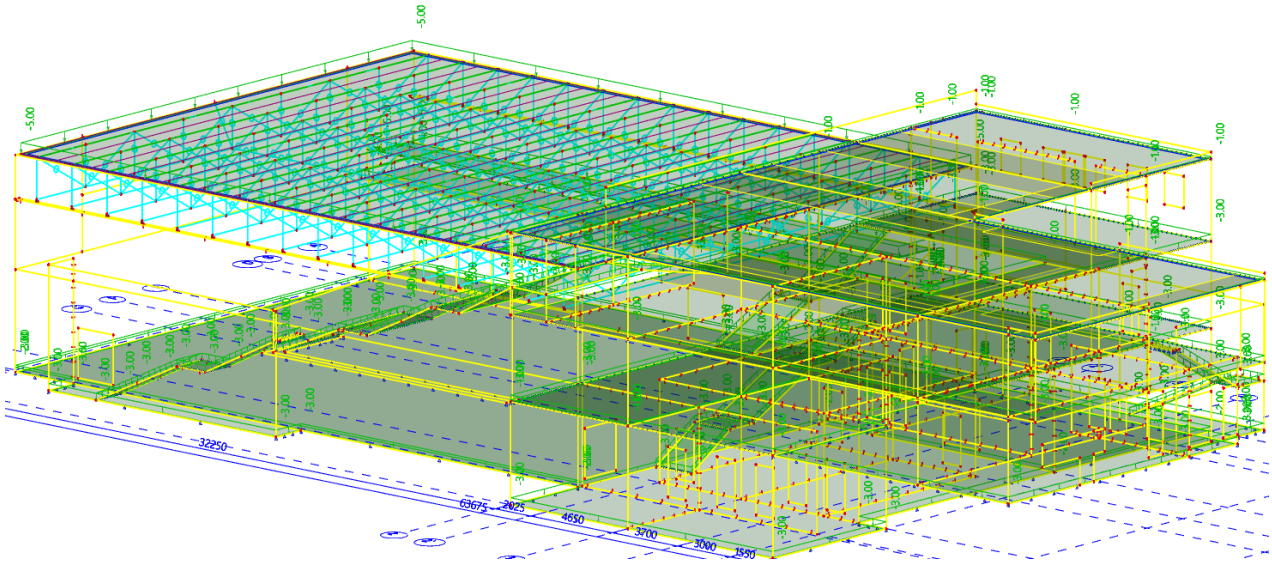
## 4.3. Korisno opterećenje

### 4.3.1. Proračun opterećenja

Korisno opterećenje svrstavamo u promjenjiva i slobodna opterećenja, a proizlaze iz samog korištenja konstrukcija. Karakteristične vrijednosti ove vrste opterećenja daju se u ovisnosti o namjeni konstrukcije.

- q = 4,00 kN/m$^2$ .....terase/balkoni
- q = 3,00 kN/m$^2$ .....stubište
- q= 3,00 kN/m$^2$……..prostori gdje se mogu okupljati ljudi (kategorija C1)
- q = 5,00 kN/m$^2$ .....krov s vanjskim igralištem, tribine dvorane
- q = 1,00 kN/m$^2$ .....neprohodni krov

### 4.3.2. Prikaz opterećenja u modelu



*Slika 4: Shema opterećenja – pokretno opterećenje (q) (kN/m$^2$)*

## 4.4. Opterećenje snijegom

### 4.4.1. Proračun opterećenja

Opterećenje snijegom svrstava se u promjenjivo slobodno opterećenje. Opterećenja snijegom proračunavaju se na osnovi karakterističnog opterećenja $s_k$, koje odgovara jednolikom snijegu koji je napadao pri mirnim vremenskim uvjetima na ravno tlo. Ova se vrijednost prilagođava ovisno o obliku krova i utjecaju vjetra na raspodjelu snijega.

Opterećenje snijegom na krovu:

$$s = \mu_1 \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$$

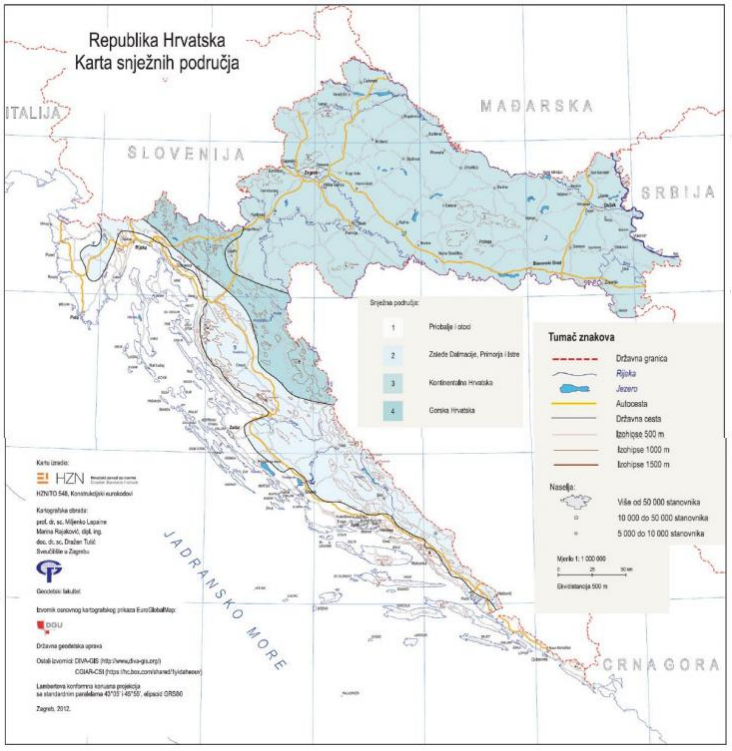
$$\mu_1 - koef.oblika\ za\ opterećenje\ snijegom$$

$$0° \leq \alpha \leq 30°$$

$$krov\ nagiba\ \alpha_1 = 0° \rightarrow \mu_1 = \mu_2 = 0.8$$

$$s_k - karakteristična\ vrijednost\ opterećenja\ na\ tlu\ [kN/m^2]$$

*Slika 5: Karta područja opterećenja snijegom*



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

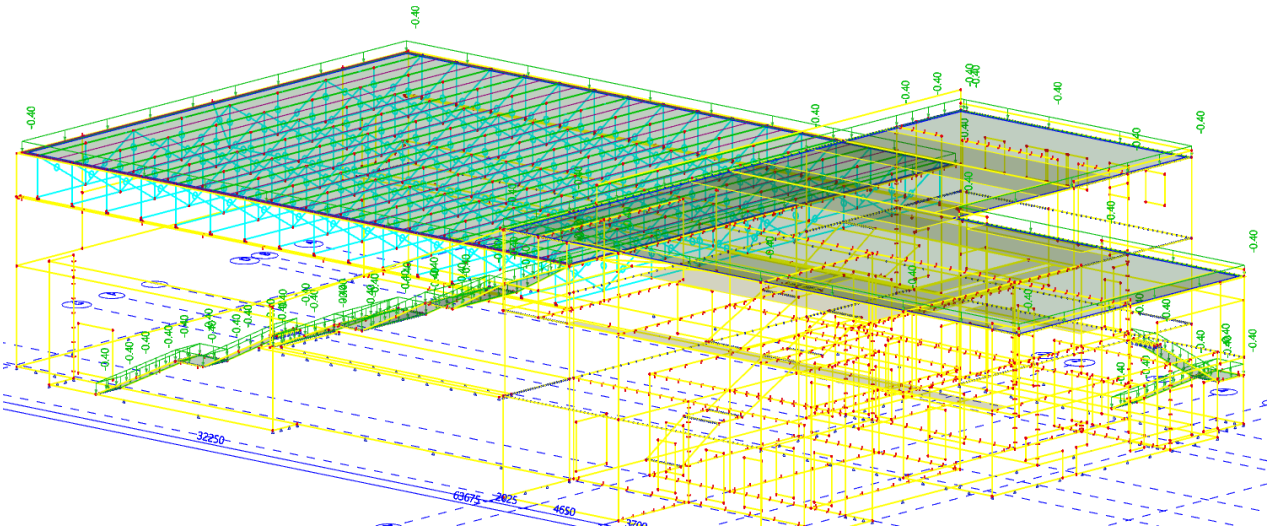
*Slika 6: Opterećenja snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine*

Podstrana se nalazi u 1. zoni (očitano sa karte područja opterećenja snijegom), nadmorska visina do 100 m → $s_k = 0{,}5\ [kN/m^2]$

$c_e - koef.izloženosti \rightarrow c_e = 1{,}0,\ \ c_t - toplinski\ koef. \rightarrow c_t = 1{,}0$

$\boldsymbol{s = 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}5 = 0{,}40\ [kN/m^2]}$

### 4.4.1.1. Prikaz opterećenja u modelu

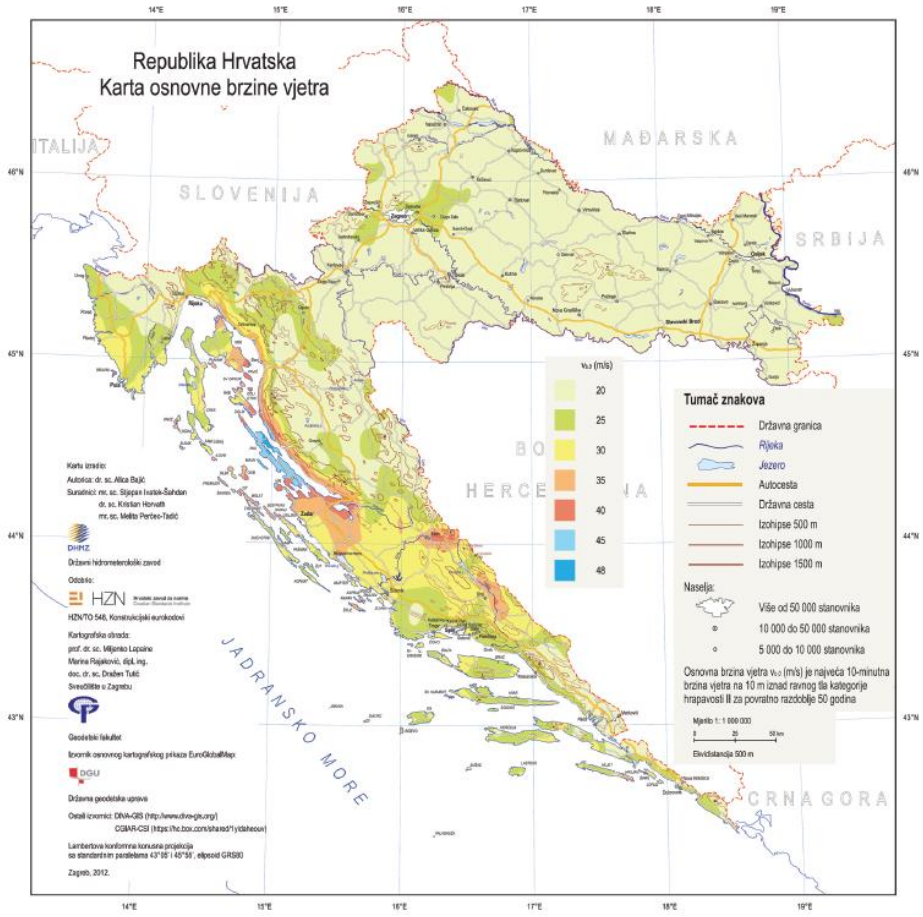



*Slika 7: Shema opterećenja – ravnomjerno opterećenje snijegom (s) (kN/m$^2$)*

## 4.5. Opterećenje vjetrom

### 4.5.1. Proračun opterećenja

Temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra $v_{b,0}$ određuje se iz karte osnovne brzine vjetra za svaku državu posebno, a koja je sastavni dio Nacionalnog dodatka (kod nas HRN EN 1991-1-4:2012/NA). Karta osnovne brzine vjetra prikazana je na slici ispod.




*Slika 8: Osnovna brzina vjetra $v_{b,0}$*

Očitano s karte: $v_{b,0}$ = **45.0 m/s** - temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra

$v_b$ - osnovna brzina vjetra → $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$

$c_{dir}$ - faktor smjera vjetra → 1.0 (preporučena vrijednost)

$c_{season}$ - faktor godišnjeg doba → 1.0 (preporučena vrijednost)

$v_b$ = **45.0 m/s**

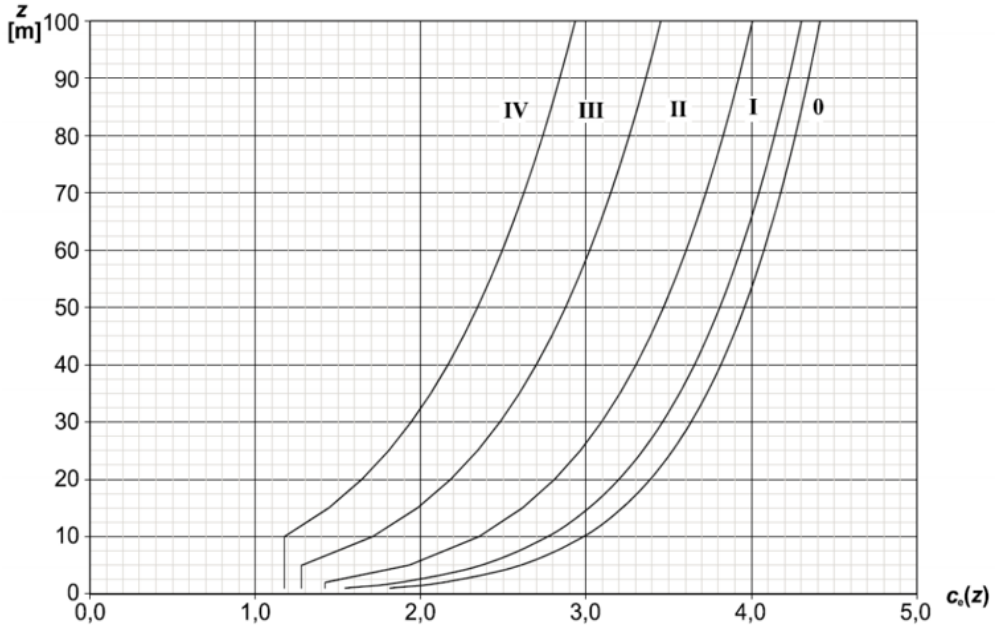
Proračun tlaka pri vršnoj brzini

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $q_p$ (z)- tlak pri vršnoj brzini na visini z | → | $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$ | | |
| $c_e$ (z) - faktor izloženosti | → | faktor u ovisnosti o kategoriji terena i visini objekta iznad tla | | |
| $q_b$ - tlak pri osnovnoj brzini | → | $q_b = \frac{1}{2}\rho \cdot v_b{}^2$= | 1265.6 N/m2 | (1.266 kN/m2) |
| ρ - gustoća zraka | → | 1.25 kg/m3 | | |
| $c_0$ (z) - faktor vertikalne razvedenosti | → | 1.0 | (preporučena vrijednost) | |
| $k_1$ - faktor turbulencije | → | 1.0 | (preporučena vrijednost) | |

Kategorija terena: **I** Jezera ili ravna i horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka

Visina z iznad terena: **8.00 m**

Za kategoriju terena I i visinu iznad terena 8 m za slučaj ravnog terena (Co=1,0) faktor izloženosti terena očitava se sa slike.




Očitano sa slike: $c_e$ (z) = **2.64**

$q_p$ (z)- tlak pri vršnoj brzini na visini z → $q_p$ (z)= **3.336** kN/m$^2$

$w_e$ - tlak vjetra na vanjske površine → $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$

$w_i$ - tlak vjetra na unutarnje površine → $w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}$

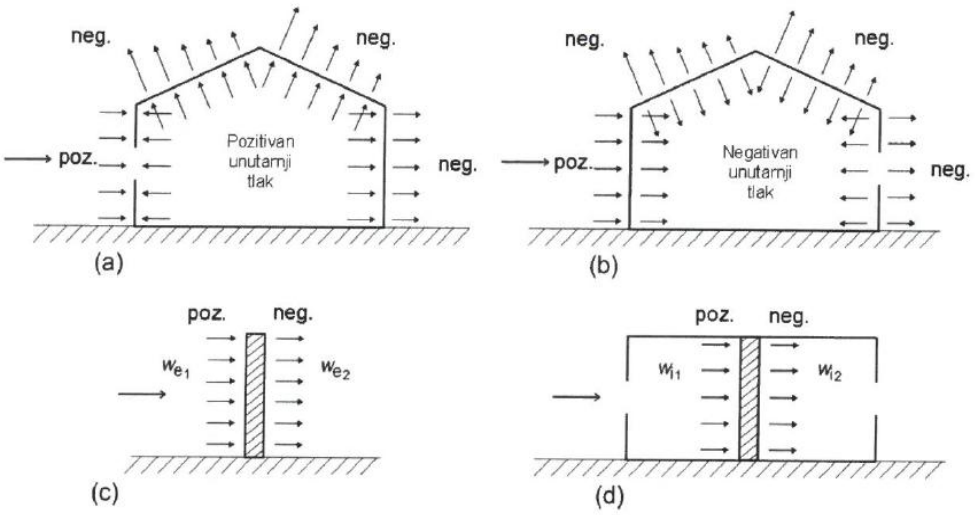
$q_p(z_e)$,$q_p(z_i)$- tlak pri vršnoj brzini na visini z

$c_e$ - koeficijent tlaka za vanjski tlak

$c_i$ - koeficijent tlaka za unutarnji tlak

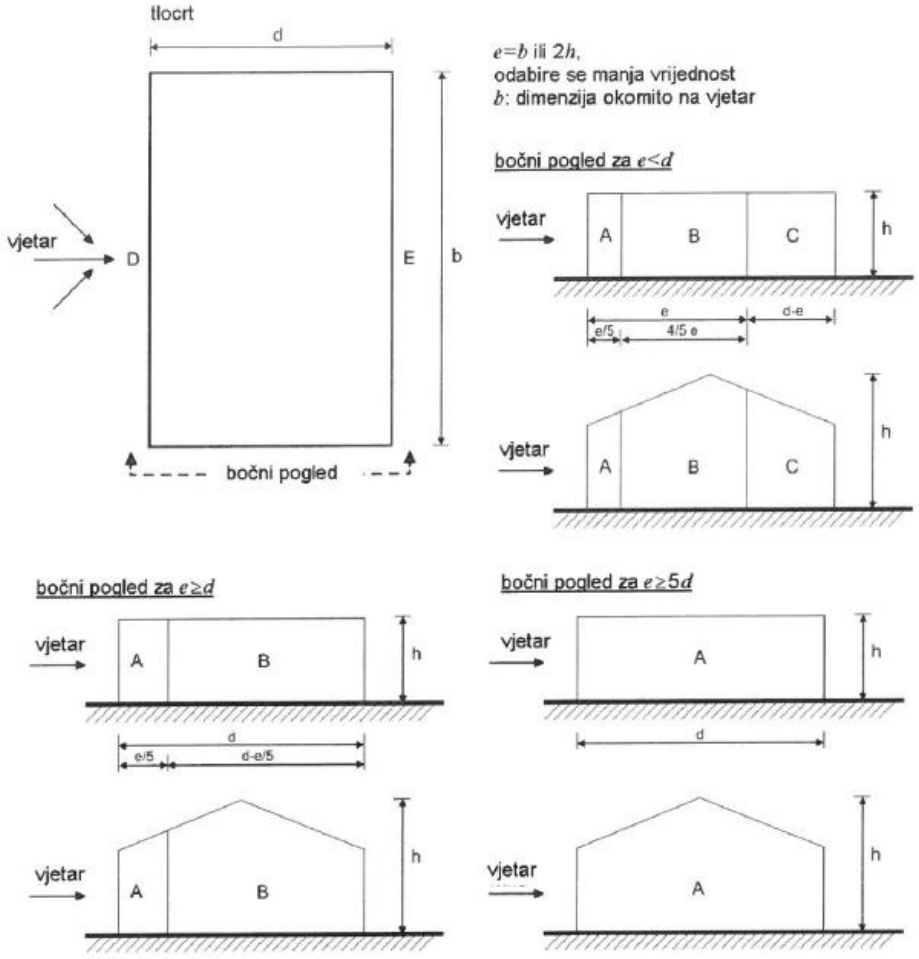
$z_e$ - referentna visina za vanjski tlak

$z_i$ - referentna visina za unutarnji tlak




Neto tlak na zid, krov ili element razlika je tlakova na suprotnim površinama uzimajući u obzir njihove predznake. Tlak usmjeren prema površini uzima se kao pozitivan, a usisavanje, usmjereno od površine kao negativno.

## Proračun vjetra za vertikalne zidove




| | |
|---|---|
| b (duljina u smjeru okomitom na smjer djelovanja vjetra)= | **25.85 m** |
| d (duljina u smjeru djelovanja vjetra)= | **62.35 m** |
| h (visina zgrade prema slici)= | **8.00 m** |

e=min(b,2h)= **16.00 m** → e < d

| | |
|---|---|
| $l_A$ (duljina zone A)= | **3.20 m** |
| $l_B$ (duljina zone B)= | **12.80 m** |
| $l_C$ (duljina zone C)= | **46.35 m** |

| h/d=0.13 | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pe,10}$ | -1.20 | -0.80 | -0.50 | 0.70 | -0.30 |
| $C_{pe,1}$ | -1.40 | -1.10 | -0.50 | 1.00 | -0.50 |

Tablica vrijednosti koeficijenata vanjskoga tlaka za vertikalne zidove pri djelovanju vjetra iz X smjera

| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pi,10}$(tlak) | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| $C_{pi,10}$ (podtlak) | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 |

Tablica vrijednosti koeficijenata unutarnjeg tlaka za vertikalne zidove tlocrtno pravilnih pravokutnih zgrada

| W1 | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pe,10}$ | -1.20 | -0.80 | -0.50 | 0.70 | -0.30 |
| $C_{pi,10}$ | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| $q_p(z_e)$ | 3.34 | 3.34 | 3.34 | 3.34 | 3.34 |
| $w_{uk}$ (kN/m$^2$) | -4.671 | -3.336 | -2.335 | 1.668 | -1.668 |

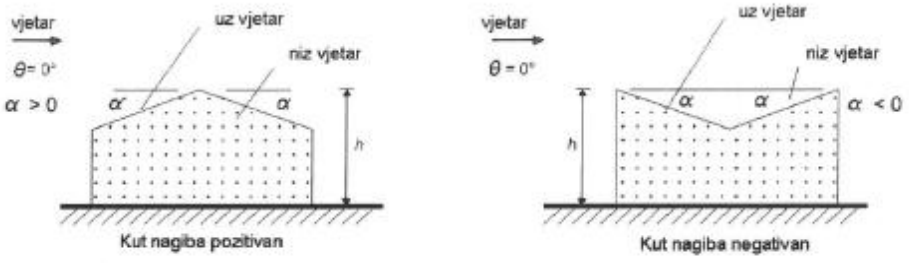
Rezultirajuće djelovanje vjetra W1(kN/m$^2$) na vertikalne plohe

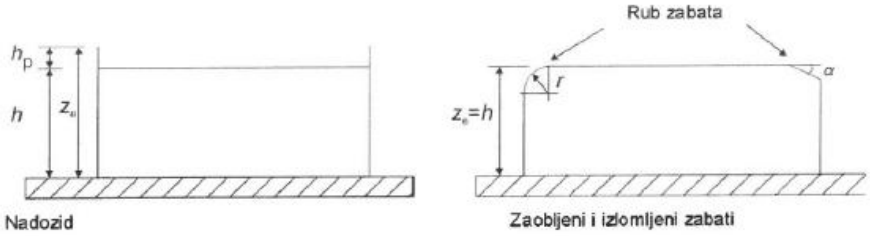
| W2 | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pe,10}$ | -1.20 | -0.80 | -0.50 | 0.70 | -0.30 |
| $C_{pi,10}$ | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 |
| $q_p(z_e)$ | 3.34 | 3.34 | 3.34 | 3.34 | 3.34 |
| $w_{uk}$ (kN/m$^2$) | -3.003 | -1.668 | -0.667 | 3.336 | 0.000 |

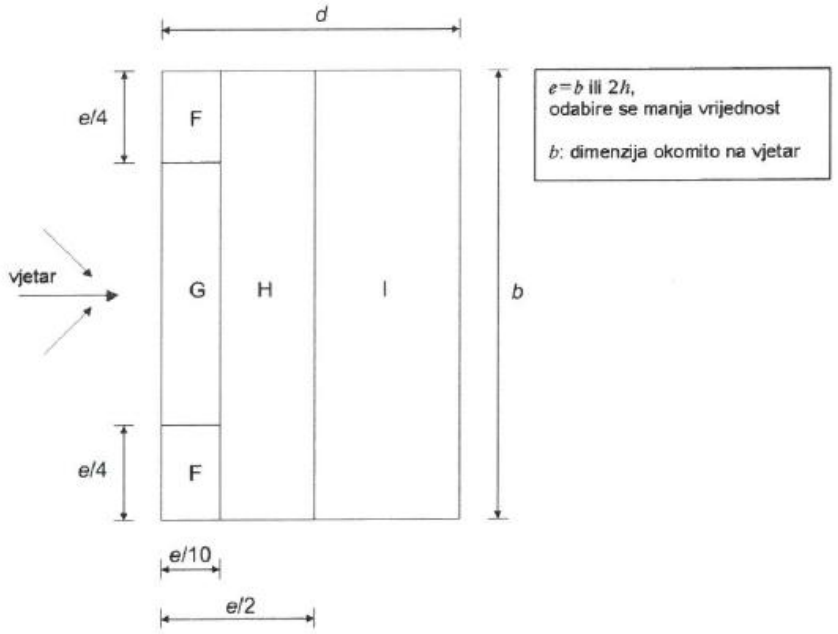
Rezultirajuće djelovanje vjetra W2(kN/m$^2$) na vertikalne plohe

## Proračun vjetra za ravni krov

kut nagiba krova- -5° < α=0 ° < 5° → Ravan krov



| | |
|---|---|
| b (duljina u smjeru okomitom na smjer djelovanja vjetra)= | **25.85 m** |
| d (duljina u smjeru djelovanja vjetra)= | **62.35 m** |
| h (visina zgrade prema slici)= | **8.00 m** |

| | |
|---|---|
| e=min(b,2h)= | **16.00 m** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $l_{F,d}$ (duljina zone F)= | **1.60 m** | $l_{F,b}$ (duljina zone F)= | **4.00 m** |
| $l_{G,d}$ (duljina zone G)= | **1.60 m** | $l_{G,b}$ (duljina zone G)= | **17.85 m** |
| $l_{H,d}$ (duljina zone H)= | **6.40 m** | $l_{H,b}$ (duljina zone H)= | **25.85 m** |
| $l_{I,d}$ (duljina zone I)= | **54.35 m** | $l_{I,b}$ (duljina zone I)= | **25.85 m** |

Oznaka: $l_{F,b}$ -duljina zone F u smjeru okomitom na smjer vjetra

$l_{F,d}$ -duljina zone F u smjeru vjetra

Odabrana vrsta ravnog krova: S nadozidima visina nadozida hp= 0.3

| hp/h=0.04 | F | G | H | I | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pe,10}$ | -1.50 | -1.00 | -0.70 | -0.60 | 0.20 |
| $C_{pe,1}$ | -2.10 | -1.70 | -1.20 | -0.60 | 0.20 |
| Tablica vrijednosti koeficijenata vanjskoga tlaka za ravni krov pri djelovanju vjetra iz X smjera | | | | | |

| | F | G | H | I | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pi,10}$(tlak) | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| $C_{pi,10}$ (podtlak) | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 |
| Tablica vrijednosti koeficijenata unutarnjeg tlaka za ravni krov | | | | | |

| W1 | F | G | H | I | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pe,10}$ | -1.50 | -1.00 | -0.70 | -0.60 | 0.20 |
| $C_{pi,10}$ | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| $q_p(z_e)$ | 3.336 | 3.336 | 3.336 | 3.336 | 3.336 |
| $w_{uk}$ (kN/m$^2$) | -5.672 | -4.004 | -3.003 | -2.669 | 0.000 |

| | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|
| $w_1$ (kN/m$^2$) | -5.672 | -4.004 | -3.003 | -2.669 |
| $w_2$ (kN/m$^2$) | -5.672 | -4.004 | -3.003 | 0.000 |
| Rezultirajuće djelovanje vjetrova $W_1$ i $W_2$ (kN/m$^2$) na ravni krov pri djelovanju vjetra iz X smjera | | | | |

| W2 | F | G | H | I | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pe,10}$ | -1.50 | -1.00 | -0.70 | -0.60 | 0.20 |
| $C_{pi,10}$ | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 |
| $q_p(z_e)$ | 3.336 | 3.336 | 3.336 | 3.336 | 3.336 |
| $w_{uk}$ (kN/m$^2$) | -4.004 | -2.335 | -1.335 | -1.001 | 1.668 |

| | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|
| $w_3$ (kN/m$^2$) | -4.004 | -2.335 | -1.335 | -1.001 |
| $w_4$ (kN/m$^2$) | -4.004 | -2.335 | -1.335 | 1.668 |
| Rezultirajuće djelovanje vjetrova $W_3$ i $W_4$ (kN/m$^2$) na ravni krov pri djelovanju vjetra iz X smjera | | | | |

| | |
|---|---|
| b (duljina u smjeru okomitom na smjer djelovanja vjetra)= | **62.35 m** |
| d (duljina u smjeru djelovanja vjetra)= | **25.85 m** |
| h (visina zgrade prema slici)= | **8.00 m** |

| | |
|---|---|
| e=min(b,2h)= | **16.00 m** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $l_{F,d}$ (duljina zone F)= | **1.60 m** | $l_{F,b}$ (duljina zone F)= | **4.00 m** |
| $l_{G,d}$ (duljina zone G)= | **1.60 m** | $l_{G,b}$ (duljina zone G)= | **54.35 m** |
| $l_{H,d}$ (duljina zone H)= | **6.40 m** | $l_{H,b}$ (duljina zone H)= | **62.35 m** |
| $l_{I,d}$ (duljina zone I)= | **17.85 m** | $l_{I,b}$ (duljina zone I)= | **62.35 m** |

Oznaka: $l_{F,b}$ -duljina zone F u smjeru okomitom na smjer vjetra

$l_{F,d}$ -duljina zone F u smjeru vjetra

Odabrana vrsta ravnog krova: S nadozidima visina nadozida hp= 0.9

| hp/h=0.11 | F | G | H | I | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pe,10}$ | -1.20 | -0.80 | -0.70 | -0.60 | 0.20 |
| $C_{pe,1}$ | -1.80 | -1.40 | -1.20 | -0.60 | 0.20 |
| Tablica vrijednosti koeficijenata vanjskoga tlaka za ravni krov pri djelovanju vjetra iz Y smjera | | | | | |

| | F | G | H | I | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pi,10}$(tlak) | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| $C_{pi,10}$ (podtlak) | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 |
| Tablica vrijednosti koeficijenata unutarnjeg tlaka za ravni krov | | | | | |

| W1 | F | G | H | I | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pe,10}$ | -1.20 | -0.80 | -0.70 | -0.60 | 0.20 |
| $C_{pi,10}$ | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| $q_p(z_e)$ | 3.336 | 3.336 | 3.336 | 3.336 | 3.336 |
| $w_{uk}$ (kN/m$^2$) | -4.671 | -3.336 | -3.003 | -2.669 | 0.000 |

| | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|
| $w_1$ (kN/m$^2$) | -4.671 | -3.336 | -3.003 | -2.669 |
| $w_2$ (kN/m$^2$) | -4.671 | -3.336 | -3.003 | 0.000 |
| Rezultirajuće djelovanje vjetrova $W_1$ i $W_2$ (kN/m$^2$) na ravni krov pri djelovanju vjetra iz Y smjera | | | | |

| W2 | F | G | H | I | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_{pe,10}$ | -1.20 | -0.80 | -0.70 | -0.60 | 0.20 |
| $C_{pi,10}$ | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 | -0.30 |
| $q_p(z_e)$ | 3.336 | 3.336 | 3.336 | 3.336 | 3.336 |
| $w_{uk}$ (kN/m$^2$) | -3.003 | -1.668 | -1.335 | -1.001 | 1.668 |

| | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|
| $w_3$ (kN/m$^2$) | -3.003 | -1.668 | -1.335 | -1.001 |
| $w_4$ (kN/m$^2$) | -3.003 | -1.668 | -1.335 | 1.668 |
| Rezultirajuće djelovanje vjetrova $W_3$ i $W_4$ (kN/m$^2$) na ravni krov pri djelovanju vjetra iz Y smjera | | | | |

ZAKLJUČAK: Za armirano-betonske zidove je dominantno horizontalno opterećenje na lokaciji seizmičko te utjecaj vjetra za te pozicije neće biti razmatran. Za krov građevine je u programu Scia 25.1 vjetar u modelu zadan pomoću opcije „3D Wind generator“.

## 4.6. Seizmička analiza

Potresne sile proračunate su metodom višemodalne (spektralne) analize prema EC-8 pomoću računalnog programa Scia Engineer 25.1.

Predmetna lokacija Vir se nalazi u potresnoj zoni za koju je definirano poredbeno vršno ubrzanje temeljnog tla $a_{gR}$=0,159 g za povratni period T=475 god, odnosno $a_{gR}$=0,083 g za povratni period T=95 god.




*Slika 9: Prikaz vršnog ubrzanja temeljnog tla za povratni period T=475 god i T=95 god*

Građevina je temeljena na temeljnom tlu klase A.

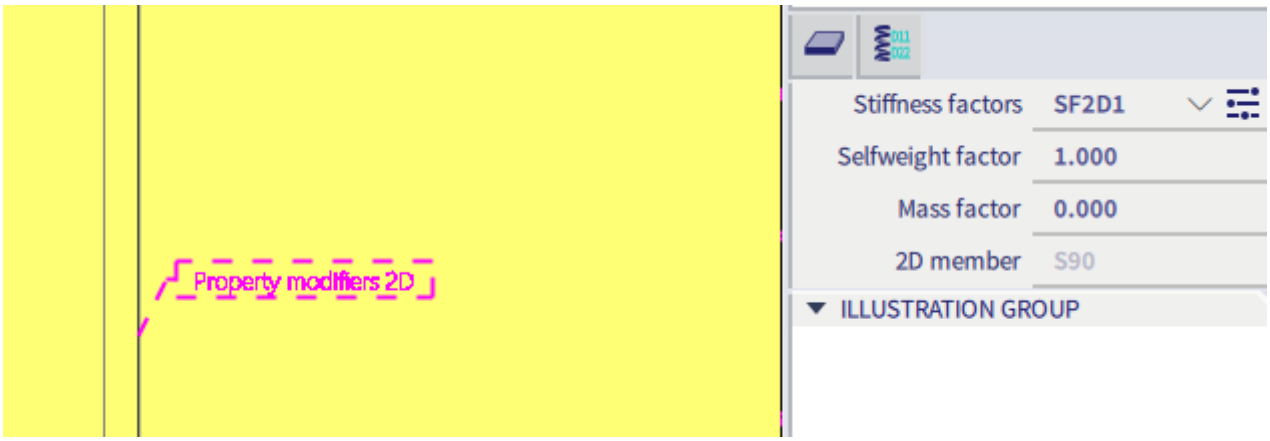
*Tablica 4: Razred važnosti*

| Razred važnosti | Zgrade |
|---|---|
| I | Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost, npr. poljoprivredne zgrade itd. |
| II | Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama |
| III | Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem, npr. škole, dvorane za skupove, kulturne institucije itd. |
| IV | Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od životne važnosti za civilnu zaštitu, npr. bolnice, vatrogasne postaje, energane itd. |

Pretpostavlja se srednja klasa (DCM) duktilnog ponašanja građevine. S obzirom na važnost građevina spada u razred važnosti III, te je potrebno ubrzanje tla dodatno pomnožiti sa koeficijento γI=1.2.

$a_g = a_{gR} * \gamma I = 0.159 * 1.2 =$ **0.191g**

Masa podrumske etaže je u modelu isključena iz proračuna na potres.



## Faktor ponašanja

**PRORAČUN FAKTORA PONAŠANJA**

| | |
|---|---|
| Kriterij tlocrtne pravilnosti: | Nije zadovoljen |
| Kriterij pravilnosti po visini: | Nije zadovoljen |
| Klasa duktilosti: | DCM |

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5$$

$q - gornja\ granična\ vrijednost\ faktora\ ponašanja$

$q_0 - osnovna\ vrijednost\ faktora\ ponašanja$

$k_w - faktor\ kojim\ se\ uzima\ u\ obzir\ prevladavajući\ oblik\ sloma$

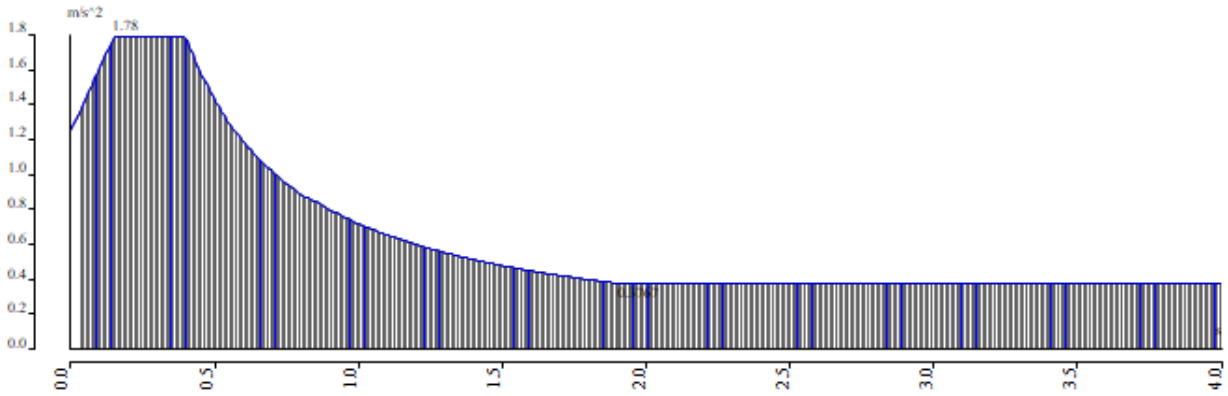
| | |
|---|---|
| Tip konstrukcije: | Sustav povezanih zidova |
| | (dvojni sustavi istovrijedni zidnim ili sustavi povezanih zidova) |

| | | |
|---|---|---|
| $q_0$= | 2.64 | (vrijednost smanjena za 20%) |
| $k_w$= | 1 | |
| q= | **2.64** | |

U sljedećoj tablici su prikazani parametri uzeti za seizmičku analizu objekta:

| |
|---|
| Norma - Eurocode |
| Tip tla - A |
| Smjer - Horizontal |
| Tip spektra - tip 1 |
| Koeficijent ubrzanja – 0.192 |
| ag – proračunsko ubrzanje – 1.883 |
| beta - 0.2 |
| q – faktor ponašanja – 2.640 |

*Slika 10: Parametri za seizmički proračun objekta*




*Slika 11: Prikaz elastičnog spektra za seizmički proračun*

**Relativna modalna masa**

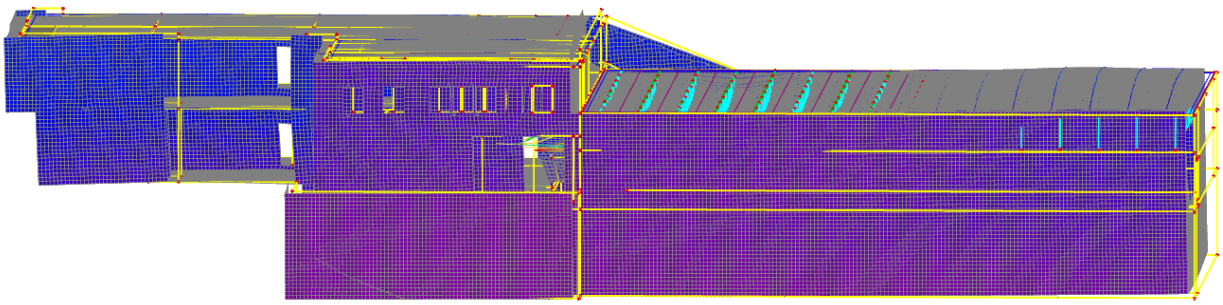
| Mode | Omega [rad/s] | Period [s] | Freq. [Hz] | $\Gamma_{xi}$ | $\Gamma_{yi}$ | $\Gamma_{zi}$ | $W_{xi}/W_{xtot}$ | $W_{yi}/W_{ytot}$ | $W_{zi}/W_{ztot}$ | $W_{xi_R}/W_{xtot_R}$ | $W_{yi_R}/W_{ytot_R}$ | $W_{zi_R}/W_{ztot_R}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 27.3496 | 0.23 | 4.35 | 46.4906 | -25.0326 | 834.7388 | 0.0003 | 0.0001 | 0.1003 | 0.0045 | 0.0634 | 0.0000 |
| 2 | 27.746 | 0.23 | 4.42 | -19.6284 | -8.2452 | 234.8627 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0079 | 0.0010 | 0.0148 | 0.0000 |
| 3 | 36.6156 | 0.17 | 5.83 | -52.7737 | 58.9500 | 176.8449 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0045 | 0.0091 | 0.0030 | 0.0004 |
| 4 | 39.3585 | 0.16 | 6.26 | -16.4569 | 2476.4113 | 11.5877 | 0.0000 | 0.8827 | 0.0000 | 0.0353 | 0.0000 | 0.0373 |
| 5 | 41.0155 | 0.15 | 6.53 | 320.3761 | 367.4327 | -33.3514 | 0.0148 | 0.0194 | 0.0002 | 0.0005 | 0.0000 | 0.8458 |
| 6 | 41.2837 | 0.15 | 6.57 | 2171.1411 | -62.3685 | -23.3212 | 0.6785 | 0.0006 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0168 | 0.0364 |
| 7 | 45.0217 | 0.14 | 7.17 | 1159.8311 | 32.8626 | 41.5964 | 0.1936 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0095 | 0.0039 |
| 8 | 46.7713 | 0.13 | 7.44 | -658.9025 | -45.1044 | -20.4295 | 0.0625 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0087 | 0.0127 |
| 9 | 54.8052 | 0.11 | 8.72 | -2.6428 | 41.3270 | 533.0677 | 0.0000 | 0.0002 | 0.0409 | 0.0039 | 0.0160 | 0.0000 |
| 10 | 61.5237 | 0.10 | 9.79 | -185.8341 | -106.8564 | -59.1031 | 0.0050 | 0.0016 | 0.0005 | 0.0042 | 0.0000 | 0.0003 |
| 11 | 65.1557 | 0.10 | 10.37 | 171.2044 | -191.2374 | -194.5630 | 0.0042 | 0.0053 | 0.0054 | 0.0098 | 0.0000 | 0.0262 |
| 12 | 70.9743 | 0.09 | 11.30 | -134.6187 | -386.0094 | 361.9764 | 0.0026 | 0.0214 | 0.0189 | 0.2586 | 0.0030 | 0.0004 |
| 13 | 71.8338 | 0.09 | 11.43 | -70.2663 | 94.8565 | -597.2255 | 0.0007 | 0.0013 | 0.0513 | 0.0610 | 0.0960 | 0.0003 |
| 14 | 73.8569 | 0.09 | 11.75 | -130.7241 | 7.8033 | 305.5431 | 0.0025 | 0.0000 | 0.0134 | 0.0390 | 0.0107 | 0.0002 |
| 15 | 77.3861 | 0.08 | 12.32 | 2.7242 | 16.3523 | -347.5303 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0174 | 0.0006 | 0.0044 | 0.0011 |
| 16 | 78.8105 | 0.08 | 12.54 | -107.6845 | 88.9502 | 160.5611 | 0.0017 | 0.0011 | 0.0037 | 0.0012 | 0.0060 | 0.0027 |
| 17 | 86.3949 | 0.07 | 13.75 | -179.3898 | 350.8329 | 610.5221 | 0.0046 | 0.0177 | 0.0537 | 0.1759 | 0.0767 | 0.0051 |
| 18 | 88.6281 | 0.07 | 14.11 | -152.3758 | 8.3422 | -596.3687 | 0.0033 | 0.0000 | 0.0512 | 0.0002 | 0.0483 | 0.0002 |
| | | | | | | | 0.9748 | 0.9526 | 0.3697 | 0.6052 | 0.3774 | 0.9732 |

*Slika 12: Prikaz perioda, frekvencija i aktiviranih masa za prvih 18 modova*

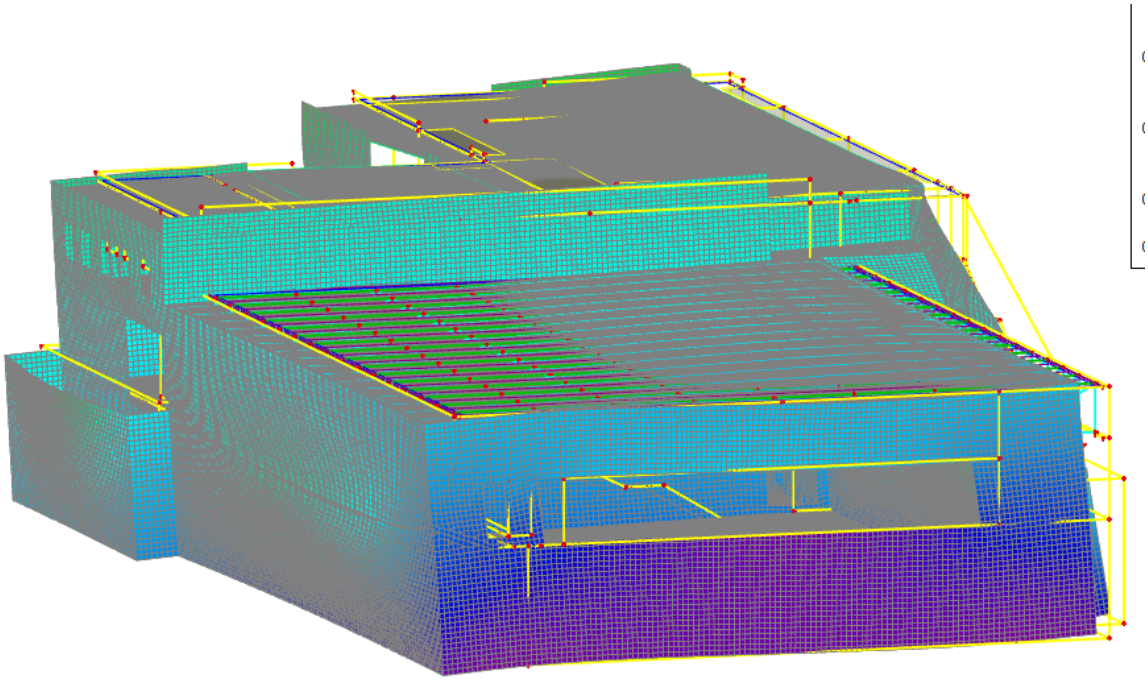
U prvih 18 modova se aktiviralo preko 97% mase u smjeru x i preko 95% mase u smjeru y.

| Sudjelujuće mase: |
|---|
| g |
| dg |
| q |
| |

| Kombinacija masa: | Masa: | Koeficijent: |
|---|---|---|
| CM1 | g | 1.00 |
| | dg | 1.00 |
| | q | 0.60 |



*Slika 13: Prikaz vlastitog vektora – translacija u x-smjeru (aksonometrija)*



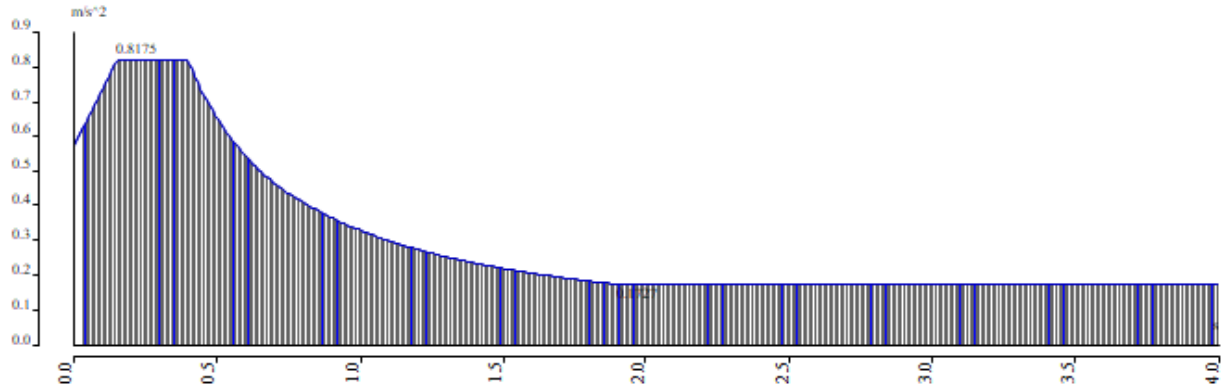
*Slika 14: Prikaz vlastitog vektora – translacija u y-smjeru (aksonometrija)*

### 4.6.1. Seizmička analiza – kontrola pomaka (GSU)

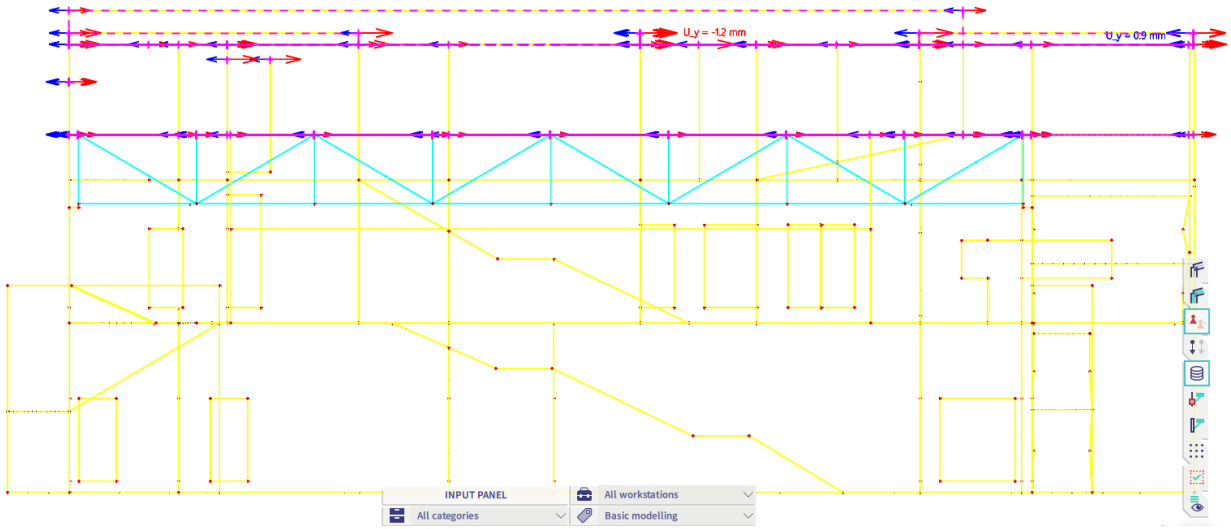
U sljedećoj tablici su prikazani parametri uzeti za seizmičku analizu pomaka objekta:

| |
|---|
| Norma - Eurocode |
| Tip tla - A |
| Smjer - Horizontal |
| Tip spektra - tip 1 |
| Koeficijent ubrzanja - 0.088 |
| ag – proračunsko ubrzanje – 0,863 |
| beta - 0.2 |
| q – faktor ponašanja – 1.000 |

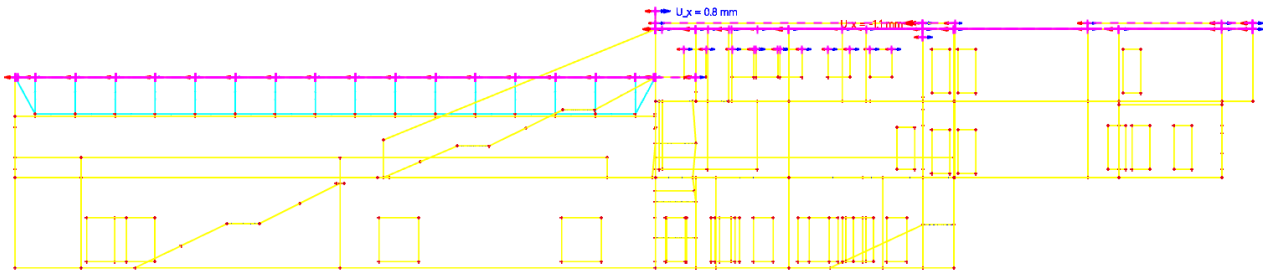
*Slika 15: Parametri za seizmički proračun objekta*




*Slika 16: Prikaz elastičnog spektra za proračun pomaka*




*Slika 17: Horizontalni pomak konstrukcije od seizmičke kombinacije opterećenja – $U_y$ (mm)*




*Slika 18: Horizontalni pomak konstrukcije od seizmičke kombinacije opterećenja – $U_x$ (mm)*

Dopušteni pomak kata konstrukcije: H/300 = 8000/300 = 26,67 mm

Očitani maksimalni pomak: $U_y$=1,2 mm

**ZAKLJUČAK:** Pomak konstrukcije uslijed seizmičkog opterećenja je zanemariv.

# 5. AB MONOLITNI ELEMENTI KONSTRUKCIJE - PRORAČUN

## 5.1. AB PLOČE

### 5.1.1. Temeljne ploče pozicije 000

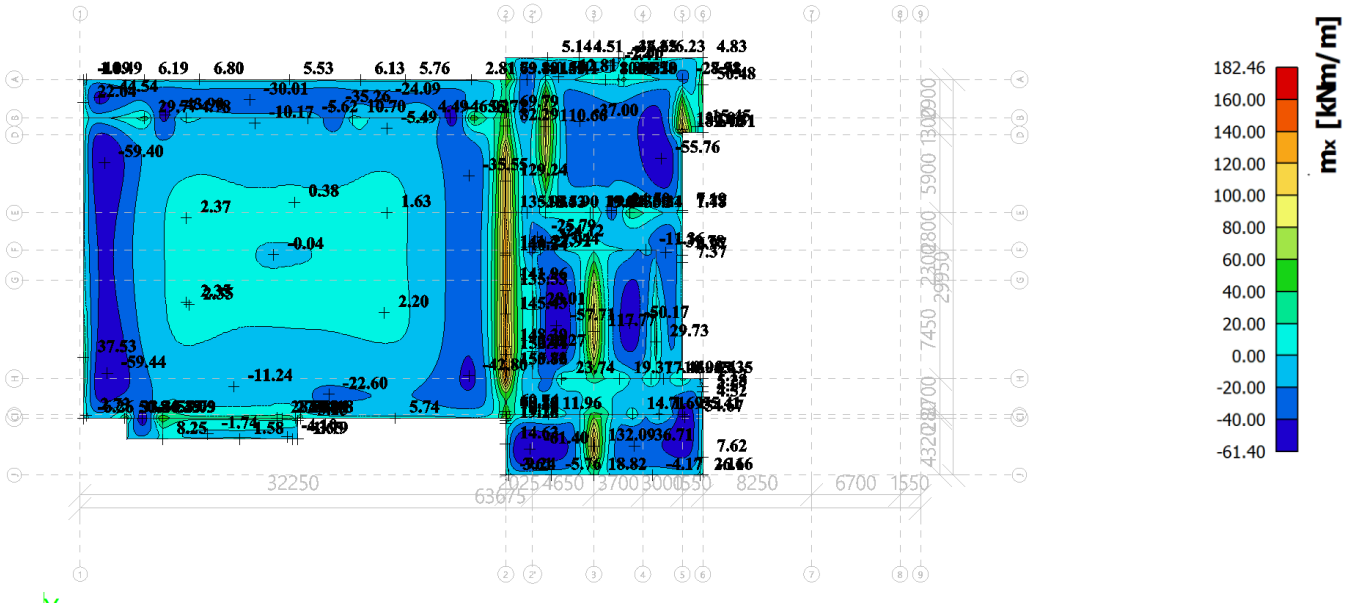
| Pozicija | Materijal | Debljina [cm] |
|---|---|---|
| POZ 001 | C30/37 | 50 |
| POZ 002 | C30/37 | 50 |

#### 5.1.1.1. Ploča pozicije 001

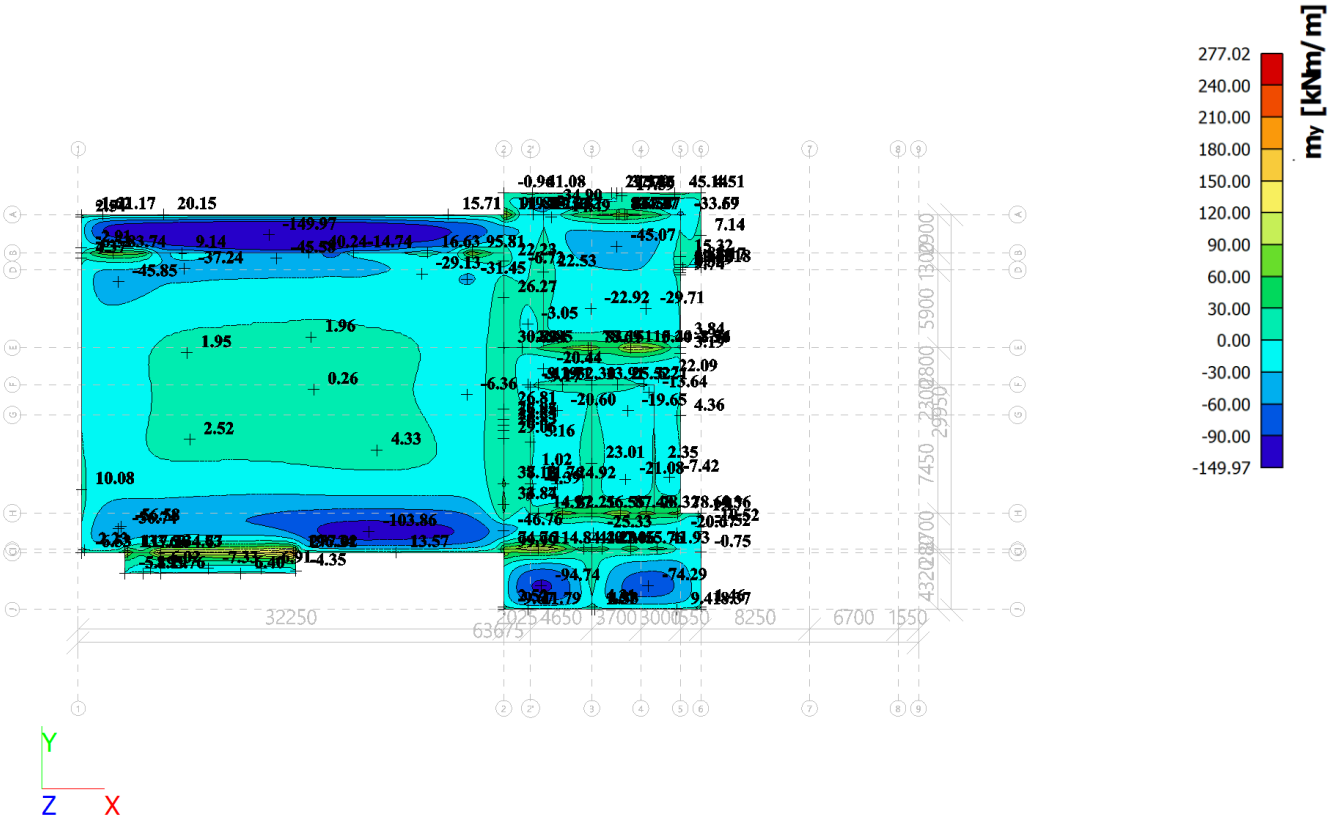
#### 5.1.1.2. Granično stanje nosivosti – rezne sile

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $m_x$ [kNm/m] $m_y$ [kNm/m] |
|---|---|---|---|
| POZ 001 | 43,070<br>15,974<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/1 | **-61,40**<br>-84,02 |
| POZ 001 | 54,625<br>39,950<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/2 | **182,46**<br>29,38 |
| POZ 001 | 23,450<br>42,403<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/3 | -29,61<br>**-149,97** |
| POZ 001 | 25,500<br>18,320<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/2 | 45,66<br>**277,02** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |



*Slika 19: Moment u x-smjeru za ploču pozicije 001 (kNm/m')*




*Slika 20: Moment u y-smjeru za ploču pozicije 001 (kNm/m')*

### 5.1.1.3. Granično stanje nosivosti – potrebna armatura

Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploču debljine 40 cm prema sljedećem postupku:

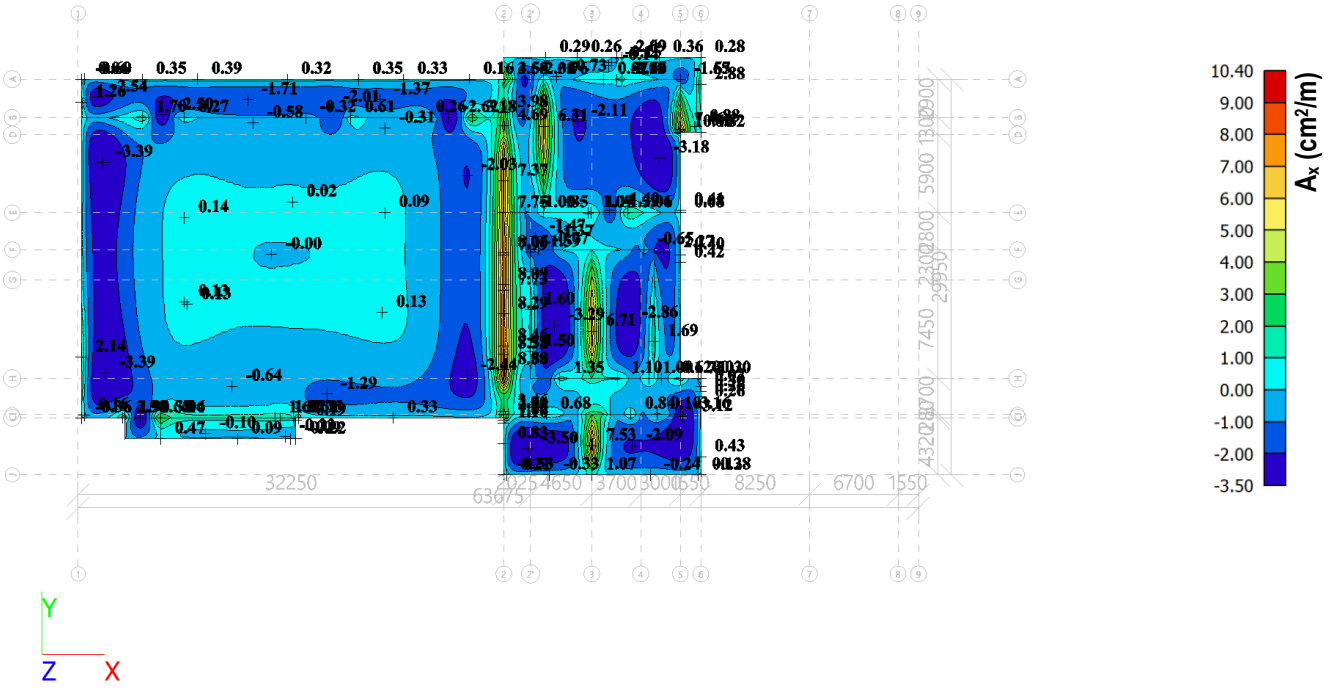
$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

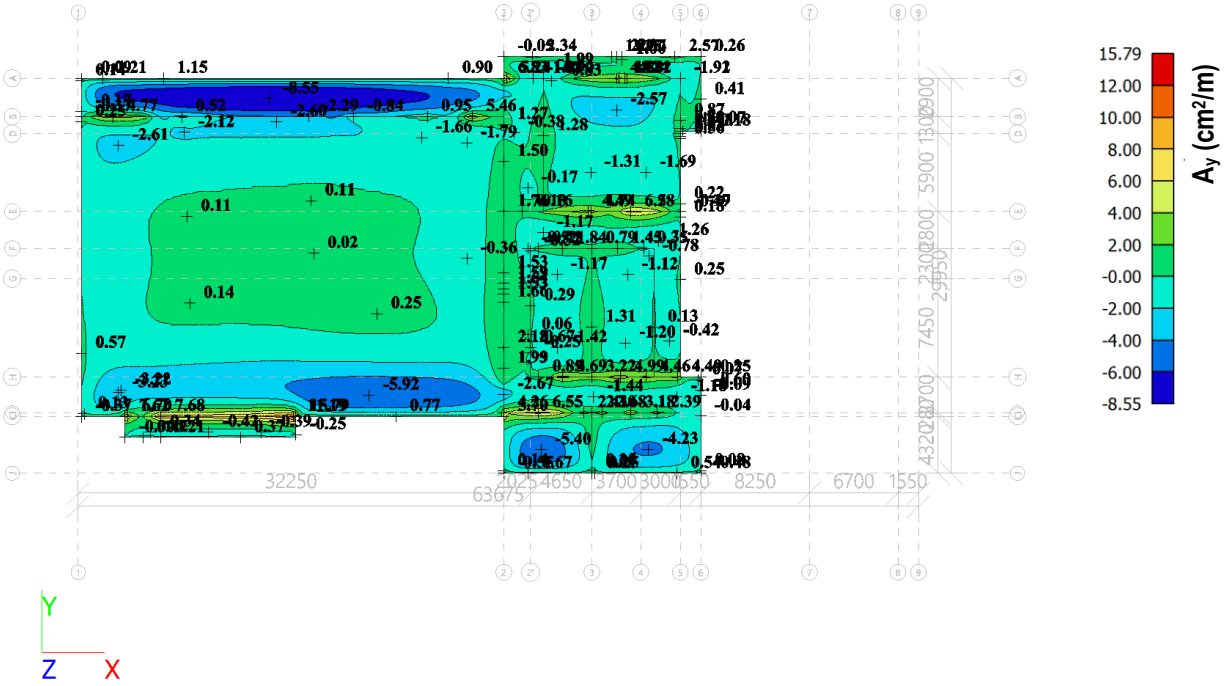
zaštitni sloj: 3,5 cm

| ***Debljina ploče - $d_{pl.}$*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **50 cm** | 45,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,057*** |

| | **Kombinacija:** |
|---|---|
| Arm d=50 (auto)/1 | 0.057 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14) |
| Arm d=50 (auto)/1 | 0.057 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10) |
| Arm d=50 (auto)/1 | 0.057 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6) |




*Slika 21: Potrebna armatura u x-smjeru za ploče pozicije 001 (cm²/m')*




*Slika 22: Potrebna armatura u y-smjeru za ploče pozicije 001 (cm²/m')*

### 5.1.1.4. Odabrana armatura

**PLOČA POZICIJE 001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| zaštitni sloj : | 3,50 cm | Beton: | C 30/37 |
| debljina ploče $d_{pl.}$: | 50,00 cm | Armatura: | B 500B |

Minimalna armatura (cm²/m')

$$A_{s,min.} = max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0.0013 \cdot b_t \cdot d\right)$$

$A_{s,min.}$ = 6,78 (cm2/m')

**Odabrana armatura gornje zone ploče**

| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q785 | Ø10 / 20 | 7,85+3,93=11,78 | **As=11,78 cm²/m'** |

● *Mrežom Q785 armirati gornju zonu ploče uz dodatak šipki prema dijagramu armature u gornjoj zoni.*

**Odabrana armatura donje zone ploče**

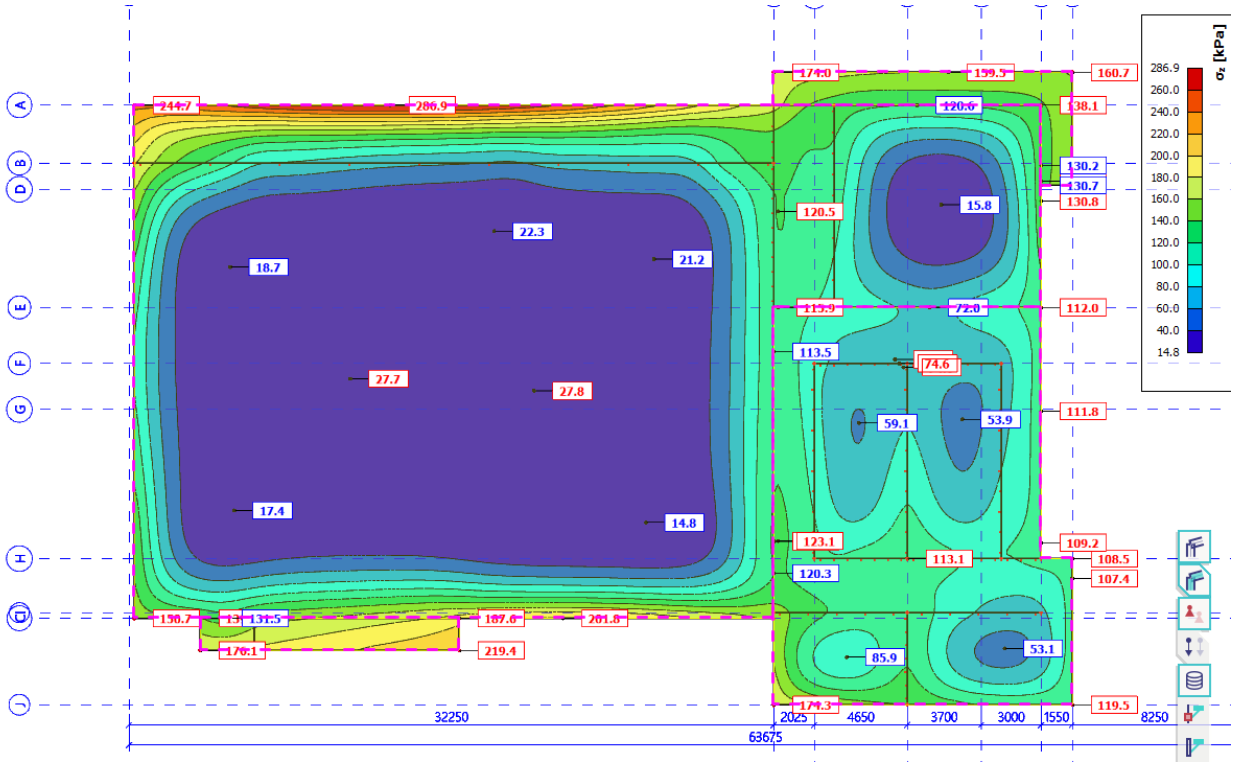
| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q785 | Ø12 / 20 | 7,85+5,65=13,5 | **As=13,5 cm²/m'** |

● *Mrežom Q785 armirati donju zonu ploče uz dodatak šipki prema dijagramu potrebne armature.*

## 5.1.1.5. Provjera naprezanja

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $\tau_{zx}$ [kPa] | $\tau_{yz}$ [kPa] | $\sigma_z$ [kPa] |
|---|---|---|---|---|---|
| POZ 001 | 41,250<br>14,000<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/1 | **-1,7** | 0,1 | 174,3 |
| POZ 001 | 9,250<br>43,950<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/2 | **1,9** | 2,2 | 244,6 |
| POZ 001 | 9,250<br>24,102<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/3 | 0,4 | **-0,9** | 125,1 |
| POZ 001 | 9,250<br>43,950<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/4 | 1,9 | **2,2** | 244,6 |
| POZ 001 | 34,850<br>23,105<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/5 | -0,1 | 0,3 | **6,5** |
| POZ 001 | 22,050<br>43,950<br>0,000 | ULS-Set B (auto)/4 | 0,4 | -0,1 | **286,9** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |
| ULS-Set B (auto)/4 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |
| ULS-Set B (auto)/5 | G + dG + 0.75*s + dg, ploca + 1.50*3DWind14 |




*Slika 23: Naprezanja- $\sigma_z$ (kPa)*

$\sigma_{z,max} = 286.9\ kPa$

$\sigma_{dop} = 600\ kPa$

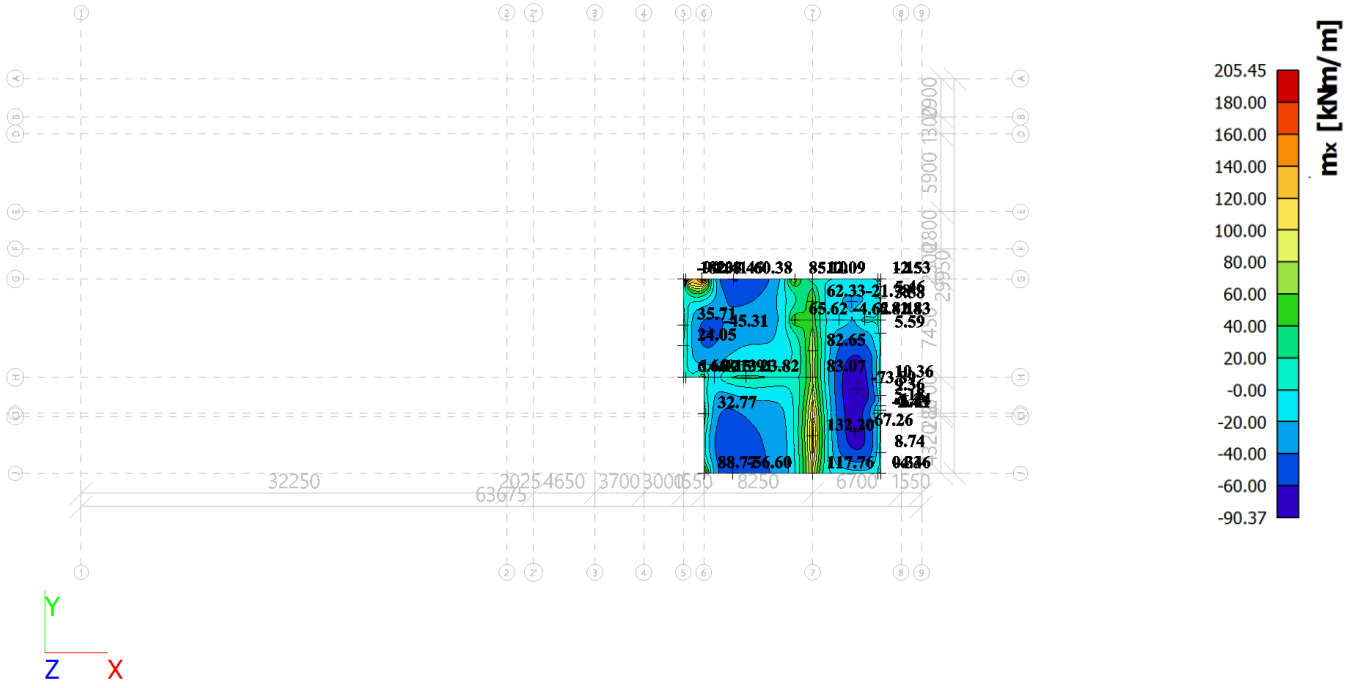
$\sigma_z < \sigma_{dop}$ *...provjera naprezanja zadovoljava*

### 5.1.1.6. Ploča pozicije 002

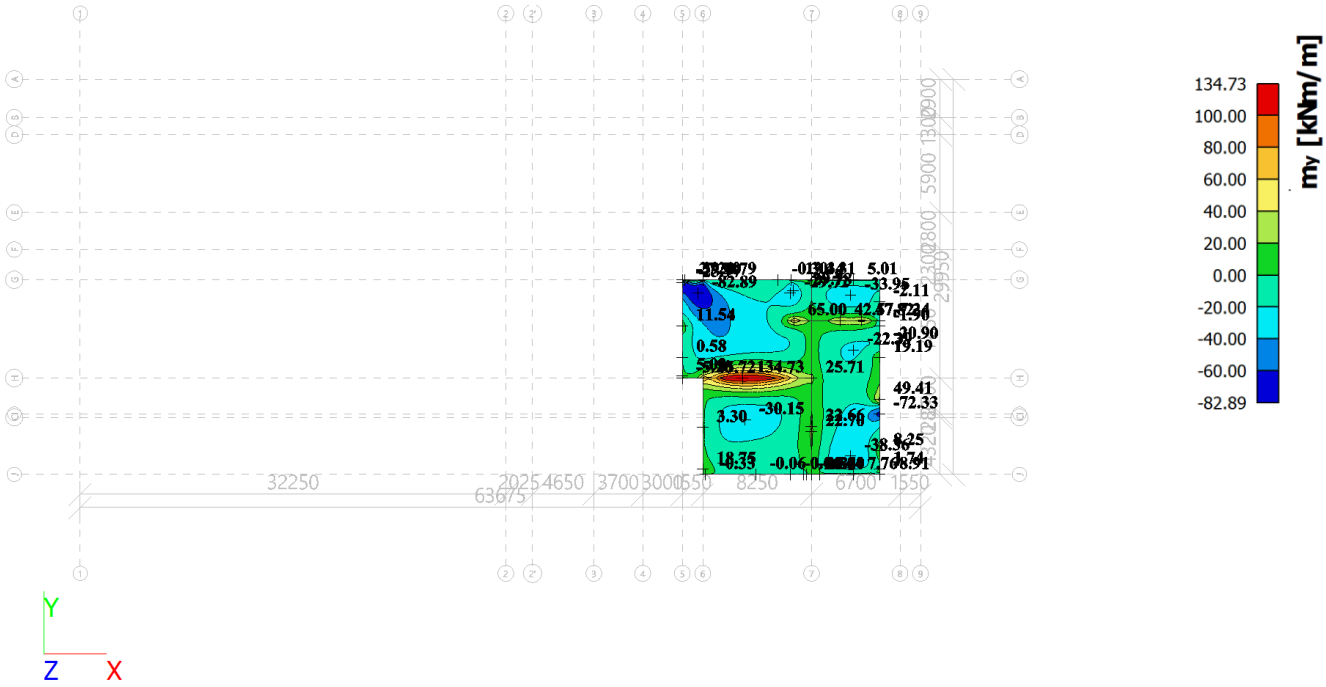
### 5.1.1.7. Granično stanje nosivosti – rezne sile

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $m_x$ [kNm/m] $m_y$ [kNm/m] |
|---|---|---|---|
| POZ 002 | 54,625<br>28,750<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/1 | **-90,37**<br>-39,69 |
| POZ 002 | 56,025<br>28,750<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/2 | **205,45**<br>22,34 |
| POZ 002 | 55,825<br>27,743<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/3 | 50,22<br>**-82,89** |
| POZ 002 | 59,193<br>21,300<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/3 | 23,71<br>**134,73** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |




*Slika 24: Moment u x-smjeru za ploču pozicije 002 (kNm/m')*




*Slika 25: Moment u y-smjeru za ploču pozicije 002 (kNm/m')*

### 5.1.1.8. Granično stanje nosivosti – potrebna armatura

Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploču debljine 40 cm prema sljedećem postupku:

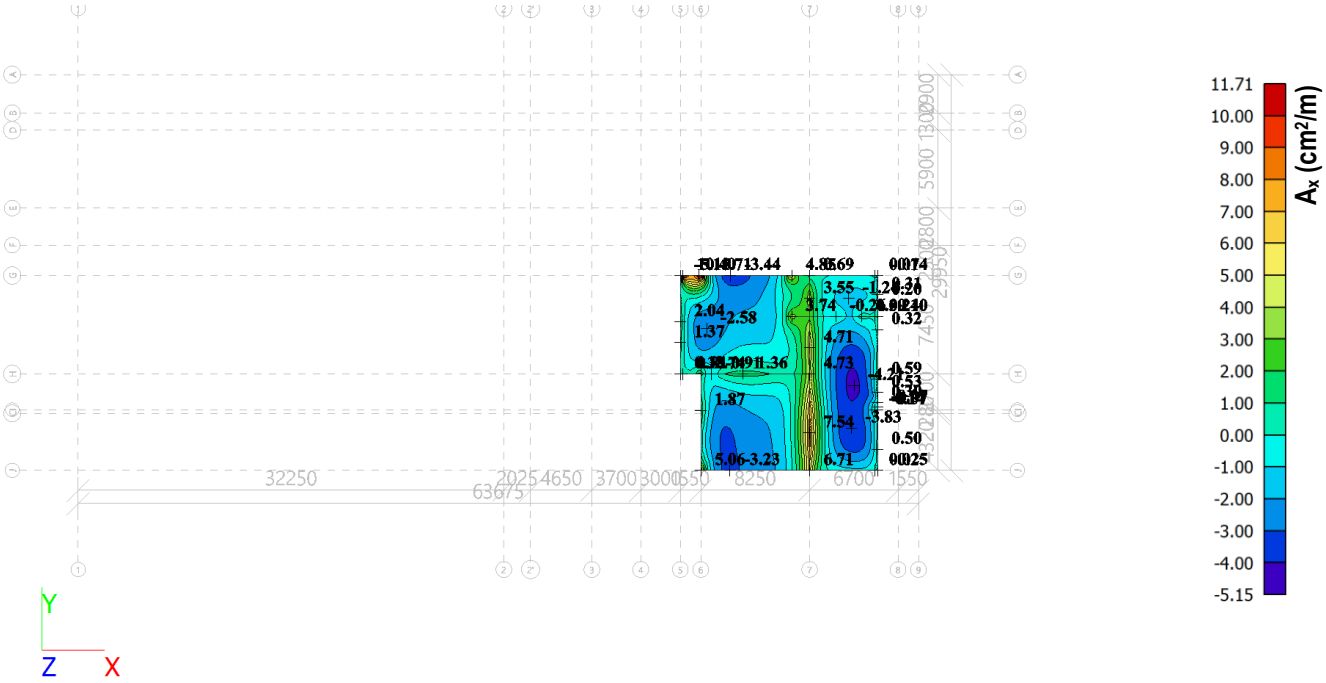
$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

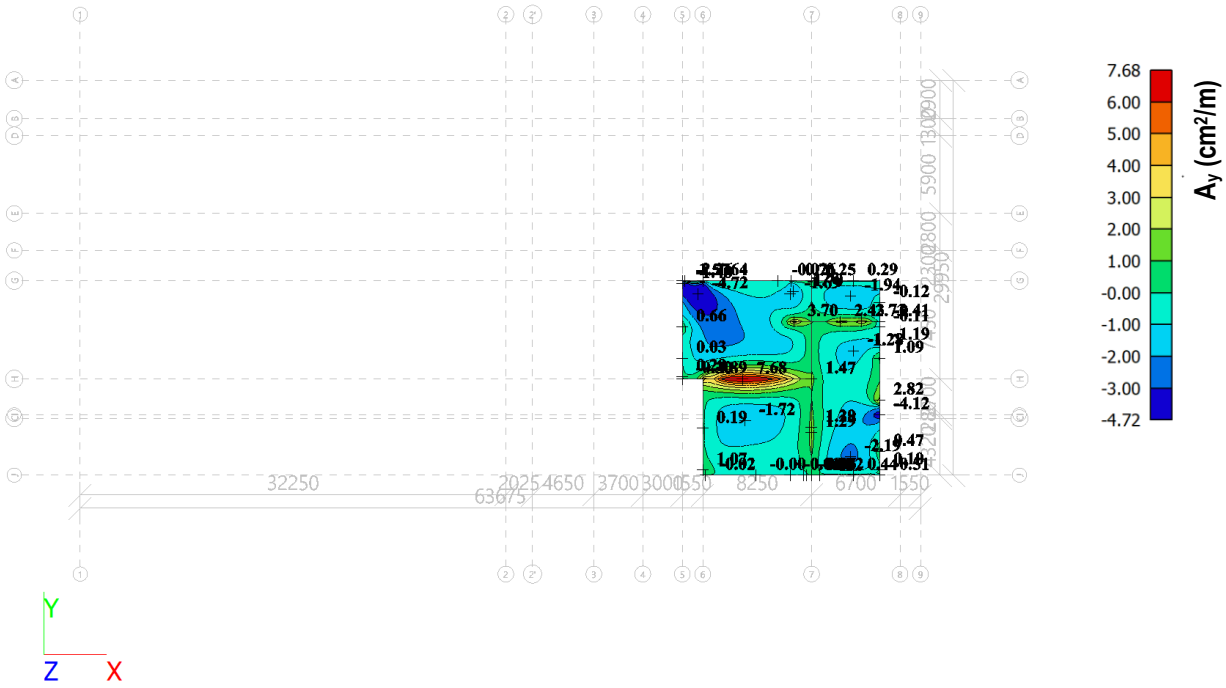
zaštitni sloj: 3,5 cm

| ***Debljina ploče - $d_{pl.}$*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **50 cm** | 45,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,057*** |

| | **Kombinacija:** |
|---|---|
| Arm d=50 (auto)/1 | 0.057 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6) |
| Arm d=50 (auto)/1 | 0.057 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2) |
| Arm d=50 (auto)/1 | 0.057 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14) |




*Slika 26: Potrebna armatura u x-smjeru za ploče pozicije 002 (cm²/m')*




*Slika 27: Potrebna armatura u y-smjeru za ploče pozicije 002 (cm²/m')*

### 5.1.1.9. Odabrana armatura

**PLOČA POZICIJE 002**

| | | | |
|---|---|---|---|
| zaštitni sloj : | 3,50 cm | Beton: | C 30/37 |
| debljina ploče $d_{pl.}$: | 50,00 cm | Armatura: | B 500B |

Minimalna armatura (cm²/m')

$$A_{s,min.} = max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0.0013 \cdot b_t \cdot d\right)$$

$A_{s,min.}$ = 6,78 (cm2/m')

**Odabrana armatura gornje zone ploče**

| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q785 | Ø10 / 20 | 7,85+3,93=11,78 | **As=11,78 cm²/m'** |

● *Mrežom Q785 armirati gornju zonu ploče uz dodatak šipki prema dijagramu armature u gornjoj zoni.*

**Odabrana armatura donje zone ploče**

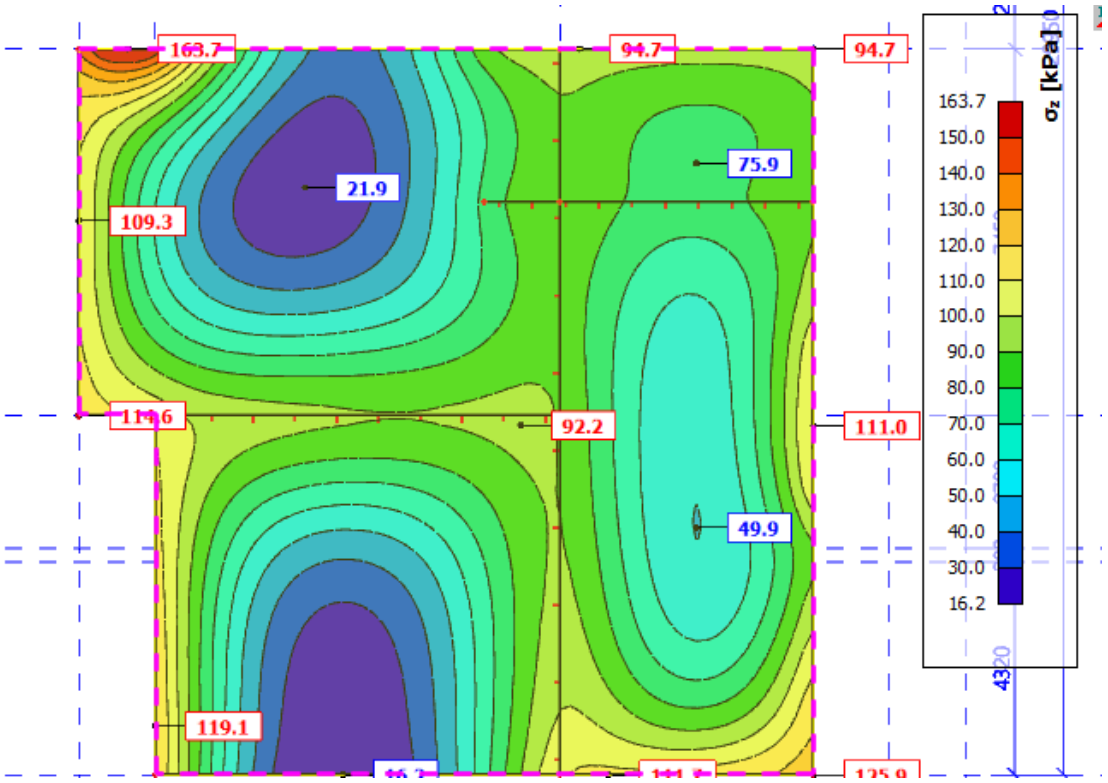
| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q785 | Ø12 / 20 | 7,85+5,65=13,5 | **As=13,5 cm²/m'** |

● *Mrežom Q785 armirati donju zonu ploče uz dodatak šipki prema dijagramu potrebne armature.*

## 5.1.1.10.Provjera naprezanja

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $\tau_{zx}$ [kPa] | $\tau_{yz}$ [kPa] | $\sigma_z$ [kPa] |
|---|---|---|---|---|---|
| POZ 002 | 56,175<br>14,000<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/1 | **0,0** | 0,1 | 69,0 |
| POZ 002 | 67,198<br>28,750<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/2 | **1,1** | -0,1 | 92,8 |
| POZ 002 | 69,575<br>23,468<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/2 | 0,9 | **-0,3** | 98,5 |
| POZ 002 | 54,625<br>21,300<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/2 | 0,6 | **0,3** | 114,6 |
| POZ 002 | 59,998<br>14,000<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/3 | 0,2 | 0,1 | **9,1** |
| POZ 002 | 55,625<br>28,750<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/4 | 0,8 | 0,0 | **163,7** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | G + dG + dg, ploca + 1.50*3DWind11 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/3 | G + dG + 0.75*s + dg, ploca + 1.50*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/4 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |




*Slika 28: Naprezanja- $\sigma_z$ (kPa)*

$\sigma_{z,max} = 163.7\ kPa$

$\sigma_{dop} = 600\ kPa$

$\sigma_z < \sigma_{dop}$ *...provjera naprezanja zadovoljava*

## 5.1.2. Ploče pozicije 100

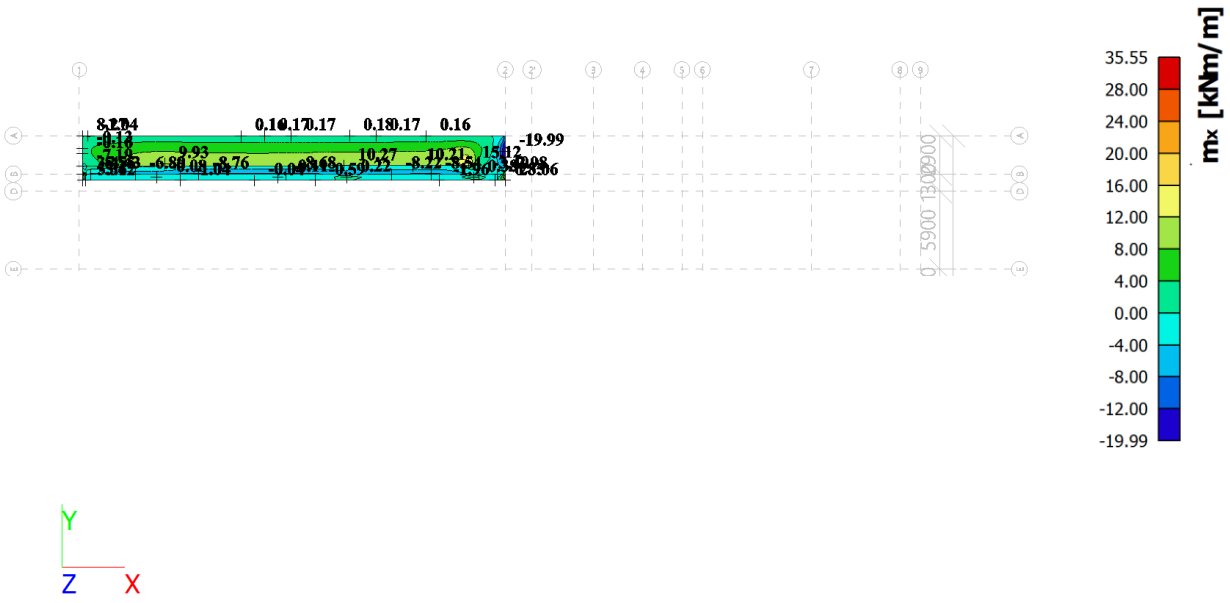
| Pozicija | Materijal | Debljina [cm] |
|---|---|---|
| POZ 101<br>POZ 101'<br>POZ 102 | C30/37 | 20 |

### 5.1.2.1. Ploča pozicije 101

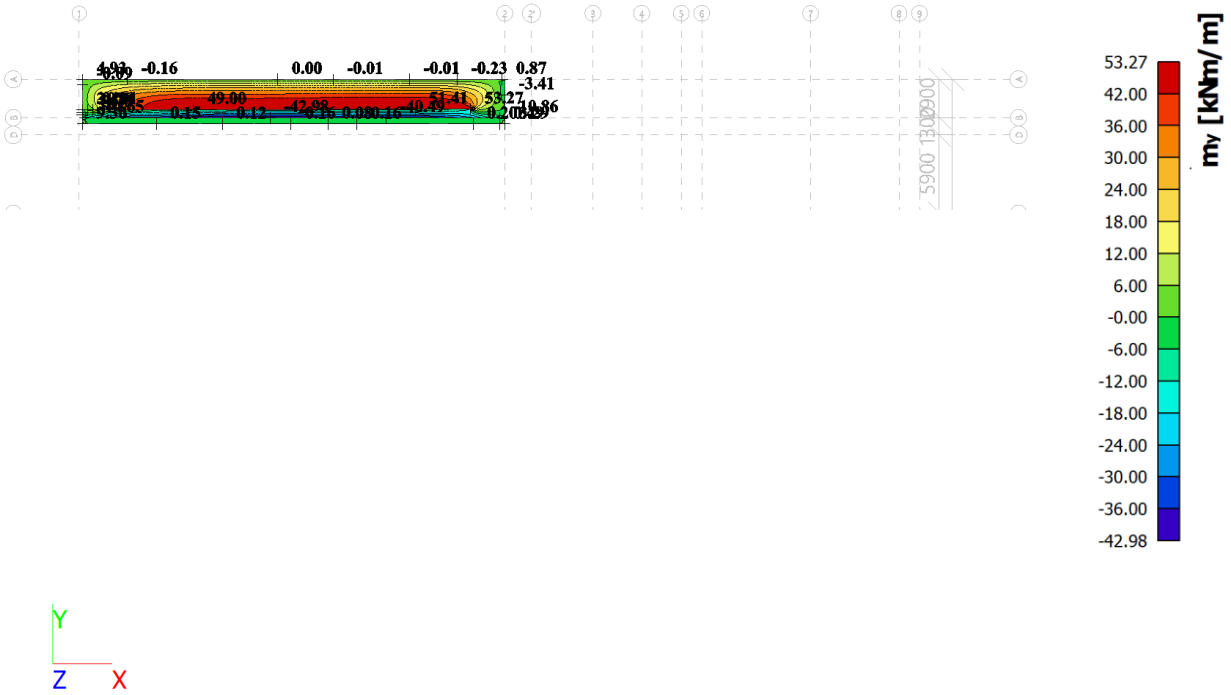
### 5.1.2.2. Granično stanje nosivosti – rezne sile

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $m_x$ [kNm/m]<br>$m_y$ [kNm/m] |
|---|---|---|---|
| POZ 101 | 41,250<br>42,790<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/1 | **-19,99**<br>-3,41 |
| POZ 101 | 9,250<br>41,050<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/2 | **35,55**<br>-0,71 |
| POZ 101 | 23,450<br>41,050<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/2 | -8,67<br>**-42,98** |
| POZ 101 | 38,650<br>41,700<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/3 | 14,11<br>**53,27** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind3 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind15 |




*Slika 29: Moment u x-smjeru za ploču pozicije 101 (kNm/m')*




*Slika 30: Moment u y-smjeru za ploču pozicije 101 (kNm/m')*

### 5.1.2.3. Granično stanje nosivosti – potrebna armatura

Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploču debljine 20 cm prema sljedećem postupku:

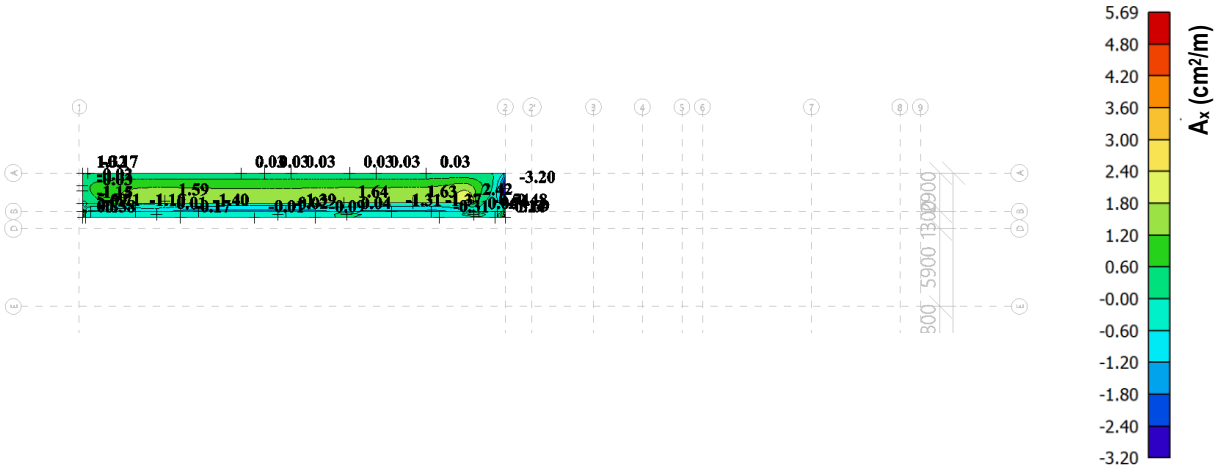
$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \qquad ; \zeta \approx 0.9$$

$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

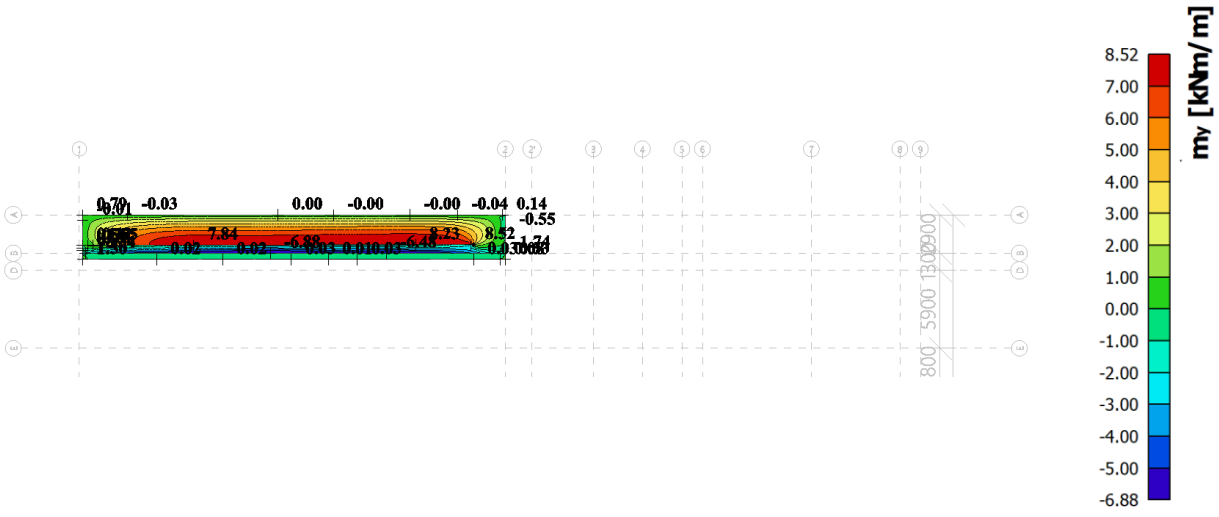
zaštitni sloj: 2,5 cm

| *Debljina ploče - $d_{pl.}$* | *statička visina - d* | *koef.* |
|---|---|---|
| **20 cm** | 16,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,160*** |

| | **Kombinacija:** |
|---|---|
| Arm d=20 (auto)/1 | 0.16 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind3) |
| Arm d=20 (auto)/2 | 0.16 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6) |
| Arm d=20 (auto)/3 | 0.16 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind15) |




*Slika 31: Potrebna armatura u x-smjeru za ploču pozicije 101 ($cm^2/m'$)*




*Slika 32: Potrebna armatura u y-smjeru za ploču pozicije 101 ($cm^2/m'$)*

### 5.1.2.4. Odabrana armatura

**PLOČA POZICIJE 101**

| | | | |
|---|---|---|---|
| zaštitni sloj : | 2,50 cm | Beton: | C 30/37 |
| debljina ploče $d_{pl.}$: | 20,00 cm | Armatura: | B 500B |

Minimalna armatura ($cm^2/m'$)

$$A_{s,min.} = max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0.0013 \cdot b_t \cdot d\right)$$

$A_{s,min.}$ = 2,41 (cm2/m')

**Odabrana armatura gornje zone ploče**

| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q385 | / | 3,85+0=3,85 | **As=3,85 $cm^2/m'$** |
| Q785 | / | 7,85+0=7,85 | **As=7,85 $cm^2/m'$** |

● *Mrežama Q385 i Q785 armirati gornju zonu ploče .*

**Odabrana armatura donje zone ploče**

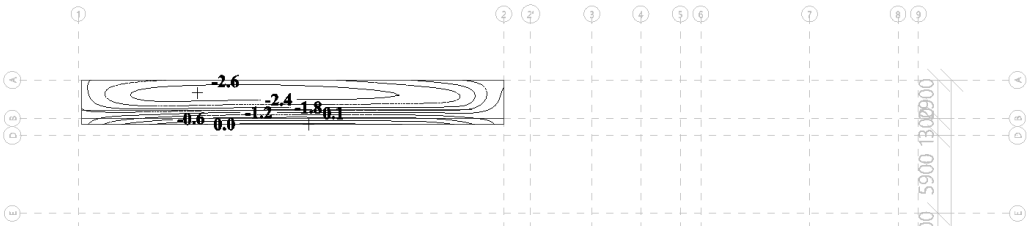
| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q785 | Ø10 / 20 | 7,85+3,93=11,78 | **As=11,78 $cm^2/m'$** |

● *Mrežama Q785 armirati donju zonu ploče uz dodatak šipki prema skici ojačanja u donjoj zoni. Na nekim mjestima, prateći dijagram armature, moguće je postaviti manju količinu armature u donjoj zoni.*

## 5.1.2.5. Granično stanje uporabljivosti - progibi

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $u_x$ [mm] | $u_y$ [mm] | $u_z$ [mm] | $U_{total}$ [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| POZ 101 | 10,850<br>40,570<br>4,500 | SLS-Char (auto)/1 | **-0,3** | 0,3 | -0,9 | 1,0 |
| POZ 101 | 37,050<br>40,570<br>4,500 | SLS-Char (auto)/2 | **0,1** | 0,0 | -0,2 | 0,2 |
| POZ 101 | 25,050<br>43,950<br>4,500 | SLS-Char (auto)/3 | -0,1 | **-0,2** | -2,1 | 2,1 |
| POZ 101 | 9,250<br>43,375<br>4,500 | SLS-Char (auto)/1 | -0,1 | **0,4** | -1,7 | 1,7 |
| POZ 101 | 18,050<br>42,983<br>4,500 | SLS-Char (auto)/4 | -0,1 | -0,1 | **-2,6** | **2,6** |
| POZ 101 | 26,450<br>40,570<br>4,500 | SLS-Char (auto)/5 | 0,0 | -0,2 | **0,1** | 0,3 |
| POZ 101 | 32,650<br>40,570<br>4,500 | SLS-Char (auto)/6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | **0,0** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| SLS-Char (auto)/1 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind14 |
| SLS-Char (auto)/2 | G + 0.70*q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 3DWind6 |
| SLS-Char (auto)/3 | G + 0.70*q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 3DWind10 |
| SLS-Char (auto)/4 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind6 |
| SLS-Char (auto)/5 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind2 |
| SLS-Char (auto)/6 | G + dG + dg, ploca + 3DWind3 |




*Slika 34: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 272,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,24 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 0,41 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 0,65 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$= | 1,09 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

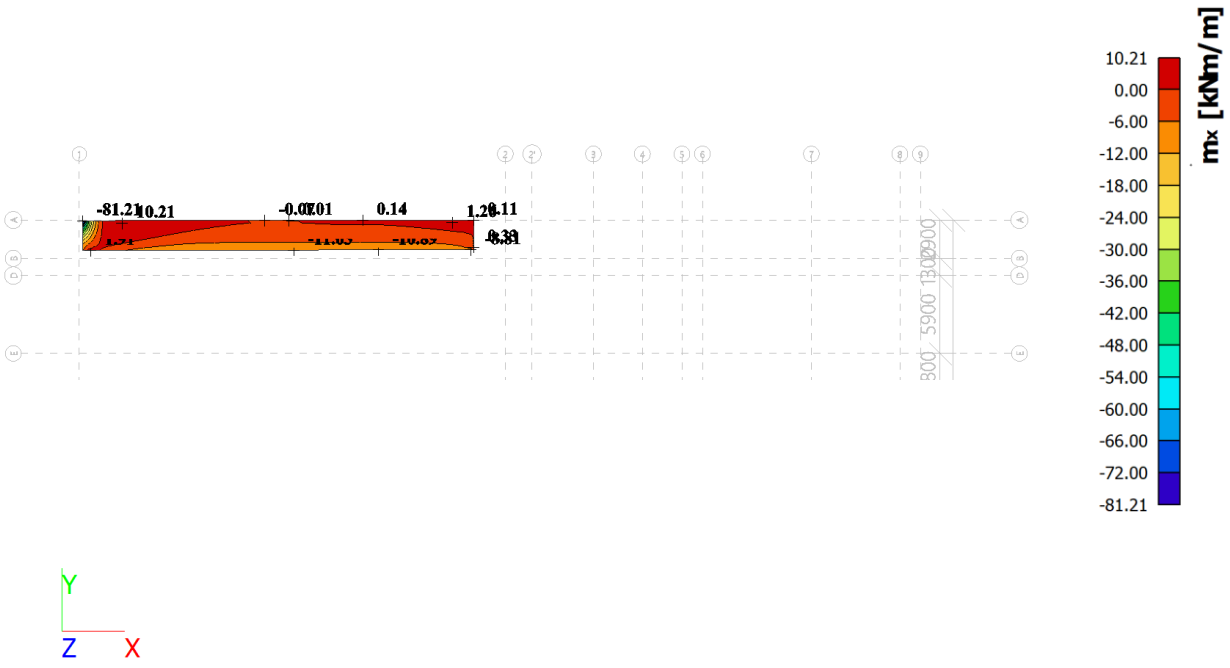
$f_{uk.} =$ 0,65 cm < $f_{p,dop.} =$ 1,09 cm

### 5.1.2.6. Ploča pozicije 101'

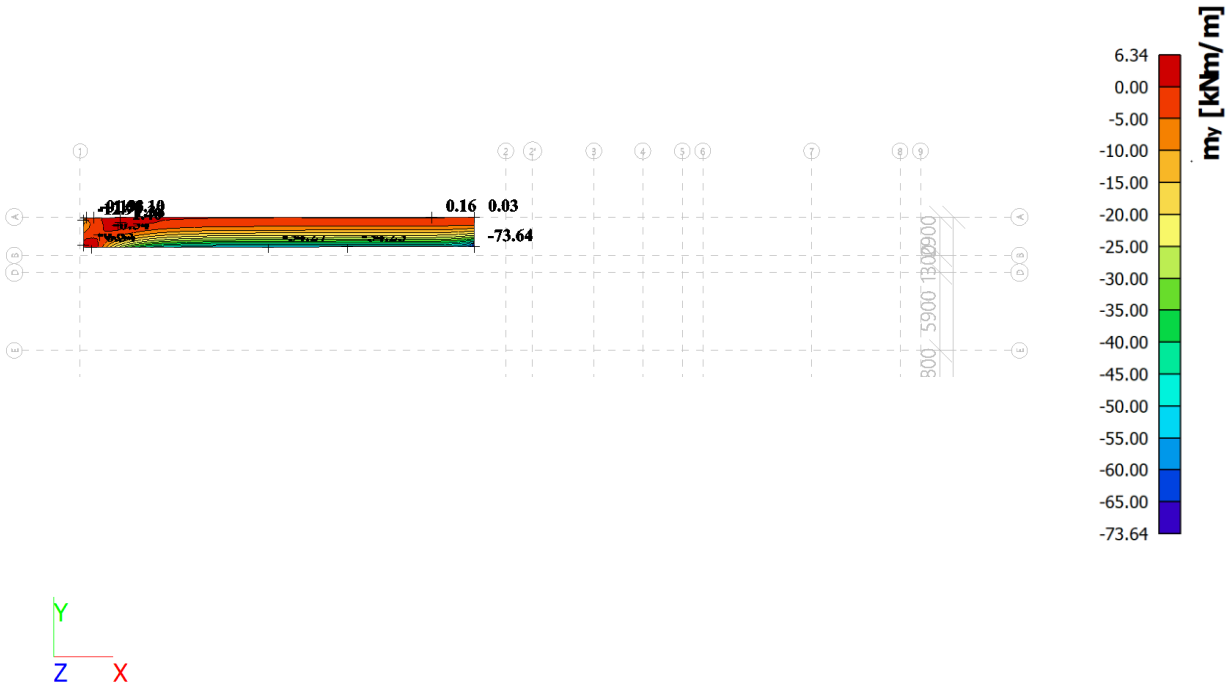
### 5.1.2.7. Granično stanje nosivosti – rezne sile

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $m_x$ [kNm/m] $m_y$ [kNm/m] |
|---|---|---|---|
| POZ 101' | 9,250<br>43,900<br>5,500 | ULS-Set B (auto)/1 | **-81,21**<br>-5,61 |
| POZ 101' | 12,250<br>43,718<br>5,417 | ULS-Set B (auto)/1 | **10,21**<br>0,56 |
| POZ 101' | 38,850<br>41,700<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/2 | -2,92<br>**-73,64** |
| POZ 101' | 9,850<br>41,651<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/1 | 1,91<br>**6,34** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |




*Slika 35: Moment u x-smjeru za ploču pozicije 101' (kNm/m')*




*Slika 36: Moment u y-smjeru za ploču pozicije 101' (kNm/m')*

### 5.1.2.8. Granično stanje nosivosti – potrebna armatura

Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploču debljine 20 cm prema sljedećem postupku:

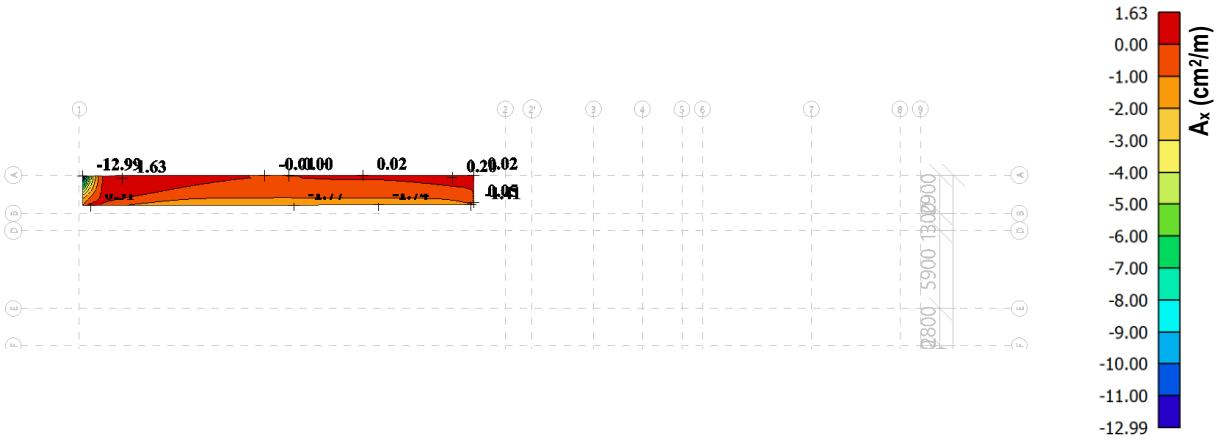
$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \qquad ; \zeta \approx 0.9$$

$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

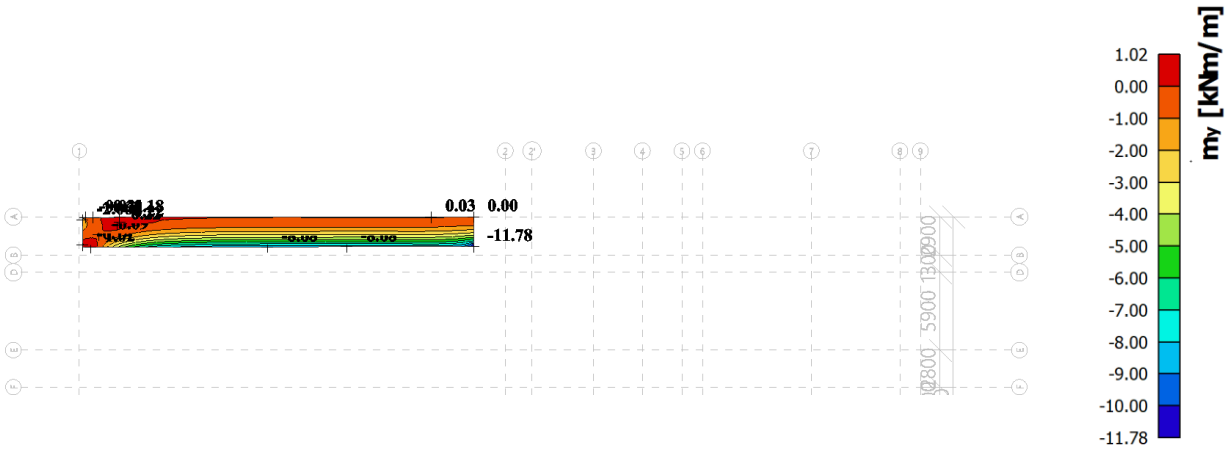
zaštitni sloj: 2,5 cm

| *Debljina ploče - d pl.* | *statička visina - d* | *koef.* |
|---|---|---|
| **20 cm** | 16,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,160*** |

| | **Kombinacija:** |
|---|---|
| Arm d=20 (auto)/1 | 0.16 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6) |
| Arm d=20 (auto)/2 | 0.16 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14) |




*Slika 37: Potrebna armatura u x-smjeru za ploču pozicije 101' ($cm^2/m'$)*




*Slika 38: Potrebna armatura u y-smjeru za ploču pozicije 101' ($cm^2/m'$)*

### 5.1.2.9. Odabrana armatura

**PLOČA POZICIJE 101'**

| | | | |
|---|---|---|---|
| zaštitni sloj : | 2,50 cm | Beton: | C 30/37 |
| debljina ploče $d_{pl.}$: | 20,00 cm | Armatura: | B 500B |

Minimalna armatura ($cm^2/m'$)

$$A_{s,min.} = max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0.0013 \cdot b_t \cdot d\right)$$

$A_{s,min.}$ = 2,41 (cm2/m')

**Odabrana armatura gornje zone ploče**

| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q785 | Ø10 / 20 | 7,85+3,93=11,78 | **As=11,78 $cm^2/m'$** |

- *Mrežom Q785 armirati gornju zonu ploče uz ojačanja šipkama prema dijagramu potrebne armature.*

**Odabrana armatura donje zone ploče**

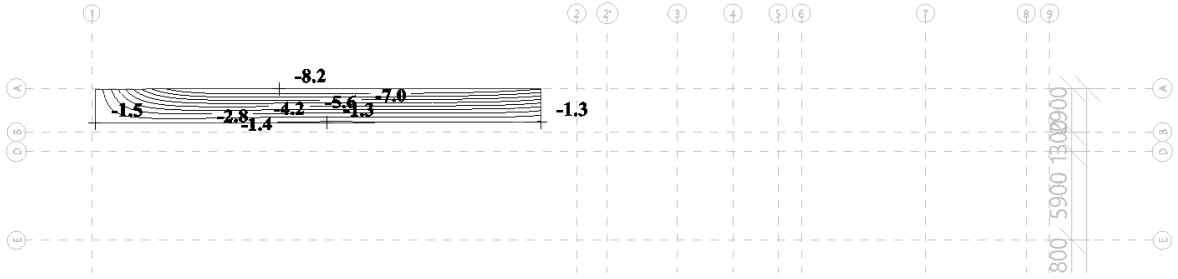
| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q785 | / | 7,85+0=7,85 | **As=7,85 $cm^2/m'$** |

- *Mrežama Q785 armirati donju zonu ploče.*

## 5.1.2.10. Granično stanje uporabljivosti - progibi

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $u_x$ [mm] | $u_y$ [mm] | $u_z$ [mm] | $U_{total}$ [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| POZ 101' | 9,250<br>41,650<br>4,500 | SLS-Char (auto)/1 | **-0,2** | -0,3 | -1,5 | 1,5 |
| POZ 101' | 37,850<br>41,698<br>4,500 | SLS-Char (auto)/2 | **0,0** | -0,5 | -1,1 | 1,1 |
| POZ 101' | 25,850<br>43,928<br>5,500 | SLS-Char (auto)/3 | -0,1 | **-0,8** | -8,1 | 8,2 |
| POZ 101' | 9,250<br>41,650<br>4,500 | SLS-Char (auto)/4 | -0,1 | **-0,2** | -1,0 | 1,0 |
| POZ 101' | 21,450<br>43,921<br>5,500 | SLS-Char (auto)/5 | -0,1 | -0,8 | **-8,2** | **8,2** |
| POZ 101' | 24,650<br>41,676<br>4,500 | SLS-Char (auto)/6 | 0,0 | -0,6 | **-0,9** | 1,1 |
| POZ 101' | 38,850<br>41,700<br>4,500 | SLS-Char (auto)/7 | 0,0 | -0,4 | -0,9 | **1,0** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| SLS-Char (auto)/1 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind14 |
| SLS-Char (auto)/2 | G + dG + 0.50*s + dg, ploca + 3DWind6 |
| SLS-Char (auto)/3 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind10 |
| SLS-Char (auto)/4 | G + dG + dg, ploca + 3DWind11 |
| SLS-Char (auto)/5 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind6 |
| SLS-Char (auto)/6 | G + dG + 0.50*s + dg, ploca + 3DWind14 |
| SLS-Char (auto)/7 | G + dG + dg, ploca + 3DWind3 |




*Slika 40: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 233,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,26 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 0,44 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 0,70 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$= | 0,93 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

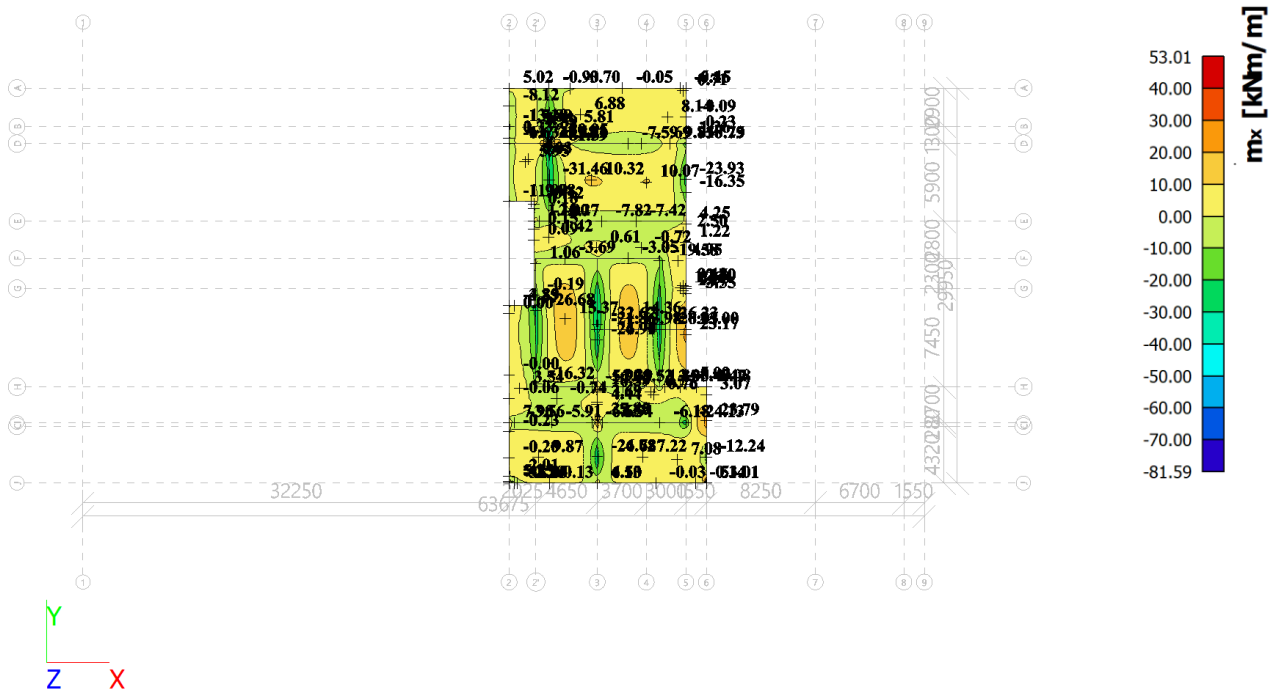
$f_{uk.} =$ 0,70 cm < $f_{p,dop.} =$ 0,93 cm

### 5.1.2.11. Ploča pozicije 102

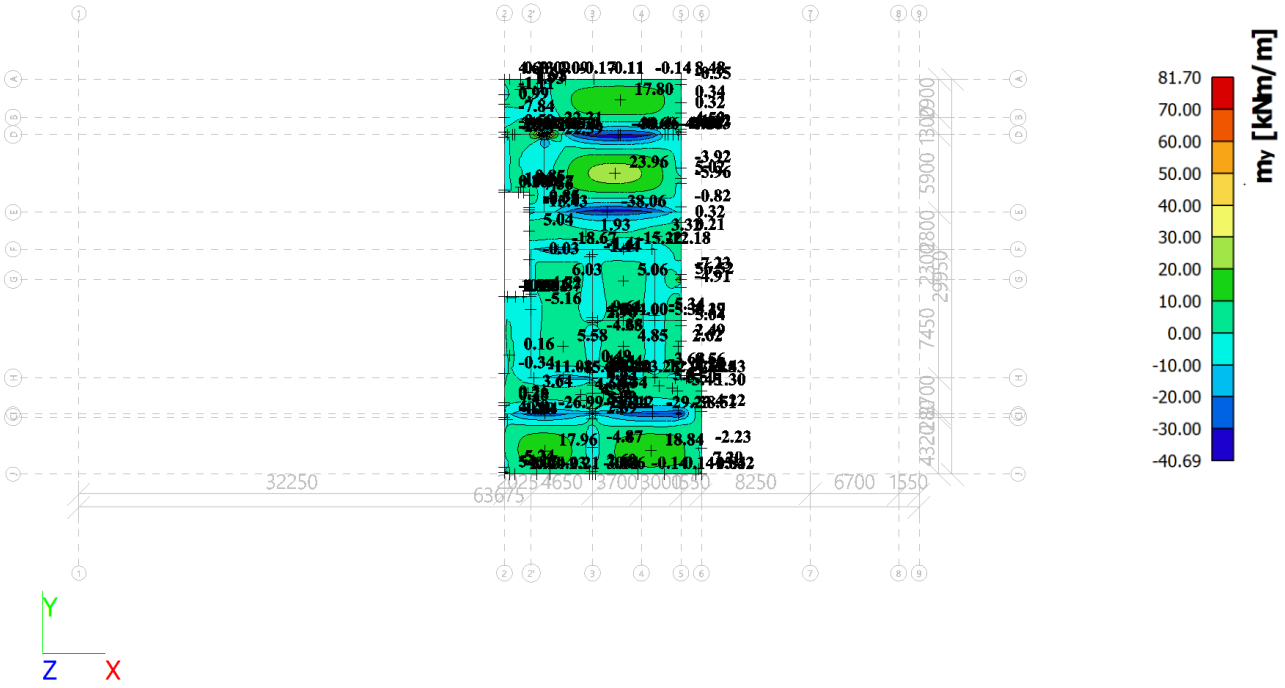
### 5.1.2.12. Granično stanje nosivosti – rezne sile

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $m_x$ [kNm/m] $m_y$ [kNm/m] |
|---|---|---|---|
| POZ 102 | 44,275<br>39,553<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/1 | **-81,59**<br>-11,44 |
| POZ 102 | 56,175<br>14,000<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/2 | **53,01**<br>15,42 |
| POZ 102 | 49,848<br>39,750<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/3 | -7,57<br>**-40,69** |
| POZ 102 | 44,474<br>39,750<br>4,500 | ULS-Set B (auto)/1 | 12,33<br>**81,70** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind3 |




*Slika 41: Moment u x-smjeru za ploču pozicije 102 (kNm/m')*




*Slika 42: Moment u y-smjeru za ploču pozicije 102 (kNm/m')*

### 5.1.2.13. Granično stanje nosivosti – potrebna armatura

Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploču debljine 20 cm prema sljedećem postupku:

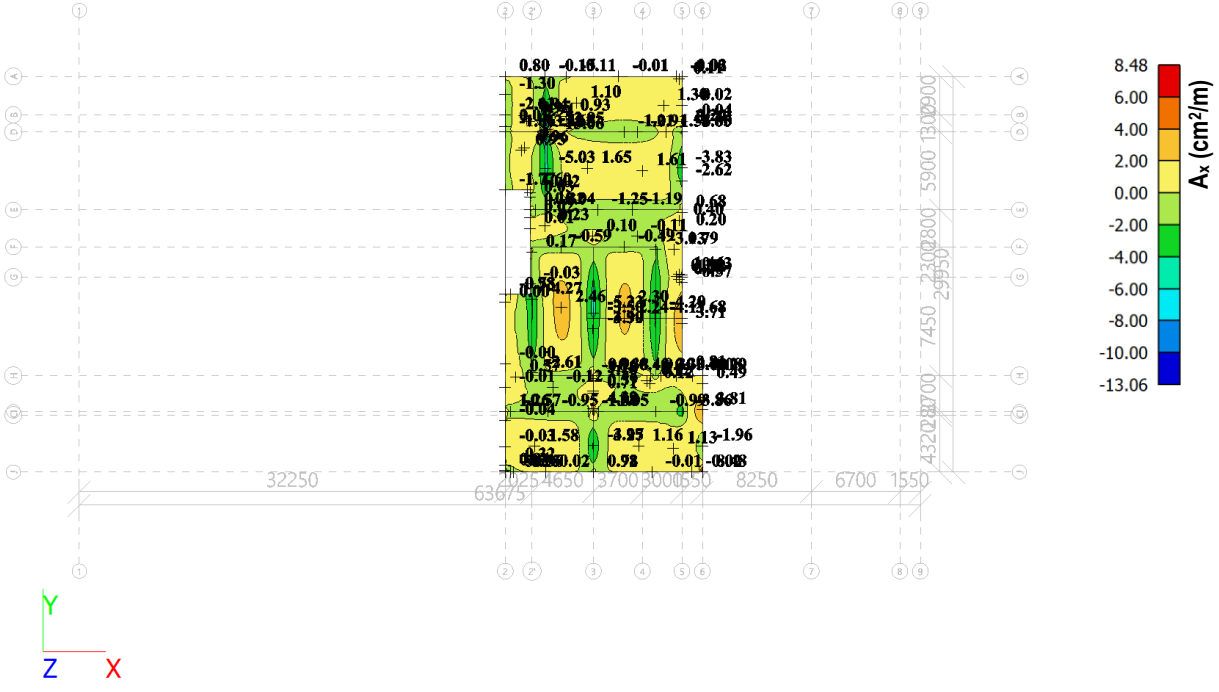
$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \qquad ; \zeta \approx 0.9$$

$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

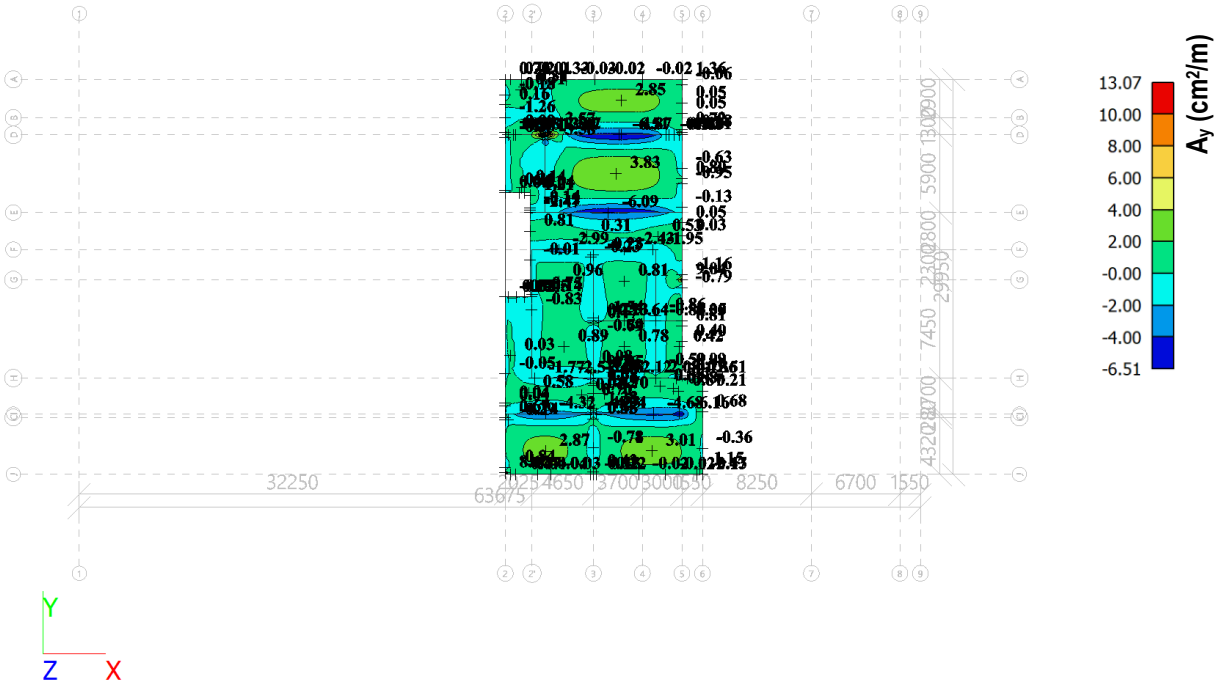
zaštitni sloj: 2,5 cm

| *Debljina ploče - $d_{pl.}$* | *statička visina - d* | *koef.* |
|---|---|---|
| **20 cm** | 16,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,160*** |

| | **Kombinacija:** |
|---|---|
| Arm d=20 (auto)/1 | 0.16 * ( 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10) |
| Arm d=20 (auto)/2 | 0.16 * ( 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2) |
| Arm d=20 (auto)/3 | 0.16 * ( 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind3) |




*Slika 43: Potrebna armatura u x-smjeru za ploču pozicije 102 ($cm^2/m'$)*




*Slika 44: Potrebna armatura u y-smjeru za ploču pozicije 102 ($cm^2/m'$)*

## 5.1.2.14. Odabrana armatura

### PLOČA POZICIJE 102

| | | | |
|---|---|---|---|
| zaštitni sloj : | 2,50 cm | Beton: | C 30/37 |
| debljina ploče $d_{pl.}$: | 20,00 cm | Armatura: | B 500B |

Minimalna armatura ($cm^2/m'$)

$$A_{s,min.} = max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0.0013 \cdot b_t \cdot d\right)$$

$A_{s,min.}$ = 2,41 (cm2/m')

**Odabrana armatura gornje zone ploče**

| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q385 | / | 3,85+0=3,85 | **As=3,85 $cm^2/m'$** |
| Q785 | / | 7,85+0=7,85 | **As=7,85 $cm^2/m'$** |

● *Mrežama Q385 i Q785 armirati gornju zonu ploče .*

**Odabrana armatura donje zone ploče**

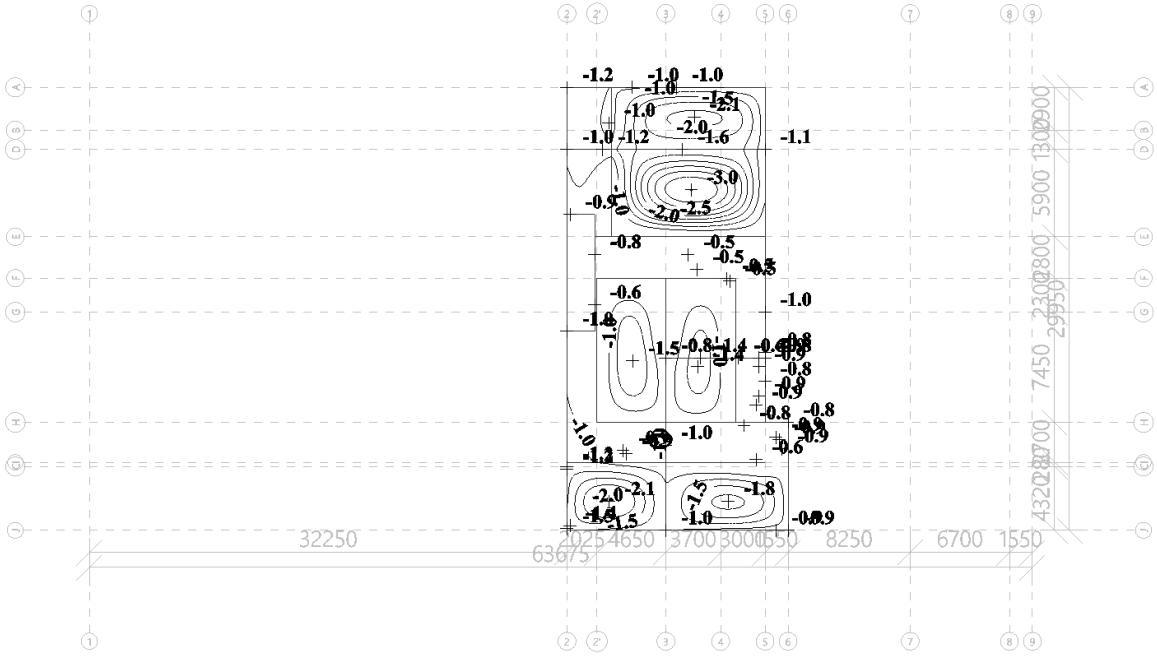
| Mreža | Šipke | | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|---|
| Q503 | Ø12 | / 20 | 5,03+5,65=10,68 | **As=10,68 $cm^2/m'$** |
| Q385 | Ø0 | 0 | 3,85+0=3,85 | **As=3,85 $cm^2/m'$** |

● *Mrežama Q503 i Q385 armirati donju zonu ploče uz dodatak šipki na nekim mjestima prema dijagramu armature.*

## 5.1.2.15.Granično stanje uporabljivosti - progibi

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $u_x$ [mm] | $u_y$ [mm] | $u_z$ [mm] | $U_{total}$ [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| POZ 102 | 44,673<br>39,750<br>4,500 | SLS-Char (auto)/1 | **-0,1** | 0,0 | -1,3 | 1,3 |
| POZ 102 | 41,250<br>14,120<br>4,500 | SLS-Char (auto)/2 | **0,2** | -0,1 | -1,1 | 1,1 |
| POZ 102 | 41,250<br>14,000<br>4,500 | SLS-Char (auto)/3 | 0,1 | **-0,2** | -1,4 | 1,4 |
| POZ 102 | 54,625<br>35,850<br>4,500 | SLS-Char (auto)/4 | 0,0 | **0,1** | -1,0 | 1,0 |
| POZ 102 | 49,649<br>37,013<br>4,500 | SLS-Char (auto)/1 | 0,0 | 0,0 | **-3,0** | **3,0** |
| POZ 102 | 49,846<br>31,645<br>4,500 | SLS-Char (auto)/5 | 0,0 | 0,0 | **-0,4** | **0,4** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| SLS-Char (auto)/1 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind10 |
| SLS-Char (auto)/2 | G + dG + 0.50*s + dg, ploca + 3DWind11 |
| SLS-Char (auto)/3 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind14 |
| SLS-Char (auto)/4 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind6 |
| SLS-Char (auto)/5 | G + dG + dg, ploca + 3DWind15 |




*Slika 46: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 580,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,30 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 0,51 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 0,81 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$= | 2,32 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

$f_{uk.}$ = 0,81 cm < $f_{p,dop.}$ = 2,32 cm

## 5.1.3. Ploča pozicije 201

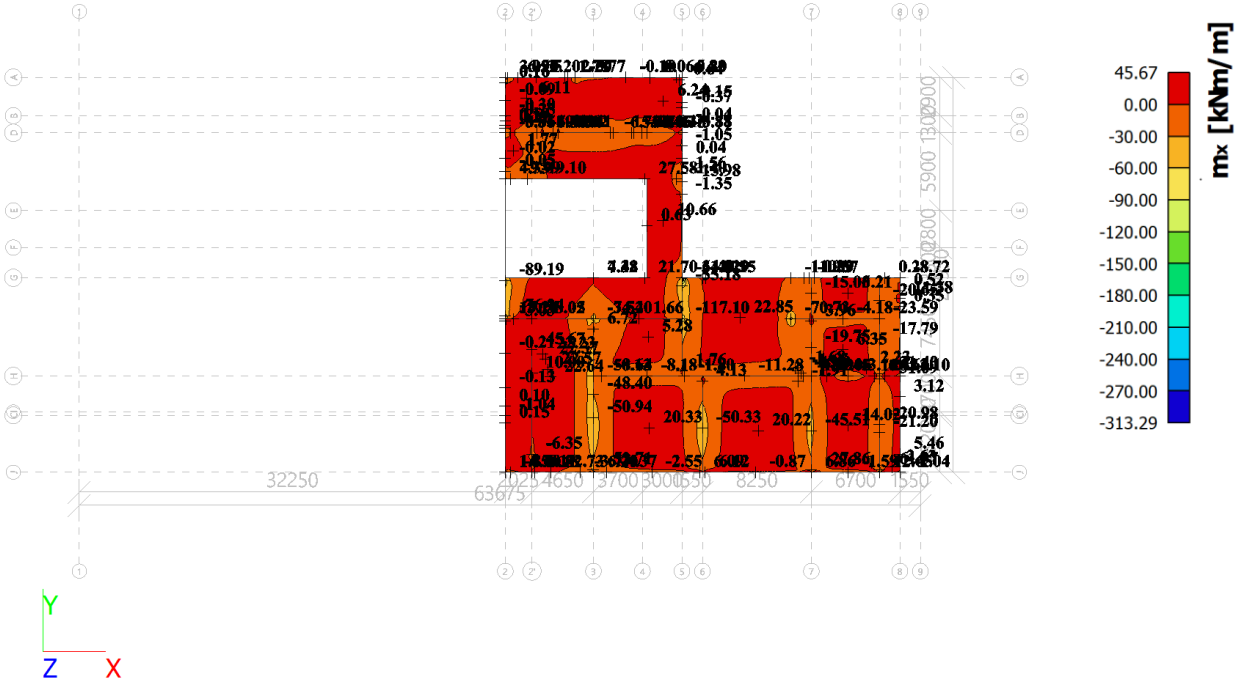
| Pozicija | Materijal | Debljina [cm] |
|---|---|---|
| POZ 201 | C30/37 | 20 |

### 5.1.3.1. Ploča pozicije 201

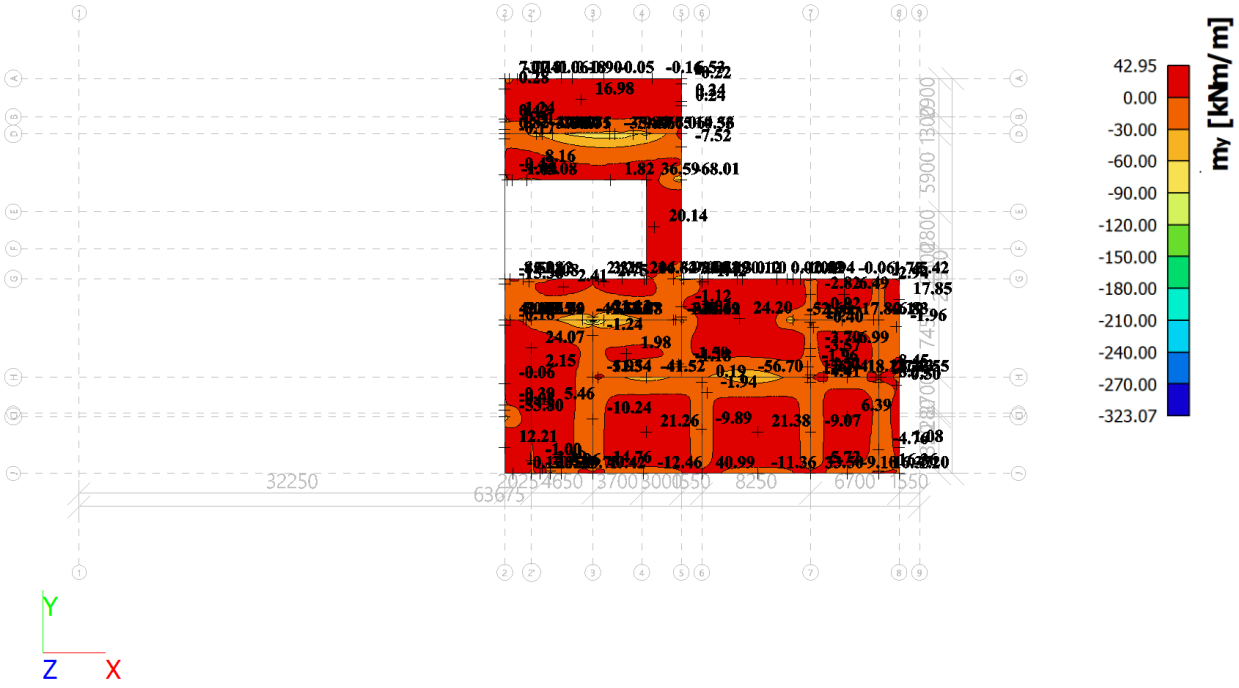
### 5.1.3.2. Granično stanje nosivosti – rezne sile

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $m_x$ [kNm/m] $m_y$ [kNm/m] |
|---|---|---|---|
| POZ 201 | 54,625<br>28,750<br>8,310 | ULS-Set B (auto)/1 | **-313,29**<br>-83,42 |
| POZ 201 | 43,275<br>23,301<br>8,310 | ULS-Set B (auto)/2 | **45,67**<br>20,77 |
| POZ 201 | 47,925<br>25,650<br>8,310 | ULS-Set B (auto)/3 | -2,59<br>**-323,07** |
| POZ 201 | 41,250<br>25,650<br>8,310 | ULS-Set B (auto)/2 | 17,26<br>**42,95** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind3 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |




*Slika 47: Moment u x-smjeru za ploču pozicije 201 (kNm/m')*




*Slika 48: Moment u y-smjeru za ploču pozicije 201 (kNm/m')*

### 5.1.3.3. Granično stanje nosivosti – potrebna armatura

Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploču debljine 20 cm prema sljedećem postupku:

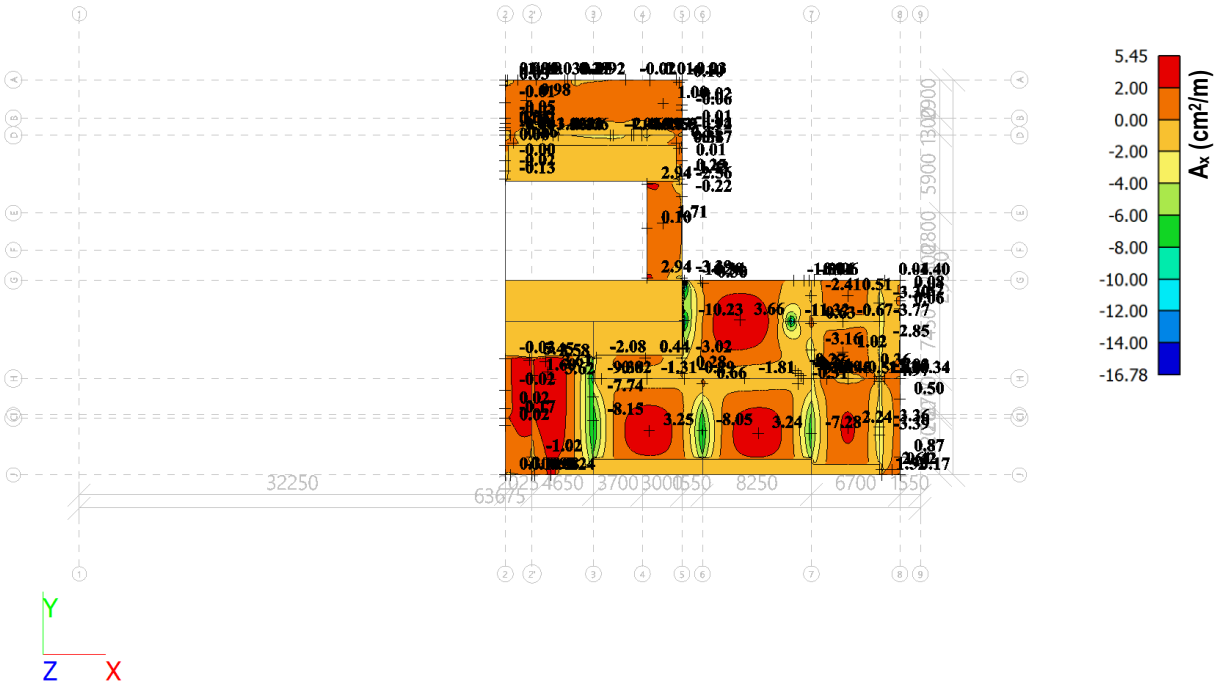
$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \qquad ; \zeta \approx 0.9$$

$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

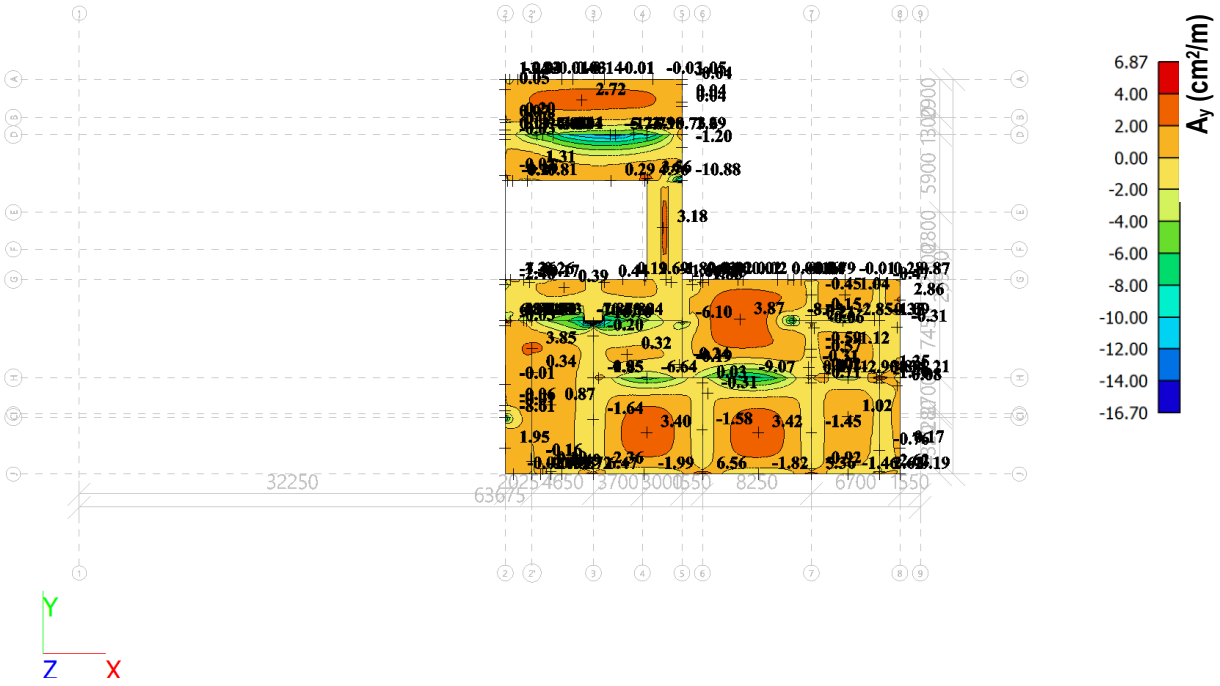
zaštitni sloj: 2,5 cm

| *Debljina ploče - $d_{pl.}$* | *statička visina - d* | *koef.* |
|---|---|---|
| **20 cm** | 16,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,160*** |

| | **Kombinacija:** |
|---|---|
| Arm d=20 (auto)/1 | 0.16 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind3) |
| Arm d=20 (auto)/2 | 0.16 * 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10) |
| Arm d=20 (auto)/3 | 0.16 * 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2) |




*Slika 49: Potrebna armatura u x-smjeru za ploču pozicije 201 (cm²/m')*




*Slika 50: Potrebna armatura u y-smjeru za ploču pozicije 201 ($cm^2/m'$)*

### 5.1.3.4. Odabrana armatura

**PLOČA POZICIJE 201**

| | | | |
|---|---|---|---|
| zaštitni sloj : | 2,50 cm | Beton: | C 30/37 |
| debljina ploče $d_{pl.}$: | 20,00 cm | Armatura: | B 500B |

Minimalna armatura ($cm^2/m'$)

$$A_{s,min.} = max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0.0013 \cdot b_t \cdot d\right)$$

$A_{s,min.}$ = 2,41 (cm2/m')

**Odabrana armatura gornje zone ploče**

| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q385 | / | 3,85+0=3,85 | **As=3,85** $cm^2/m'$ |
| Q785 | Ø12 / 15 | 7,85+7,54=15,39 | **As=15,39** $cm^2/m'$ |

● *Mrežama Q385 i Q785 armirati gornju zonu ploče uz dodatak šipki na nekim mjestima prema dijagramu potrebne armature.*

**Odabrana armatura donje zone ploče**

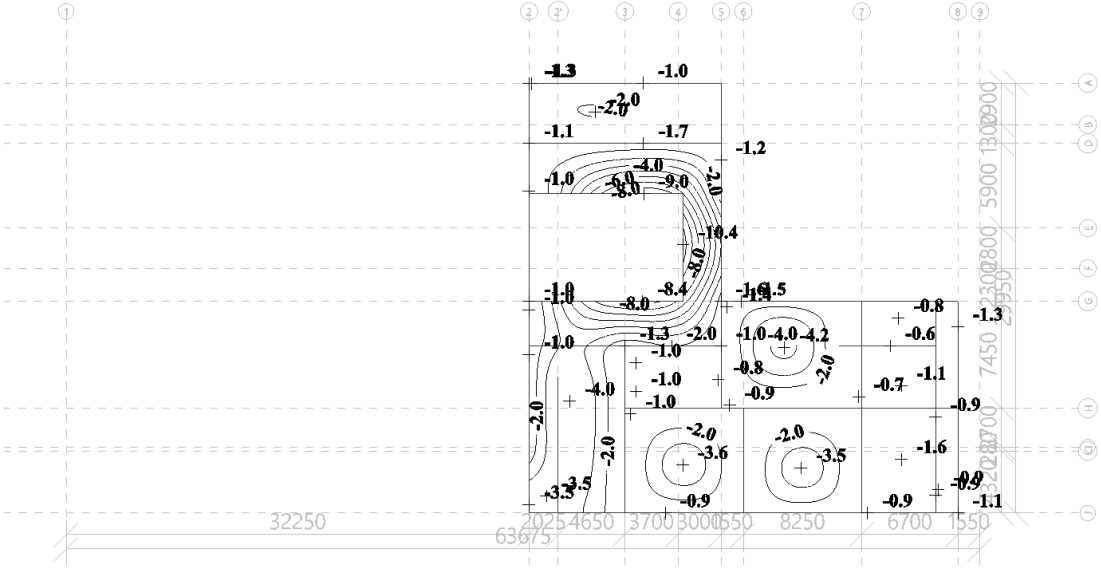
| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q503 | Ø10 / 20 | 5,03+3,93=8,96 | **As=8,96** $cm^2/m'$ |
| Q385 | | 3,85+0=3,85 | **As=3,85** $cm^2/m'$ |

● *Mrežama Q503 i Q385 armirati donju zonu ploče uz dodatak šipki na nekim mjestima prema dijagramu armature.*

## 5.1.3.5. Granično stanje uporabljivosti - progibi

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $u_x$ [mm] | $u_y$ [mm] | $u_z$ [mm] | $U_{total}$ [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| POZ 201 | 41,250<br>28,750<br>8,310 | SLS-Char (auto)/1 | **-0,2** | -0,1 | -1,0 | 1,1 |
| POZ 201 | 43,909<br>36,250<br>8,310 | SLS-Char (auto)/2 | **0,1** | 0,1 | -2,5 | 2,5 |
| POZ 201 | 43,275<br>14,393<br>8,310 | SLS-Char (auto)/3 | -0,1 | **-0,2** | -3,4 | 3,4 |
| POZ 201 | 43,120<br>36,250<br>8,310 | SLS-Char (auto)/4 | 0,0 | **0,1** | -2,5 | 2,5 |
| POZ 201 | 52,000<br>32,697<br>8,310 | SLS-Char (auto)/5 | -0,2 | 0,0 | **-10,4** | **10,4** |
| POZ 201 | 66,208<br>25,650<br>8,310 | SLS-Char (auto)/6 | 0,0 | -0,1 | **-0,5** | **0,5** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| SLS-Char (auto)/1 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind10 |
| SLS-Char (auto)/2 | G + dG + dg, ploca + 3DWind3 |
| SLS-Char (auto)/3 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind14 |
| SLS-Char (auto)/4 | G + q + dG + dg, ploca + 0.60*3DWind6 |
| SLS-Char (auto)/5 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind2 |
| SLS-Char (auto)/6 | G + dG + dg, ploca + 3DWind11 |




*Slika 52: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 250,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,64 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 1,09 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\Phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 1,73 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$ = | 1,67 cm | *(L/150 - konzolna ploča)* | | |

$f_{uk.} =$ 1,73 cm > $f_{p,dop.} =$ 1,67 cm

**NAPOMENA: Ploču izvesti s nadvišenjem od 1.5 cm na mjestima uz središnji otvor.**

## 5.1.4. Ploča pozicije 301

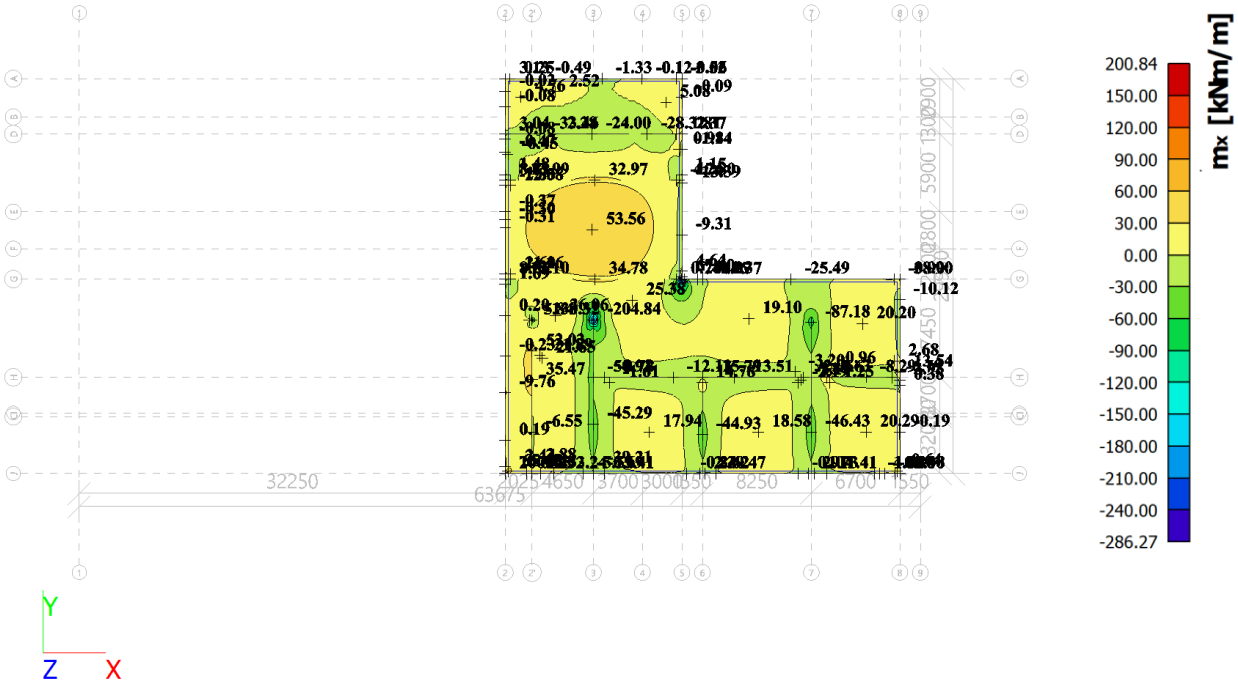
| Pozicija | Materijal | Debljina [cm] |
|---|---|---|
| POZ 301 | C30/37 | 20 |

### 5.1.4.1. Ploča pozicije 301

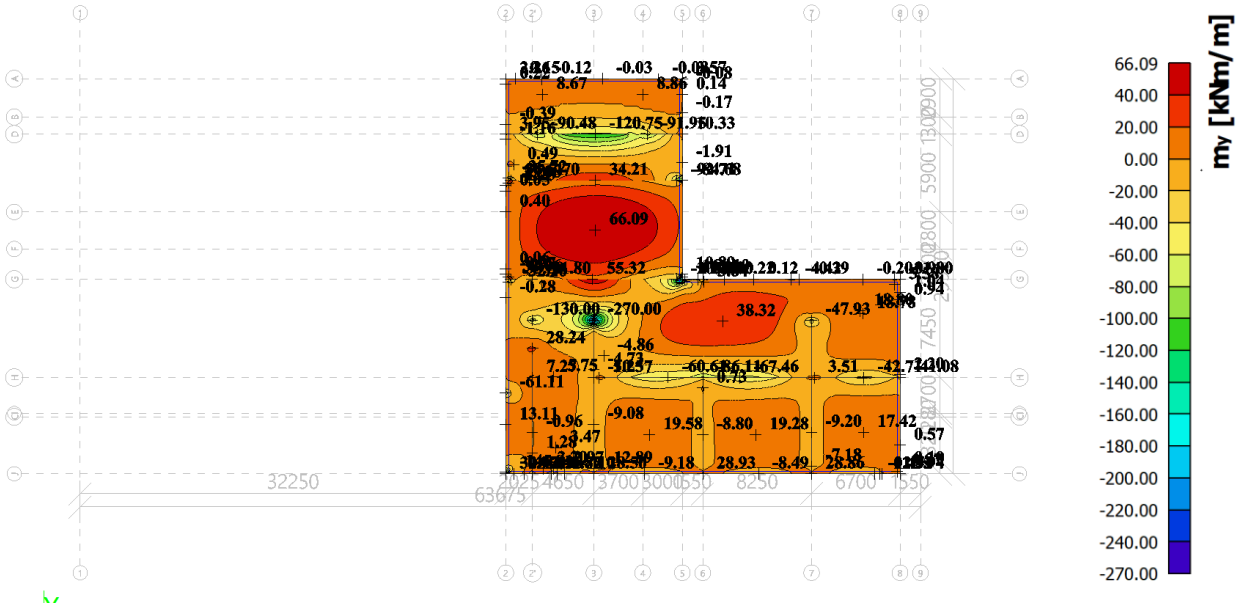
***Granično stanje nosivosti – rezne sile***

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $m_x$ [kNm/m] $m_y$ [kNm/m] |
|---|---|---|---|
| POZ 301 | 54,825<br>28,750<br>11,910 | ULS-Set B (auto)/1 | **-286,27**<br>41,36 |
| POZ 301 | 41,250<br>14,000<br>11,910 | ULS-Set B (auto)/2 | **200,84**<br>32,43 |
| POZ 301 | 47,925<br>25,650<br>11,910 | ULS-Set B (auto)/1 | -204,84<br>**-270,00** |
| POZ 301 | 48,037<br>32,489<br>11,910 | ULS-Set B (auto)/1 | 53,52<br>**66,09** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10 |




*Slika 53: Moment u x-smjeru za ploču pozicije 301 (kNm/m')*




*Slika 54: Moment u y-smjeru za ploču pozicije 301 (kNm/m')*

## *6. Granično stanje nosivosti – potrebna armatura*

Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploču debljine 20 cm prema sljedećem postupku:

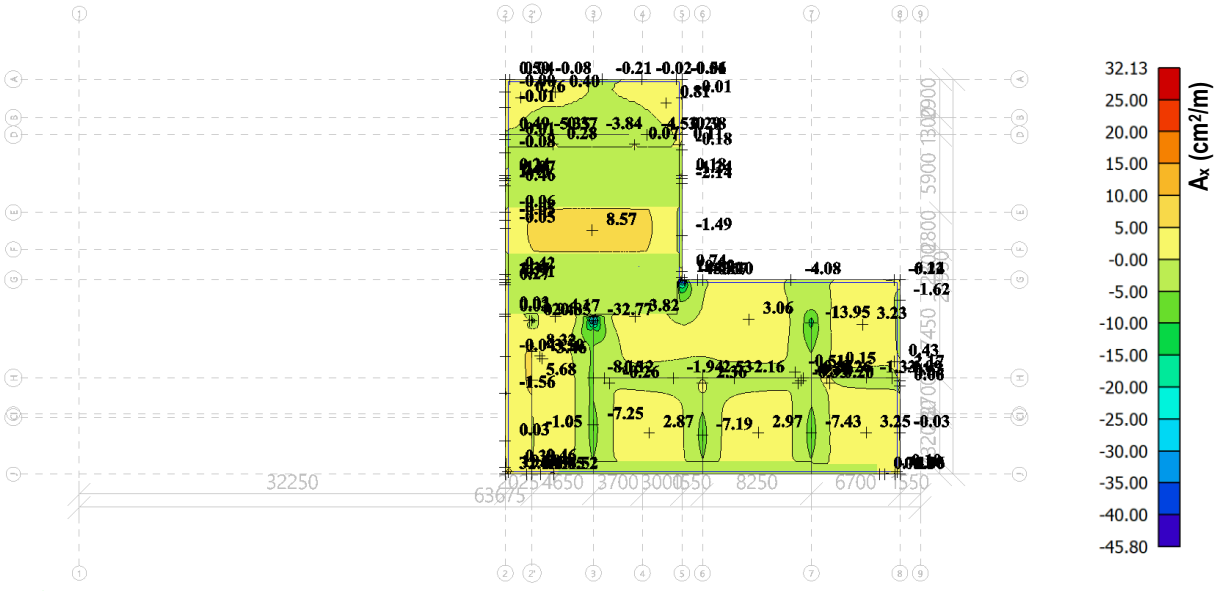
$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \qquad ; \zeta \approx 0.9$$

$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

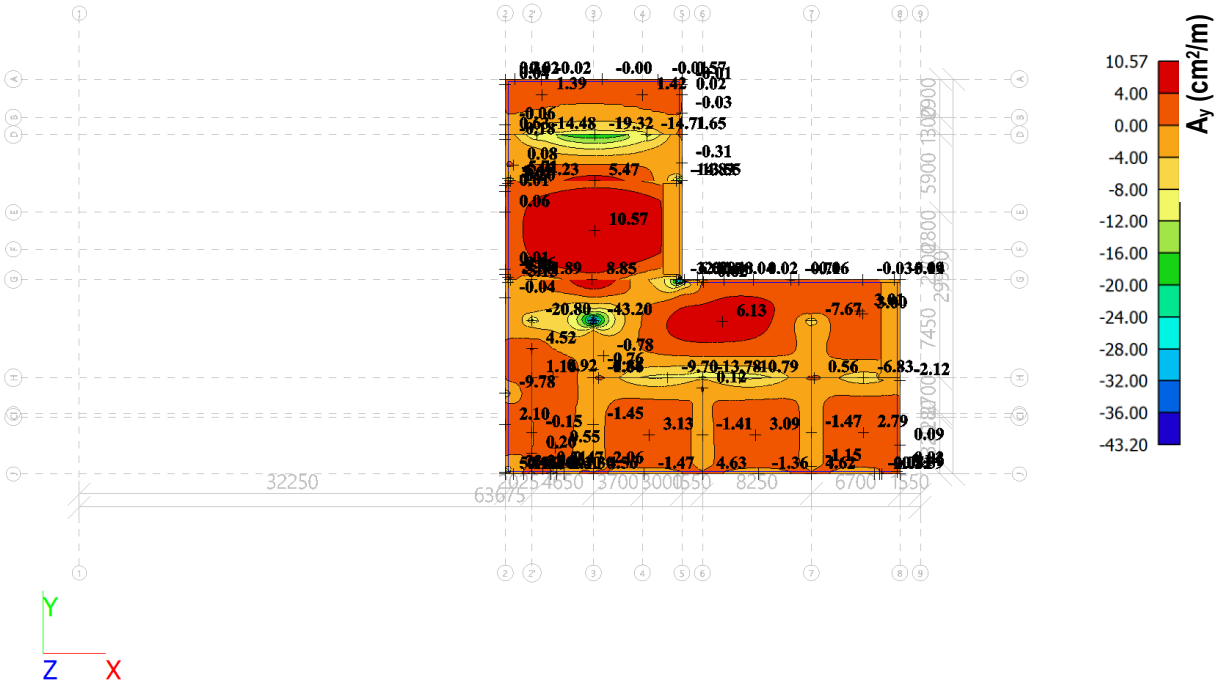
zaštitni sloj: 2,5 cm

| ***Debljina ploče - d $_{pl.}$*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **20 cm** | 16,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,160*** |

| | **Kombinacija:** |
|---|---|
| Arm d=20 (auto)/1 | 0.16 * (1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind14) |
| Arm d=20 (auto)/2 | 0.16 * (1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10) |




*Slika 55: Potrebna armatura u x-smjeru za ploču pozicije 301 (cm$^2$/m')*




*Slika 56: Potrebna armatura u y-smjeru za ploču pozicije 301 (cm²/m')*

***Odabrana armatura***

## PLOČA POZICIJE 301

| | | | |
|---|---|---|---|
| zaštitni sloj : | 2,50 cm | Beton: | C 30/37 |
| debljina ploče $d_{pl.}$: | 20,00 cm | Armatura: | B 500B |

Minimalna armatura (cm$^2$/m')

$$A_{s,min.} = max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0.0013 \cdot b_t \cdot d\right)$$

$A_{s,min.}$ = 2,41 (cm2/m')

### Odabrana armatura gornje zone ploče

| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q385 | / | 3,85+0=3,85 | **As=3,85 cm$^2$/m'** |
| Q785 | Ø14 / 10 | 7,85+15,39=23,24 | **As=23,24 cm$^2$/m'** |

● *Mrežama Q385 i Q785 armirati gornju zonu ploče uz dodatak šipki na nekim mjestima prema dijagramu potrebne armature.*

### Odabrana armatura donje zone ploče

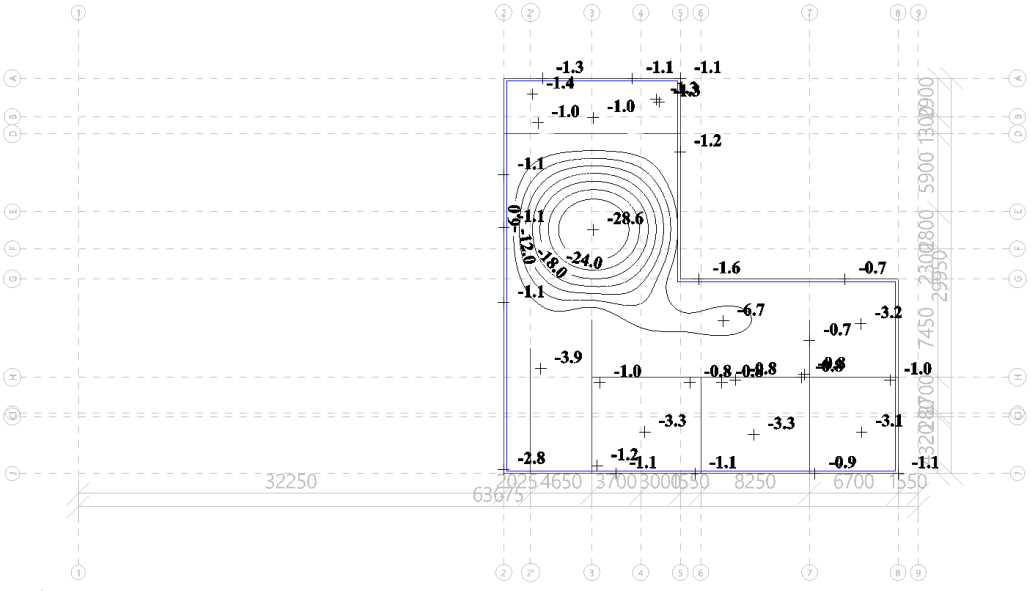
| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q785 | Ø14 / 20 | 7,85+7,7=15,55 | **As=15,55 cm$^2$/m'** |
| Q0 | | 0 | **0 cm$^2$/m'** |

● *Mrežama Q785 armirati donju zonu ploče uz dodatak šipki na nekim mjestima prema dijagramu armature.*

## *7. Granično stanje uporabljivosti - progibi*

| Pozicija: | Položaj: [m] | Kombinacija: | $u_x$ [mm] | $u_y$ [mm] | $u_z$ [mm] | $U_{total}$ [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| POZ 301 | 41,250<br>14,120<br>11,910 | SLS-Char (auto)/1 | **-0,3** | 0,0 | -2,8 | 2,8 |
| POZ 301 | 41,250<br>43,950<br>11,910 | SLS-Char (auto)/2 | **0,1** | 0,0 | -0,9 | 0,9 |
| POZ 301 | 71,125<br>28,358<br>11,910 | SLS-Char (auto)/3 | -0,1 | **-0,2** | -0,9 | 0,9 |
| POZ 301 | 41,250<br>39,361<br>11,910 | SLS-Char (auto)/4 | 0,0 | **0,1** | -1,1 | 1,1 |
| POZ 301 | 48,037<br>32,489<br>11,910 | SLS-Char (auto)/5 | -0,2 | -0,1 | **-28,6** | **28,6** |
| POZ 301 | 48,037<br>41,186<br>11,910 | SLS-Char (auto)/6 | 0,0 | -0,1 | **-0,5** | **0,5** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| SLS-Char (auto)/1 | G + q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 0.60*3DWind2 |
| SLS-Char (auto)/2 | G + dG + dg, ploca + 3DWind3 |
| SLS-Char (auto)/3 | G + 0.70*q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 3DWind2 |
| SLS-Char (auto)/4 | G + 0.70*q + dG + dg, ploca + 3DWind6 |
| SLS-Char (auto)/5 | G + 0.70*q + dG + 0.50*s + dg, ploca + 3DWind14 |
| SLS-Char (auto)/6 | G + dG + 0.50*s + dg, ploca + 3DWind14 |




*Slika 58: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 1330,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 2,74 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 4,66 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 7,40 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$ = | 5,32 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

$f_{uk.} =$ 7,40 cm > $f_{p,dop.} =$ 5,32 cm

**NAPOMENA: Ploču izvesti s nadvišenjem od 3 cm na dijelu ploče između osi G i D .**

## 7.1. AB ZIDOVI

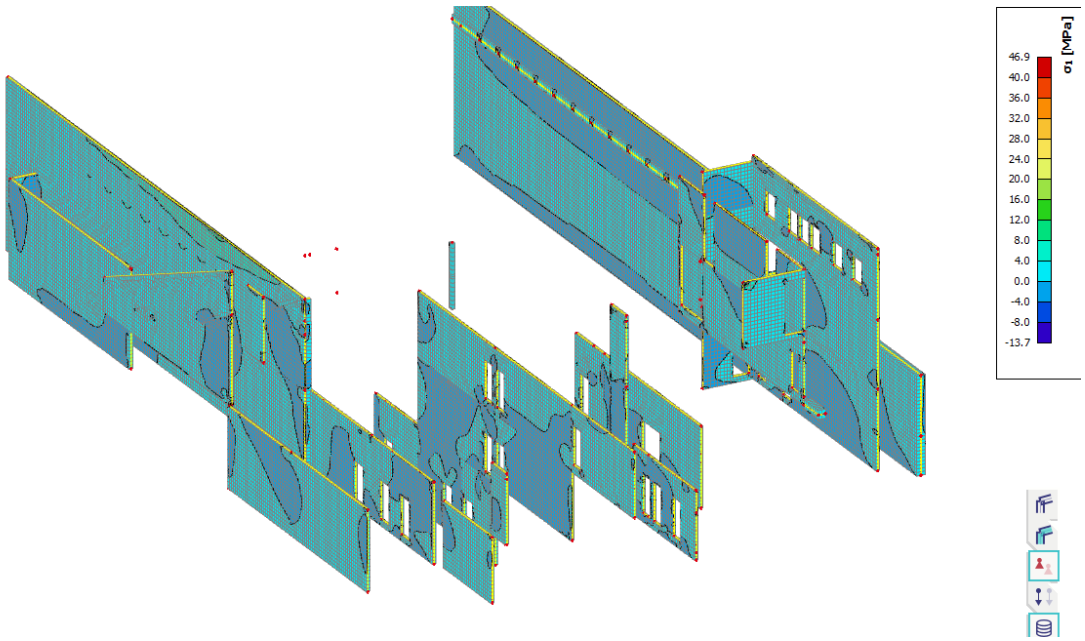
U nastavku su prikazane rezne sile za karakteristične zidove konstrukcije. Rezne sile su dobivene integriranjem 2D naprezanja u računalnom programu Scia Engineer 25 koristeći opciju „Integration strip“.

### 7.1.1. AB zidovi u x smjeru

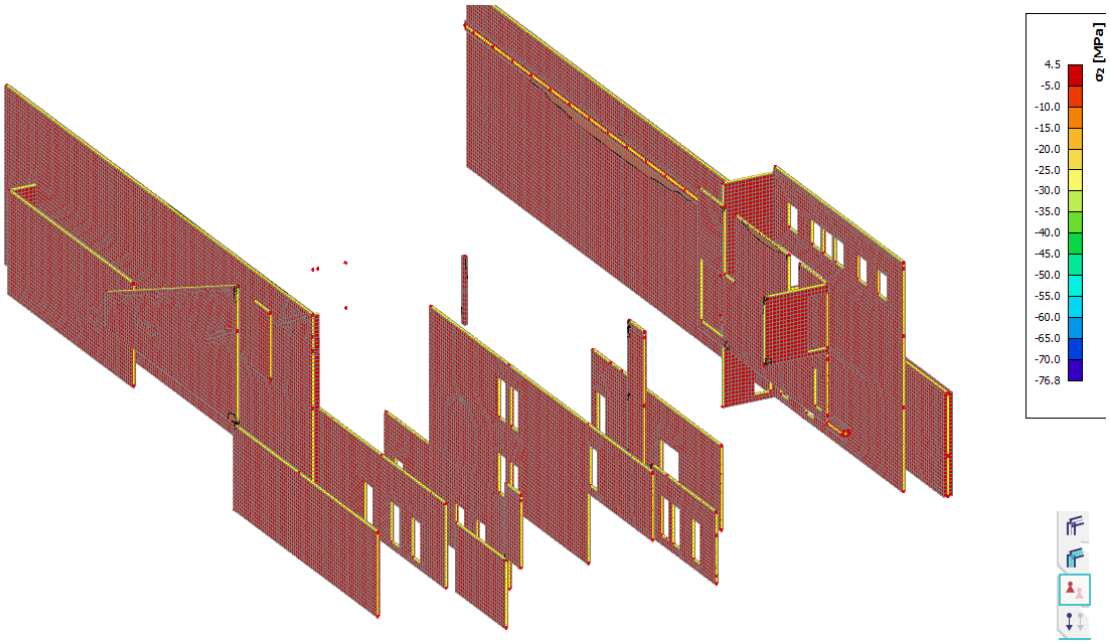
#### 7.1.1.1. Granično stanje uporabljivosti

*Napomena:*

*Na prikazanim rezultatima, na slikama ispod, se na nekim mjestima spoja zidova i ploče javljaju oštri ekstremi u rezultatima nastali zbog načina proračuna metodom konačnih elemenata u računalnom programu. Usvajaju se vrijednosti koje bolje odgovaraju stvarnom stanju.*




*Slika 59: Glavna naprezanja u zidu σ1 (MPa)*




*Slika 60: Glavna naprezanja u zidu σ2 (MPa)*

Kontrola naprezanja provedena je za nazovistalnu kombinaciju opterećenja!

Izabrani beton: $C30/37 \rightarrow f_{ck} = 30{,}0\ MPa$

Dopušteno naprezanje za nazovistalnu kombinaciju: $\sigma_{dop} \leq 0{,}45\ f_{ck}$

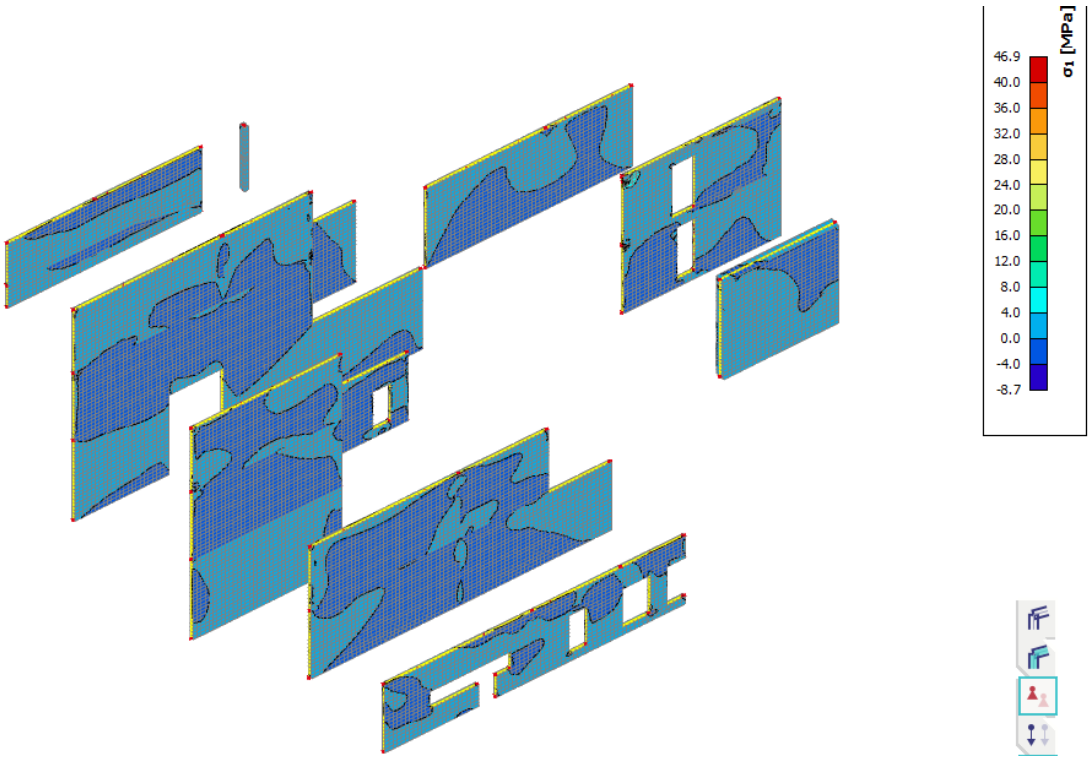
$$\sigma_2 = 4{,}5\ MPa \leq 0{,}45 \cdot 30 = 13{,}5\ MPa$$

## 7.1.2. AB zidovi u y smjeru

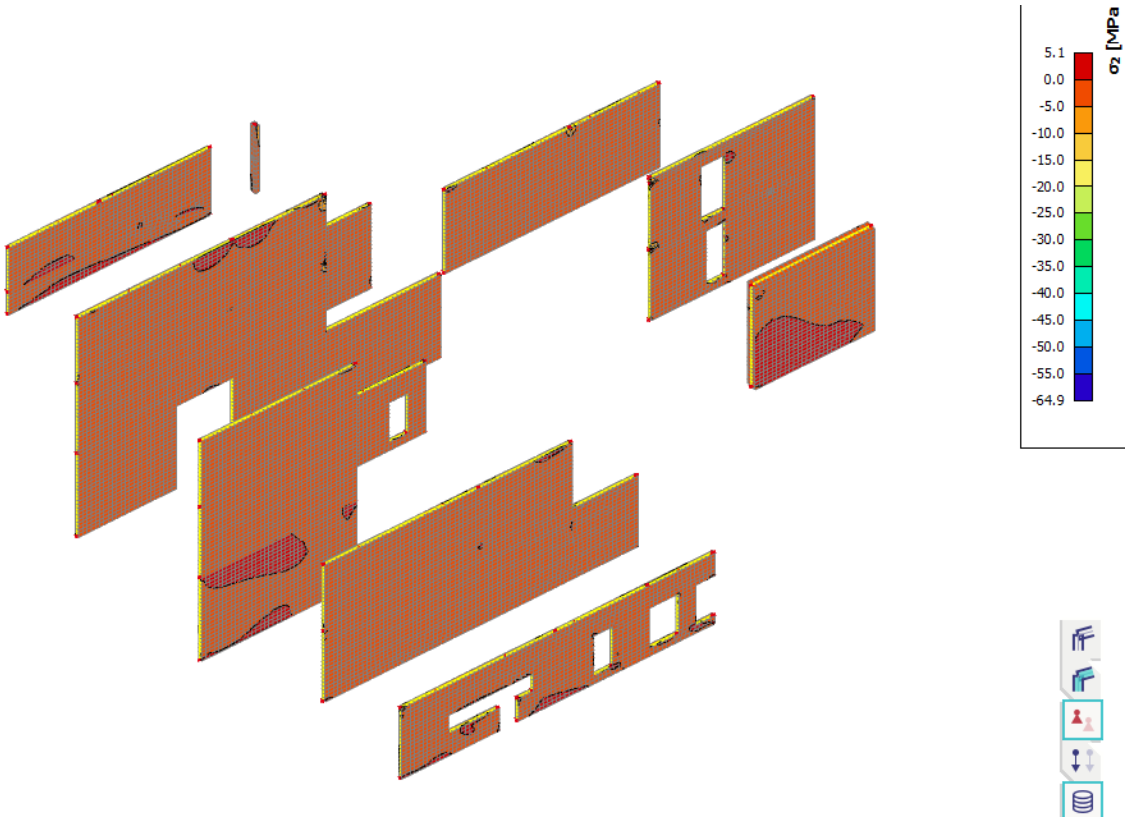
### 7.1.2.1. Granično stanje uporabljivosti

*Napomena:*

*Na prikazanim rezultatima, na slikama ispod, se na nekim mjestima spoja zidova i ploče javljaju oštri ekstremi u rezultatima nastali zbog načina proračuna metodom konačnih elemenata u računalnom programu. Usvajaju se vrijednosti koje bolje odgovaraju stvarnom stanju.*




*Slika 61: Glavna naprezanja u zidu σ1 (MPa)*




*Slika 62: Glavna naprezanja u zidu σ2 (MPa)*

Kontrola naprezanja provedena je za nazovistalnu kombinaciju opterećenja!

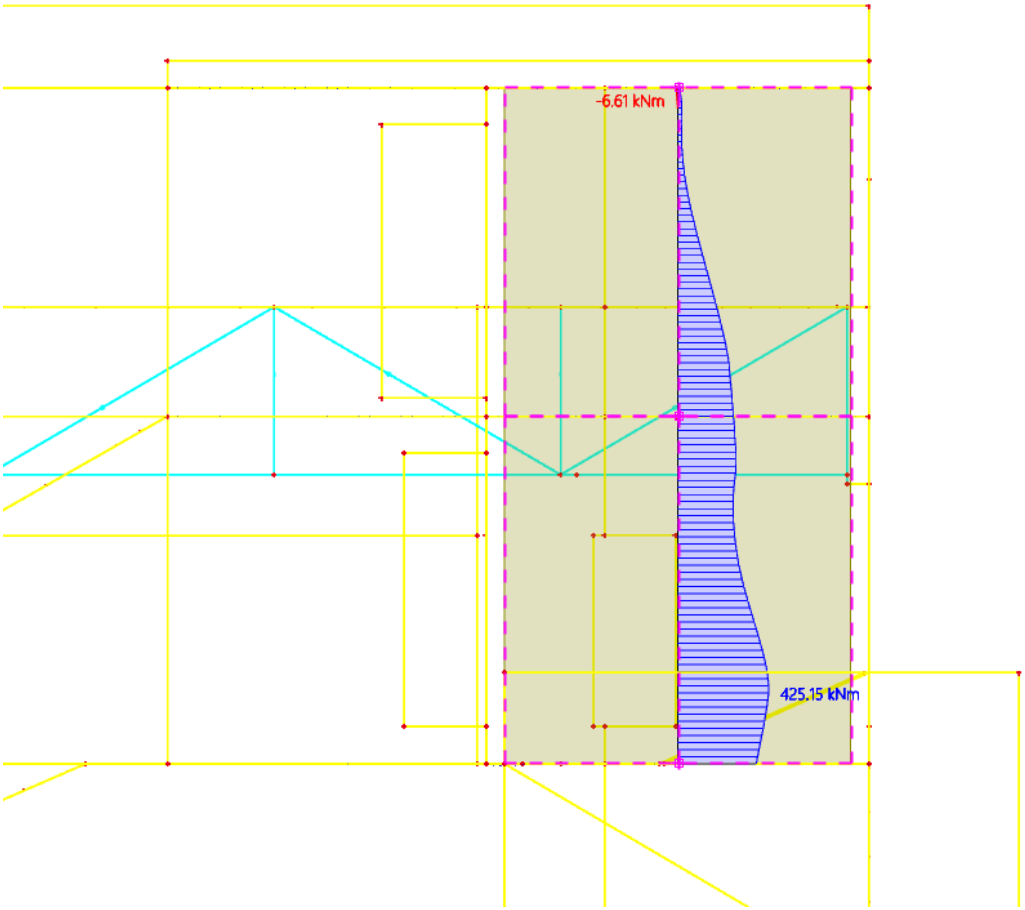
Izabrani beton: $C30/37 \rightarrow f_{ck} = 30{,}0\ MPa$

Dopušteno naprezanje za nazovistalnu kombinaciju: $\sigma_{dop} \leq 0{,}45\ f_{ck}$

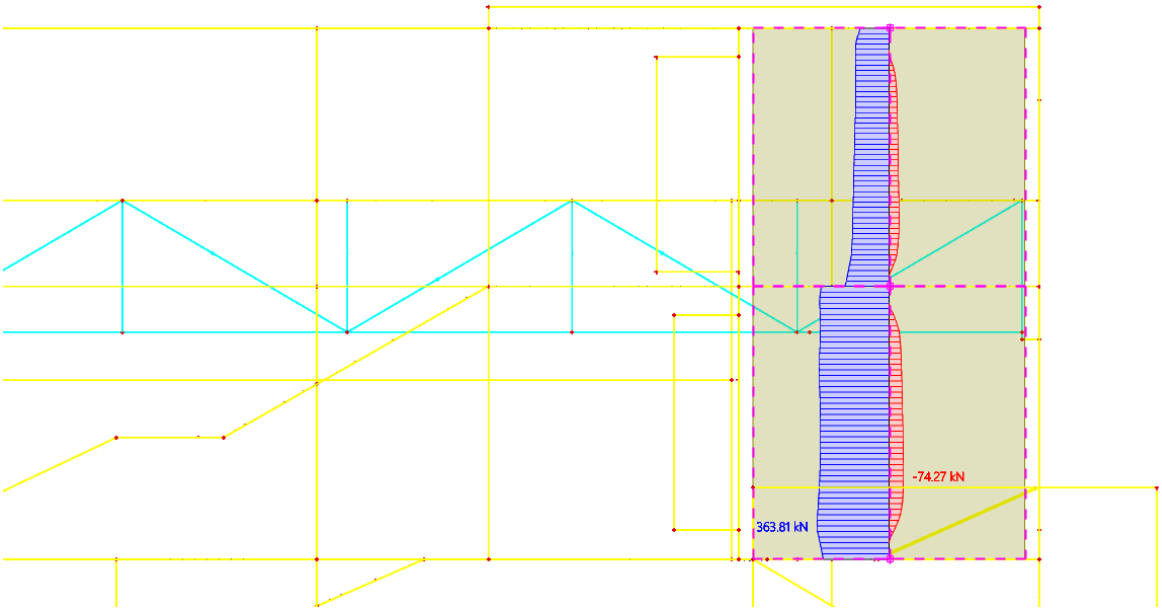
$$\sigma_2 = 5{,}1\ MPa \leq 0{,}45 \cdot 30 = 13{,}5\ MPa$$

### 7.1.3. Proračun karakterističnog zida na seizmičko opterećenje

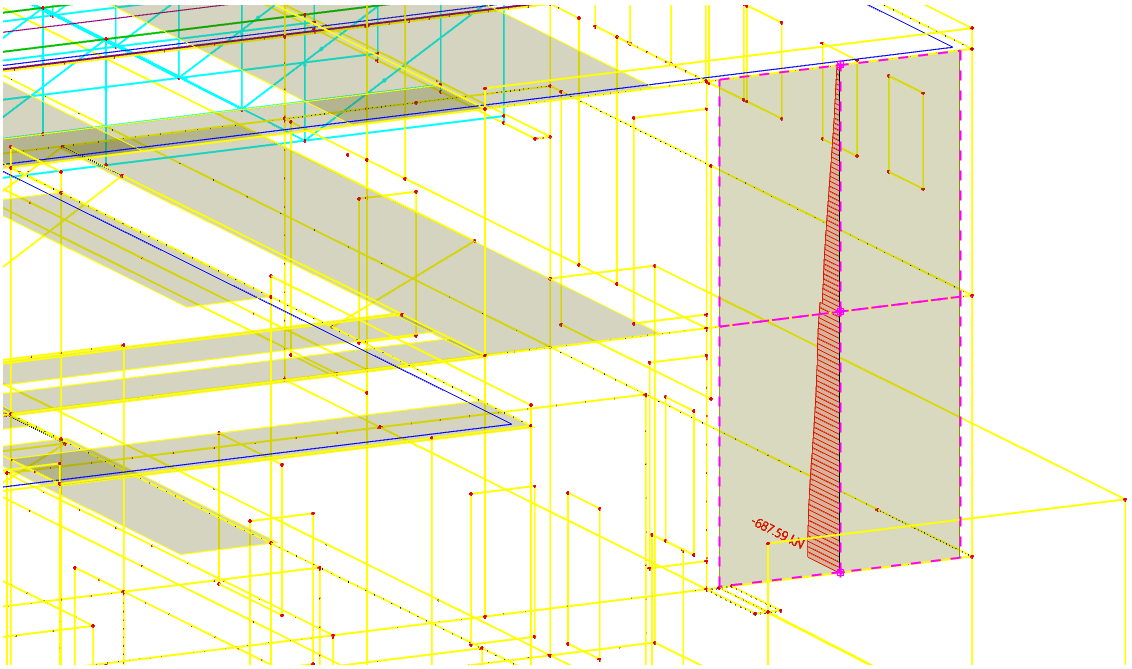
Rezultatima pomaka seizmičke kombinacije građevina pokazuje veliku krutost na potresno djelovanje, što je očekivano obzirom na dugačke zidove u oba smjera konstrukcije koji preuzimaju potresnu silu. U prilogu je prikazan jedan karakteristični nosivi armirano-betonski na uglu građevine zid širine L=3.80 m sa pripadajućom reznom silom od potresne kombinacije. Rezultati su dobiveni koristeći „integration strip“ u proračunskom modelu da se rezultati sa 2D zida integriraju u 1D prikaz.




*Slika 63: Moment savijanja My (kNm)*




*Slika 64: Poprečna sila Vz (kN)*




*Slika 65: Uzdužna sila N (kN)*

## Ograničenje normalizirane uzdužne sile

| | | |
|---|---|---|
| $N_{Ed}$= | 688 | kN |
| b= | 20 | cm |
| $l_w$= | 380 | cm |
| $f_{cd}$= | 2.50 | kN/cm$^2$ |

$N_{ed} - uzdužna\ sila$
$b - debljina\ zida$
$l_w - duljina\ zida$
$f_{cd} - računska\ tlačna\ čvrstoća\ betona$

$$\nu_d = \frac{N_{Ed}}{b \cdot l_w \cdot f_{cd}} \leq 0.4$$

$\nu_d$= 0.036 ≤ 0.4

Ograničenje normalizirane uzdužne sile je zadovoljeno!

## Geometrijska ograničenja

$b_{w0} - debljina\ hrpta$
$h_s - svijetla\ visina\ kata$

$h_s$= 4.50 m

$$b_{w0} \geq max\begin{cases}0.15\\ \frac{h_s}{20}\end{cases} = 0.23$$

$b_{wo}$ ≥ 0.23 m

## Proračun zida na savijanje

Geometrijske karakteristike zida:

**Duktilni zid**

| | | |
|---|---|---|
| $l_w$= | 380 | cm |
| $h_w$= | 1135 | cm |
| $b_w$= | 20 | cm |

$l_w - duljina\ zida$
$h_w - visina\ zida$
$b_w - debljina\ zida$

Rezne sile:

| | | |
|---|---|---|
| $M_{Ed}$= | 425.15 | kNm |
| $N_{Ed}$= | 688 | kN (tlak) |
| $V'_{Ed}$= | 364 | kN |

Provjera vitkosti zida:

$$\frac{h_w}{l_w} = 2.99 > 2$$

Potrebno je povećanje reznih sila u skladu s ovojnicom reznih sila

vlačni pomak a1= d*ctgθ= 342 cm

| | | |
|---|---|---|
| $d_1$= | 15 | cm |
| d= | 365 | cm |
| $f_{cd}$= | 2.50 | kN/cm$^2$ |
| $f_{yd}$= | 50.00 | kN/cm$^2$ |
| **$\varepsilon_{s1}$=** | 10 ‰ | |

*Jednostruko armiranje*

| | | |
|---|---|---|
| ω= | 3.0068 | |
| ρ= | -0.063 | |
| ξ= | 0.080 | |
| ζ= | 0.972 | |
| $A_{s1}$= | -4.58 | cm$^2$ |

| | | |
|---|---|---|
| $M_{Eds}$= | 1629.15 | kNm |
| $\varepsilon_{c2}$= | 0.88 ‰ | |
| $M_{Rd,lim}$= | 10601.80 | kNm |
| $\mu_{Ed}$= | 0.025 | |

Proračunska armatura nije potrebna!

## Proračun zida na poprečnu silu

$V_{Ed} = V'_{Ed} \cdot \varepsilon$ **ε=** 1.5 $V_{Ed}$= 546 kN

## Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:

$A_{sw} - ploština\ presjeka\ poprečne\ armature$
$s - razmak\ spona$
$f_{ywd} - proračunska\ granica\ popuštanja\ poprečne\ armature$
$\nu_1 - koeficijent\ smanjenja\ čvrstoće\ za\ beton\ raspucan\ zbog\ posmika$
$\alpha_{cw} - koeficijent\ kojim\ se\ uzima\ u\ obzir\ stanje\ naprezanja\ u\ tlačnom\ pojasu$

$$V_{Rd} = min\begin{cases} V_{Rd,max} = \dfrac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} \\ V_{Rd,s} = \dfrac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta \end{cases} \qquad \nu_1 = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \qquad z = 0.8 \cdot l_w$$

$\alpha_{cw}$= 1 $\nu_1$= 0.53
θ= 45 z= 342 cm

$V_{Rd}$= 4514.4 kN > $V_{Ed}$= 546 kN

Minimalna i maksimalna vertikalna armatura u zidu:

$A_{s,vmin} = 0.002 \cdot A_c$ $A_{s,vmin}$= 4 cm²/m' Za jedno lice zida: $A_{s,vmin}$= 2 cm²/m'

$A_{s,vmax} = 0.04 \cdot A_c$ $A_{s,vmin}$= 80 cm²/m' Za jedno lice zida: $A_{s,vmin}$= 40 cm²/m'

Minimalna i maksimalna horizontalna armatura u zidu:

$$A_{s,hmin} = max\begin{cases} 25\% \cdot A_{s,v} \\ 0.001 \cdot A_c \end{cases}$$ $A_{s,hmin}$= 2.0 cm²/m'

**Odabrana armatura u zidu:**

| | Vertikalna armatura | | Horizontalna armatura | |
|---|---|---|---|---|
| Odabrana mreža | Q-283 | | | |
| Odabrane šipke | / | | / | |
| Ukupna armatura | 2.83 | cm²/m' | 2.83 | cm²/m' |

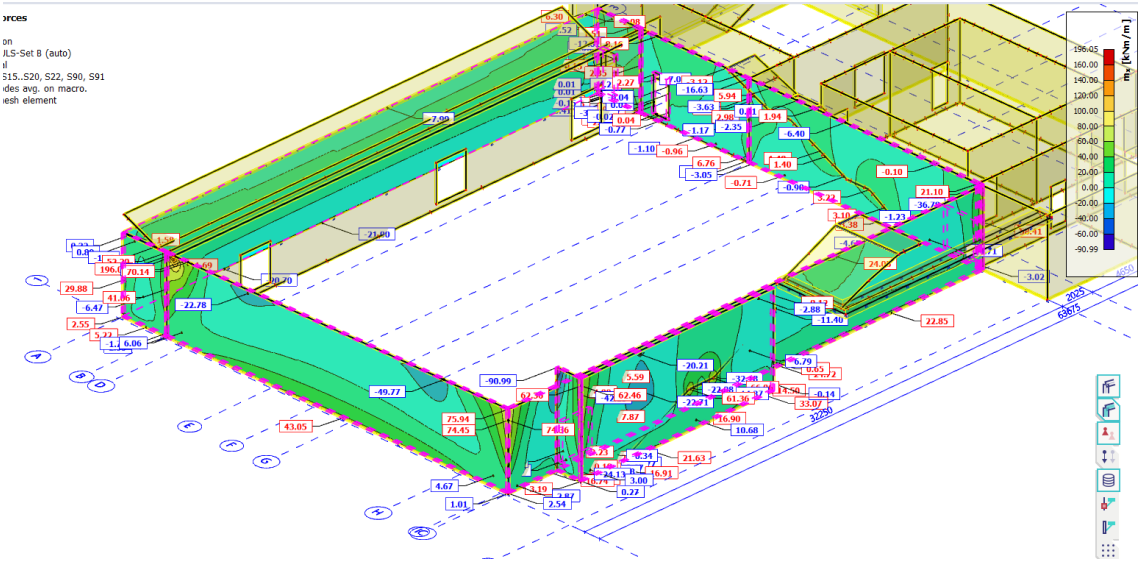
**U svako lice zida postaviti mrežu Q 283**

**Zaključak:** Dovoljna je minimalna armatura u rubovima zidova. Rubove zida armirati sa šipkama ⌀ 16 (količina ovisna o potrebnoj duljini rubnog elementa), te zatvorenim vilicama ⌀10/15cm.

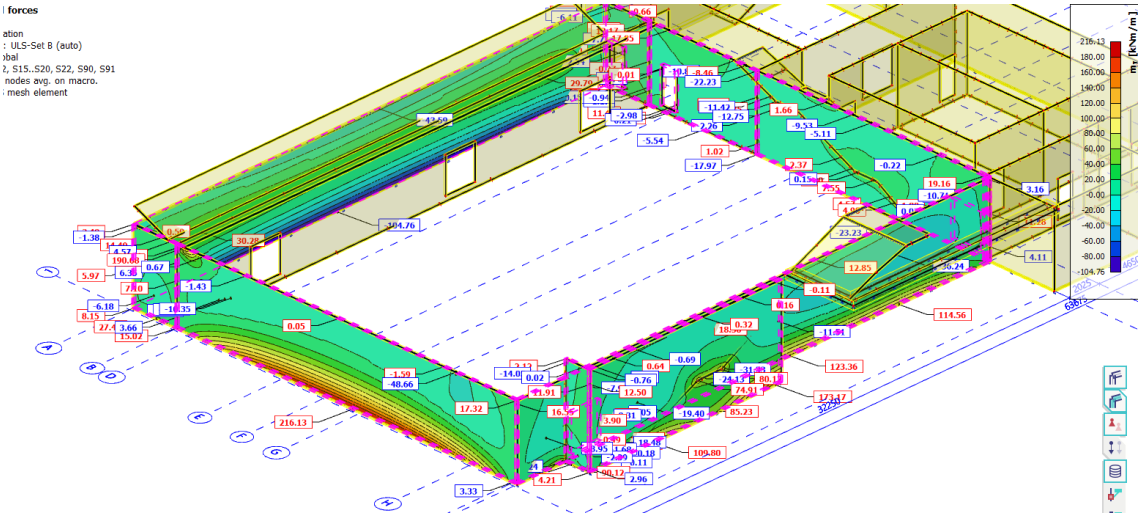
## 7.1.4. Zidovi u kontaktu s tlom

### 7.1.4.1. Zidovi d= 25 cm

### 7.1.4.2. Granično stanje nosivosti – rezne sile



*Slika 66: Moment u x-smjeru (kNm/m')*



*Slika 67: Moment u y-smjeru (kNm/m')*

### 7.1.4.3. Granično stanje nosivosti – potrebna armatura

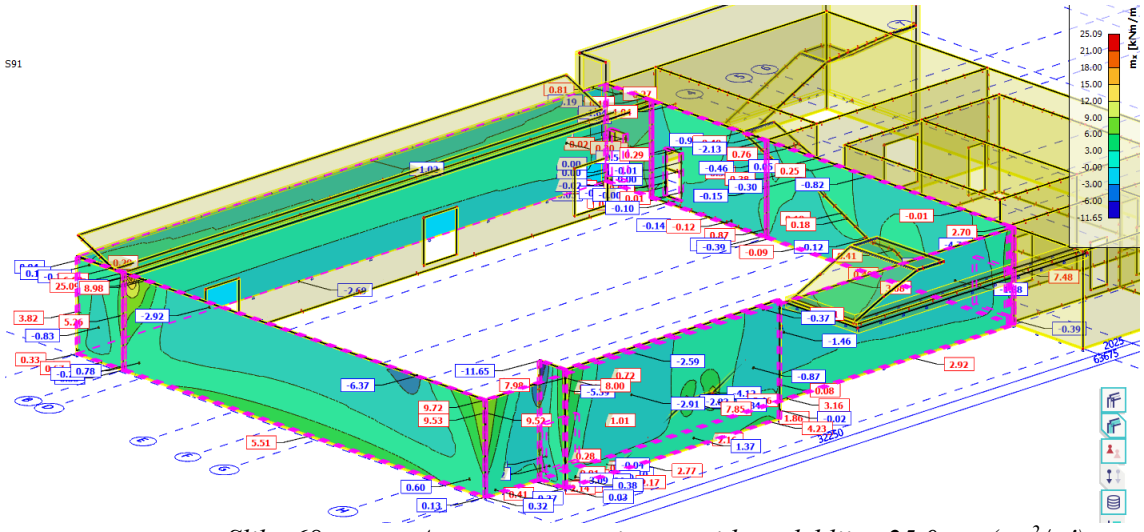
Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za zid debljine d=25,0 cm prema sljedećem postupku:

$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

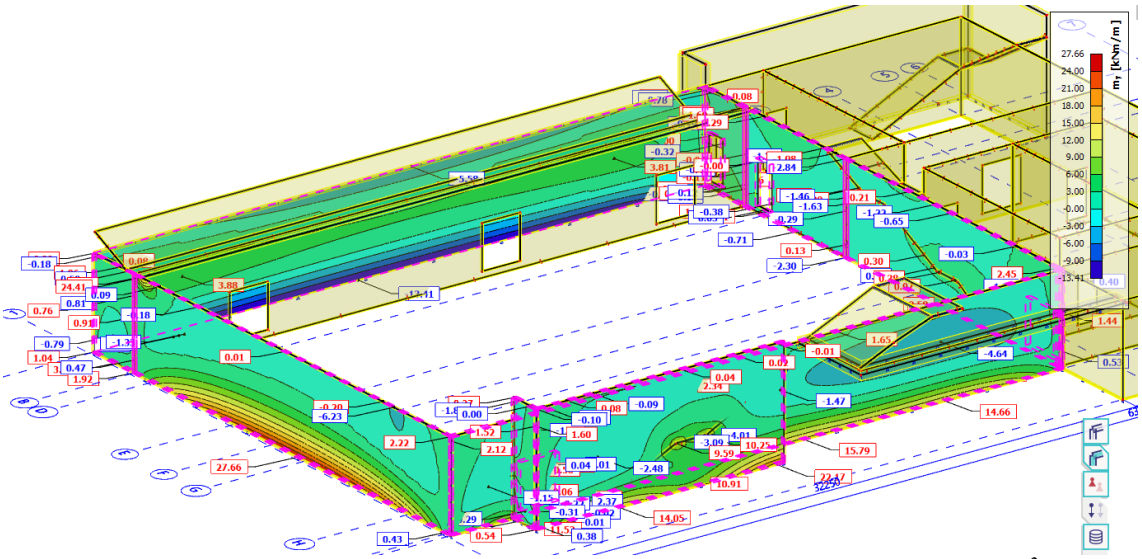
$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

| | |
|---|---|
| zaštitni sloj: | 3,5 cm |

| ***Debljina zida - dz*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **25 cm** | 20,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,128*** |



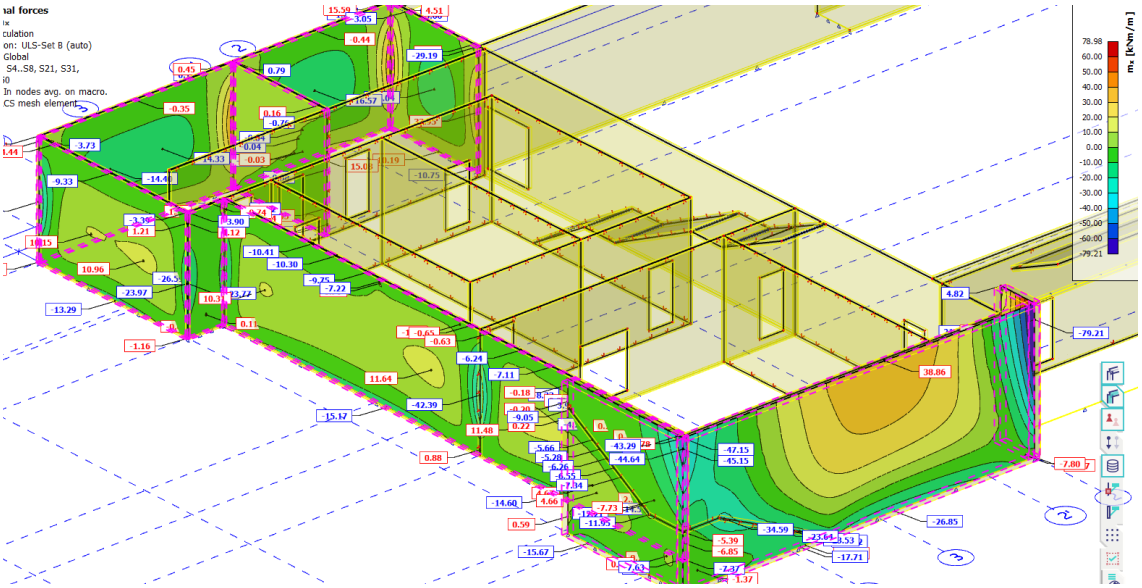

*Slika 68: Armatura u x-smjeru za zidove debljine 25,0 cm (cm²/m')*



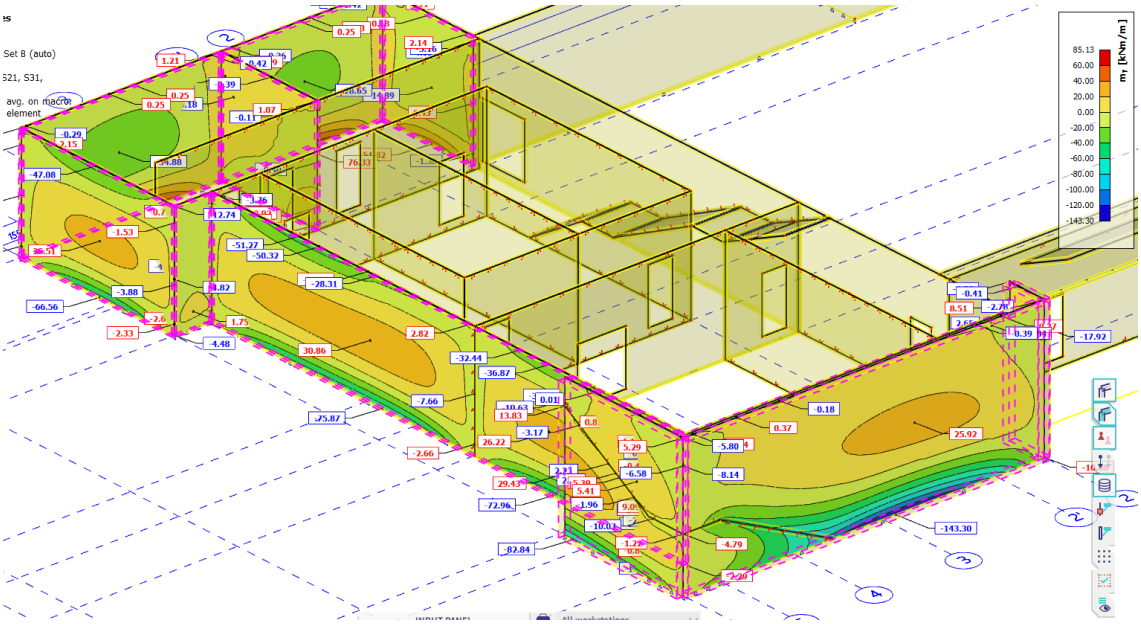

*Slika 69: Armatura u y-smjeru za zidove debljine 25,0 cm ($cm^2/m'$)*

### 7.1.4.4. Zidovi d= 20 cm

### 7.1.4.5. Granično stanje nosivosti – rezne sile




*Slika 70: Moment u x-smjeru (kNm/m')*



*Slika 71: Moment u y-smjeru (kNm/m')*

### 7.1.4.6. Granično stanje nosivosti – potrebna armatura

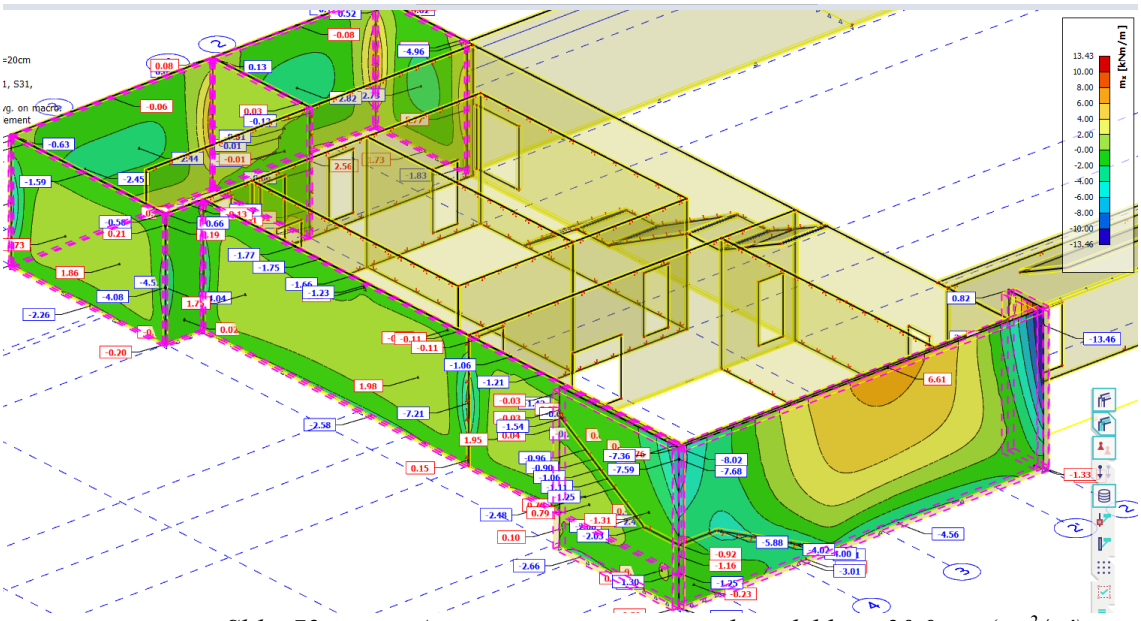
Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za zid debljine d=25,0 cm prema sljedećem postupku:

$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

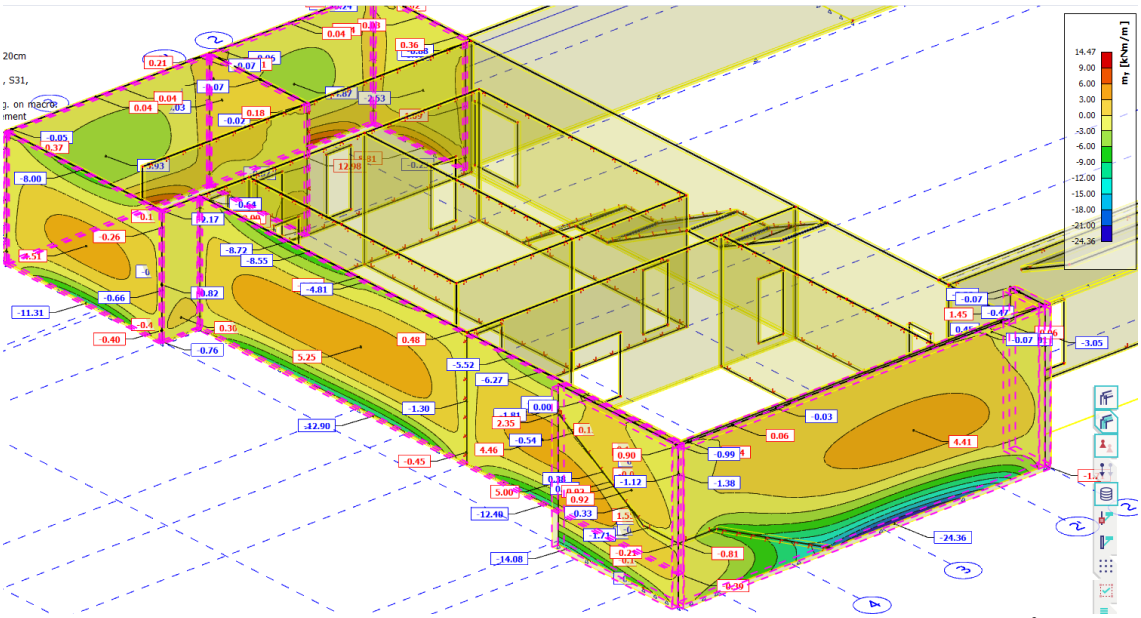
$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

| | |
|---|---|
| zaštitni sloj: | 3,5 cm |

| ***Debljina zida - dz*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **20 cm** | 15,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,170*** |



*Slika 72: Armatura u x-smjeru za zidove debljine 20,0 cm ($cm^2/m'$)*



*Slika 73: Armatura u y-smjeru za zidove debljine 20,0 cm ($cm^2/m'$)*

### 7.1.4.7. Zaključak – potrebna armatura

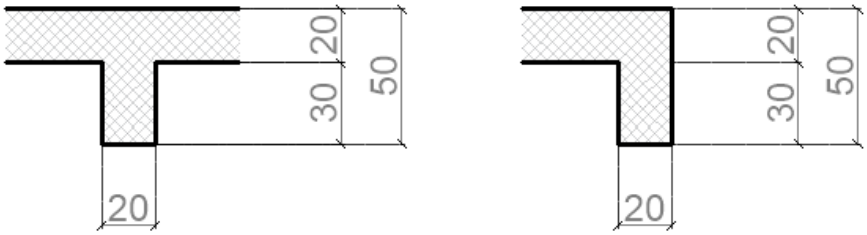
Sve zidove podruma armirati obostrano mrežama Q-503. U donju trećinu zida postaviti dodatno ojačanje šipkama sukladno prikazanim dijagramima. Maksimalna potrebna armatura As,max=27,66 $cm^2$

Potrebna armatura na kritičnom presjeku: $A_{s,\ potrebno}$ = Q-503 (5.03 $cm^2$) + ⌀18/10 (25,43 $cm^2$)

## 7.2. AB GREDE

### 7.2.1. Grede dimenzija 20x50cm

| Pozicije: | Poprečni presjek: | Materijal: |
|---|---|---|
| G201<br>G202<br>G204<br>G205<br>G206<br>G207 | 20 x 50 cm | C30/37 |

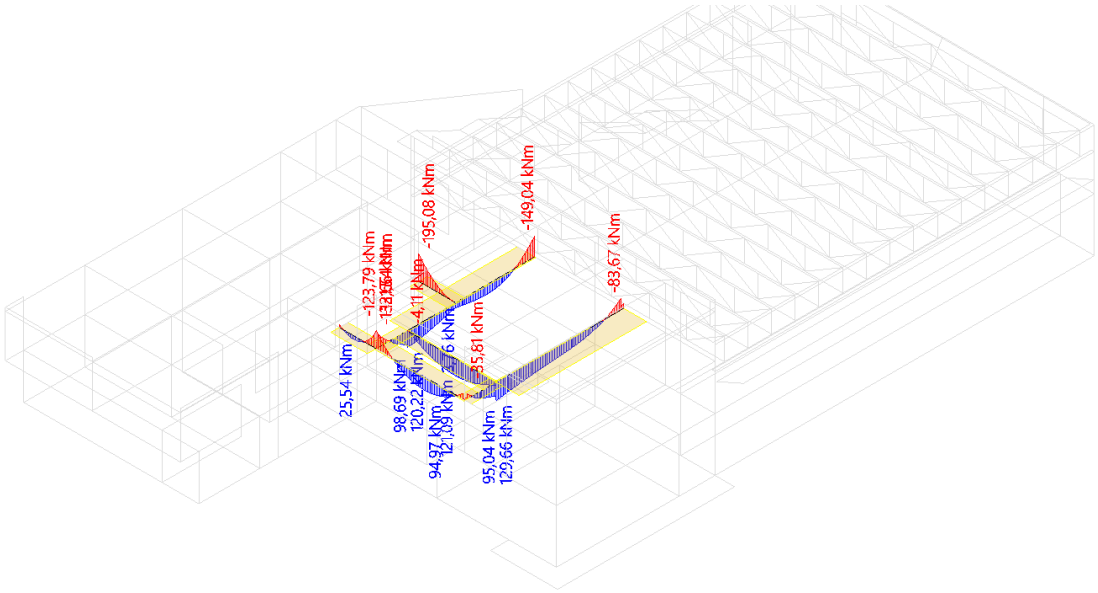



*Slika 74: Shematski prikaz greda u poprečnom presjeku*

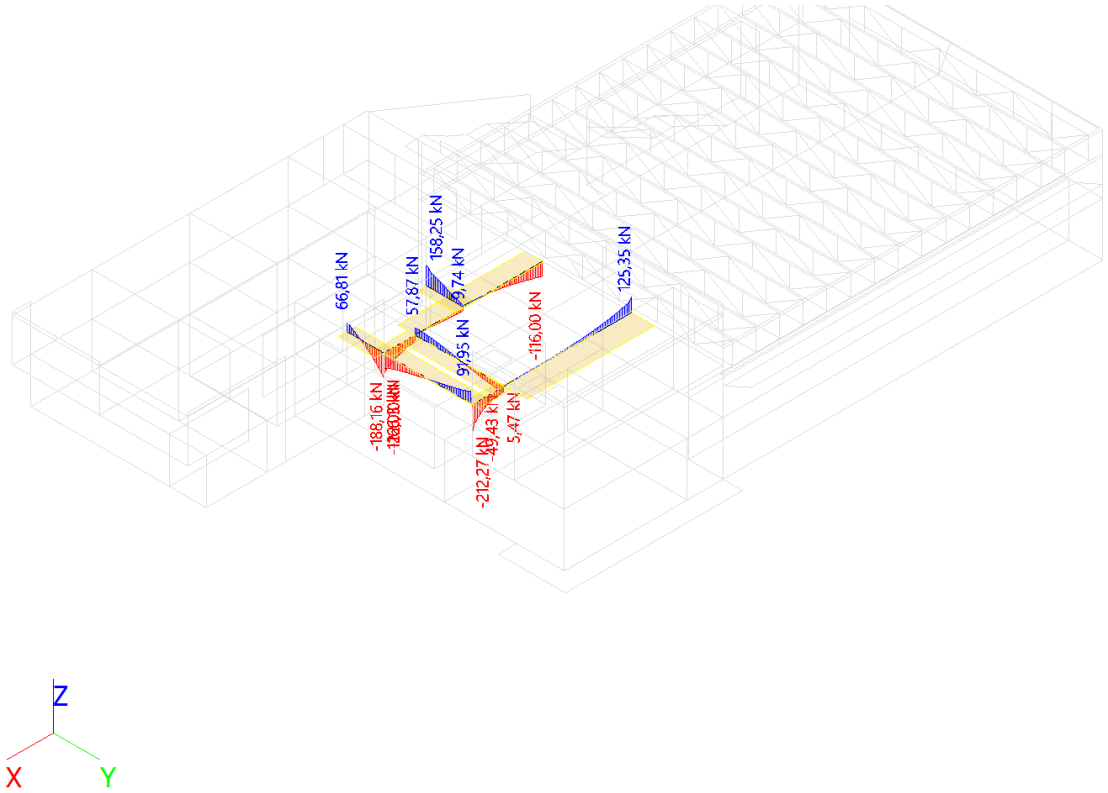
#### 7.2.1.1. Granično stanje nosivosti – Rezne sile

| Pozicija | Kombinacija | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G206 | ULS-Set B (auto)/1 | 30,27 | 158,18 | -8,44 | -195,04 | -3,51 |
| B1847 | ULS-Set B (auto)/1 | 73,64 | -58,90 | -20,03 | 77,16 | -18,05 |
| B1846 | ULS-Set B (auto)/2 | **-134,89** | -33,75 | 12,45 | 95,04 | 39,20 |
| B1847 | ULS-Set B (auto)/3 | **167,07** | -166,10 | -40,14 | -121,54 | 24,19 |
| B1846 | ULS-Set B (auto)/1 | -54,26 | **-212,27** | -6,40 | -20,64 | -1,37 |
| G201 | ULS-Set B (auto)/3 | -56,14 | 86,44 | **-86,59** | -68,27 | 17,70 |
| G206 | ULS-Set B (auto)/4 | 28,89 | 157,68 | -8,39 | **-195,08** | -3,55 |
| G201 | ULS-Set B (auto)/3 | 24,02 | -5,47 | **54,96** | **129,66** | 287,74 |
| G205 | ULS-Set B (auto)/5 | -1,04 | -1,77 | -0,02 | 120,90 | **-185,15** |
| G201 | ULS-Set B (auto)/6 | 31,40 | -5,21 | 53,95 | 129,20 | **290,32** |
| G207 | ULS-Set B (auto)/3 | -51,97 | -188,16 | 39,95 | -123,79 | -40,09 |
| G206 | ULS-Set B (auto)/7 | 30,17 | **158,25** | -8,48 | -195,02 | -3,47 |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind7 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind3 |
| ULS-Set B (auto)/4 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |
| ULS-Set B (auto)/5 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind11 |
| ULS-Set B (auto)/6 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10 |
| ULS-Set B (auto)/7 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |




*Slika 75: Moment My (kNm)*




*Slika 76: Poprečna sila Vz (kN)*

## 7.2.1.2. Granično stanje nosivosti – dimenzioniranje

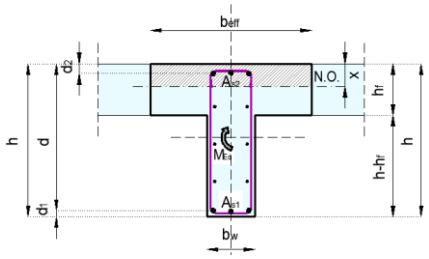
**DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE**

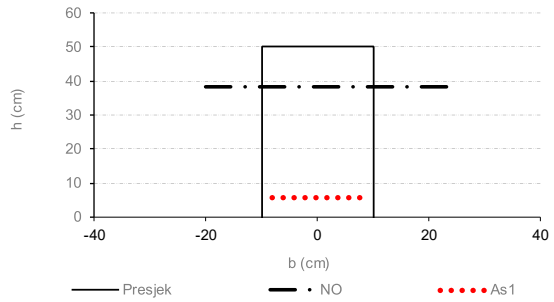
*Beton:* C30/37 $f_{ck}$ = 30 MPa $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$ 30 /1.5 = 20 MPa

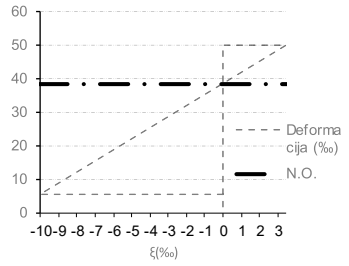
*Armatura:* B500B $f_{yk}$ = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$ 500/1.15 = 434,8 MPa

***Maksimalni moment u polju (DONJA ZONA)***

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 20,00 cm | | $f_{cd}$ = | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| $b_{eff}$ = | 20,00 cm | | $f_{yd}$ = | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| h= | 50,00 cm | | | | |
| $h_f$ = | 0,00 cm | | | | |
| $d_1$ = | 5,60 cm | | | | |
| d = | 44,40 cm | | | | |
| $M_{Ed}$ = | 129,7 kNm | *Jednostruko armirani presjek* | | | |
| $N_{Ed}$ = | 0,0 kN | | ω = | 17,840 | % |
| | | | ρ = | 0,875 | % |
| $\varepsilon_{s1}$ = | 10,00 ‰ | | ξ = | 0,259 | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 3,50 ‰ | | x = | 11,511 | cm |
| | | | ζ = | 0,892 | |
| $M_{Eds}$ = | 130 kNm | | $A_{s1}$ = | 7,53 | cm$^2$ |
| $M_{Rd,lim}$ = | 126 kNm | | $A_{s2}$ = | 0,24 | cm$^2$ |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,159 | | $A_{s1,min.}$ = | 1,34 | cm$^2$ |
| $b_i$ = | 20,00 cm | | $A_{s1,max.}$ = | 0,00 | cm$^2$ |



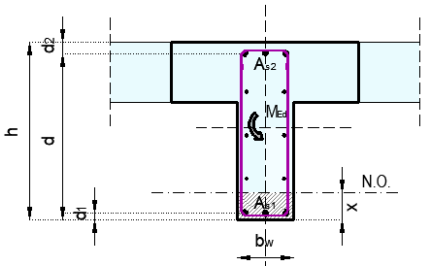




***Odabrana armatura:*** **5Ø16** $A_{s1,odabrano}$ = **10,05** cm$^2$

## *Maksimalni moment na ležaju (GORNJA ZONA)*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 20,00 cm | | $f_{cd}$= | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| h= | 50,00 cm | | $f_{yd}$= | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| $d_2$= | 10,00 cm | | | | |
| d = | 40,00 cm | | | | |
| $M_{Ed}$= | 195,1 kNm | *Dvostruko armirani presjek* | | | |
| $N_{Ed}$= | 0,0 kN | ω = | 17,840 | % | |
| | | ρ = | 2,323 | % | |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 ‰ | ξ = | 0,259 | | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 3,50 ‰ | x = | 10,370 | cm | |
| | | ζ = | 0,892 | | |
| $M_{Eds}$ = | 195 kNm | $A_{s2}$ = | 12,573 | cm$^2$ | |
| $M_{Rd,lim}$= | 102 kNm | $A_{s1}$ = | 6,008 | cm$^2$ | |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,159 | $A_{s2,min.}$ = | 1,205 | cm$^2$ | |
| | | $A_{s2,max.}$ = | 31,000 | cm$^2$ | |




***Odabrana armatura:*** **7Ø16** $A_{s2,odabrano}$ = **14,07** cm$^2$

## DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| L = | 13,15 m | - duljina grede | $c_{Rdc}$= | 0,12 |
| $b_w$= | 20,00 cm | | k= | 1,71 |
| h= | 50,00 cm | | $\rho_l$= | 0,0176 |
| $d_1$ ($d_2$) = | 10,00 cm | | $\sigma_{cp}$= | 0,00 |
| d = | 40,00 cm | | $v_{min}$= | 0,43 |
| $A_{s,l}$ = | 14,07 cm2 | - uzdužna armatura | $k_1$= | 0,15 |
| | | | $V_{Rdc,min}$= | 34,2 kN |
| $V_{Ed}$ = | 212,3 kN | - maksimalna poprečna sila | $V_{Rdc}$= | **61,5 kN** |
| $N_{Ed}$ = | 0,0 kN | | v= | 0,528 |
| | | | $V_{Rd,max}$= | **422 kN** |

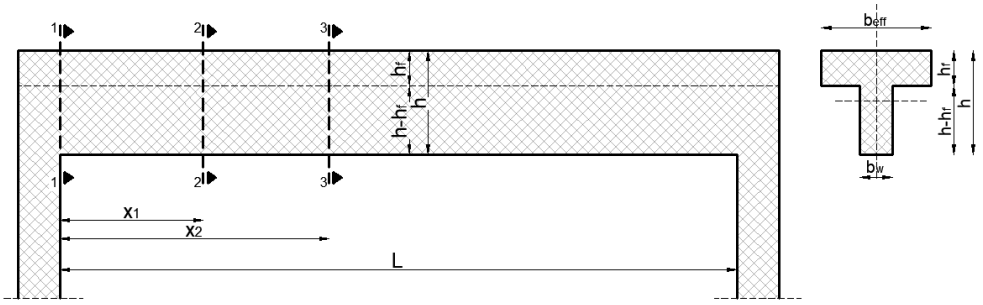
| | | |
|---|---|---|
| $V_{Rdc}$ | Poprečna sila koju element može preuzeti bez poprečne armature | $V_{Rd,c} = \left[c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ $uz\ uvjet \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ |
| $V_{Rd,max}$ | Maksimalna računska poprečna sila koju mogu preuzeti tlačne dijagonale elementa | $V_{Rd,max} = 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot \nu \cdot f_{cd}$ |
| $V_{Rds}$ | Računska poprečna sila koju preuzimaju elementi s vertikalnom poprečnom armaturom | $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw,od}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$ |

| *PRESJEK 1-1* | |
|---|---|
| x= | 0,00 m |
| $V_{Ed}$= | **212,3 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,49 |
| $s_{w,max}$= | 22,7 cm |
| $s_{p,max}$= | 30,9 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,23 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 11,9 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **10,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **253,2 kN** |

| *PRESJEK 2-2* | |
|---|---|
| $x_1$= | 3,00 m |
| $V_{Ed}$= | **115,4 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,49 |
| $s_{w,max}$= | 22,7 cm |
| $s_{p,max}$= | 22,7 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,23 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 21,9 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **20,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **126,6 kN** |

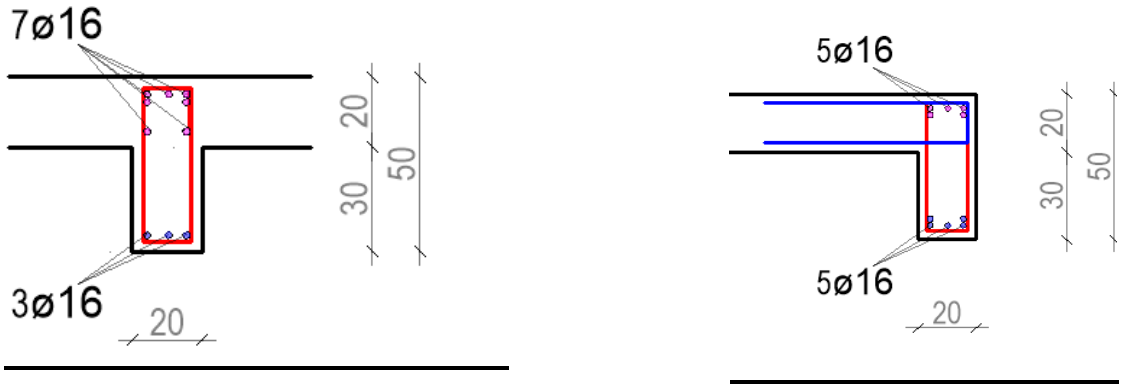
x - udaljenost presjeka od oslonca

### 7.2.1.3. Odabrana armatura za grede G20x50 cm




| *ODABRANA POPREČNA ARMATURA* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Udaljenost od oslonca nosača (m) | | | Odabrana armatura(Ø/cm) | | |
| ***0*** | ***-*** | ***3,0*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***10,0*** |
| ***3,0*** | ***-*** | ***sredina grede*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***20,0*** |

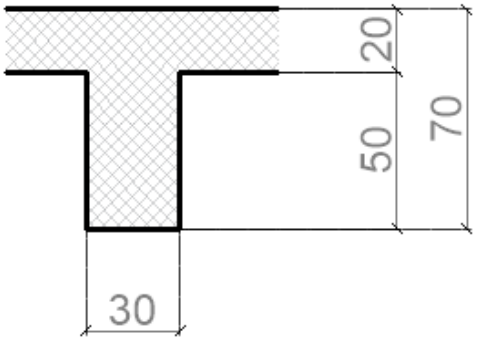
**Gredu armirati na način da se postavi uzdužna armatura 3Ø16 u donju zonu te 5Ø18 u gornju zonu grede i poprečna Ø10 (m=2) na razmacima kako je prikazano u tablici iznad.**




*Slika 77: Prikaz armature u poprečnom presjeku greda 206 i G207(lijevo) i ostalih greda dimenzije 20x50 (desno)*

## 7.2.2. Greda dimenzija 30x70cm

| Pozicije: | Poprečni presjek: | Materijal: |
|---|---|---|
| G203 | 30 x70 cm | C30/37 |

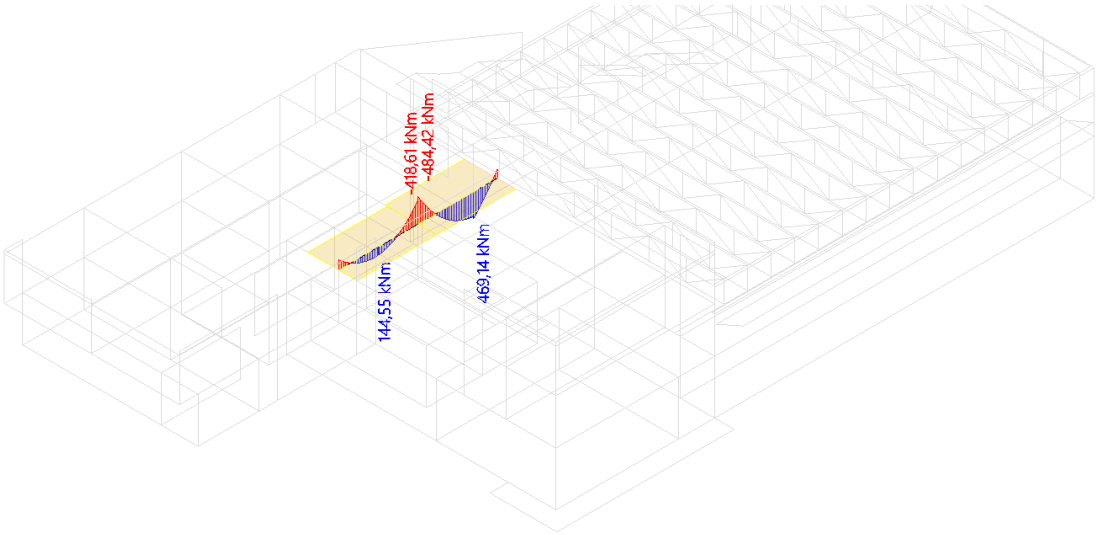



*Slika 78: Shematski prikaz grede u poprečnom presjeku*

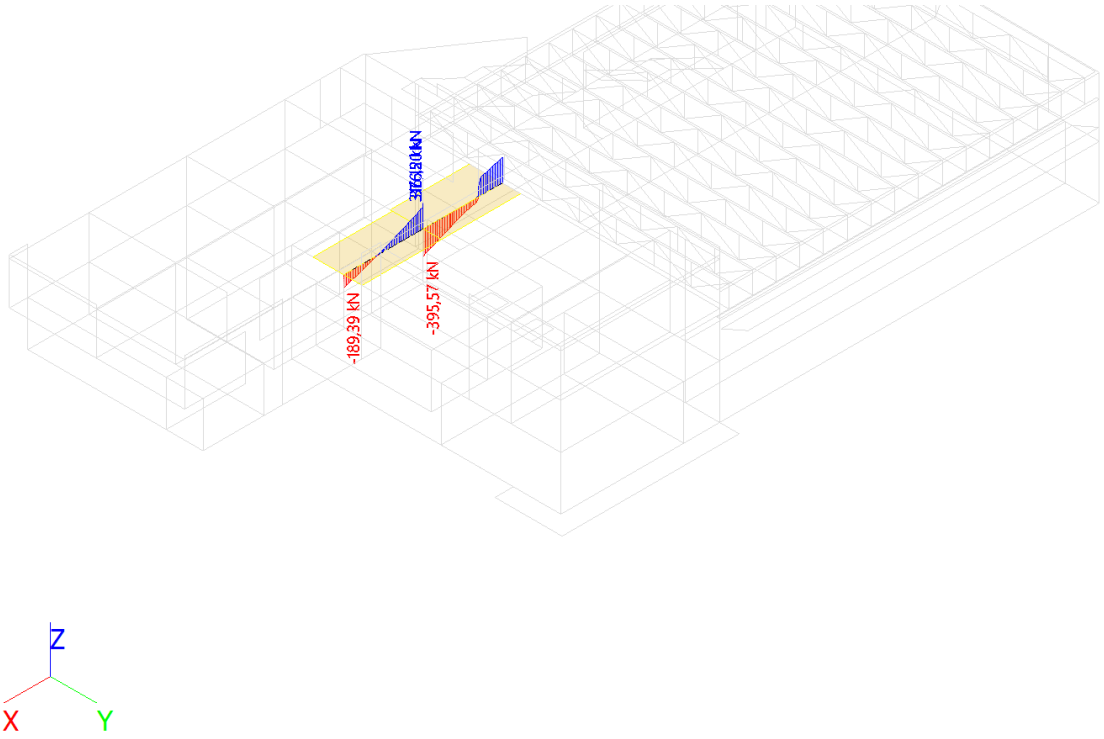
### 7.2.2.1. Granično stanje nosivosti – Rezne sile

| Pozicija | Kombinacija | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G203 | ULS-Set B (auto)/1 | -115,68 | 335,35 | 167,50 | -372,61 | 170,67 |
| G203 | ULS-Set B (auto)/2 | 6,24 | -144,10 | -5,84 | 294,38 | -152,96 |
| G203 | ULS-Set B (auto)/3 | **-175,40** | 305,73 | 142,86 | -357,59 | 124,19 |
| G203 | ULS-Set B (auto)/4 | **143,37** | -377,88 | -115,77 | -399,12 | 126,12 |
| G203 | ULS-Set B (auto)/5 | -8,60 | -394,41 | **-131,04** | -482,47 | 180,02 |
| G203 | ULS-Set B (auto)/3 | -142,24 | 376,19 | **189,85** | -429,16 | 189,80 |
| G203 | ULS-Set B (auto)/4 | 0,72 | 153,79 | 94,05 | **469,14** | **-204,41** |
| G203 | ULS-Set B (auto)/5 | -141,65 | 375,98 | 189,79 | -427,95 | **190,35** |
| G203 | ULS-Set B (auto)/3 | -5,97 | **-395,57** | -130,93 | **-484,42** | 179,57 |
| G203 | ULS-Set B (auto)/4 | -142,08 | **376,20** | 189,84 | -429,14 | 189,51 |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind11 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/4 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind10 |
| ULS-Set B (auto)/5 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |




*Slika 79: Moment My (kNm)*




*Slika 80: Poprečna sila Vz (kN)*

## 7.2.2.2. Granično stanje nosivosti – dimenzioniranje

**DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE**

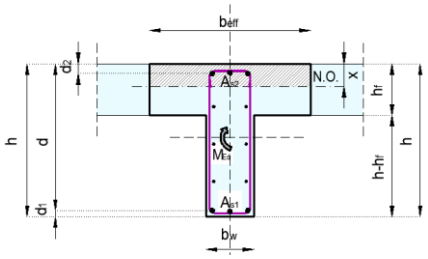
*Beton:* C30/37 $f_{ck}$ = 30 MPa $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$ 30 /1.5 = 20 MPa

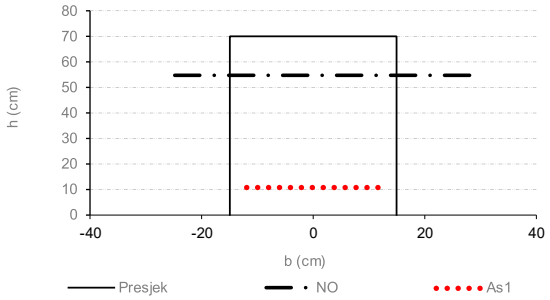
*Armatura:* B500B $f_{yk}$ = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$ 500/1.15 = 434,8 MPa

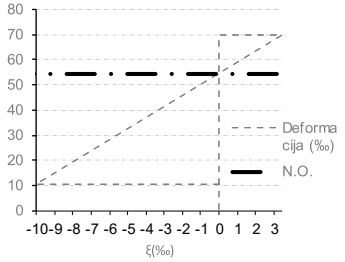
***Maksimalni moment u polju (DONJA ZONA)***

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 30,00 cm | $f_{cd}$ = | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| $b_{eff}$ = | 30,00 cm | $f_{yd}$ = | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| h= | 70,00 cm | | | |
| $h_f$ = | 20,00 cm | | | |
| $d_1$= | 10,50 cm | | | |
| d = | 59,50 cm | | | |

| | | *Jednostruko armirani presjek* | | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{Ed}$= | 469,1 kNm | ω = | 17,840 | % |
| $N_{Ed}$= | 0,0 kN | ρ = | 1,457 | % |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 ‰ | ξ = | 0,259 | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 3,50 ‰ | x = | 15,426 | cm |
| | | ζ = | 0,892 | |
| $M_{Eds}$ = | 469 kNm | $A_{s1}$ = | 20,33 | cm$^2$ |
| $M_{Rd,lim}$= | 338 kNm | $A_{s2}$ = | 5,68 | cm$^2$ |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,159 | $A_{s1,min.}$ = | 2,69 | cm$^2$ |
| $b_i$= | 30,00 cm | $A_{s1,max.}$ = | 46,50 | cm$^2$ |



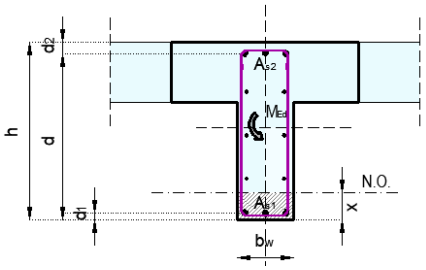




***Odabrana armatura:*** **7Ø20** $A_{s1,odabrano}$ = **21,99** cm$^2$

## *Maksimalni moment na ležaju (GORNJA ZONA)*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 30,00 cm | | $f_{cd}$= | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| h= | 70,00 cm | | $f_{yd}$= | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| $d_2$= | 13,50 cm | | | | |
| d = | 56,50 cm | | | | |
| $M_{Ed}$= | 484,4 kNm | *Dvostruko armirani presjek* | | | |
| $N_{Ed}$= | 0,0 kN | ω = | 17,840 | % | |
| | | ρ = | 1,787 | % | |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 ‰ | ξ = | 0,259 | | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 3,50 ‰ | x = | 14,648 | cm | |
| | | ζ = | 0,892 | | |
| $M_{Eds}$ = | 484 kNm | $A_{s2}$ = | 22,103 | cm$^2$ | |
| $M_{Rd,lim}$= | 305 kNm | $A_{s1}$ = | 8,194 | cm$^2$ | |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,159 | $A_{s2,min.}$ = | 2,553 | cm$^2$ | |
| | | $A_{s2,max.}$ = | 65,100 | cm$^2$ | |




***Odabrana armatura:*** **7Ø20** $A_{s2,odabrano}$ = **21,99** cm$^2$

## DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

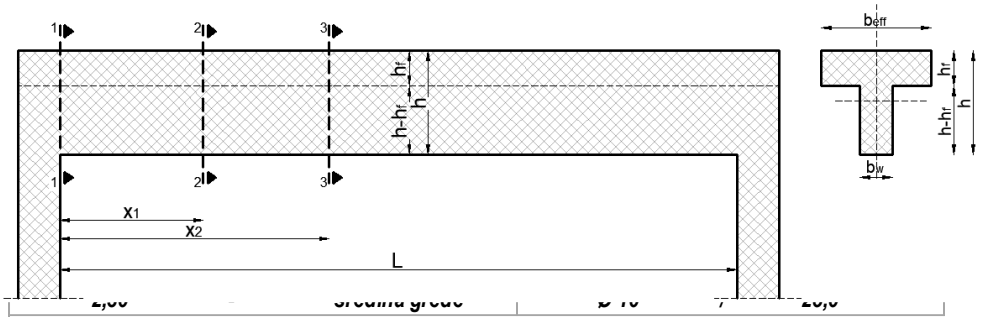
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| L = | 6,50 m | - duljina grede | $c_{Rdc}$= | 0,12 |
| $b_w$= | 30,00 cm | | k= | 1,59 |
| h= | 70,00 cm | | $\rho_l$= | 0,0130 |
| $d_1$ ($d_2$) = | 13,50 cm | | $\sigma_{cp}$= | 0,00 |
| d = | 56,50 cm | | $v_{min}$= | 0,39 |
| $A_{s,l}$ = | 21,99 cm2 | - uzdužna armatura | $k_1$= | 0,15 |
| | | | $V_{Rdc,min}$= | 65,5 kN |
| $V_{Ed}$ = | 395,6 kN | - maksimalna poprečna sila | $V_{Rdc}$= | **109,9 kN** |
| $N_{Ed}$ = | 0,0 kN | | v= | 0,528 |
| | | | $V_{Rd,max}$= | **895 kN** |

| | | |
|---|---|---|
| $V_{Rdc}$ | Poprečna sila koju element može preuzeti bez poprečne armature | $V_{Rd,c} = \left[c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ <br> $uz\ uvjet \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ |
| $V_{Rd,max}$ | Maksimalna računska poprečna sila koju mogu preuzeti tlačne dijagonale elementa | $V_{Rd,max} = 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot \nu \cdot f_{cd}$ |
| $V_{Rds}$ | Računska poprečna sila koju preuzimaju elementi s vertikalnom poprečnom armaturom | $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw,od}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$ |

| *PRESJEK 1-1* | | *PRESJEK 2-2* | | *PRESJEK 3-3* | |
|---|---|---|---|---|---|
| x= | 0,00 m | $x_1$= | 1,50 m | $x_2$= | 2,30 m |
| $V_{Ed}$= | **395,6 kN** | $V_{Ed}$= | **213,0 kN** | $V_{Ed}$= | **115,8 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,44 | $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,44 | $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,44 |
| $s_{w,max}$= | 30,0 cm | $s_{w,max}$= | 30,0 cm | $s_{w,max}$= | 30,0 cm |
| $s_{p,max}$= | 42,4 cm | $s_{p,max}$= | 31,1 cm | $s_{p,max}$= | 31,1 cm |
| m= | 2 | m= | 2 | m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,45 cm2 | $A_{sw,min}$= | 0,45 cm2 | $A_{sw,min}$= | 0,45 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 | $Ø_{min}$= | Ø 8 | $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** | $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** | $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 | $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 | $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 8,8 cm | $s_{w,potrebno}$= | 16,3 cm | $s_{w,potrebno}$= | 25,0 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **7,5 cm** | $s_{w,odabrano}$= | **15,0 cm** | $s_{w,odabrano}$= | **25,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **463,0 kN** | $V_{Rd,s}$= | **231,5 kN** | $V_{Rd,s}$= | **138,9 kN** |

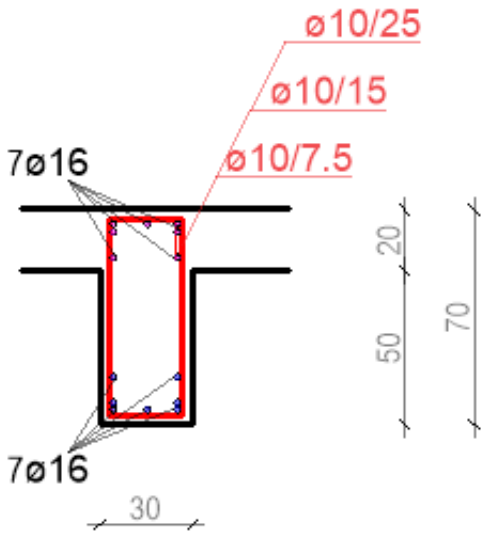
x - udaljenost presjeka od oslonca

### 7.2.2.3. Odabrana armatura za grede G30x70 cm




**Napomena:** Drugu polovicu nosača armirati simetrično!

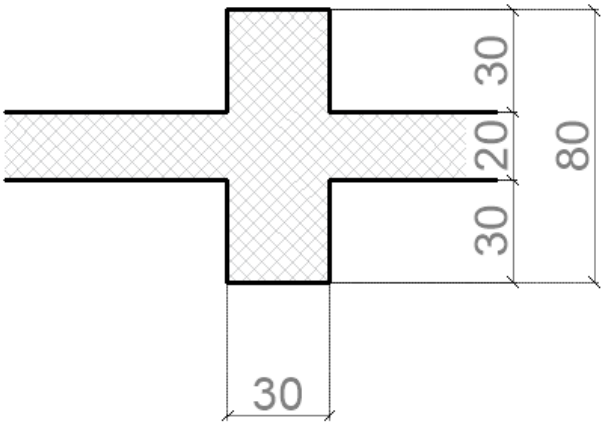
**Gredu armirati na način da se postavi uzdužna armatura 7Ø20 u donju zonu te 7Ø20 u gornju zonu grede i poprečna Ø10 (m=2) na razmacima kako je prikazano u tablici iznad.**




*Slika 81: Prikaz armature u poprečnom presjeku grede G203*

## 7.2.3. Greda dimenzija 30x80cm

| Pozicije: | Poprečni presjek: | Materijal: |
|---|---|---|
| G301<br>G302 | 30 x80 cm | C30/37 |

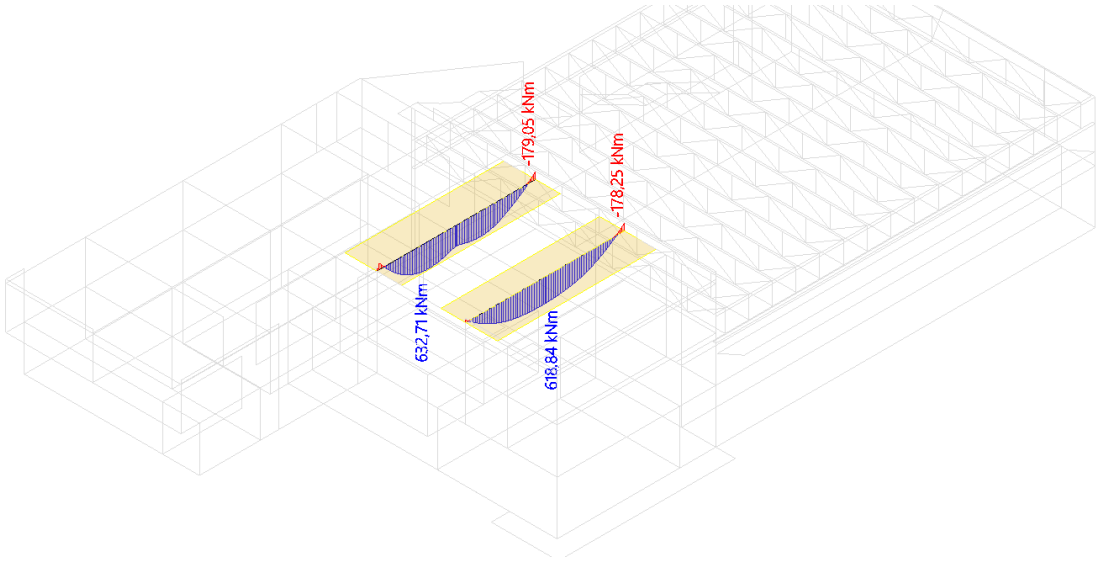



*Slika 82: Shematski prikaz grede u poprečnom presjeku*

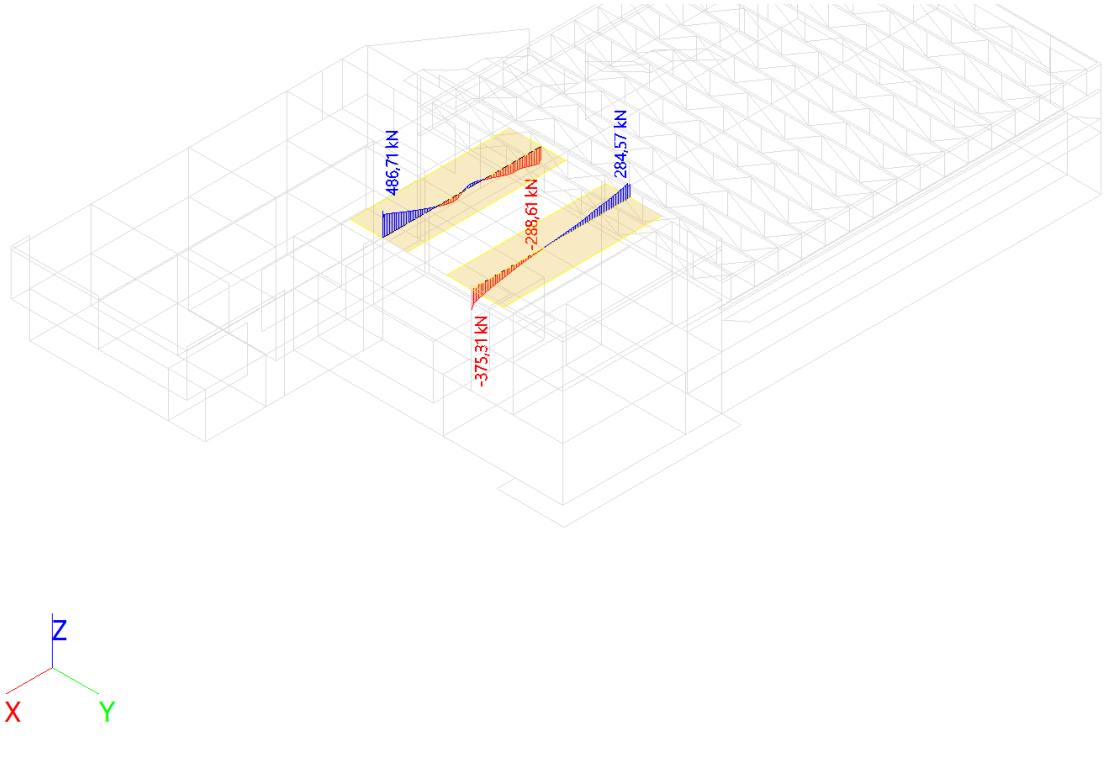
### 7.2.3.1. Granično stanje nosivosti – Rezne sile

| Pozicija | Kombinacija | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G301 | ULS-Set B (auto)/1 | 158,78 | -65,80 | 160,77 | 530,84 | 147,16 |
| G302 | ULS-Set B (auto)/2 | 144,40 | -13,24 | -6,04 | 466,66 | -61,65 |
| G301 | ULS-Set B (auto)/3 | **-10,31** | 231,37 | -20,69 | -177,24 | 2,48 |
| G301 | ULS-Set B (auto)/4 | **228,93** | -206,70 | 272,78 | 162,86 | 31,12 |
| G301 | ULS-Set B (auto)/4 | 7,32 | **-375,31** | 6,53 | -60,69 | 2,88 |
| G302 | ULS-Set B (auto)/5 | 2,53 | **486,71** | 77,36 | -65,85 | -0,30 |
| G301 | ULS-Set B (auto)/5 | 60,20 | 260,08 | **-343,62** | -65,20 | 14,54 |
| G302 | ULS-Set B (auto)/6 | 75,55 | -218,50 | **304,90** | 145,98 | 38,84 |
| G302 | ULS-Set B (auto)/7 | 2,33 | -246,36 | 18,18 | **-179,05** | 0,40 |
| G302 | ULS-Set B (auto)/6 | 191,01 | 13,33 | -244,49 | **632,71** | -2,62 |
| G302 | ULS-Set B (auto)/8 | 77,08 | 381,20 | -208,63 | -150,37 | **-124,53** |
| G301 | ULS-Set B (auto)/6 | 173,95 | -83,81 | 172,50 | 503,84 | **150,61** |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind6 |
| ULS-Set B (auto)/4 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/5 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind14 |




*Slika 83: Moment My (kNm)*




*Slika 84: Poprečna sila Vz (kN)*

## 7.2.3.2. Granično stanje nosivosti – dimenzioniranje

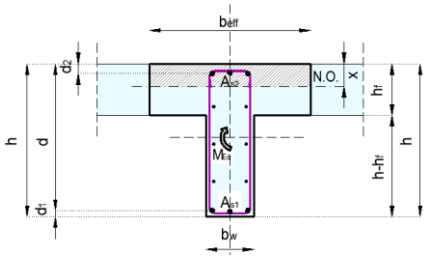
**DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE**

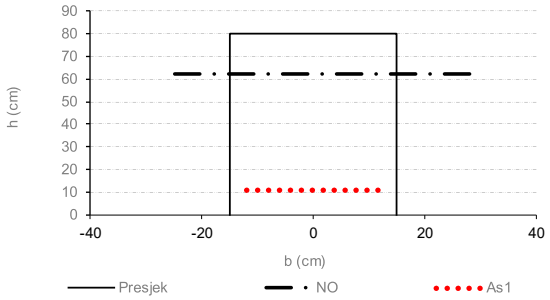
*Beton:* C30/37 $f_{ck}$ = 30 MPa $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$ 30 /1.5 = 20 MPa

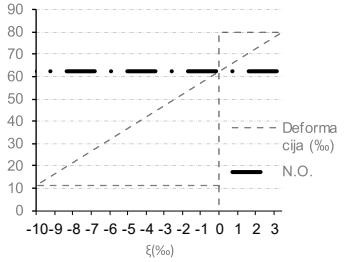
*Armatura:* B500B $f_{yk}$ = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$ 500/1.15 = 434,8 MPa

***Maksimalni moment u polju (DONJA ZONA)***

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 30,00 | cm | $f_{cd}$ = | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| $b_{eff}$ = | 30,00 | cm | $f_{yd}$ = | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| h= | 80,00 | cm | | | |
| $h_f$ = | 0,00 | cm | | | |
| $d_1$= | 11,00 | cm | | | |
| d = | 69,00 | cm | | | |
| $M_{Ed}$= | 632,7 | kNm | *Jednostruko armirani presjek* | | |
| $N_{Ed}$= | 0,0 | kN | ω = | 17,840 | % |
| | | | ρ = | 1,463 | % |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 | ‰ | ξ = | 0,259 | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 3,50 | ‰ | x = | 17,889 | cm |
| | | | ζ = | 0,892 | |
| $M_{Eds}$ = | 633 | kNm | $A_{s1}$ = | 23,64 | cm$^2$ |
| $M_{Rd,lim}$= | 455 | kNm | $A_{s2}$ = | 6,65 | cm$^2$ |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,159 | | $A_{s1,min.}$ = | 3,12 | cm$^2$ |
| $b_i$= | 30,00 | cm | $A_{s1,max.}$ = | 0,00 | cm$^2$ |



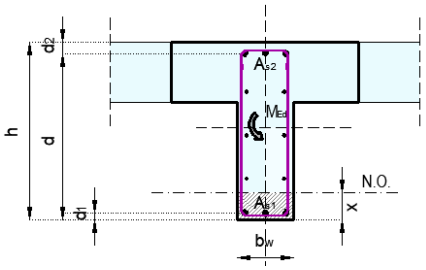




***Odabrana armatura:*** **7Ø22** $A_{s1,odabrano}$ = **26,61** cm$^2$

## *Maksimalni moment na ležaju (GORNJA ZONA)*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 30,00 cm | | $f_{cd}$= | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| h= | 80,00 cm | | $f_{yd}$= | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| $d_2$= | 5,60 cm | | | | |
| d = | 74,40 cm | | | | |
| $M_{Ed}$= | 179,1 kNm | *Jednostruko armirani presjek* | | | |
| $N_{Ed}$= | 0,0 kN | ω = | 5,740 | % | |
| | | ρ = | 0,260 | % | |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 ‰ | ξ = | 0,124 | | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 1,42 ‰ | x = | 9,262 | cm | |
| | | ζ = | 0,955 | | |
| $M_{Eds}$ = | 179 kNm | $A_{s2}$ = | 5,794 | cm$^2$ | |
| $M_{Rd,lim}$= | 529 kNm | $A_{s1}$ = | 0,000 | cm$^2$ | |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,055 | $A_{s2,min.}$ = | 3,362 | cm$^2$ | |
| | | $A_{s2,max.}$ = | 52,800 | cm$^2$ | |




***Odabrana armatura:*** **3Ø18** $A_{s2,odabrano}$ = **7,63** cm$^2$

## DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| L = | 13,15 m | - duljina grede | $c_{Rdc}$= | 0,12 |
| $b_w$= | 30,00 cm | | k= | 1,54 |
| h= | 80,00 cm | | $\rho_l$= | 0,0129 |
| $d_1$ ($d_2$) = | 11,00 cm | | $\sigma_{cp}$= | 0,00 |
| d = | 69,00 cm | | $v_{min}$= | 0,37 |
| $A_{s,l}$ = | 26,61 cm2 | - uzdužna armatura | $k_1$= | 0,15 |
| | | | $V_{Rdc,min}$= | 75,7 kN |
| $V_{Ed}$ = | 486,7 kN | - maksimalna poprečna sila | $V_{Rdc}$= | **129,1 kN** |
| $N_{Ed}$ = | 0,0 kN | | v= | 0,528 |
| | | | $V_{Rd,max}$= | **1093 kN** |

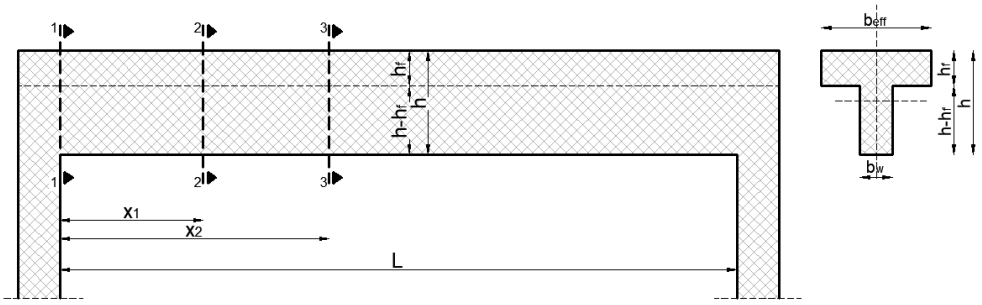
| | | |
|---|---|---|
| $V_{Rdc}$ | Poprečna sila koju element može preuzeti bez poprečne armature | $V_{Rd,c} = \left[c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ <br> $uz\ uvjet \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ |
| $V_{Rd,max}$ | Maksimalna računska poprečna sila koju mogu preuzeti tlačne dijagonale elementa | $V_{Rd,max} = 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot \nu \cdot f_{cd}$ |
| $V_{Rds}$ | Računska poprečna sila koju preuzimaju elementi s vertikalnom poprečnom armaturom | $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw,od}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$ |

| *PRESJEK 1-1* | |
|---|---|
| x= | 0,00 m |
| $V_{Ed}$= | **486,7 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,45 |
| $s_{w,max}$= | 30,0 cm |
| $s_{p,max}$= | 51,8 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,45 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 8,7 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **7,5 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **565,5 kN** |

| *PRESJEK 2-2* | |
|---|---|
| $x_1$= | 3,00 m |
| $V_{Ed}$= | **264,6 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,45 |
| $s_{w,max}$= | 30,0 cm |
| $s_{p,max}$= | 38,0 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,45 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 16,0 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **15,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **282,7 kN** |

x - udaljenost presjeka od oslonca

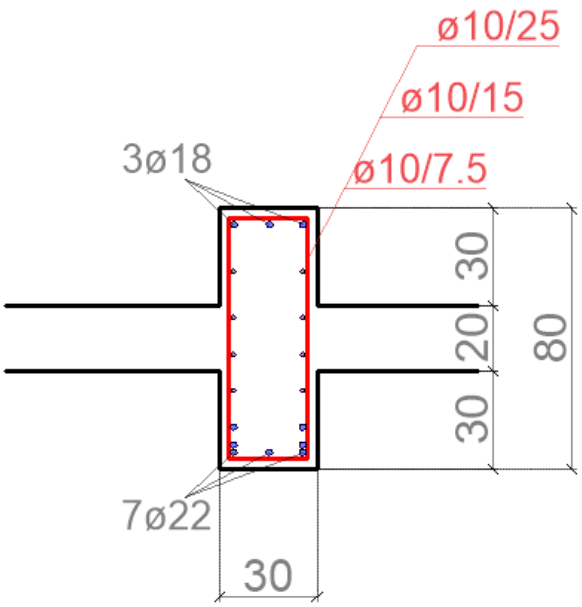
### 7.2.3.3. Odabrana armatura za grede G30x80 cm




| *ODABRANA POPREČNA ARMATURA* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Udaljenost od oslonca nosača (m) | | | Odabrana armatura(Ø/cm) | | |
| ***0*** | ***-*** | ***3,0*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***7,5*** |
| ***3,0*** | ***-*** | ***2,13*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***15,0*** |
| ***4,67*** | ***-*** | ***sredina grede*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***25,0*** |

**Napomena:** Drugu polovicu nosača armirati simetrično!

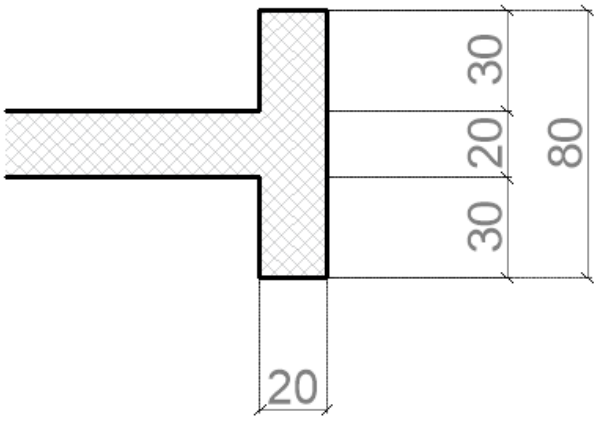
**Gredu armirati na način da se postavi uzdužna armatura 7Ø22 u donju zonu te 3Ø18 u gornju zonu grede i poprečna Ø10 (m=2) na razmacima kako je prikazano u tablici iznad.**




*Slika 85: Prikaz armature u poprečnom presjeku greda G301 i G302*

## 7.2.4. Grede dimenzija 20x80cm

| Pozicije: | Poprečni presjek: | Materijal: |
|---|---|---|
| G304<br>G306 | 20 x80 cm | C30/37 |

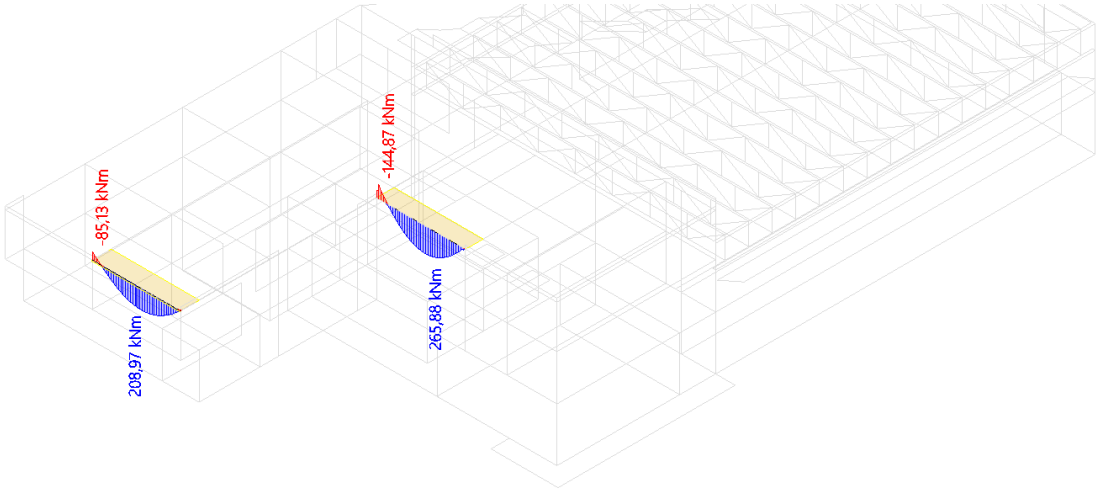



*Slika 86: Shematski prikaz grede u poprečnom presjeku*

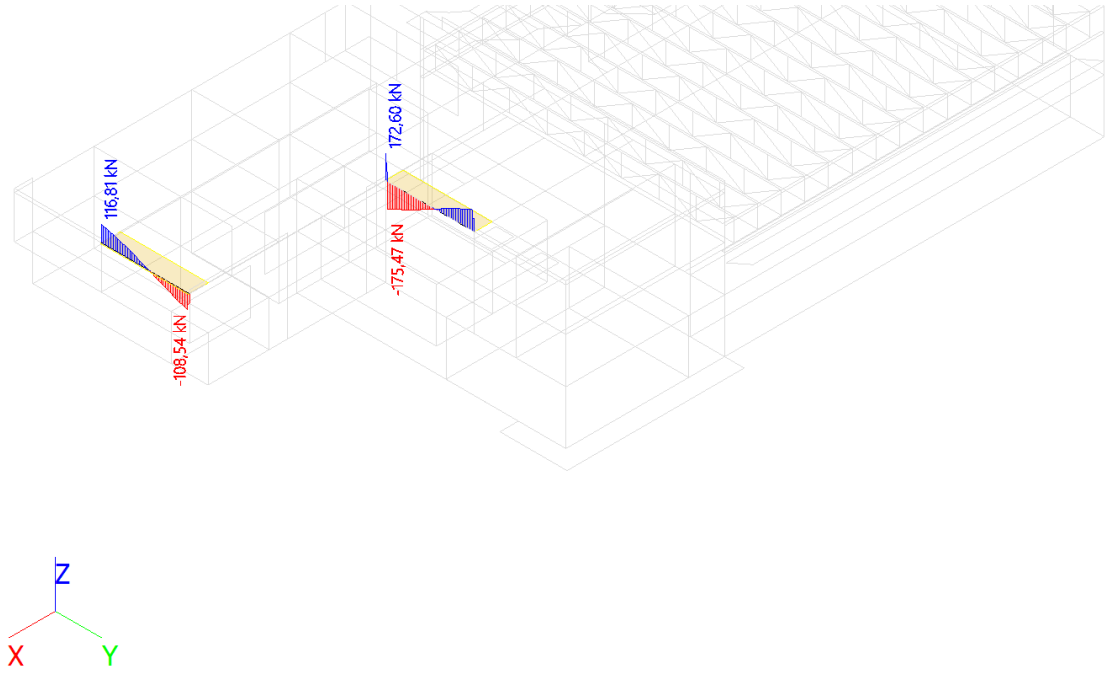
### 7.2.4.1. Granično stanje nosivosti – Rezne sile

| Pozicija | Kombinacija | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G306 | ULS-Set B (auto)/1 | -64,61 | 131,01 | -16,82 | 6,70 | 29,03 |
| G304 | ULS-Set B (auto)/2 | -18,60 | 116,67 | -0,64 | -85,13 | 30,54 |
| G304 | ULS-Set B (auto)/3 | **-91,49** | -85,17 | 23,44 | 102,60 | 70,41 |
| G304 | ULS-Set B (auto)/4 | **33,81** | 79,68 | -8,37 | 89,06 | 93,44 |
| G306 | ULS-Set B (auto)/5 | -3,77 | **-175,47** | 12,56 | -144,47 | 4,05 |
| G306 | ULS-Set B (auto)/4 | 10,54 | **172,60** | 14,91 | -68,20 | 1,33 |
| G306 | ULS-Set B (auto)/4 | -7,15 | 82,14 | **-23,91** | -1,14 | 1,18 |
| G304 | ULS-Set B (auto)/4 | -91,32 | -85,34 | **23,44** | 102,74 | 70,59 |
| G306 | ULS-Set B (auto)/3 | -8,27 | -174,92 | 11,86 | **-144,87** | 3,33 |
| G306 | ULS-Set B (auto)/2 | -24,55 | -0,91 | -8,73 | **265,88** | 2,69 |
| G304 | ULS-Set B (auto)/4 | -4,40 | -77,26 | -7,14 | -2,58 | **-3,61** |
| G304 | ULS-Set B (auto)/4 | -25,99 | -0,45 | 8,33 | 208,86 | **179,89** |
| G304 | ULS-Set B (auto)/4 | -68,08 | -108,54 | 17,85 | 17,05 | 11,87 |
| G304 | ULS-Set B (auto)/4 | -16,03 | 116,81 | -1,02 | -83,62 | 30,52 |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind2 |
| ULS-Set B (auto)/4 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind6 |
| ULS-Set B (auto)/5 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind10 |




*Slika 87: Moment My (kNm)*




*Slika 88: Poprečna sila Vz (kN)*

## 7.2.4.2. Granično stanje nosivosti – dimenzioniranje

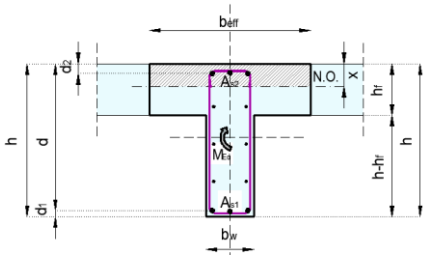
**DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE**

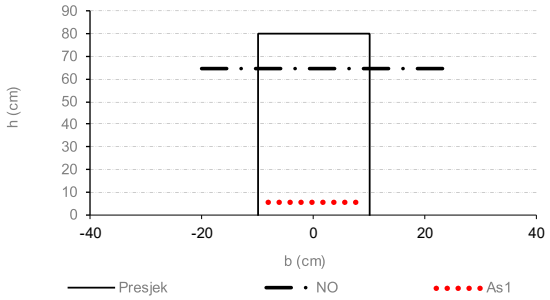
*Beton:* C30/37 $f_{ck}$ = 30 MPa $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$ 30 /1.5 = 20 MPa

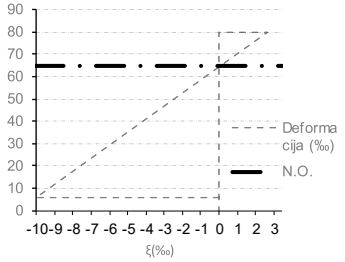
*Armatura:* B500B $f_{yk}$ = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$ 500/1.15 = 434,8 MPa

***Maksimalni moment u polju (DONJA ZONA)***

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 20,00 | cm | $f_{cd}$ = | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| $b_{eff}$ = | 20,00 | cm | $f_{yd}$ = | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| h= | 80,00 | cm | | | |
| $h_f$ = | 20,00 | cm | | | |
| $d_1$= | 5,60 | cm | | | |
| d = | 74,40 | cm | | | |
| $M_{Ed}$= | 265,9 | kNm | *Jednostruko armirani presjek* | | |
| $N_{Ed}$= | 0,0 | kN | ω = | 13,185 | % |
| | | | ρ = | 0,602 | % |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 | ‰ | ξ = | 0,208 | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 2,63 | ‰ | x = | 15,469 | cm |
| | | | ζ = | 0,918 | |
| $M_{Eds}$ = | 266 | kNm | $A_{s1}$ = | 8,95 | cm$^2$ |
| $M_{Rd,lim}$= | 352 | kNm | $A_{s2}$ = | 0,00 | cm$^2$ |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,121 | | $A_{s1,min.}$ = | 2,24 | cm$^2$ |
| $b_i$= | 20,00 | cm | $A_{s1,max.}$ = | 22,00 | cm$^2$ |



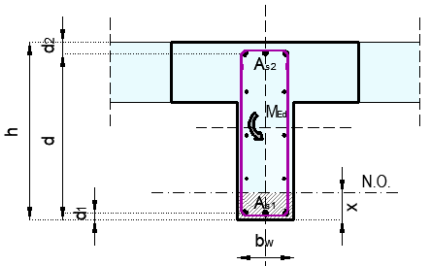




***Odabrana armatura:*** **5Ø16** $A_{s1,odabrano}$ = **10,05** cm$^2$

## *Maksimalni moment na ležaju (GORNJA ZONA)*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 20,00 cm | | $f_{cd}$= | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| h= | 80,00 cm | | $f_{yd}$= | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| $d_2$= | 5,60 cm | | | | |
| d = | 74,40 cm | | | | |
| $M_{Ed}$= | 144,9 kNm | *Jednostruko armirani presjek* | | | |
| $N_{Ed}$= | 0,0 kN | ω = | 6,788 | % | |
| | | ρ = | 0,317 | % | |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 ‰ | ξ = | 0,137 | | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 1,59 ‰ | x = | 10,184 | cm | |
| | | ζ = | 0,950 | | |
| $M_{Eds}$ = | 145 kNm | $A_{s2}$ = | 4,713 | cm$^2$ | |
| $M_{Rd,lim}$= | 352 kNm | $A_{s1}$ = | 0,000 | cm$^2$ | |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,065 | $A_{s2,min.}$ = | 2,241 | cm$^2$ | |
| | | $A_{s2,max.}$ = | 35,200 | cm$^2$ | |




***Odabrana armatura:*** **3Ø14** $A_{s2,odabrano}$ = **4,62** cm$^2$

## DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| L = | 5,65 m | - duljina grede | $c_{Rdc}$= | 0,12 |
| $b_w$= | 20,00 cm | | k= | 1,52 |
| h= | 80,00 cm | | $\rho_l$= | 0,0068 |
| $d_1$ ($d_2$) = | 5,60 cm | | $\sigma_{cp}$= | 0,00 |
| d = | 74,40 cm | | $v_{min}$= | 0,36 |
| $A_{s,l}$ = | 10,05 cm2 | - uzdužna armatura | $k_1$= | 0,15 |
| | | | $V_{Rdc,min}$= | 53,4 kN |
| $V_{Ed}$ = | 175,5 kN | - maksimalna poprečna sila | $V_{Rdc}$= | **73,9 kN** |
| $N_{Ed}$ = | 0,0 kN | | v= | 0,528 |
| | | | $V_{Rd,max}$= | **786 kN** |

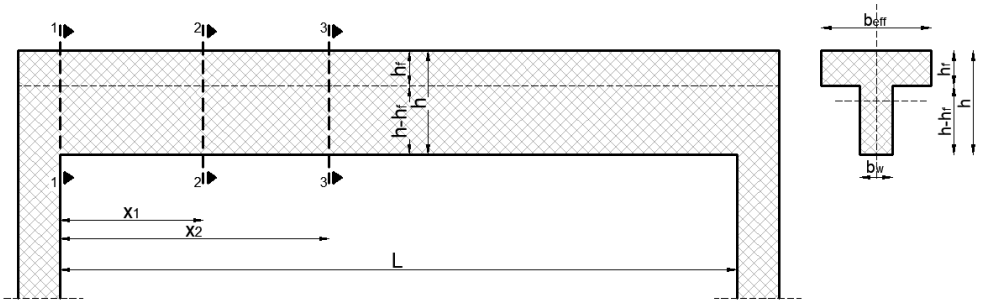
| | | |
|---|---|---|
| $V_{Rdc}$ | Poprečna sila koju element može preuzeti bez poprečne armature | $V_{Rd,c} = \left[c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ $uz\ uvjet \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ |
| $V_{Rd,max}$ | Maksimalna računska poprečna sila koju mogu preuzeti tlačne dijagonale elementa | $V_{Rd,max} = 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot \nu \cdot f_{cd}$ |
| $V_{Rds}$ | Računska poprečna sila koju preuzimaju elementi s vertikalnom poprečnom armaturom | $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw,od}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$ |

| *PRESJEK 1-1* | |
|---|---|
| x= | 0,00 m |
| $V_{Ed}$= | **175,5 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,22 |
| $s_{w,max}$= | 30,0 cm |
| $s_{p,max}$= | 55,8 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,30 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 26,1 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **20,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **228,7 kN** |

| *PRESJEK 2-2* | |
|---|---|
| $x_1$= | 1,00 m |
| $V_{Ed}$= | **113,4 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,22 |
| $s_{w,max}$= | 30,0 cm |
| $s_{p,max}$= | 55,8 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,30 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 40,3 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **25,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **182,9 kN** |

x - udaljenost presjeka od oslonca

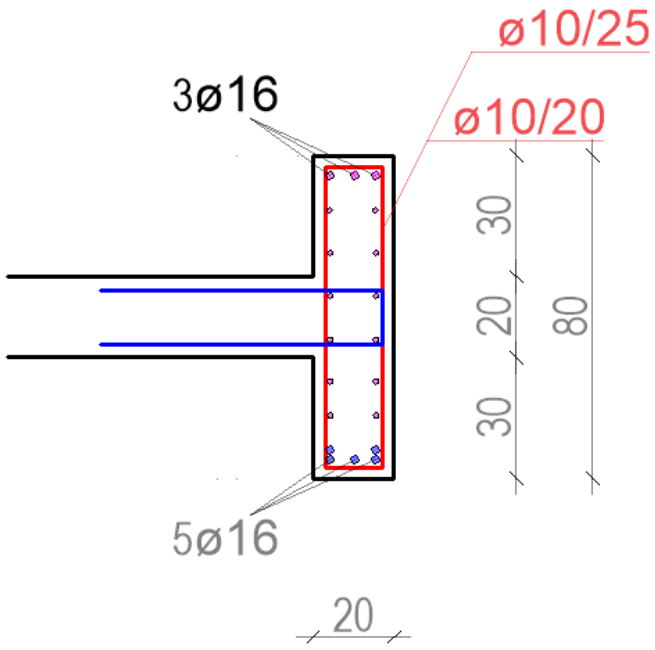
### 7.2.4.3. Odabrana armatura za grede G20x80 cm




| *ODABRANA POPREČNA ARMATURA* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Udaljenost od oslonca nosača (m) | | | Odabrana armatura(Ø/cm) | | |
| ***0*** | ***-*** | ***1,0*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***20,0*** |
| ***1,0*** | ***-*** | ***sredina grede*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***25,0*** |

**Napomena:** Drugu polovicu nosača armirati simetrično!

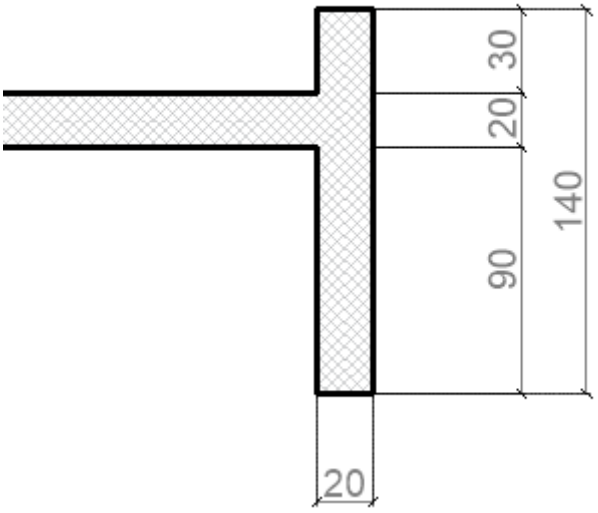
**Gredu armirati na način da se postavi uzdužna armatura 5Ø16 u donju zonu te 3Ø14 u gornju zonu grede i poprečna Ø10 (m=2) na razmacima kako je prikazano u tablici iznad.**




*Slika 89: Prikaz armature u poprečnom presjeku grede G304 i G306*

## 7.2.5. Grede dimenzija 20x140cm

| Pozicije: | Poprečni presjek: | Materijal: |
|---|---|---|
| G303<br>G305 | 20 x140 cm | C30/37 |

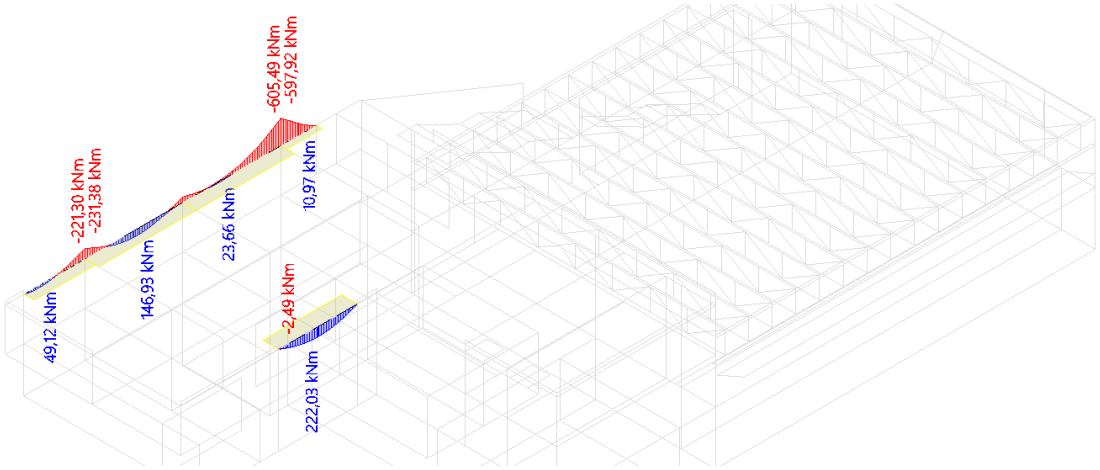



*Slika 90: Shematski prikaz grede u poprečnom presjeku*

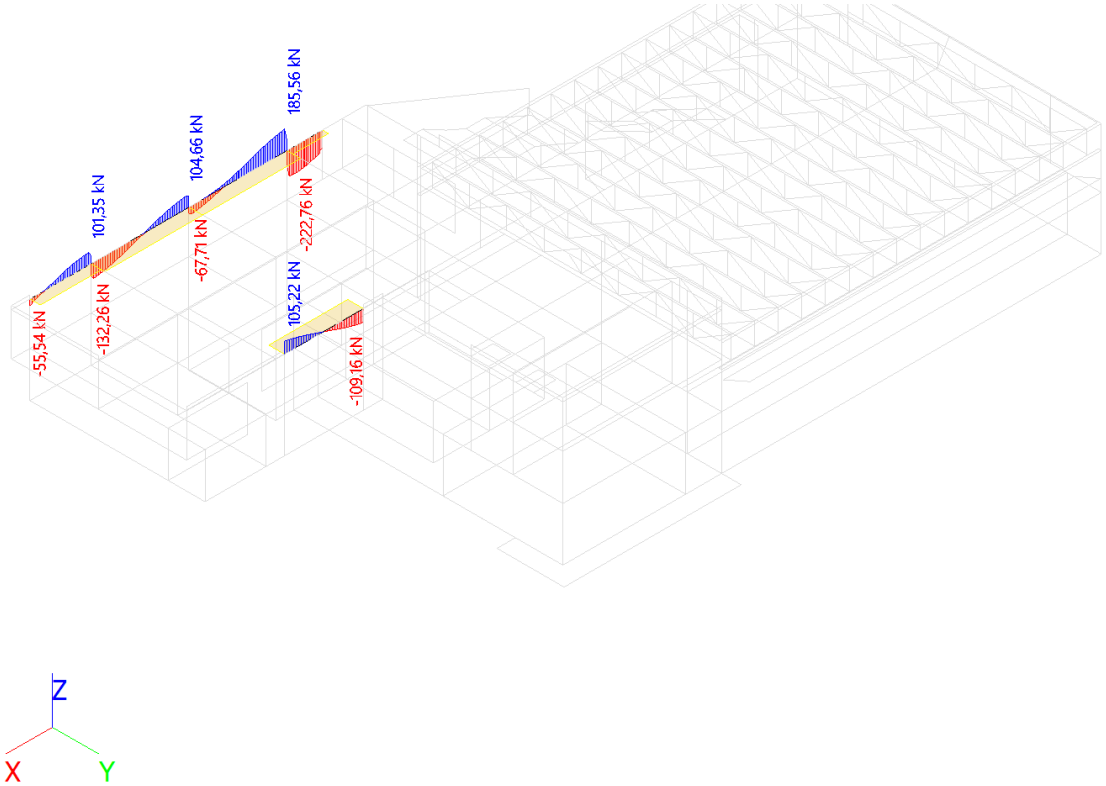
### 7.2.5.1. Granično stanje nosivosti – Rezne sile

| Pozicija | Kombinacija | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G305 | ULS-Set B (auto)/1 | 0,07 | -37,16 | -1,36 | 53,89 | -1,62 |
| G305 | ULS-Set B (auto)/2 | **-89,98** | 184,41 | 3,81 | -569,19 | 21,38 |
| G305 | ULS-Set B (auto)/2 | **48,45** | -220,67 | 3,15 | -557,19 | 5,65 |
| G305 | ULS-Set B (auto)/2 | 13,55 | **-222,76** | 3,69 | -423,51 | 0,38 |
| G305 | ULS-Set B (auto)/3 | -88,83 | **185,56** | 4,71 | -561,36 | 21,10 |
| G305 | ULS-Set B (auto)/3 | 3,81 | -34,56 | **-25,31** | -16,89 | -1,09 |
| G305 | ULS-Set B (auto)/3 | -73,63 | 83,33 | **28,97** | -597,91 | 29,51 |
| G305 | ULS-Set B (auto)/2 | -74,32 | 80,76 | 28,43 | **-605,49** | **29,92** |
| G303 | ULS-Set B (auto)/4 | 0,00 | -6,08 | -1,19 | **222,03** | -0,01 |
| G305 | ULS-Set B (auto)/5 | 2,46 | -71,57 | -4,90 | 69,81 | **-2,91** |
| G304 | ULS-Set B (auto)/4 | -68,08 | -108,54 | 17,85 | 17,05 | 11,87 |
| G304 | ULS-Set B (auto)/4 | -16,03 | 116,81 | -1,02 | -83,62 | 30,52 |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | G + dG + dg, ploca + 1.50*3DWind9 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/4 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind10 |
| ULS-Set B (auto)/5 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind2 |




*Slika 91: Moment My (kNm)*




*Slika 92: Poprečna sila Vz (kN)*

## 7.2.5.2. Granično stanje nosivosti – dimenzioniranje

**DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE**

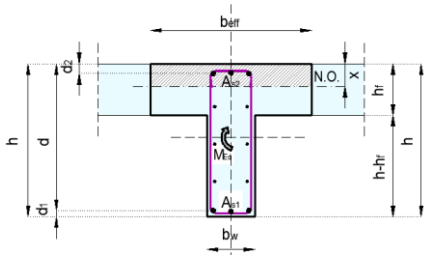
*Beton:* C30/37 $f_{ck}$ = 30 MPa $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$ 30 /1.5 = 20 MPa

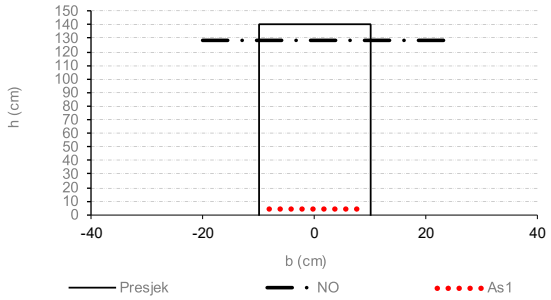
*Armatura:* B500B $f_{yk}$ = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$ 500/1.15 = 434,8 MPa

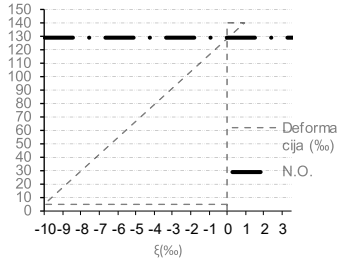
***Maksimalni moment u polju (DONJA ZONA)***

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 20,00 | cm | $f_{cd}$ = | 2,00 kN/cm$^2$ |
| $b_{eff}$ = | 20,00 | cm | $f_{yd}$ = | 43,48 kN/cm$^2$ |
| h= | 140,00 | cm | | |
| $h_f$ = | 0,00 | cm | | |
| $d_1$ = | 4,70 | cm | | |
| d = | 135,30 | cm | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $M_{Ed}$= | 204,8 | kNm | *Jednostruko armirani presjek* | | |
| $N_{Ed}$= | 0,0 | kN | ω = | 2,840 | % |
| | | | ρ = | 0,133 | % |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 | ‰ | ξ = | 0,085 | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 0,93 | ‰ | x = | 11,509 | cm |
| | | | ζ = | 0,970 | |
| $M_{Eds}$ = | 205 | kNm | $A_{s1}$ = | 3,59 | cm$^2$ |
| $M_{Rd,lim}$= | 1165 | kNm | $A_{s2}$ = | 0,00 | cm$^2$ |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,028 | | $A_{s1,min.}$ = | 4,08 | cm$^2$ |
| $b_i$= | 20,00 | cm | $A_{s1,max.}$ = | 0,00 | cm$^2$ |



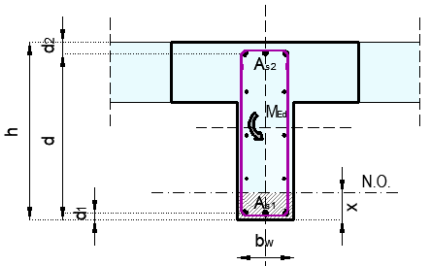




***Odabrana armatura:*** **3Ø14** $A_{s1,odabrano}$ = **4,62** cm$^2$

## *Maksimalni moment na ležaju (GORNJA ZONA)*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 20,00 cm | | $f_{cd}$= | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| h= | 140,00 cm | | $f_{yd}$= | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| $d_2$= | 12,00 cm | | | | |
| d = | 128,00 cm | | | | |
| $M_{Ed}$= | 898,5 kNm | *Jednostruko armirani presjek* | | | |
| $N_{Ed}$= | 0,0 kN | ω = | 15,004 | % | |
| | | ρ = | 0,695 | % | |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 ‰ | ξ = | 0,228 | | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 2,95 ‰ | x = | 29,182 | cm | |
| | | ζ = | 0,908 | | |
| $M_{Eds}$ = | 899 kNm | $A_{s2}$ = | 17,782 | cm$^2$ | |
| $M_{Rd,lim}$= | 1043 kNm | $A_{s1}$ = | 0,000 | cm$^2$ | |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,136 | $A_{s2,min.}$ = | 3,856 | cm$^2$ | |
| | | $A_{s2,max.}$ = | 61,600 | cm$^2$ | |




***Odabrana armatura:*** **9Ø16** $A_{s2,odabrano}$ = **18,10** cm$^2$

## DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| L = | 8,05 m | - duljina grede | $c_{Rdc}$= | 0,12 | |
| $b_w$= | 20,00 cm | | k= | 1,40 | |
| h= | 140,00 cm | | $\rho_l$= | 0,0071 | |
| $d_1$ ($d_2$) = | 12,00 cm | | $\sigma_{cp}$= | 0,00 | |
| d = | 128,00 cm | | $v_{min}$= | 0,32 | |
| $A_{s,l}$ = | 18,10 cm2 | - uzdužna armatura | $k_1$= | 0,15 | |
| | | | $V_{Rdc,min}$= | 80,9 kN | |
| $V_{Ed}$ = | 348,6 kN | - maksimalna poprečna sila | $V_{Rdc}$= | **118,6 kN** | |
| $N_{Ed}$ = | 0,0 kN | | v= | 0,528 | |
| | | | $V_{Rd,max}$= | **1352 kN** | |

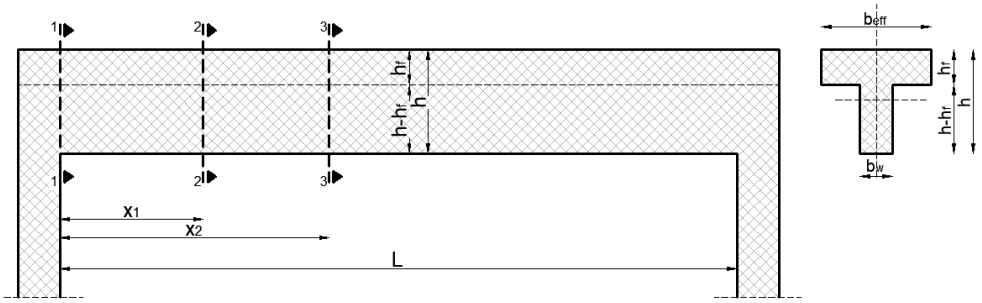
| | | |
|---|---|---|
| $V_{Rdc}$ | Poprečna sila koju element može preuzeti bez poprečne armature | $V_{Rd,c} = \left[c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ <br> $uz\ uvjet \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ |
| $V_{Rd,max}$ | Maksimalna računska poprečna sila koju mogu preuzeti tlačne dijagonale elementa | $V_{Rd,max} = 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot \nu \cdot f_{cd}$ |
| $V_{Rds}$ | Računska poprečna sila koju preuzimaju elementi s vertikalnom poprečnom armaturom | $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw,od}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$ |

| *PRESJEK 1-1* | |
|---|---|
| x= | 0,00 m |
| $V_{Ed}$= | **348,6 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,26 |
| $s_{w,max}$= | 30,0 cm |
| $s_{p,max}$= | 60,0 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,30 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 22,6 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **20,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **393,4 kN** |

| *PRESJEK 2-2* | |
|---|---|
| $x_1$= | 1,00 m |
| $V_{Ed}$= | **262,0 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,26 |
| $s_{w,max}$= | 30,0 cm |
| $s_{p,max}$= | 60,0 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,30 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 30,0 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **25,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **314,7 kN** |

x - udaljenost presjeka od oslonca

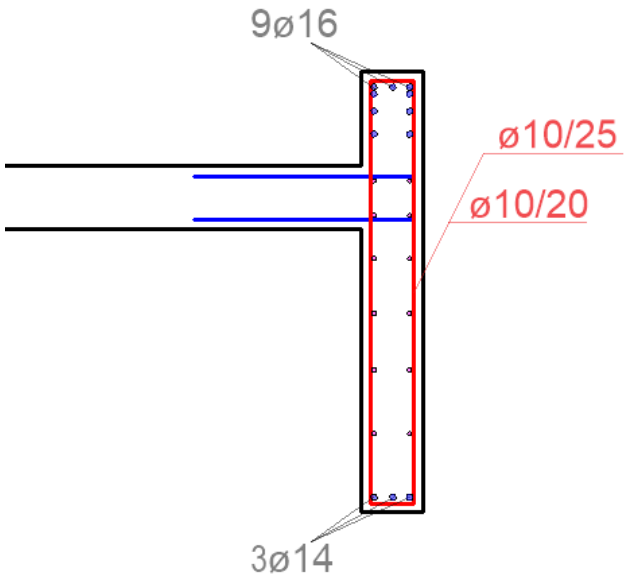
### 7.2.5.3. Odabrana armatura za grede G20x140 cm




| *ODABRANA POPREČNA ARMATURA* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Udaljenost od oslonca nosača (m) | | | Odabrana armatura(Ø/cm) | | |
| ***0*** | ***-*** | ***1,0*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***20,0*** |
| ***1,0*** | ***-*** | ***sredina grede*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***25,0*** |

**Napomena:** Drugu polovicu nosača armirati simetrično!

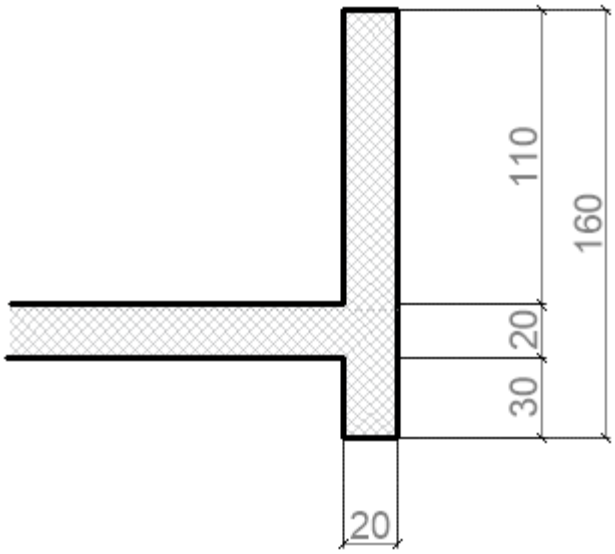
**Gredu armirati na način da se postavi uzdužna armatura 3Ø14 u donju zonu te 9Ø16 u gornju zonu grede i poprečna Ø10 (m=2) na razmacima kako je prikazano u tablici iznad.**




*Slika 93: Prikaz armature u poprečnom presjeku grede G303 i G305*

## 7.2.6. Grede dimenzija 20x160cm

| Pozicije: | Poprečni presjek: | Materijal: |
|---|---|---|
| G208<br>G209 | 20 x160 cm | C30/37 |

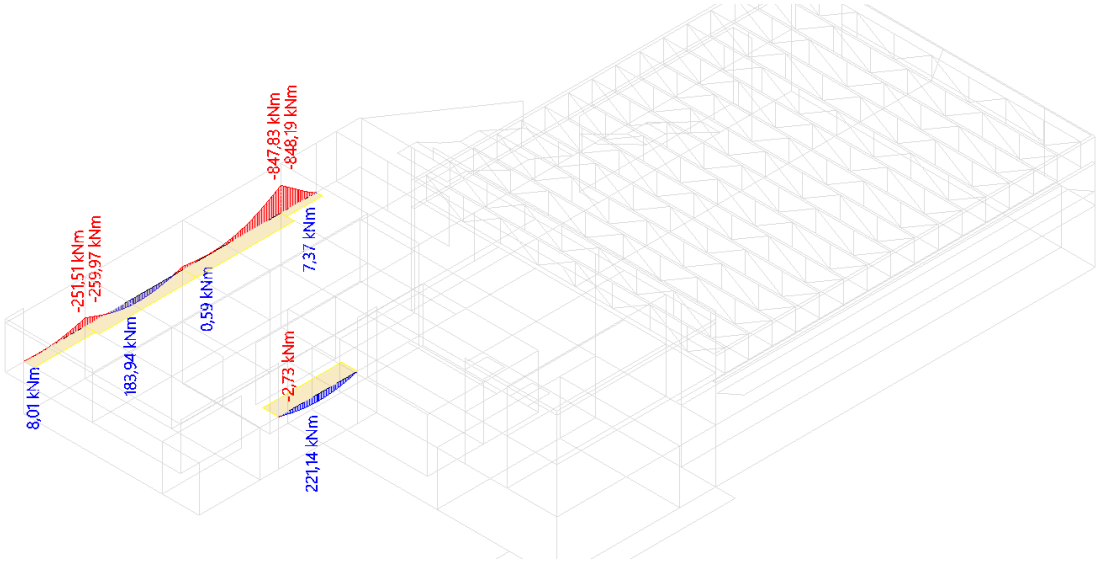



*Slika 94: Shematski prikaz grede u poprečnom presjeku*

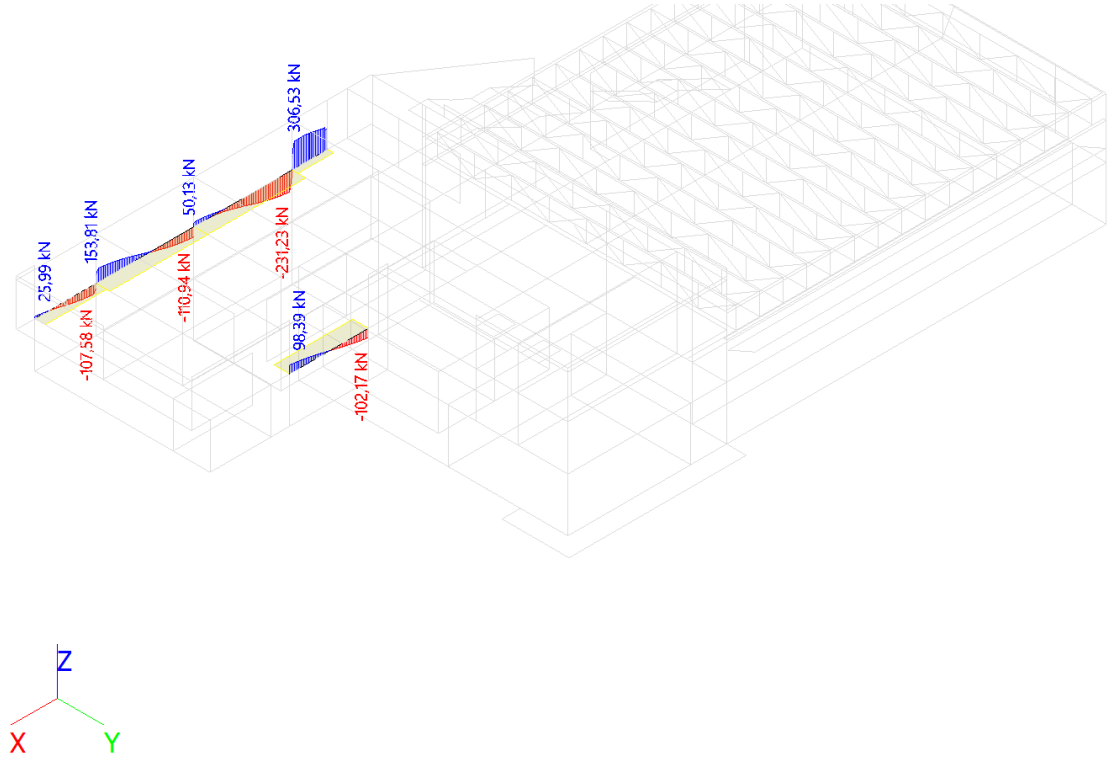
### 7.2.6.1. Granično stanje nosivosti – Rezne sile

| Pozicija | Kombinacija | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G209 | ULS-Set B (auto)/1 | 14,86 | 259,78 | 16,82 | -31,20 | **6,74** |
| B367 | ULS-Set B (auto)/2 | -0,59 | 98,36 | 0,57 | -2,35 | -0,08 |
| G209 | ULS-Set B (auto)/3 | **-13,62** | -109,12 | 12,18 | -69,98 | -0,76 |
| G209 | ULS-Set B (auto)/4 | **34,67** | 24,29 | -20,22 | -14,49 | 1,79 |
| G209 | ULS-Set B (auto)/1 | 5,70 | **-231,23** | 1,13 | -800,54 | 4,22 |
| G209 | ULS-Set B (auto)/1 | 7,25 | **306,53** | 8,67 | -609,39 | 1,57 |
| G209 | ULS-Set B (auto)/1 | 6,79 | 10,88 | **-37,59** | -22,76 | 1,26 |
| G209 | ULS-Set B (auto)/1 | 8,67 | -64,92 | **35,72** | -847,83 | 2,81 |
| G209 | ULS-Set B (auto)/1 | 9,27 | 146,39 | 3,47 | **-848,19** | -0,27 |
| B367 | ULS-Set B (auto)/5 | -0,03 | -0,85 | 0,69 | **221,14** | -0,04 |
| G209 | ULS-Set B (auto)/5 | 12,26 | 39,29 | -29,33 | -81,89 | **-3,92** |
| G304 | ULS-Set B (auto)/4 | -16,03 | 116,81 | -1,02 | -83,62 | 30,52 |

| | Kombinacija: |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | G + dG + dg, ploca + 1.50*3DWind9 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/4 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind10 |
| ULS-Set B (auto)/5 | 1.35*G + 1.05*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 1.50*3DWind2 |




*Slika 95: Moment My (kNm)*




*Slika 96: Poprečna sila Vz (kN)*

## 7.2.6.2. Granično stanje nosivosti – dimenzioniranje

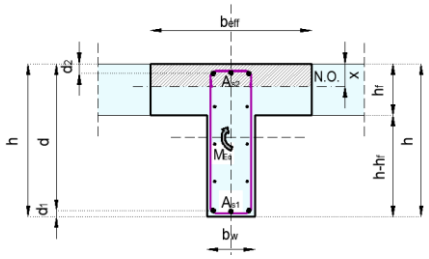
**DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE**

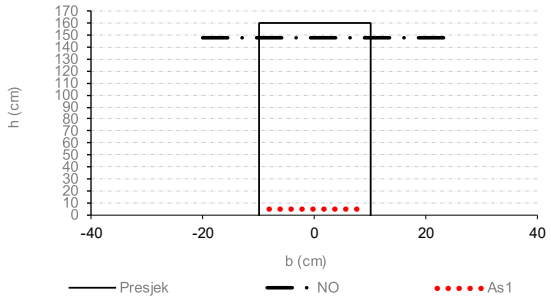
*Beton:* C30/37 $f_{ck}$ = 30 MPa $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$ 30 /1.5 = 20 MPa

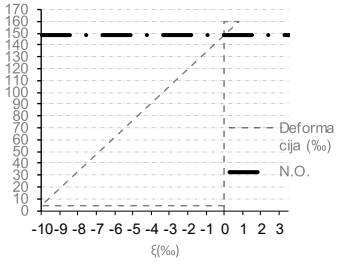
*Armatura:* B500B $f_{yk}$ = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$ 500/1.15 = 434,8 MPa

***Maksimalni moment u polju (DONJA ZONA)***

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 20,00 cm | $f_{cd}$ = | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| $b_{eff}$ = | 20,00 cm | $f_{yd}$ = | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| h= | 160,00 cm | | | |
| $h_f$ = | 0,00 cm | | | |
| $d_1$ = | 4,70 cm | | | |
| d = | 155,30 cm | | | |
| $M_{Ed}$ = | 221,1 kNm | *Jednostruko armirani presjek* | | |
| $N_{Ed}$ = | 0,0 kN | ω = | 2,282 | % |
| | | ρ = | 0,108 | % |
| $\varepsilon_{s1}$ = | 10,00 ‰ | ξ = | 0,076 | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 0,82 ‰ | x = | 11,774 | cm |
| | | ζ = | 0,974 | |
| $M_{Eds}$ = | 221 kNm | $A_{s1}$ = | 3,36 | cm$^2$ |
| $M_{Rd,lim}$ = | 1535 kNm | $A_{s2}$ = | 0,00 | cm$^2$ |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,022 | $A_{s1,min.}$ = | 4,68 | cm$^2$ |
| $b_i$ = | 20,00 cm | $A_{s1,max.}$ = | 0,00 | cm$^2$ |



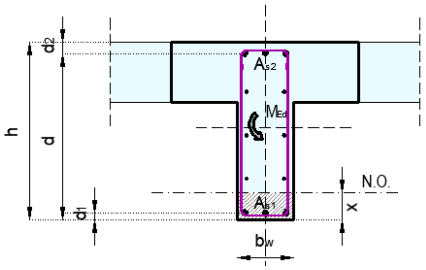




***Odabrana armatura:*** **3Ø14** $A_{s1,odabrano}$ = **4,62** cm$^2$

## *Maksimalni moment na ležaju (GORNJA ZONA)*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $b_w$= | 20,00 cm | | $f_{cd}$= | 2,00 | kN/cm$^2$ |
| h= | 160,00 cm | | $f_{yd}$= | 43,48 | kN/cm$^2$ |
| $d_2$= | 12,00 cm | | | | |
| d = | 148,00 cm | | | | |
| $M_{Ed}$= | 848,2 kNm | *Jednostruko armirani presjek* | | | |
| $N_{Ed}$= | 0,0 kN | ω = | 10,272 | % | |
| | | ρ = | 0,477 | % | |
| $\varepsilon_{s1}$= | 10,00 ‰ | ξ = | 0,176 | | |
| $\varepsilon_{c2}$ = | 2,13 ‰ | x = | 26,017 | cm | |
| | | ζ = | 0,933 | | |
| $M_{Eds}$ = | 848 kNm | $A_{s2}$ = | 14,123 | cm$^2$ | |
| $M_{Rd,lim}$= | 1394 kNm | $A_{s1}$ = | 0,000 | cm$^2$ | |
| $\mu_{Ed}$ = | 0,096 | $A_{s2,min.}$ = | 4,458 | cm$^2$ | |
| | | $A_{s2,max.}$ = | 70,400 | cm$^2$ | |




***Odabrana armatura:*** **7Ø16** $A_{s2,odabrano}$ = **14,07** cm$^2$

## DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| L = | 8,05 m | - duljina grede | $c_{Rdc}$= | 0,12 |
| $b_w$= | 20,00 cm | | k= | 1,37 |
| h= | 160,00 cm | | $\rho_l$= | 0,0048 |
| $d_1$ ($d_2$) = | 12,00 cm | | $\sigma_{cp}$= | 0,00 |
| d = | 148,00 cm | | $v_{min}$= | 0,31 |
| $A_{s,l}$ = | 14,07 cm2 | - uzdužna armatura | $k_1$= | 0,15 |
| | | | $V_{Rdc,min}$= | 90,8 kN |
| $V_{Ed}$ = | 306,5 kN | - maksimalna poprečna sila | $V_{Rdc}$= | **117,8 kN** |
| $N_{Ed}$ = | 0,0 kN | | v= | 0,528 |
| | | | $V_{Rd,max}$= | **1563 kN** |

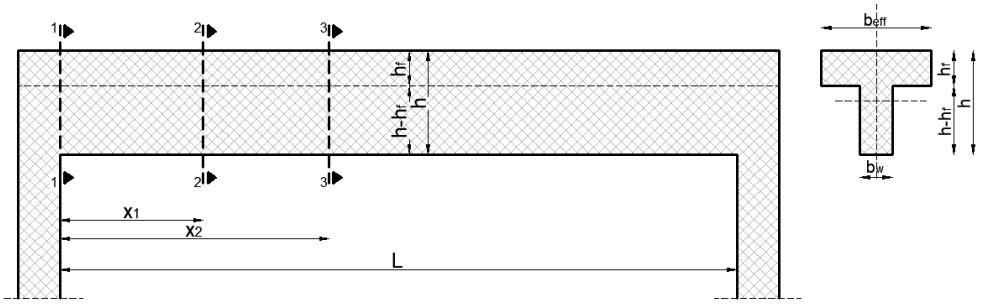
| | | |
|---|---|---|
| $V_{Rdc}$ | Poprečna sila koju element može preuzeti bez poprečne armature | $V_{Rd,c} = \left[c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ $uz\ uvjet \geq \left[v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d_c$ |
| $V_{Rd,max}$ | Maksimalna računska poprečna sila koju mogu preuzeti tlačne dijagonale elementa | $V_{Rd,max} = 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot \nu \cdot f_{cd}$ |
| $V_{Rds}$ | Računska poprečna sila koju preuzimaju elementi s vertikalnom poprečnom armaturom | $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw,od}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\theta$ |

| *PRESJEK 1-1* | |
|---|---|
| x= | 0,00 m |
| $V_{Ed}$= | **306,5 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,20 |
| $s_{w,max}$= | 30,0 cm |
| $s_{p,max}$= | 60,0 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,30 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 29,7 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **20,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **454,8 kN** |

| *PRESJEK 2-2* | |
|---|---|
| $x_1$= | 1,00 m |
| $V_{Ed}$= | **230,4 kN** |
| $V_{Ed}/V_{Ed,max}$= | 0,20 |
| $s_{w,max}$= | 30,0 cm |
| $s_{p,max}$= | 60,0 cm |
| m= | 2 |
| $A_{sw,min}$= | 0,30 cm2 |
| $Ø_{min}$= | Ø 8 |
| $Ø_{odabrano}$= | **10,0 mm** |
| $A_{sw,odabrano}$= | 0,79 cm2 |
| $s_{w,potrebno}$= | 39,5 cm |
| $s_{w,odabrano}$= | **25,0 cm** |
| $V_{Rd,s}$= | **363,9 kN** |

x - udaljenost presjeka od oslonca

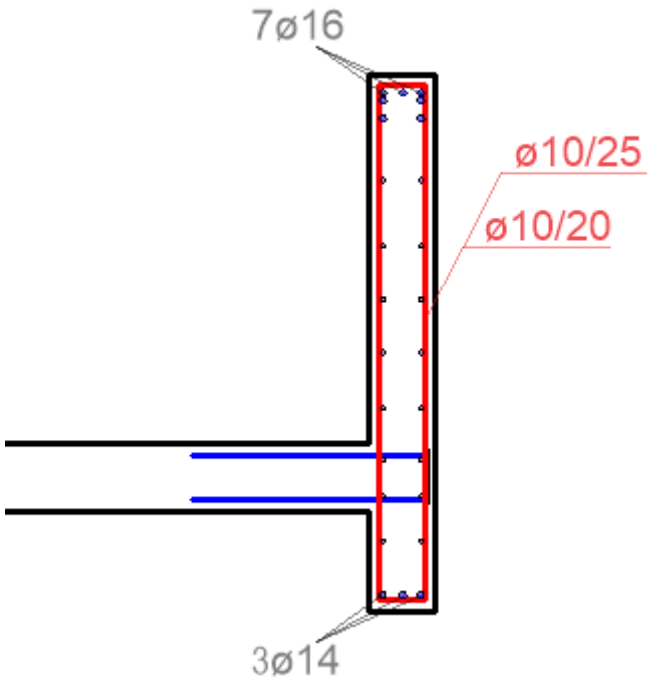
### 7.2.6.3. Odabrana armatura za grede G20x140 cm




| *ODABRANA POPREČNA ARMATURA* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Udaljenost od oslonca nosača (m) | | | Odabrana armatura(Ø/cm) | | |
| ***0*** | ***-*** | ***1,0*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***20,0*** |
| ***1,0*** | ***-*** | ***sredina grede*** | ***Ø 10*** | ***/*** | ***25,0*** |

**Napomena:** Drugu polovicu nosača armirati simetrično!

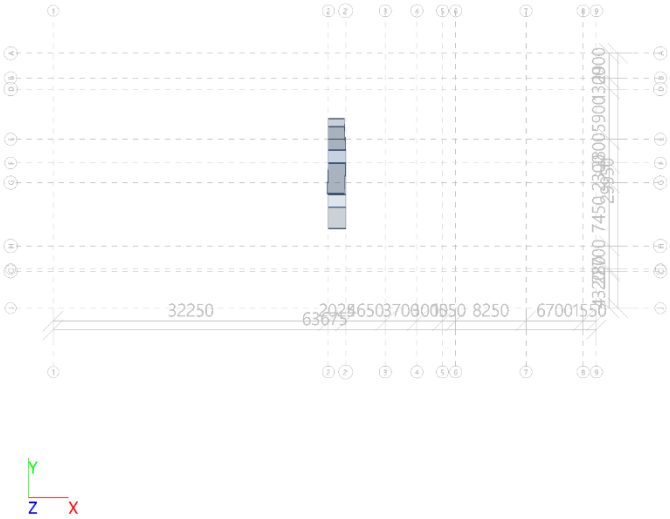
**Gredu armirati na način da se postavi uzdužna armatura 3Ø14 u donju zonu te 7Ø16 u gornju zonu grede i poprečna Ø10 (m=2) na razmacima kako je prikazano u tablici iznad.**




*Slika 97: Prikaz armature u poprečnom presjeku grede G208 i G209*

# 7.3. AB STUBIŠTA

## 7.3.1. STUBIŠTE ST1









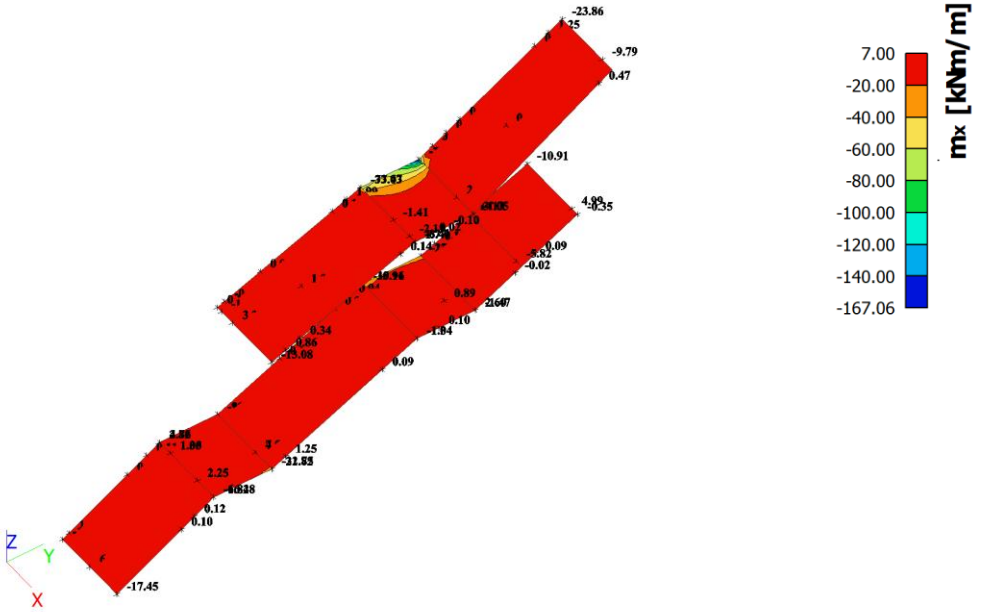
*Slika 98: Tlocrtni i 3D prikaz položaja stubišta ST1*

| AB PLOČA | | KLASA BETONA |
|---|---|---|
| Podest stubišta | **18 cm** | C30/37 |
| Krak stubišta | **18 cm** | C30/37 |

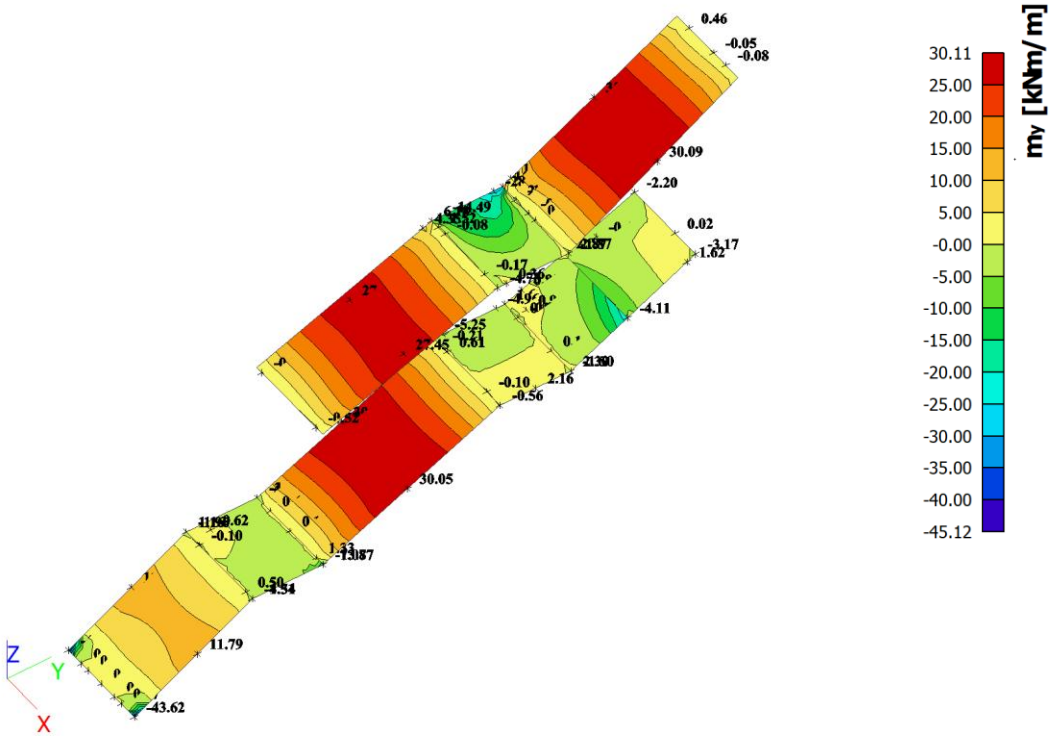
| **Optrećenje** | (kN/m$^2$) |
|---|---|
| *Dodatno stalno opterećenje - krakovi (dg)* | 3,50 |
| *Dodatno stalno opterećenje- podesti (dg)* | 1,80 |
| *Pokretno opterećenje (q)* | 3,00 |

### 7.3.1.1. Podesti i krakovi stubišta

***Rezne sile i dimenzioniranje***




*Slika 99: Moment mx (lokalna os x – okomita na smjer kraka) (kNm/m)*




*Slika 100: Moment my (lokalna os y - u smjeru kraka) (kNm/m)*

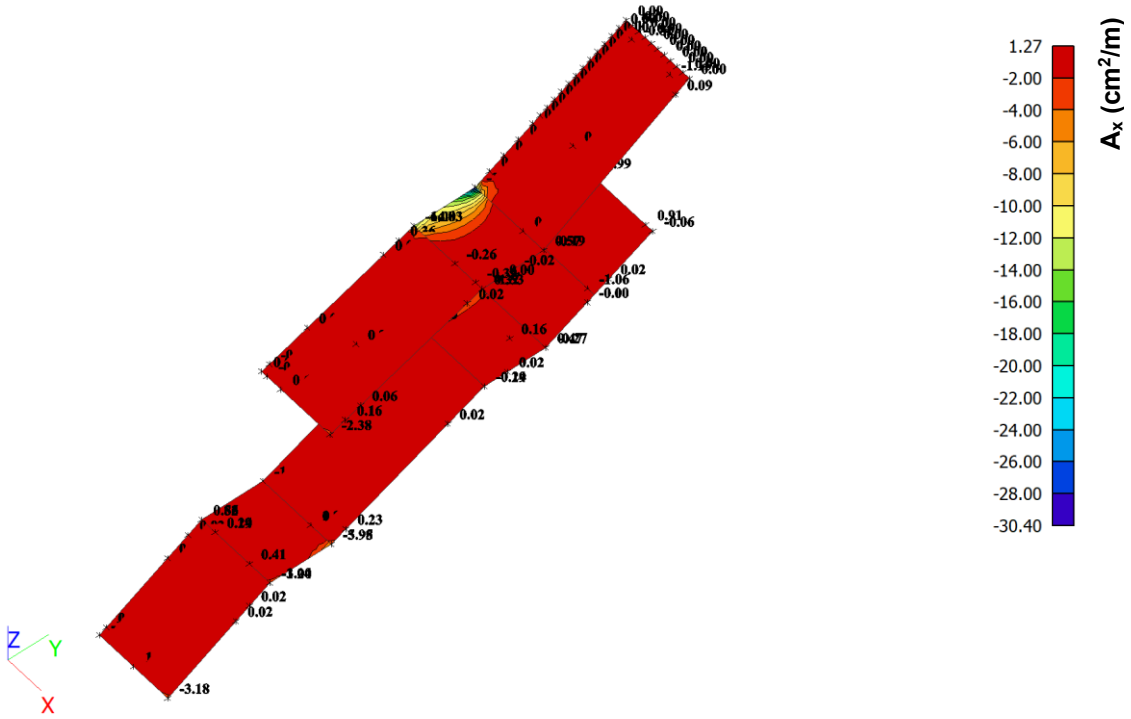
Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploče debljine 18 cm prema sljedećem postupku:

$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

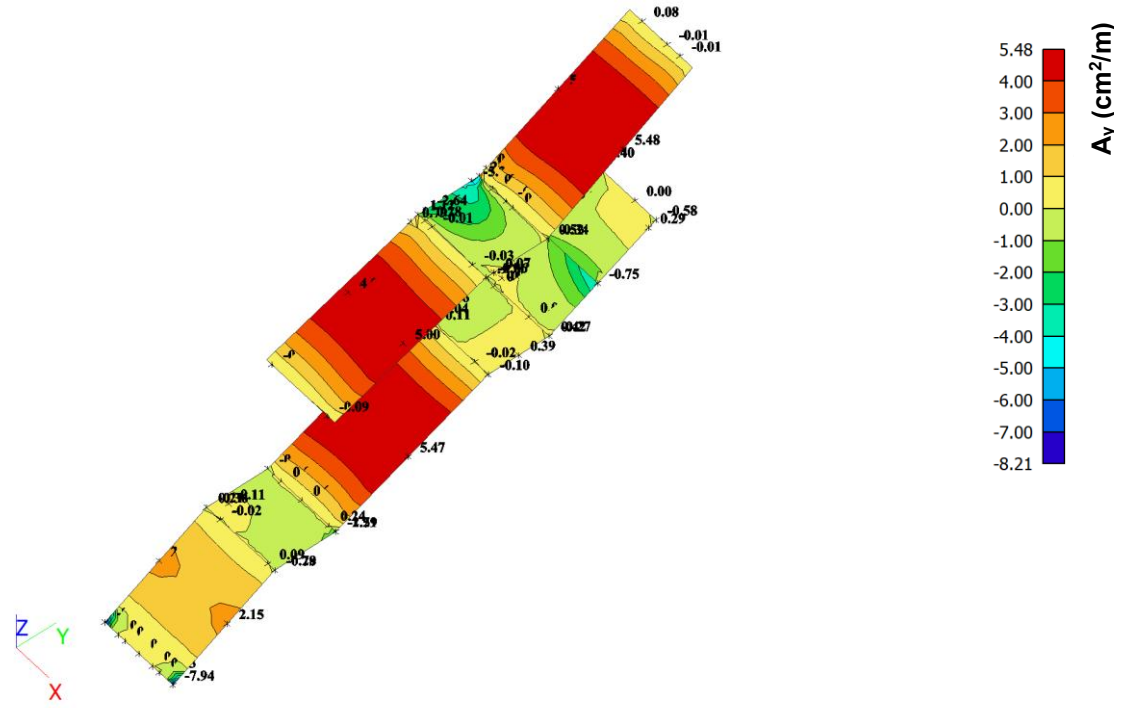
$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

| | |
|---|---|
| zaštitni sloj: | 2,5 cm |

| ***Debljina kraka - h*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **18 cm** | 14,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,182*** |

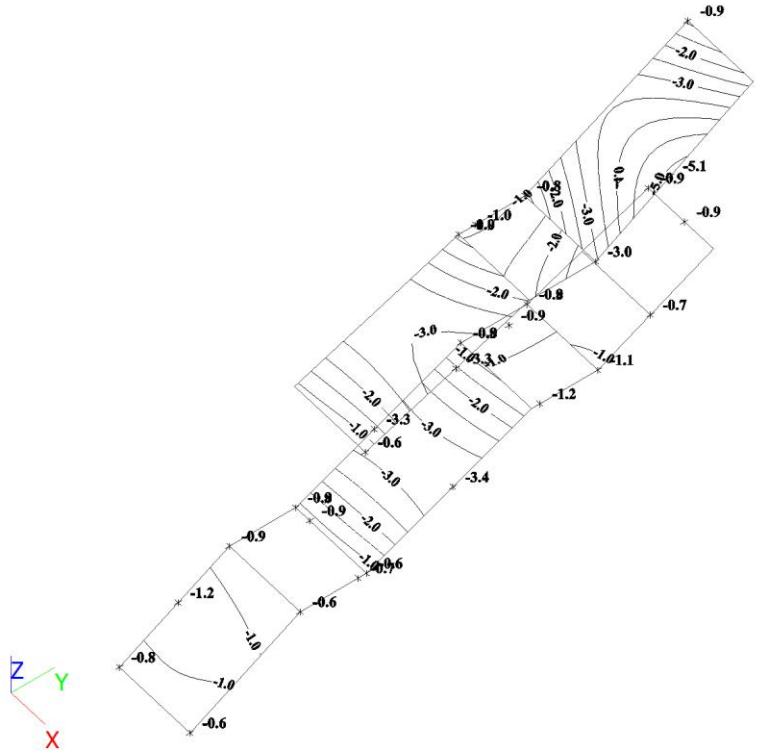



*Slika 101: Potrebna armatura u x-smjeru za podeste i krakove stubišta ($cm^2/m$) (okomito na smjer kraka)*




*Slika 102: Potrebna armatura u y-smjeru za podeste i krakove stubišta (u smjeru kraka) ($cm^2/m$)*

### *Provjera progiba*




*Slika 103: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 420,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,51 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 0,87 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 1,38 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$= | 1,68 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

$f_{uk.} =$ 1,38 cm < $f_{p,dop.} =$ 1,68 cm

### 7.3.1.2. *Odabrana armatura za stubište*

Krakove stubišta (d=18 cm) armirati armaturnim mrežama $\boldsymbol{Q-785}$ $(\boldsymbol{A_s = 7.85\ cm^2/m'})$ u donjoj zoni i mrežama $\boldsymbol{Q-785}$ $(\boldsymbol{A_s = 7.85\ cm^2/m'})$ u gornjoj zoni.

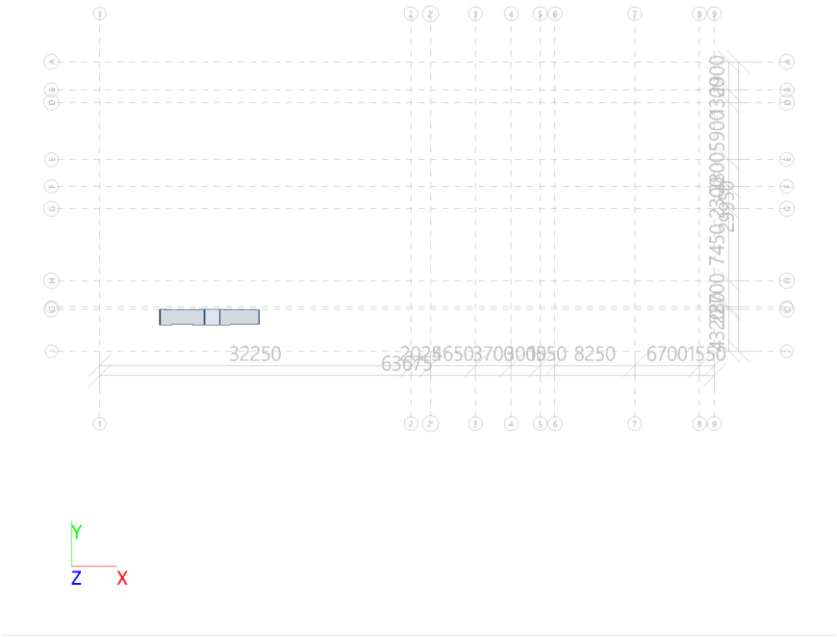
Spoj kraka i ploče/podesta ojačati šipkama $\boldsymbol{\emptyset 12\ /10\ cm}$ savijenim na način da prate oplatu.

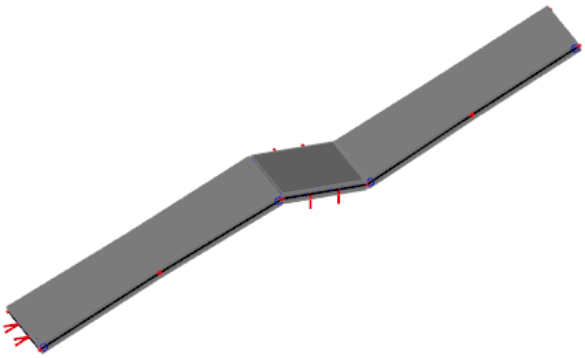
Spoj podesta s bočnim zidovima izvesti šipkama $\boldsymbol{\emptyset 16\ /10\ cm}$ u gornjoj zoni podesta.

Podeste (d=18 cm) armirati :

- U DONJOJ ZONI: mrežom $Q385$ $(A_s = 3.85\ cm^2/m')$
- U GORNJOJ ZONI: mrežom $Q785$ $(A_s = 7.85\ cm^2/m')$

## 7.3.2. STUBIŠTE ST2



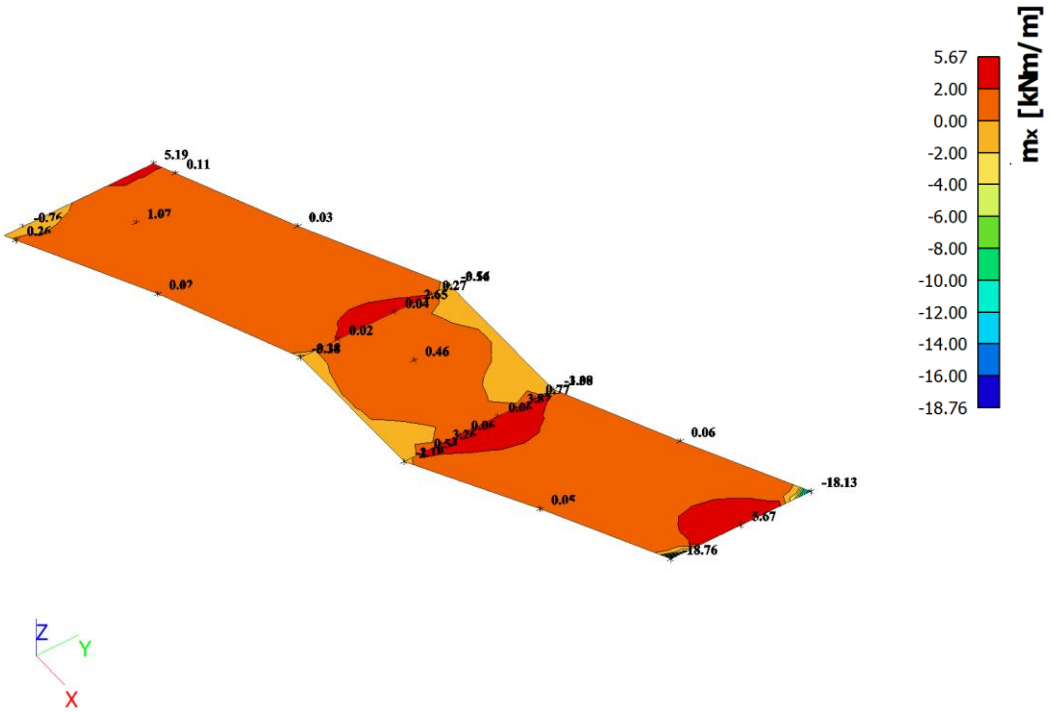
*Slika 104: Tlocrtni i 3D prikaz položaja stubišta ST2*

| **AB PLOČA** | | **KLASA BETONA** |
|---|---|---|
| Podest stubišta | **18 cm** | C30/37 |
| Krak stubišta | **18 cm** | C30/37 |

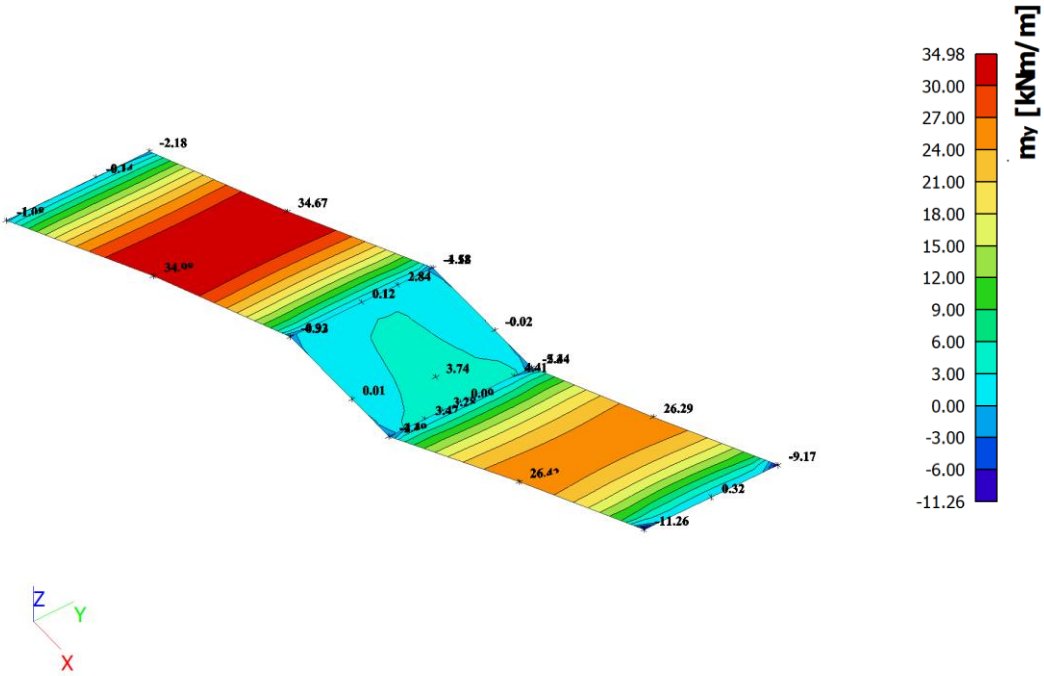
| **Optrećenje** | (kN/m$^2$) |
|---|---|
| *Dodatno stalno opterećenje - krakovi (dg)* | 3,50 |
| *Dodatno stalno opterećenje- podesti (dg)* | 1,80 |
| *Pokretno opterećenje (q)* | 3,00 |

### 7.3.2.1. Podesti i krakovi stubišta

***Rezne sile i dimenzioniranje***




*Slika 105: Moment mx (lokalna os x – okomita na smjer kraka) (kNm/m)*




*Slika 106: Moment my (lokalna os y - u smjeru kraka) (kNm/m)*

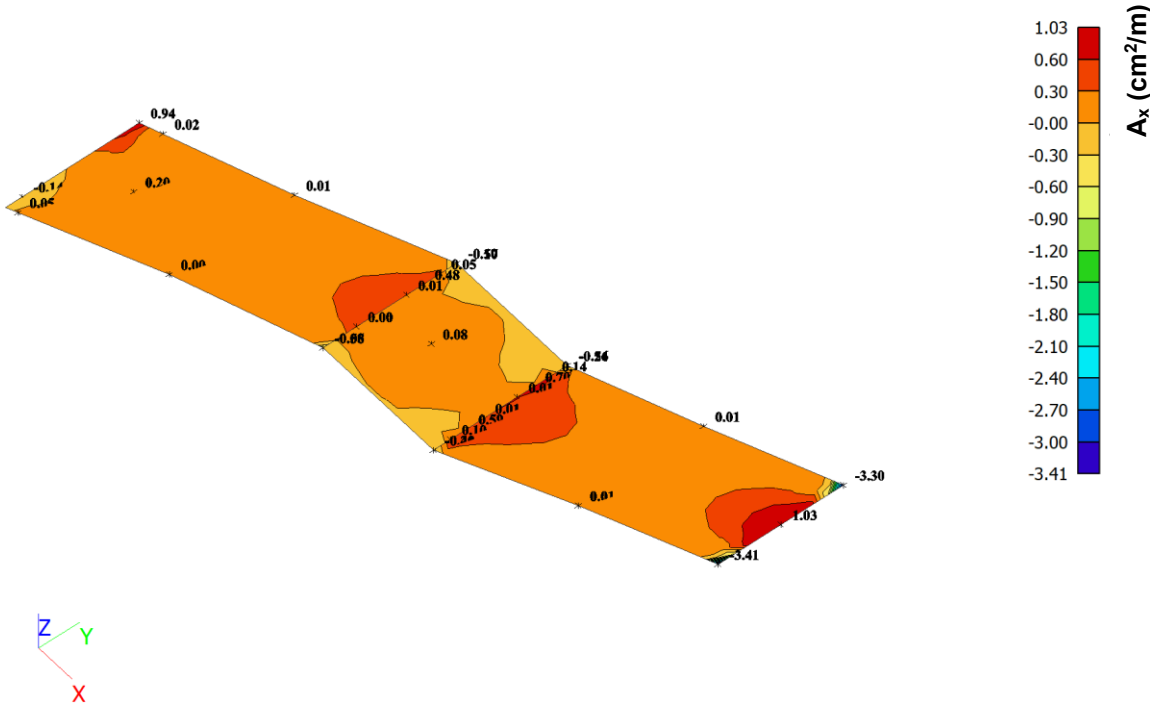
Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploče debljine 18 cm prema sljedećem postupku:

$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

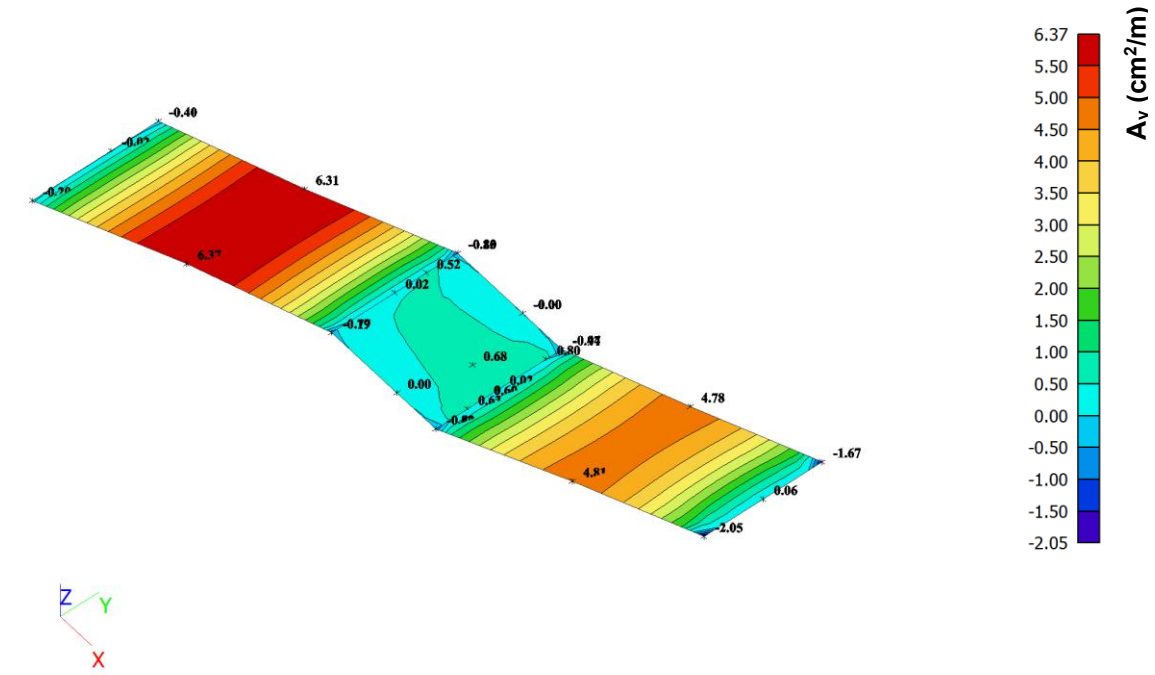
$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

| | |
|---|---|
| zaštitni sloj: | 2,5 cm |

| ***Debljina kraka - h*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **18 cm** | 14,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,182*** |

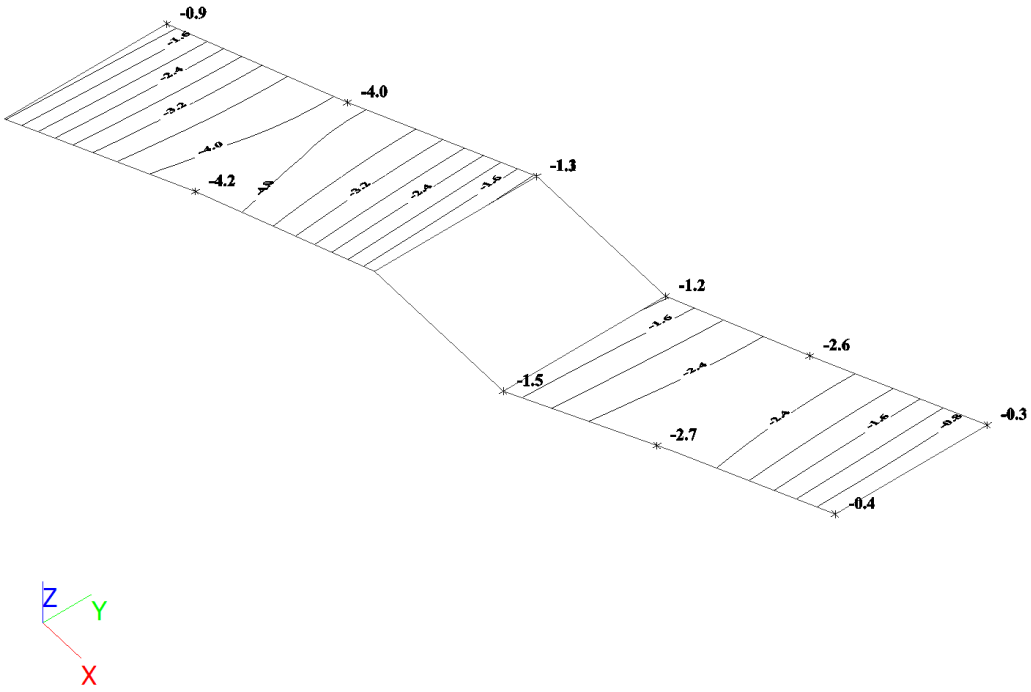



*Slika 107: Potrebna armatura u x-smjeru za podeste i krakove stubišta ($cm^2/m$) (okomito na smjer kraka)*




*Slika 108: Potrebna armatura u y-smjeru za podeste i krakove stubišta (u smjeru kraka) ($cm^2/m$)*

***Provjera progiba***




*Slika 109: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 500,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,42 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 0,71 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\Phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 1,13 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$= | 2,00 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

$f_{uk.} =$ 1,13 cm < $f_{p,dop.} =$ 2,00 cm

### 7.3.2.2. *Odabrana armatura za stubište*

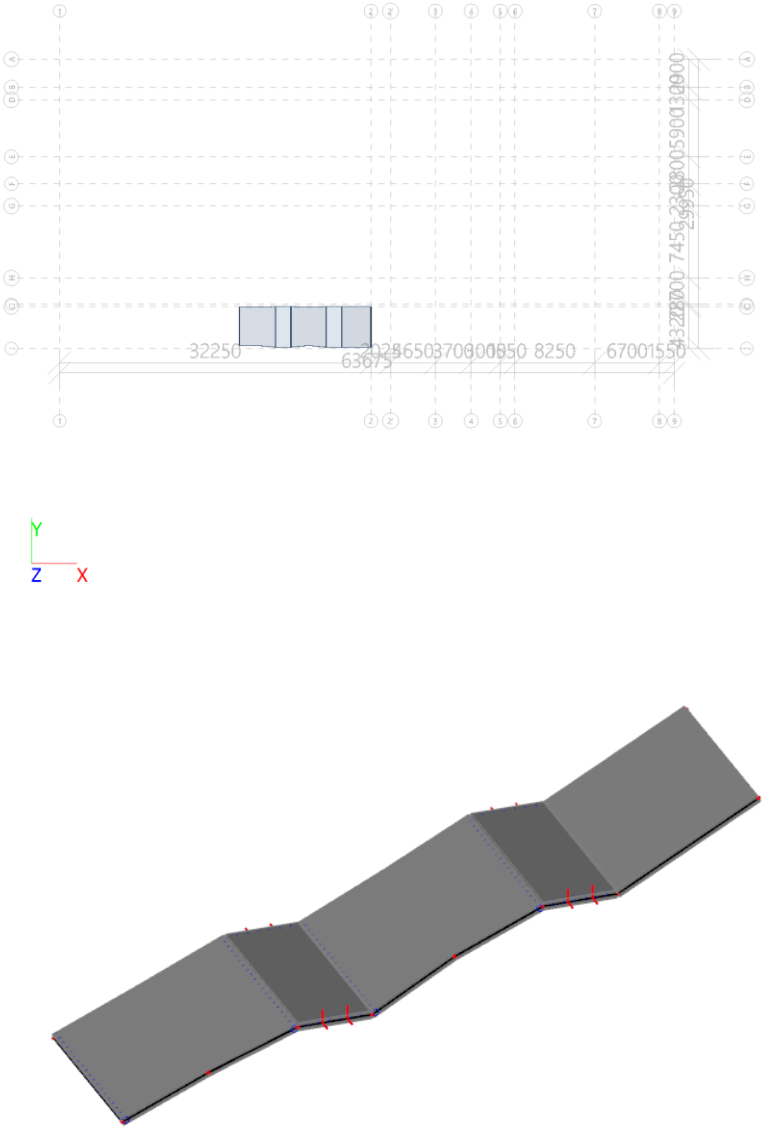
Krakove stubišta (d=18 cm) armirati armaturnim mrežama $\boldsymbol{Q-785}$ $(\boldsymbol{A_s = 7.85\ cm^2/m'})$ u donjoj zoni i mrežama $\boldsymbol{Q-385}$ $(\boldsymbol{A_s = 3.85\ cm^2/m'})$ u gornjoj zoni.

Spoj kraka i ploče/podesta ojačati šipkama $\boldsymbol{\emptyset 12\ /10\ cm}$ savijenim na način da prate oplatu.

Podeste (d=18 cm) armirati :

- U DONJOJ ZONI: mrežom $Q385$ $(A_s = 3.85\ cm^2/m')$
- U GORNJOJ ZONI: mrežom $Q385$ $(A_s = 3.85\ cm^2/m')$

## 7.3.3. STUBIŠTE ST3



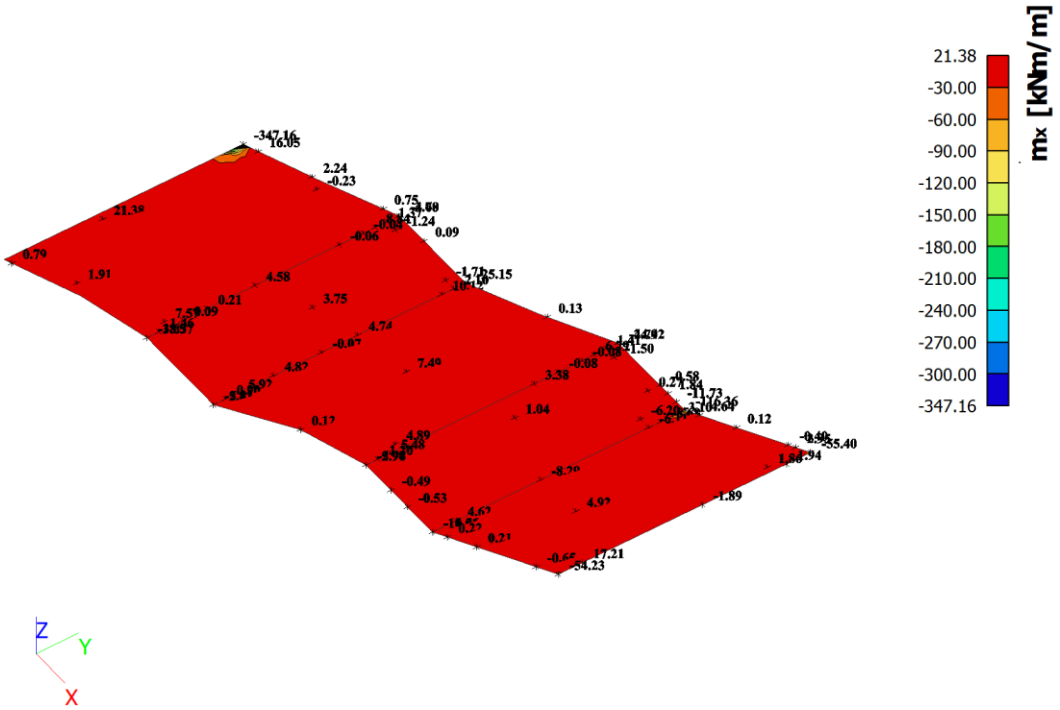

*Slika 110: Tlocrtni prikaz položaja stubišta ST3*

| **AB PLOČA** | | **KLASA BETONA** |
|---|---|---|
| Podest stubišta | **18 cm** | C30/37 |
| Krak stubišta | **18 cm** | C30/37 |

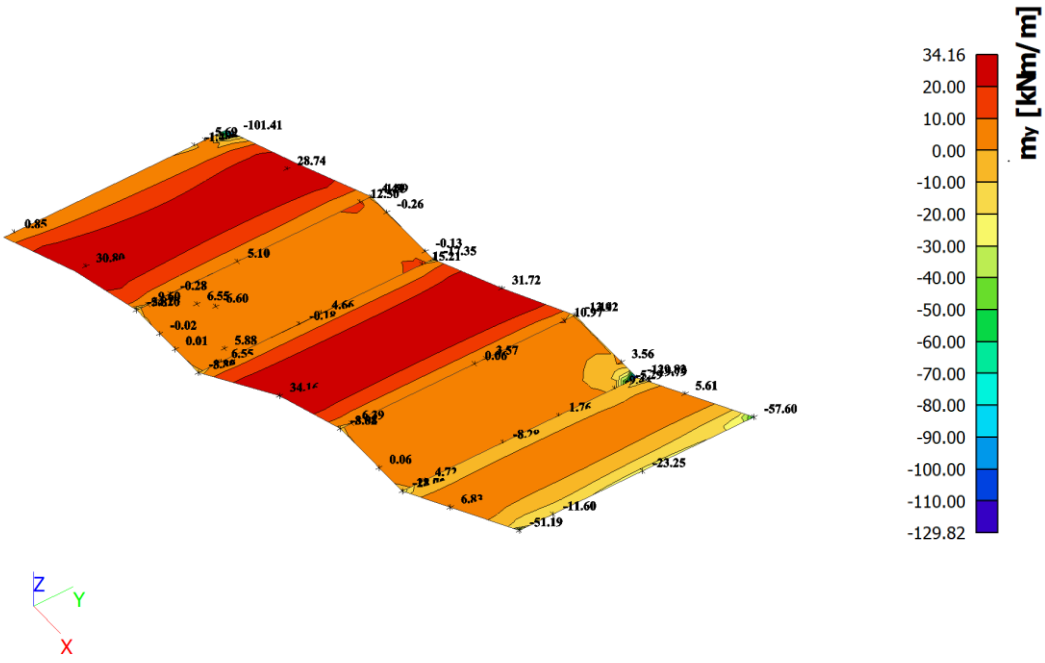
| **Optrećenje** | (kN/m$^2$) |
|---|---|
| *Dodatno stalno opterećenje - krakovi (dg)* | 3,50 |
| *Dodatno stalno opterećenje- podesti (dg)* | 1,80 |
| *Pokretno opterećenje (q)* | 3,00 |

### 7.3.3.1. Podesti i krakovi stubišta

***Rezne sile i dimenzioniranje***




*Slika 111: Moment mx (lokalna os x – okomita na smjer kraka) (kNm/m)*




*Slika 112: Moment my (lokalna os y - u smjeru kraka) (kNm/m)*

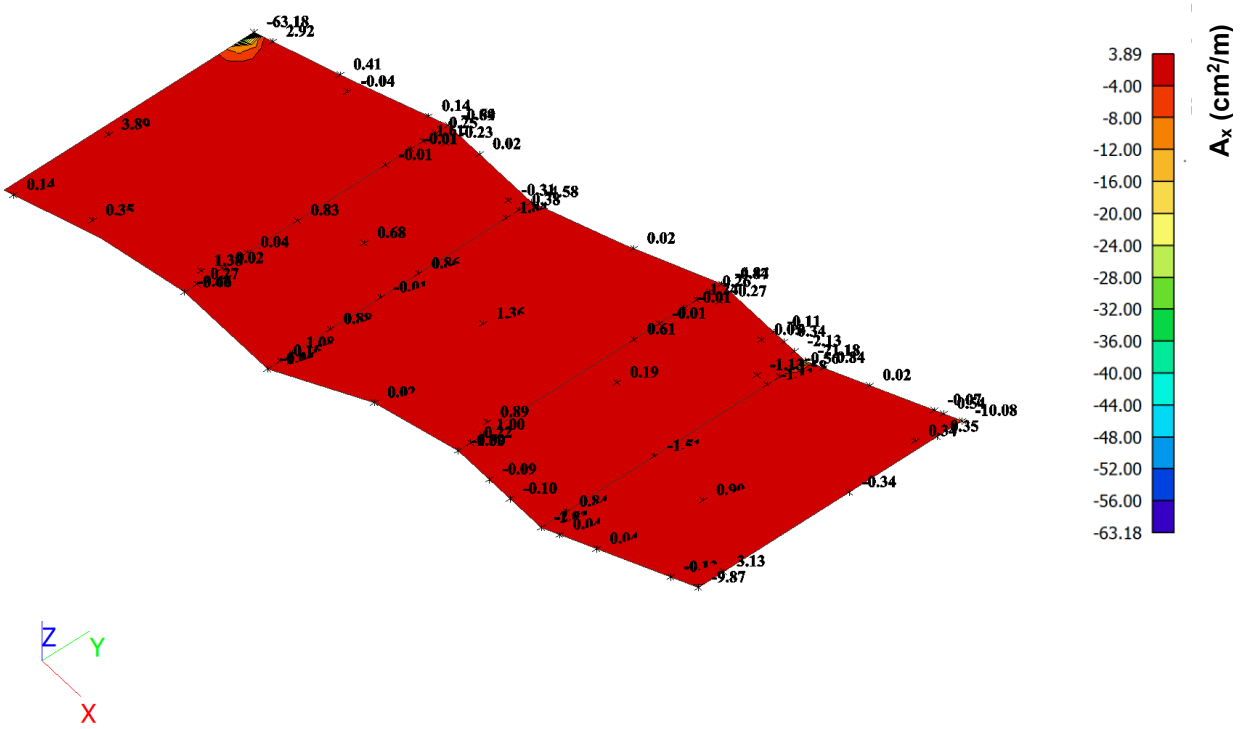
Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploče debljine 18 cm prema sljedećem postupku:

$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

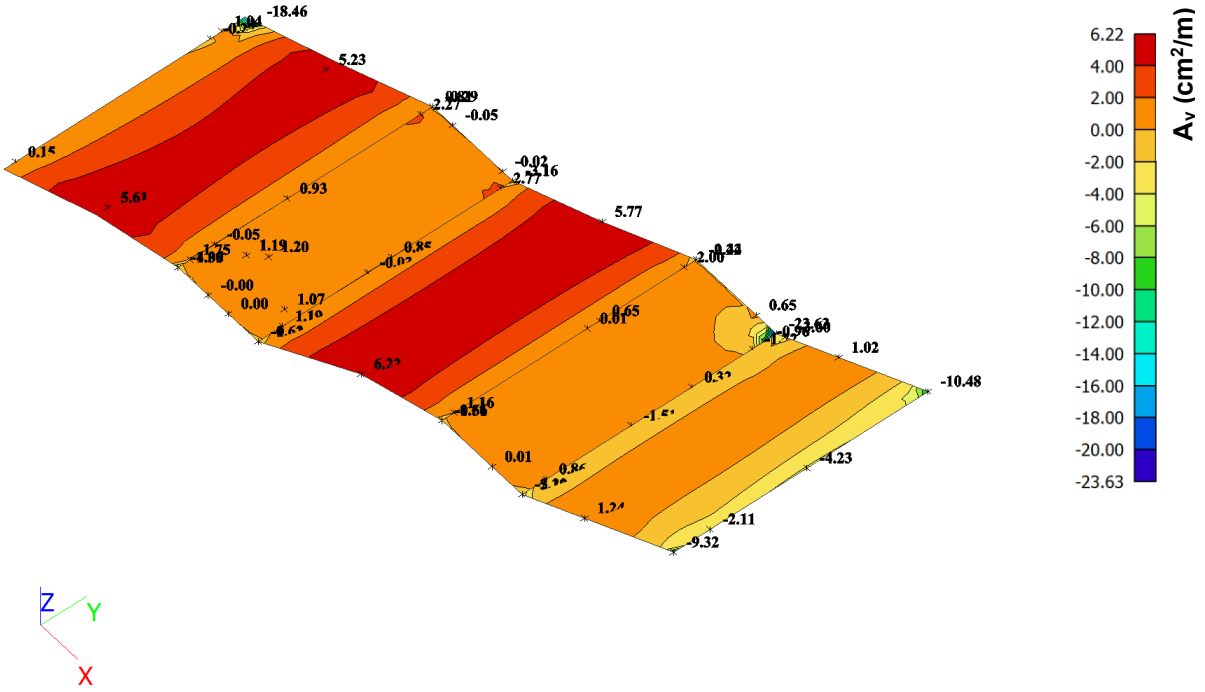
$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

| | |
|---|---|
| zaštitni sloj: | 2,5 cm |

| ***Debljina kraka - h*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **18 cm** | 14,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,182*** |

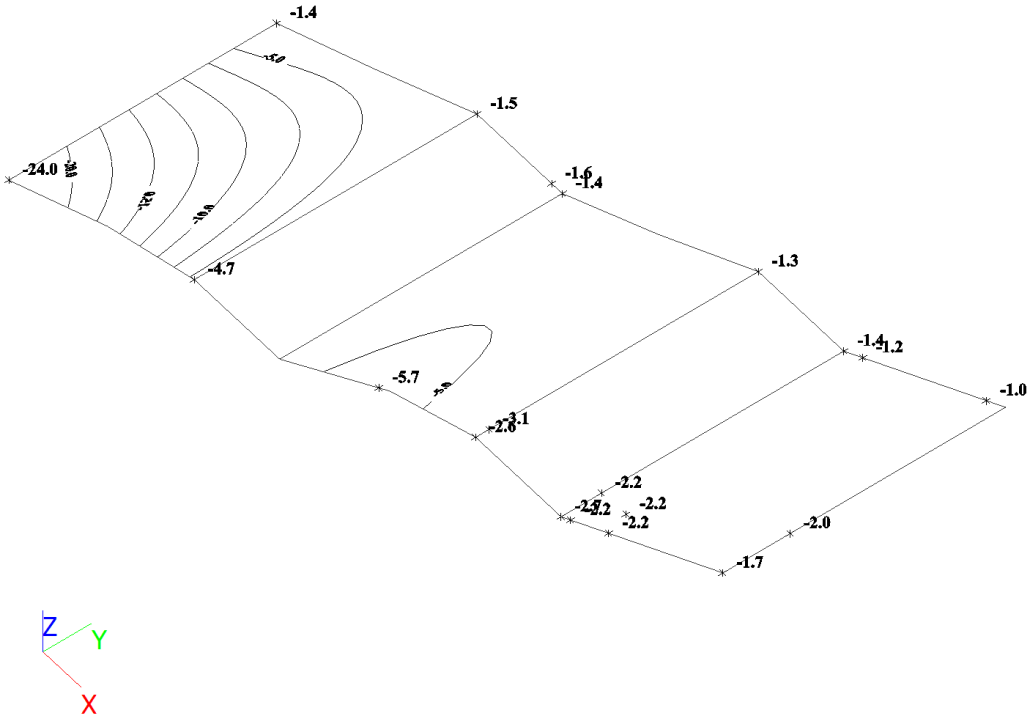



*Slika 113: Potrebna armatura u x-smjeru za podeste i krakove stubišta ($cm^2/m$) (okomito na smjer kraka)*




*Slika 114: Potrebna armatura u y-smjeru za podeste i krakove stubišta (u smjeru kraka) ($cm^2/m$)*

***Provjera progiba***




*Slika 115: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 400,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,57 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 0,97 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 1,54 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$= | 1,60 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

$f_{uk.} =$ 1,54 cm < $f_{p,dop.} =$ 1,60 cm

### 7.3.3.2. *Odabrana armatura za stubište*

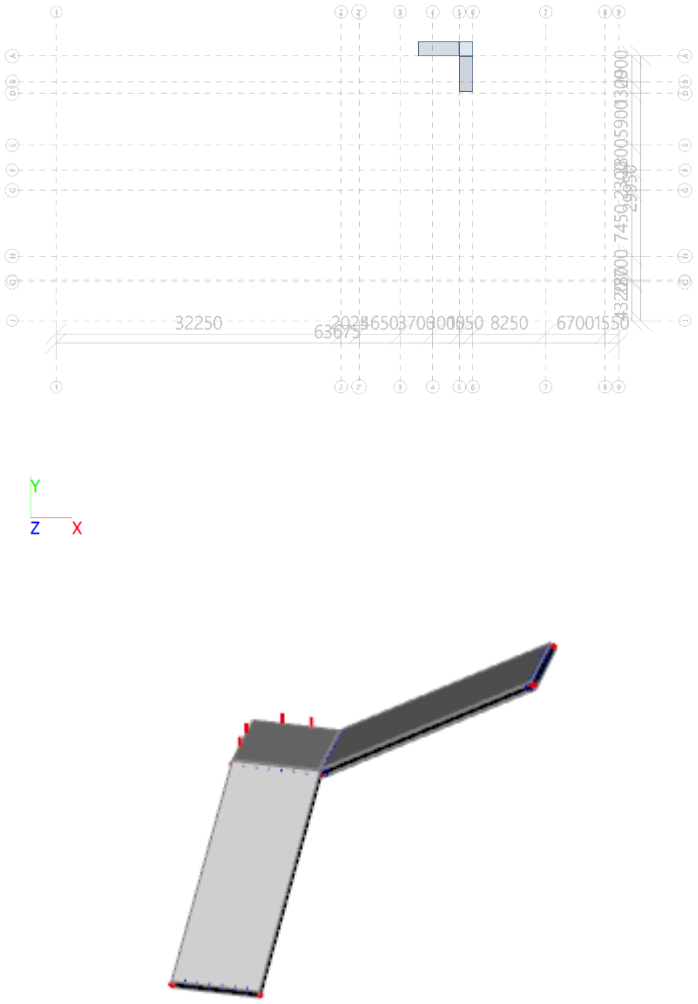
Krakove stubišta (d=18 cm) armirati armaturnim mrežama $\boldsymbol{Q-785}$ $(\boldsymbol{A_s = 7.85\ cm^2/m'})$ u donjoj zoni i mrežama $\boldsymbol{Q-385}$ $(\boldsymbol{A_s = 3.85\ cm^2/m'})$ u gornjoj zoni.

Spoj kraka i ploče/podesta ojačati šipkama $\boldsymbol{\emptyset 12\ /10\ cm}$ savijenim na način da prate oplatu.

Podeste (d=18 cm) armirati :

- U DONJOJ ZONI: mrežom $Q385$ $(A_s = 3.85\ cm^2/m')$
- U GORNJOJ ZONI: mrežom $Q385$ $(A_s = 3.85\ cm^2/m')$

## 7.3.4. STUBIŠTE ST4



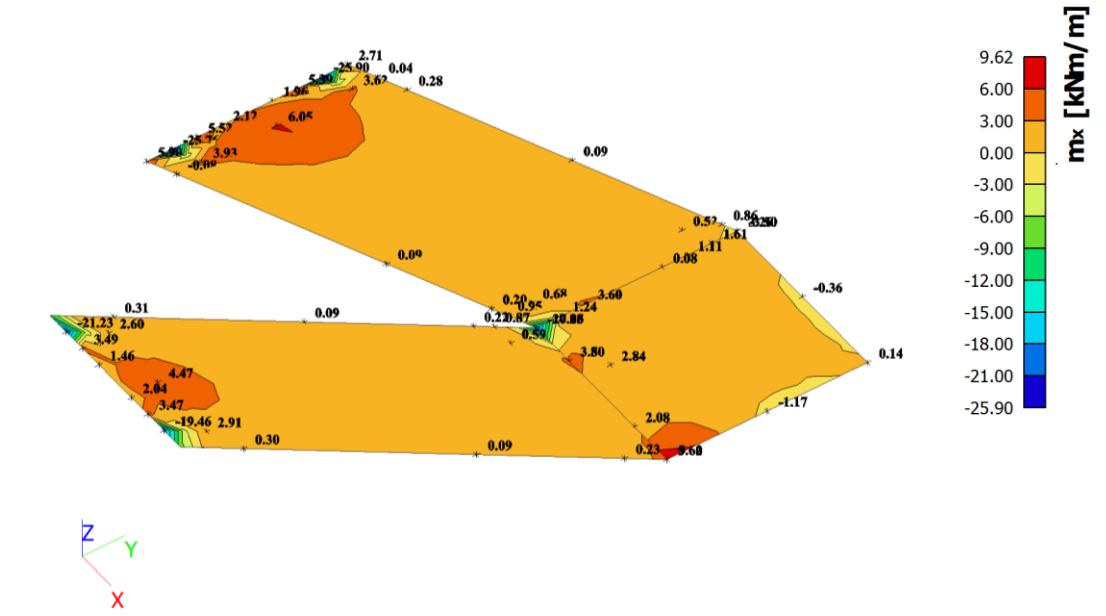

*Slika 116: Tlocrtni i 3D prikaz položaja stubišta ST4*

| **AB PLOČA** | | **KLASA BETONA** |
|---|---|---|
| Podest stubišta | **18 cm** | C30/37 |
| Krak stubišta | **18 cm** | C30/37 |

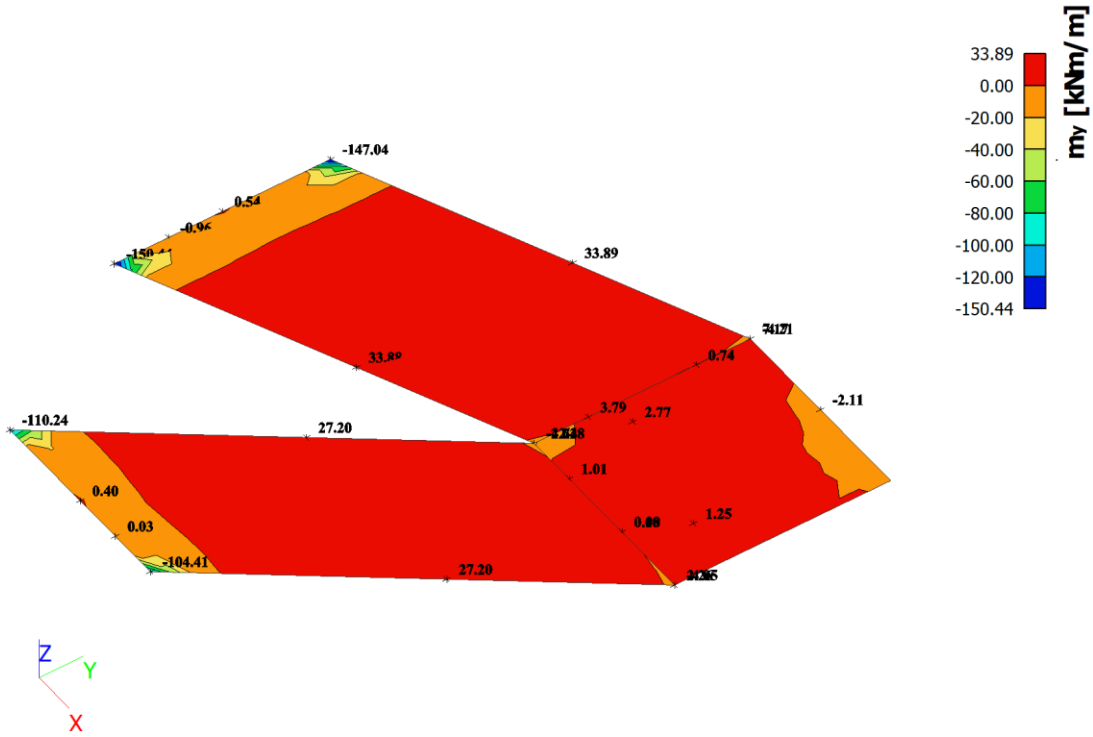
| **Optrećenje** | (kN/m$^2$) |
|---|---|
| *Dodatno stalno opterećenje - krakovi (dg)* | 3,50 |
| *Dodatno stalno opterećenje- podesti (dg)* | 1,80 |
| *Pokretno opterećenje (q)* | 3,00 |

### 7.3.4.1. Podesti i krakovi stubišta

***Rezne sile i dimenzioniranje***




*Slika 117: Moment mx (lokalna os x – okomita na smjer kraka) (kNm/m)*




*Slika 118: Moment my (lokalna os y - u smjeru kraka) (kNm/m)*

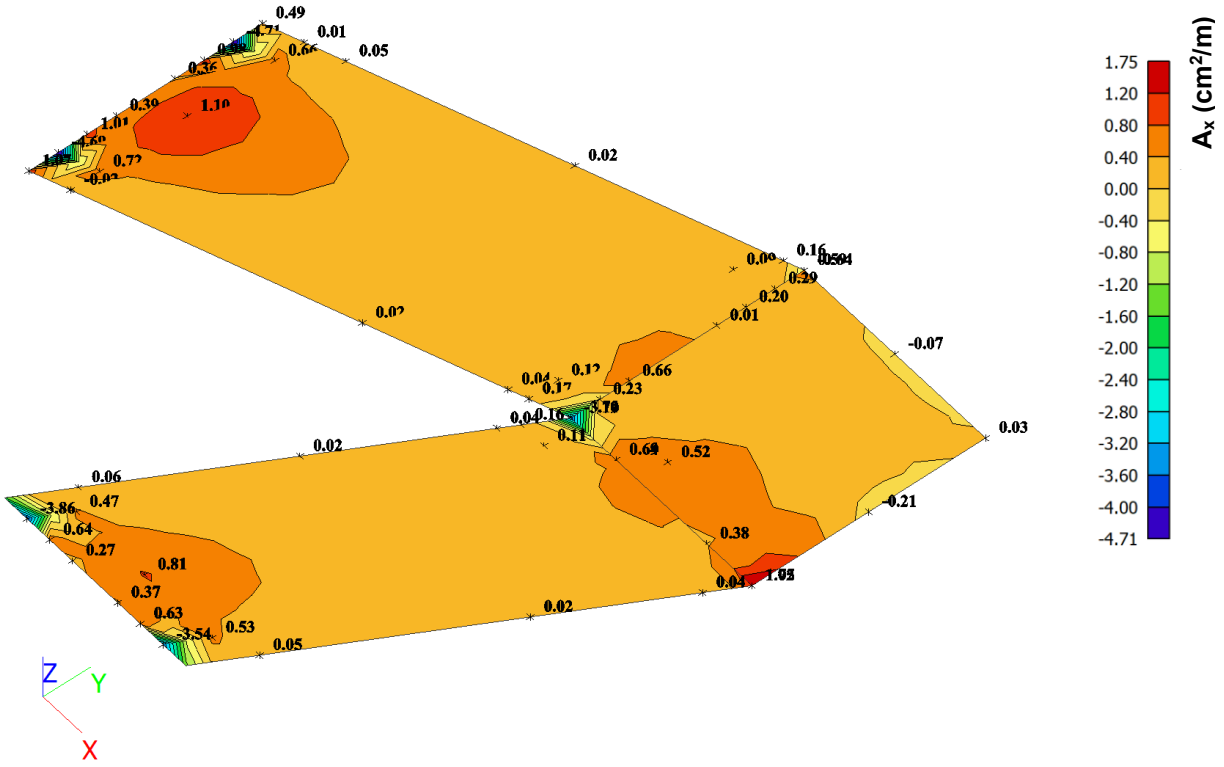
Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploče debljine 18 cm prema sljedećem postupku:

$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

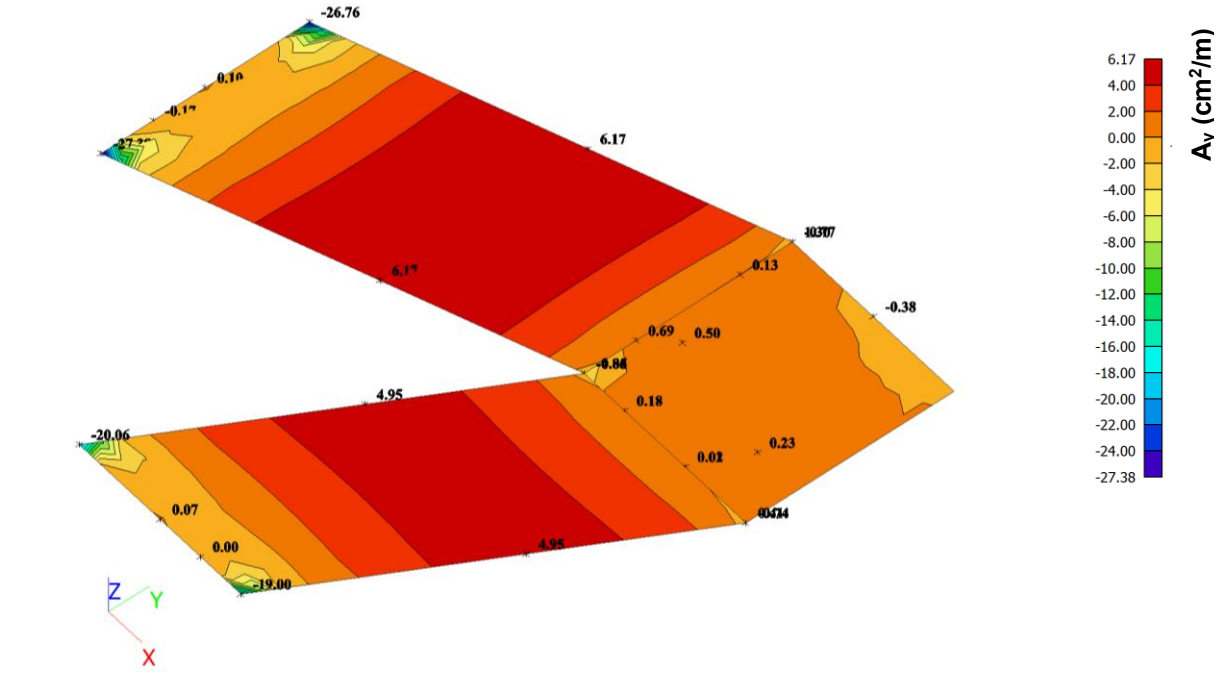
$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

| | |
|---|---|
| zaštitni sloj: | 2,5 cm |

| ***Debljina kraka - h*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **18 cm** | 14,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,182*** |

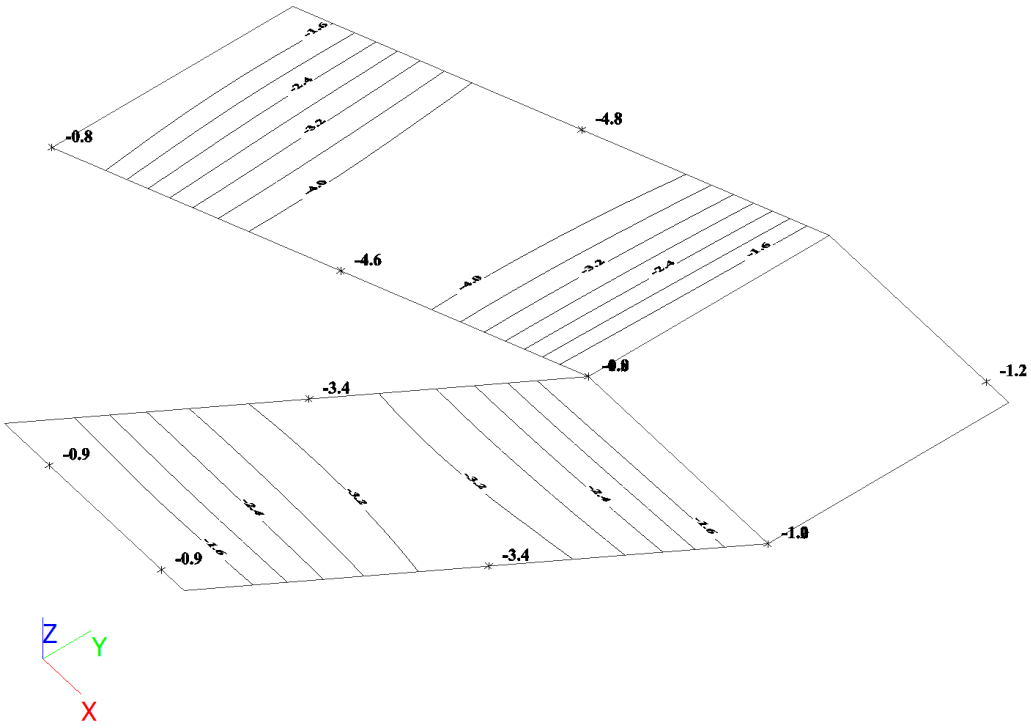



*Slika 119: Potrebna armatura u x-smjeru za podeste i krakove stubišta (cm²/m) (okomito na smjer kraka)*




*Slika 120: Potrebna armatura u y-smjeru za podeste i krakove stubišta (u smjeru kraka) (cm²/m)*

***Provjera progiba***




*Slika 121: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 510,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,48 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 0,82 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 1,30 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$= | 2,04 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

$f_{uk.} =$ 1,30 cm < $f_{p,dop.} =$ 2,04 cm

### 7.3.4.2. *Odabrana armatura za stubište*

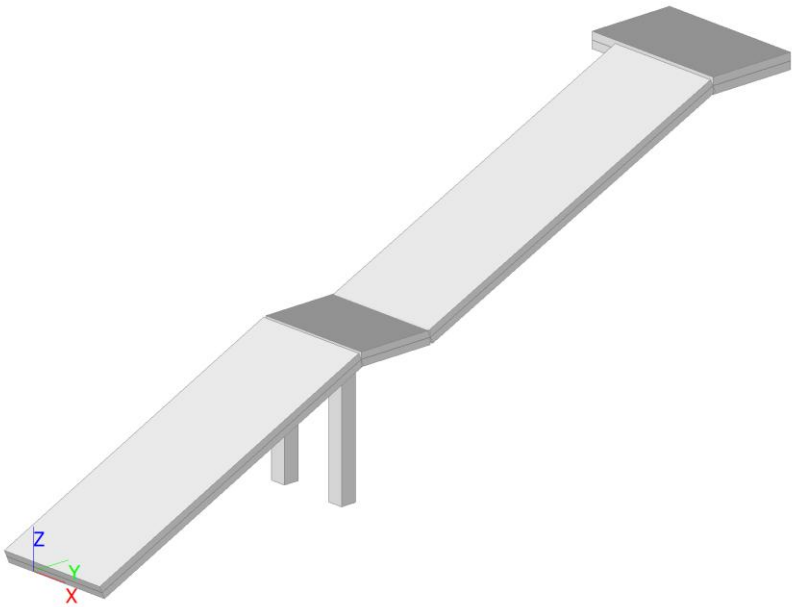
Krakove stubišta (d=18 cm) armirati armaturnim mrežama $\boldsymbol{Q-785}$ $(\boldsymbol{A_s = 7.85\ cm^2/m'})$ u donjoj zoni i mrežama $\boldsymbol{Q-385}$ $(\boldsymbol{A_s = 3.85\ cm^2/m'})$ u gornjoj zoni.

Spoj kraka i ploče/podesta ojačati šipkama $\boldsymbol{\emptyset 12\ /10\ cm}$ savijenim na način da prate oplatu.

Podeste (d=18 cm) armirati :

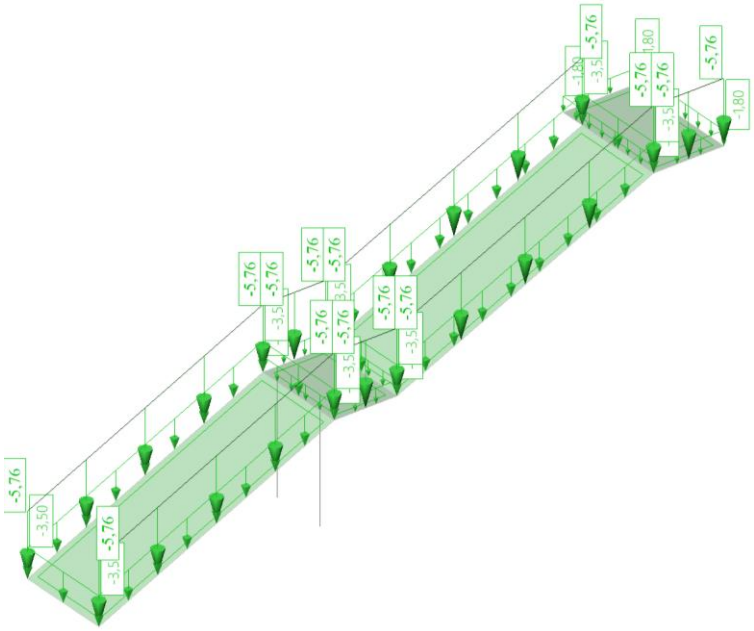
- U DONJOJ ZONI: mrežom $Q385$ $(A_s = 3.85\ cm^2/m')$
- U GORNJOJ ZONI: mrežom $Q385$ $(A_s = 3.85\ cm^2/m')$

## 7.3.5. STUBIŠTE ST5

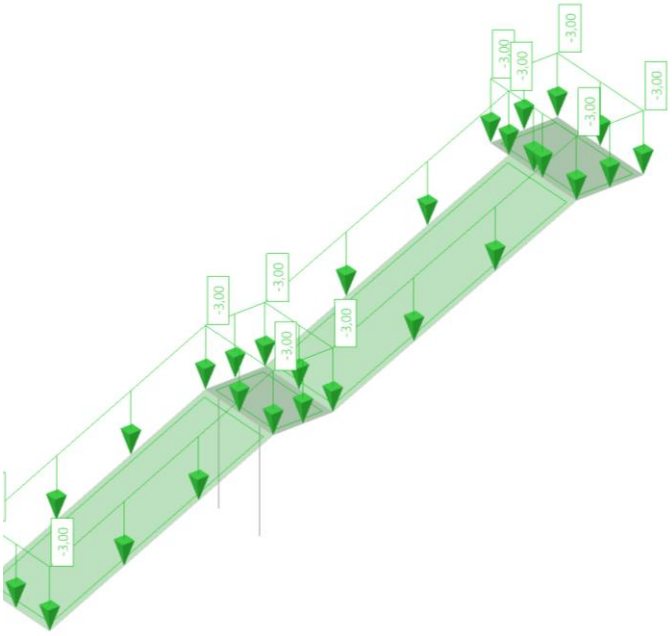



| **AB PLOČA** | | **KLASA BETONA** |
|---|---|---|
| Podest stubišta u razini ploče | **20 cm** | C30/37 |
| Podest stubišta | **17 cm** | C30/37 |
| Krak stubišta | **17 cm** | C30/37 |
| Stupovi | **20x20cm** | C30/37 |

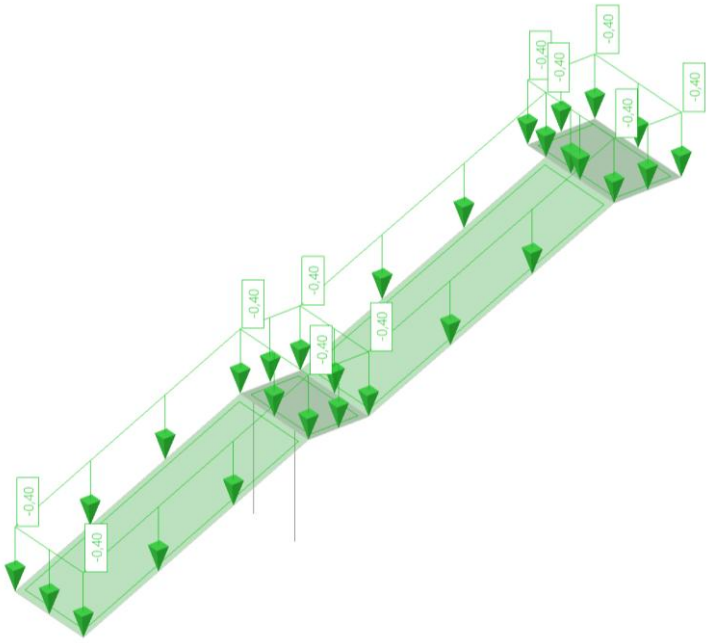
| **Optrećenje** | (kN/m$^2$) |
|---|---|
| *Dodatno stalno opterećenje - krakovi (dg)* | 3,50 |
| *Dodatno stalno opterećenje- podesti (dg)* | 1,80 |
| *Pokretno opterećenje (q)* | 3,00 |
| *Dodatno stalno opterećenje od AB ograde* | 5,76 kNm' |




*Slika 1: Dodatno stalno opterećenje - dg (kN/m²)*



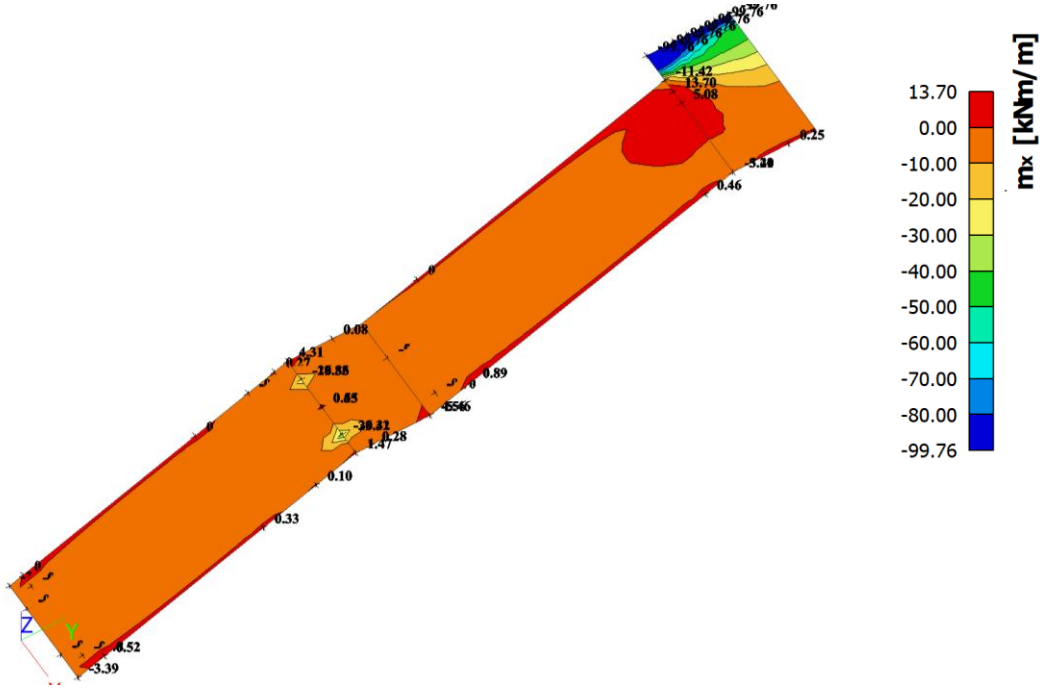

*Slika 2: Pokretno opterećenje - q (kN/m²)*



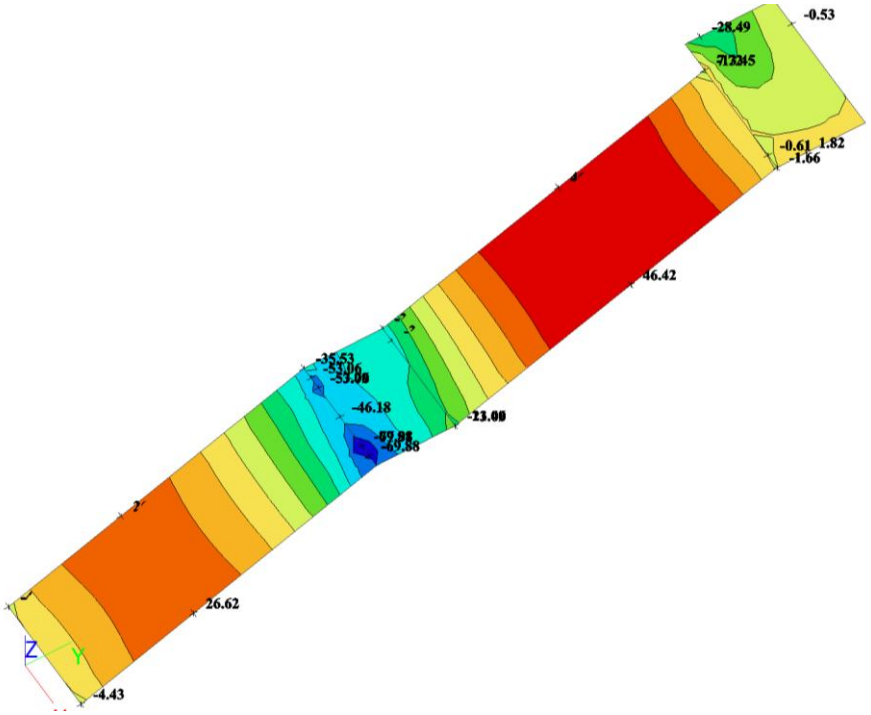

*Slika 3: Opterećenje snijegom - s (kN/m²)*

### 7.3.5.1. Podesti i krakovi vanjskog AB stubišta

***Rezne sile i dimenzioniranje***




*Slika 4: Moment mx (lokalna os x – okomita na smjer kraka) (kNm/m)*



*Slika 5: Moment my (lokalna os y - u smjeru kraka) (kNm/m)*

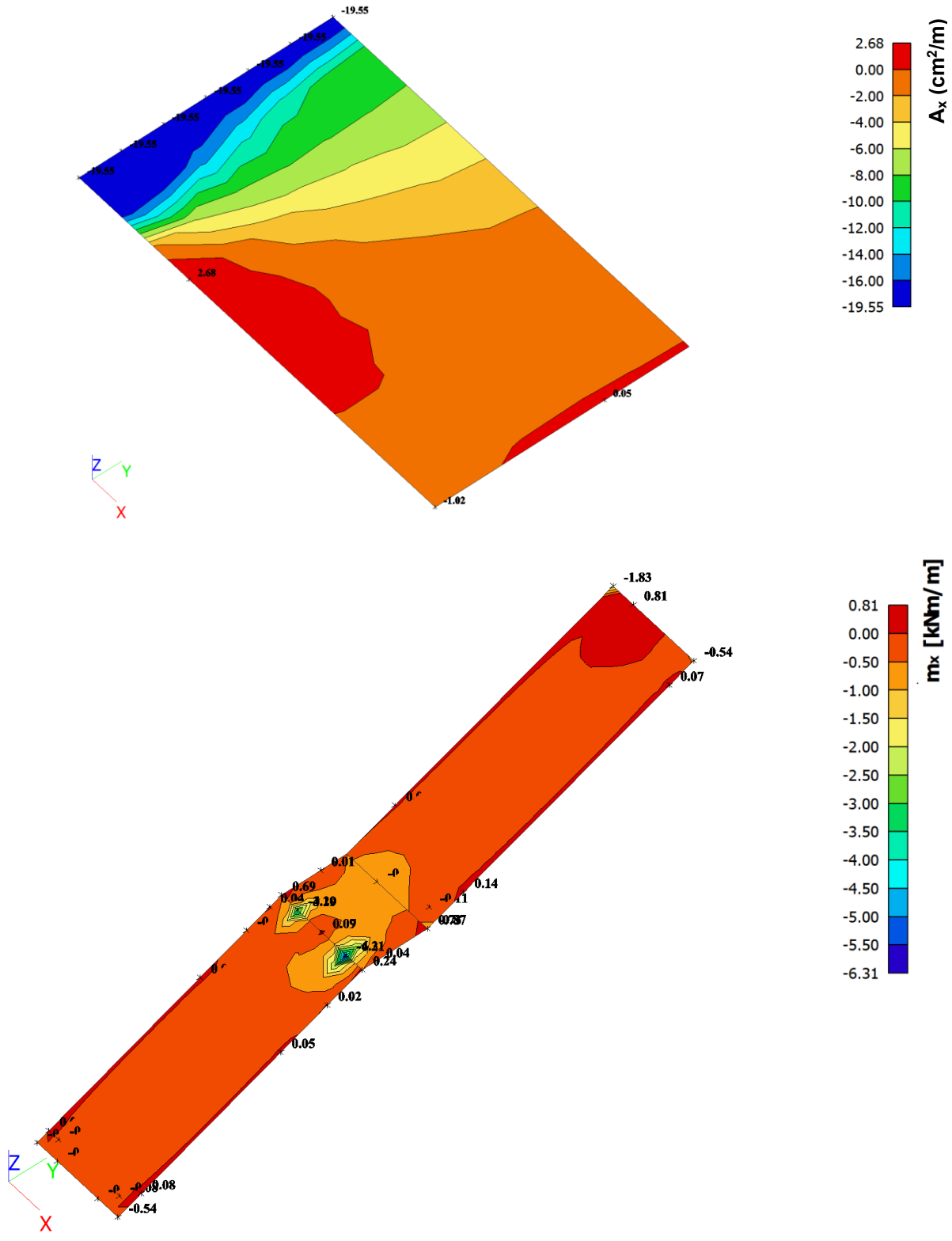
Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploče debljine 17 cm i 20 cm prema sljedećem postupku:

$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

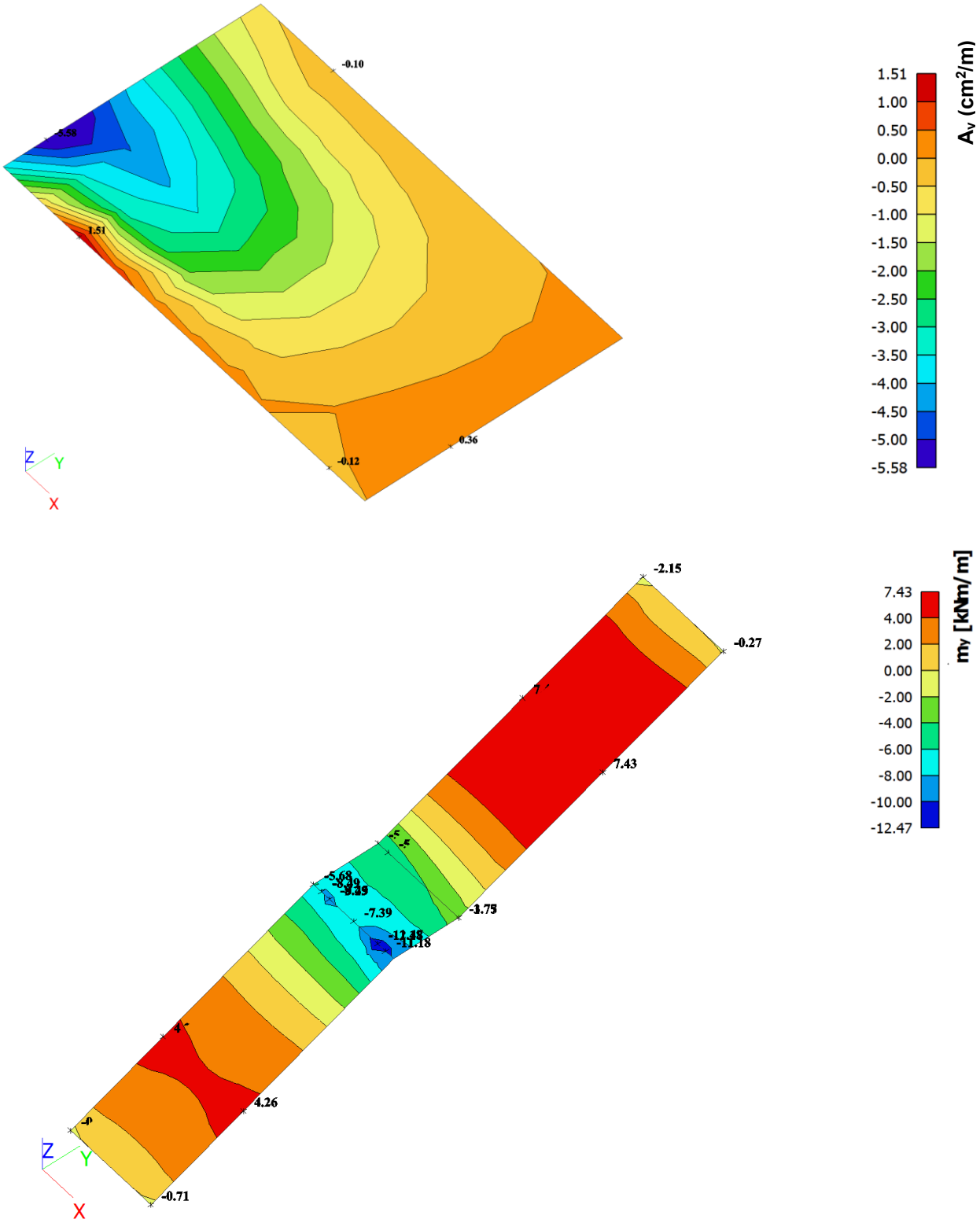
$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

| | |
|---|---|
| zaštitni sloj: | 2,5 cm |

| ***Debljina kraka - h*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **20 cm** | 16,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,160*** |
| **17 cm** | 13,0 cm | $\boldsymbol{A_s = M_{Ed}}$ ***·0,196*** |

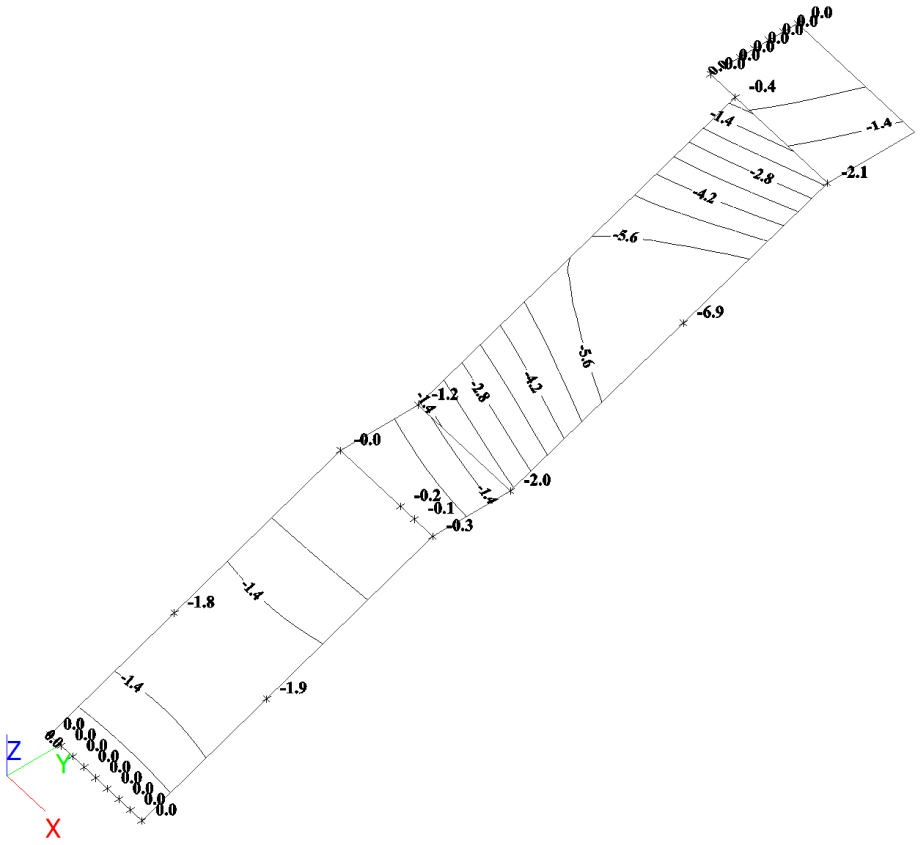



*Slika 6: Potrebna armatura u x-smjeru za podeste i krakove stubišta ($cm^2/m$) (okomito na smjer kraka)*




*Slika 7: Potrebna armatura u y-smjeru za podeste i krakove stubišta (u smjeru kraka) ($cm^2/m$)*

***Provjera progiba***



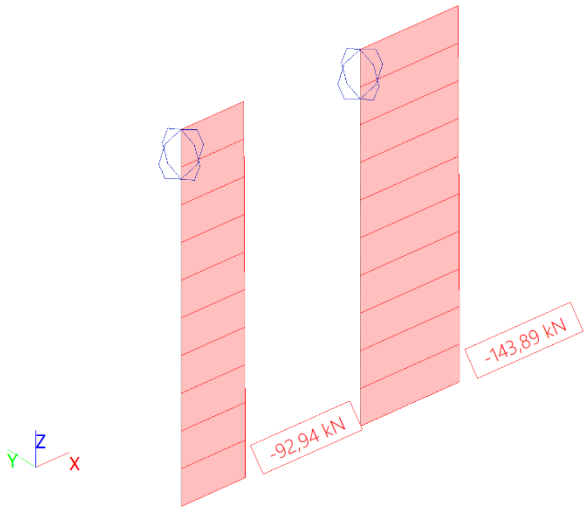

*Slika 8: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 450,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,49 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 0,83 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 1,32 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$= | 1,80 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

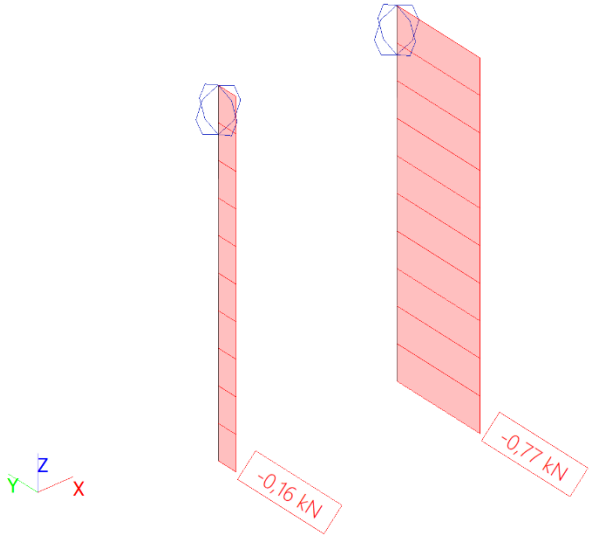
$f_{uk.} =$ 1,32 cm < $f_{p,dop.} =$ 1,80 cm

### 7.3.5.2. AB stup vanjskog AB stubišta (20x20 cm)

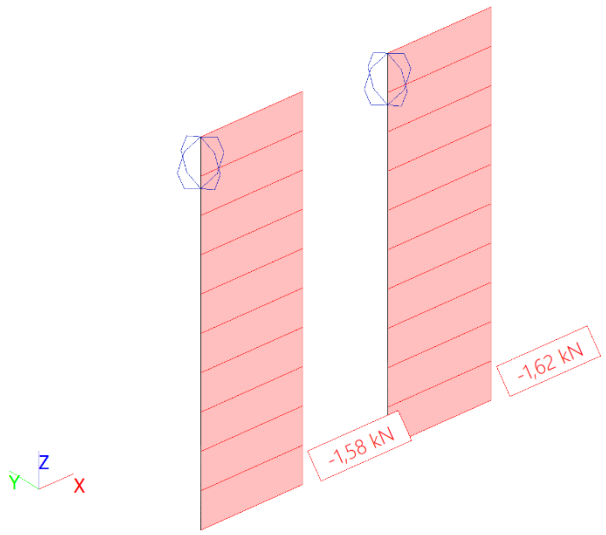
***Granično stanje nosivosti – rezne sile***



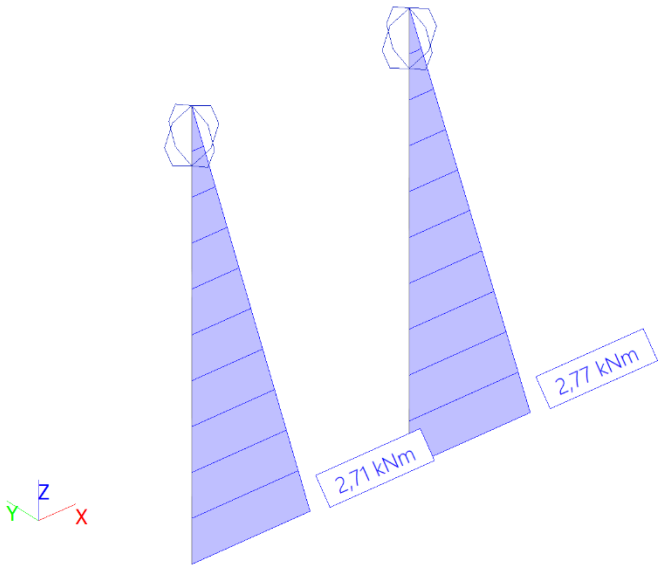

*Slika 9: Uzdužna sila N (kN)*



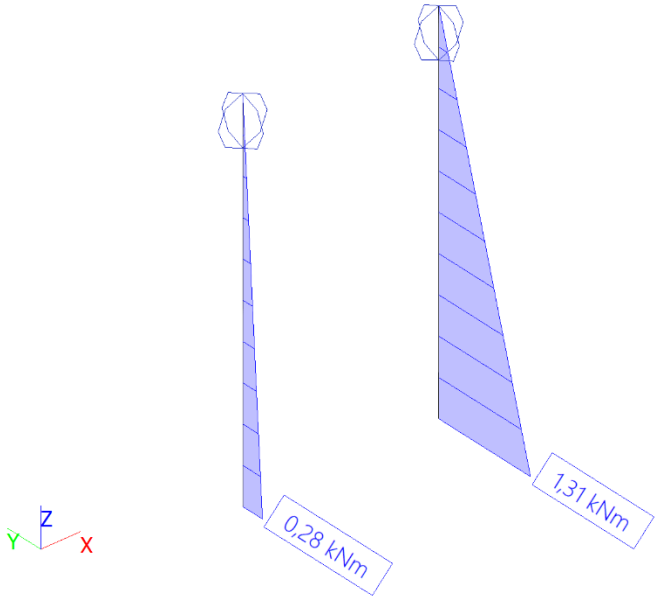

*Slika 10: Poprečna sila Vy (kN)*




*Slika 11: Poprečna sila Vz (kN)*

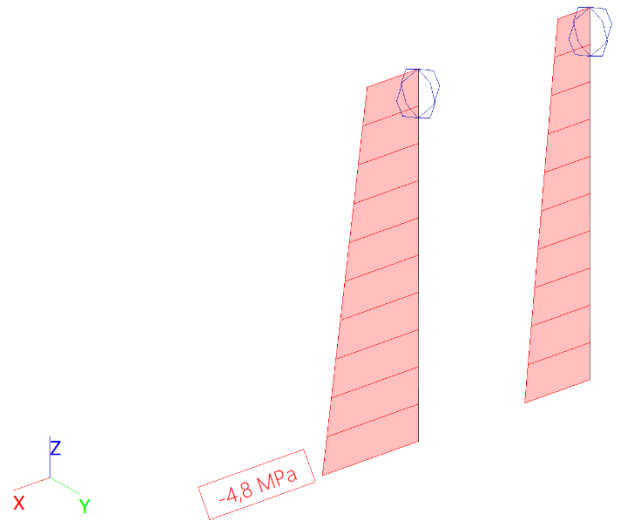



*Slika 12: Moment My (kNm)*




*Slika 13: Moment Mz (kNm)*

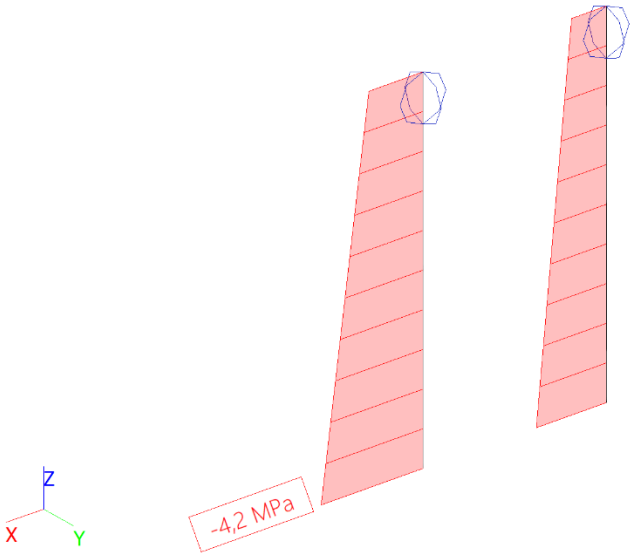
***Granično stanje uporabljivosti***




*Slika 14: Naprezanje u stupovima $\sigma_x$ (MPa) za karakterističnu kombinaciju*

*Dopušteno naprezanje za karakterističnu kombinaciju*: $\sigma_{dop} \leq 0.60\ f_{ck}$

$$\sigma_x = 4.8\ MPa \leq 0.6 \cdot 30 = 18.0\ MPa$$




*Slika 15: Naprezanje u stupovima $\sigma_x$ (MPa) za nazovistalnu kombinaciju*

Dopušteno naprezanje za nazovistalnu kombinaciju: $\sigma_{dop} \leq 0.45\ f_{ck}$

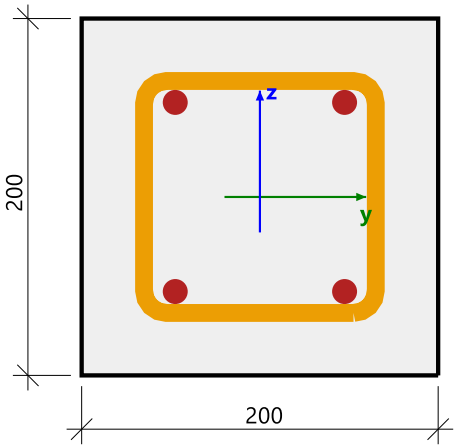
$$\sigma_x = 4.2\ MPa \leq 0.45 \cdot 30 = 13.5\ MPa$$

***Dimenzioniranje stupova vanjskog AB stubišta***

## ***Provjera nosivosti betona i armature***

| **Column B2** | **Rectangle (200,00; 200,00)** |
|---|---|
| EN 1992-1-1:2004/A1:2014 | Section 0 [dx = 0 m] |

**Member length:** L = 1.71 m
Buckling y-y: $L_y$ = 3.42 m (sway)
Buckling z-z: $L_z$ = 3.42 m (sway)




**Concrete: C30/37**
Bi-linear stress-strain diagram
Exposure class: XC3

**Longitudinal reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
4ø14 (616 $mm^2$)
$\rho_l$ = 1,539 % (4.83 kg/m)

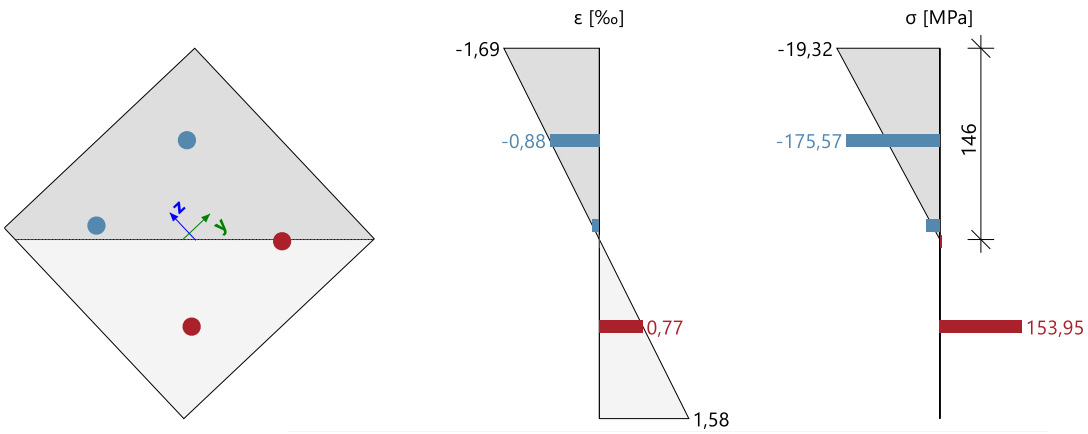
**Shear reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
2ø10/122 (1283 $mm^2$/m)
$\rho_w$ = 0,966 % (10.1 kg/m)

**Cover (stirrup)**
Top: 30 mm
Bottom: 30 mm
Left: 30 mm
Right: 30 mm

## Summary of check

| Type of component | Fibre / Bar | $\varepsilon_{extr}$ [‰] | $\sigma_{extr}$ [MPa] | Check strain [-] | Check stress [-] | UC [-] | Limit [-] | Status |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Concrete | 3 | -1.69 | -19.3 | 0,48 | 0,97 | 0,97 | 1 | OK |
| Reinf. | 3 | -0.878 | -176 | 0,02 | 0,38 | | | |

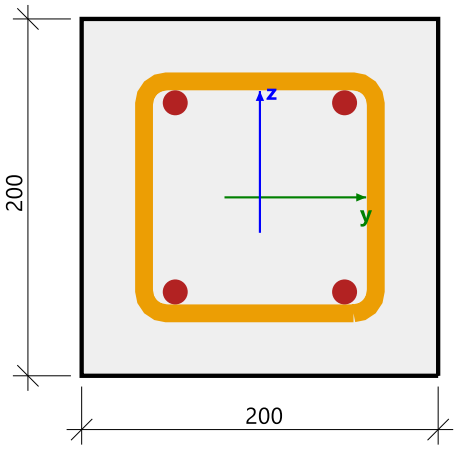
### Stress and strain distribution



## *Dijagram interakcije*

| **Column B2** | **Rectangle (200,00; 200,00)** |
|---|---|
| EN 1992-1-1:2004/A1:2014 | Section 0 [dx = 0 m] |

**Member length:** L = 1.71 m
Buckling y-y: $L_y$ = 3.42 m (sway)
Buckling z-z: $L_z$ = 3.42 m (sway)




**Concrete: C30/37**
Bi-linear stress-strain diagram
Exposure class: XC3

**Longitudinal reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
4ø14 (616 $mm^2$)
$\rho_l$ = 1,539 % (4.83 kg/m)

**Shear reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
2ø10/122 (1283 $mm^2$/m)
$\rho_w$ = 0,966 % (10.1 kg/m)

**Cover (stirrup)**
Top: 30 mm
Bottom: 30 mm
Left: 30 mm
Right: 30 mm

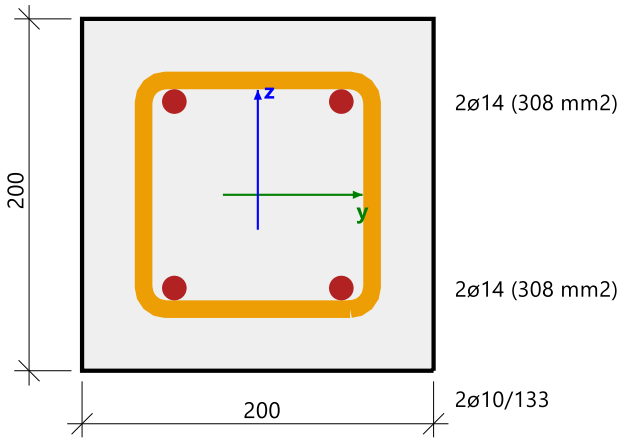
## Summary of check

| **N** | **$N_{Ed}$** | **$N_{Rd+}$** | **$M_y$** | **$M_{Edy}$** | **$M_{Rdy+}$** | **$M_{Rdy-}$** | **UC** | **Status** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **$N_{Rd-}$** | **$M_z$** | **$M_{Edz}$** | **$M_{Rdz+}$** | **$M_{Rdz-}$** | | |
| **[kN]** | **[kN]** | **[kN]** | **[kNm]** | **[kNm]** | **[kNm]** | **[kNm]** | **[-]** | |
| -144 | -144 | 130 | 2.77 | 9.77 | 17.3 | -8.84 | 0,56 | **OK** |
| | | -255 | 1.31 | 8.65 | 15.3 | -7.83 | | $M_{Edz}/M_{Rdz}$ |

## ***Provjera nosivosti na poprečnu silu i torziju***

| **Column B1** | **Rectangle (200,00; 200,00)** |
|---|---|
| EN 1992-1-1:2004/A1:2014 | Section 13 [dx = 1.2 m] |

**Member length:** L = 1.71 m
Buckling y-y⊥ $L_y$ = 3.42 m (sway)
Buckling z-z⊥ $L_z$ = 3.42 m (sway)




**Concrete: C30/37**
Bi-linear stress-strain diagram
Exposure class: XC3
**Longitudinal reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
4ø14 (616 $mm^2$)
$\rho_l$ = 1,539 % (4.83 kg/m)
**Shear reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
2ø10/133 (1183 $mm^2$/m)
$\rho_w$ = 0,910 % (9.29 kg/m)
**Cover (stirrup)**
Top: 30 mm
Bottom: 30 mm
Left: 30 mm
Right: 30 mm

## Forces

Content of combination: 1.35*G+1.35*dG+1.50*q+0.75*s

$N_{Ed}$ = -91.4 kN $M_{Edy}$ = 5.49 kNm $M_{Edz}$ = 5.49 kNm $V_{Edy}$ = -0.165 kN $V_{Edz}$ = -1.58 kN $T_{Ed}$ = -0.336 kNm

Resultant of shear force

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{-0.165^2 + -1.58^2} = 1.59 \text{ kN}$$

Difference between angles $\alpha_M$ and $\alpha_V$

$$\alpha_{MV} = \text{abs}(\alpha_M - \alpha_V) = \text{abs}(43.4 - 84.1) = 40.6\ °$$

## Summary of check

d = 167 mm z = 108 mm $b_w$ = 130 mm $b_{w1}$ = 201 mm $V_{Rdc}$ = 21.9 kN $V_{Rds}$ = 61 kN $V_{Edmax}$ = 178 kN $V_{Rdmax}$ = 128 kN

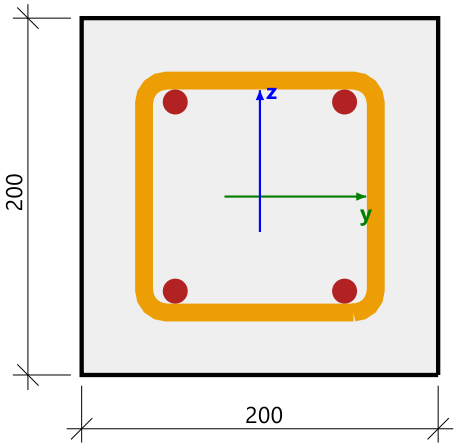
$A_k$ = 11236 $mm^2$ $u_k$ = 424 mm $T_{Rdc}$ = 2.82 kNm $T_{Rds}$ = 6.89 kNm $T_{Rdmax}$ = 11 kNm

| Type of check | Forces | Resistances | UC [-] | Status |
|---|---|---|---|---|
| **Check shear Vy+Vz** | 1,6 kN | 61,0 kN | 0,03 | **OK** |
| **Check torsion** | -0,3 kNm | 6,9 kNm | 0,05 | **OK** |
| **Interaction check Vy+Vz+T (concrete)** | | | 0,04 | **OK** |
| **Interaction check Vy+Vz+T (shear)** | 31,7 MPa | 400,0 MPa | 0,00 | **OK** |
| **Summary of check** | | | 0,05 | **OK** |

## *Provjera detaljiranja armature*

| **Column B1** | **Rectangle (200,00; 200,00)** |
|---|---|
| EN 1992-1-1:2004/A1:2014 | Section 1 [dx = 0.171 m] |

**Member length:** L = 1.71 m
Buckling y-y⊥ $L_y$ = 3.42 m (sway)
Buckling z-z⊥ $L_z$ = 3.42 m (sway)




**Concrete: C30/37**
Bi-linear stress-strain diagram
Exposure class: XC3

**Longitudinal reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
4ø14 (616 $mm^2$)
$\rho_l$ = 1,539 % (4.83 kg/m)

**Shear reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
2ø10/133 (1183 $mm^2$/m)
$\rho_w$ = 0,588 % (9.29 kg/m)

**Cover (stirrup)**
Top: 30 mm
Bottom: 30 mm
Left: 30 mm
Right: 30 mm

### Column - Detailing provisions of longitudinal reinforcement

| Detailing provisions | Code | Unit | Calc. value | Req. value | Unity check [-] | Check |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Minimal bar distance | 8.2(2) | [mm] | 81 | 21 | 0.26 | OK |
| Maximal bar distance | Code Indep. | [mm] | 106 | 350 | 0.3 | OK |
| Maximal bar distance based on torsion requirements | 9.2.3(4) | [mm] | 106 | 350 | 0.3 | OK |
| Minimal area of reinforcement | 9.5.2(2) | [$mm^2$] | 616 | 80 | 0.13 | OK |
| Maximal area of reinforcement | 9.5.2(3) | [$mm^2$] | 616 | 1600 | 0.38 | OK |
| Minimal bar diameter | 9.5.2(1) | [mm] | 14 | 8 | 0.57 | OK |
| Check minimal number of bars in column | 9.5.2(4) | [-] | 4 | 4 | 1 | OK |

### Column - Detailing provisions of transverse reinforcement

| Detailing provisions | Code | Unit | Calc. value | Req. value | Unity check [-] | Check |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. mandrel diameter | 8.3(2) | [mm] | 0 | 0 | 0 | OFF |
| Max. long. spacing (shear) | 9.5.3(3) | [mm] | 133 | 200 | 0.66 | OK |
| Min. bar diameter | 9.5.3(1) | [mm] | 10 | 6 | 0.6 | OK |

### 7.3.5.3. *Odabrana armatura za stubište*

Krakove stubišta (d=17 cm) armirati armaturnim mrežama $\boldsymbol{Q-785}$ $(\boldsymbol{A_s = 7.85\ cm^2/m'})$ u donjoj zoni i mrežama $\boldsymbol{Q-785}$ $(\boldsymbol{A_s = 7.85\ cm^2/m'})$ u gornjoj zoni.

Spoj kraka i ploče/podesta ojačati šipkama $\boldsymbol{\emptyset 12\ /10\ cm}$ savijenim na način da prate oplatu.

Podeste (d=17 cm) armirati :

- U DONJOJ ZONI: mrežom $Q385$ $(A_s = 3.85\ cm^2/m')$
- U GORNJOJ ZONI: mrežom $Q785$ $(A_s = 7.85\ cm^2/m')$

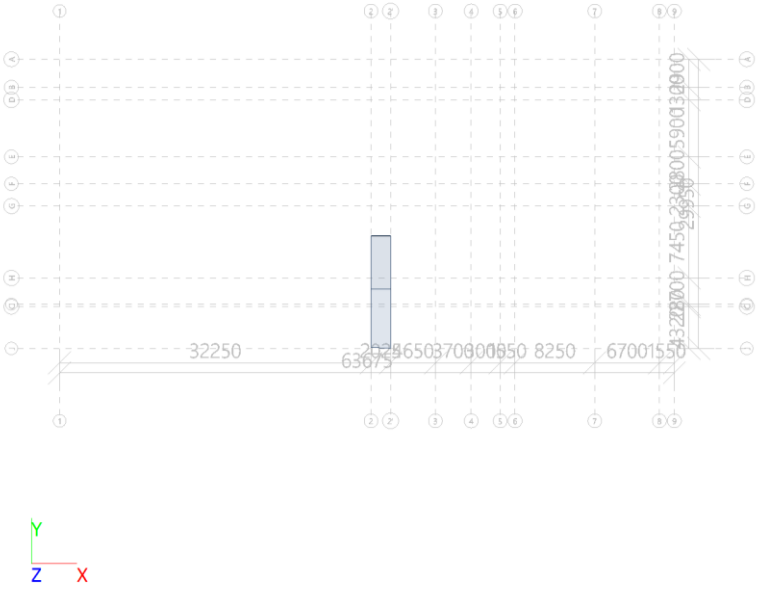
Podest u razini ploče (d=20 cm) armirati :

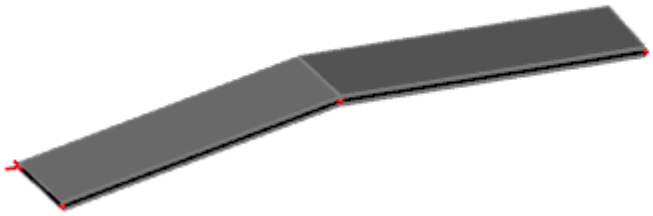
- U DONJOJ ZONI: mrežom $Q385$ $(A_s = 3.85\ cm^2/m')$
- U GORNJOJ ZONI: mrežom $Q785$ $(A_s = 7.85\ cm^2/m')$
- Spoj podesta i međukatne AB ploče izvesti šipkama $\boldsymbol{\emptyset 16\ /10\ cm}$.

### 7.3.5.4. *Odabrana armatura za stupove vanjskog AB stubišta*

Stupove armirati uzdužnim šipkama $\boldsymbol{4\emptyset 14}$ i vilicama $\boldsymbol{\emptyset 10\ /15\ cm}$

## 7.3.6. STUBIŠTE ST6



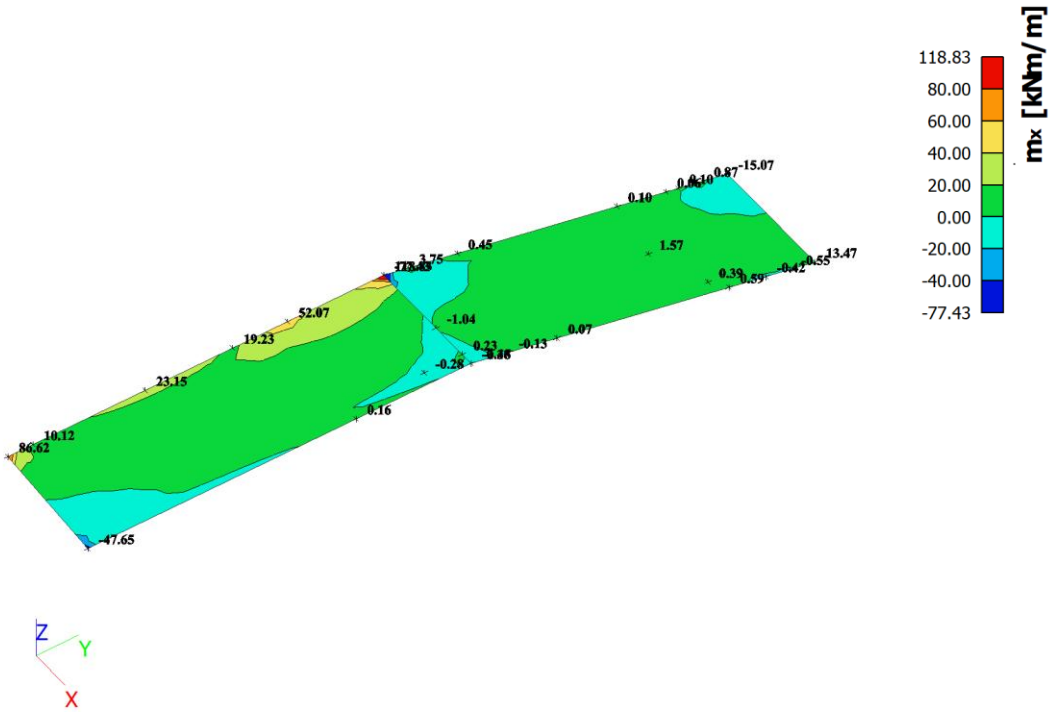
*Slika 16: Tlocrtni i 3D prikaz položaja stubišta ST6*

| **AB PLOČA** | | **KLASA BETONA** |
|---|---|---|
| Podest stubišta | **18 cm** | C30/37 |
| Krak stubišta | **18 cm** | C30/37 |

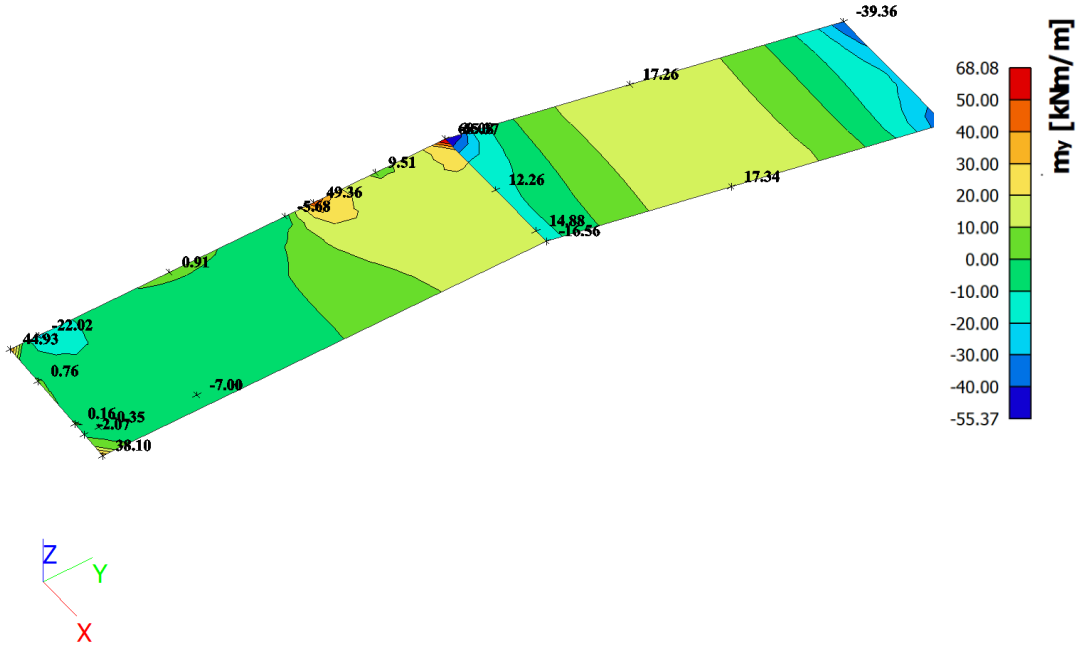
| **Optrećenje** | (kN/m$^2$) |
|---|---|
| *Dodatno stalno opterećenje - krakovi (dg)* | 3,50 |
| *Dodatno stalno opterećenje- podesti (dg)* | 1,80 |
| *Pokretno opterećenje (q)* | 3,00 |

### 7.3.6.1. Podesti i krakovi stubišta

***Rezne sile i dimenzioniranje***




*Slika 17: Moment mx (lokalna os x – okomita na smjer kraka) (kNm/m)*




*Slika 18: Moment my (lokalna os y - u smjeru kraka) (kNm/m)*

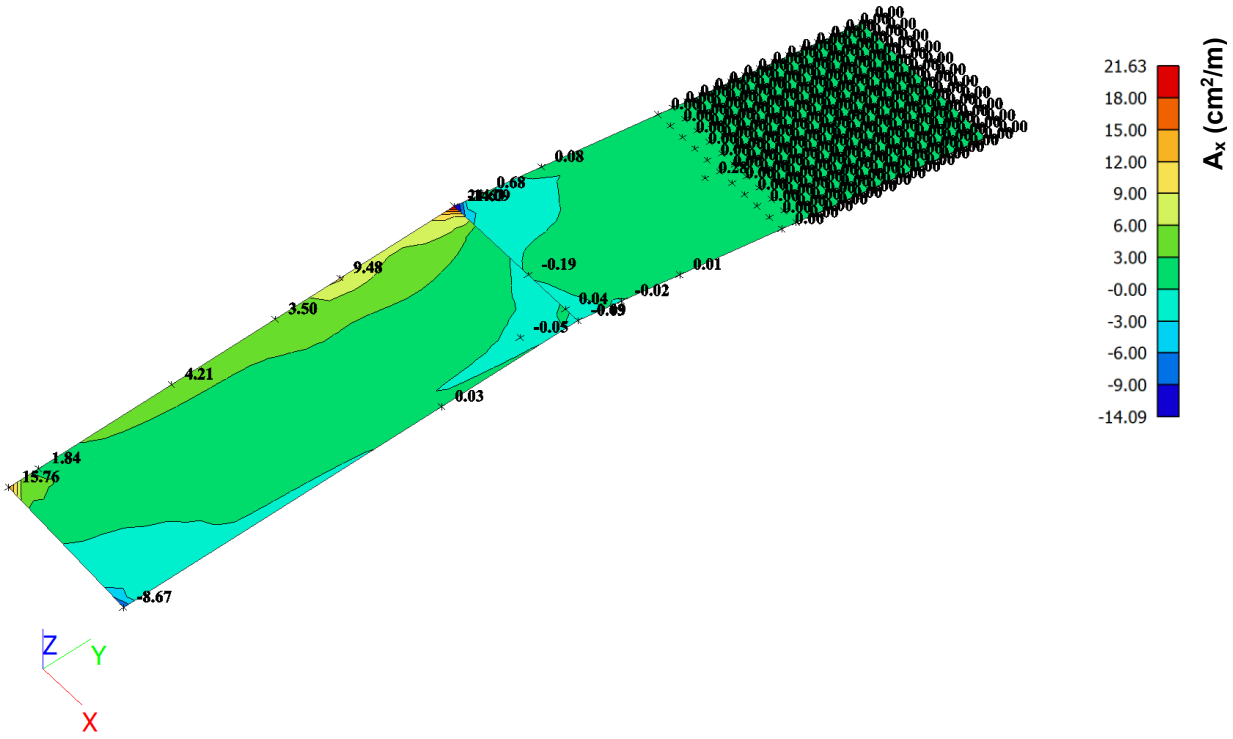
Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploče debljine 18 cm prema sljedećem postupku:

$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

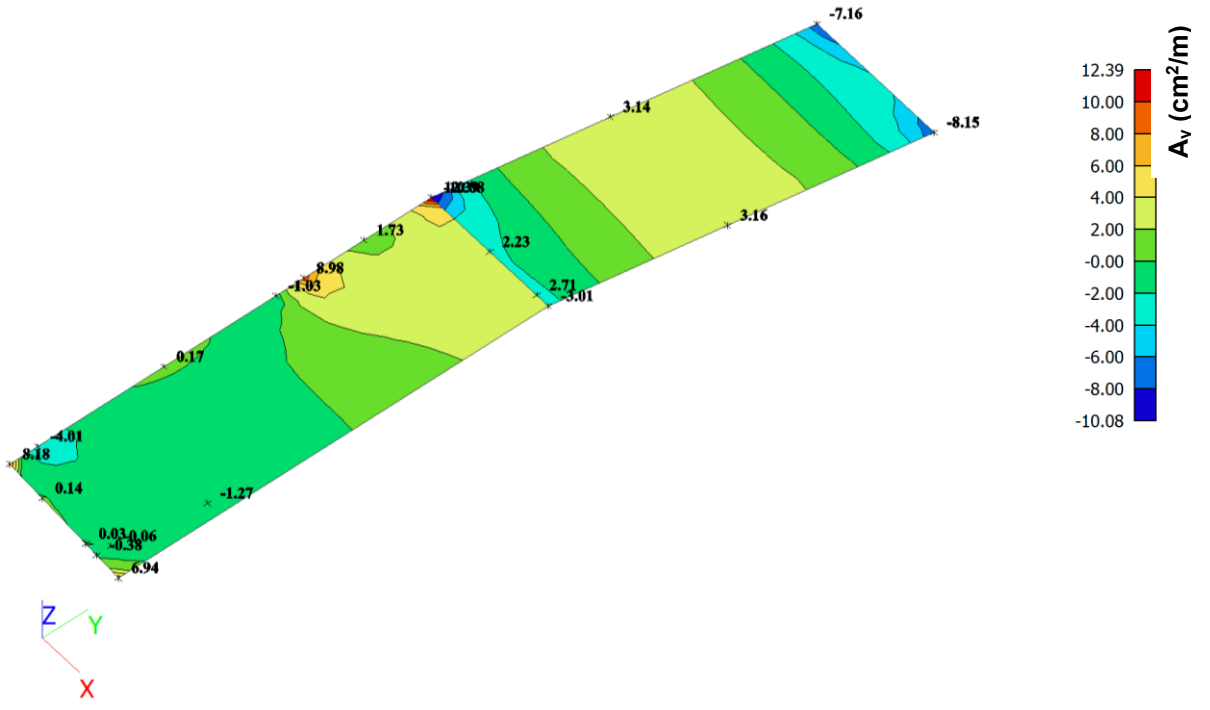
$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

| | |
|---|---|
| zaštitni sloj: | 2,5 cm |

| ***Debljina kraka - h*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **18 cm** | 14,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,182*** |

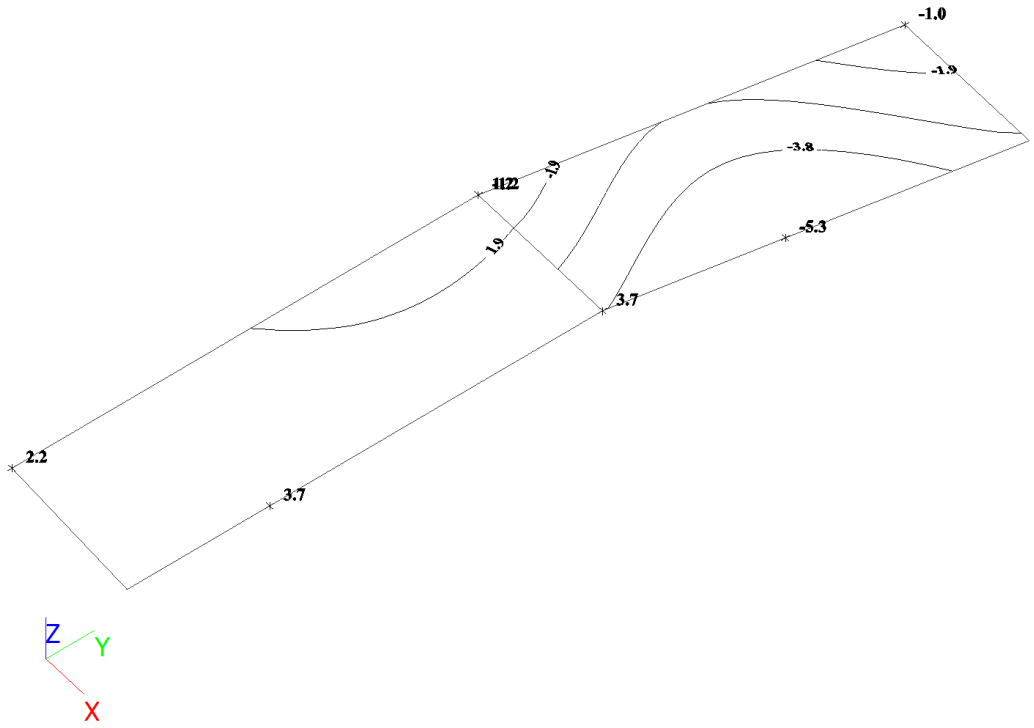



*Slika 19: Potrebna armatura u x-smjeru za podeste i krakove stubišta ($cm^2/m$) (okomito na smjer kraka)*




*Slika 20: Potrebna armatura u y-smjeru za podeste i krakove stubišta (u smjeru kraka) ($cm^2/m$)*

***Provjera progiba***




*Slika 21: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Raspon ploče L= | 560,0 cm | | | |
| Kratkotrajni progib ploče $f_k$ = | 0,53 cm | | | |
| Dugotrajni progib ploče $f_d$ = | 0,90 cm | $f_d = \varphi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$ | *Konačni koef. puzanja* $\Phi(\infty)$ = | 2,00 |
| | | | *Koeficijent Kr* = | 0,85 |
| Ukupni progib $f_{uk.}$ = | 1,43 cm | $f_{uk.} = f_k + f_d$ | | |
| Granična vrijednost progiba ploče $f_{p,dop.}$= | 2,24 cm | *(L/250 - međukatna ploča)* | | |

$f_{uk.} =$ 1,43 cm < $f_{p,dop.} =$ 2,24 cm

### 7.3.6.2. *Odabrana armatura za stubište*

Krakove stubišta (d=18 cm) armirati armaturnim mrežama $\boldsymbol{Q-503}(\boldsymbol{A_s=5.03cm^2/m'})$ u donjoj zoni i mrežama $\boldsymbol{Q-385}$ $(\boldsymbol{A_s=3.85\ cm^2/m'})$ u gornjoj zoni.

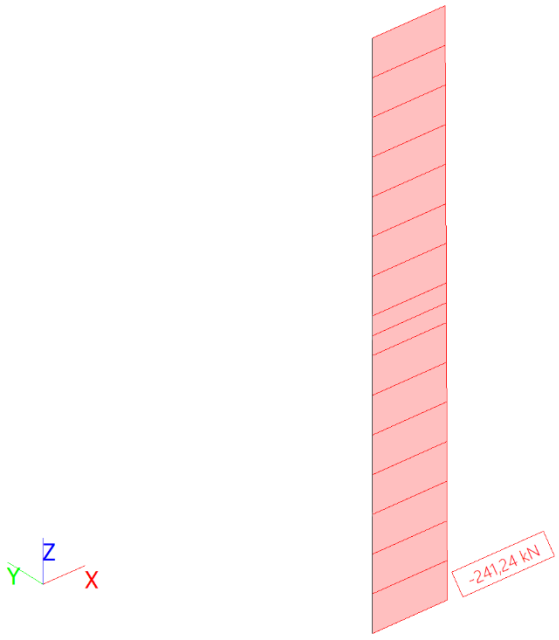
Spoj kraka i ploče/podesta ojačati šipkama $\boldsymbol{\emptyset 12\ /10\ cm}$ savijenim na način da prate oplatu.

Podeste (d=18 cm) armirati :

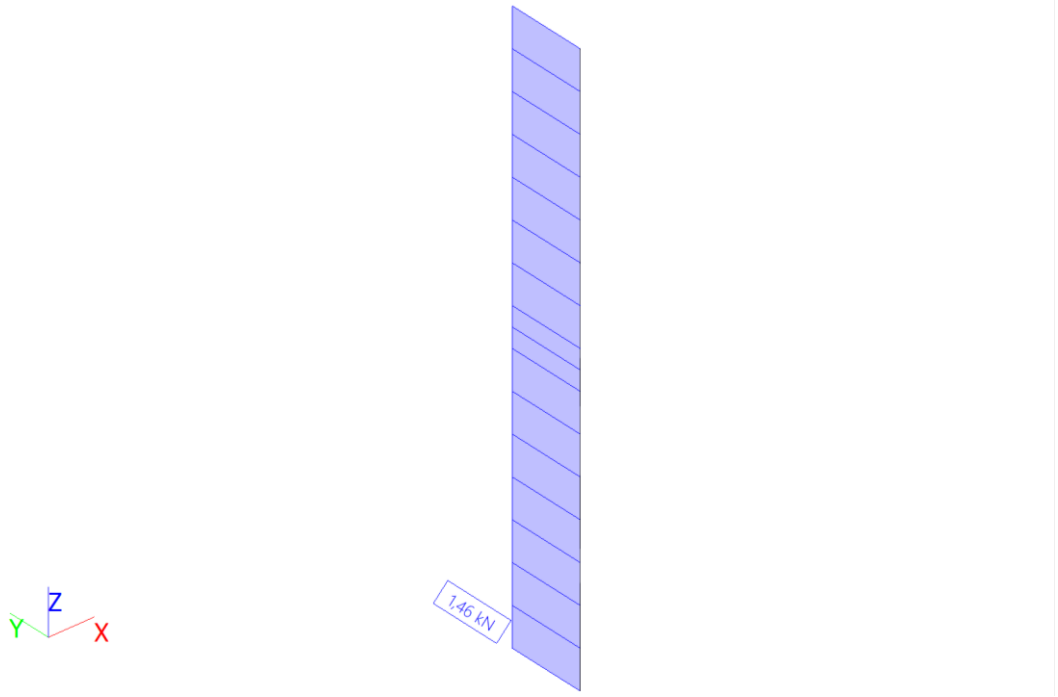
- U DONJOJ ZONI: mrežom $Q503\ (A_s=5.03\ cm^2/m')$
- U GORNJOJ ZONI: mrežom $Q385\ (A_s=3.85 cm^2/m')$

## 7.4. AB stup na 1. katu (30x20 cm)

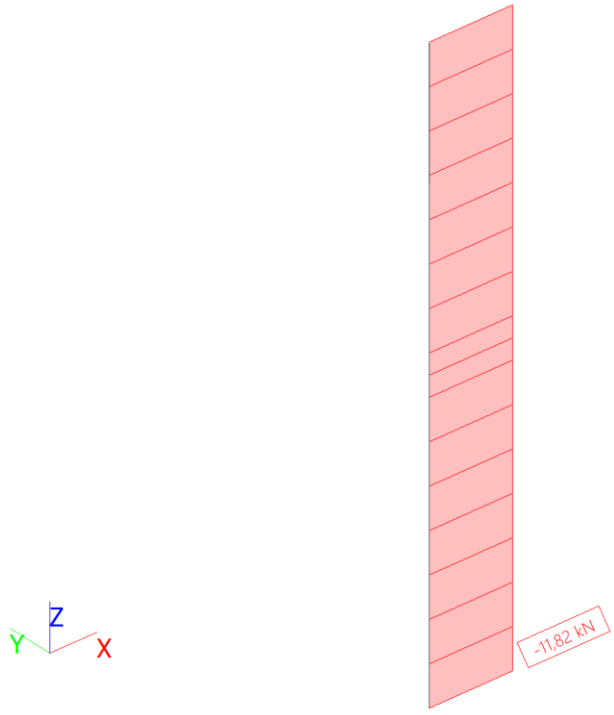
**Granično stanje nosivosti – rezne sile**



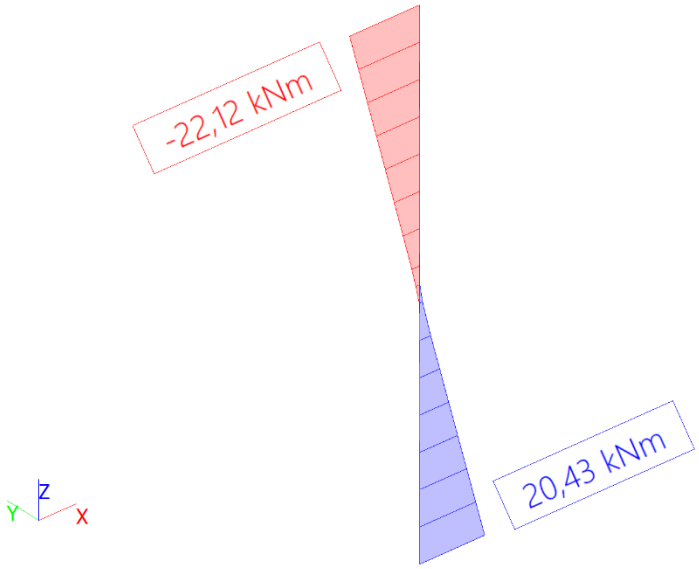

*Uzdužna sila N (kN)*



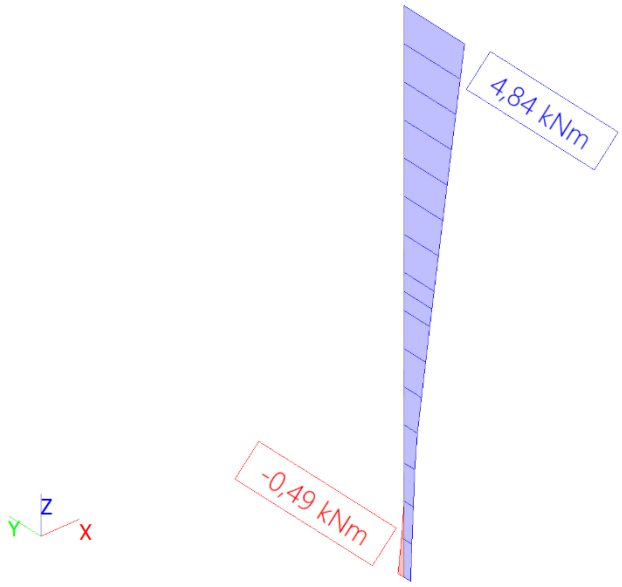

*Poprečna sila Vy (kN)*




*Poprečna sila Vz (kN)*

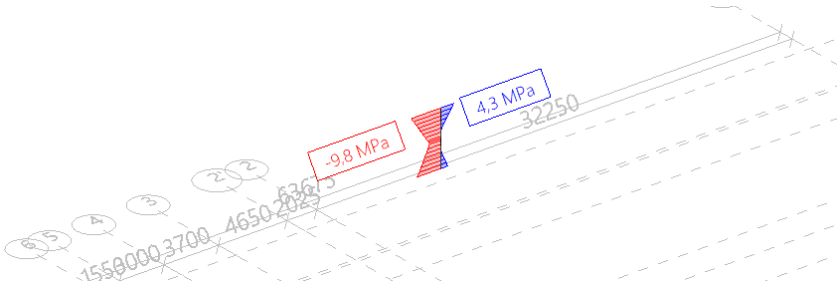



*Moment My (kNm)*




*Moment Mz (kNm)*

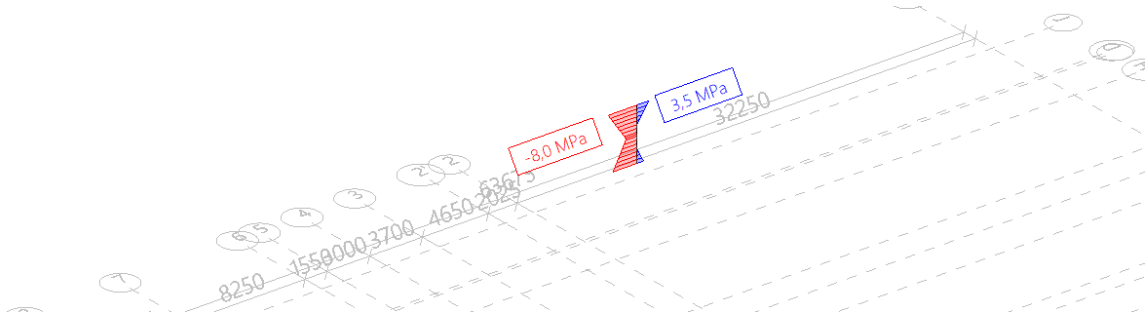
**Granično stanje uporabljivosti**




*Naprezanje u stupovima $\sigma_x$ (MPa) za karakterističnu kombinaciju*

*Dopušteno naprezanje za karakterističnu kombinaciju*: $\sigma_{dop} \leq 0.60\ f_{ck}$

$$\sigma_x = 9.8\ MPa \leq 0.6 \cdot 30 = 18.0\ MPa$$




*Naprezanje u stupovima $\sigma_x$ (MPa) za nazovistalnu kombinaciju*

Dopušteno naprezanje za nazovistalnu kombinaciju: $\sigma_{dop} \leq 0.45\ f_{ck}$

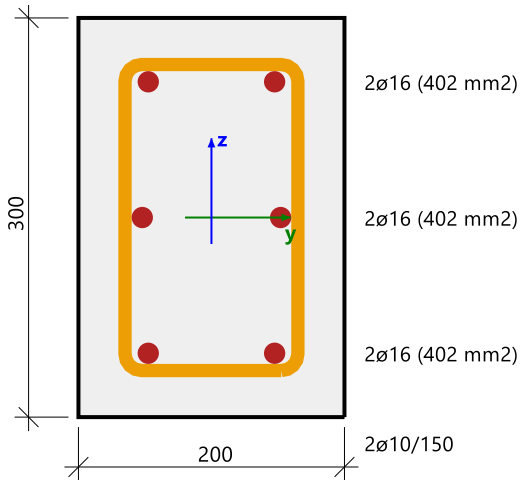
$$\sigma_x = 8.0\ MPa \leq 0.45 \cdot 30 = 13.5\ MPa$$

*Dimenzioniranje stupa na 1. katu*

***Provjera nosivosti betona i armature***

| **Column B378** | **Rectangle (300,00; 200,00)** |
|---|---|
| EN 1992-1-1:2004/A1:2014 | Section 30 [dx = 3.6 m] |

**Member length:** L = 3.6 m
Buckling y-y⊥ $L_y$ = 4.01 m (sway)
Buckling z-z⊥ $L_z$ = 3.85 m (sway)




**Concrete: C30/37**
Bi-linear stress-strain diagram
Exposure class: XC3

**Longitudinal reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
6ø16 (1206 $mm^2$)
$\rho_l$ = 2,011 % (9.47 kg/m)

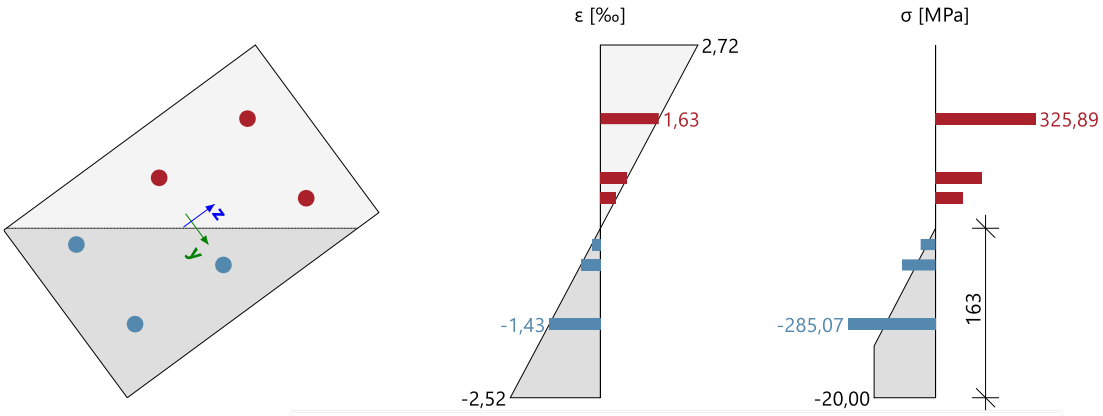
**Shear reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
2ø10/150 (1047 $mm^2$/m)
$\rho_w$ = 0,721 % (8.22 kg/m)

**Cover (stirrup)**
Top: 30 mm
Bottom: 30 mm
Left: 30 mm
Right: 30 mm

## Summary of check

| Type of component | Fibre / Bar | $\varepsilon_{extr}$ [‰] | $\sigma_{extr}$ [MPa] | Check strain [-] | Check stress [-] | UC [-] | Limit [-] | Status |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Concrete | 1 | -2.52 | -20 | 0,72 | 1,00 | 1,00 | 1 | OK |
| Reinf. | 4 | 1.63 | 326 | 0,04 | 0,70 | | | |

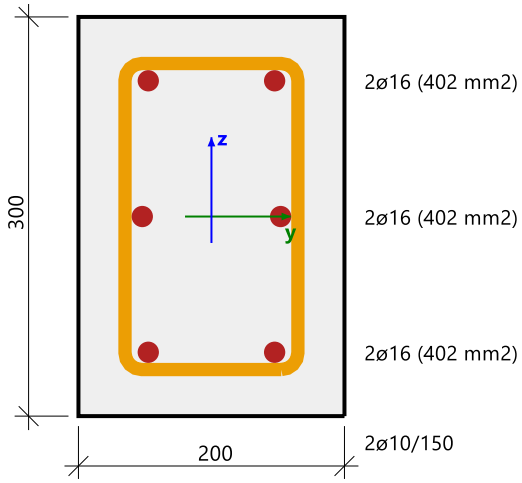
## Stress and strain distribution



***Dijagram interakcije***

| **Column B378** | **Rectangle (300,00; 200,00)** |
|---|---|
| EN 1992-1-1:2004/A1:2014 | Section 30 [dx = 3.6 m] |

**Member length:** L = 3.6 m
Buckling y-y⊥ $L_y$ = 4.01 m (sway)
Buckling z-z⊥ $L_z$ = 3.85 m (sway)




**Concrete: C30/37**
Bi-linear stress-strain diagram
Exposure class: XC3

**Longitudinal reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
6ø16 (1206 $mm^2$)
$\rho_l$ = 2,011 % (9.47 kg/m)

**Shear reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
2ø10/150 (1047 $mm^2$/m)
$\rho_w$ = 0,721 % (8.22 kg/m)

**Cover (stirrup)**
Top: 30 mm
Bottom: 30 mm
Left: 30 mm
Right: 30 mm

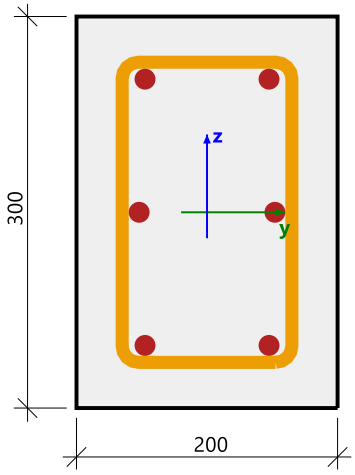
## Summary of check

| N | $N_{Ed}$ | $N_{Rd+}$ | $M_y$ | $M_{Edy}$ | $M_{Rdy+}$ | $M_{Rdy-}$ | UC | Status |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $N_{Rd-}$ | $M_z$ | $M_{Edz}$ | $M_{Rdz+}$ | $M_{Rdz-}$ | | |
| [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] | [kNm] | [-] | |
| -234 | -234 | 190 | -22.1 | -36.1 | 29.3 | -45.4 | 0,80 | OK |
| | | -294 | 4.72 | 19.8 | 24.9 | -16.1 | | $M_{Edy}/M_{Rdy}$ |

***Provjera nosivosti na poprečnu silu i torziju***

| **Column B378** | **Rectangle (300,00; 200,00)** |
|---|---|
| EN 1992-1-1:2004/A1:2014 | Section 9 [dx = 1.2 m] |

**Member length:** L = 3.6 m
Buckling y-y$^{\perp}$ $L_y$ = 4.01 m (sway)
Buckling z-z$^{\perp}$ $L_z$ = 3.85 m (sway)




**Concrete: C30/37**
Bi-linear stress-strain diagram
Exposure class: XC3
**Longitudinal reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
6ø16 (1206 mm$^2$)
$\rho_l$ = 2,011 % (9.47 kg/m)
**Shear reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
2ø10/150 (1047 mm$^2$/m)
$\rho_w$ = 5,090 % (8.22 kg/m)
**Cover (stirrup)**
Top: 30 mm
Bottom: 30 mm
Left: 30 mm
Right: 30 mm

## Forces

Content of combination: 1.35*G+1.50*q+1.35*dG+0.75*s+1.35*dg,ploca+0.90*3DWind10

$N_{Ed}$ = -226 kN $M_{Edy}$ = 19.7 kNm $M_{Edz}$ = 16.9 kNm $V_{Edy}$ = 1.22 kN $V_{Edz}$ = -11.8 kN $T_{Ed}$ = -0.161 kNm

Resultant of shear force

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{1.22^2 + -11.8^2} = 11.9 \text{ kN}$$

Difference between angles $\alpha_M$ and $\alpha_V$

$$\alpha_{MV} = \text{abs}(\alpha_M - \alpha_V) = \text{abs}(25.7 - 95.9) = 70.2\ °$$

## Summary of check

d = 202 mm z = 116 mm $b_w$ = 20.6 mm $b_{w1}$ = 201 mm $V_{Rdc}$ = 6.23 kN $V_{Rds}$ = 58 kN $V_{Edmax}$ = 214 kN $V_{Rdmax}$ = 138 kN

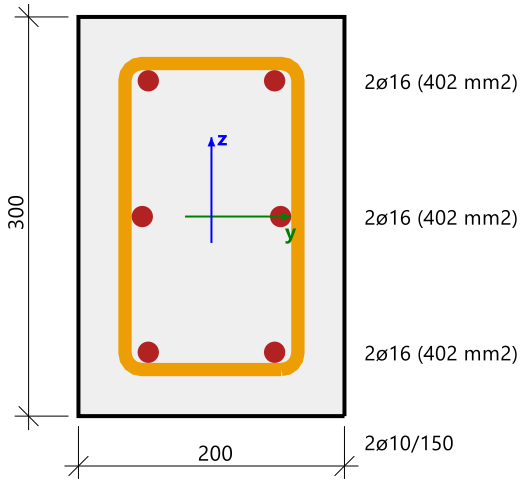
$A_k$ = 21216 mm$^2$ $u_k$ = 616 mm $T_{Rdc}$ = 5.43 kNm $T_{Rds}$ = 11.5 kNm $T_{Rdmax}$ = 21.2 kNm

| Type of check | Forces | Resistances | UC [-] | Status |
|---|---|---|---|---|
| **Check shear Vy+Vz** | 11,9 kN | 58,0 kN | 0,20 | **OK** |
| **Check torsion** | -0,2 kNm | 11,5 kNm | 0,01 | **OK** |
| **Interaction check Vy+Vz+T (concrete)** | | | 0,09 | **OK** |
| **Interaction check Vy+Vz+T (shear)** | 88,0 MPa | 400,0 MPa | 0,22 | **OK** |
| **Summary of check** | | | 0,22 | **OK** |

***Provjera detaljiranja armature***

| **Column B378** | **Rectangle (300,00; 200,00)** |
|---|---|
| EN 1992-1-1:2004/A1:2014 | Section 0 [dx = 0 m] |

**Member length:** L = 3.6 m
Buckling y-y: $L_y$ = 4.01 m (sway)
Buckling z-z: $L_z$ = 3.85 m (sway)




**Concrete: C30/37**
Bi-linear stress-strain diagram
Exposure class: XC3

**Longitudinal reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
6ø16 (1206 $mm^2$)
$\rho_l$ = 2,011 % (9.47 kg/m)

**Shear reinforcement: B 500B**
Bi-linear with an inclined top branch
2ø10/150 (1047 $mm^2$/m)
$\rho_w$ = 0,523 % (8.22 kg/m)

**Cover (stirrup)**
Top: 30 mm
Bottom: 30 mm
Left: 30 mm
Right: 30 mm

## Column - Detailing provisions of longitudinal reinforcement

| Detailing provisions | Code | Unit | Calc. value | Req. value | Unity check [-] | Check |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Minimal bar distance | 8.2(2) | [mm] | 79 | 21 | 0.27 | OK |
| Maximal bar distance | Code Indep. | [mm] | 102 | 350 | 0.29 | OK |
| Maximal bar distance based on torsion requirements | 9.2.3(4) | [mm] | 102 | 350 | 0.29 | OK |
| Minimal area of reinforcement | 9.5.2(2) | [$mm^2$] | 1206 | 120 | 0.1 | OK |
| Maximal area of reinforcement | 9.5.2(3) | [$mm^2$] | 1206 | 2400 | 0.5 | OK |
| Minimal bar diameter | 9.5.2(1) | [mm] | 16 | 8 | 0.5 | OK |
| Check minimal number of bars in column | 9.5.2(4) | [-] | 6 | 4 | 0.67 | OK |

## Column - Detailing provisions of transverse reinforcement

| Detailing provisions | Code | Unit | Calc. value | Req. value | Unity check [-] | Check |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. mandrel diameter | 8.3(2) | [mm] | 0 | 0 | 0 | OFF |
| Max. long. spacing (shear) | 9.5.3(3) | [mm] | 150 | 200 | 0.75 | OK |
| Min. bar diameter | 9.5.3(1) | [mm] | 10 | 6 | 0.6 | OK |

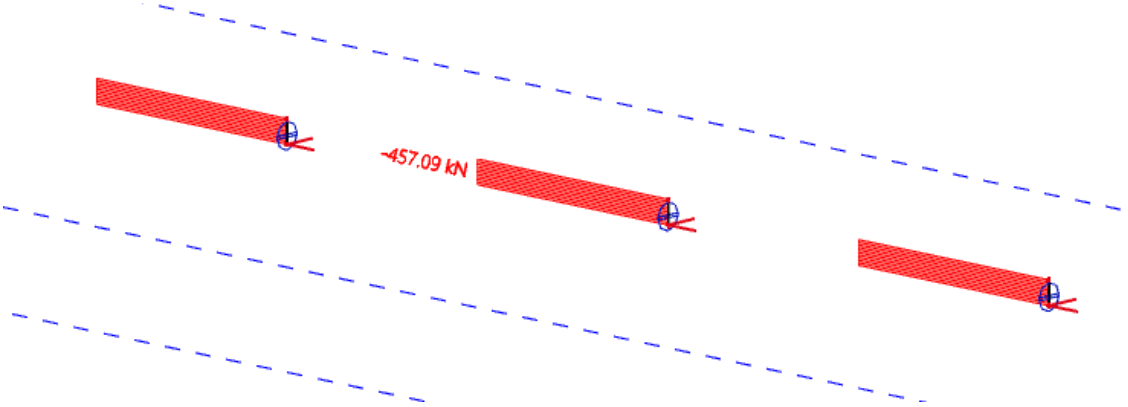
*Slik* *Slika 2.*

*Odabrana armatura za stup pozicije S1*

Stupove armirati uzdužnim šipkama $\mathbf{6\emptyset16}$ i vilicama $\mathbf{\emptyset10\ /15\ cm}$

## 7.5. PRORAČUN KRATKE KONZOLE

Čelični rešetkasti nosači krova dvorane se obostrano oslanjaju na kratke konzole na rubnim AB zidovima dvorane. Kratke konzole su dimenzija 50cm i postavljaju se kontinuirano duž rubnih AB zidova. Čelični rešetkasti nosači se postavljaju na osnom razmaku 2.0m




*Slika 22: Maksimalna vertikalna sila na osloncu rešetkastog nosača (kN)*

## PRORAČUN KRATKE KONZOLE

**Napomena:** Element se proračunava kao kratka konzola ako vrijedi da je $a_c \leq h_c$

### MATERIJALI

Beton:

Klasa betona **C30/37**

$f_{ck}$ = 30.0 MPa

$f_{cd}$= 20.00 MPa

Armatura:

Tip armature: **B500B**

$f_{yk}$= 500.0 MPa

$f_{yd}$= 434.78 MPa

Koeficijenti sigurnosti materijala:

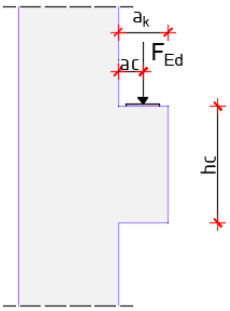
$\gamma_c$= 1.5

$\gamma_s$= 1.15

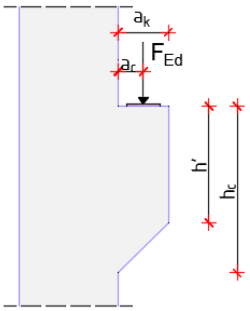
$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \qquad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

### GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE KRATKE KONZOLE

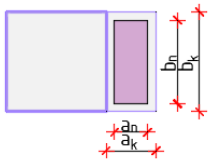
Pogled



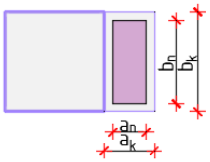

Pogled




Tlocrt




Tlocrt




Napomena: Slika je shematska!

Dimenzije konzole:

**$a_k$**= 35.0 cm

**$b_k$**= 100.0 cm

**h'**= 20.0 cm

**$h_c$**= 50.0 cm

**$a_c$**= 17.5 cm

**$d_1$**= 3.5 cm

**d**= 46.5 cm

**z**= 37.2 cm

c-zaštitni sloj

$$d_1 = c + \frac{\emptyset}{2}$$

$$d = h_c - d_1$$

$$z = 0.8d$$

Dimenzije oslonca:

**$a_n$**= 25.0 cm

**$b_n$**= 25.0 cm

| | | |
|---|---|---|
| **$a_c$**= 17.5 cm | ≤ | **0.5$h_c$**= 25.0 cm |

**REZNE SILE**

$F_{Ed}$= 457.09 kN

**PRORAČUN**

Tlačna naprezanja u tlačnim čvorovima gdje spone nisu sidrene u čvoru:

$$\sigma_{1Rd,max} = k_1 \cdot \nu' \cdot f_{cd}$$ $k_1$= 1

Tlačna naprezanja u tlačno-vlačnim čvorovima s usidrenim sponama u jednom smjeru:

$$\sigma_{2Rd,max} = k_2 \cdot \nu' \cdot f_{cd}$$ $k_2$= 0.85

Tlačna naprezanja u tlačno-vlačnim čvorovima s usidrenim sponama u više smjerova:

$$\sigma_{3Rd,max} = k_3 \cdot \nu' \cdot f_{cd}$$ $k_3$= 0.75

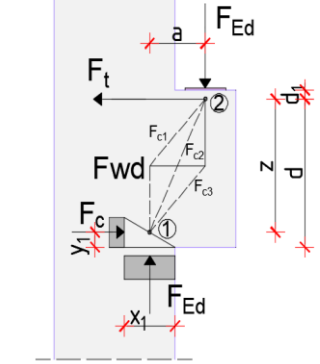
$$\nu' = (1 - \frac{f_{ck}}{250})$$ **ν'**= 0.88

$\sigma_{1Rd,max}$= 17.6 MPa

$\sigma_{2Rd,max}$= 15.0 MPa

$\sigma_{3Rd,max}$= 13.2 MPa

Pogled




**Proračun glavne armature:**

$$x_1 = \frac{F_{Ed}}{\sigma_{1Rd,max} \cdot b}$$ $x_1$= 26 mm

$x_1/2$= 13 mm

$$y_1 = 0.2 \cdot d$$ $y_1$= 93 mm

Položaj čvora 1 je na približno $x_1/2$ i $y_1$ od vanjskog lica stupa

$$a = \frac{x_1}{2} + a_c$$ **a**= 188 mm

$$F_{Ed} \cdot a = F_c \cdot z \rightarrow F_c = F_t = \frac{F_{Ed} \cdot a}{z}$$

**$F_c$= 230.98 kN**

Provjera naprezanja u točki ①

$$\sigma_1 = \frac{F_c}{b \cdot (2y_1)} \leq \sigma_{1Rd,max}$$

**$\sigma_1$=** 1.24 MPa ≤ **$\sigma_{1Rd,max}$=** 17.60 MPa

Potrebna površina glavne armature:

$$A_{s1} = \frac{F_t}{f_{yd}}$$ **$A_{s1}$=** 5.31 cm²

**Odabrano:** **10 Ø14**

**$A_{s1}$=** **15.39** cm²

1

**Proračun horizontalne armature:**

$$F_{wd} = \frac{2 \cdot \frac{z}{a} - 1}{3 + \frac{F_{Ed}}{F_c}} \cdot F_c$$ **$F_{wd}$=** 137.22 kN

Potrebna površina horizontalne armature:

$$A_{s2} = \frac{F_{wd}}{f_{yd}} \qquad A_{s2} \geq k_1 \cdot A_{s1}$$ **$k_1$=** 0.25

**$A_{s2}$=** 3.16 cm² > 1.33 cm²

**Odabrano:** **6 Ø12**

**m=** **4** (reznost)

**$A_{s2}$=** **27.13** cm²

2

Provjera naprezanja u točki ②

$$\sigma_2 = \frac{F_{Ed}}{a_n \cdot b_n} \leq \sigma_{2Rd,max}$$

**$\sigma_1$=** 7.31 MPa ≤ **$\sigma_{1Rd,max}$=** 14.96 MPa

**Proračun vertikalne armature:**

Maksimalna poprečna sila koju mogu preuzeti tlačne dijagonale:

$$F_{Ed} \le V_{Rd,max} \qquad V_{Rd,max} = 0.5 \cdot \nu \cdot b \cdot d_c \cdot f_{cd} \qquad \nu = 0.6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right]$$

**v=** 0.528

| $F_{Ed}$= | 457.09 kN | ≤ | $V_{Rd,max}$= | 2455.20 kN |
|---|---|---|---|---|

Poprečna sila koju presjek može preuzeti bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = \left[c_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b \cdot d_c \qquad V_{Rd,c} \ge \left[\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b$$

$$c_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c} \qquad c_{Rd,c}= 0.12 \qquad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \le 2 \qquad k=$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_{s1}}{A_c} \qquad \rho_l= 0.0033 \qquad k_1=$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \qquad \sigma_{cp}=$$

$$\nu_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \qquad \nu_{min}= 0.408$$

| $F_{Ed}$= | 457.09 kN | > | $V_{Rd,c}$= | 198.57 kN |
|---|---|---|---|---|

Ako su zadovoljeni uvjeti 1) i 2) treba predvidjeti računske zatvorene vertikalne spone!

1) $a_c > 0.5 \cdot h_c$ **$a_c$=** 17.5 cm ≤ 25.0 cm

2) $F_{Ed} > V_{Rd,c}$ **$F_v$=** 457.09 kN > 198.57 kN

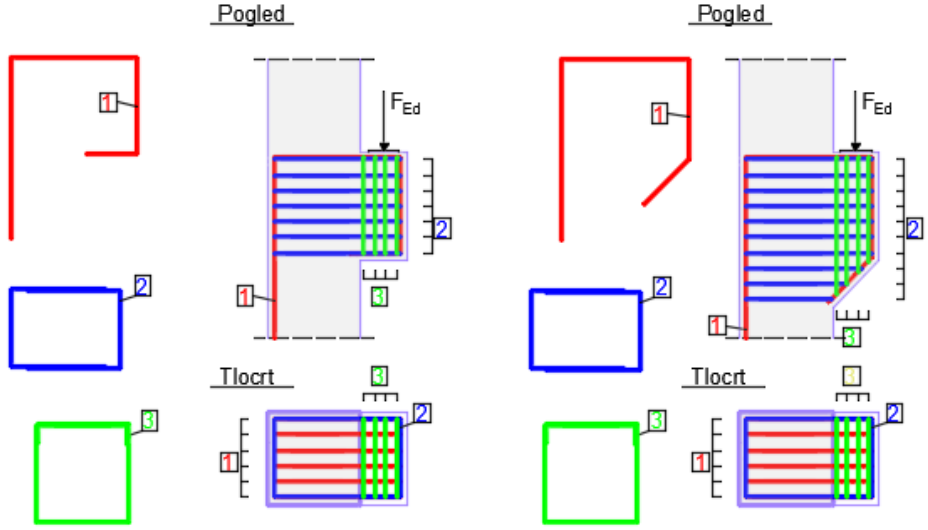
$$A_{s3} \ge k_2 \cdot \frac{F_{Ed}}{f_{yd}} \qquad k_2= 0.5$$

**Konstruktivna armatura!**

**Odabrano:** **4 Ø10**

**m=** **2** (reznost)

**$A_{s3}$=** 6.28 > cm² 3




Napomena: Slika je shematska!

# 8. ČELIČNI ELEMENTI KONSTRUKCIJE - PRORAČUN

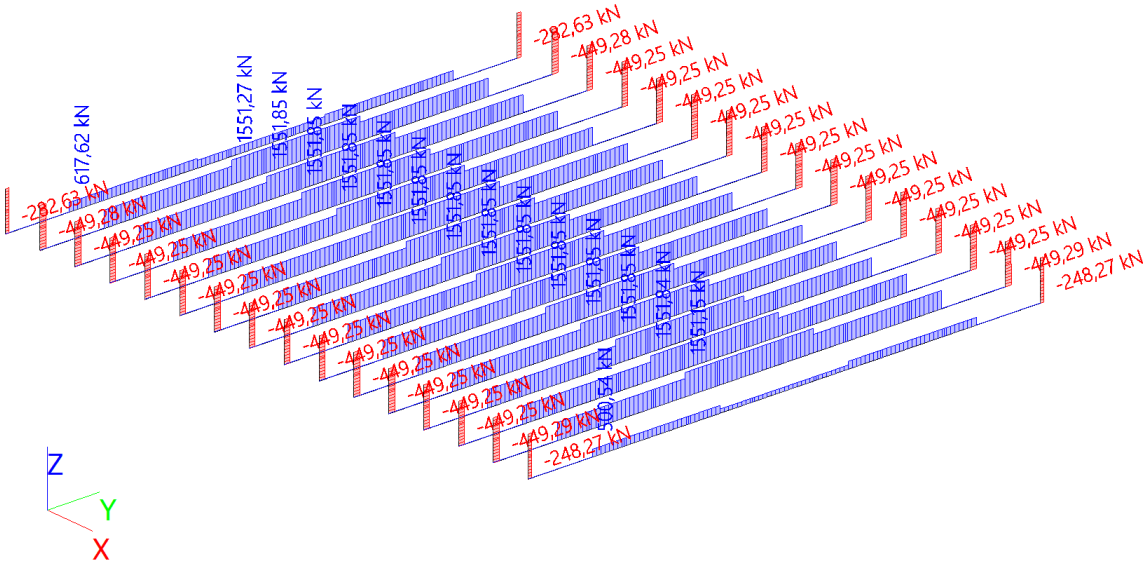
## 8.1. DONJA POJASNICA REŠETKE – DP (180x180x8)

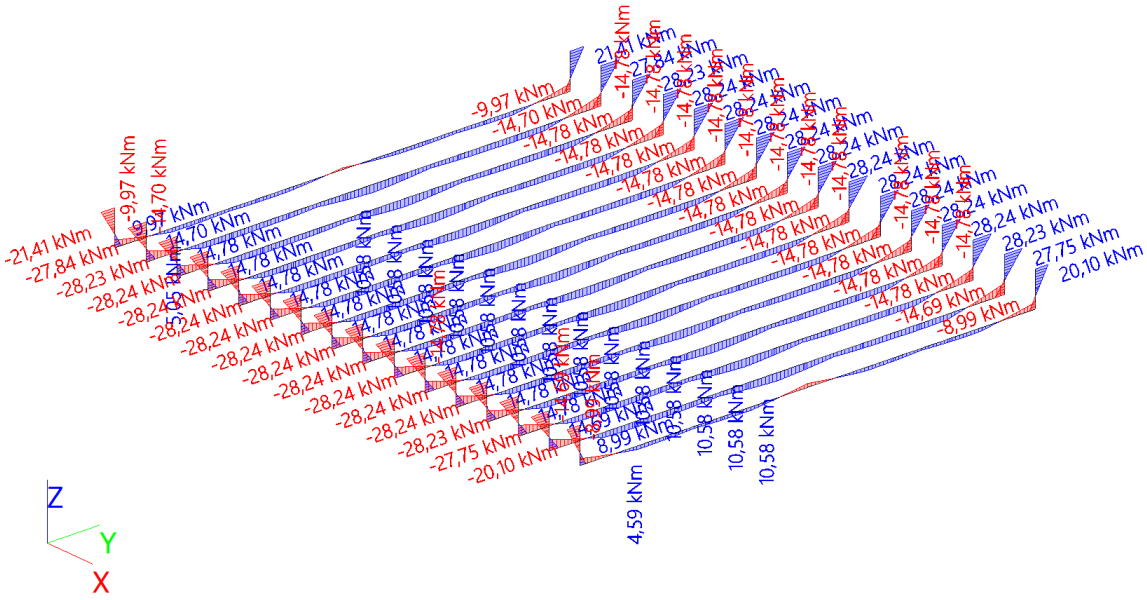
### 8.1.1. Prikaz karakterističnih reznih sila

*Tablica 5: Tablični prikaz reznih sila gornje pojasnice rešetke – GP (100x100x6)*

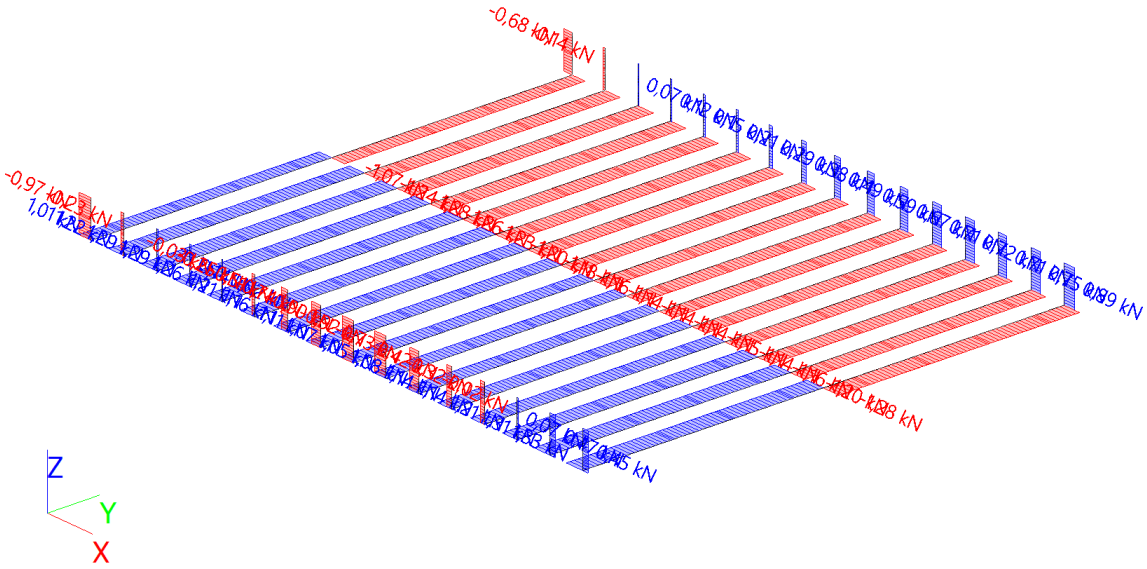
| Kombinacija | N [kN] | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | **-449,29** | 0,75 | -23,06 | 2,52 | -14,69 | 1,38 |
| ULS-Set B (auto)/2 | **1551,85** | 1,29 | 2,78 | 0,00 | 4,55 | 3,60 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 265,88 | **-1,28** | 3,94 | 0,01 | -5,23 | **8,54** |
| ULS-Set B (auto)/4 | 15,81 | **1,33** | 5,17 | 0,01 | -8,99 | -8,24 |
| ULS-Set B (auto)/5 | -448,24 | 0,72 | **-23,38** | 1,96 | **28,24** | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/6 | -448,24 | -0,91 | 23,38 | **-2,19** | -28,24 | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/6 | -448,28 | 0,74 | -23,06 | **2,52** | 27,75 | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/7 | -448,24 | -0,72 | **23,38** | -2,13 | **-28,24** | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/8 | 23,38 | 1,29 | 7,78 | -0,01 | -14,78 | **-8,63** |

| | Kombinacija opterećenja |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind6 |

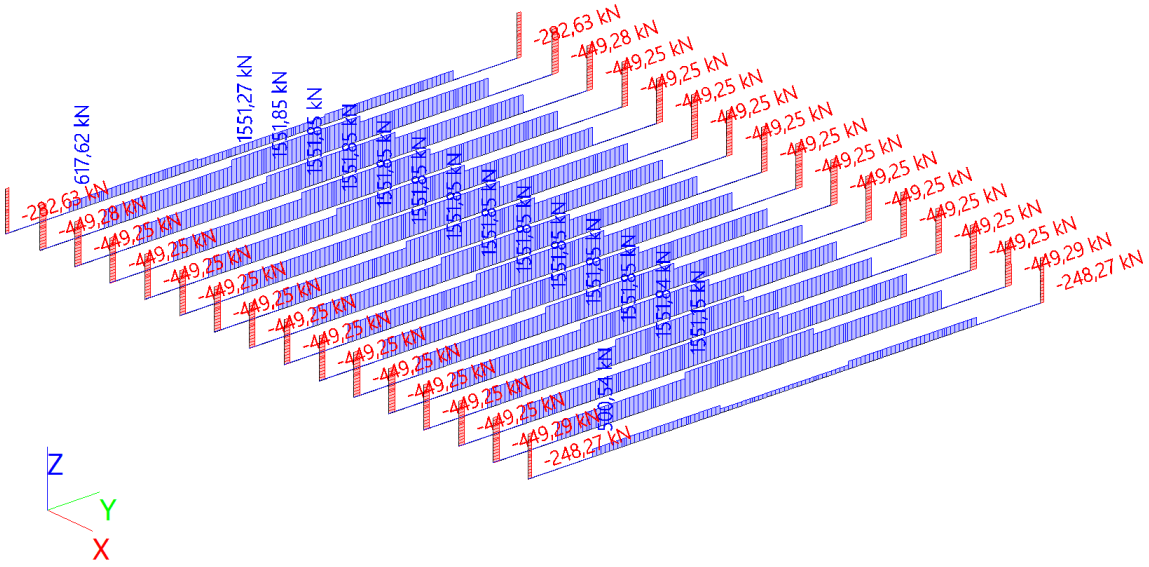

-282,63 kN
-449,28 kN
-449,25 kN
-449,25 kN
-449,25




*Slika 25: Moment savijanja $M_z$ (kNm) – donja pojasnica - DP - 180X180X8*



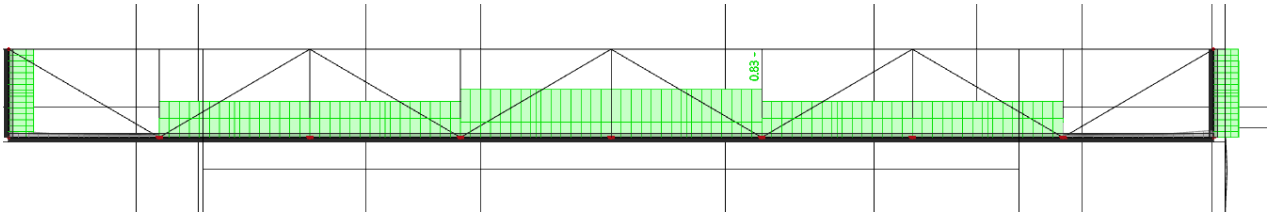

*Slika 26: Poprečna sila $V_z$ (kN) – donja pojasnica - DP - 180X180X8*




*Slika 27: Poprečna sila $V_y$ (kN) – donja pojasnica - DP - 180X180X8*

## 8.1.2. Dimenzioniranje donje pojasnice – DP 180x180x8

### 8.1.2.1. Granično stanje nosivosti




*Slika 29: Grafički prikaz iskoristivosti donje pojasnice rešetke*

Linear calculation
Combination: ULS-Set B (auto)
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = DP - CFRHS180X180X8

**EN 1993-1-1 Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B1505** | **9,431 / 25,150 m** | **CFRHS180X180X8** | **Rolled** | **S 355** | **ULS-Set B (auto)** | **0,83 -** |

| **Combination key** |
|---|
| ULS-Set B (auto) / 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |

| **Partial safety factors** | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1,00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1,10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1,25 |

| **Material** | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 355,0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 490,0 | MPa |

**...::SECTION CHECK::...**

**The critical check is on position 9,431 m**

| **Internal forces** | | **Calculated** | **Unit** |
|---|---|---|---|
| Normal force | $N_{Ed}$ | 1551,85 | kN |
| Shear force | $V_{y,Ed}$ | 1,29 | kN |

| Internal forces | | Calculated | Unit |
|---|---|---|---|
| Shear force | $V_{z,Ed}$ | 2,78 | kN |
| Torsion | $T_{Ed}$ | 0,00 | kNm |
| Bending moment | $M_{y,Ed}$ | 4,55 | kNm |
| Bending moment | $M_{z,Ed}$ | 3,60 | kNm |

**Classification for cross-section design**
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 156,00 | 8,00 | -320,15 | -298,09 | | | | | | | | |
| 3 | I | 156,00 | 8,00 | -295,53 | -267,62 | | | | | | | | |
| 5 | I | 156,00 | 8,00 | -267,32 | -289,37 | | | | | | | | |
| 7 | I | 156,00 | 8,00 | -291,94 | -319,85 | | | | | | | | |

The cross-section is classified as Class 1
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.

**Tension check**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.3 and formula (6.5)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 5,2840e+03 | $mm^2$ |
| Plastic tension resistance | $N_{pl,Rd}$ | 1875,82 | kN |
| Ultimate tension resistance | $N_{u,Rd}$ | 1864,20 | kN |
| Tension resistance | $N_{t,Rd}$ | 1864,20 | kN |
| Unity check | | 0,83 | - |

**Bending moment check for $M_y$**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plastic section modulus | $W_{pl,y}$ | 3,3570e+05 | $mm^3$ |
| Plastic bending moment | $M_{pl,y,Rd}$ | 119,17 | kNm |
| Unity check | | 0,04 | - |

**Bending moment check for $M_z$**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plastic section modulus | $W_{pl,z}$ | 3,3570e+05 | $mm^3$ |
| Plastic bending moment | $M_{pl,z,Rd}$ | 119,17 | kNm |
| Unity check | | 0,03 | - |

**Shear check for $V_y$**

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Shear correction factor | η | 1,20 | |
| Shear area | $A_v$ | 2,6420e+03 | $mm^2$ |
| Plastic shear resistance for $V_y$ | $V_{pl,y,Rd}$ | 541,50 | kN |
| Unity check | | 0,00 | - |

**Shear check for $V_z$**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Shear correction factor | η | 1,20 | |
| Shear area | $A_v$ | 2,6420e+03 | $mm^2$ |
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{pl,z,Rd}$ | 541,50 | kN |
| Unity check | | 0,01 | - |

**Torsion check**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Index of fibre | Fibre | 1 | |
| Total torsional moment | $\tau_{Ed}$ | 0,0 | MPa |
| Elastic shear resistance | $\tau_{Rd}$ | 205,0 | MPa |
| Unity check | | 0,00 | - |

**Note:** The unity check for torsion is lower than the limit value of 0,05. Therefore torsion is considered as
insignificant and is ignored in the combined checks.

**Combined bending, axial force and shear force check**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Design plastic moment resistance reduced due to $N_{Ed}$ | $M_{N,y,Rd}$ | 26,64 | kNm |
| Exponent of bending ratio y | α | 6,00 | |
| Design plastic moment resistance reduced due to $N_{Ed}$ | $M_{N,z,Rd}$ | 26,64 | kNm |
| Exponent of bending ratio z | β | 6,00 | |

Unity check (6.41) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

**Note:** Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment
resistances is neglected.

The member satisfies the section check.

**...::STABILITY CHECK::...**

**Classification for member buckling design**
Decisive position for stability classification: 12,575 m
Decisive utilisation factor η: 0,90
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

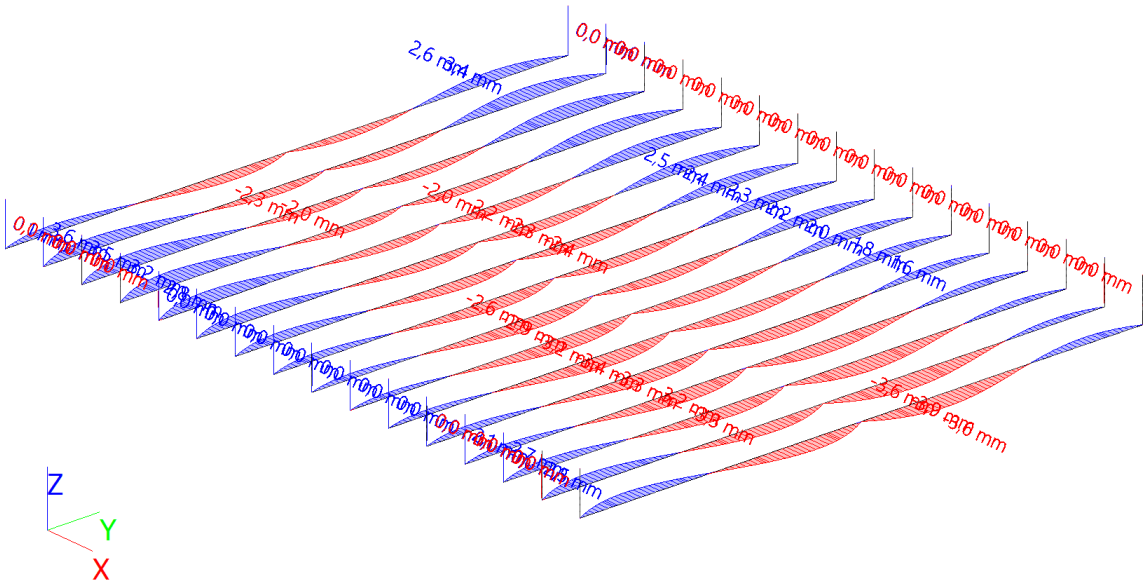
| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 156,00 | 8,00 | -352,98 | -306,02 | | | | | | | | |
| 3 | I | 156,00 | 8,00 | -300,29 | -235,41 | | | | | | | | |
| 5 | I | 156,00 | 8,00 | -234,49 | -281,44 | | | | | | | | |
| 7 | I | 156,00 | 8,00 | -287,18 | -352,06 | | | | | | | | |

The cross-section is classified as Class 1
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
**Note:** The decisive position for the stability classification is based on the utilisation factor η according to Semi-Comp+.

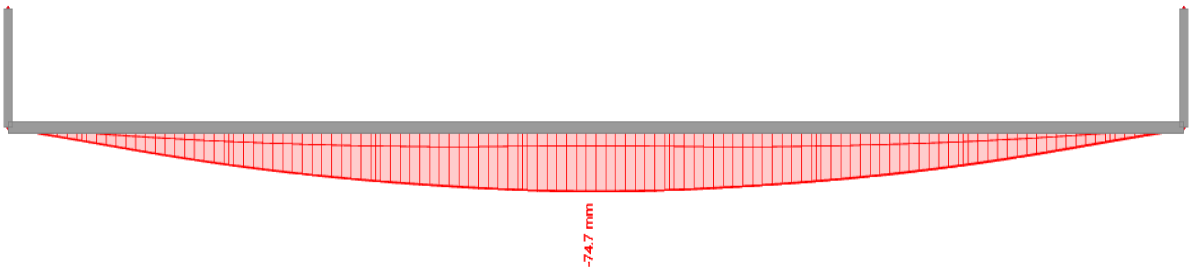
**Lateral Torsional Buckling check**
According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1
**Note:** The cross-section concerns an RHS section with '$h / b < 10 / \lambda_{rel,z}$'.
This section is thus not susceptible to Lateral Torsional Buckling.

The member satisfies the stability check.

### 8.1.2.2. Granično stanje uporabljivosti




*Slika 30: Prikaz pomaka donje pojasnice – DP: $u_y$ (mm)*




*Slika 31: Prikaz globalnog pomaka donje pojasnice – DP: $u_z$ (mm) (pomak rešetke)*

Kontrola globalnog pomaka rešetke:

| | $u_z$ | |
|---|---|---|
| *Maksimalni pomak u =* | 71.0 mm | |
| *Duljina nosača L =* | 25.20 m | |
| *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 100.8 mm | *(L / 250)* |

$f_{max.} =$ 71.0 mm < $f_{p,dop.} =$ 100.8 mm

Iskoristivost: **70.44 %**

**Kontrola pomaka zadovoljava!**

Kontrola relativnog pomaka gornje pojasnice:

| | $u_z$ | |
|---|---|---|
| *Maksimalni pomak u =* | 3.9 mm | |
| *Razmak čvorova rešetke L =* | 3.13 m | |
| *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 12.5 mm | *(L / 250)* |

$f_{max.} =$ 3.9 mm < $f_{p,dop.} =$ 12.5 mm

Iskoristivost: **31.20 %**

**Kontrola pomaka zadovoljava!**

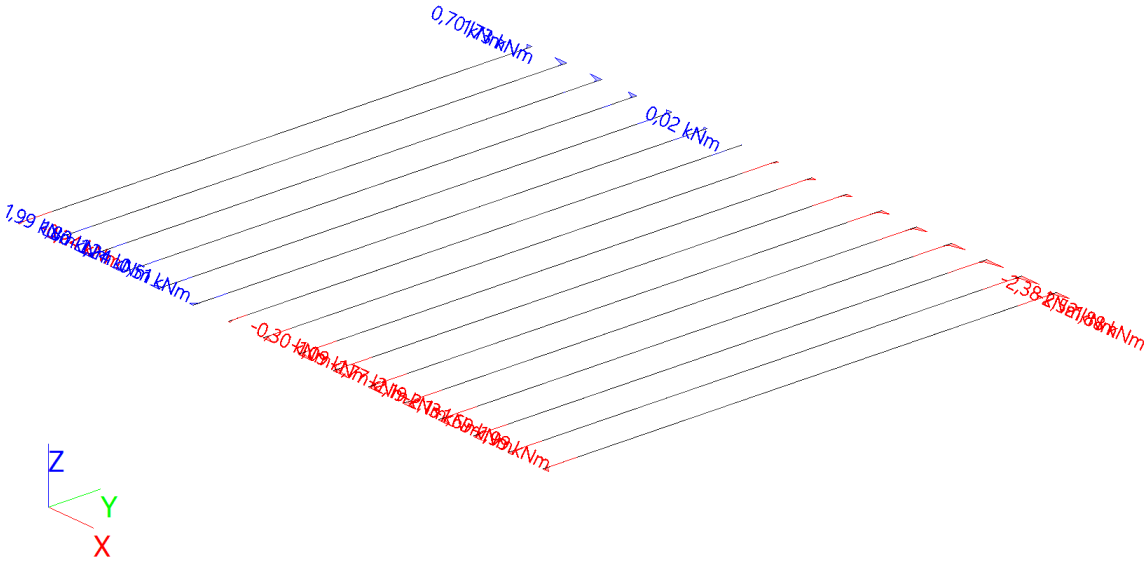
# 8.2. GORNJA POJASNICA REŠETKE (HEA 240)

## 8.2.1. Prikaz karakterističnih reznih sila

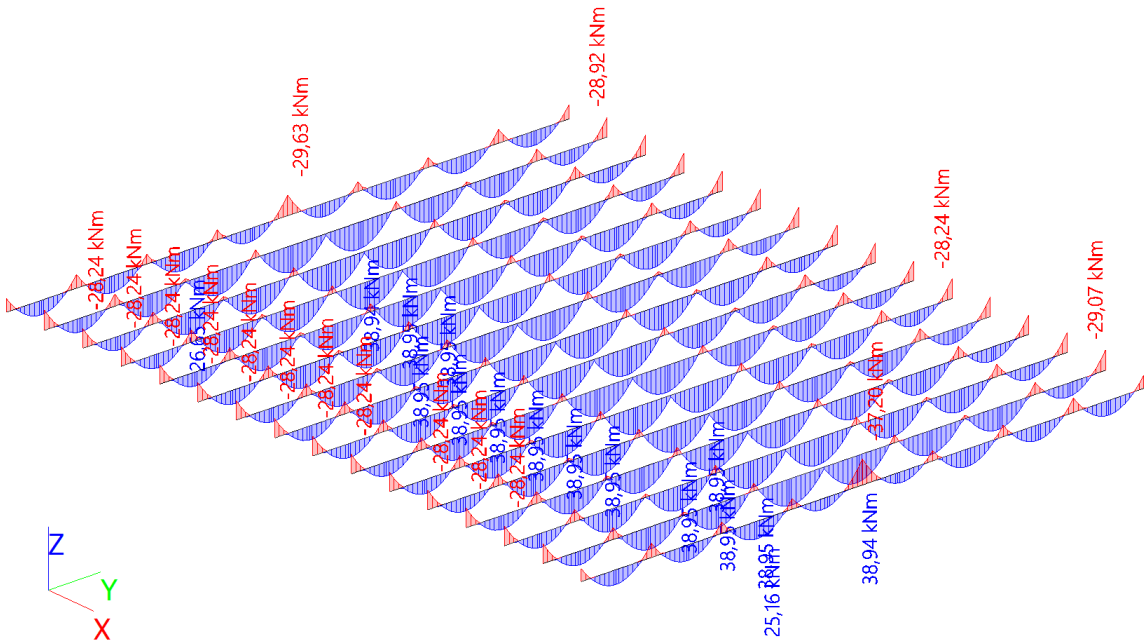
*Tablica 6: Tablični prikaz reznih sila gornje pojasnice rešetke GP HEA 240*

| Kombinacija | N [kN] | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | **-1465,02** | 0,00 | 49,19 | 0,00 | -4,83 | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/2 | **-90,77** | 2,22 | 11,75 | 0,00 | -4,74 | -0,52 |
| ULS-Set B (auto)/3 | -687,59 | **-9,39** | -54,68 | 0,00 | -16,78 | -0,23 |
| ULS-Set B (auto)/4 | -466,34 | 0,00 | **55,85** | 0,00 | -37,20 | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/5 | -687,59 | 0,00 | -3,96 | **0,00** | 20,42 | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/6 | -340,38 | -2,80 | 26,67 | **0,00** | -13,90 | 0,65 |
| ULS-Set B (auto)/6 | -466,34 | 0,00 | **-55,85** | 0,00 | **-37,20** | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/7 | -1465,02 | 0,00 | 2,90 | 0,00 | **38,95** | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/8 | -686,80 | **10,79** | 54,99 | 0,00 | -29,07 | **-2,52** |
| ULS-Set B (auto)/3 | -687,59 | 8,51 | -54,68 | 0,00 | -28,24 | **1,99** |

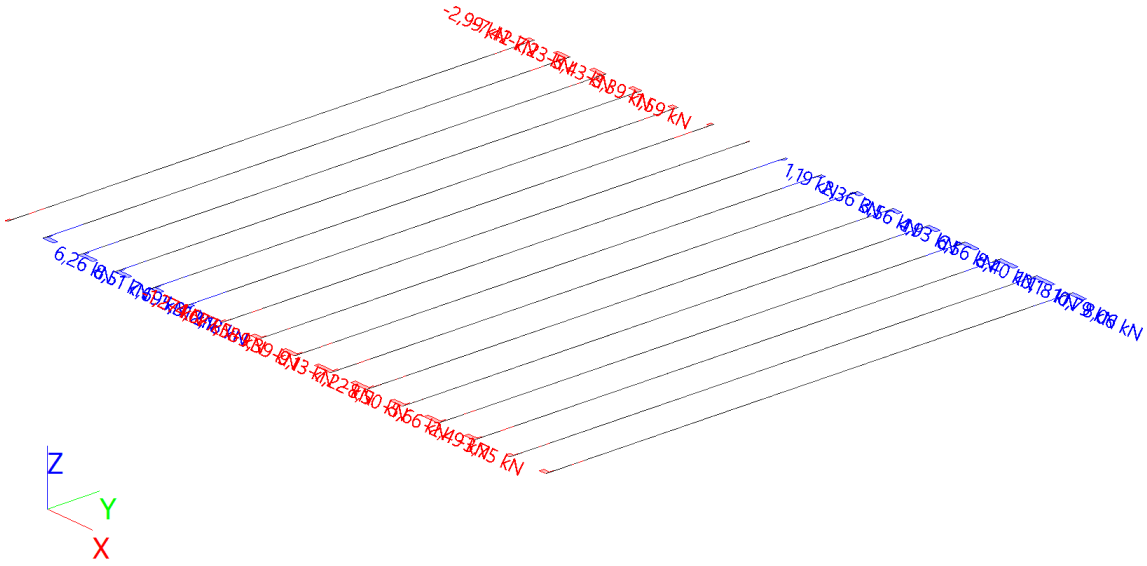
| | Kombinacija opterećenja |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |
| ULS-Set B (auto)/2 | G + dG + dg, ploca + 1.50*3DWind3 |
| ULS-Set B (auto)/3 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |
| ULS-Set B (auto)/4 | G + dG + dg, ploca + 1.50*3DWind6 |



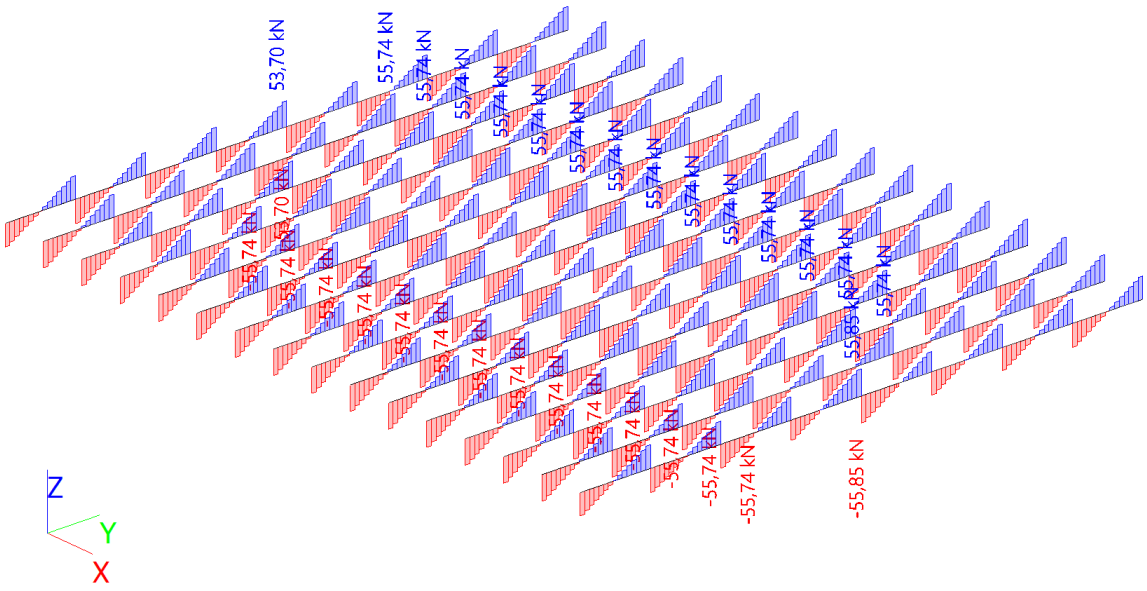

*Slika 32: Moment savijanja $M_z$ (kNm) – gornja pojasnica GP: HEA 240*



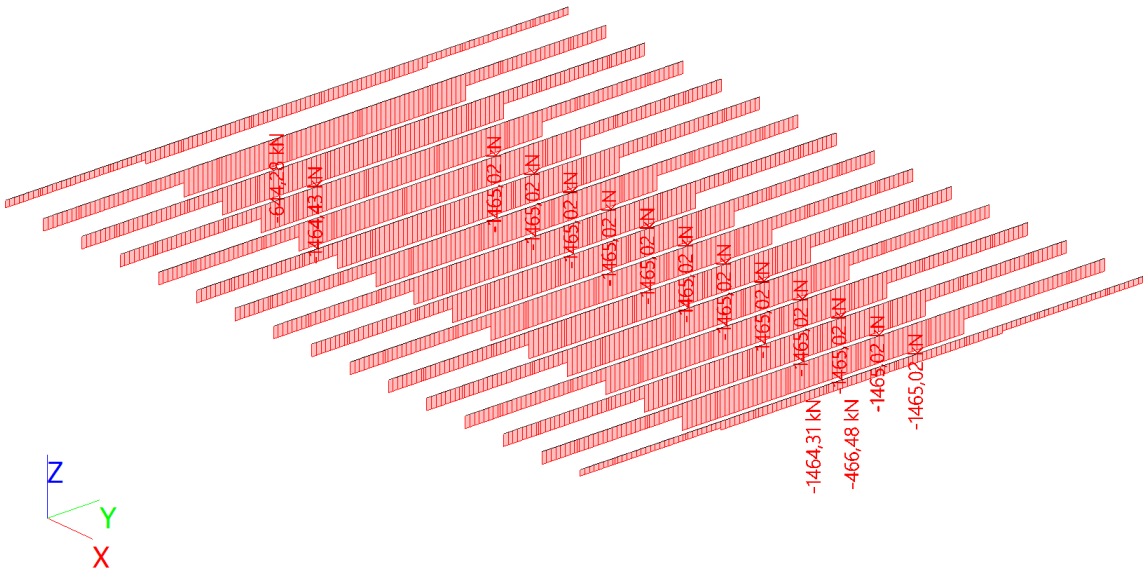

*Slika 33: Moment savijanja $M_y$ (kNm) – gornja pojasnica GP: HEA 240*




*Slika 34: Poprečna sila $V_y$ (kN) – gornja pojasnica GP: HEA 240*



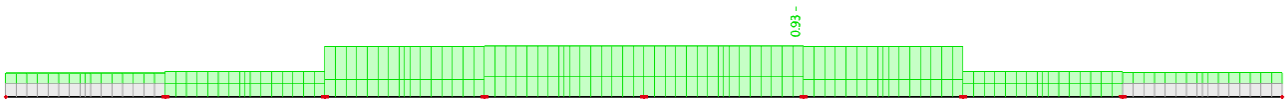

*Slika 35: Poprečna sila $V_z$ (kN) – gornja pojasnica GP: HEA 240*




*Slika 36: Uzdužna sila N (kN) – gornja pojasnica GP: HEA 240*

## 8.2.2. Dimenzioniranje gornje pojasnice rešetke

### 8.2.2.1. Granično stanje nosivosti




*Slika 37: Grafički prikaz iskoristivosti gornje pojasnice rešetke*

Linear calculation
Combination: ULS-Set B (auto)
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = GP - HEA240

**EN 1993-1-1 Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B1760** | **9,431 / 25,150 m** | **HEA240** | **Rolled** | **S 355** | **ULS-Set B (auto)** | **0,93 -** |

| **Combination key** |
|---|
| ULS-Set B (auto) / 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind14 |

| **Partial safety factors** | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1,00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1,10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1,25 |

| **Material** | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 355,0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 490,0 | MPa |

**...::SECTION CHECK::...**

**The critical check is on position 9,431 m**

| **Internal forces** | | **Calculated** | **Unit** |
|---|---|---|---|
| Normal force | $N_{Ed}$ | -1465,02 | kN |

| Internal forces | | Calculated | Unit |
|---|---|---|---|
| Shear force | $V_{y,Ed}$ | 0,00 | kN |
| Shear force | $V_{z,Ed}$ | 55,74 | kN |
| Torsion | $T_{Ed}$ | 0,00 | kNm |
| Bending moment | $M_{y,Ed}$ | -11,50 | kNm |
| Bending moment | $M_{z,Ed}$ | 0,00 | kNm |

**Classification for cross-section design**
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SO | 95,25 | 12,00 | 206,77 | 206,77 | 1,0 | 0,4 | 1,0 | 7,9 | 7,3 | 8,1 | 11,4 |
| 3 | SO | 95,25 | 12,00 | 206,77 | 206,77 | 1,0 | 0,4 | 1,0 | 7,9 | 7,3 | 8,1 | 11,4 |
| 4 | I | 164,00 | 7,50 | 202,77 | 178,48 | 0,9 | | 1,0 | 21,9 | 22,8 | 27,7 | 32,3 |
| 5 | SO | 95,25 | 12,00 | 174,48 | 174,48 | 1,0 | 0,4 | 1,0 | 7,9 | 7,3 | 8,1 | 11,4 |
| 7 | SO | 95,25 | 12,00 | 174,48 | 174,48 | 1,0 | 0,4 | 1,0 | 7,9 | 7,3 | 8,1 | 11,4 |

The cross-section is classified as Class 2
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.

**Compression check**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 7,6800e+03 | $mm^2$ |
| Compression resistance | $N_{c,Rd}$ | 2726,40 | kN |
| Unity check | | 0,54 | - |

**Bending moment check for $M_y$**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plastic section modulus | $W_{pl,y}$ | 7,4583e+05 | $mm^3$ |
| Plastic bending moment | $M_{pl,y,Rd}$ | 264,77 | kNm |
| Unity check | | 0,04 | - |

**Shear check for $V_z$**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Shear correction factor | η | 1,20 | |
| Shear area | $A_v$ | 2,5140e+03 | $mm^2$ |
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{pl,z,Rd}$ | 515,27 | kN |
| Unity check | | 0,11 | - |

**Torsion check**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Index of fibre | Fibre | 2 | |
| Total torsional moment | $\tau_{Ed}$ | 0,0 | MPa |
| Elastic shear resistance | $\tau_{Rd}$ | 205,0 | MPa |
| Unity check | | 0,00 | - |

**Note:** The unity check for torsion is lower than the limit value of 0,05. Therefore torsion is considered as
insignificant and is ignored in the combined checks.

**Combined bending, axial force and shear force check**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.31)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Design plastic moment resistance reduced due to $N_{Ed}$ | $M_{N,y,Rd}$ | 140,00 | kNm |
| Unity check | | 0,08 | - |

**Note:** Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment
resistances is neglected.

The member satisfies the section check.

**...::STABILITY CHECK::...**

**Classification for member buckling design**
Decisive position for stability classification: 11,108 m
Decisive utilisation factor η: 0,67
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SO | 95,25 | 12,00 | 135,95 | 135,95 | 1,0 | 0,4 | 1,0 | 7,9 | 7,3 | 8,1 | 11,4 |
| 3 | SO | 95,25 | 12,00 | 135,95 | 135,95 | 1,0 | 0,4 | 1,0 | 7,9 | 7,3 | 8,1 | 11,4 |
| 4 | I | 164,00 | 7,50 | 149,50 | 231,76 | 0,6 | | 1,0 | 21,9 | 22,8 | 27,7 | 35,3 |
| 5 | SO | 95,25 | 12,00 | 245,30 | 245,30 | 1,0 | 0,4 | 1,0 | 7,9 | 7,3 | 8,1 | 11,4 |
| 7 | SO | 95,25 | 12,00 | 245,30 | 245,30 | 1,0 | 0,4 | 1,0 | 7,9 | 7,3 | 8,1 | 11,4 |

The cross-section is classified as Class 2
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
**Note:** The decisive position for the stability classification is based on the utilisation factor η according to Semi-Comp+.

**Flexural Buckling check**
According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

| **Buckling parameters** | | **yy** | **zz** | |
|---|---|---|---|---|
| Sway type | | non-sway | non-sway | |

| **Buckling parameters** | | **yy** | **zz** | |
|---|---|---|---|---|
| System length | L | 3,144 | 3,144 | m |
| Buckling factor | k | 1,00 | 1,00 | |
| Buckling length | $l_{cr}$ | 3,144 | 3,144 | m |
| Critical Euler load | $N_{cr}$ | 16273,64 | 5809,31 | kN |
| Slenderness | λ | 31,28 | 52,35 | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel}$ | 0,41 | 0,69 | |
| Limit slenderness | $\lambda_{rel,0}$ | 0,20 | 0,20 | |
| Buckling curve | | b | c | |
| Imperfection | α | 0,34 | 0,49 | |
| Reduction factor | χ | 0,92 | 0,73 | |
| Buckling resistance | $N_{b,Rd}$ | 2286,12 | 1819,03 | kN |

| **Flexural Buckling verification** | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 7,6800e+03 | $mm^2$ |
| Buckling resistance | $N_{b,Rd}$ | 1819,03 | kN |
| Unity check | | 0,81 | - |

**Torsional(-Flexural) Buckling check**
According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)
**Note:** For this I-section the Torsional(-Flexural) buckling resistance is higher than the resistance for Flexural buckling. Therefore Torsional(-Flexural) buckling is not printed on the output.

**Lateral Torsional Buckling check**
According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.3 and formula (6.54)

| **LTB parameters** | | | |
|---|---|---|---|
| Method for LTB curve | | Alternative case | |
| Plastic section modulus | $W_{pl,y}$ | 7,4583e+05 | $mm^3$ |
| Elastic critical moment | $M_{cr}$ | 882,99 | kNm |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel,LT}$ | 0,55 | |
| Limit slenderness | $\lambda_{rel,LT,0}$ | 0,40 | |

**Note:** The slenderness or bending moment is such that Lateral Torsional Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.2.2(4).

| **$M_{cr}$ parameters** | | | |
|---|---|---|---|
| LTB length | $l_{LT}$ | 3,144 | m |
| Influence of load position | | no influence | |
| Correction factor | k | 1,00 | |
| Correction factor | $k_w$ | 1,00 | |
| LTB moment factor | $C_1$ | 1,14 | |
| LTB moment factor | $C_2$ | 0,51 | |
| LTB moment factor | $C_3$ | 0,53 | |
| Shear centre distance | $d_z$ | 0,00 | mm |
| Distance of load application | $z_g$ | 0,00 | mm |
| Mono-symmetry constant | $\beta_y$ | 0,00 | mm |
| Mono-symmetry constant | $z_j$ | 0,00 | mm |

**Note:** C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

**Bending and axial compression check**
According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

| **Bending and axial compression check parameters** | | | |
|---|---|---|---|
| Interaction method | | alternative method 1 | |
| Cross-section area | A | 7,6800e+03 | $mm^2$ |
| Plastic section modulus | $W_{pl,y}$ | 7,4583e+05 | $mm^3$ |
| Design compression force | $N_{Ed}$ | 1465,02 | kN |
| Design bending moment (maximum) | $M_{y,Ed}$ | 38,95 | kNm |
| Design bending moment (maximum) | $M_{z,Ed}$ | 0,00 | kNm |
| Characteristic compression resistance | $N_{Rk}$ | 2726,40 | kN |
| Characteristic moment resistance | $M_{y,Rk}$ | 264,77 | kNm |
| Reduction factor | $\chi_y$ | 0,92 | |
| Reduction factor | $\chi_z$ | 0,73 | |
| Modified reduction factor | $\chi_{LT,mod}$ | 1,00 | |
| Interaction factor | $k_{yy}$ | 1,40 | |
| Interaction factor | $k_{zy}$ | 0,78 | |

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B1760 position 11,108 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B1760 position 0,000 m.

| **Interaction method 1 parameters** | | | |
|---|---|---|---|
| Critical Euler load | $N_{cr,y}$ | 16273,64 | kN |
| Critical Euler load | $N_{cr,z}$ | 5809,31 | kN |
| Elastic critical load | $N_{cr,T}$ | 7474,86 | kN |
| Plastic section modulus | $W_{pl,y}$ | 7,4583e+05 | $mm^3$ |
| Elastic section modulus | $W_{el,y}$ | 6,7500e+05 | $mm^3$ |
| Plastic section modulus | $W_{pl,z}$ | 3,5167e+05 | $mm^3$ |
| Elastic section modulus | $W_{el,z}$ | 2,3100e+05 | $mm^3$ |
| Second moment of area | $I_y$ | 7,7600e+07 | $mm^4$ |
| Second moment of area | $I_z$ | 2,7700e+07 | $mm^4$ |
| Torsional constant | $I_t$ | 4,1600e+05 | $mm^4$ |
| Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$ | | Table A.2 Line 2 (General) | |
| Design bending moment (maximum) | $M_{y,Ed}$ | 38,95 | kNm |
| Maximum relative deflection | $\delta_z$ | -2,7 | mm |
| Equivalent moment factor | $C_{my,0}$ | 1,01 | |
| Factor | $\mu_y$ | 0,99 | |
| Factor | $\mu_z$ | 0,92 | |
| Factor | $\varepsilon_y$ | 0,30 | |
| Factor | $a_{LT}$ | 0,99 | |
| Critical moment for | $M_{cr,0}$ | 771,59 | kNm |

| **Interaction method 1 parameters** | | | |
|---|---|---|---|
| uniform bending | | | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel,0}$ | 0,59 | |
| Limit relative slenderness | $\lambda_{rel,0,lim}$ | 0,19 | |
| Equivalent moment factor | $C_{my}$ | 1,01 | |
| Equivalent moment factor | $C_{mLT}$ | 1,30 | |
| Factor | $b_{LT}$ | 0,00 | |
| Factor | $d_{LT}$ | 0,00 | |
| Factor | $w_y$ | 1,10 | |
| Factor | $w_z$ | 1,50 | |
| Factor | $n_{pl}$ | 0,59 | |
| Maximum relative slenderness | $\lambda_{rel,max}$ | 0,69 | |
| Factor | $C_{yy}$ | 1,02 | |
| Factor | $C_{zy}$ | 0,87 | |

Unity check (6.61) = 0,64 + 0,23 + 0,00 = 0,87 -
Unity check (6.62) = 0,81 + 0,13 + 0,00 = 0,93 -

**Shear Buckling check**
According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

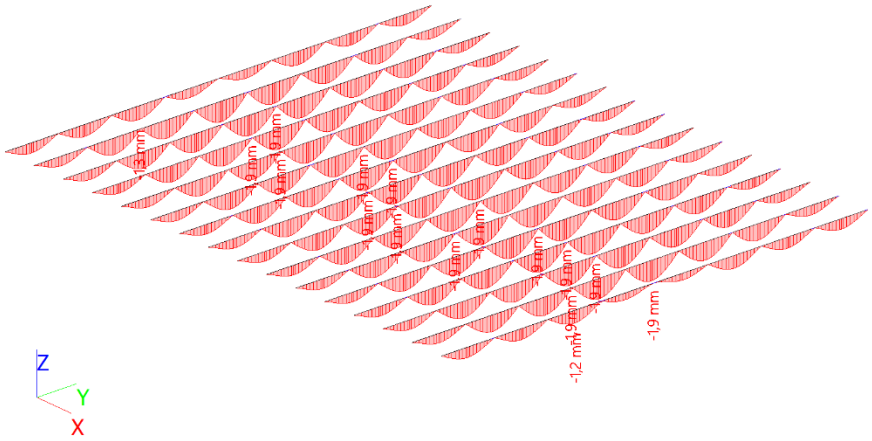
| **Shear Buckling parameters** | | | |
|---|---|---|---|
| Buckling field length | a | 25,150 | m |
| Web | | unstiffened | |
| Web height | $h_w$ | 206,00 | mm |
| Web thickness | t | 7,50 | mm |
| Material coefficient | ε | 0,81 | |
| Shear correction factor | η | 1,20 | |

| **Shear Buckling verification** | | |
|---|---|---|
| Web slenderness | $h_w/t$ | 27,47 |
| Web slenderness limit | | 48,82 |

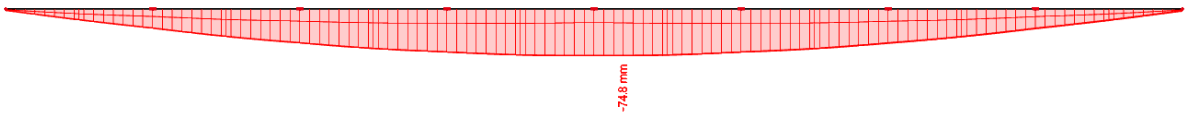
**Note:** The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

### 8.2.2.2. Granično stanje uporabljivosti




*Slika 38: Prikaz relativnog pomaka gorne pojasnice $u_z$ (mm)*




*Slika 39: Prikaz globalnog pomaka elemenata gornje pojasnice $u_z$ (mm) (pomak rešetke)*

Kontrola globalnog pomaka:

| | $u_z$ | |
|---|---|---|
| *Maksimalni pomak u =* | 71.0 mm | |
| *Duljina nosača L =* | 25.20 m | |
| *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 100.8 mm | *(L / 250)* |

$f_{max.} =$ 71.0 mm < $f_{p,dop.} =$ 100.8 mm

Iskoristivost: **70.44 %**

**Kontrola pomaka zadovoljava!**

Kontrola relativnog pomaka gornje pojasnice:

| | $u_z$ | |
|---|---|---|
| *Maksimalni pomak u =* | 1.9 mm | |
| *Razmak čvorova rešetke L =* | 3.13 m | |
| *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 12.5 mm | *(L / 250)* |

$f_{max.} =$ 1.9 mm < $f_{p,dop.} =$ 12.5 mm

Iskoristivost: **15.20 %**

**Kontrola pomaka zadovoljava!**

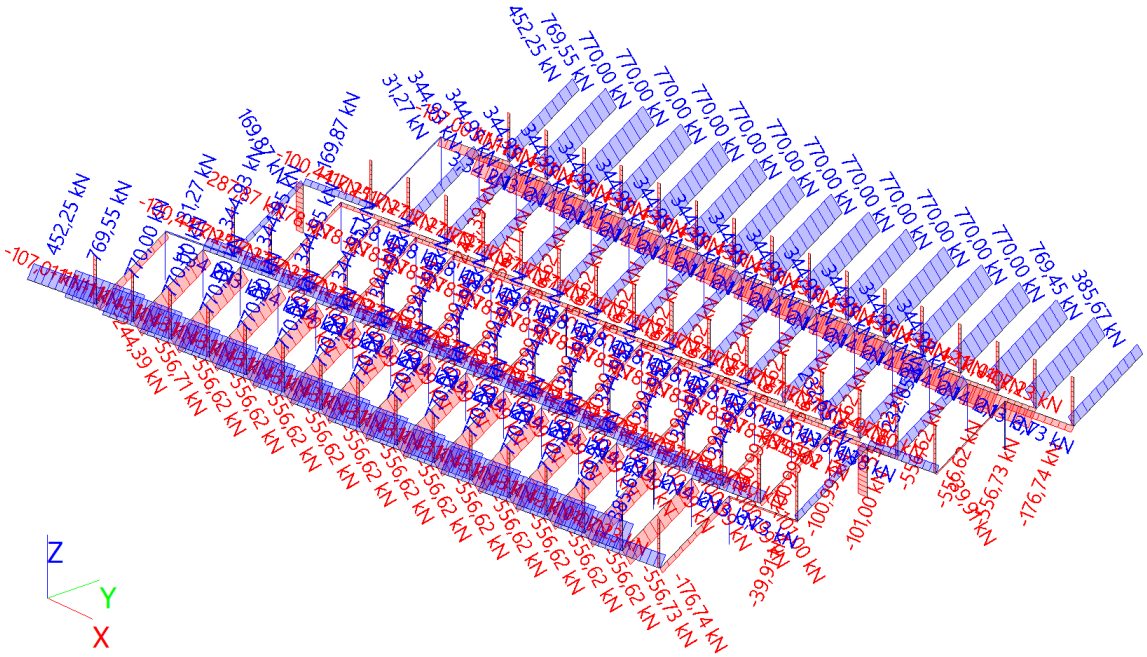
# 8.3. ELEMENTI ISPUNE REŠETKE – K (140x140x8)

## 8.3.1. Prikaz karakterističnih reznih sila

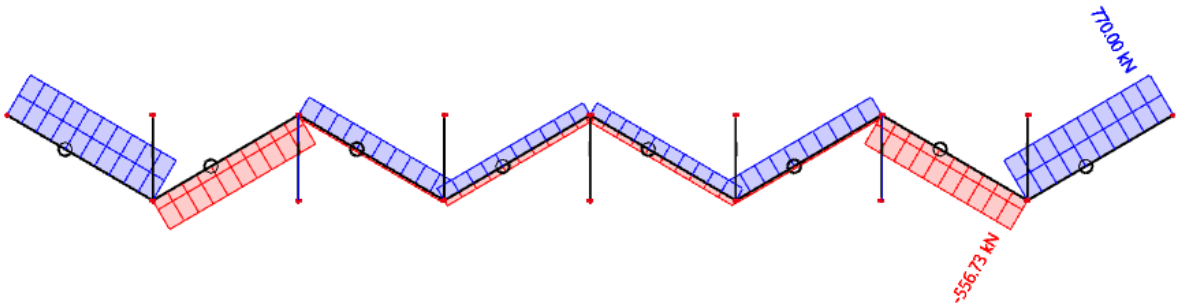
*Tablica 7: Tablični prikaz reznih sila ispune rešetke - K - 140x140x8*

| Kombinacija | N [kN] | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | **-556,73** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/1 | **770,00** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,00** |

| | Kombinacija opterećenja |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |



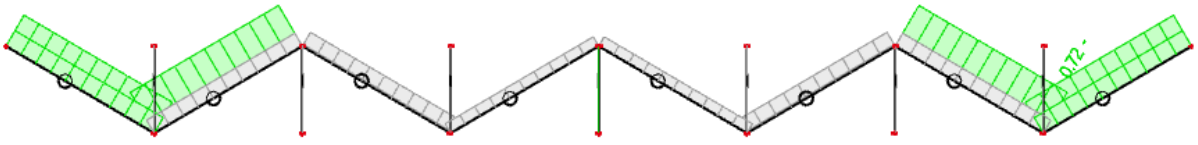

*Slika 40: Uzdužna sila N (kN) – ispuna 140x140x8mm*




*Slika 41: Uzdužna sila N (kN) globalni maksimum– ispuna 140x140x8mm*

## 8.3.2. Dimenzioniranje ispune rešetke – I - 60x60x4

### 8.3.2.1. Granično stanje nosivosti




*Slika 42: Grafički prikaz iskoristivosti ispune rešetke*

## EC-EN 1993 Steel check ULS

Values: **$UC_{Overall}$**
Linear calculation
Combination: ULS-Set B (auto)
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = K - CFRHS140X140X8

**EN 1993-1-1 Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B1404** | **3.643 / 3.643 m** | **CFRHS140X140X8** | **Rolled** | **S 355** | **ULS-Set B (auto)** | **0.72 -** |

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections.

The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check.

| Combination key |
|---|
| ULS-Set B (auto) / 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |

| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1.00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1.10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1.25 |

| Material | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 355.0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 490.0 | MPa |

**...::SECTION CHECK::...**

**The critical check is on position 3.643 m**

| Internal forces | | Calculated | Unit |
|---|---|---|---|
| Normal force | $N_{Ed}$ | -556.73 | kN |
| Shear force | $V_{y,Ed}$ | 0.00 | kN |
| Shear force | $V_{z,Ed}$ | 0.00 | kN |
| Torsion | $T_{Ed}$ | 0.00 | kNm |
| Bending moment | $M_{y,Ed}$ | 0.00 | kNm |
| Bending moment | $M_{z,Ed}$ | 0.00 | kNm |

**Classification for cross-section design**
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 116.00 | 8.00 | 139.07 | 139.07 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 22.8 | 27.7 | 30.9 | 1 |
| 3 | I | 116.00 | 8.00 | 139.07 | 139.07 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 22.8 | 27.7 | 30.9 | 1 |
| 5 | I | 116.00 | 8.00 | 139.07 | 139.07 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 22.8 | 27.7 | 30.9 | 1 |
| 7 | I | 116.00 | 8.00 | 139.07 | 139.07 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 22.8 | 27.7 | 30.9 | 1 |

The cross-section is classified as Class 1
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.

**Compression check**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 4.0040e+03 | $mm^2$ |
| Compression resistance | $N_{c,Rd}$ | 1421.42 | kN |
| Unity check | | 0.39 | - |

The member satisfies the section check.

**...::STABILITY CHECK::...**

**Classification for member buckling design**
Decisive position for stability classification: 3.643 m
Decisive utilisation factor η: 0.39
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 116.00 | 8.00 | 139.07 | 139.07 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 22.8 | 27.7 | 30.9 | 1 |
| 3 | I | 116.00 | 8.00 | 139.07 | 139.07 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 22.8 | 27.7 | 30.9 | 1 |
| 5 | I | 116.00 | 8.00 | 139.07 | 139.07 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 22.8 | 27.7 | 30.9 | 1 |

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | I | 116.00 | 8.00 | 139.07 | 139.07 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 22.8 | 27.7 | 30.9 | 1 |

The cross-section is classified as Class 1
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
**Note:** The decisive position for the stability classification is based on the utilisation factor η according to Semi-Comp+.

**Flexural Buckling check**
According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

| Buckling parameters | | yy | zz | |
|---|---|---|---|---|
| Sway type | | non-sway | non-sway | |
| System length | L | 3.643 | 3.643 | m |
| Buckling factor | k | 1.00 | 1.00 | |
| Buckling length | $l_{cr}$ | 3.643 | 3.643 | m |
| Critical Euler load | $N_{cr}$ | 1760.05 | 1760.05 | kN |
| Slenderness | λ | 68.67 | 68.67 | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel}$ | 0.90 | 0.90 | |
| Limit slenderness | $\lambda_{rel,0}$ | 0.20 | 0.20 | |
| Buckling curve | | c | c | |
| Imperfection | α | 0.49 | 0.49 | |
| Reduction factor | χ | 0.60 | 0.60 | |
| Buckling resistance | $N_{b,Rd}$ | 776.16 | 776.16 | kN |

| Flexural Buckling verification | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 4.0040e+03 | $mm^2$ |
| Buckling resistance | $N_{b,Rd}$ | 776.16 | kN |
| Unity check | | 0.72 | - |

**Torsional(-Flexural) Buckling check**
According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)
**Note:** The cross-section concerns a RHS section which is not susceptible to Torsional(-Flexural) Buckling.

The member satisfies the stability check.

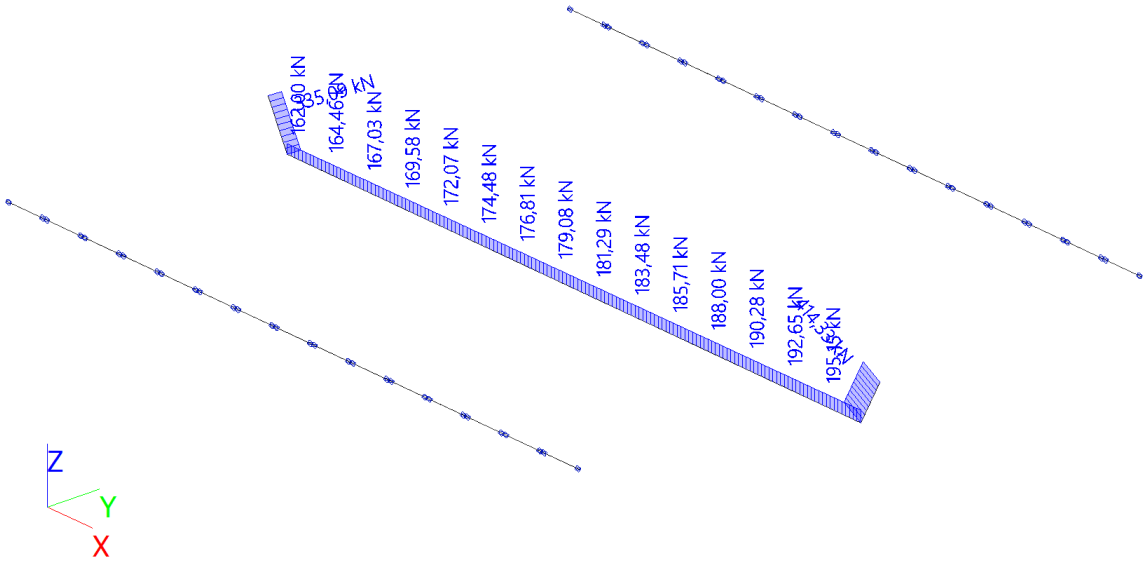
# 8.4. ELEMENTI BOČNE UKRUTE REŠETKE - UK (100x1000x5)

## 8.4.1. Prikaz karakterističnih reznih sila

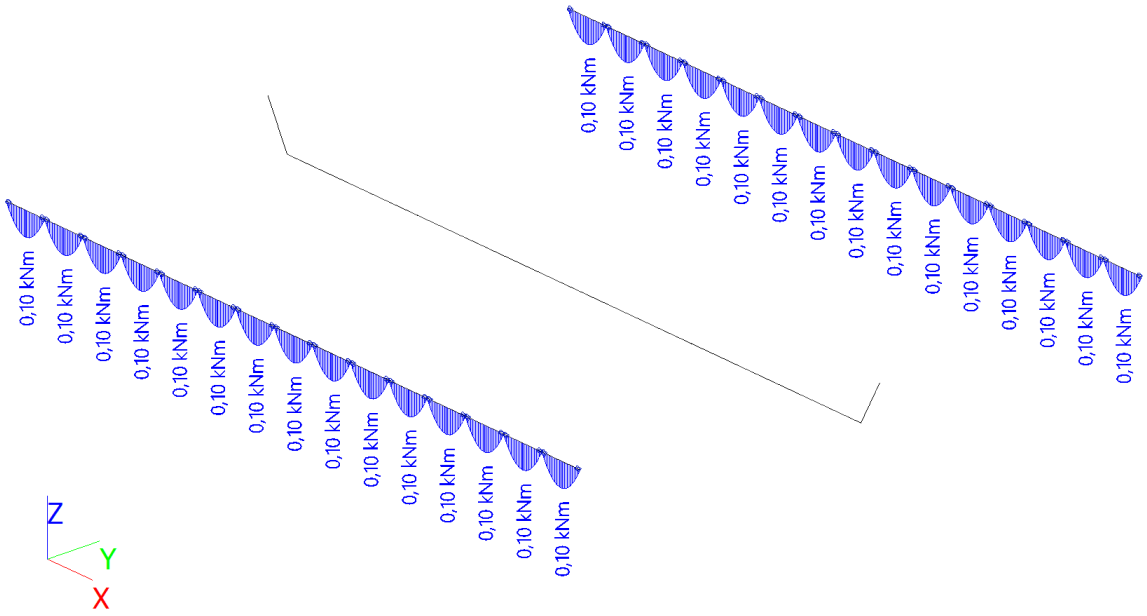
*Tablica 8: Tablični prikaz reznih sila ispune rešetke - K - 140x140x8*

| Kombinacija | N [kN] | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | **414,33** | **0,00** | 0,00 | 0,00 | **0,00** | **0,00** |
| ULS-Set B (auto)/2 | 0,00 | 0,00 | **-0,19** | -0,53 | 0,00 | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/1 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | **-1,33** | 0,00 | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/1 | **0,00** | 0,00 | **0,19** | **1,33** | 0,00 | 0,00 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,53 | **0,10** | 0,00 |

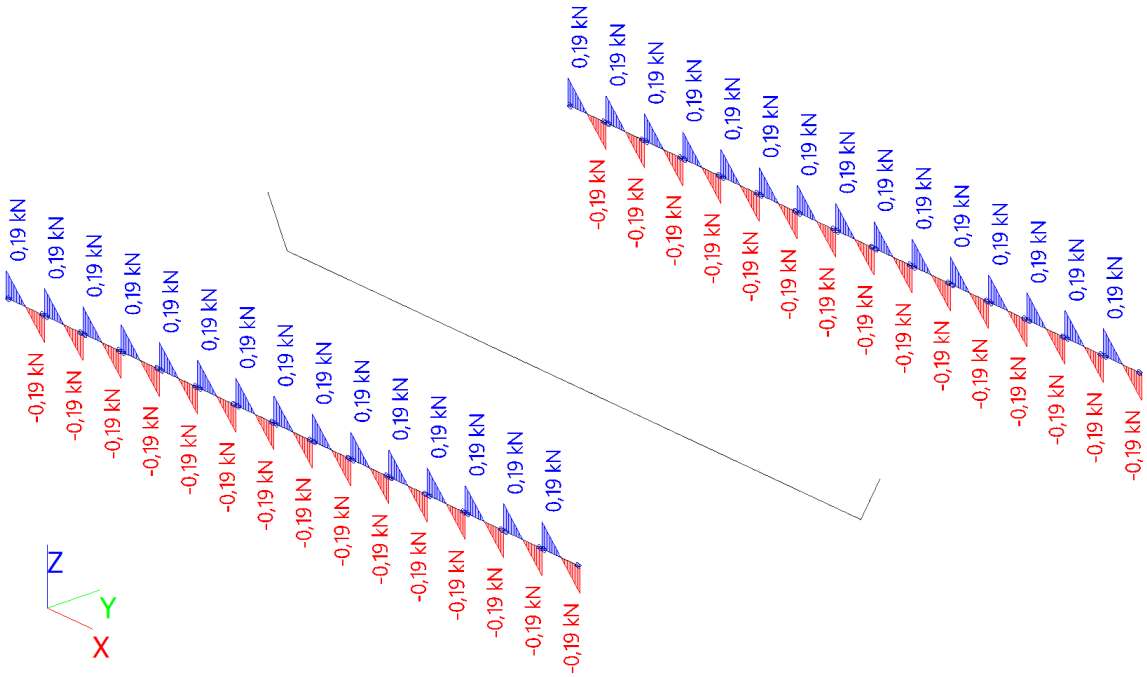
| | Kombinacija opterećenja |
|---|---|
| ULS-Set B (auto)/1 | 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |
| ULS-Set B (auto)/2 | 1.35*G + 1.35*dG + 1.35*dg, ploca |




*Slika 43: Uzdužna sila N (kN) – bočne ukrute UK – 100x100x5mm*



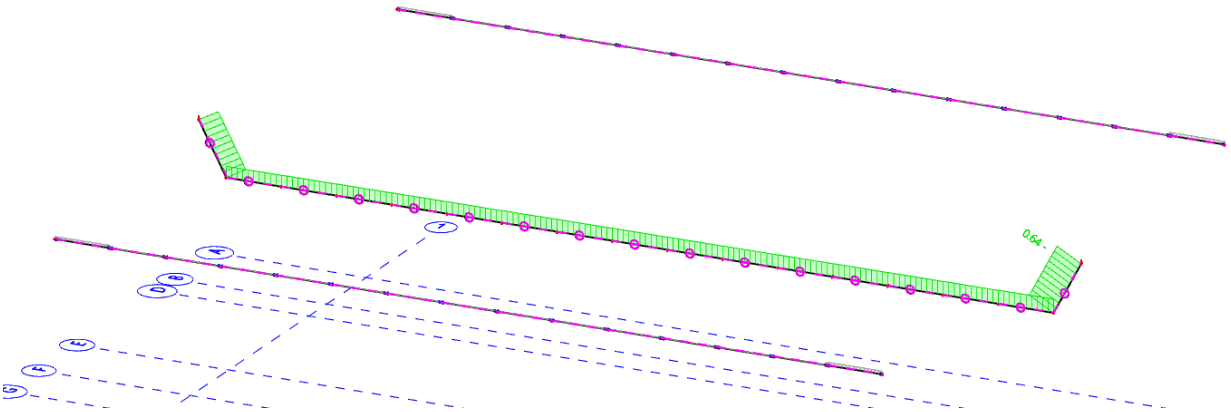

*Slika 44: Moment My (kNm)– bočne ukrute UK – 100x100x5mm*




*Slika 45: Poprečna silka Vz (kN) - bočne ukrute UK – 100x100x5mm*

## 8.4.2. Dimenzioniranje ukrute rešetke – UK – 100x100x5

### 8.4.2.1. Granično stanje nosivosti




*Slika 46: Grafički prikaz iskoristivosti ukrute rešetke*

Linear calculation
Combination: ULS-Set B (auto)
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = UK - CFRHS100X100X5

**EN 1993-1-1 Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B1781** | **2,094 / 2,094 m** | **CFRHS100X100X5** | **Rolled** | **S 355** | **ULS-Set B (auto)** | **0,64 -** |

| **Combination key** |
|---|
| ULS-Set B (auto) / 1.35*G + 1.50*q + 1.35*dG + 0.75*s + 1.35*dg, ploca + 0.90*3DWind2 |

| **Partial safety factors** | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1,00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1,10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1,25 |

| **Material** | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 355,0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 490,0 | MPa |

**...::SECTION CHECK::...**

**The critical check is on position 2,094 m**

| Internal forces | | Calculated | Unit |
|---|---|---|---|
| Normal force | $N_{Ed}$ | 414,33 | kN |
| Shear force | $V_{y,Ed}$ | 0,00 | kN |
| Shear force | $V_{z,Ed}$ | 0,00 | kN |
| Torsion | $T_{Ed}$ | 0,00 | kNm |
| Bending moment | $M_{y,Ed}$ | 0,00 | kNm |
| Bending moment | $M_{z,Ed}$ | 0,00 | kNm |

**Tension check**
According to EN 1993-1-1 article 6.2.3 and formula (6.5)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 1,8360e+03 | $mm^2$ |
| Plastic tension resistance | $N_{pl,Rd}$ | 651,78 | kN |
| Ultimate tension resistance | $N_{u,Rd}$ | 647,74 | kN |
| Tension resistance | $N_{t,Rd}$ | 647,74 | kN |
| Unity check | | 0,64 | - |

The member satisfies the section check.

## 8.5. Vanjsko čelično stubište VST

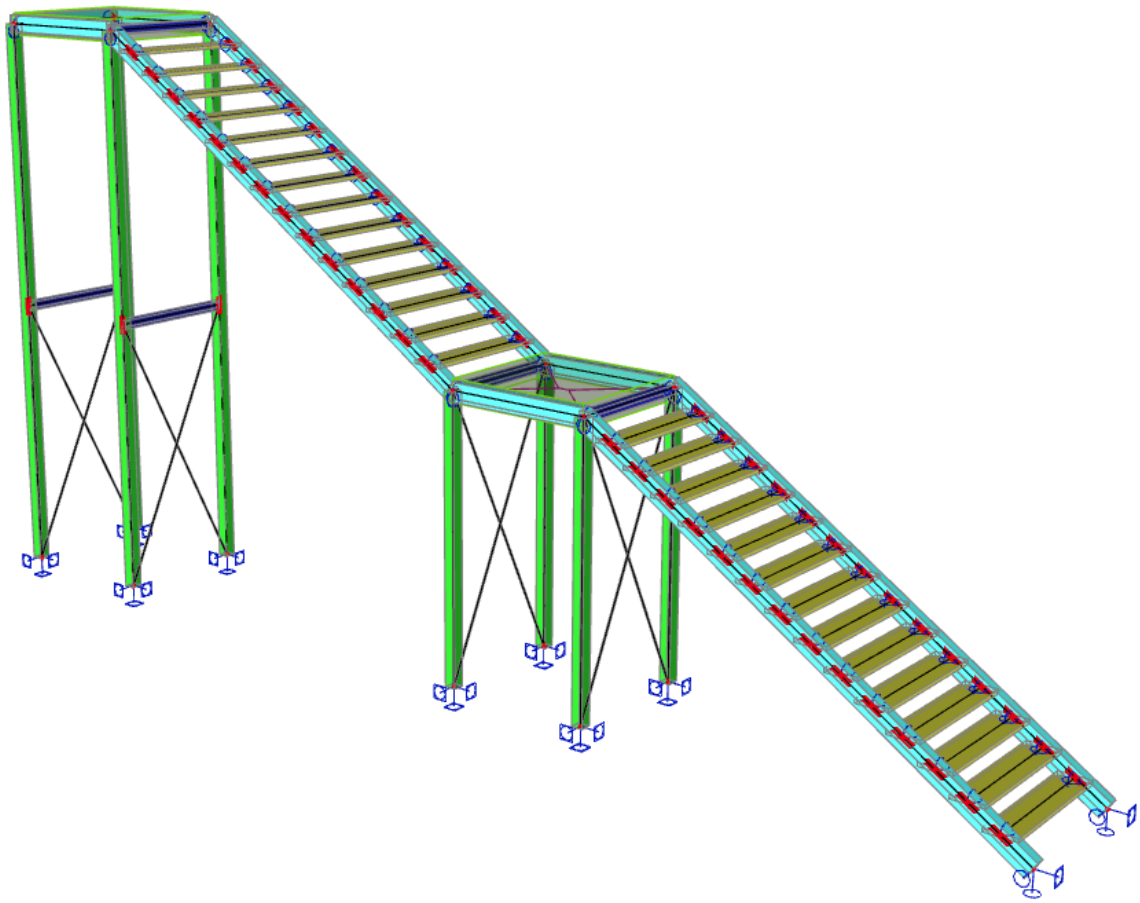
### 8.5.1. Opis i prikaz 3D modela

U sljedećem poglavlju bit će prikazan model i sheme opterećenja za čelično stubište koje se nalazi van objekta, točnije na jugoistočnom pročelju.

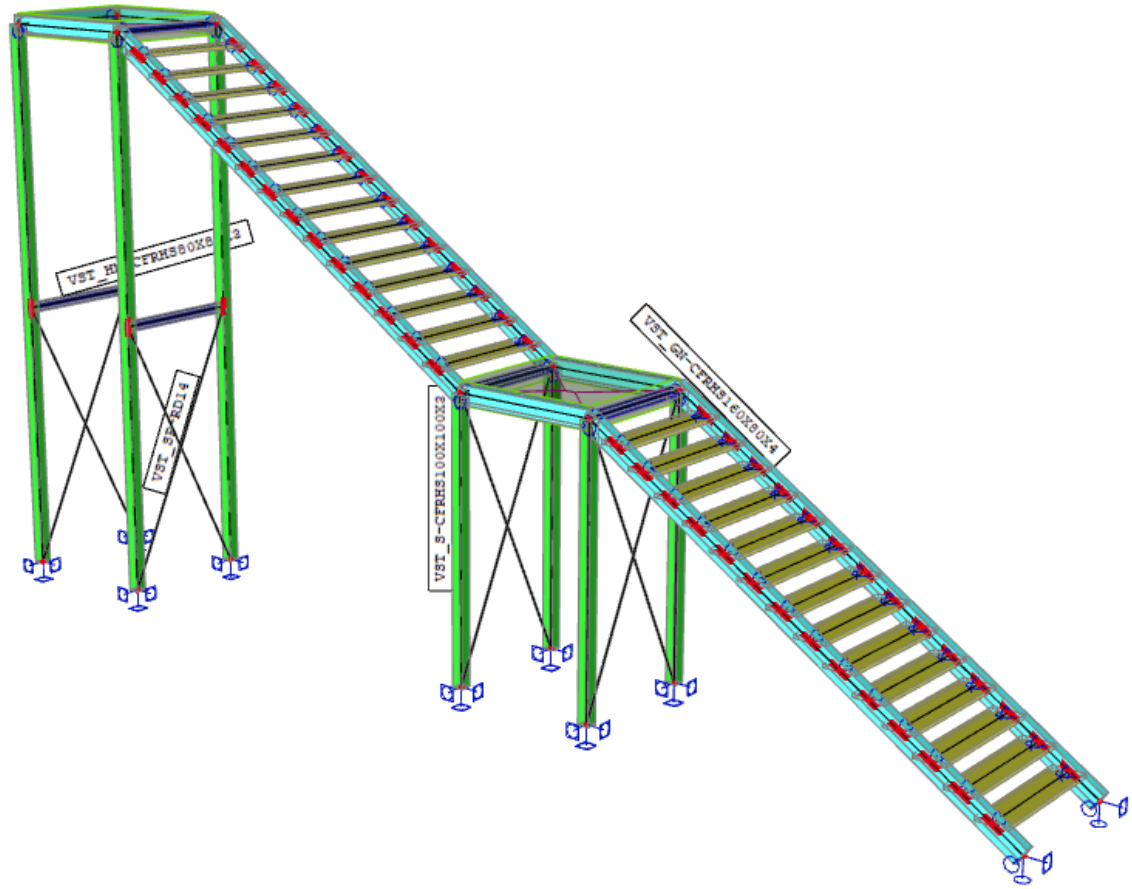
Svi čelični elementi modelirani su kao 1D štapni elementi pripadajućih geometrijskih i materijalnih karakteristika.

Glavni nosači VST_GN (CFRHS 160 x 80 x 4) čelični su elementi šupljeg pravokutnog profila. Krakovi stubišta (CFRHS 160 x 80 x 4) se postavljaju na razmaku od 1,2 m, zglobno se naslanjaju na stupove VST_S šupljeg kvadratnog profila (CFRHS 100 x 100 x 3). Viši stupovi su na svojoj sredini međusobno povezani šupljim kvadratnim čeličnim profilima VST_HN (CFRHS 80 x 80 x 3). Spoj stupa i nosača je predviđen kao vareni. Spoj stupa i AB temelja je previđen kao upeti. Konstrukcija je stabilizirana spregovima punog kružnog profila RD14.

Provjereno je granično stanje nosivosti (GSN) i granično stanje uporabljivosti (GSU).



*Slika 1. Prikaz 3D modela čeličnog stubišta VST*




*Slika 2. Shematski prikaz pozicija čeličnog stubišta VST*

| **Iskoristivost čeličnih profila na GSN kombinaciju opterećenja** | | |
|---|---|---|
| Profil | Konstruktivni element | Iskoristivost |
| CFRHS 160x80x4 | glavni nosač | **77%** |
| CFRHS 80x80x3 | sekundarni nosač | **58%** |
| CFRHS 100x100x3 | stupovi | 75% |

| **Iskoristivost čeličnih profila na GSU kombinaciju opterećenja** | | |
|---|---|---|
| Profil | Konstruktivni element | Iskoristivost |
| CFRHS 160x80x4 | glavni nosač | 47% |
| CFRHS 80x80x3 | sekundarni nosač | 6% |
| CFRHS 100x100x3 | stupovi | **87%** |

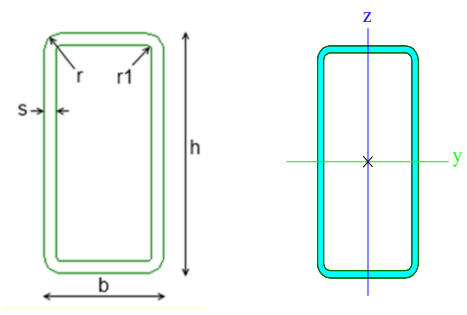
## Karakteristike materijala

***Čelik***

| | |
|---|---|
| Klasa čelika | S 235 |
| Jedinična masa ρ [kg/m$^3$] | 7850.0 |
| Modul elastičnosti $E_{mod}$ [MPa] | 2.1000e+05 |
| Modul posmika $G_{mod}$ [MPa] | 8.0769e+04 |
| Poissonov koeficijent μ | 0.3 |
| Fy [MPa] | 235.0 |

## Konstruktivni elementi u modelu

→ ***Glavni nosači :***

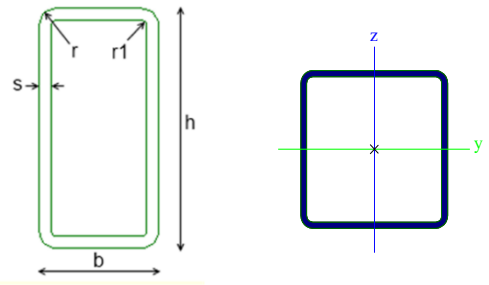
| **VST_GN** | | |
|---|---|---|
| Profil | **CFRHS160X80X4** | |
| Tip profila | Šuplji pravokutni profil | |
| Klasa čelika | **S 235** | |
| Tip proizvodnje | Vruće valjani | |
| Izvijanje y-y | c | |
| Izvijanje z-z | c | |
| A [$m^2$] | 1,8150e-03 | |
| $A_y$ [$m^2$], $A_z$ [$m^2$] | 6,0468e-04 | 1,2094e-03 |
| $A_L$ [$m^2$/m], $A_D$ [$m^2$/m] | 4,6600e-01 | 9,0730e-01 |
| $c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm] | 40 | 80 |
| α [deg] | 0,00 | |
| $I_y$ [$m^4$], $I_z$ [$m^4$] | 5,9771e-06 | 2,0354e-06 |
| $i_y$ [mm], $i_z$ [mm] | 57 | 33 |
| $W_{el.y}$ [$m^3$], $W_{el.z}$ [$m^3$] | 7,4710e-05 | 5,0890e-05 |
| $W_{pl.y}$ [$m^3$], $W_{pl.z}$ [$m^3$] | 9,2860e-05 | 5,7390e-05 |
| $M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm] | 21808,73 | 21808,73 |
| $M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm] | 13480,03 | 13480,03 |
| $d_y$ [mm], $d_z$ [mm] | 0 | 0 |
| $I_t$ [$m^4$], $I_w$ [$m^6$] | 4,9410e-06 | 6,5536e-09 |
| $\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm] | 0 | 0 |
| h [mm] | 160 |  |
| b [mm] | 80 | |
| s [mm] | 4 | |
| r [mm] | 8 | |
| r1 [mm] | 4 | |



*Slika 3. Geometrijske karakteristike glavnih nosača pozicije VST_GN – CFRHS 160 x 80 x 4*

→ ***Sekundarni nosači :***

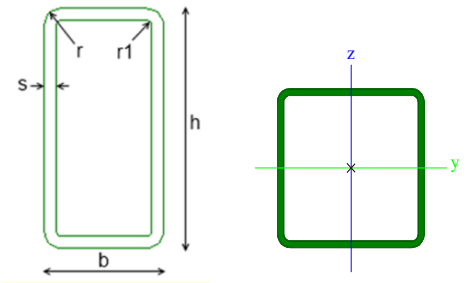
| **VST_HN** | | |
|---|---|---|
| Profil | **CFRHS80X80X3** | |
| Tip profila | Šuplji kvadratni profil | |
| Klasa čelika | **S 235** | |
| Tip proizvodnje | Vruće valjani | |
| Izvijanje y-y | c | |
| Izvijanje z-z | c | |
| A [$m^2$] | 9,0100e-04 | |
| $A_y$ [$m^2$], $A_z$ [$m^2$] | 4,5020e-04 | 4,5020e-04 |
| $A_L$ [$m^2$/m], $A_D$ [$m^2$/m] | 3,1000e-01 | 6,0048e-01 |
| $c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm] | 40 | 40 |
| α [deg] | 0,00 | |
| $I_y$ [$m^4$], $I_z$ [$m^4$] | 8,7840e-07 | 8,7840e-07 |
| $i_y$ [mm], $i_z$ [mm] | 31 | 31 |
| $W_{el.y}$ [$m^3$], $W_{el.z}$ [$m^3$] | 2,1960e-05 | 2,1960e-05 |
| $W_{pl.y}$ [$m^3$], $W_{pl.z}$ [$m^3$] | 2,5780e-05 | 2,5780e-05 |
| $M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm] | 6054,41 | 6054,41 |
| $M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm] | 6054,41 | 6054,41 |
| $d_y$ [mm], $d_z$ [mm] | 0 | 0 |
| $I_t$ [$m^4$], $I_w$ [$m^6$] | 1,3993e-06 | 8,1920e-10 |
| $\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm] | 0 | 0 |
| h [mm] | 80 | |
| b [mm] | 80 | |
| s [mm] | 3 | |
| r [mm] | 6 | |
| r1 [mm] | 3 | |




*Slika 4. Geometrijske karakteristike sekundarnih nosača pozicije VST_HN – CFRHS 80 x 80 x 3*

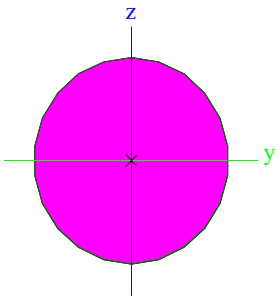
→ ***Stupovi :***

| **VST_S** | | |
|---|---|---|
| Profil | **CFRHS100X100X3** | |
| Tip profila | Šuplji kvadratni profil | |
| Klasa čelika | **S 235** | |
| Tip proizvodnje | Vruće valjani | |
| Izvijanje y-y | c | |
| Izvijanje z-z | c | |
| A [$m^2$] | 1,1410e-03 | |
| $A_y$ [$m^2$], $A_z$ [$m^2$] | 5,7020e-04 | 5,7020e-04 |
| $A_L$ [$m^2$/m], $A_D$ [$m^2$/m] | 3,9000e-01 | 7,6048e-01 |
| $c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm] | 50 | 50 |
| α [deg] | 0,00 | |
| $I_y$ [$m^4$], $I_z$ [$m^4$] | 1,7705e-06 | 1,7705e-06 |
| $i_y$ [mm], $i_z$ [mm] | 39 | 39 |
| $W_{el.y}$ [$m^3$], $W_{el.z}$ [$m^3$] | 3,5410e-05 | 3,5410e-05 |
| $W_{pl.y}$ [$m^3$], $W_{pl.z}$ [$m^3$] | 4,1210e-05 | 4,1210e-05 |
| $M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm] | 9679,03 | 9679,03 |
| $M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm] | 9679,03 | 9679,03 |
| $d_y$ [mm], $d_z$ [mm] | 0 | 0 |
| $I_t$ [$m^4$], $I_w$ [$m^6$] | 2,7868e-06 | 2,5000e-09 |
| $\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm] | 0 | 0 |
| h [mm] | 100 | |
| b [mm] | 100 | |
| s [mm] | 3 | |
| r [mm] | 6 | |
| r1 [mm] | 3 | |




*Slika 5. Geometrijske karakteristike stupova pozicije VST_S – CFRHS 100 x 100 x 3*

→ ***Spregovi :***

| **VST_SP** | | |
|---|---|---|
| Profil | **RD14** | |
| Tip profila | Puni kružni presjek | |
| Klasa čelika | **S 235** | |
| Tip proizvodnje | Valjani | |
| Izvijanje y-y | c | |
| Izvijanje z-z | c | |
| A [$m^2$] | 1,5386e-04 | |
| $A_y$ [$m^2$], $A_z$ [$m^2$] | 1,3821e-04 | 1,3821e-04 |
| $A_L$ [$m^2$/m], $A_D$ [$m^2$/m] | 4,3866e-02 | 4,3980e-02 |
| $c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm] | 7 | 7 |
| α [deg] | 0,00 | |
| $I_y$ [$m^4$], $I_z$ [$m^4$] | 1,8462e-09 | 1,8462e-09 |
| $i_y$ [mm], $i_z$ [mm] | 3 | 3 |
| $W_{el.y}$ [$m^3$], $W_{el.z}$ [$m^3$] | 2,6375e-07 | 2,6375e-07 |
| $W_{pl.y}$ [$m^3$], $W_{pl.z}$ [$m^3$] | 4,5012e-07 | 4,5012e-07 |
| $M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm] | 1,07e+02 | 1,07e+02 |
| $M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm] | 1,07e+02 | 1,07e+02 |
| $d_y$ [mm], $d_z$ [mm] | 0 | 0 |
| $I_t$ [$m^4$], $I_w$ [$m^6$] | 3,7793e-09 | 3,8597e-24 |
| $\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm] | 0 | 0 |
| d [mm] | 14 |  |



*Slika 6. Geometrijske karakteristike spregova pozicije VST_SP – RD14*

## 8.5.2. Analiza opterećenja

***Popis opterećenja primijenjenih u modelu***

Opterećenja u tablici ispod su zadana kao površinska opterećenja na panel. Opterećenje se preko panela prenosi na glavne i sekundarne nosače, a zatim na stupove.

| Opterećenje | Iznos opterećenja [kN/m$^2$] | Smjer opterećenja |
|---|---|---|
| dg - dodatno stalno | -0,50 | Z |
| q - pokretno | -3,00 | Z |
| s - snijeg | -0,40 | Z |

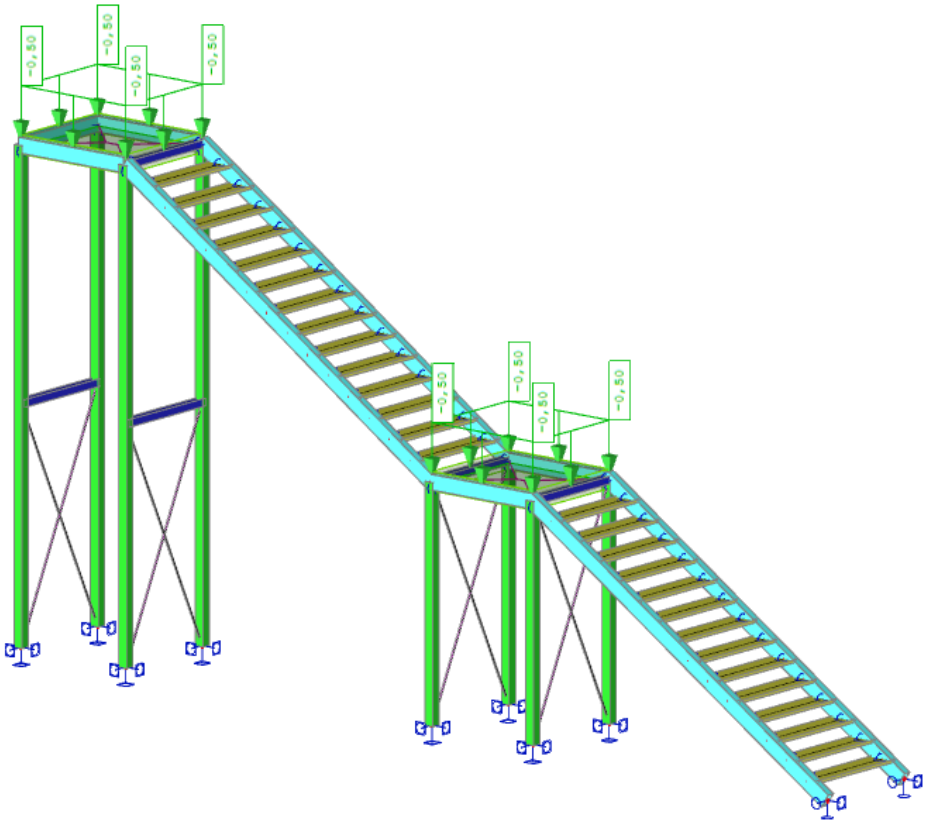
Opterećenja u tablici ispod su zadana kao linijska ili točkasta na čelični profil.

| Opterećenje | Iznos opterećenja [kN/m'] | Iznos opterećenja [kNm] | Smjer opterećenja |
|---|---|---|---|
| w2 (90) - vjetar u smjeru y | | | |
| *vjetar na profil CFRHS 100x100x3* | 0,29 | | Y |
| *vjetar na stubu* | 0,18 | | Y |
| w1 (0) - vjetar u smjeru x | | | |
| *vjetar na profil CFRHS 160x80x4* | -1,02 | | X |
| *vjetar na profil CFRHS 100x100x3* | -0,59 (-0,29) | | X |
| w3 (270) - vjetar u smjeru y | | | |
| *vjetar na profil CFRHS 160x80x4* | -1,02 | | Y |
| *vjetar na profil CFRHS 100x100x3* | -0,59 (-0,29) | | Y |
| q_h-opterećenje na ogradu | | 0,84 | X |

**Stalno opterećenje**

Vlastita težina elemenata konstrukcije je uračunata u sklopu računalnog programa.

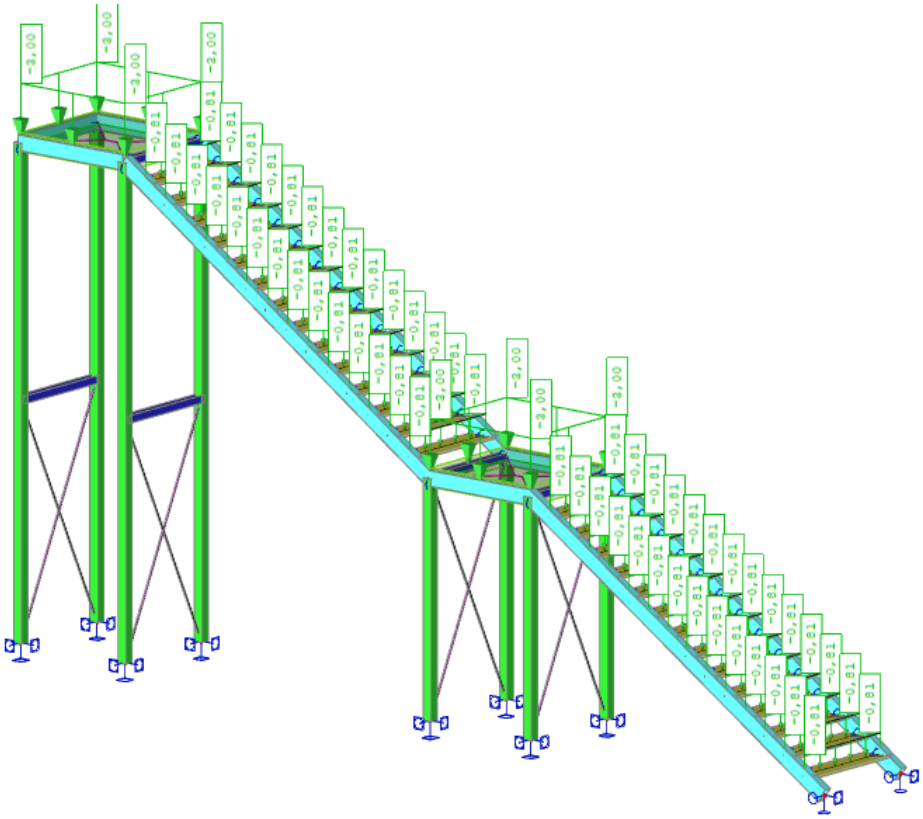
## Dodatno stalno opterećenje



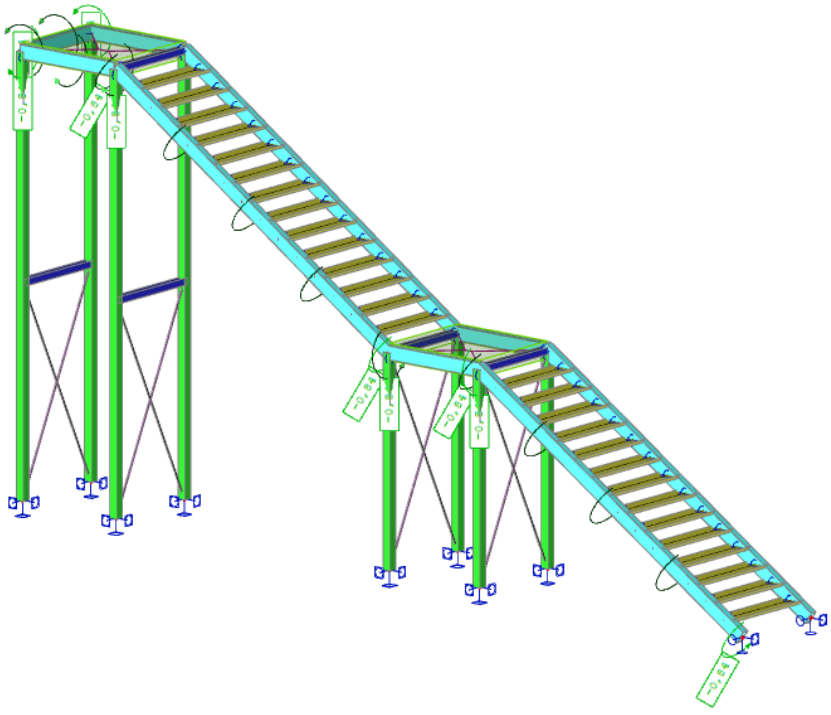

*Slika 7. Shema opterećenja - dodatno stalno opterećenje dg (kN/m$^2$)*

**Napomena:** Previđeno dodatno stalno opterećenje predstavlja težinu hodnog lima i podkonstrukcije za prihvat istog.

## Pokretno opterećenje



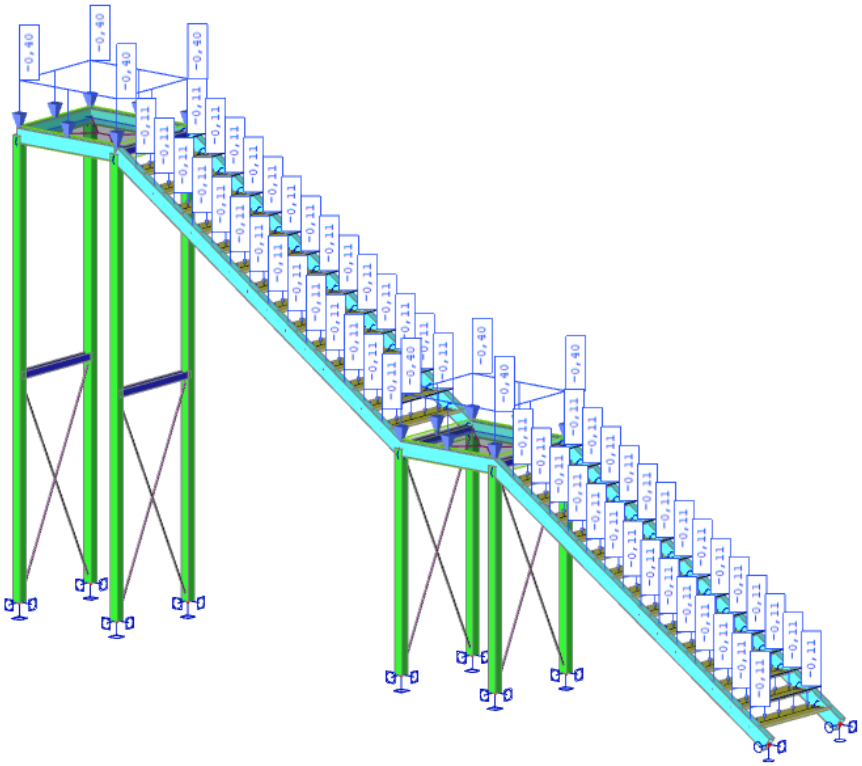
*Slika 8. Shema opterećenja - pokretno opterećenje q (kN/m$^2$) (kN/m')*



*Slika 9. Shema opterećenja - pokretno opterećenje q_h (kNm)*

**Napomena:** Pretpostavljena je visina ograde 1,20 m i opterećenje na rukohvatu od 700 N/m.

**Opterećenje snijegom**



*Slika 10. Shema opterećenja – opterećenje snijegom s (kN/m$^2$) (kN/m')*

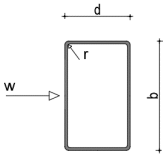
**Napomena:** Širina gazišta stubišta iznosi 27,0 cm.

# Opterećenje vjetrom

## *Proračun opterećenja vjetrom na profil CFRHS 160 x 80 x 4*

**PRORAČUN VJETRA NA ČELIČNI PROFIL**

**Ulazni parametri:**




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| d = | 0,08 | m | l = | 10,6 | m |
| b = | 0,16 | m | $z_{max}$ = | 5,15 | m |
| r = | 0,004 | m | $A_{ref}$ = | 1,696 | $m^2$ |

$d - dimenzija\ pravokutnog\ profila\ na\ strani\ paralelnoj\ sa\ smjerom\ vjetra$
$b - dimenzija\ pravokutnog\ profila\ na\ strani\ okomitoj\ smjeru\ vjetra$
$r - radijus\ zakrivljenosti\ na\ rubu\ profila$
$l - duljina\ elementa$
$z_{max} - maksimalna\ visina\ elementa\ iznad\ tla$

Kategorija terena: I (Jezera ili ravna i horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $z_{min}$ = | 1,0 | m | $z_0$ = | 0,01 | m |
| $z_{max}$ = | 200 | m | $z_{0,II}$ = | 0,05 | m |

| | | |
|---|---|---|
| $v_{b,0}$ = | 45 | m/s |
| $C_{dir}$ = | 1,0 | |
| $C_{season}$ = | 1,0 | |
| $v_b$ = | 45 | m/s |

$v_{b,0} - osnovna\ vrijednost\ brzine\ vjetra$
$(očitano\ s\ karte\ u\ normi\ HRN\ EN\ 1991-4.NA)$

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

**Proračun tlaka vjetra**

| | | |
|---|---|---|
| ρ = | 1,25 | $kg/m^3$ |
| $q_b$ = | 1265,6 | $N/m^2$ |

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

$\rho - gustoća\ zraka$
$q_b - tlak\ pri\ osnovnoj\ brzini$
$q_p(z) - tlak\ pri\ vršnoj\ brzini\ na\ visini\ z$

$C_e(z)$ = 2,383 $q_p(z)$ = 3,016 $kN/m^2$ $q_p(z) = C_e(z) \cdot q_b$

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07}$$

$$v_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b$$

| | |
|---|---|
| $k_r$ = | 0,17 |
| $Cr(z_e)$ = | 1,060 |
| $v_m(z)$ = | 47,70 m/s |

$$Iv(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln(\frac{z}{z_0})}$$

| | |
|---|---|
| $C_0(z_e)$ = | 1 |
| $k_1$ = | 1 |
| $I_v(z)$ = | 0,1601 |

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

$q_p(z)$ = 3016,2 $N/m^2$

**Proračun vjetra na profil:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| r/b= | 0,0250 | ϕ= | 1 |
| d/b= | 0,5 | λ= | ∞ |

$\varphi = \frac{A}{A_c}$ $\quad \varphi - omjer\ punoće$ $\quad \lambda - proračunska\ vitkost$

| | |
|---|---|
| $\psi_\lambda$= | 1 |
| $\psi_r$ = | 0,938 |
| $C_{f,0}$ = | 2,263 |
| $C_f$ = | 2,121 |

$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda$

| | | |
|---|---|---|
| $A_{ref}$ = | 1,696 | $m^2$ |
| $C_sC_d$ = | 1 | |

$A_{ref} = b \cdot d$ $\quad A_{ref} - referentna\ površina\ konstrukcije$

$F_w - ukupna\ sila\ vjetra\ na\ konstrukciju$

$F_w = c_s \cdot c_d \cdot c_f \cdot q_p\,(z_e) \cdot A_{ref}$ $\quad F_w$ = 10,850 kN

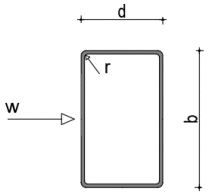
$w_{eff} = \frac{F_w}{l}$ $\quad w_{eff}$ = 1,024 kN/m'

**Napomena:** U projektu je priložen proračun koji vrijedi za profil CFRHS 160 x 80 x 4 i vjetar w1 (0). Analogno ovom proračunu su napravljeni i proračuni za druge slučajeve opterećenja.

## *Proračun opterećenja vjetrom na profil CFRHS 100 x 100 x 3*

**PRORAČUN VJETRA NA ČELIČNI PROFIL**

**Ulazni parametri:**




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| d = | 0,1 | m | l = | 5,15 | m |
| b = | 0,1 | m | $z_{max}$ = | 5,15 | m |
| r = | 0,003 | m | $A_{ref}$ = | 0,515 | $m^2$ |

$d - dimenzija\ pravokutnog\ profila\ na\ strani\ paralelnoj\ sa\ smjerom\ vjetra$
$b - dimenzija\ pravokutnog\ profila\ na\ strani\ okomitoj\ smjeru\ vjetra$
$r - radijus\ zakrivljenosti\ na\ rubu\ profila$
$l - duljina\ elementa$
$z_{max} - maksimalna\ visina\ elementa\ iznad\ tla$

Kategorija terena: I (Jezera ili ravna i horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $z_{min}$ = | 1,0 | m | $z_0$ = | 0,01 | m |
| $z_{max}$ = | 200 | m | $z_{0,II}$ = | 0,05 | m |

| | | |
|---|---|---|
| $v_{b,0}$ = | 45 | m/s |
| $C_{dir}$ = | 1,0 | |
| $C_{season}$ = | 1,0 | |
| $v_b$ = | 45 | m/s |

$v_{b,0} - osnovna\ vrijednost\ brzine\ vjetra$
$(očitano\ s\ karte\ u\ normi\ HRN\ EN\ 1991 - 4.NA)$

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

**Proračun tlaka vjetra**

| | | |
|---|---|---|
| ρ = | 1,25 | $kg/m^3$ |
| $q_b$ = | 1265,6 | $N/m^2$ |

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

$\rho - gustoća\ zraka$
$q_b - tlak\ pri\ osnovnoj\ brzini$
$q_p(z) - tlak\ pri\ vršnoj\ brzini\ na\ visini\ z$

$C_e(z)$ = 2,383 $q_p(z)$ = 3,016 $kN/m^2$ $q_p(z) = C_e(z) \cdot q_b$

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07}$$

$$v_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b$$

| | | |
|---|---|---|
| $k_r$ = | 0,17 | |
| $Cr(z_e)$ = | 1,060 | |
| $v_m(z)$ = | 47,70 | m/s |

$$Iv(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln(\frac{z}{z_0})}$$

| | | |
|---|---|---|
| $C_0(z_e)$ = | 1 | |
| $k_1$ = | 1 | |
| $I_v(z)$ = | 0,1601 | |

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

$q_p(z)$ = 3016,2 $N/m^2$

**Proračun vjetra na profil:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| r/b= | 0,0300 | ϕ= | 1 |
| d/b= | 1 | λ= | ∞ |

$\varphi = \frac{A}{A_c}$ $\quad \varphi - omjer\ punoće$ $\quad \lambda - proračunska\ vitkost$

| | |
|---|---|
| $\psi_\lambda$= | 1 |
| $\psi_r$ = | 0,925 |
| $C_{f,0}$ = | 2,100 |
| $C_f$ = | 1,943 |

$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda$

| | | |
|---|---|---|
| $A_{ref}$ = | 0,515 | m² |
| $C_sC_d$ = | 1 | |

$A_{ref} = b \cdot d$ $\quad A_{ref} - referentna\ površina\ konstrukcije$

$F_w - ukupna\ sila\ vjetra\ na\ konstrukciju$

$F_w = c_s \cdot c_d \cdot c_f \cdot q_p\,(z_e) \cdot A_{ref}$ $\quad F_w$ = 3,017 kN

$w_{eff} = \frac{F_w}{l}$ $\quad w_{eff}$ = 0,586 kN/m'

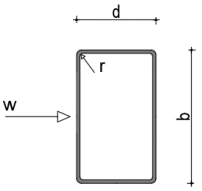
**Napomena:** U projektu je priložen proračun koji vrijedi za profil CFRHS 100 x 100 x 3 i vjetar w1 (0). Analogno ovom proračunu su napravljeni i proračuni za druge slučajeve opterećenja.

## *Proračun opterećenja vjetrom na profil CFRHS 80 x 80 x 3*

**PRORAČUN VJETRA NA ČELIČNI PROFIL**

**Ulazni parametri:**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| d = | 0,08 | m | l = | 1,2 | m |
| b = | 0,08 | m | $z_{max}$ = | 2,5 | m |
| r = | 0,003 | m | $A_{ref}$ = | 0,096 | $m^2$ |




$d - dimenzija\ pravokutnog\ profila\ na\ strani\ paralelnoj\ sa\ smjerom\ vjetra$
$b - dimenzija\ pravokutnog\ profila\ na\ strani\ okomitoj\ smjeru\ vjetra$
$r - radijus\ zakrivljenosti\ na\ rubu\ profila$
$l - duljina\ elementa$
$z_{max} - maksimalna\ visina\ elementa\ iznad\ tla$

Kategorija terena: I (Jezera ili ravna i horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $z_{min}$ = | 1,0 | m | $z_0$ = | 0,01 | m |
| $z_{max}$ = | 200 | m | $z_{0,II}$ = | 0,05 | m |

| | | |
|---|---|---|
| $v_{b,0}$ = | 45 | m/s |
| $C_{dir}$ = | 1,0 | |
| $C_{season}$ = | 1,0 | |
| $v_b$ = | 45 | m/s |

$v_{b,0} - osnovna\ vrijednost\ brzine\ vjetra$
$(očitano\ s\ karte\ u\ normi\ HRN\ EN\ 1991-4.NA)$

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

**Proračun tlaka vjetra**

| | | |
|---|---|---|
| ρ = | 1,25 | $kg/m^3$ |
| $q_b$ = | 1265,6 | $N/m^2$ |

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

$\rho - gustoća\ zraka$
$q_b - tlak\ pri\ osnovnoj\ brzini$
$q_p(z) - tlak\ pri\ vršnoj\ brzini\ na\ visini\ z$

$C_e(z)$ = 1,992 $q_p(z)$ = 2,522 $kN/m^2$ $q_p(z) = C_e(z) \cdot q_b$

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07}$$

$$v_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b$$

| | |
|---|---|
| $k_r$ = | 0,17 |
| $Cr(z_e)$ = | 0,937 |
| $v_m(z)$ = | 42,18 m/s |

$$Iv(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln(\frac{z}{z_0})}$$

| | |
|---|---|
| $C_0(z_e)$ = | 1 |
| $k_1$ = | 1 |
| $I_v(z)$ = | 0,1811 |

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

$q_p(z)$ = 2521,5 $N/m^2$

**Proračun vjetra na profil:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| r/b= | 0,0375 | ϕ= | 1 |
| d/b= | 1 | λ= | ∞ |

$\varphi = \frac{A}{A_c}$ $\quad \varphi - omjer\ punoće$ $\quad \lambda - proračunska\ vitkost$

| | |
|---|---|
| $\psi_\lambda$= | 1 |
| $\psi_r$ = | 0,906 |
| $C_{f,0}$ = | 2,100 |
| $C_f$ = | 1,903 |

$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda$

| | | |
|---|---|---|
| $A_{ref}$ = | 0,096 | $m^2$ |
| $C_sC_d$ = | 1 | |

$A_{ref} = b \cdot d$

$A_{ref} - referentna\ površina\ konstrukcije$
$F_w - ukupna\ sila\ vjetra\ na\ konstrukciju$

$F_w = c_s \cdot c_d \cdot c_f \cdot q_p\,(z_e) \cdot A_{ref}$ $\quad F_w$ = 0,461 kN

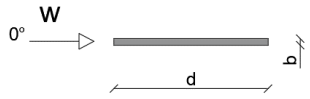
$w_{eff} = \frac{F_w}{l}$ $\quad w_{eff}$ = 0,384 kN/m'

**Napomena:** U projektu je priložen proračun koji vrijedi za profil CFRHS 80 x 80 x 3 i vjetar w3 (270). Analogno ovom proračunu su napravljeni i proračuni za druge slučajeve opterećenja.

## *Proračun opterećenja vjetrom na stubu*

**PRORAČUN VJETRA NA ČELIČNI PROFIL**

**Ulazni parametri:**




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| d = | 0,27 | m | l = | 1,2 | m |
| b = | 0,03 | m | $z_{max}$ = | 5,15 | m |

$d - dimenzija\ nosača\ na\ strani\ paralelnoj\ sa\ smjerom\ vjetra$
$b - dimenzija\ nosača\ na\ strani\ okomitoj\ smjeru\ vjetra$
$l - duljina\ elementa$
$z_{max} - maksimalna\ visina\ elementa\ iznad\ tla$

Kategorija terena: I (Jezera ili ravna i horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $z_{min}$ = | 1,0 | m | $z_0$ = | 0,01 | m |
| $z_{max}$ = | 200 | m | $z_{0,II}$ = | 0,05 | m |

| | | |
|---|---|---|
| $v_{b,0}$ = | 45 | m/s |
| $C_{dir}$ = | 1,0 | |
| $C_{season}$ = | 1,0 | |
| $v_b$ = | 45 | m/s |

$v_{b,0} - osnovna\ vrijednost\ brzine\ vjetra$
$(očitano\ s\ karte\ u\ normi\ HRN\ EN\ 1991-4.NA)$

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

**Proračun tlaka vjetra**

| | | |
|---|---|---|
| ρ = | 1,25 | kg/m$^3$ |
| $q_b$ = | 1265,6 | N/m$^2$ |

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

$\rho - gustoća\ zraka$
$q_b - tlak\ pri\ osnovnoj\ brzini$
$q_p(z) - tlak\ pri\ vršnoj\ brzini\ na\ visini\ z$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_e(z)$ = | 2,383 | | $q_p(z)$ = | 3,016 | kN/m$^2$ |

$q_p(z) = C_e(z) \cdot q_b$

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07}$$

$$v_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b$$

| | |
|---|---|
| $k_r$ = | 0,17 |
| $Cr(z_e)$ = | 1,060 |
| $v_m(z)$ = | 47,70 m/s |

$$Iv(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln(\frac{z}{z_0})}$$

| | |
|---|---|
| $C_0(z_e)$ = | 1 |
| $k_1$ = | 1 |
| $I_v(z)$ = | 0,1601 |

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

$q_p(z)$ = 3016,2 N/m$^2$

**Proračun vjetra na profil:**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| d/b= | 9,00 | ϕ= | 1 | $\varphi = \frac{A}{A_c}$ | $\varphi - omjer\ punoće$ |
| $\psi_\lambda$= | 1 | λ= | ∞ | | $\lambda - proračunska\ vitkost$ |

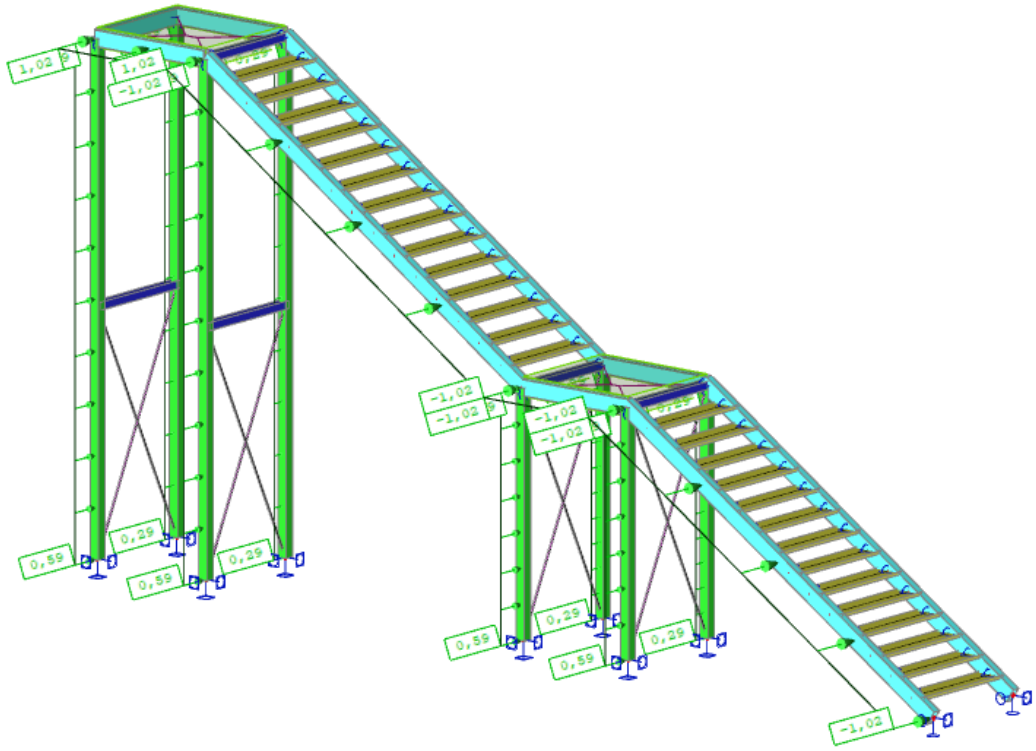
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $C_{fx,0}$ = | 2,000 | za 0 ° | $C_{fy,0}$= | 0,000 | za 0° | |
| $C_{fX}$ = | 2,000 | za 0 ° | $C_{fY}$ = | 0,000 | za 0° | $c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $A_{ref,x}$ = | 0,04 | $m^2$ | $A_{ref,x} = b \cdot l$ | $A_{ref} - referentna\ površina\ konstrukcije$ |
| $C_sC_d$ = | 1 | | | $F_w - ukupna\ sila\ vjetra\ na\ konstrukciju$ |

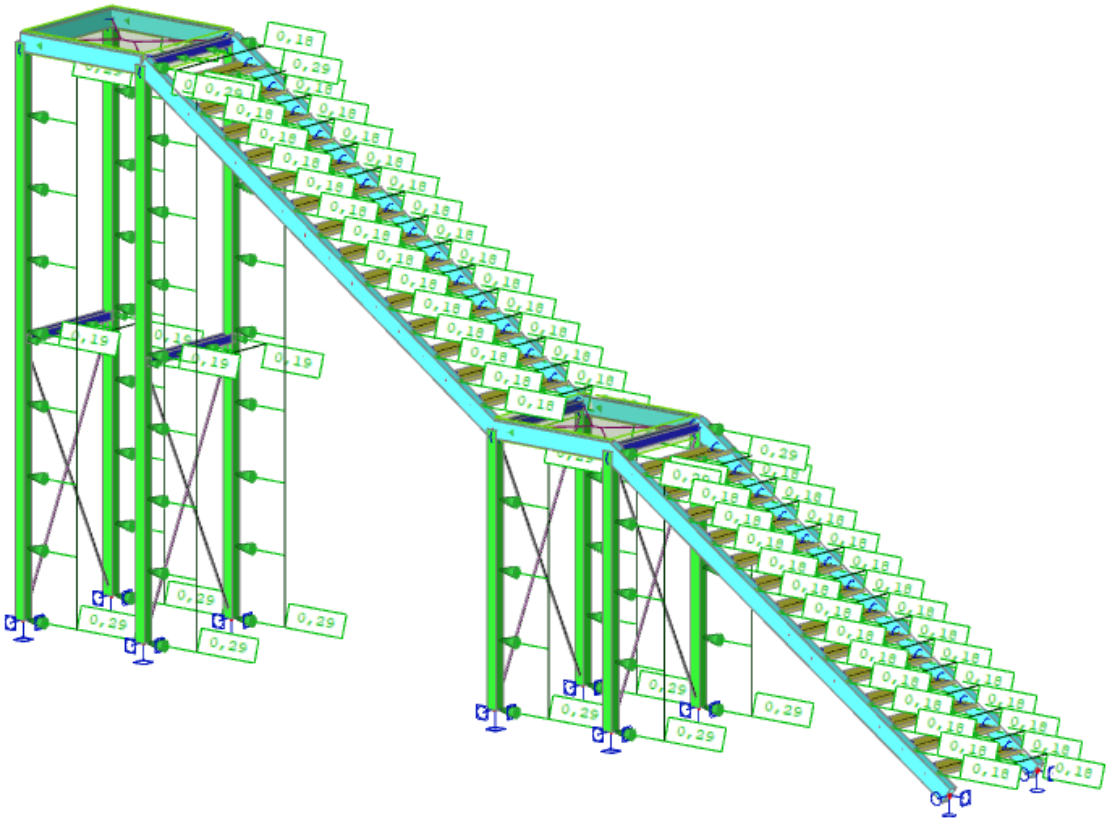
$F_w = c_s \cdot c_d \cdot c_f \cdot q_p\,(z_e) \cdot A_{ref}$ $\quad w_{effx} = \frac{F_{wx}}{l}$

| | | | |
|---|---|---|---|
| $F_{wx}$ = | 0,217 | kN | za 0° |
| $w_{effx}$ = | 0,181 | kN/m' | |

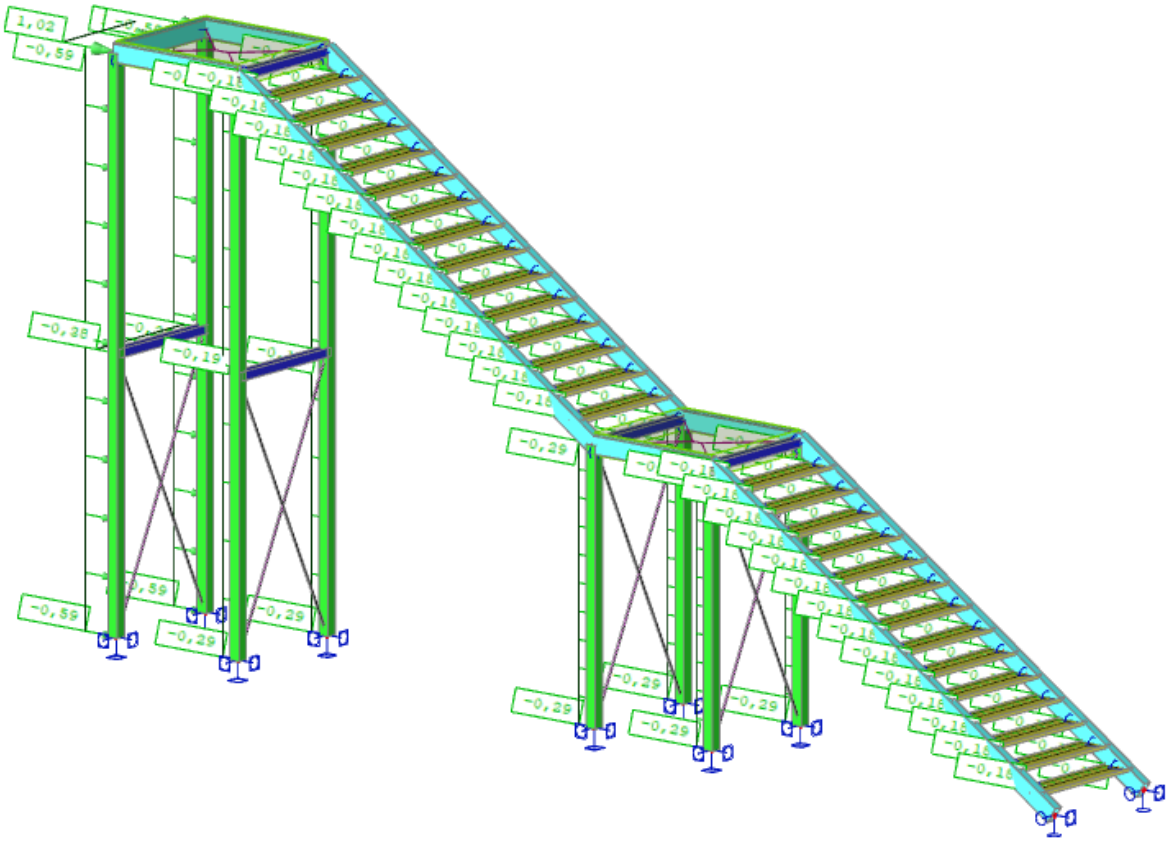
**Napomena:** U projektu je priložen proračun koji vrijedi za stubu i vjetar w2 (90). Analogno ovom proračunu su napravljeni i proračuni za druge slučajeve opterećenja.




*Slika 11. Shema opterećenja – opterećenje vjetrom w1 (0) (kN/m') (kN/m²)*




*Slika 12. Shema opterećenja – opterećenje vjetrom w2 (90) (kN/m') (kN/m²)*




*Slika 13. Shema opterećenja – opterećenje vjetrom w3 (270) (kN/m') (kN/m²)*

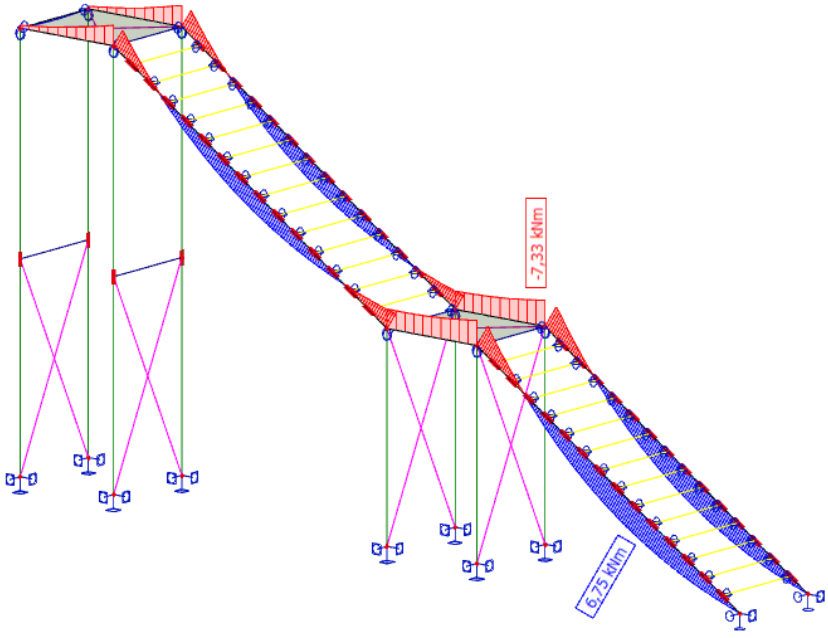
## 8.5.3. Glavni nosači

### Prikaz karakterističnih reznih sila na glavne nosače

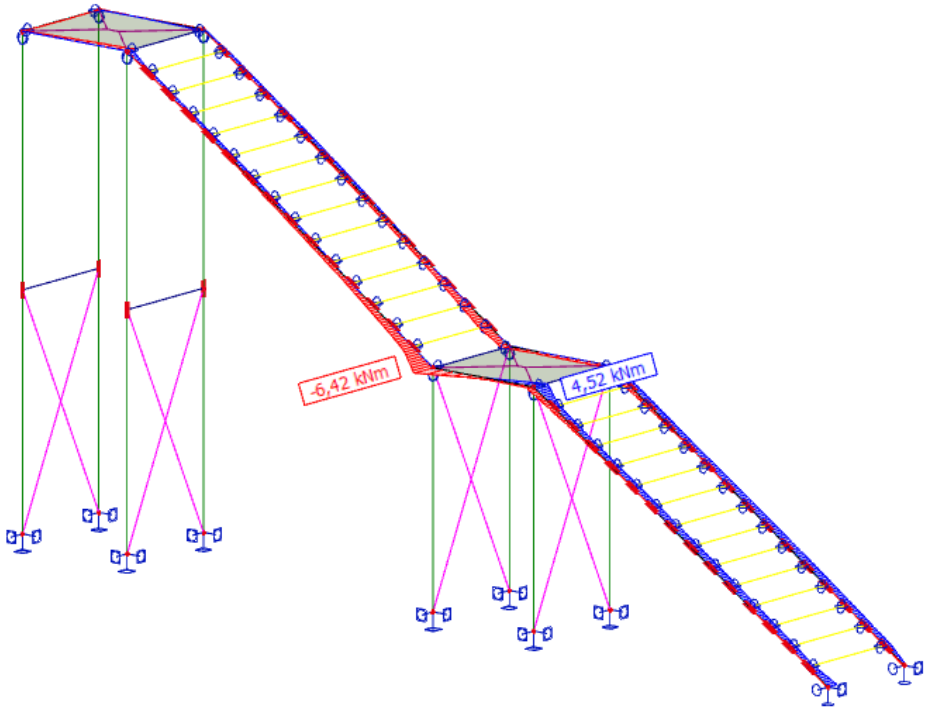
*Tablični prikaz maksimalnih reznih sila u glavnim nosačima*

| Kombinacija | N [kN] | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GSN/1 | **-14,14** | 2,88 | 4,76 | 0,65 | 0,00 | 0,43 |
| GSN/2 | **11,89** | 5,92 | -8,56 | -0,89 | -6,16 | 3,16 |
| GSN/3 | 4,94 | **-9,56** | -8,01 | 0,58 | -3,58 | 0,97 |
| GSN/4 | 9,75 | -8,42 | **-9,88** | 0,93 | -7,31 | -0,69 |
| GSN/4 | -2,10 | 8,99 | **8,21** | 2,97 | -5,46 | -4,81 |
| GSN/5 | 5,60 | 2,47 | -7,88 | **-3,15** | -5,51 | 1,65 |
| GSN/4 | 1,17 | -4,06 | 6,70 | **4,46** | 0,00 | 2,93 |
| GSN/4 | 2,48 | 1,33 | 3,09 | 0,40 | **-7,33** | -1,21 |
| GSN/4 | 4,48 | 0,03 | 0,79 | 2,17 | **6,75** | 1,83 |
| GSN/5 | -4,93 | **10,65** | 7,81 | 2,84 | -5,18 | **-6,42** |
| GSN/6 | 0,48 | 8,50 | -7,55 | -1,27 | -5,48 | **4,52** |

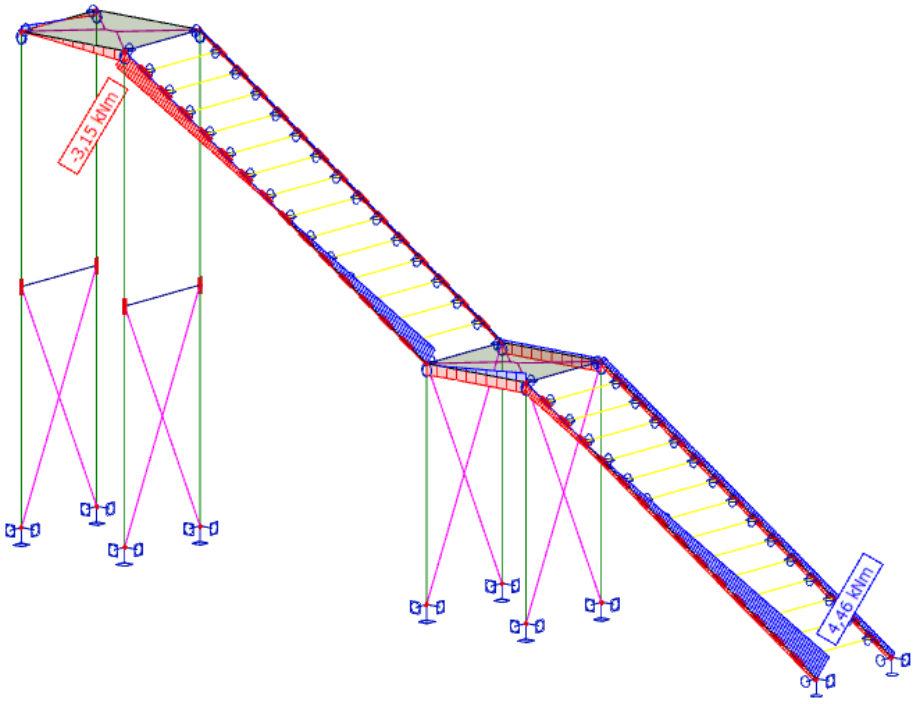
| Kombinacija opterećenja | |
|---|---|
| GSN/1 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.05*q + 0.75*s + 1.05*q_h + 1.50*w3 (270) |
| GSN/2 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.05*q + 0.75*s + 1.05*q_h + 1.50*w2 (90) |
| GSN/3 | g + dg + 1.50*q + 1.50*q_h + 0.90*w1 (0) |
| GSN/4 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.50*q + 0.75*s + 1.50*q_h + 0.90*w2 (90) |
| GSN/5 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.50*q + 0.75*s + 1.50*q_h + 0.90*w1 (0) |
| GSN/6 | g + dg + 1.50*q + 1.50*q_h + 0.90*w3 (270) |



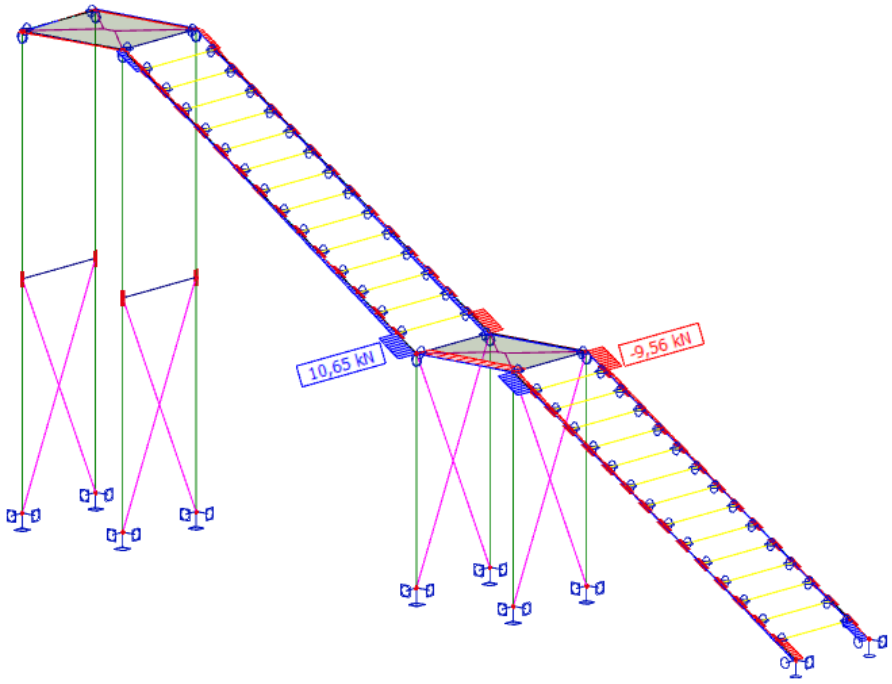

*Slika 14. Moment savijanja $M_y$ (kNm) – glavni nosači VST_GN- CFRHS 160 x 80 x 4*



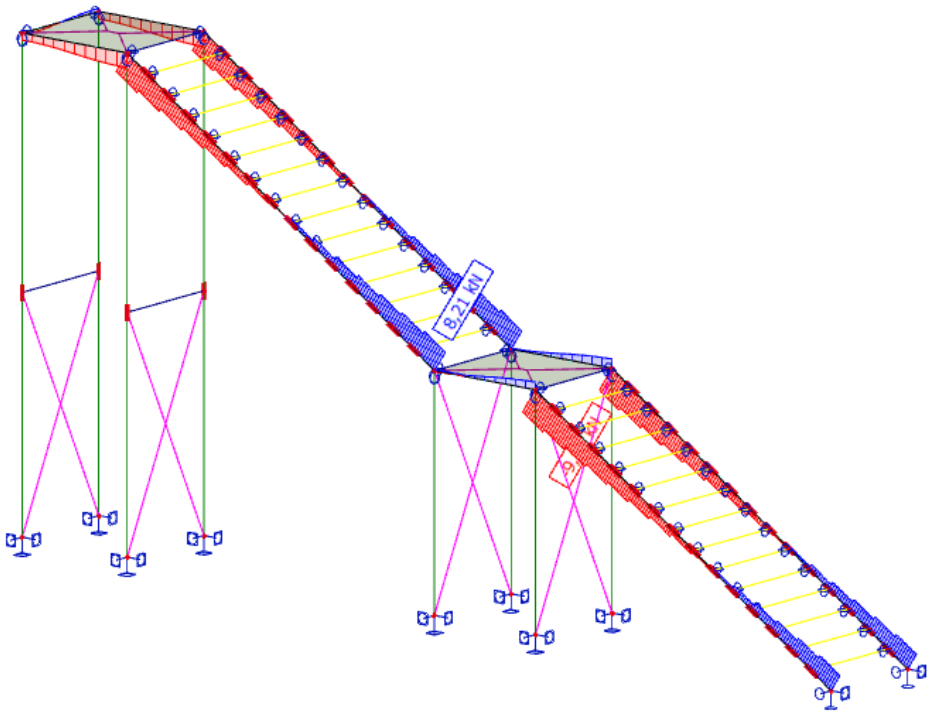

*Slika 15. Moment savijanja $M_z$ (kNm) – glavni nosači VST_GN- CFRHS 160 x 80 x 4*



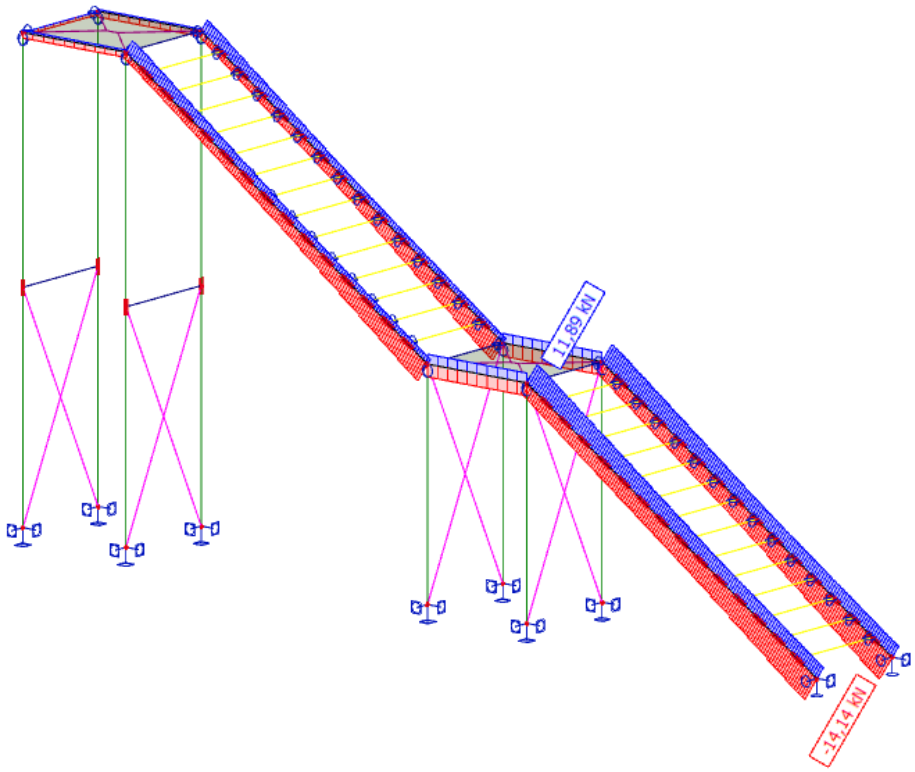

*Slika 16. Moment savijanja $M_x$ (kNm) – glavni nosači VST_GN- CFRHS 160 x 80 x 4*




*Slika 17. Poprečna sila $V_y$ (kN) – glavni nosači VST_GN- CFRHS 160 x 80 x 4*



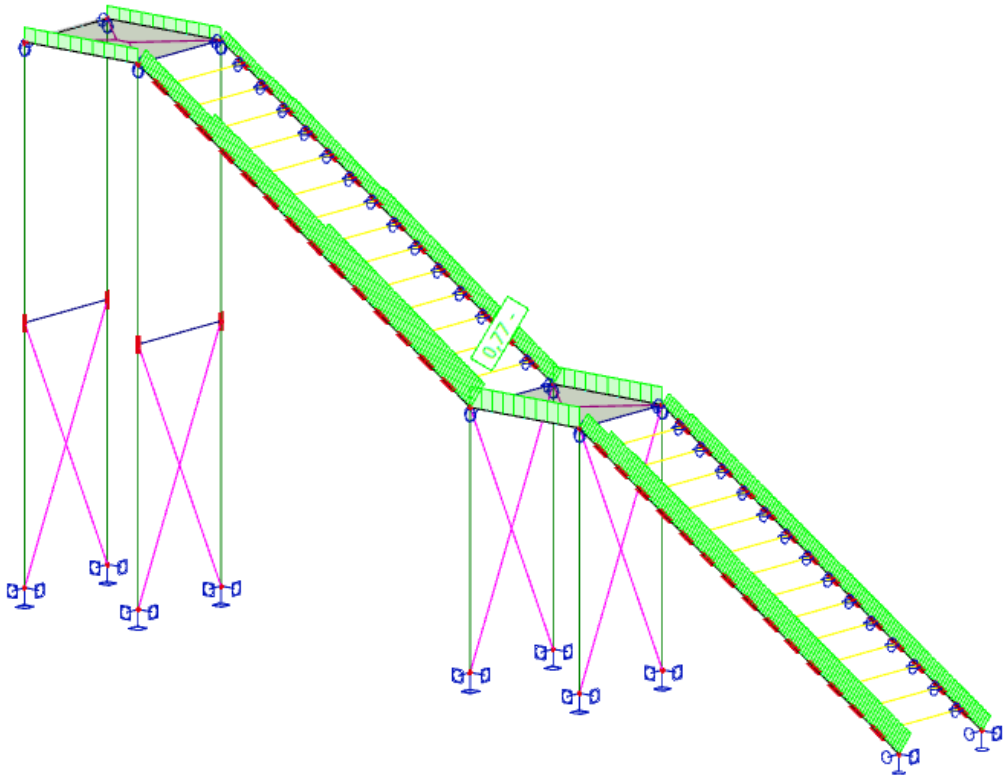

*Slika 18. Poprečna sila $V_z$ (kN) – glavni nosači VST_GN- CFRHS 160 x 80 x 4*




*Slika 19. Uzdužna sila N (kN) – glavni nosači VST_GN- CFRHS 160 x 80 x 4*

## Dimenzioniranje glavnih nosača

### *Granično stanje nosivosti*




*Slika 20. Grafički prikaz iskoristivosti glavnog nosača*

## EC-EN 1993 Steel check ULS

Values: **$UC_{Overall}$**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = VST_GN - CFRHS160X80X4

**EN 1993-1-1 Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B270** | **5,849 / 10,605 m** | **CFRHS160X80X4** | **Cold formed** | **S 235** | **GSN** | **0,77 -** |

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check.

| Combination key |
|---|
| GSN / 1.35*g + 1.35*dg + 1.50*q + 0.75*s + 1.50*q_h + 0.90*w1 (0) |

| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1,00 |

| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1,10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1,25 |

| Material | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 235,0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 360,0 | MPa |

**Section checks**
Section is classified as Class 3

| Section checks | Design force | Value | Unit | Resistance | Value | Unit | Unity check [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Compression | $N_{Ed}$ | -4,93 | kN | $N_{c,Rd}$ | 426,52 | kN | 0,01 |
| Shear $V_y$ | $V_{y,Ed}$ | 10,65 | kN | $V_{pl,y,Rd}$ | 82,08 | kN | 0,13 |
| Shear $V_z$ | $V_{z,Ed}$ | 7,81 | kN | $V_{pl,z,Rd}$ | 164,17 | kN | 0,05 |
| Bending $M_y$ | $M_{y,Ed}$ | -5,18 | kNm | $M_{pl,y,Rd}$ | 21,82 | kNm | 0,24 |
| Bending $M_z$ | $M_{z,Ed}$ | -6,42 | kNm | $M_{pl,z,Rd}$ | 12,34 | kNm | 0,52 |
| Torsion | $\tau_{Ed}$ | 29,9 | MPa | $\tau_{Rd}$ | 135,7 | MPa | 0,22 |

**Combined section checks**

| Combined section checks | Unity check [-] |
|---|---|
| Bending, Axial force and Shear | 0,44 |
| Shear $V_y$ and Torsion | 0,17 |
| Shear $V_z$ and Torsion | 0,06 |

**Stability checks**
Decisive position for stability classification: 5,849 m
Section is classified as Class 3
Buckling group : BG11

| Buckling axis | k | L [m] | $N_{cr}$ [kN] | $M_{cr}$ [kNm] | $\lambda_{rel}$ | $\chi$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| y-y | 0,71 | 3,395 | 1074,56 | | 0,63 | 1,00 |
| z-z | 0,84 | 4,003 | 263,32 | | 1,27 | 1,00 |
| LTB | 1,00 | 4,757 | | 408,96 | 0,23 | 1,00 |

**Combined stability checks**

| Interaction factors | $k_{yy}$ | $k_{yz}$ | $k_{zy}$ | $k_{zz}$ |
|---|---|---|---|---|
| Value | 1,01 | 0,55 | 0,67 | 1,00 |

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B270 position 10,605 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B270 position 5,849 m.

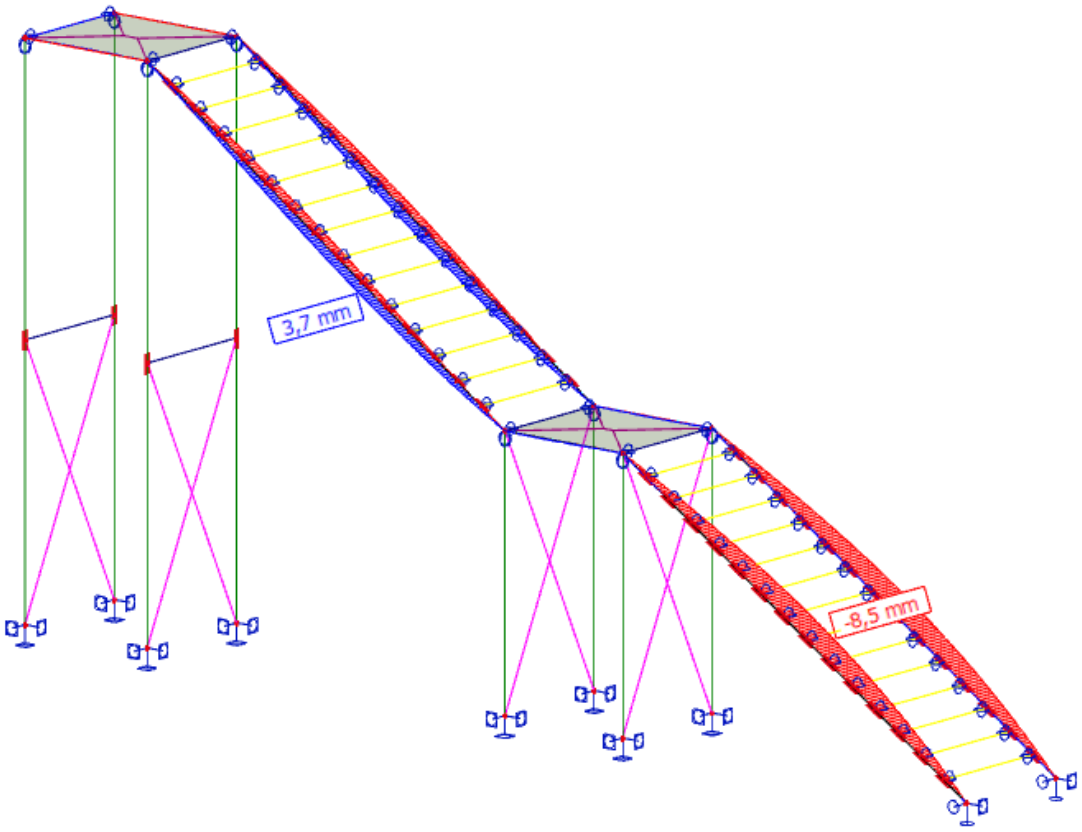
| Combined stability checks | $M_{y,Ed}$ [kNm] | $M_{z,Ed}$ [kNm] | Unity check [-] |
|---|---|---|---|
| Bending and Axial Compression | -5,51 | -6,42 | 0,77 |

***Granično stanje uporabljivosti***

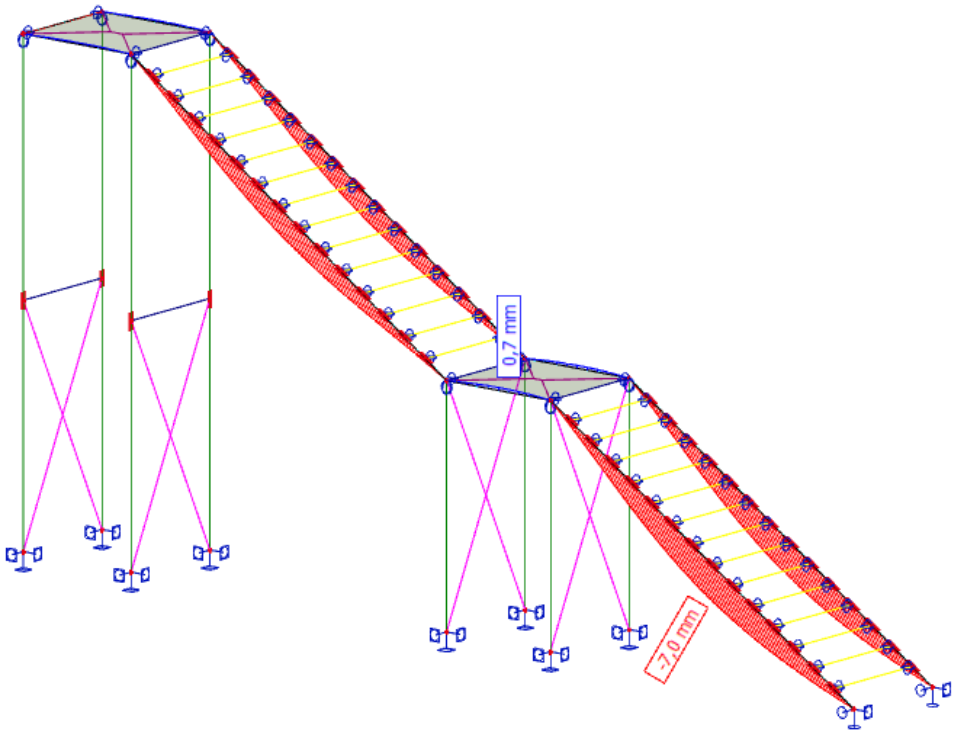
*Tablični prikaz maksimalnih pomaka glavnih nosača stubišta*

| Kombinacija | $u_y$ [mm] | $u_z$ [mm] |
|---|---|---|
| GSU-karakteristična/1 | **-8,5** | -6,6 |
| GSU-karakteristična/2 | **3,7** | -4,3 |
| GSU-karakteristična/3 | -7,4 | **-7,0** |
| GSU-karakteristična/3 | 0,2 | **0,7** |

| Kombinacija opterećenja | |
|---|---|
| GSU-karakteristična/1 | g + dg + q + 0.50*s + q_h + 0.60*w1 (0) |
| GSU-karakteristična/2 | g + dg + q + q_h + 0.60*w2 (90) |
| GSU-karakteristična/3 | g + dg + q + 0.50*s + q_h + 0.60*w2 (90) |




*Slika 21. Pomak $u_y$ (mm) –glavni nosači VST_GN- CFRHS 160 x 80 x 4*




*Slika 22. Pomak $u_z$ (mm) –glavni nosači VST_GN- CFRHS 160 x 80 x 4*

| | $u_y$ | | | $u_z$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Maksimalni pomak u =* | 8,5 mm | | *Maksimalni pomak u =* | 7,0 mm | |
| *Duljina nosača L =* | 4,55 m | | *Duljina nosača L =* | 4,55 m | |
| *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 18,2 mm | *(L / 250)* | *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 18,2 mm | *(L / 250)* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{max.} =$ 8,5 mm | < | $f_{p,dop.} =$ 18,2 mm | $f_{max.} =$ 7,0 mm | < | $f_{p,dop.} =$ 18,2 mm |

Iskoristivost: **46,70 %**

Iskoristivost: **38,46 %**

**Kontrola pomaka zadovoljava!**

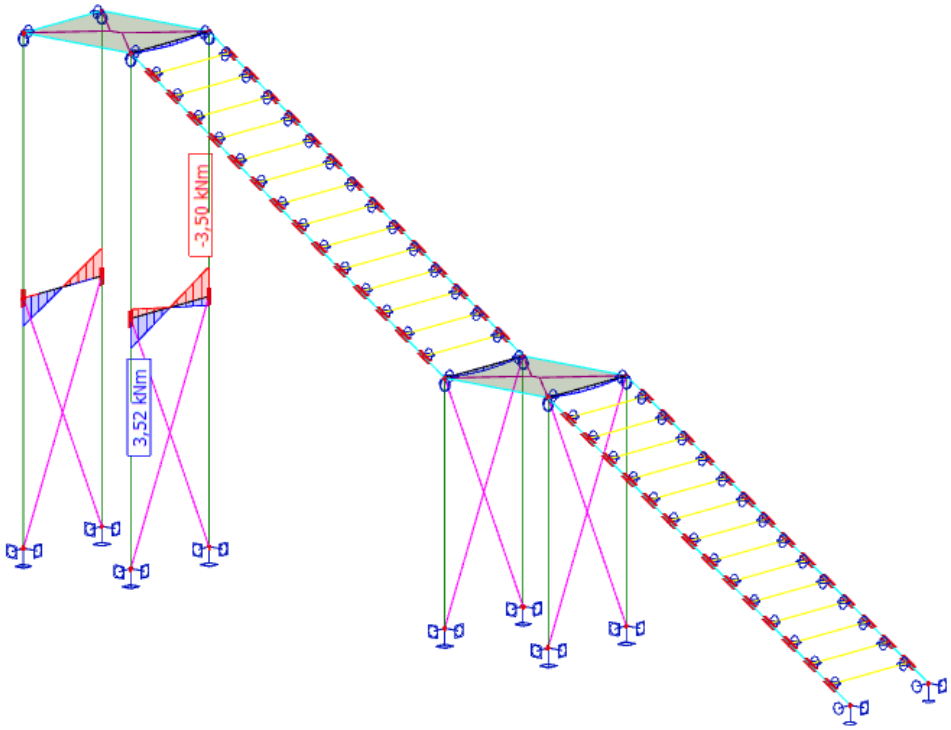
## 8.5.4. Sekundarni nosači na stupovima

### Prikaz karakterističnih reznih sila na sekundarne nosače

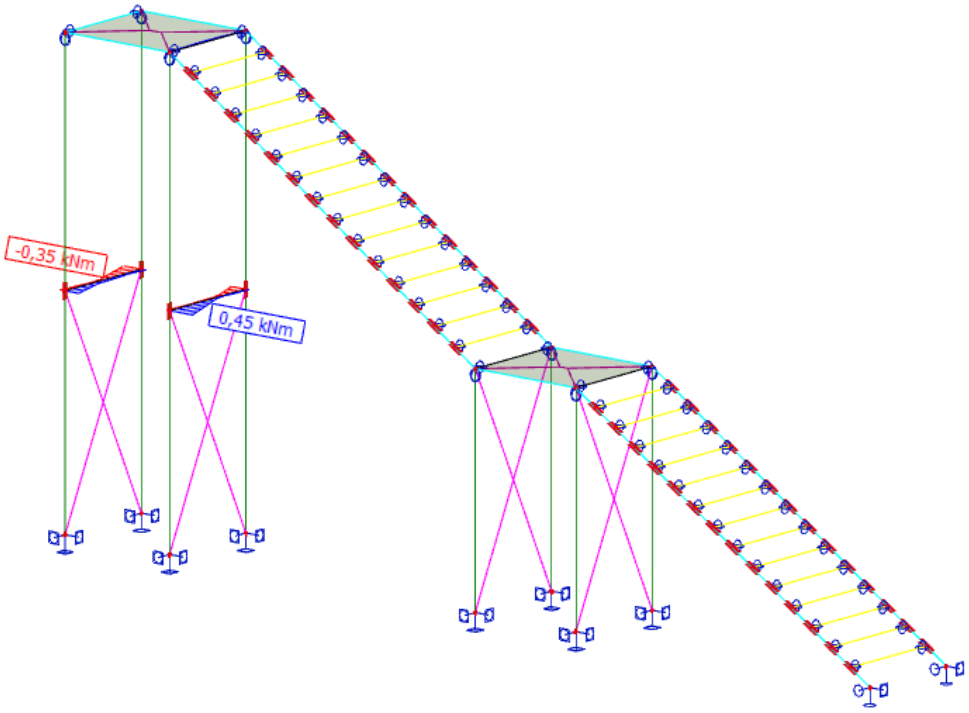
*Tablični prikaz maksimalnih reznih sila u sekundarnim nosačima*

| Kombinacija | N [kN] | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GSN/1 | **-12,76** | 0,00 | 0,94 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| GSN/2 | **13,35** | 0,00 | 1,04 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| GSN/3 | -0,02 | **0,35** | 0,06 | 0,00 | -0,01 | -0,02 |
| GSN/2 | 0,75 | -0,70 | **1,81** | **-0,06** | -1,06 | **0,45** |
| GSN/4 | -0,68 | 0,14 | -5,35 | **0,02** | 3,26 | -0,09 |
| GSN/4 | -0,33 | 0,09 | **-5,91** | 0,01 | **-3,50** | 0,06 |
| GSN/5 | -0,43 | 0,09 | -5,81 | 0,01 | **3,52** | -0,05 |
| GSN/6 | -0,02 | **-0,71** | -0,13 | -0,05 | -0,05 | **-0,35** |

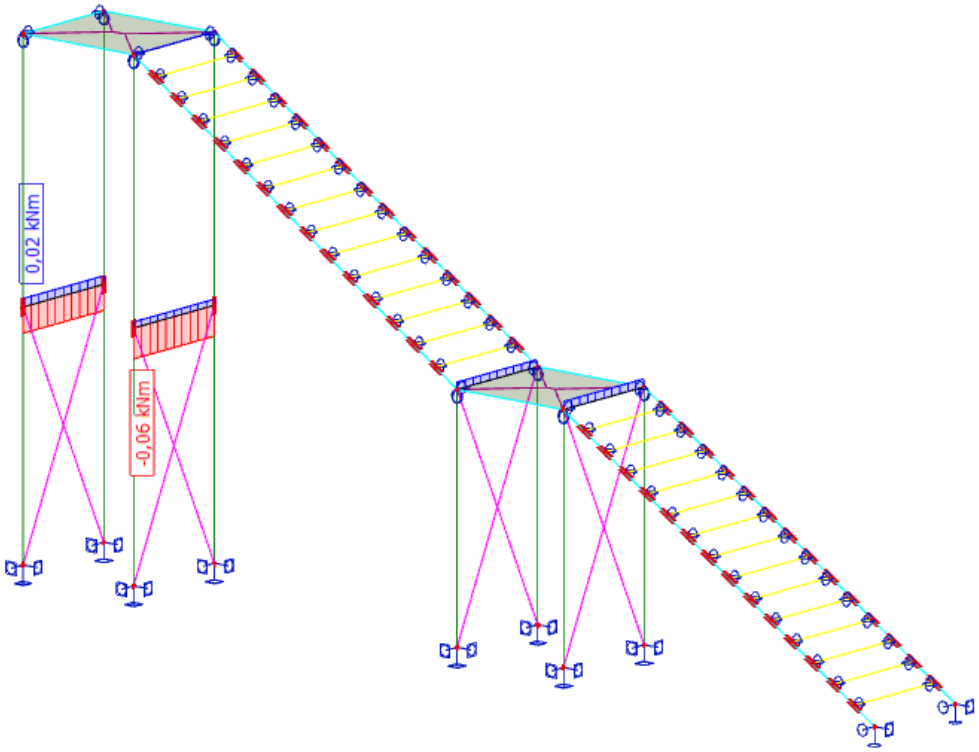
| Kombinacija opterećenja | |
|---|---|
| GSN/1 | g + dg + 1.50*q + 1.50*q_h + 0.90*w1 (0) |
| GSN/2 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.50*q + 0.75*s + 1.50*q_h + 0.90*w2 (90) |
| GSN/3 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.50*w3 (270) |
| GSN/4 | 1.35*g + 1.35*dg + 0.75*s + 1.50*w1 (0) |
| GSN/5 | g + dg + 1.50*w1 (0) |
| GSN/6 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.50*q + 0.75*s + 1.50*q_h + 0.90*w3 (270) |




*Slika 23. Moment savijanja $M_y$ (kNm) – sekundarni nosači VST_HN- CFRHS 80 x 80 x 3*

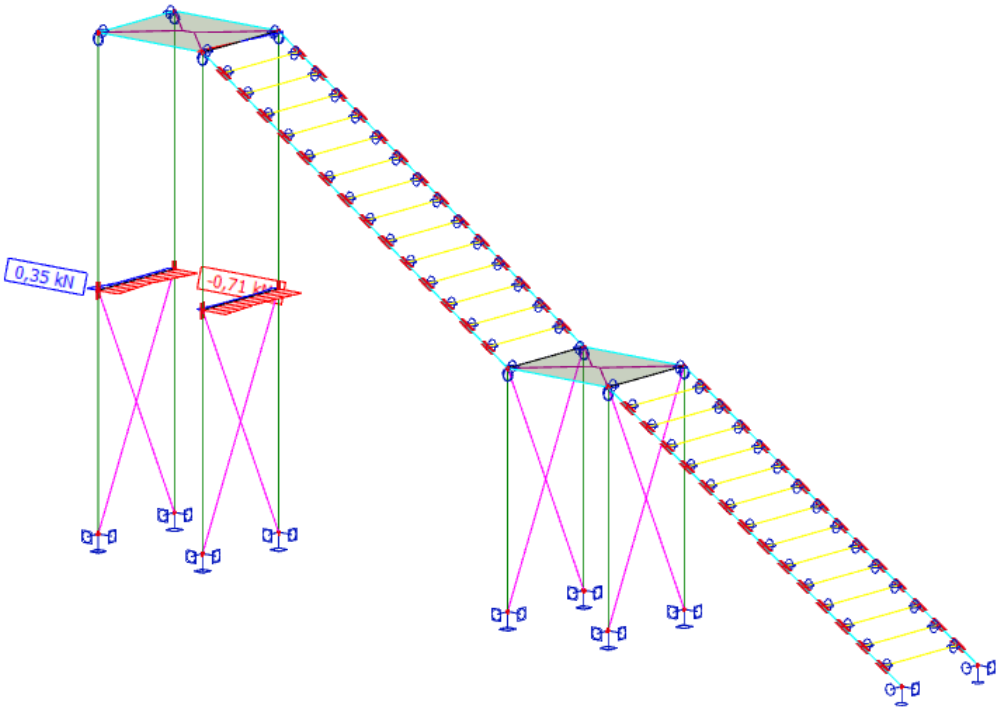



*Slika 24. Moment savijanja $M_z$ (kNm) – sekundarni nosači VST_HN- CFRHS 80 x 80 x 3*

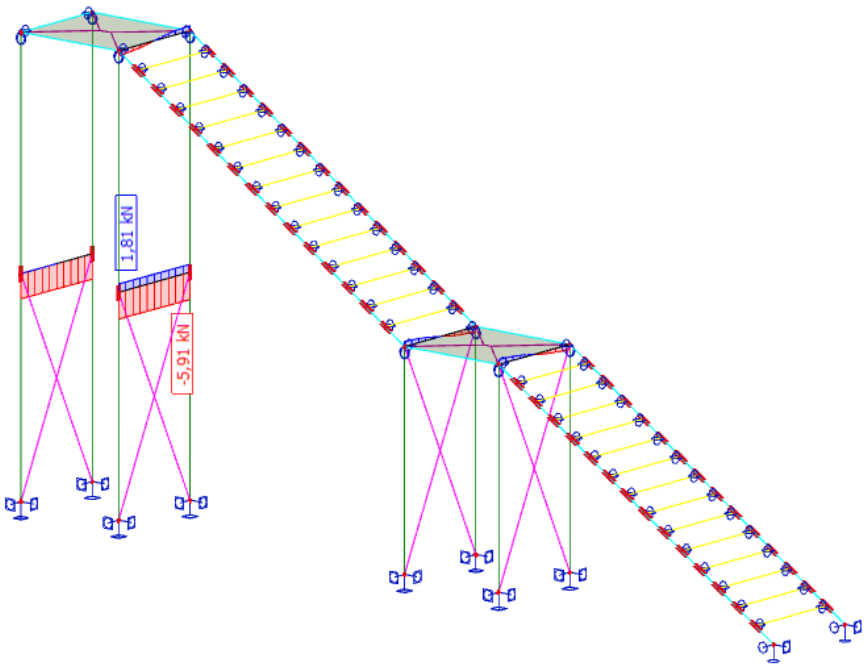



*Slika 25. Moment savijanja $M_x$ (kNm) – sekundarni nosači*

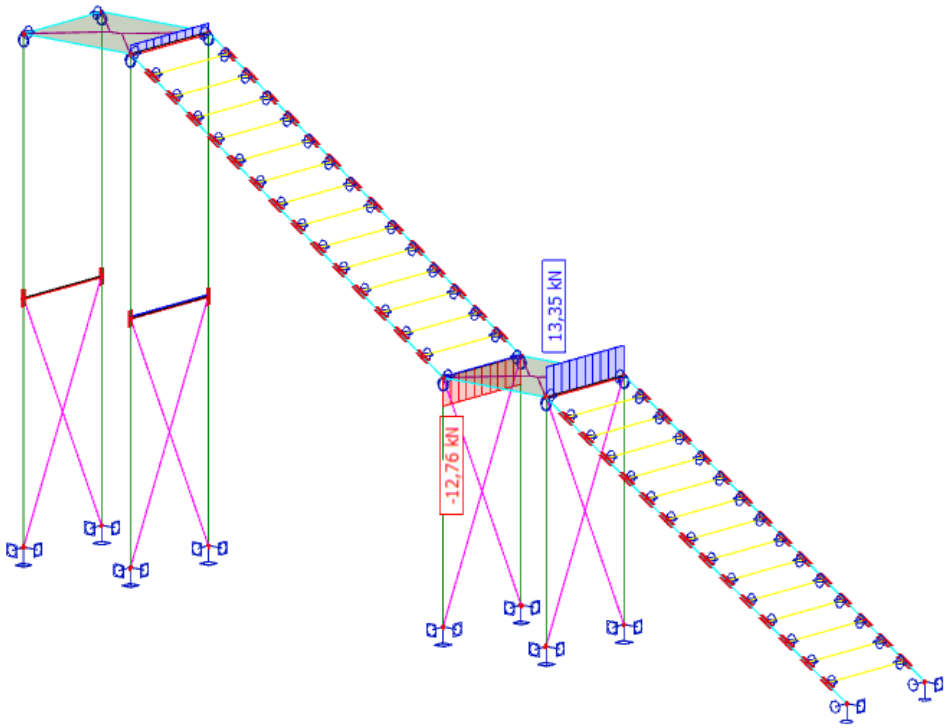
*VST_HN- CFRHS 80 x 80 x 3*




*Slika 26. Poprečna sila $V_y$ (kN) – sekundarni nosači VST_HN- CFRHS 80 x 80 x 3*



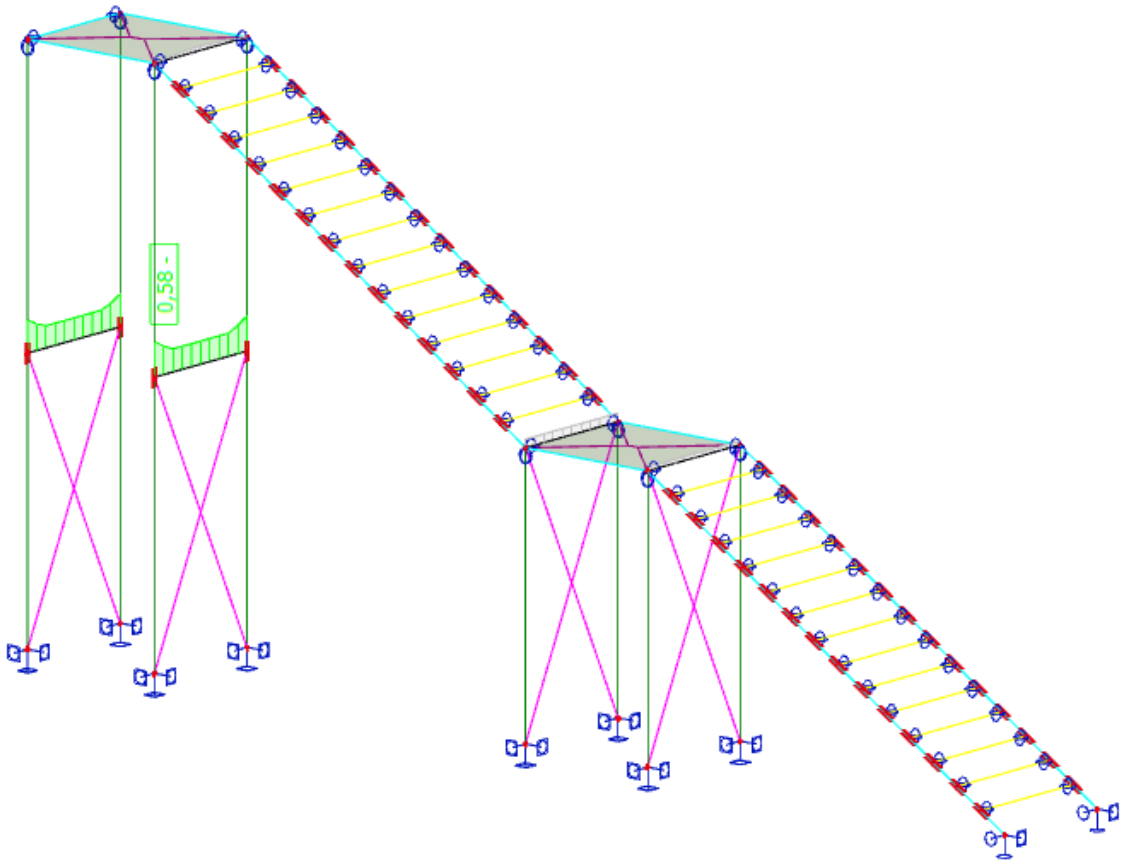

*Slika 27. Poprečna sila $V_z$ (kN) – sekundarni nosači VST_HN- CFRHS 80 x 80 x 3*




*Slika 28. Uzdužna sila N (kN) – sekundarni nosači VST_HN- CFRHS 80 x 80 x 3*

## Dimenzioniranje sekundarnih nosača

### *Granično stanje nosivosti*




*Slika 29. Grafički prikaz iskoristivosti sekundarnog nosača*

## EC-EN 1993 Steel check ULS

Values: **$UC_{Overall}$**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = VST_HN - CFRHS80X80X3

**EN 1993-1-1 Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B278** | **0,000 / 1,200 m** | **CFRHS80X80X3** | **Cold formed** | **S 235** | **GSN** | **0,58 -** |

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check.

| Combination key |
|---|
| GSN / g + dg + 1.50*w1 (0) |

| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1,00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1,10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1,25 |

| Material | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 235,0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 360,0 | MPa |

**Section checks**
Section is classified as Class 1

| Section checks | Design force | Value | Unit | Resistance | Value | Unit | Unity check [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Compression | $N_{Ed}$ | -0,43 | kN | $N_{c,Rd}$ | 211,74 | kN | 0,00 |
| Shear $V_y$ | $V_{y,Ed}$ | 0,09 | kN | $V_{pl,y,Rd}$ | 61,12 | kN | 0,00 |
| Shear $V_z$ | $V_{z,Ed}$ | -5,81 | kN | $V_{pl,z,Rd}$ | 61,12 | kN | 0,10 |
| Bending $M_y$ | $M_{y,Ed}$ | 3,52 | kNm | $M_{pl,y,Rd}$ | 6,06 | kNm | 0,58 |
| Bending $M_z$ | $M_{z,Ed}$ | -0,05 | kNm | $M_{pl,z,Rd}$ | 6,06 | kNm | 0,01 |
| Torsion | $\tau_{Ed}$ | 0,3 | MPa | $\tau_{Rd}$ | 135,7 | MPa | 0,00 |

**Combined section checks**

| Combined section checks | Unity check [-] |
|---|---|
| Bending, Axial force and Shear | 0,41 |

**Stability checks**
Decisive position for stability classification: 0,000 m
Section is classified as Class 1
Buckling group : Default

| Buckling axis | k | L [m] | $N_{cr}$ [kN] | $M_{cr}$ [kNm] | $\lambda_{rel}$ | $\chi$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| y-y | 1,39 | 1,669 | 653,45 | | 0,57 | 1,00 |
| z-z | 0,87 | 1,047 | 1660,54 | | 0,36 | 1,00 |
| LTB | 1,00 | 1,200 | | 987,94 | 0,08 | 1,00 |

**Combined stability checks**

| Interaction factors | $k_{yy}$ | $k_{yz}$ | $k_{zy}$ | $k_{zz}$ |
|---|---|---|---|---|
| Value | 0,58 | 0,38 | 0,35 | 0,63 |

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B278 position 0,000 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B278 position 1,200 m.

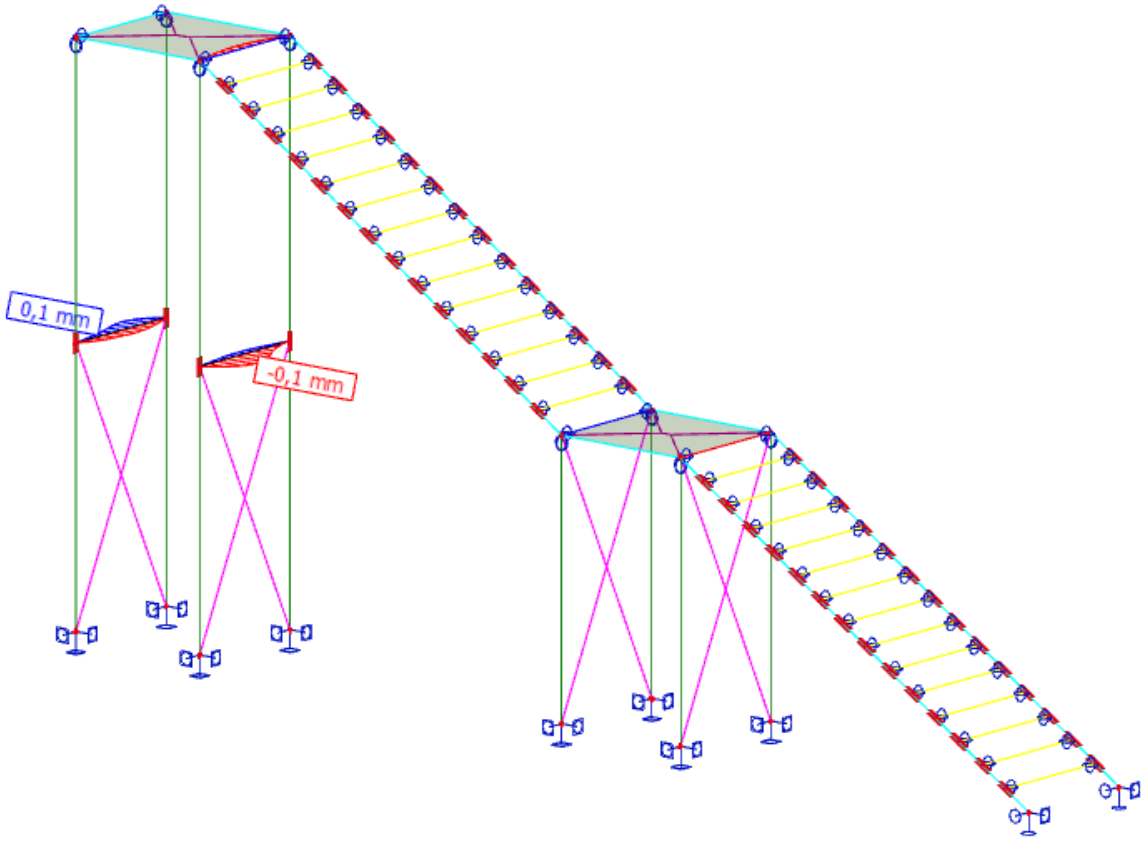
| Combined stability checks | $M_{y,Ed}$ [kNm] | $M_{z,Ed}$ [kNm] | Unity check [-] |
|---|---|---|---|
| Bending and Axial Compression | 3,52 | 0,06 | 0,38 |

***Granično stanje uporabljivosti***

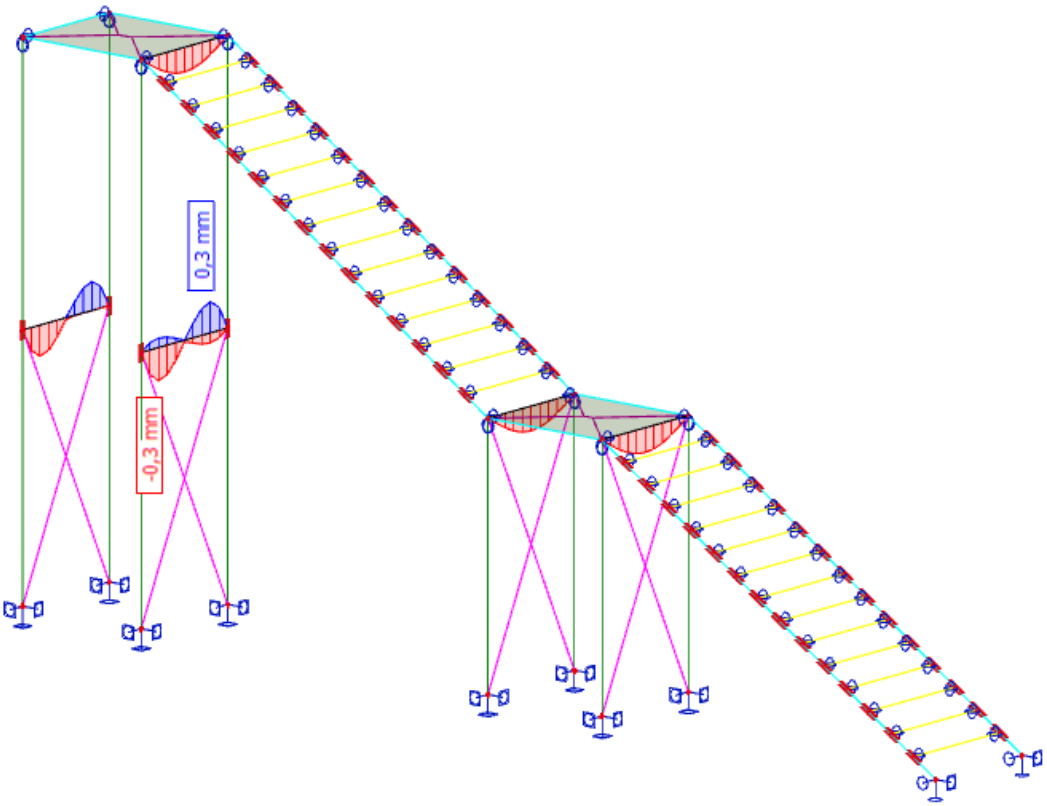
*Tablični prikaz maksimalnih pomaka sekundarnih nosača stubišta*

| Kombinacija | $u_y$ [mm] | $u_z$ [mm] |
|---|---|---|
| GSU-karakteristična/1 | **-0,1** | 0,1 |
| GSU-karakteristična/2 | **0,1** | 0,0 |
| GSU-karakteristična/3 | 0,0 | **-0,3** |
| GSU-karakteristična/4 | 0,0 | **0,3** |

| Kombinacija opterećenja | |
|---|---|
| GSU-karakteristična/1 | g + dg + q + q_h + 0.60*w3 (270) |
| GSU-karakteristična/2 | g + dg + q + q_h + 0.60*w2 (90) |
| GSU-karakteristična/3 | g + dg + w1 (0) |
| GSU-karakteristična/4 | g + dg + 0.50*s + w1 (0) |




*Slika 30. Pomak $u_y$ (mm) –sekundarni nosači VST_HN- CFRHS 80 x 80 x 3*




*Slika 31. Pomak $u_z$ (mm) – sekundarni nosači VST_HN- CFRHS 80 x 80 x 3*

| | $u_y$ | | | $u_z$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Maksimalni pomak u =* | 0,1 mm | | *Maksimalni pomak u =* | 0,3 mm | |
| *Duljina nosača L =* | 1,20 m | | *Duljina nosača L =* | 1,20 m | |
| *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 4,8 mm | *(L / 250)* | *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 4,8 mm | *(L / 250)* |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f_{max.}$ = | 0,1 mm | < | $f_{p,dop.}$ = | 4,8 mm | $f_{max.}$ = | 0,3 mm | < | $f_{p,dop.}$ = | 4,8 mm |

Iskoristivost: **2,08 %**

Iskoristivost: **6,25 %**

**Kontrola pomaka zadovoljava!**

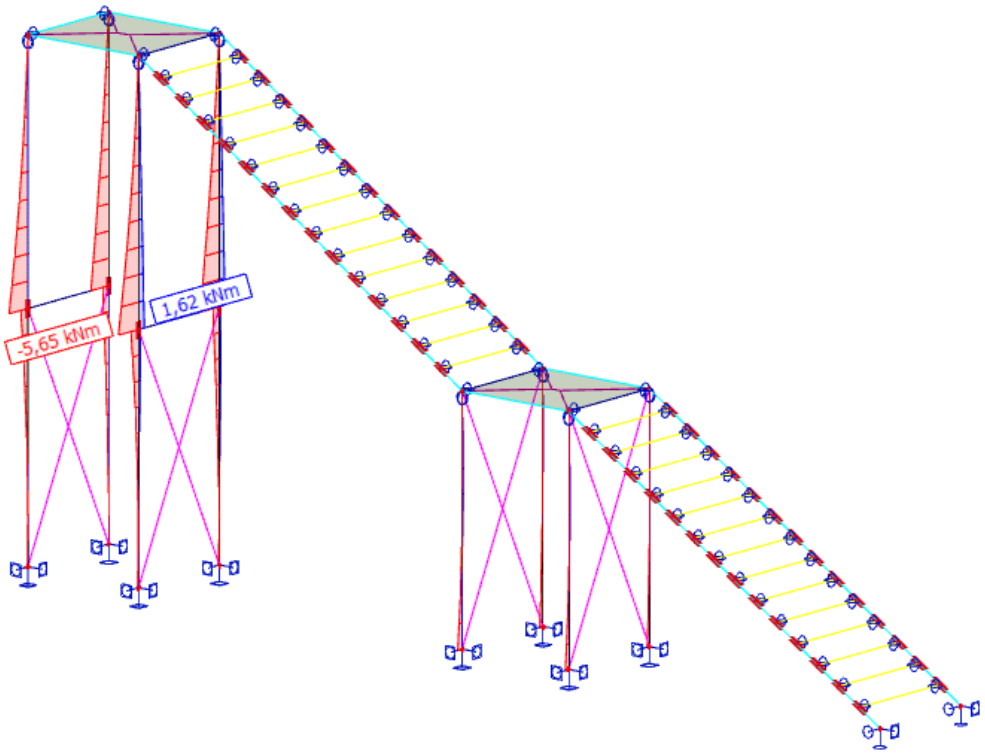
## 8.5.5. Stupovi

### Prikaz karakterističnih reznih sila na stupove

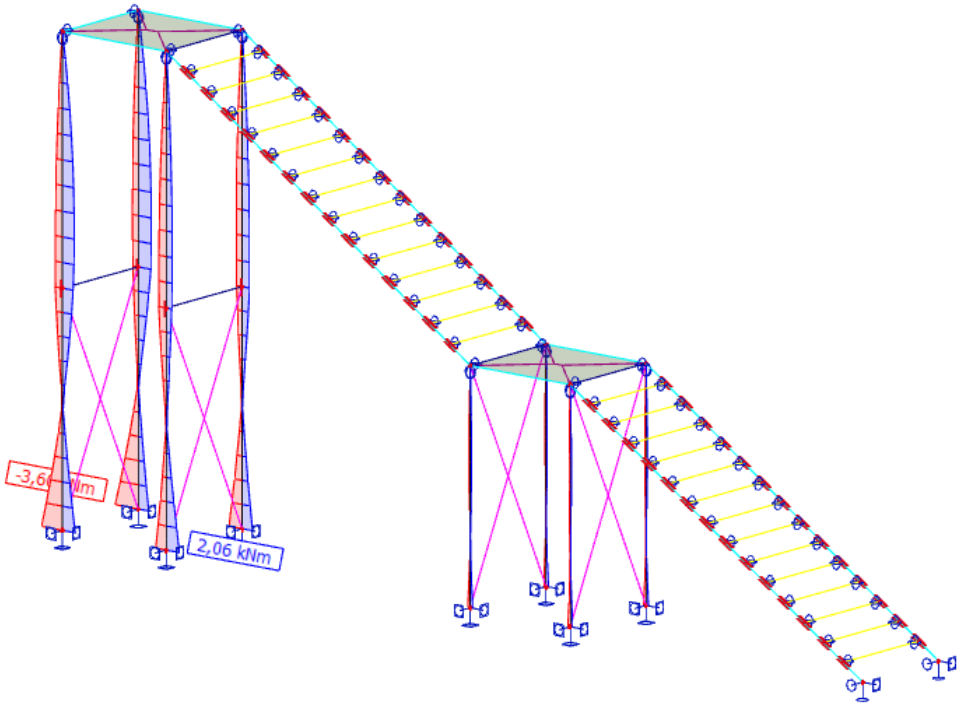
*Tablični prikaz maksimalnih reznih sila u stupovima*

| Kombinacija | N [kN] | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GSN/1 | **-25,21** | 0,23 | -0,02 | 0,16 | 0,00 | -0,31 |
| GSN/2 | **15,30** | 0,10 | -1,85 | -0,08 | -1,99 | 0,12 |
| GSN/3 | 0,94 | **-1,89** | 0,02 | 0,45 | 0,00 | 0,00 |
| GSN/2 | 8,77 | 0,07 | **-1,93** | -0,05 | -2,13 | 0,08 |
| GSN/2 | 1,04 | -0,04 | 2,68 | **-0,18** | -3,70 | 0,08 |
| GSN/4 | -17,29 | 0,00 | -0,61 | **0,80** | 1,62 | -0,93 |
| GSN/5 | -5,50 | -0,03 | **3,30** | -0,10 | **-5,65** | 0,07 |
| GSN/6 | -13,19 | 0,32 | -0,61 | 0,79 | **1,62** | 0,08 |
| GSN/7 | -0,04 | **3,33** | -0,01 | 0,19 | 0,00 | **-3,60** |
| GSN/8 | -17,15 | -1,84 | 0,21 | 0,24 | -0,13 | **2,06** |

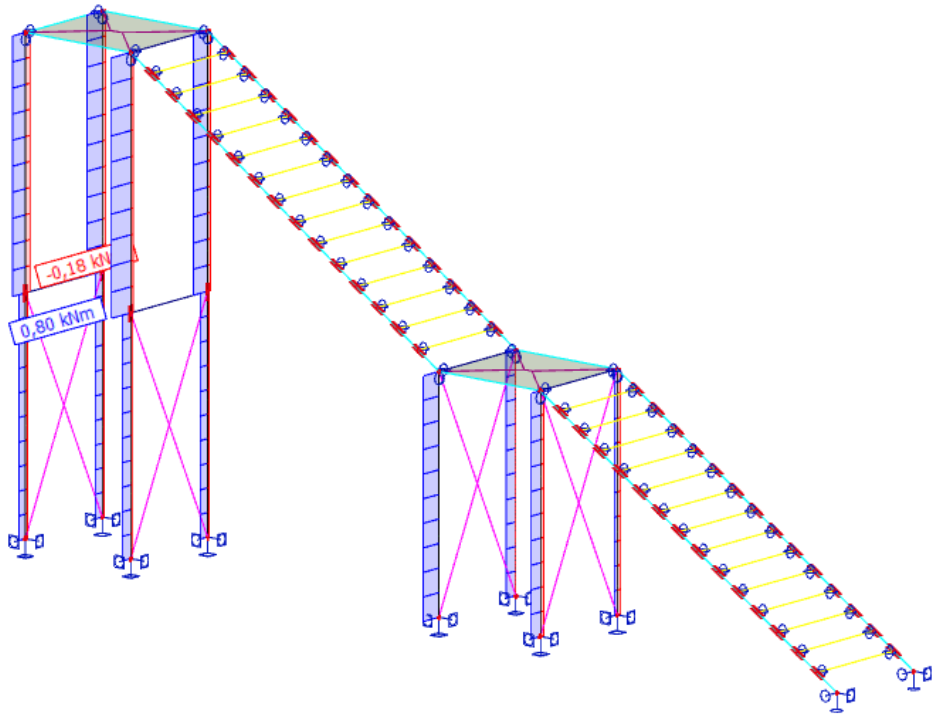
| Kombinacija opterećenja | |
|---|---|
| GSN/1 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.05*q + 0.75*s + 1.05*q_h + 1.50*w1 (0) |
| GSN/2 | 1.35*g + 1.35*dg + 0.75*s + 1.50*w1 (0) |
| GSN/3 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.05*q + 0.75*s + 1.05*q_h + 1.50*w3 (270) |
| GSN/4 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.50*q + 0.75*s + 1.50*q_h + 0.90*w2 (90) |
| GSN/5 | g + dg + 0.75*s + 1.50*w1 (0) |
| GSN/6 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.50*q + 1.50*q_h + 0.90*w3 (270) |
| GSN/7 | g + dg + 1.05*q + 1.05*q_h + 1.50*w3 (270) |
| GSN/8 | 1.35*g + 1.35*dg + 1.05*q + 0.75*s + 1.05*q_h + 1.50*w2 (90) |



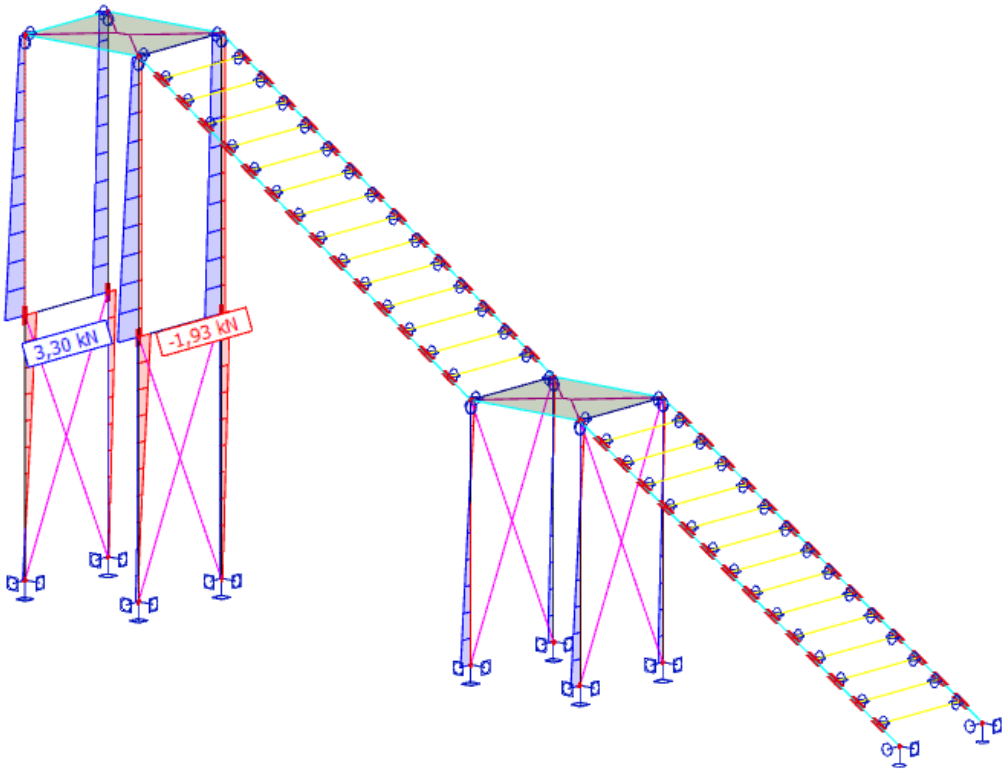

*Slika 32. Moment savijanja $M_y$ (kNm) – stupovi VST_S- CFRHS 100 x 100 x 3*



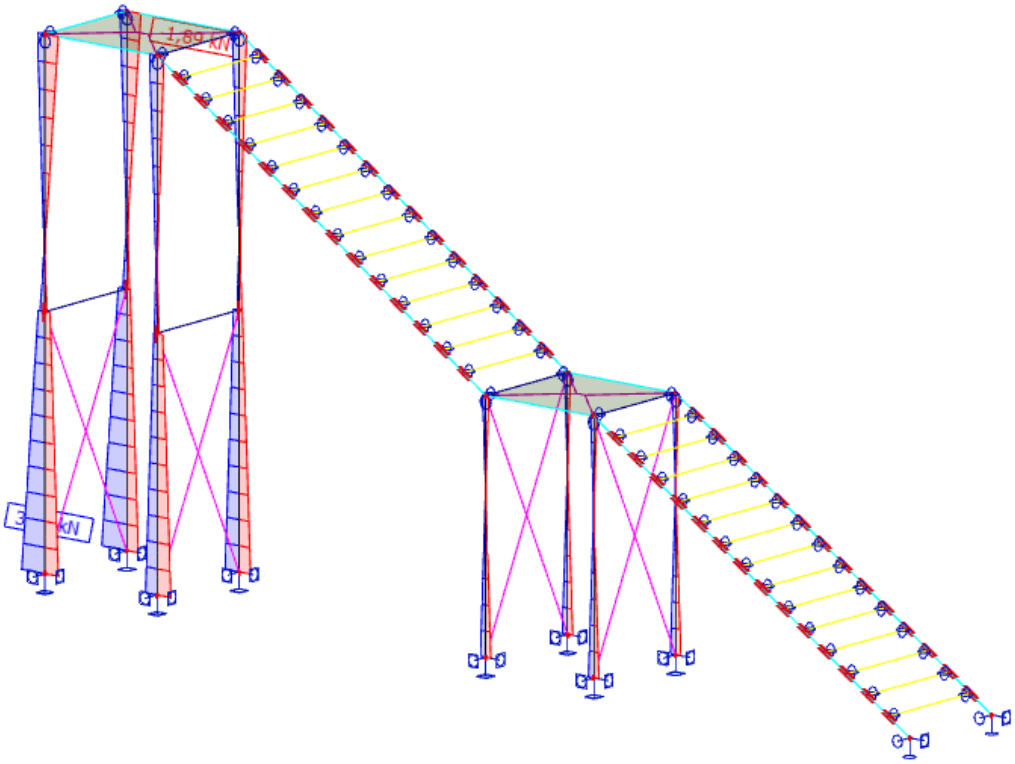

*Slika 33. Moment savijanja $M_z$ (kNm) - stupovi VST_S- CFRHS 100 x 100 x 3*



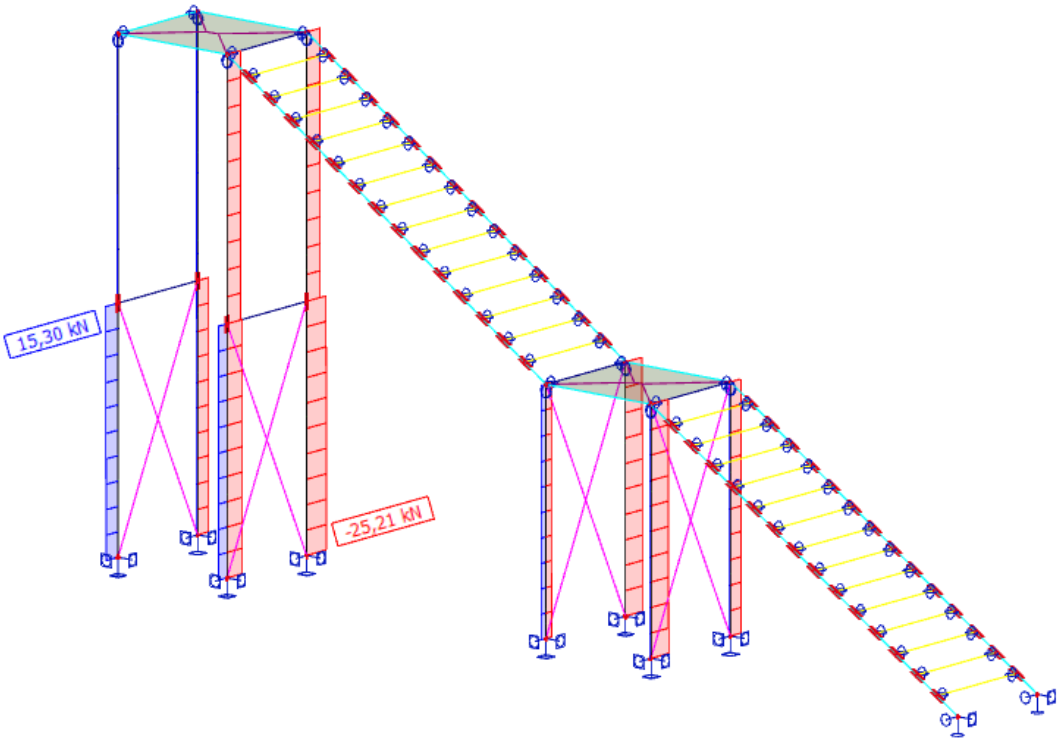

*Slika 34. Moment savijanja $M_x$ (kNm) – stupovi VST_S- CFRHS 100 x 100 x 3*




*Slika 35. Poprečna sila $V_z$ (kN) – stupovi VST_S- CFRHS 100 x 100 x 3*



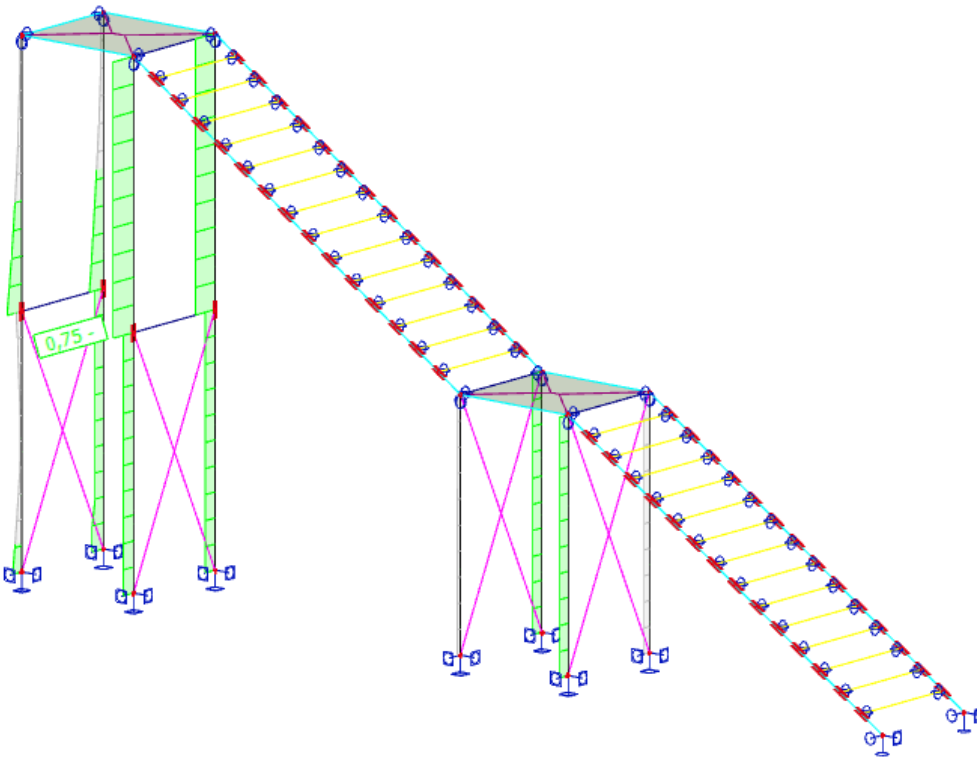

*Slika 36. Poprečna sila $V_y$ (kN) – stupovi VST_S- CFRHS 100 x 100 x 3*




*Slika 37. Uzdužna sila N (kN) – stupovi VST_S- CFRHS 100 x 100 x 3*

## Dimenzioniranje stupova

### *Granično stanje nosivosti*




*Slika 38. Grafičkim prikaz iskoristivosti stupova*

## EC-EN 1993 Steel check ULS

Values: **$UC_{Overall}$**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = VST_S - CFRHS100X100X3

**EN 1993-1-1 Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B265** | **2,500 / 5,150 m** | **CFRHS100X100X3** | **Cold formed** | **S 235** | **GSN** | **0,75 -** |

Note: EN 1993-1-3 article 1.1(3) specifies that this part does not apply to cold formed CHS and RHS sections. The default EN 1993-1-1 code check is executed instead of the EN 1993-1-3 code check.

| Combination key |
|---|
| GSN / 1.35*g + 1.35*dg + 0.75*s + 1.50*w1 (0) |

| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1,00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1,10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1,25 |

| Material | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 235,0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 360,0 | MPa |

**Section checks**
Section is classified as Class 2

| Section checks | Design force | Value | Unit | Resistance | Value | Unit | Unity check [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Compression | $N_{Ed}$ | -7,21 | kN | $N_{c,Rd}$ | 268,13 | kN | 0,03 |
| Shear $V_y$ | $V_{y,Ed}$ | -0,03 | kN | $V_{pl,y,Rd}$ | 77,40 | kN | 0,00 |
| Shear $V_z$ | $V_{z,Ed}$ | 3,30 | kN | $V_{pl,z,Rd}$ | 77,40 | kN | 0,04 |
| Bending $M_y$ | $M_{y,Ed}$ | -5,65 | kNm | $M_{pl,y,Rd}$ | 9,68 | kNm | 0,58 |
| Bending $M_z$ | $M_{z,Ed}$ | 0,07 | kNm | $M_{pl,z,Rd}$ | 9,68 | kNm | 0,01 |
| Torsion | $\tau_{Ed}$ | 1,8 | MPa | $\tau_{Rd}$ | 135,7 | MPa | 0,01 |

**Combined section checks**

| Combined section checks | Unity check [-] |
|---|---|
| Bending, Axial force and Shear | 0,41 |

**Stability checks**
Decisive position for stability classification: 2,500 m
Section is classified as Class 2
Buckling group : Default

| Buckling axis | k | L [m] | $N_{cr}$ [kN] | $M_{cr}$ [kNm] | $\lambda_{rel}$ | $\chi$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| y-y | 2,25 | 5,960 | 103,32 | | 1,61 | 0,28 |
| z-z | 0,70 | 3,605 | 282,36 | | 0,97 | 0,55 |
| LTB | 1,00 | 5,150 | | 237,99 | 0,20 | 1,00 |

| Stability checks | Design force | Value | Unit | Resistance | Value | Unit | Unity check [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Flexural buckling | $N_{Ed}$ | -7,21 | kN | $N_{b,Rd}$ | 68,53 | kN | 0,11 |

**Combined stability checks**

| Interaction factors | $k_{yy}$ | $k_{yz}$ | $k_{zy}$ | $k_{zz}$ |
|---|---|---|---|---|
| Value | 1,00 | 0,62 | 0,66 | 1,02 |

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B265 position 2,500 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B265 position 0,000 m.

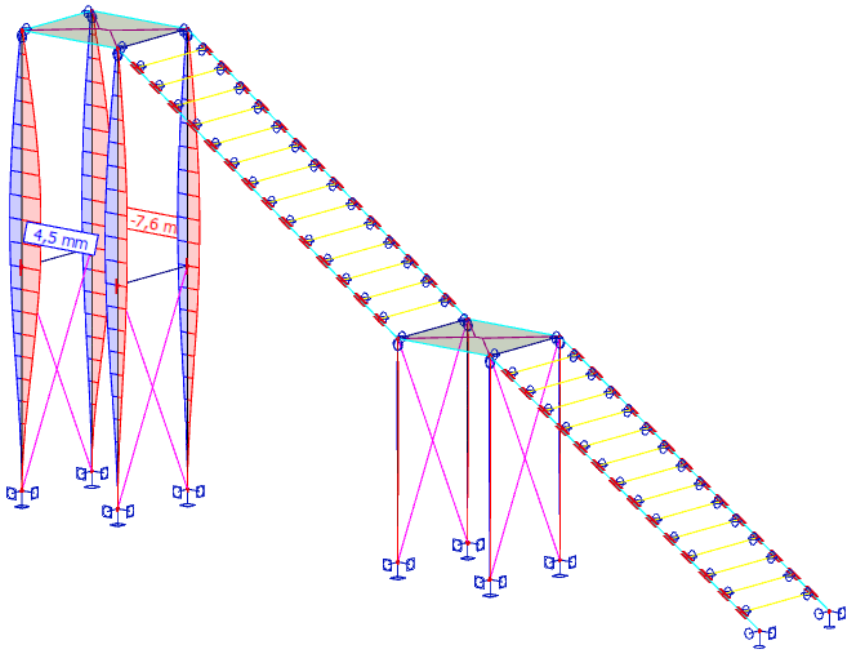
| Combined stability checks | $M_{y,Ed}$ [kNm] | $M_{z,Ed}$ [kNm] | Unity check [-] |
|---|---|---|---|
| Bending and Axial Compression | -5,65 | -0,09 | 0,75 |

***Granično stanje uporabljivosti***

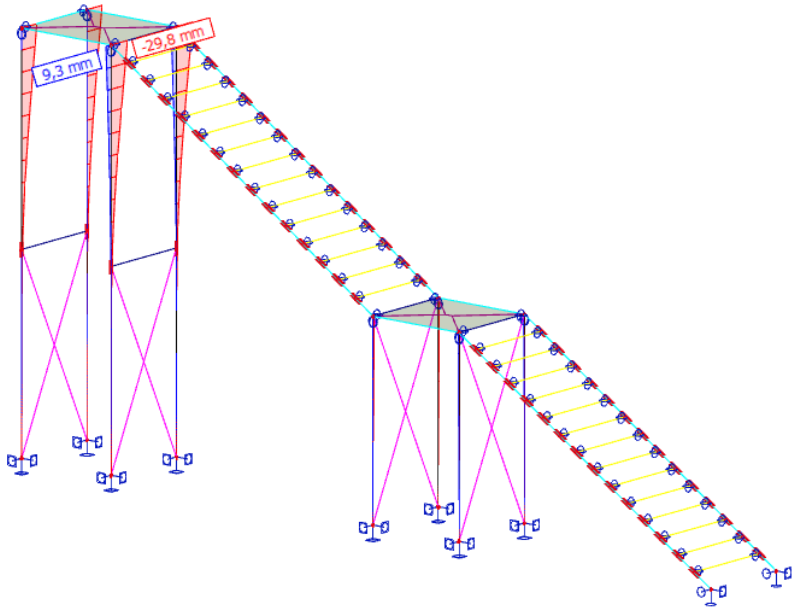
*Tablični prikaz maksimalnih pomaka stupova platforme*

| Kombinacija | $u_y$ [mm] | $u_z$ [mm] |
|---|---|---|
| GSU-karakteristična/1 | 0,2 | -23,3 |
| GSU-karakteristična/2 | **-7,6** | 0,0 |
| GSU-karakteristična/3 | **4,5** | 0,8 |
| GSU-karakteristična/4 | 0,0 | **-29,8** |
| GSU-karakteristična/5 | 0,0 | -27,4 |
| GSU-karakteristična/6 | 0,1 | **9,3** |
| GSU-karakteristična/4 | 0,1 | -29,8 |
| GSU-karakteristična/2 | -3,3 | 0,0 |
| GSU-karakteristična/7 | -0,1 | -0,3 |

| Kombinacija opterećenja | |
|---|---|
| GSU-karakteristična/1 | g + dg + 0.70*q + 0.50*s + 0.70*q_h + w1 (0) |
| GSU-karakteristična/2 | g + dg + 0.70*q + 0.70*q_h + w3 (270) |
| GSU-karakteristična/3 | g + dg + 0.70*q + 0.50*s + 0.70*q_h + w2 (90) |
| GSU-karakteristična/4 | g + dg + w1 (0) |
| GSU-karakteristična/5 | g + dg + 0.50*s + w1 (0) |
| GSU-karakteristična/6 | g + dg + q + q_h + 0.60*w3 (270) |
| GSU-karakteristična/7 | g + dg + 0.70*q + 0.50*s + 0.70*q_h + w3 (270) |




*Slika 39. Pomak $u_y$ (mm) – stupovi VST_S- CFRHS 100 x 100 x 3*




*Slika 40. Pomak $u_z$ (mm) – stupovi VST_S- CFRHS 100 x 100 x 3*

| | $u_y$ | |
|---|---|---|
| *Maksimalni pomak u =* | 7,6 mm | |
| *Duljina nosača L =* | 5,15 m | |
| *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 20,6 mm | *(L / 250)* |

| | $u_z$ | |
|---|---|---|
| *Maksimalni pomak u =* | 29,8 mm | |
| *Duljina nosača L =* | 5,15 m | |
| *Dopušteni pomak $f_{p,dop.}$ =* | 34,3 mm | *(L / 150)* |

$f_{max.} =$ 7,6 mm < $f_{p,dop.} =$ 20,6 mm

Iskoristivost: **36,89 %**

$f_{max.} =$ 29,8 mm < $f_{p,dop.} =$ 34,3 mm

Iskoristivost: **86,80 %**

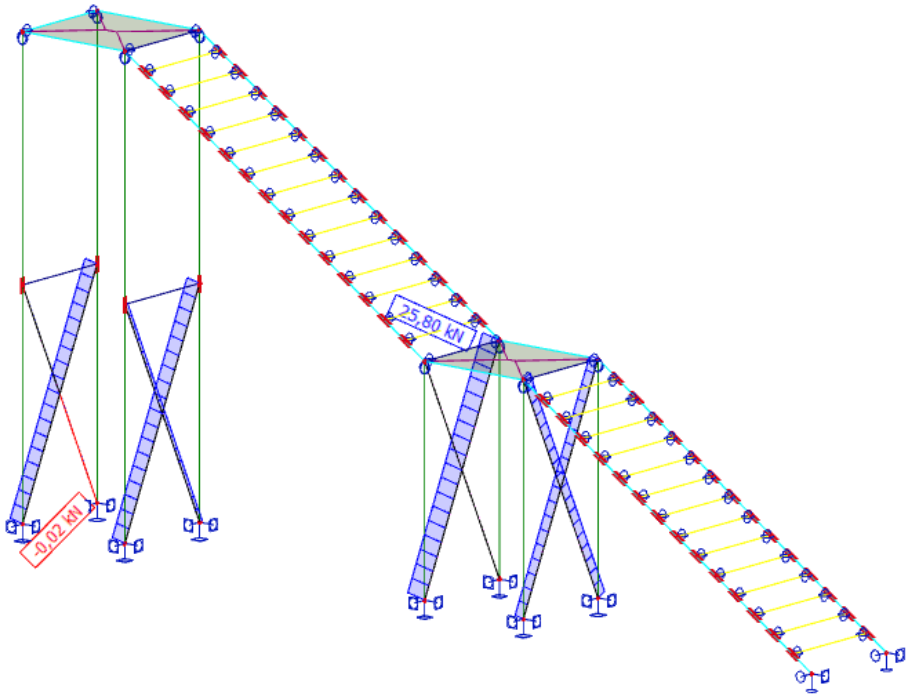
**Kontrola pomaka zadovoljava!**

## 8.5.6. Spregovi

### Prikaz karakterističnih reznih sila na spregove

*Tablični prikaz maksimalnih reznih sila u spregovima stubišta*

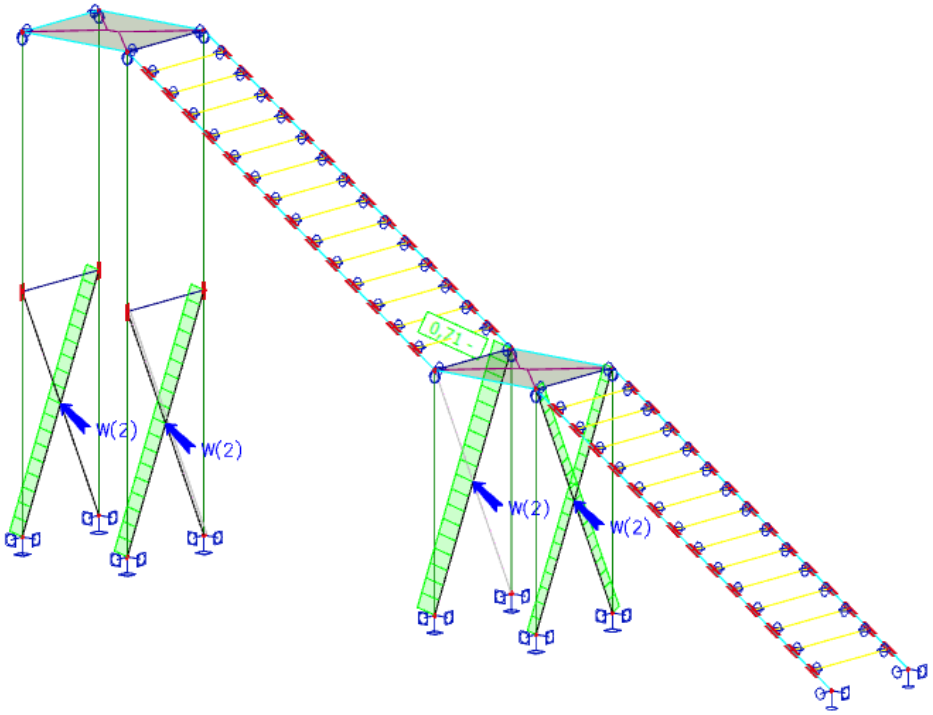
| Kombinacija | N [kN] | $V_y$ [kN] | $V_z$ [kN] | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $M_z$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NC_GSN.34 | **-0,02** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| NC_GSN.59 | **25,80** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,00** |




*Slika 41. Uzdužna sila N (kN) – spregovi VST_SP- RD14 mm*

## Dimenzioniranje spregova

### *Granično stanje nosivosti*




*Slika 47: Grafički prikaz iskoristivosti spregova*

# EC-EN 1993 Steel check ULS

Values: **$UC_{Overall}$**
Nonlinear calculation
Class: RC_NC_GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = VST_SP - RD14

**EN 1993-1-1 Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B274** | **2,773 / 2,773 m** | **RD14** | **Rolled** | **S 235** | **RC_NC_GSN** | **0,71 -** |

| Combination key |
|---|
| RC_NC_GSN / NC_GSN.59 |

| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1,00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1,10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1,25 |

| Material | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 235,0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 360,0 | MPa |

**Warning:** Strength reduction in function of the thickness is not supported for this type of cross-section.

**Section checks**
Section is classified as Class 3

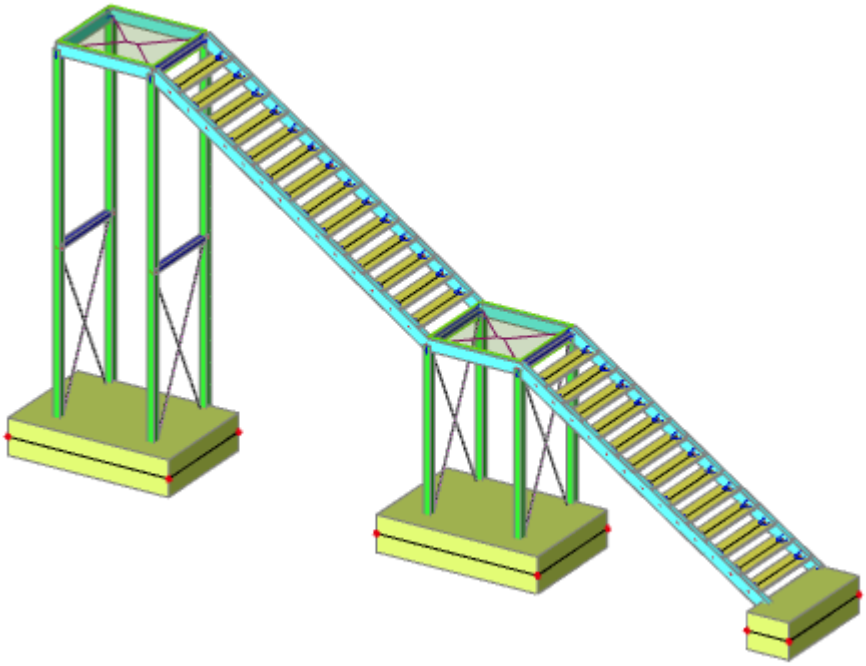
| Section checks | Design force | Value | Unit | Resistance | Value | Unit | Unity check [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tension | $N_{Ed}$ | 25,80 | kN | $N_{t,Rd}$ | 36,16 | kN | 0,71 |

**Combined section checks**

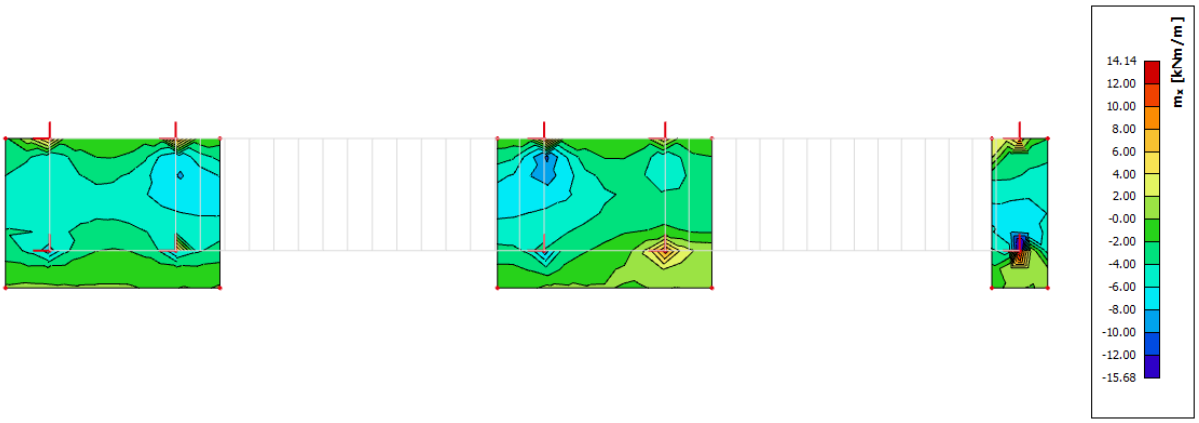
| Combined section checks | Unity check [-] |
|---|---|

## 8.5.7. Temelji vanjskog čeličnog stubišta

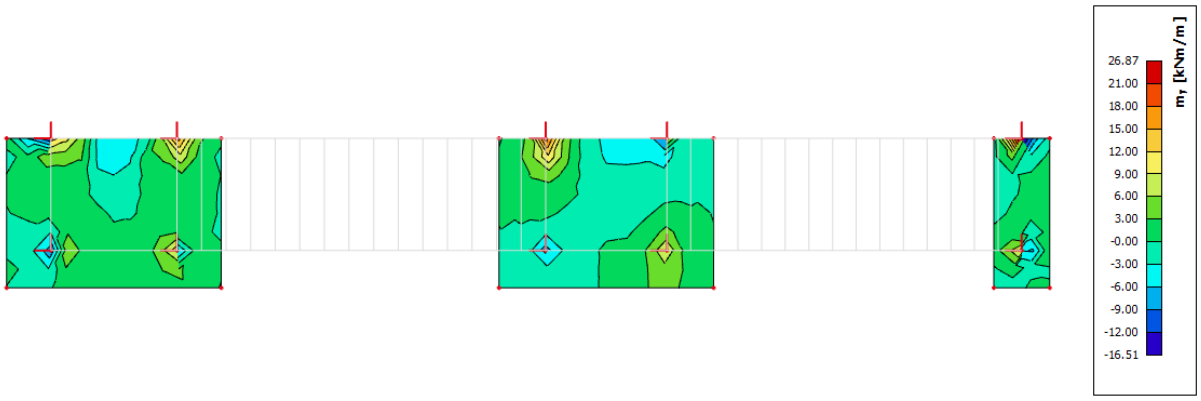
| Pozicija | Materijal | Debljina [cm] |
|---|---|---|
| TVS | C30/37 | 50,0 |



### *8.5.7.1.1 Granično stanje nosivosti – rezne sile*




*Slika 48: Moment u x-smjeru za temelje stubišta (kNm/m')*




*Slika 49: Moment u y-smjeru za temelje stubišta (kNm/m')*

### *8.5.7.1.2 Granično stanje nosivosti – potrebna armatura*

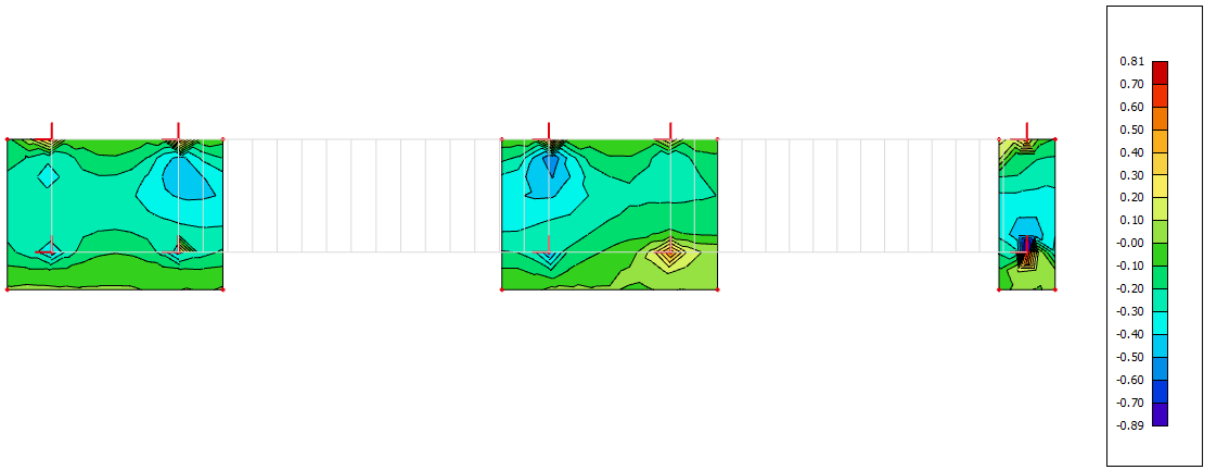
Napravljene su kombinacije za približan proračun potrebne armature za ploču debljine d=50,0 cm prema sljedećem postupku:

$$A_s = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad ; \zeta \approx 0.9$$

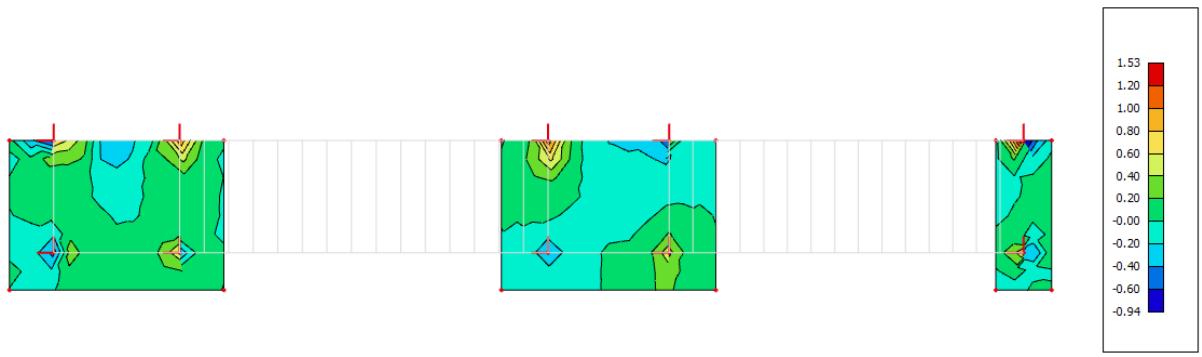
$$A_s = M_{Ed} \cdot koef.$$

| | |
|---|---|
| zaštitni sloj: | 3,5 cm |

| ***Debljina ploče - d $_{pl}$*** | ***statička visina - d*** | ***koef.*** |
|---|---|---|
| **50 cm** | 45,0 cm | $A_s = M_{Ed}$ ***·0,057*** |




*Slika 50: Armatura u x-smjeru za temelje stubišta (cm$^2$/m')*




*Slika 51: Armatura u y-smjeru za temelje stubišta (cm$^2$/m')*

### *8.5.7.1.3 Odabrana armatura*

| TEMELJI STUBIŠTA | |
|---|---|
| zaštitni sloj : | 3,50 cm |
| debljina ploče $d_{pl.:}$ | **50,00 cm** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Beton: | **C 30/37** | Armatura: | **B 500B** |

**Minimalna armatura (cm²/m')**

| | |
|---|---|
| $A_{s,min.}$ | 6,78 |

$$A_{s,min.} = max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0.0013 \cdot b_t \cdot d\right)$$

**Odabrana armatura gornje zone ploče**

| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q283 | / | 2,83+0=2,83 | **As=2,83 cm²/m'** |

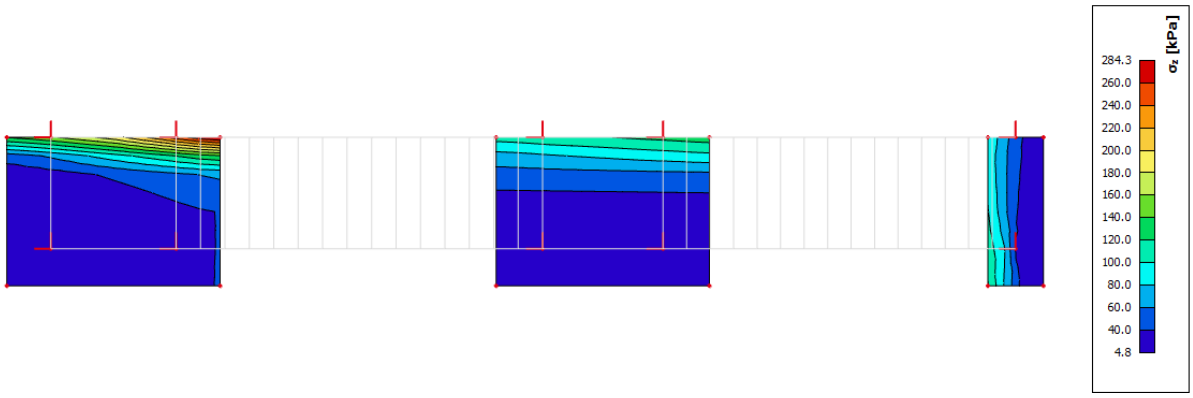
NAPOMENA: Mrežom Q283 armirati gornju zonu ploče.

**Odabrana armatura donje zone ploče**

| Mreža | Šipke | Ukupna količina armature | |
|---|---|---|---|
| Q503 | / | 5,03+0=5,03 | **As=5,03 cm²/m'** |

NAPOMENA: Mrežom Q503 armirati donju zonu ploče.

#### *8.5.7.1.4 Provjera naprezanja*




*Slika 52: Naprezanja-$\sigma_z$ (kPa)*

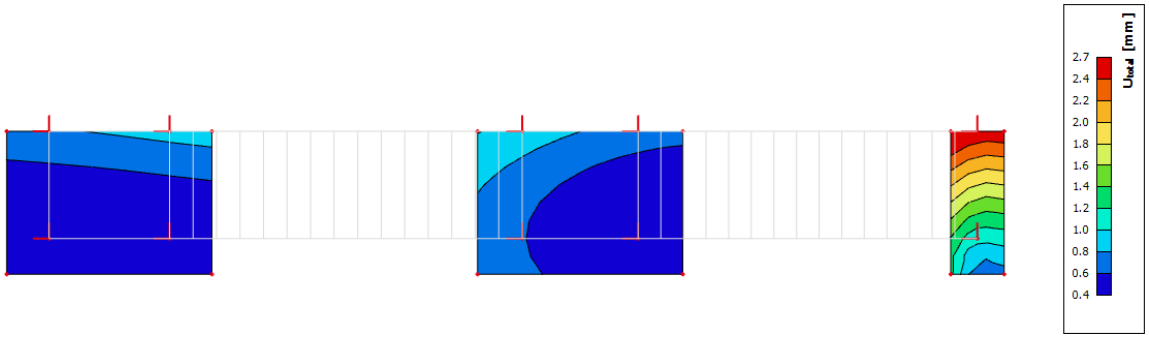
$\sigma_{dop} = 300{,}0\ kPa$

$Očitano\ naprezanje\ dodirnoj\ plohi\ temelj - tlo: \sigma = 284{,}3\ kPa$

$\sigma = 284{,}3\ kPa \leq \sigma_{dop} = 300{,}0\ kPa$

$\rightarrow$ ***Provjera naprezanja zadovoljena***!

### *8.5.7.1.5 Granično stanje uporabljivosti – progibi*

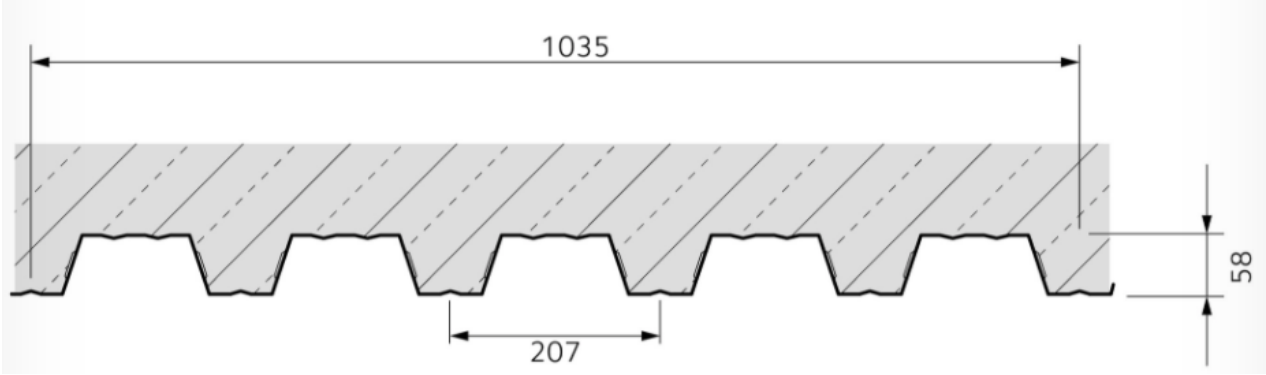



*Slika 53: Progib ploče- $u_z$ (mm)*

→ ***Provjera ploče na progib je izvršena s pretpostavkom zbijenosti tla 80*** $\boldsymbol{MPa/m^3}$!

# 9. PRORAČUN AB PLOČE U TRAPEZNOM LIMU

Korišten je trapezni lim tipa kao COFRAPLUS 60 koji ima geometrijske karakteristike kao na skici:




*Slika 54: Prikaz lima COFRAPLUS 60*

Odabran je lim debljine 0.75mm koji se postavlja kontinuirano preko čeličnih rešetkastih nosača krova dvorane.

## FULL OUTPUT

**Note: Section designed according to EN1994-1**

### Construction stage

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\Gamma\delta$ | = | 0.39 | <= 1.00 | Deflection |
| $\Gamma_{M,+}$ | = | 0.55 | <= 1.00 | Sagging bending moment |
| $\Gamma_{R,Ex}$ | = | 0.23 | <= 1.00 | Reaction at end support |
| $\Gamma_{M,-}$ | = | 0.58 | <= 1.00 | Hogging bending moment |
| $\Gamma_{R,C}$ | = | 0.37 | <= 1.00 | Reaction at internal support |
| $\Gamma_{RM}$ | = | 0.62 | <= 1.00 | Combined bending moment and support reaction |

### Composite slab

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\Gamma_{M+}$ | = | 0.16 | <= 1.00 | Sagging bending moment |
| $\Gamma_{M-}$ | = | 0.88 | <= 1.00 | Hogging bending moment |
| $\Gamma_{M-(L/3)}$ | = | 0.05 | <= 1.00 | Hogging bending moment at L/3 from internal support |
| $\Gamma_{LR1}$ | = | 0.37 | <= 1.00 | Longitudinal shear by partial connexion method |
| $\Gamma_{VR1}$ | = | 0.8 | <= 1.00 | Vertical shear - End support |
| $\Gamma_{VR2}$ | = | 0.78 | <= 1.00 | Vertical shear - internal support |
| $\Gamma_{FL}$ | = | 0.07 | <= 1.00 | Deflection control |
| $\Gamma_{Vi}$ | = | 0.12 | <= 1.00 | Vibration control |
| $\Gamma_{VP}$ | = | -1 | <= 1.00 | Punching |
| $\Gamma_{Fs}$ | = | 0.76 | <= 1.00 | Cracking control |

### Fire resistance

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\Gamma_{IST}$ | = | 0.77 | <= 1.00 | Thermal insulation |
| $\Gamma_{RF}$ | = | 0.22 | <= 1.00 | Load bearing criterion |
| $\Gamma_{RF(L/3)}$ | = | 0.14 | <= 1.00 | Load bearing criterion at L/3 from internal support |
| $\Gamma_{RF_recommended}$ | = | 0.29 | <= 1.00 | Free span moment - recommended checking |

Note: Check imperatively whether the assumptions comply with project specifications and project plan.

## 1. Project Data

### a. Profile Data: cofraplus60C / 0.75mm / noperce

| Characteristics | Values | Unit |
|---|---|---|
| Thickness of profiled steel sheeting | 0.75 | mm |
| Self-weight of profiled steel sheeting | 8.53 | kg/m² |
| Height of profile | 58 | mm |
| Effective width of profile | 1035 | mm |
| Cross-sectional area of profile | 902 | mm²/m |
| Second moment of area of the profile | 45.02 | cm4/m |
| Position of neutral axis of profile | 33.7 | mm |
| Reduction of concrete | 35 | mm |
| Sagging resistance moment of profile | 4.36 | kNm/m |
| End support reaction resistance of profile | 23.53 | kN/m |
| Internal support widths | 60, 160 | kN/m |
| Maximum hogging resistance moment of profile | 3.38, 4.18 | kNm/m |
| Maximum internal reaction resistance of profile | 20.65, 33.27 | kN/m |
| Empirical factor for design shear resistance (m) | 230.09 | N/mm² |
| Empirical factor for design shear resistance (k) | -0.06 | |
| Longitudinal shear strength of a composite slab $\tau_{u,Rk}$ | 0.1 | N/mm² |

### b. Composite slab

Spans:

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Span (m) | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |

| | | |
|---|---|---|
| Static system: | hyperstatique | |
| Overall slab depth: | 150 | (mm) |
| Screed: | 0 | (mm) |

### c. Construction stage

Number of spans / steel sheet:

| Steel sheet | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Number spans | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Number of props/span:

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Number props | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Note: for N>0, prop must be placed at 1/(N+1) of span

Prop width: (mm)

End support width: 50 (mm)

Internal support width: 240 (mm)

### d. Reinforcement data

Yield strength: 500

Ductility class: B

Exposure class: XC2

Structural class: S4

Minimum cover: 35 (mm)

Overall mesh: Q-196 Cover: 35 (mm)

Reinforcement on support: Cover: (mm)

Repartition mesh: Cover: 10 (mm)

Reinforcement in the rib: Cover: (mm)

Note: overall mesh shall be continuous on support

### e. Concrete data: normal / NC30/37

| | | |
|---|---|---|
| Concrete wet self weight | 25 | kN/m³ |
| Concrete dry self weight | 24 | kN/m³ |
| $F_{ck}$ | 30 | N/mm² |
| $F_{ctm}$ | 2.9 | N/mm² |
| $E_{cm}$ | 33000 | N/mm² |

### f. Project requirements

| | | |
|---|---|---|
| Shear bond method | | partielle |
| Deflection limit during construction | L / | 300 |
| Deflection limit in service | L / | 300 |
| Crack control | $W_{max}$ | 0.3 |
| Coefficient of moment redistribution | | 0 |
| Coefficient mass related to live load (frequency) | | 0.5 |
| Minimum frequency | | 3 |
| Fire resistance period | REI | 60 |
| Fire factor | $\Psi_{1,1} =$ | 0.5 |

### g. Loads acting on slab

- Uniformly distributed load

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Permanent loads $g_{per}$ (kN/m²) | 3 | 3 | | | |
| Live load q (kN/m²) | 5.4 | 5.4 | | | |

- Line loads perpendicular to deck span

Note: Any line load is considered

- Punctual loads

Note: Any concentrated load is considered

- Mobile axle load

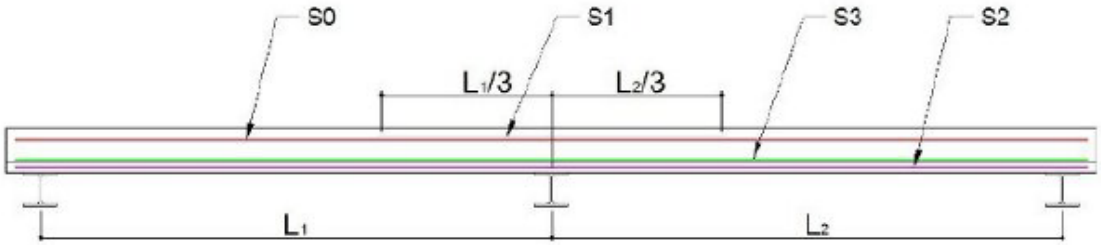
| Note: Any mobile load is considered |
|---|

**h. Partial safety factor**

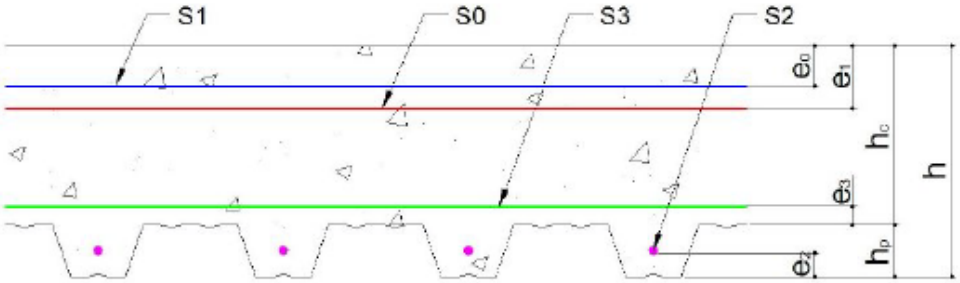
| **Material** | | | **Actions** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Steel sheet | $\gamma_M$ | 1 | Perm. load | $\gamma_0$ | 1.35 |
| Rebars | $\gamma_{sb}$ | 1.15 | Live load | $\gamma_q$ | 1.5 |
| Concrete | $\gamma_c$ | 1.5 | | | |
| Shearing | $\gamma_{vs}$ | 1.25 | | | |

## 2. Longitudinal section and cross-section

### Longitudinal section




### Cross section




**Profile:** **cofraplus60C / 0.75mm / noperce**

| L1 (m) | L2 (m) | L3 (m) | L4 (m) | L5 (m) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |

| | | |
|---|---|---|
| Anti-cracking mesh | $S_0$ | Q-196 |
| Reinforcement on support | $S_1$ | |
| Reinforcement in the rib | $S_2$ | |
| Repartition mesh | $S_3$ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Slab depth | $h_t$ | 150 | mm |
| Profile height | $h_p$ | 58 | mm |
| Cover anti-cracking mesh | $e_0$ | 35 | mm |
| Cover reinforcement on support | $e_1$ | | mm |
| Cover reinforcement in the rib | $e_2$ | | mm |
| Cover repartition mesh | $e_3$ | 10 | mm |

## 3. Details EN

IMPLEMENTATION OF THE COMPOSITE DECK: Supports, props, fasteners, openings, etc. ... shall comply with the rules of Art, the guidance in "Prescription of technical requirements - CPT" and in various documents of ArcelorMittal Construction

CONCRETE: The implementation of concrete by pump is recommended. Otherwise, the concrete must be poured on the bearing elements without excessive accumulation, and immediately leveled to the depth planned.

| | | |
|---|---|---|
| Consumption of concrete | 115 | Litres/m² |
| Total weight of the slab | 296.03 | kg/m² |
| Overall mesh | 0 | kg/m² |
| Reinforcement on support | 0 | kg/m² |
| Repartition mesh | 0 | kg/m² |
| Reinforcement in the rib | 0 | kg/m² |

Note: The quantity above are given for information, more accurate values can be calculated taking into account real conditions of the implementation on site.

### 4. Construction stage

#### a. Loadings

| | Unfactored (Kn/m²) |
|---|---|
| Self weight of decking | 0.09 |
| Self weight of concrete slab | 2.88 |
| Construction load (working area 3mx3m) | 1.5 |
| Construction load (outside working area) | 0.75 |

#### b. Deflection checking

- Maximum deflection under self weight of decking and wet concrete slab:

| Steel sheet | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_0$ (mm) (without PEF) | 2.61 | | | | |
| Additional weight (kN/m²) | 0 | | | | |
| Selfweight of slab (kN/m²) | 2.96 | | | | |
| $f_{alw}$ (mm) (allowed) | 6.67 | | | | |
| $f_{max}$ (mm) (with PEF, if any) | 2.61 | | | | |
| $f_{max\ /\ falw}$ | 0.39 | | | | |

Unity factor: $\frac{f_{max}}{f_{allowed}} =$ 0.39 <= 1.00 Pass

#### c. Sagging bending resistance check

| Steel sheet | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Max applied moment: $M_{Edp}$ | 2.38 | | | | |
| Moment resistance: $M_{Rdp}$ | 4.36 | | | | |
| $M_{Edp}$ / $M_{Rdp}$ | 0.55 | | | | |

Unity factor: $\frac{M_{Edp}}{M_{Rdp}} =$ 0.55 <= 1.00 Pass

**d. End support reaction**

| Steel sheet | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Max applied reaction: $R_{Ed, En}$ | 5.45 | | | | |
| Web crippling resistance: $R_{Rd, En}$ | 23.53 | | | | |
| $R_{Ed, En}$ / $E_{Rd, En}$ | 0.23 | | | | |

Unity factor: $\frac{R_{Ed,En}}{R_{Rd,En}} =$ 0.23 <= 1.00 Pass

**e. Hogging bending resistance check**

| Steel sheet | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Max applied reaction: $R_{Ed, En}$ | 2.18 | | | | |
| Moment resistance: $M_{Rdn}$ | 3.76 | | | | |
| $R_{Ed, En}$ / $E_{Rd, En}$ | 0.58 | | | | |

Unity factor: $\frac{M_{Edn}}{M_{Rdn}} =$ 0.58 <= 1.00 Pass

**f. Internal support reaction**

| Steel sheet | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Max applied reaction: $R_{Ed, In}$ | 11.01 | | | | |
| Web crippling resistance: $R_{Rd, In}$ | 29.94 | | | | |
| $R_{Ed, In}$ / $R_{Rd, In}$ | 0.37 | | | | |

Unity factor: $\frac{R_{Ed,In}}{R_{Rd,In}} =$ 0.37 <= 1.00 Pass

**g. Interaction bending moment - reaction**

| Steel sheet | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Max applied reaction: $R_{Ed, In}$ | 11.01 | | | | |
| Web crippling resistance: $R_0$ | 29.94 | | | | |
| Max applied moment: $M_{Edn}$ | 2.18 | | | | |
| Moment resistance: $M_0$ | 4.47 | | | | |
| $M_{Edn}$ / $M_0$ + $R_{Ed, In}$ / $R_0$ | 0.62 | | | | |

Unity factor: $\frac{M_{Edn}}{M_0} + \frac{R_{Ed,In}}{R_0} =$ 0.62 <= 1.00 Pass

## 5. Normal stage

### a. Loadings

- Uniformly distributed loads

| | Unfactored (kN/m²) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Self weight of composite slab | 2.85 | 2.85 | | | |
| Additional permanent loads (kN/m²) | 3 | 3 | | | |
| Live loads (kN/m²) | 5.4 | 5.4 | | | |

### b. Sagging bending moment

- Surface and constant line load

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Applied moment (kNm/m) | 5.29 | 5.29 | | | |
| Moment resistance (kNm/m) | 33.78 | 33.78 | | | |

Unity factor: $\frac{M_{Edp}}{M_{Rdp}} =$ 0.16 <= 1.00 Pass

### c. Hogging bending moment

- Surface and constant line load

| Support → | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Applied moment (kNm/m) | 8 | | | |
| Moment resistance (kNm/m) | 9.12 | | | |

Unity factor: $\frac{M_{Edn}}{M_{Rdn}} =$ 0.88 <= 1.00 Pass

### d. Hogging bending moment at L/3 from internal

- Surface and constant line load

| Support → | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Applied moment (kNm/m) | 0.48 | 0.48 | | |
| Moment resistance (kNm/m) | 9.12 | 9.12 | | |

Unity factor: $\frac{M_{Edn}}{M} =$ 0.05 <= 1.00 Pass

**e. Longitudinal shear**

**Partial connexion method:**

- Surface and constant line load

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Applied moment (kNm/m) | 4.62 | 4.62 | | | |
| Partial resistance moment | 12.61 | 12.61 | | | |
| Position (m) | 0.53 | 0.53 | | | |
| Max unity factor $M_{Ed}$ / $M_{Rd}$ | 0.37 | 0.37 | | | |

Unity factor: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} =$ 0.37 <= 1.00 Pass

**f. Vertical shear**

- Surface and constant line load

Max applied vertical shear

End support : $V_{Ed,\,En}$ 13.01 kN/m

Internal support : $V_{Ed,\,In}$ 19.99 kN/m

Vertical shear resistance:

End support : $V_{Rd,\,En}$ 16.24 kN/m

Internal support : $V_{Rd,\,In}$ 25.54 kN/m

Unity factor: $\frac{V_{Ed,En}}{V_{Rd,En}} =$ 0.8 <= 1.00 Pass

Unity factor: $\frac{V_{Ed,In}}{V_{Rd,In}} =$ 0.78 <= 1.00 Pass

### h. Deflection checking

- Inertia´s moment of the cross-section:

| | | |
|---|---|---|
| Homogeneous section: | 1675.38 | cm4/m |
| Cracked section: | 746.98 | cm4/m |
| Mean value: | 1211.18 | cm4/m |

- Surface and constant line load

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Deflection under total loads (mm) | 0.5 | 0.5 | | | |
| Allowable deflection (mm) | 6.67 | 6.67 | | | |

Unity factor: $\frac{f_{max}}{f_{allowed}} =$ 0.08 <= 1.00 Pass

### j. Vibration control

| | | | |
|---|---|---|---|
| Coefficient mass related to live load | 0.5 | | |
| Minimum required frequency: $f_{min}$ | 3 | Hz | |
| Estimated first frequency of the floor | 24.96 | Hz | |

Unity factor: $\frac{f_{min}}{f_0} =$ 0.12 <= 1.00 Pass

## 6. Fire resistance

Required fire resistance: **60**

### a. Loadings

- Uniformly distributed loads:

Factor $\Psi_{1,1} =$ 0.5

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Self weight of composite slab | 2.85 | 2.85 | | | |
| Supplementary permanent loads | 3 | 3 | | | |
| Live load | 5.4 | 5.4 | | | |

### b. Thermal insulation checking

Min required slab depth: 115 mm

Unity factor: $\frac{h_{min}}{h_t + h_{screed}} =$ 0.77 <= 1.00 Pass

### c. Integrity criterion

For composite slabs the integrity criterion "E" is assumed to be satisfied (according to EN 1994-1-2).

### d. Fire resistance checking

**Moment resistance -** 8.28 kNm/m

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Span moment (kNm/m) | 1.14 | 1.14 | | | |
| Span moment resistance | 5.07 | 5.07 | | | |

Unity factor: $\frac{M_{Ed,fi}}{M_{Rd,fi}} =$ 0.22 <= 1.00 Pass

**Recommended complementary checking: 0.35 free span moment**

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.35 free span moment | 1.5 | 1.5 | | | |

Unity factor: $\frac{0.35M_{Ed,fi}}{M_{Rdp,fi}} =$ 0.29 <= 1.00 Pass

**Hogging moment at L/3 from internal support**

Moment resistance - hogging at L/3 from support: 8.28 kNm/m

| Span → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Hogging moment at L/3 from | -1.72 | -1.72 | | | |

Unity factor: $\frac{M_{Ed,fi}}{M_{Rd,fi}} =$ 0.14 <= 1.00 Pass

## 9.1. Zaključak

Odabrani lim se postavlja na rasponu 2.0m (osni razmak rešetkastih nosača) te zadovoljava proračun. Za AB ploču u trapeznom limu postaviti armaturnu mrežu Q-196 koja u gornju zonu ploče, te 1 ⌀10 u svako rebro lima.

# 10. PRORAČUN REALNOG POŽARA

Novi pristup zaštiti od požara i proračunu otpornosti konstrukcija na požar temelji se na primjeni novih znanstvenih metoda u proračunu realnog požarnog opterećenja i požarnog djelovanja u građevinama sukladno preporukama europskih normi - EUROKODOVA.

Prikazom svih primijenjenih mjera zaštite od požara definirana je zahtijevana otpornost nosivih konstrukcijskih elemenata u slučaju požara od 60 minuta - **R60**.

Požarni odjeljak je prostorna jedinica dijela građevine, koja se samostalno tretira u smislu mjera zaštite od požara, a od ostalih dijelova građevine je odijeljena vatrootpornim konstrukcijama. Građevina se dijeli na požarne i/ili dimne odjeljke, ovisno o njenoj namjeni i ostalim parametrima (požarno opterećenje, zaposjednutost prostora, visina, sustavi za automatsku dojavu i gašenje požara i drugo). U građevini je predviđeno požarno odjeljivanje kako slijedi:

| **Požarni odjeljak** | **Namjena** | **Površina $m^2$** |
|---|---|---|
| **Po1** | Dvorana s gledalištem | 830.40 |
| **Po2** | Spremište sprava i opreme | 66.00 |
| **Po3** | Spremište za školske priredbe | 18.60 |
| **Po4** | Mala dvorana | 100.50 |
| **Po5** | Kondicioniranje zraka | 28.00 |
| **Po6** | Kuhinja s pomoćnim prostorijama | 63.80 |
| **Po7** | Prostorija za odlaganje smeća | 4.30 |
| **Po8** | Spremište PVNa | 10.50 |
| **Po9** | Spremište PVNa | 9.80 |
| **Po10** | Arhiva | 7.70 |
| **Po11** | Biblioteka | 36.40 |
| **Po12** | Prostori škole (sanitarije, razredna nastava / učionica, pvn, hodnici, svlačionice) | 1118.00 |
| **Po13** | Spremište | 6.29 |
| **Poh** | Hodnik | 7.80 |

Proračun požarnog djelovanja i otpornosti konstrukcije proveden je za nosivu čeličnu konstrukciju dvorane u požarnom odjeljku – požarnom sektoru **Po1**.

Prikazom svih primijenjenih mjera zaštite od požara definirana su požarna opterećenja po pojedinim požarnim odjeljcima – požarnim sektorima. Ukupno požarno opterećenje građevine (q) je suma požarnih opterećenje, mobilnog ($q_m$) i imobilnog ($q_i$) , $q = q_m + q_i$ (MJ/m2). Imobilno požarno opterećenje (qi) iznosi $q_i = 0$ MJ/$m^2$. Mobilno požarno opterećenje za predviđene požarne odjeljke iznosi:

| **Požarni odjeljak** | **Mobilno požarno opterećenje [MJ/$m^2$]** |
|---|---|
| **Po1** | 300 |

| | |
|---|---|
| **Po2** | 500 |
| **Po3** | 500 |
| **Po4** | 300 |
| **Po5** | 200 |
| **Po6** | 400 |
| **Po7** | 500 |
| **Po8** | 500 |
| **Po9** | 500 |
| **Po10** | 12600 |
| **Po11** | 2000 |
| **Po12** | 300 |
| **Po13** | 500 |
| **Poh** | 200 |

Sukladno zahtjevima iz navedenog prikaza svih primijenjenih mjera zaštite od požara proveden je i ovaj dokaz sigurnosti. Analiza požarnog djelovanja provedena je u skladu s normama: HRN EN 1991-1-2:2012, HRN EN 1991-1-2:2012/Ispr.1:2014, HRN EN 1991-1-2:2012/NA:2012. Elaboratom zaštite od požara definirano je i požarno opterećenje u požarnom odjeljku – požarnom sektoru **Po1**: **300 MJ/m$^2$**.

## POŽARNI ODJELJAK - POŽARNI SEKTOR Po1

Na temelju ulaznih podataka usvojeno je maksimalno očekivano požarno opterećenje u požarnom odjeljku - požarnom sektoru **Po1** od 300.00 MJ/m$^2$, te ukupno požarno opterećenje:

$Q_{Po1}$ = 300.00 MJ/m$^2$ x 830.40 m$^2$ = 249120 MJ,

Zahtijevana otpornost čelične konstrukcije stubišta na djelovanje realnog požara u požarnom odjeljku - požarnom sektoru **Po1** je 60 minuta (**R60**).

Simulacija realnog požara provedena je uz pretpostavku da će cjelokupno požarno opterećenje izgorjeti, te da će u fazi razvoja požara i fazi potpuno razvijenog požara izgorjeti 70% požarnog opterećenja, a u fazi dogorijevanja 30% požarnog opterećenja.

Požarno opterećenje za fazu razvoja i fazu potpuno razvijenog požara u požarnom odjeljku **Po1** iznosi: $Q_1 = 0.7 \cdot 249120 = 174384$ MJ, dok za fazu dogorijevanja: $Q_2 = 0.3 \cdot 249120 = 74736.0$ MJ.

### 1. FAZA - FAZA RAZVOJA POŽARA:

Prema namjeni objekta i požarnom opterećenju požar se može okarakterizirati kao spori požar.

Snaga požara u fazi razvoja požara može se prikazati izrazom: $\overset{*}{Q} = \alpha_r \cdot t^2$ .

Faktor razvoja požara za srednje brzi požar iznosi: $\alpha_r = 0.00293 kW/s^2$.

$$t^2 = \frac{\overset{*}{Q}}{\alpha_r} = \frac{60794}{0.00293} = 20748805 s^2 \Rightarrow t = 4555.1 s \cong 75.92 \text{ min}$$

$$Q = \frac{4555.1 \text{ s} \cdot 60.794 \text{ MW}}{3} = 92307.3 \text{ MJ}$$

**2. FAZA - FAZA POTPUNO RAZVIJENOG POŽARA:**

Trajanje faze potpuno razvijenog požara može se izračunati prema izrazu:

$$t = 590 \cdot f^{0.3} = 590 \cdot 15.79^{0.3} = 1350.1 s \cong 22.50 \text{ min}$$

$$f = \frac{300 MJ / m^2}{19 MJ / kg} = 15.79 \text{ kg} / m^2 \text{ - ukupne površine požarnog sektora}$$

$$Q = 1350.1 s \cdot 60.794 \text{ MW} = 82077.3 \text{ MJ}$$

**3. FAZA - FAZA DOGORIJEVANJA:**

Za fazu dogorijevanja pretpostavlja se linearni pad snage požara.

$Q_2 = 74736$ MJ

Trajanje faze dogorijevanja:

$$t = \frac{2 \cdot Q_2}{\overset{*}{Q}} = \frac{2 \cdot 74736}{60.794} = 2458.7 s \cong 41.0 \text{ min}$$

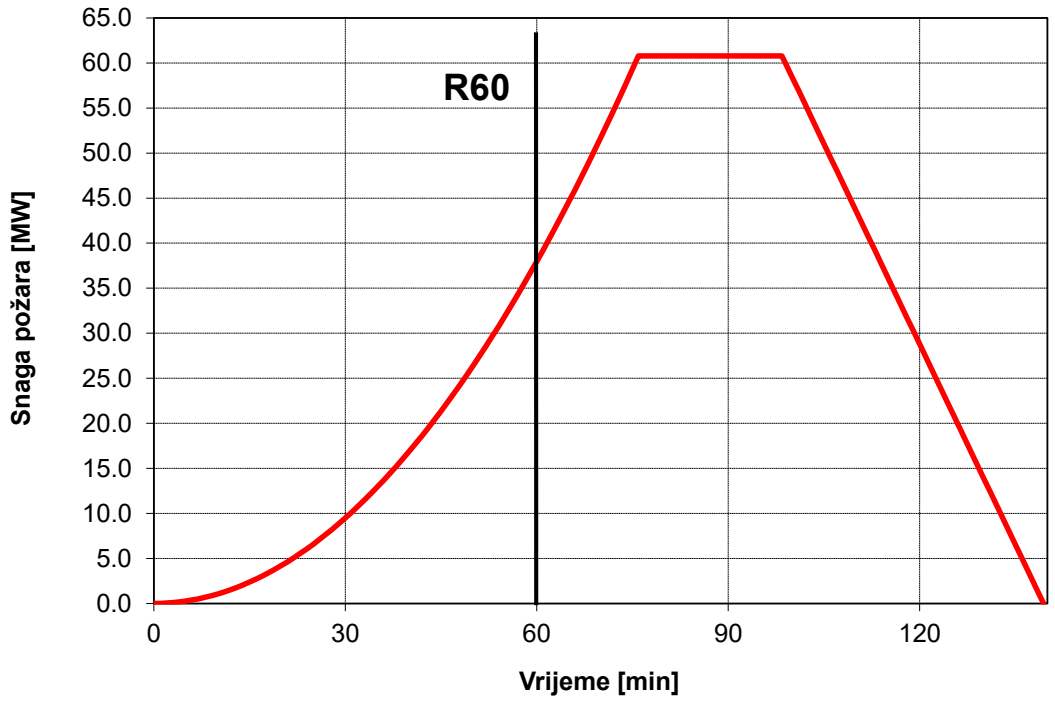
Ukupno požarno opterećenje:

$$Q_1 = 92307.3 + 82077.3 = 174384.6 \text{ MJ}$$

$$Q_2 = 74736 \text{ MJ}$$

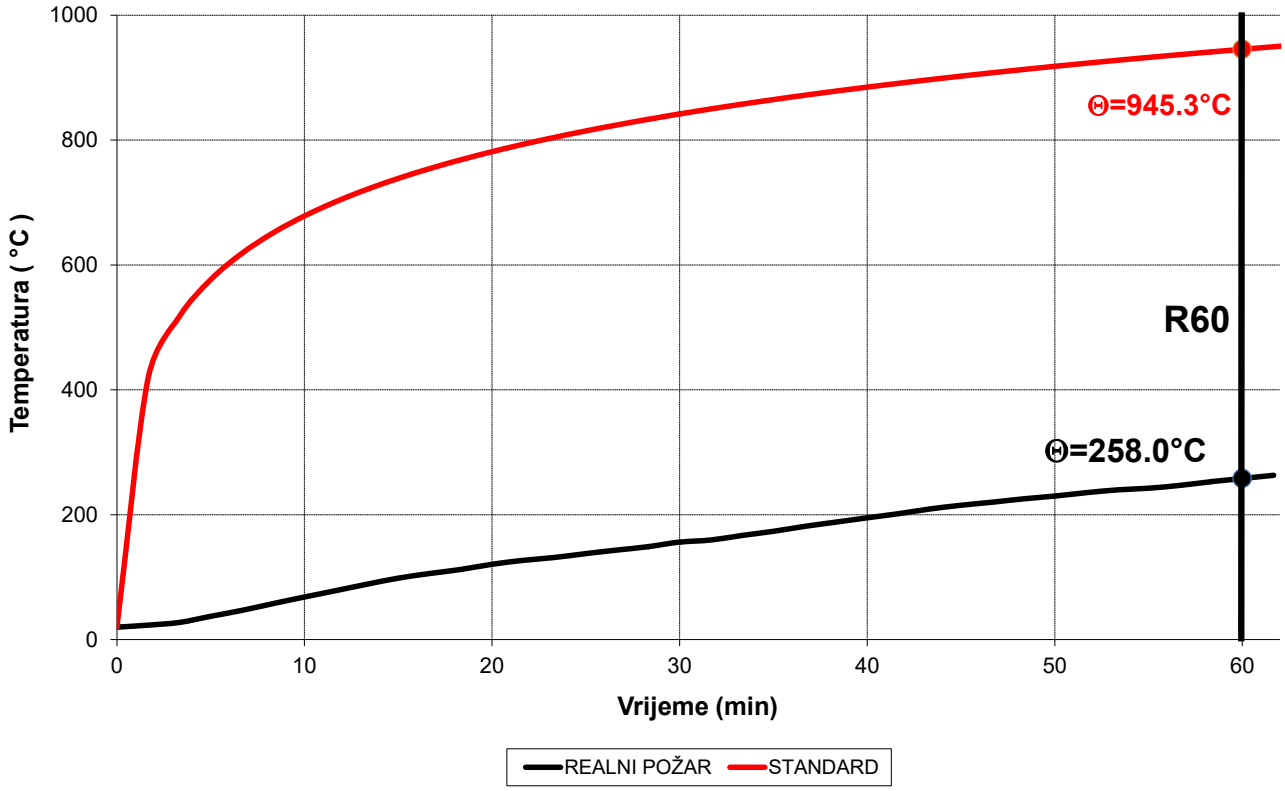
$$Q = Q_1 + Q_2 = 174384.6 \text{ MJ} + 74736 \text{ MJ} = 249120.6 \text{ MJ} \cong 249120 \text{ MJ}$$

KRIVULJA POŽARA za sve 3 faze djelovanja požara u požarnom odjeljku - požarnom sektoru **PS1** može se prikazati na sljedećem grafikonu:




Na temelju ulaznih parametara u programskom paketu „JET“ izvršena je simulacija realnog požara te je dobiven odnos temperatura – vrijeme u zatvorenom prostoru (požarnom sektoru).

Grafički prikaz odnosa temperatura – vrijeme za Standardnu krivulju ISO-834 i krivulju realnog požara (dobivenu simulacijom realnog požara) za požar unutar požarnog sektora **Po1** i utjecaj na čeličnu konstrukciju prikazan je na sljedećem grafikonu:




Karakteristične vrijednosti temperatura, kao temperaturnog opterećenja prikazane su u sljedećoj tablici:

| Vrijeme [s] | Temperatura [K] |
|---|---|
| 300 | 293.15 |
| 600 | 310.55 |
| 900 | 341.45 |
| 1200 | 371.65 |
| 1500 | 393.85 |
| 1800 | 410.95 |
| 2100 | 429.25 |
| 2400 | 446.65 |
| 2700 | 468.25 |
| 3000 | 488.35 |
| 3300 | 503.05 |
| 3600 | 515.65 |
| 3800 | 531.15 |

Dokaz nosivosti prema HRN EN 1990/2011 i HRN EN 1990:2011/NA:2011 treba provoditi ovisno o proračunskoj situaciji za 2 granična stanja: krajnje granično stanje (granično stanje nosivosti) i granično stanje uporabljivosti.

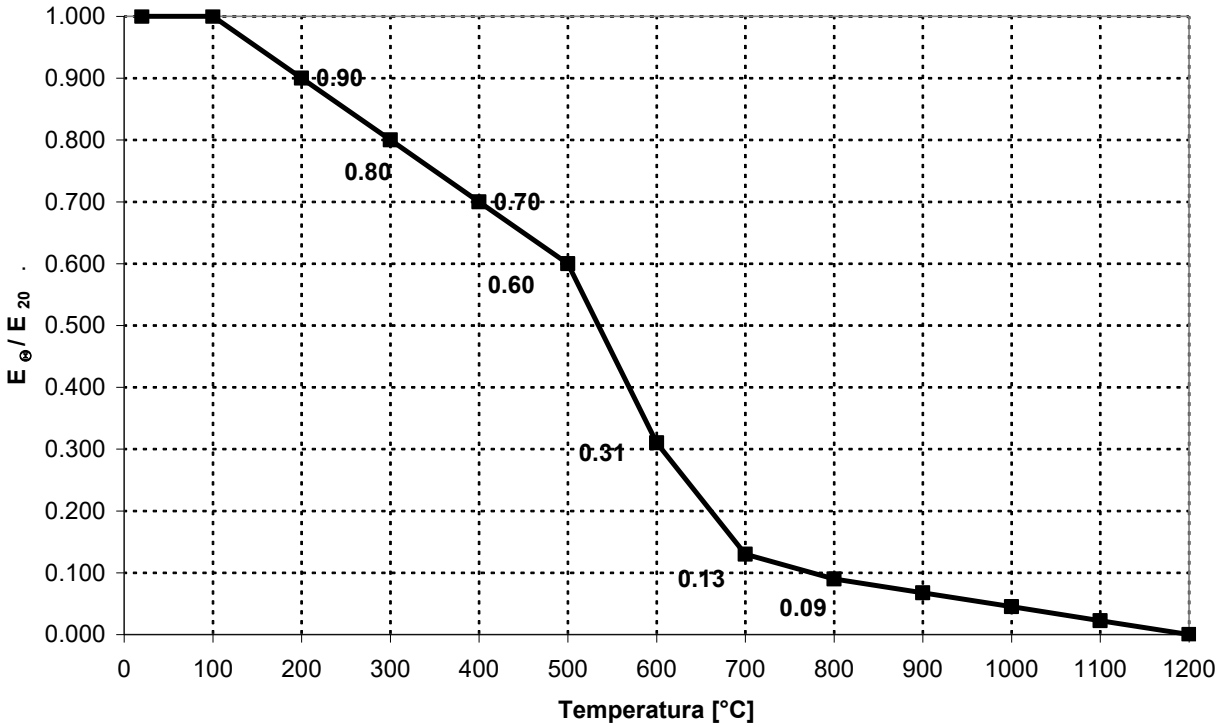
Kod krajnjeg graničnog stanja potrebno je dokazati: $E_d \leq R_d$, gdje je $E_d$ računska vrijednost djelovanja (rezne sile), a $R_d$ računska vrijednost otpornosti.

Krajnje granično stanje potrebno je dokazati za 2 proračunske kombinacije:

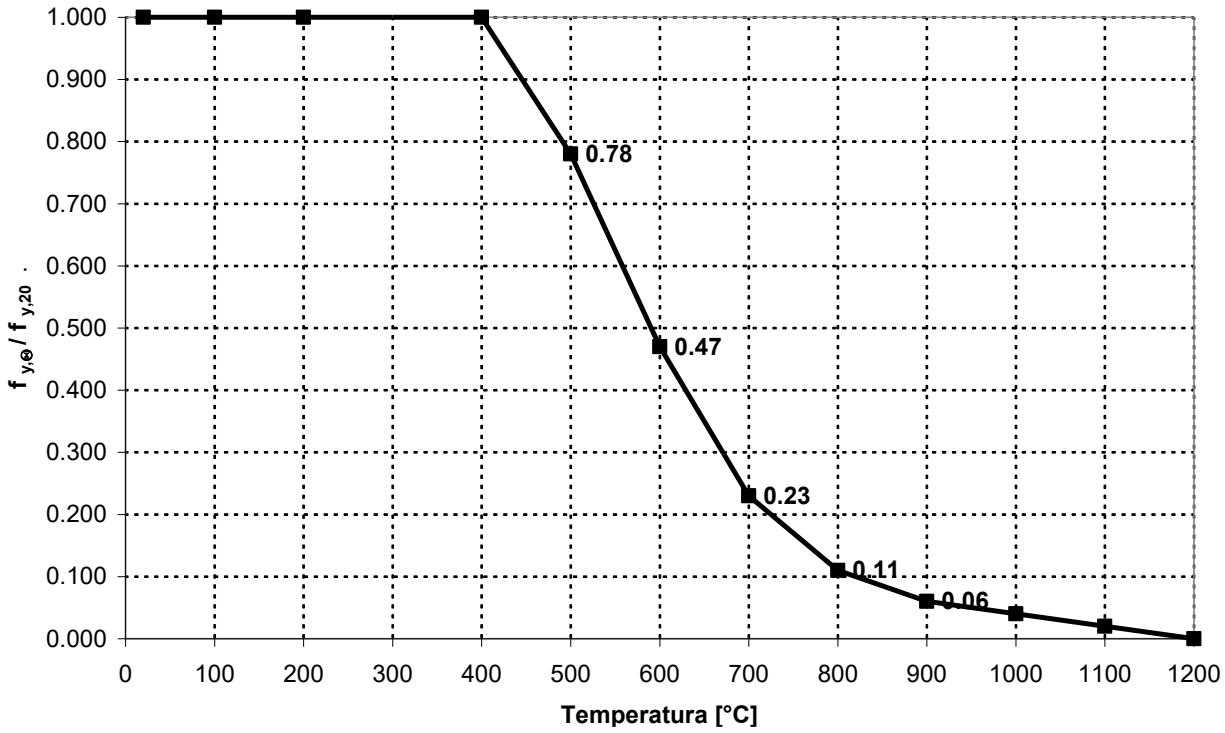
osnovna kombinacija: $\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \leq \frac{R_k}{\gamma_R}$,

izvanredna kombinacija: $\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + A_d + \left(\psi_{1,1} \text{ili} \psi_{2,1}\right) Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \leq \frac{R_{k,\theta}}{\gamma_{R,fi}}$.

Redukcija otpornosti nosivog elementa na visokim – požarnim temperaturama iskazana je preko degradacije mehaničkih karakteristika materijala. Grafički prikaz redukcije modula elastičnosti E i granice popuštanja $f_y$ prema HRN EN 1993-1-2:2014 i HRN EN 1993-1-2:2014/NA:2014 dan je na sljedećim grafikonima:




*Slika 55: Faktor redukcije modula elastičnosti na visokim – požarnim temperaturama*

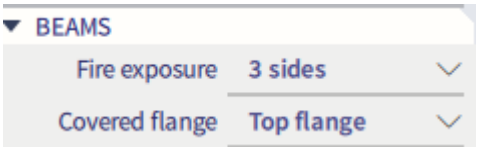



*Slika 56: Faktor redukcije granice popuštanja na visokim – požarnim temperaturama*

# 10.1. Dimenzioniranje

## 10.1.1. Gornja pojasnica rešetke

Napomena: Za gornju pojasnicu je stavljena izloženost vatri sa 3 strane (zbog postojanja ploče u trapeznom limu iznad gornje pojasnice)




## EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Values: **$UC_{Overall}$**
Linear calculation
Combination: ULS-Acc-FS (auto)
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = CS4 - HEA240

**EN 1993-1-2 Fire Resistance Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B1768** | **24.259 / 24.670 m** | **HEA240** | **Rolled** | **S 355** | **ULS-Acc-FS (auto)** | **0.96 -** |

| Combination key |
|---|
| POZAR / G + q + dG + dg,ploca |

| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1.00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1.10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1.25 |
| Resistance to fire | $\gamma_{M,fi}$ | 1.00 |

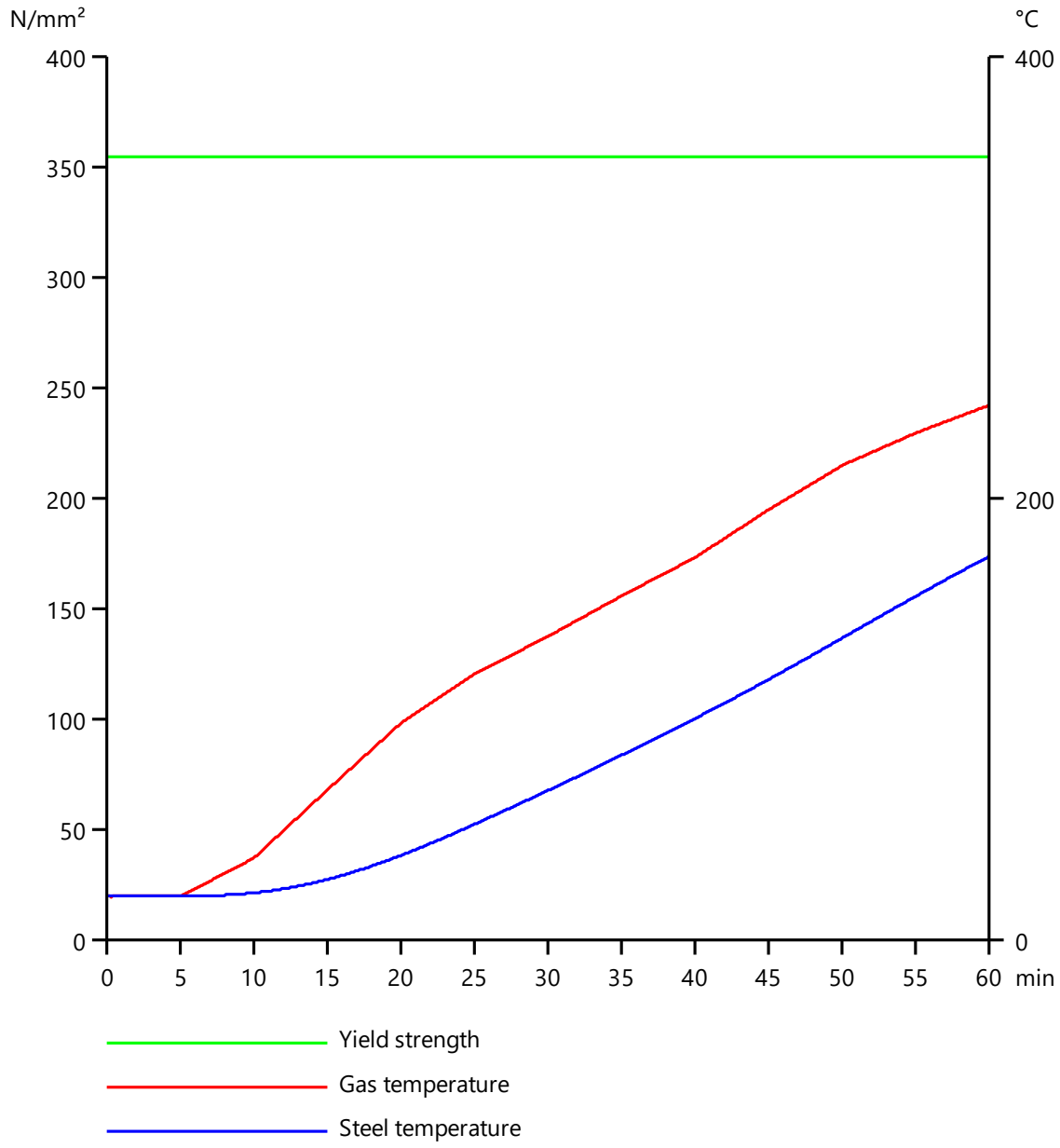
| Material | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 355.0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 490.0 | MPa |

**Fire resistance**
Verification in Resistance domain according to EN 1993-1-2 article 4.2.3

| Fire resistance | | | |
|---|---|---|---|
| Temperature-time curve | | User defined | |
| Coefficient of heat transfer by convection | $\alpha_c$ | 25.00 | $W/m^2K$ |
| Emissivity related to fire compartment | $\varepsilon_f$ | 1.00 | |
| Emissivity related to surface material | $\varepsilon_m$ | 0.70 | |
| Configuration factor for radiation heat flux | $\varphi$ | 1.00 | |
| Required fire resistance | R | 60.00 | min |
| Gas temperature | $\theta_g$ | 242.50 | °C |
| Material temperature | $\theta_{a,t}$ | 174.04 | °C |
| Beam exposure | | 3 sides | |
| Covered flange | | Upper flange | |
| Adaptation factor for cross-section | $\kappa_1$ | 0.70 | |
| Adaptation factor for beam | $\kappa_2$ | 1.00 | |

| Fire resistance | | | |
|---|---|---|---|
| Section factor for unprotected steel members | $A_m/V$ | 1.4714e-01 | 1/mm |
| Adaptation factor for the shadow effect | $k_{sh}$ | 0.56 | |
| Reduction factor for the yield strength | $k_{y,\theta}$ | 1.00 | |
| Reduction factor for the E modulus | $k_{E,\theta}$ | 0.93 | |

The check results shown hereafter are given at the required time t = 60.00 min.




**Sheeting**

According to EN 1993-1-1 article BB.2.1 and formula (BB.2)

| Parameters | | | |
|---|---|---|---|
| Sheeting name | | COFRAPLUS 60 | |
| Moment of inertia per length | I | 0.00 | $m^4/m$ |
| Position z | | + z | |
| Sheeting position | | positive | |
| Bolt position | | bottom flange | |
| Bolt pitch | | br | |
| Frame distance | $L_f$ | 2.000 | m |
| Sheeting length | $L_d$ | 1.000 | m |
| Sheeting factor | $K_{1+}$ | 0.001 | m/kN |
| Sheeting factor | $K_{2+}$ | 0.000 | $m^2/kN$ |
| Numerical coefficient | k | 2.00 | |

| Stiffness | | | |
|---|---|---|---|
| Actual stiffness | S | 18181818.18 | kN |
| Required stiffness | $S_{erf}$ | 244850.48 | kN |
| $S \geq S_{erf}$ | | fully braced | |
| Sheeting on side | | tension side | |
| Rotational stiffness (Sheeting) | $C_{\theta M,k}$ | 93.18 | kNm/m |
| Rotational stiffness (Beam distortion) | $C_{\theta P,k}$ | 101.60 | kNm/m |
| Rotational stiffness (Connection) | $C_{\theta A,k}$ | 15.60 | kNm/m |
| Rotational coefficient | $C_{100}$ | 5.20 | kNm/m |
| Rotational stiffness | $vorhC_\theta$ | 11.81 | kNm/m |
| LTB length | $l_{LT}$ | 3.084 | m |
| Cross-section torsional constant | $I_t$ | 4.1600e+05 | $mm^4$ |
| Additional torsional constant | $I_{t,add}$ | 1.4088e+05 | $mm^4$ |
| Adapted torsional constant | $I_{t,id}$ | 5.5688e+05 | $mm^4$ |

**...::SECTION CHECK::...**

**The critical check is on position 24.259 m**

| Internal forces | | Calculated | Unit |
|---|---|---|---|
| Normal force | $N_{fi,Ed}$ | -84.65 | kN |
| Shear force | $V_{y,fi,Ed}$ | 1.33 | kN |
| Shear force | $V_{z,fi,Ed}$ | -20.96 | kN |
| Torsion | $T_{fi,Ed}$ | 6.84 | kNm |
| Bending moment | $M_{y,fi,Ed}$ | -0.84 | kNm |
| Bending moment | $M_{z,fi,Ed}$ | 0.39 | kNm |

**Classification for cross-section design**
Classification according to EN 1993-1-2 article 4.2.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SO | 95.25 | 12.00 | 11.85 | 10.50 | 0.9 | 0.5 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 10.0 | 3 |
| 3 | SO | 95.25 | 12.00 | 12.55 | 13.90 | 0.9 | 0.4 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 9.6 | 3 |
| 4 | I | 164.00 | 7.50 | 11.91 | 10.12 | 0.9 | | 1.0 | 21.9 | 19.4 | 23.5 | 27.7 | 2 |
| 5 | SO | 95.25 | 12.00 | 10.18 | 11.53 | 0.9 | 0.4 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 9.6 | 3 |
| 7 | SO | 95.25 | 12.00 | 9.48 | 8.13 | 0.9 | 0.5 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 10.1 | 3 |

The cross-section is classified as Class 3
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.

| Semi-Comp+ properties | | | |
|---|---|---|---|
| Material coefficient | ε | 0.69 | |
| Flange class 2 slenderness limit | $\beta_{2,y,f}$ | 6.92 | |
| Flange class 3 slenderness limit | $\beta_{3,y,f}$ | 9.68 | |
| Web class 2 slenderness limit | $\beta_{2,y,w}$ | 57.40 | |
| Web class 3 slenderness limit | $\beta_{3,y,w}$ | 85.76 | |
| Flange class 2 slenderness limit | $\beta_{2,z,f}$ | 6.92 | |
| Flange class 3 slenderness limit | $\beta_{3,z,f}$ | 11.07 | |

| Semi-Comp+ properties | | | |
|---|---|---|---|
| Web slenderness ratio | $c/t_w$ | 21.87 | |
| Flange slenderness ratio | $c/t_f$ | 7.94 | |
| Reference slenderness ratio | $c/t_{ref,y}$ | 0.37 | |
| Reference slenderness ratio | $c/t_{ref,z}$ | 0.25 | |
| Interpolated section modulus | $W_{3,y}$ | 7.1967e+05 | $mm^3$ |
| Interpolated section modulus | $W_{3,z}$ | 3.2195e+05 | $mm^3$ |

**Note:** The resistance for this semi-compact section has been calculated according to Semi-Comp+.

**Compression check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.2 and formula (4.5)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 7.6800e+03 | $mm^2$ |
| Design buckling resistance | $N_{fi,t,Rd}$ | 2726.40 | kN |
| Unity check | | 0.03 | - |

**Bending moment check for $M_y$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.10)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Interpolated section modulus | $W_{3,y}$ | 7.1967e+05 | $mm^3$ |
| Interpolated bending resistance | $M_{3,y,Rd}$ | 255.48 | kNm |
| Bending resistance | $M_{y,fi,\theta,Rd}$ | 255.48 | kNm |
| Design bending resistance | $M_{y,fi,t,Rd}$ | 364.98 | kNm |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Bending moment check for $M_z$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.10)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Interpolated section modulus | $W_{3,z}$ | 3.2195e+05 | $mm^3$ |
| Interpolated bending resistance | $M_{3,z,Rd}$ | 114.29 | kNm |
| Bending resistance | $M_{z,fi,\theta,Rd}$ | 114.29 | kNm |
| Design bending resistance | $M_{z,fi,t,Rd}$ | 163.28 | kNm |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Shear check for $V_y$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Shear correction factor | $\eta$ | 1.20 | |
| Shear area | $A_v$ | 5.9738e+03 | $mm^2$ |
| Plastic shear resistance for $V_y$ | $V_{pl,y,Rd}$ | 1224.38 | kN |
| Plastic shear resistance for $V_y$ | $V_{y,fi,t,Rd}$ | 1224.38 | kN |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Shear check for $V_z$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Shear correction factor | $\eta$ | 1.20 | |
| Shear area | $A_v$ | 2.5140e+03 | $mm^2$ |
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{pl,z,Rd}$ | 515.27 | kN |
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{z,fi,t,Rd}$ | 515.27 | kN |
| Unity check | | 0.04 | - |

**Torsion check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3
According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Index of fibre | Fibre | 2 | |
| Total torsional moment | $\tau_{fi,Ed}$ | 197.7 | MPa |
| Design torsional resistance | $\tau_{fi,t,Rd}$ | 205.0 | MPa |
| Unity check | | 0.96 | - |

**Shear check for $V_y$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plastic shear resistance for $V_y$ | $V_{y,fi,t,Rd}$ | 585.22 | kN |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Shear check for $V_z$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{z,fi,t,Rd}$ | 246.28 | kN |
| Unity check | | 0.09 | - |

**Combined bending, axial force and shear force check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Interpolated moment resistance reduced due to $N_{Ed}$ | $M_{N,3,y,fi,t,Rd}$ | 353.64 | kNm |
| Exponent of bending ratio y | α | 2.00 | |
| Interpolated moment resistance reduced due to $N_{Ed}$ | $M_{N,3,z,fi,t,Rd}$ | 163.12 | kNm |
| Exponent of bending ratio z | β | 1.00 | |

Unity check (4.9) = 0.00 + 0.00 = 0.00 -

**Note:** Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment resistances is neglected.

The member satisfies the section check.

**...::STABILITY CHECK::...**

**Classification for member buckling design**
Decisive position for stability classification: 12.335 m
Decisive utilisation factor η: 0.20
Classification according to EN 1993-1-2 article 4.2.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SO | 95.25 | 12.00 | 87.37 | 84.54 | 1.0 | 0.4 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 9.7 | 3 |
| 3 | SO | 95.25 | 12.00 | 88.83 | 91.66 | 1.0 | 0.4 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 9.5 | 3 |
| 4 | I | 164.00 | 7.50 | 74.25 | -9.88 | -0.1 | | 0.8 | 21.9 | 26.3 | 31.6 | 43.3 | 1 |
| 5 | SO | 95.25 | 12.00 | -23.00 | -20.17 | | | | | | | | |
| 7 | SO | 95.25 | 12.00 | -24.46 | -27.29 | | | | | | | | |

The cross-section is classified as Class 3
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
**Note:** The decisive position for the stability classification is based on the utilisation factor η according to Semi-Comp+.

**Flexural Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.2 and formula (4.5)

| Buckling parameters | | yy | zz | |
|---|---|---|---|---|
| Sway type | | sway | non-sway | |
| System length | L | 3.084 | 3.084 | m |
| Buckling factor | k | 1.94 | 0.76 | |
| Buckling length | $l_{cr}$ | 5.985 | 2.355 | m |
| Critical Euler load | $N_{cr}$ | 4490.07 | 10356.20 | kN |
| Slenderness | λ | 59.54 | 39.20 | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel}$ | 0.78 | 0.51 | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel,\theta}$ | 0.81 | 0.53 | |
| Imperfection | α | 0.53 | 0.53 | |
| Reduction factor | $\chi_{fi}$ | 0.59 | 0.74 | |
| Buckling resistance | $N_{b,fi,t,Rd}$ | 1605.87 | 2009.51 | kN |

| Flexural Buckling verification | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 7.6800e+03 | $mm^2$ |

| Flexural Buckling verification | | | |
|---|---|---|---|
| Buckling resistance | $N_{b,fi,t,Rd}$ | 1605.87 | kN |
| Unity check | | 0.05 | - |

**Torsional(-Flexural) Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.2 and formula (4.5)
**Note:** For this I-section the Torsional(-Flexural) buckling resistance is higher than the resistance for Flexural buckling. Therefore Torsional(-Flexural) buckling is not printed on the output.

**Lateral Torsional Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.11)

| LTB parameters | | | |
|---|---|---|---|
| Interpolated section modulus | $W_{3,y}$ | 7.1967e+05 | $mm^3$ |
| Elastic critical moment | $M_{cr}$ | 1061.59 | kNm |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel,LT}$ | 0.49 | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel,LT,\theta}$ | 0.51 | |
| Imperfection | $\alpha_{LT}$ | 0.53 | |
| Reduction factor | $\chi_{LT,fi}$ | 0.75 | |
| Design buckling resistance | $M_{b,fi,t,Rd}$ | 191.40 | kNm |
| Unity check | | 0.00 | - |

| $M_{cr}$ parameters | | | |
|---|---|---|---|
| LTB length | $l_{LT}$ | 3.084 | m |
| Influence of load position | | no influence | |
| Correction factor | k | 1.00 | |
| Correction factor | $k_w$ | 1.00 | |
| LTB moment factor | $C_1$ | 1.27 | |
| LTB moment factor | $C_2$ | 0.93 | |
| LTB moment factor | $C_3$ | 0.41 | |
| Shear centre distance | $d_z$ | 0.00 | mm |
| Distance of load application | $z_g$ | 0.00 | mm |
| Mono-symmetry constant | $\beta_y$ | 0.00 | mm |
| Mono-symmetry constant | $z_j$ | 0.00 | mm |

**Note:** C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

**Bending and axial compression check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.5 and formula (4.21a),(4.21b)

| Bending and axial compression check parameters | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 7.6800e+03 | $mm^2$ |
| Interpolated section modulus | $W_{3,y}$ | 7.1967e+05 | $mm^3$ |
| Interpolated section modulus | $W_{3,z}$ | 3.2195e+05 | $mm^3$ |
| Design compression force | $N_{fi,Ed}$ | 84.65 | kN |
| Design bending moment | $M_{y,fi,Ed}$ | -0.84 | kNm |
| Design bending moment | $M_{z,fi,Ed}$ | 0.39 | kNm |
| Reduction factor | $\chi_{min,fi}$ | 0.59 | |
| Reduction factor | $\chi_{z,fi}$ | 0.74 | |
| Reduction factor | $\chi_{LT,fi}$ | 0.75 | |
| Equivalent moment factor | $\beta_{M,y}$ | 1.30 | |
| Factor | $\mu_y$ | -1.09 | |
| Interaction factor | $k_y$ | 1.06 | |
| Equivalent moment factor | $\beta_{M,z}$ | 1.40 | |
| Factor | $\mu_z$ | 0.00 | |
| Interaction factor | $k_z$ | 1.00 | |
| Equivalent moment factor | $\beta_{M,LT}$ | 1.30 | |
| Factor | $\mu_{LT}$ | -0.05 | |
| Interaction factor | $k_{LT}$ | 1.00 | |

Unity check (4.21a) = 0.05 + 0.00 + 0.00 = 0.06 -
Unity check (4.21b) = 0.04 + 0.00 + 0.00 = 0.05 -

**Shear Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3
According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

| Shear Buckling parameters | | | |
|---|---|---|---|
| Buckling field length | a | 24.670 | m |
| Web | | unstiffened | |
| Web height | $h_w$ | 206.00 | mm |
| Web thickness | t | 7.50 | mm |
| Material coefficient | ε | 0.69 | |
| Shear correction factor | η | 1.20 | |

| Shear Buckling verification | | |
|---|---|---|
| Web slenderness | $h_w/t$ | 27.47 |
| Web slenderness limit | | 41.49 |

**Note:** The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

## 10.1.2. Donja pojasnica rešetke

## EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Values: **$UC_{Overall}$**
Linear calculation
Combination: POZAR
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = DP - CFRHS180X180X8

**EN 1993-1-2 Fire Resistance Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B1824** | **9.251 / 24.670 m** | **CFRHS180X180X8** | **Rolled** | **S 355** | **POZAR** | **0.51 -** |

| Combination key |
|---|
| POZAR / G + q + dG + dg,ploca |

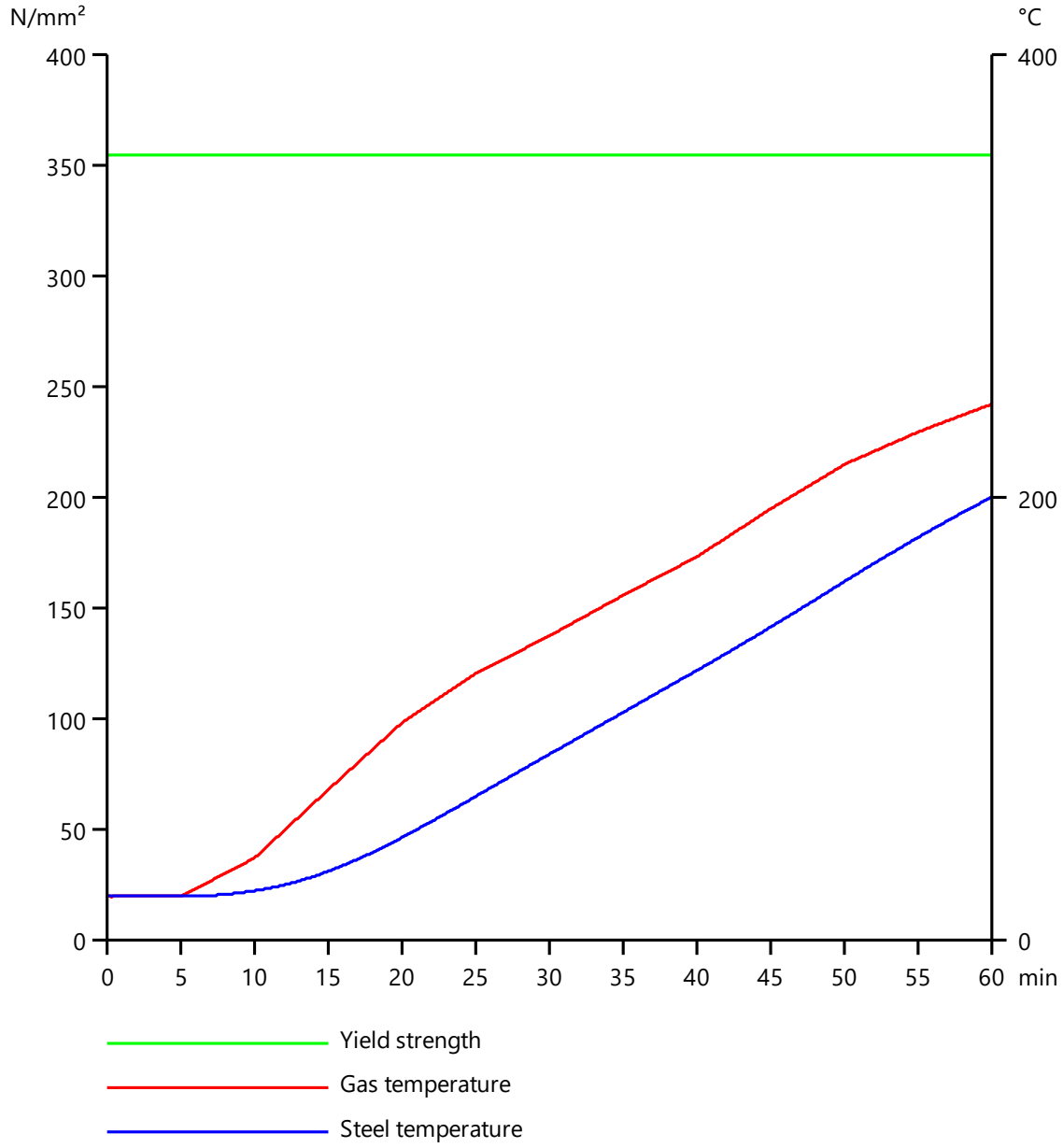
| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1.00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1.10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1.25 |
| Resistance to fire | $\gamma_{M,fi}$ | 1.00 |

| Material | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 355.0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 490.0 | MPa |

**Fire resistance**
Verification in Resistance domain according to EN 1993-1-2 article 4.2.3

| Fire resistance | | | |
|---|---|---|---|
| Temperature-time curve | | User defined | |
| Coefficient of heat transfer by convection | $\alpha_c$ | 25.00 | $W/m^2K$ |
| Emissivity related to fire compartment | $\varepsilon_f$ | 1.00 | |
| Emissivity related to surface material | $\varepsilon_m$ | 0.70 | |
| Configuration factor for radiation heat flux | $\varphi$ | 1.00 | |
| Required fire resistance | R | 60.00 | min |
| Gas temperature | $\theta_g$ | 242.50 | °C |
| Material temperature | $\theta_{a,t}$ | 200.49 | °C |
| Beam exposure | | All sides | |
| Adaptation factor for cross-section | $\kappa_1$ | 1.00 | |
| Adaptation factor for beam | $\kappa_2$ | 1.00 | |
| Section factor for unprotected steel members | $A_m/V$ | 1.2983e-01 | 1/mm |
| Adaptation factor for the shadow effect | $k_{sh}$ | 1.00 | |
| Reduction factor for the yield strength | $k_{y,\theta}$ | 1.00 | |
| Reduction factor for the E modulus | $k_{E,\theta}$ | 0.90 | |

The check results shown hereafter are given at the required time t = 60.00 min.




**...::SECTION CHECK::...**

**The critical check is on position 9.251 m**

| Internal forces | | Calculated | Unit |
|---|---|---|---|
| Normal force | $N_{fi,Ed}$ | 955.03 | kN |
| Shear force | $V_{y,fi,Ed}$ | -0.08 | kN |
| Shear force | $V_{z,fi,Ed}$ | 1.83 | kN |
| Torsion | $T_{fi,Ed}$ | 0.00 | kNm |
| Bending moment | $M_{y,fi,Ed}$ | 2.77 | kNm |
| Bending moment | $M_{z,fi,Ed}$ | -0.25 | kNm |

**Classification for cross-section design**
Classification according to EN 1993-1-2 article 4.2.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 156.00 | 8.00 | -189.36 | -190.89 | | | | | | | | |
| 3 | I | 156.00 | 8.00 | -190.10 | -173.13 | | | | | | | | |
| 5 | I | 156.00 | 8.00 | -172.18 | -170.64 | | | | | | | | |
| 7 | I | 156.00 | 8.00 | -171.43 | -188.41 | | | | | | | | |

The cross-section is classified as Class 1
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.

**Tension check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.1 and formula (4.3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 5.2840e+03 | $mm^2$ |
| Plastic tension resistance | $N_{Rd}$ | 1875.82 | kN |
| Design tension resistance | $N_{fi,\theta,Rd}$ | 1875.82 | kN |
| Unity check | | 0.51 | - |

**Bending moment check for $M_y$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.10)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plastic section modulus | $W_{pl,y}$ | 3.3570e+05 | $mm^3$ |
| Plastic bending moment | $M_{pl,y,Rd}$ | 119.17 | kNm |
| Bending resistance | $M_{y,fi,\theta,Rd}$ | 119.17 | kNm |
| Design bending resistance | $M_{y,fi,t,Rd}$ | 119.17 | kNm |
| Unity check | | 0.02 | - |

**Bending moment check for $M_z$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.10)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plastic section modulus | $W_{pl,z}$ | 3.3570e+05 | $mm^3$ |
| Plastic bending moment | $M_{pl,z,Rd}$ | 119.17 | kNm |
| Bending resistance | $M_{z,fi,\theta,Rd}$ | 119.17 | kNm |
| Design bending resistance | $M_{z,fi,t,Rd}$ | 119.17 | kNm |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Shear check for $V_y$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Shear correction factor | η | 1.20 | |
| Shear area | $A_v$ | 2.6420e+03 | $mm^2$ |
| Plastic shear resistance for $V_y$ | $V_{pl,y,Rd}$ | 541.50 | kN |
| Plastic shear resistance for $V_y$ | $V_{y,fi,t,Rd}$ | 541.50 | kN |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Shear check for $V_z$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Shear correction factor | η | 1.20 | |
| Shear area | $A_v$ | 2.6420e+03 | $mm^2$ |
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{pl,z,Rd}$ | 541.50 | kN |
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{z,fi,t,Rd}$ | 541.50 | kN |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Combined bending, axial force and shear force check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Design plastic moment resistance | $M_{N,y,fi,t,Rd}$ | 75.72 | kNm |

| | | | |
|---|---|---|---|
| reduced due to $N_{Ed}$ | | | |
| Exponent of bending ratio y | α | 2.35 | |
| Design plastic moment resistance reduced due to $N_{Ed}$ | $M_{N,z,fi,t,Rd}$ | 75.72 | kNm |
| Exponent of bending ratio z | β | 2.35 | |

Unity check (4.9) = 0.00 + 0.00 = 0.00 -

**Note:** Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment resistances is neglected.

The member satisfies the section check.

**...::STABILITY CHECK::...**

**Classification for member buckling design**
Decisive position for stability classification: 12.335 m
Decisive utilisation factor η: 0.55
Classification according to EN 1993-1-2 article 4.2.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 156.00 | 8.00 | -201.13 | -204.20 | | | | | | | | |
| 3 | I | 156.00 | 8.00 | -202.32 | -162.60 | | | | | | | | |
| 5 | I | 156.00 | 8.00 | -160.41 | -157.34 | | | | | | | | |
| 7 | I | 156.00 | 8.00 | -159.22 | -198.93 | | | | | | | | |

The cross-section is classified as Class 1
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
**Note:** The decisive position for the stability classification is based on the utilisation factor η according to Semi-Comp+.

**Lateral Torsional Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 6.3.2.1
**Note:** The cross-section concerns an RHS section with 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$'.
This section is thus not susceptible to Lateral Torsional Buckling.

The member satisfies the stability check.

## 10.1.3. Kosa ispuna rešetke

## EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Values: **$UC_{Overall}$**
Linear calculation
Combination: POZAR
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = K - CFRHS140X140X8

**EN 1993-1-2 Fire Resistance Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B1795** | **0.000 / 3.591 m** | **CFRHS140X140X8** | **Rolled** | **S 355** | **POZAR** | **0.46 -** |

| Combination key |
|---|
| POZAR / G + q + dG + dg,ploca |

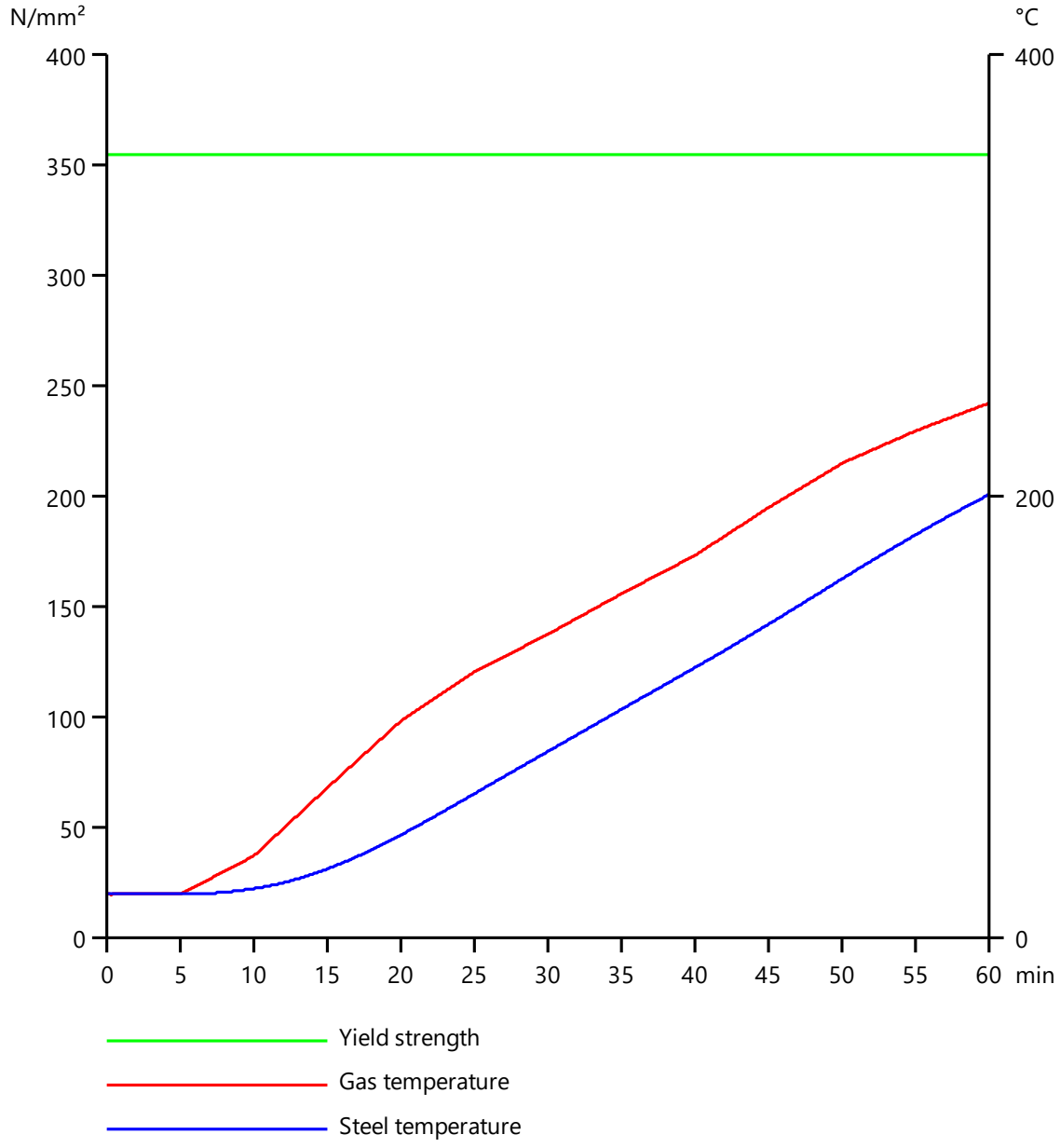
| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1.00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1.10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1.25 |
| Resistance to fire | $\gamma_{M,fi}$ | 1.00 |

| Material | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 355.0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 490.0 | MPa |

**Fire resistance**
Verification in Resistance domain according to EN 1993-1-2 article 4.2.3

| Fire resistance | | | |
|---|---|---|---|
| Temperature-time curve | | User defined | |
| Coefficient of heat transfer by convection | $\alpha_c$ | 25.00 | $W/m^2K$ |
| Emissivity related to fire compartment | $\varepsilon_f$ | 1.00 | |
| Emissivity related to surface material | $\varepsilon_m$ | 0.70 | |
| Configuration factor for radiation heat flux | $\varphi$ | 1.00 | |
| Required fire resistance | R | 60.00 | min |
| Gas temperature | $\theta_g$ | 242.50 | °C |
| Material temperature | $\theta_{a,t}$ | 201.06 | °C |
| Beam exposure | | All sides | |
| Adaptation factor for cross-section | $\kappa_1$ | 1.00 | |
| Adaptation factor for beam | $\kappa_2$ | 1.00 | |
| Section factor for unprotected steel members | $A_m/V$ | 1.3137e-01 | 1/mm |
| Adaptation factor for the shadow effect | $k_{sh}$ | 1.00 | |
| Reduction factor for the yield strength | $k_{y,\theta}$ | 1.00 | |
| Reduction factor for the E modulus | $k_{E,\theta}$ | 0.90 | |

The check results shown hereafter are given at the required time t = 60.00 min.




**...::SECTION CHECK::...**

**The critical check is on position 0.000 m**

| Internal forces | | Calculated | Unit |
|---|---|---|---|
| Normal force | $N_{fi,Ed}$ | -344.52 | kN |
| Shear force | $V_{y,fi,Ed}$ | 0.00 | kN |
| Shear force | $V_{z,fi,Ed}$ | 0.00 | kN |
| Torsion | $T_{fi,Ed}$ | 0.00 | kNm |
| Bending moment | $M_{y,fi,Ed}$ | 0.00 | kNm |
| Bending moment | $M_{z,fi,Ed}$ | 0.00 | kNm |

**Classification for cross-section design**
Classification according to EN 1993-1-2 article 4.2.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 116.00 | 8.00 | 86.06 | 86.06 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 1 |
| 3 | I | 116.00 | 8.00 | 86.06 | 86.06 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 1 |
| 5 | I | 116.00 | 8.00 | 86.06 | 86.06 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 1 |
| 7 | I | 116.00 | 8.00 | 86.06 | 86.06 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 1 |

The cross-section is classified as Class 1
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.

**Compression check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.2 and formula (4.5)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 4.0040e+03 | $mm^2$ |
| Design buckling resistance | $N_{fi,t,Rd}$ | 1421.42 | kN |
| Unity check | | 0.24 | - |

The member satisfies the section check.

**...::STABILITY CHECK::...**

**Classification for member buckling design**
Decisive position for stability classification: 0.000 m
Decisive utilisation factor η: 0.24
Classification according to EN 1993-1-2 article 4.2.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 116.00 | 8.00 | 86.06 | 86.06 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 1 |
| 3 | I | 116.00 | 8.00 | 86.06 | 86.06 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 1 |
| 5 | I | 116.00 | 8.00 | 86.06 | 86.06 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 1 |
| 7 | I | 116.00 | 8.00 | 86.06 | 86.06 | 1.0 | | 1.0 | 14.5 | 19.4 | 23.5 | 26.3 | 1 |

The cross-section is classified as Class 1
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
**Note:** The decisive position for the stability classification is based on the utilisation factor η according to Semi-Comp+.

**Flexural Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.2 and formula (4.5)

| Buckling parameters | | yy | zz | |
|---|---|---|---|---|
| Sway type | | non-sway | non-sway | |
| System length | L | 3.591 | 3.591 | m |
| Buckling factor | k | 1.00 | 1.00 | |
| Buckling length | $l_{cr}$ | 3.591 | 3.591 | m |
| Critical Euler load | $N_{cr}$ | 1811.04 | 1811.04 | kN |
| Slenderness | λ | 67.69 | 67.69 | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel}$ | 0.89 | 0.89 | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel,\theta}$ | 0.93 | 0.93 | |
| Imperfection | α | 0.53 | 0.53 | |
| Reduction factor | $\chi_{fi}$ | 0.52 | 0.52 | |
| Buckling resistance | $N_{b,fi,t,Rd}$ | 744.13 | 744.13 | kN |

| Flexural Buckling verification | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 4.0040e+03 | $mm^2$ |
| Buckling resistance | $N_{b,fi,t,Rd}$ | 744.13 | kN |
| Unity check | | 0.46 | - |

**Torsional(-Flexural) Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.2 and formula (4.5)
**Note:** The cross-section concerns a RHS section which is not susceptible to Torsional(-Flexural) Buckling.

The member satisfies the stability check.

## 10.1.4. Ukrute rešetke

# EC-EN 1993 Steel check fire resistance

Values: **$UC_{Overall}$**
Linear calculation
Combination: POZAR
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All
Filter: Cross-section = UK - CFRHS100X100X5

**EN 1993-1-2 Fire Resistance Code Check**
National annex: Standard EN

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Member B2084** | **0.000 / 2.094 m** | **CFRHS100X100X5** | **Rolled** | **S 355** | **POZAR** | **0.48 -** |

| Combination key |
|---|
| POZAR / G + q + dG + dg,ploca |

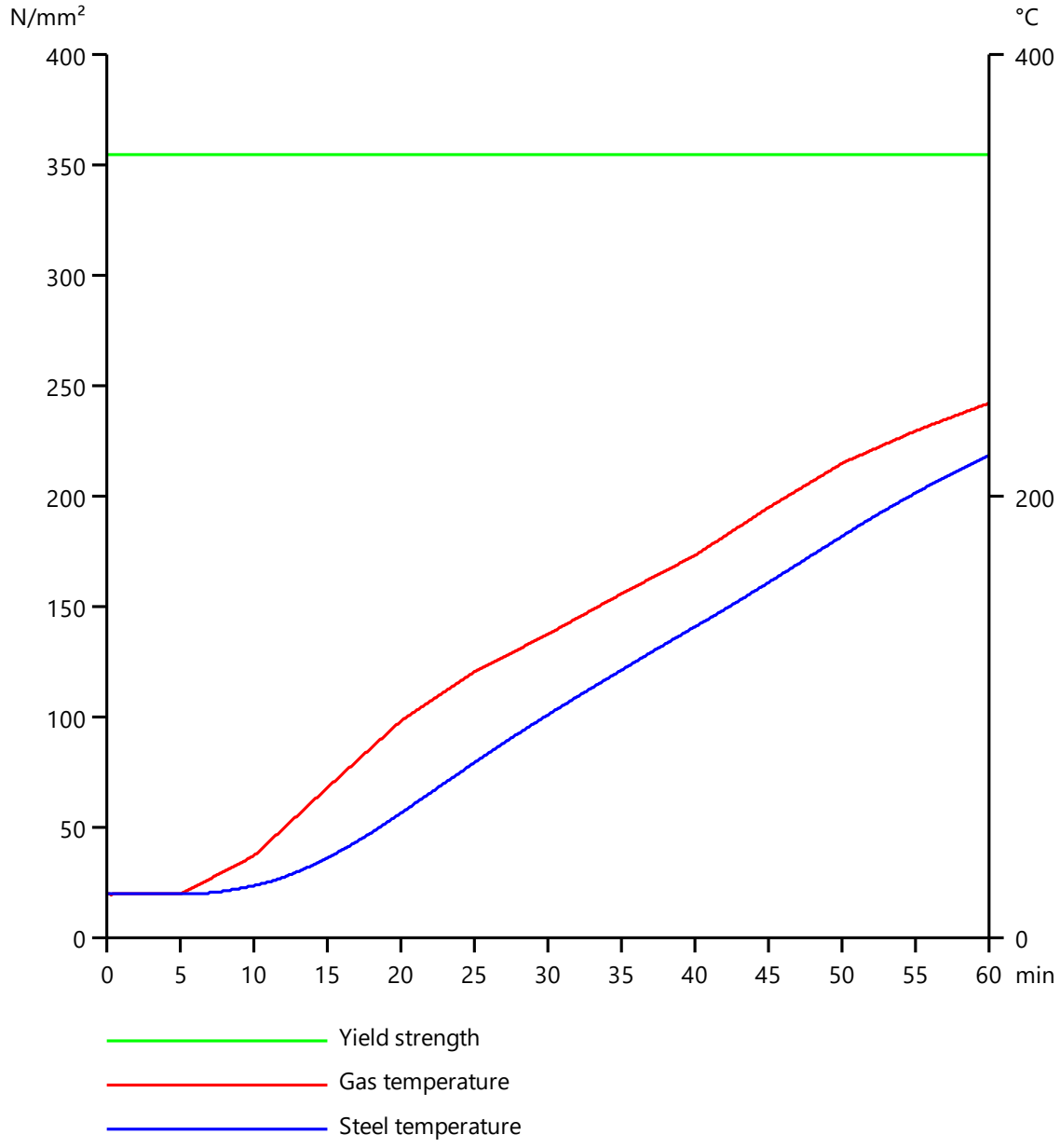
| Partial safety factors | | |
|---|---|---|
| Resistance of cross-sections | $\gamma_{M0}$ | 1.00 |
| Resistance to instability | $\gamma_{M1}$ | 1.10 |
| Resistance of net sections | $\gamma_{M2}$ | 1.25 |
| Resistance to fire | $\gamma_{M,fi}$ | 1.00 |

| Material | | | |
|---|---|---|---|
| Yield strength | $f_y$ | 355.0 | MPa |
| Ultimate strength | $f_u$ | 490.0 | MPa |

**Fire resistance**
Verification in Resistance domain according to EN 1993-1-2 article 4.2.3

| Fire resistance | | | |
|---|---|---|---|
| Temperature-time curve | | User defined | |
| Coefficient of heat transfer by convection | $\alpha_c$ | 25.00 | $W/m^2K$ |
| Emissivity related to fire compartment | $\varepsilon_f$ | 1.00 | |
| Emissivity related to surface material | $\varepsilon_m$ | 0.70 | |
| Configuration factor for radiation heat flux | $\varphi$ | 1.00 | |
| Required fire resistance | R | 60.00 | min |
| Gas temperature | $\theta_g$ | 242.50 | °C |
| Material temperature | $\theta_{a,t}$ | 218.85 | °C |
| Beam exposure | | All sides | |
| Adaptation factor for cross-section | $\kappa_1$ | 1.00 | |
| Adaptation factor for beam | $\kappa_2$ | 1.00 | |
| Section factor for unprotected steel members | $A_m/V$ | 2.0861e-01 | 1/mm |
| Adaptation factor for the shadow effect | $k_{sh}$ | 1.00 | |
| Reduction factor for the yield strength | $k_{y,\theta}$ | 1.00 | |
| Reduction factor for the E modulus | $k_{E,\theta}$ | 0.88 | |

The check results shown hereafter are given at the required time t = 60.00 min.




**...::SECTION CHECK::...**

**The critical check is on position 0.000 m**

| Internal forces | | Calculated | Unit |
|---|---|---|---|
| Normal force | $N_{fi,Ed}$ | 315.47 | kN |
| Shear force | $V_{y,fi,Ed}$ | 0.00 | kN |
| Shear force | $V_{z,fi,Ed}$ | 0.00 | kN |
| Torsion | $T_{fi,Ed}$ | 0.00 | kNm |
| Bending moment | $M_{y,fi,Ed}$ | 0.00 | kNm |
| Bending moment | $M_{z,fi,Ed}$ | 0.00 | kNm |

**Tension check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.1 and formula (4.3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 1.8360e+03 | $mm^2$ |
| Plastic tension resistance | $N_{Rd}$ | 651.78 | kN |
| Design tension resistance | $N_{fi,\theta,Rd}$ | 651.78 | kN |
| Unity check | | 0.48 | - |

The member satisfies the section check.

## 10.1.5. Trapezni lim

**Sheeting**
According to EN 1993-1-1 article BB.2.1 and formula (BB.2)

| Parameters | | | |
|---|---|---|---|
| Sheeting name | | COFRAPLUS 60 | |
| Moment of inertia per length | I | 0.00 | $m^4/m$ |
| Position z | | + z | |
| Sheeting position | | positive | |
| Bolt position | | bottom flange | |
| Bolt pitch | | br | |
| Frame distance | $L_f$ | 2.000 | m |
| Sheeting length | $L_d$ | 1.000 | m |
| Sheeting factor | $K_{1+}$ | 0.001 | m/kN |
| Sheeting factor | $K_{2+}$ | 0.000 | $m^2/kN$ |
| Numerical coefficient | k | 2.00 | |

| Stiffness | | | |
|---|---|---|---|
| Actual stiffness | S | 18181818.18 | kN |
| Required stiffness | $S_{erf}$ | 244850.48 | kN |
| $S \geq S_{erf}$ | | fully braced | |
| Sheeting on side | | tension side | |
| Rotational stiffness (Sheeting) | $C_{\theta M,k}$ | 93.18 | kNm/m |
| Rotational stiffness (Beam distortion) | $C_{\theta P,k}$ | 101.60 | kNm/m |
| Rotational stiffness (Connection) | $C_{\theta A,k}$ | 15.60 | kNm/m |
| Rotational coefficient | $C_{100}$ | 5.20 | kNm/m |
| Rotational stiffness | vorh$C_\theta$ | 11.81 | kNm/m |
| LTB length | $l_{LT}$ | 3.084 | m |
| Cross-section torsional constant | $I_t$ | 4.1600e+05 | $mm^4$ |
| Additional torsional constant | $I_{t,add}$ | 1.4088e+05 | $mm^4$ |
| Adapted torsional constant | $I_{t,id}$ | 5.5688e+05 | $mm^4$ |

**...::SECTION CHECK::...**

**The critical check is on position 24.259 m**

| Internal forces | | Calculated | Unit |
|---|---|---|---|
| Normal force | $N_{fi,Ed}$ | -90.51 | kN |
| Shear force | $V_{y,fi,Ed}$ | 1.42 | kN |
| Shear force | $V_{z,fi,Ed}$ | -22.69 | kN |
| Torsion | $T_{fi,Ed}$ | 7.73 | kNm |
| Bending moment | $M_{y,fi,Ed}$ | -0.89 | kNm |
| Bending moment | $M_{z,fi,Ed}$ | 0.42 | kNm |

**Classification for cross-section design**
Classification according to EN 1993-1-2 article 4.2.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SO | 95.25 | 12.00 | 12.65 | 11.20 | 0.9 | 0.5 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 10.0 | 3 |
| 3 | SO | 95.25 | 12.00 | 13.41 | 14.86 | 0.9 | 0.4 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 9.6 | 3 |
| 4 | I | 164.00 | 7.50 | 12.72 | 10.83 | 0.9 | | 1.0 | 21.9 | 19.4 | 23.5 | 27.7 | 2 |
| 5 | SO | 95.25 | 12.00 | 10.90 | 12.35 | 0.9 | 0.4 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 9.6 | 3 |
| 7 | SO | 95.25 | 12.00 | 10.15 | 8.69 | 0.9 | 0.5 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 10.1 | 3 |

The cross-section is classified as Class 3
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.

| Semi-Comp+ properties | | | |
|---|---|---|---|
| Material coefficient | ε | 0.69 | |
| Flange class 2 slenderness limit | $\beta_{2,y,f}$ | 6.92 | |

| Semi-Comp+ properties | | | |
|---|---|---|---|
| Flange class 3 slenderness limit | $\beta_{3,y,f}$ | 9.68 | |
| Web class 2 slenderness limit | $\beta_{2,y,w}$ | 57.40 | |
| Web class 3 slenderness limit | $\beta_{3,y,w}$ | 85.76 | |
| Flange class 2 slenderness limit | $\beta_{2,z,f}$ | 6.92 | |
| Flange class 3 slenderness limit | $\beta_{3,z,f}$ | 11.07 | |
| Web slenderness ratio | $c/t_w$ | 21.87 | |
| Flange slenderness ratio | $c/t_f$ | 7.94 | |
| Reference slenderness ratio | $c/t_{ref,y}$ | 0.37 | |
| Reference slenderness ratio | $c/t_{ref,z}$ | 0.25 | |
| Interpolated section modulus | $W_{3,y}$ | 7.1967e+05 | $mm^3$ |
| Interpolated section modulus | $W_{3,z}$ | 3.2195e+05 | $mm^3$ |

**Note:** The resistance for this semi-compact section has been calculated according to Semi-Comp+.

**Compression check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.2 and formula (4.5)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 7.6800e+03 | $mm^2$ |
| Design buckling resistance | $N_{fi,t,Rd}$ | 2726.40 | kN |
| Unity check | | 0.03 | - |

**Bending moment check for $M_y$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.10)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Interpolated section modulus | $W_{3,y}$ | 7.1967e+05 | $mm^3$ |
| Interpolated bending resistance | $M_{3,y,Rd}$ | 255.48 | kNm |
| Bending resistance | $M_{y,fi,\theta,Rd}$ | 255.48 | kNm |
| Design bending resistance | $M_{y,fi,t,Rd}$ | 255.48 | kNm |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Bending moment check for $M_z$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.10)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Interpolated section modulus | $W_{3,z}$ | 3.2195e+05 | $mm^3$ |
| Interpolated bending resistance | $M_{3,z,Rd}$ | 114.29 | kNm |
| Bending resistance | $M_{z,fi,\theta,Rd}$ | 114.29 | kNm |
| Design bending resistance | $M_{z,fi,t,Rd}$ | 114.29 | kNm |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Shear check for $V_y$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Shear correction factor | η | 1.20 | |
| Shear area | $A_v$ | 5.9738e+03 | $mm^2$ |
| Plastic shear resistance for $V_y$ | $V_{pl,y,Rd}$ | 1224.38 | kN |
| Plastic shear resistance for $V_y$ | $V_{y,fi,t,Rd}$ | 1224.38 | kN |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Shear check for $V_z$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Shear correction factor | η | 1.20 | |
| Shear area | $A_v$ | 2.5140e+03 | $mm^2$ |
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{pl,z,Rd}$ | 515.27 | kN |
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{z,fi,t,Rd}$ | 515.27 | kN |
| Unity check | | 0.04 | - |

**Torsion check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3
According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Index of fibre | Fibre | 2 | |
| Total torsional moment | $\tau_{fi,Ed}$ | 223.1 | MPa |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Design torsional resistance | $\tau_{fi,t,Rd}$ | 205.0 | MPa |
| Unity check | | **1.09** | - |

**Shear check for $V_y$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plastic shear resistance for $V_y$ | $V_{y,fi,t,Rd}$ | 439.88 | kN |
| Unity check | | 0.00 | - |

**Shear check for $V_z$**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.16)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plastic shear resistance for $V_z$ | $V_{z,fi,t,Rd}$ | 185.12 | kN |
| Unity check | | 0.12 | - |

**Combined bending, axial force and shear force check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Interpolated moment resistance reduced due to $N_{Ed}$ | $M_{N,3,y,fi,t,Rd}$ | 247.00 | kNm |
| Exponent of bending ratio y | α | 2.00 | |
| Interpolated moment resistance reduced due to $N_{Ed}$ | $M_{N,3,z,fi,t,Rd}$ | 114.17 | kNm |
| Exponent of bending ratio z | β | 1.00 | |

Unity check (4.9) = 0.00 + 0.00 = 0.00 -

**Note:** Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment resistances is neglected.

The member does NOT satisfy the section check!

**...::STABILITY CHECK::...**

**Classification for member buckling design**
Decisive position for stability classification: 12.335 m
Decisive utilisation factor η: 0.27
Classification according to EN 1993-1-2 article 4.2.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

| Id | Type | c [mm] | t [mm] | $\sigma_1$ [MPa] | $\sigma_2$ [MPa] | Ψ [-] | $k_\sigma$ [-] | α [-] | c/t [-] | Class 1 Limit [-] | Class 2 Limit [-] | Class 3 Limit [-] | Class |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SO | 95.25 | 12.00 | 94.00 | 90.91 | 1.0 | 0.4 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 9.7 | 3 |
| 3 | SO | 95.25 | 12.00 | 95.60 | 98.69 | 1.0 | 0.4 | 1.0 | 7.9 | 6.2 | 6.9 | 9.5 | 3 |
| 4 | I | 164.00 | 7.50 | 79.79 | -11.39 | -0.1 | | 0.8 | 21.9 | 25.6 | 30.7 | 43.5 | 1 |
| 5 | SO | 95.25 | 12.00 | -25.59 | -22.51 | | | | | | | | |
| 7 | SO | 95.25 | 12.00 | -27.20 | -30.29 | | | | | | | | |

The cross-section is classified as Class 3
**Note:** The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
**Note:** The decisive position for the stability classification is based on the utilisation factor η according to Semi-Comp+.

**Flexural Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.2 and formula (4.5)

| Buckling parameters | | yy | zz | |
|---|---|---|---|---|
| Sway type | | sway | non-sway | |
| System length | L | 3.084 | 3.084 | m |
| Buckling factor | k | 1.94 | 0.76 | |
| Buckling length | $l_{cr}$ | 5.985 | 2.355 | m |
| Critical Euler load | $N_{cr}$ | 4490.07 | 10356.20 | kN |
| Slenderness | λ | 59.54 | 39.20 | |

| Buckling parameters | | yy | zz | |
|---|---|---|---|---|
| Relative slenderness | $\lambda_{rel}$ | 0.78 | 0.51 | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel,\theta}$ | 0.82 | 0.54 | |
| Imperfection | $\alpha$ | 0.53 | 0.53 | |
| Reduction factor | $\chi_{fi}$ | 0.58 | 0.73 | |
| Buckling resistance | $N_{b,fi,t,Rd}$ | 1594.28 | 2002.10 | kN |

| Flexural Buckling verification | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 7.6800e+03 | $mm^2$ |
| Buckling resistance | $N_{b,fi,t,Rd}$ | 1594.28 | kN |
| Unity check | | 0.06 | - |

**Torsional(-Flexural) Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.2 and formula (4.5)
**Note:** For this I-section the Torsional(-Flexural) buckling resistance is higher than the resistance for Flexural buckling. Therefore Torsional(-Flexural) buckling is not printed on the output.

**Lateral Torsional Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.3 and formula (4.11)

| LTB parameters | | | |
|---|---|---|---|
| Interpolated section modulus | $W_{3,y}$ | 7.1967e+05 | $mm^3$ |
| Elastic critical moment | $M_{cr}$ | 1058.58 | kNm |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel,LT}$ | 0.49 | |
| Relative slenderness | $\lambda_{rel,LT,\theta}$ | 0.52 | |
| Imperfection | $\alpha_{LT}$ | 0.53 | |
| Reduction factor | $\chi_{LT,fi}$ | 0.75 | |
| Design buckling resistance | $M_{b,fi,t,Rd}$ | 190.65 | kNm |
| Unity check | | 0.00 | - |

| $M_{cr}$ parameters | | | |
|---|---|---|---|
| LTB length | $l_{LT}$ | 3.084 | m |
| Influence of load position | | no influence | |
| Correction factor | k | 1.00 | |
| Correction factor | $k_w$ | 1.00 | |
| LTB moment factor | $C_1$ | 1.26 | |
| LTB moment factor | $C_2$ | 0.93 | |
| LTB moment factor | $C_3$ | 0.41 | |
| Shear centre distance | $d_z$ | 0.00 | mm |
| Distance of load application | $z_g$ | 0.00 | mm |
| Mono-symmetry constant | $\beta_y$ | 0.00 | mm |
| Mono-symmetry constant | $z_j$ | 0.00 | mm |

**Note:** C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

**Bending and axial compression check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3.5 and formula (4.21a),(4.21b)

| Bending and axial compression check parameters | | | |
|---|---|---|---|
| Cross-section area | A | 7.6800e+03 | $mm^2$ |
| Interpolated section modulus | $W_{3,y}$ | 7.1967e+05 | $mm^3$ |
| Interpolated section modulus | $W_{3,z}$ | 3.2195e+05 | $mm^3$ |
| Design compression force | $N_{fi,Ed}$ | 90.51 | kN |
| Design bending moment | $M_{y,fi,Ed}$ | -0.89 | kNm |
| Design bending moment | $M_{z,fi,Ed}$ | 0.42 | kNm |
| Reduction factor | $\chi_{min,fi}$ | 0.58 | |
| Reduction factor | $\chi_{z,fi}$ | 0.73 | |
| Reduction factor | $\chi_{LT,fi}$ | 0.75 | |
| Equivalent moment factor | $\beta_{M,y}$ | 1.30 | |
| Factor | $\mu_y$ | -1.11 | |
| Interaction factor | $k_y$ | 1.06 | |
| Equivalent moment factor | $\beta_{M,z}$ | 1.40 | |
| Factor | $\mu_z$ | -0.01 | |
| Interaction factor | $k_z$ | 1.00 | |
| Equivalent moment factor | $\beta_{M,LT}$ | 1.30 | |
| Factor | $\mu_{LT}$ | -0.05 | |

| Bending and axial compression check parameters | | | |
|---|---|---|---|
| Interaction factor | $k_{LT}$ | 1.00 | |

Unity check (4.21a) = 0.06 + 0.00 + 0.00 = 0.06 -
Unity check (4.21b) = 0.05 + 0.00 + 0.00 = 0.05 -

**Shear Buckling check**
According to EN 1993-1-2 article 4.2.3
According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

| Shear Buckling parameters | | | |
|---|---|---|---|
| Buckling field length | a | 24.670 | m |
| Web | | unstiffened | |
| Web height | $h_w$ | 206.00 | mm |
| Web thickness | t | 7.50 | mm |
| Material coefficient | ε | 0.69 | |
| Shear correction factor | η | 1.20 | |

| Shear Buckling verification | | |
|---|---|---|
| Web slenderness | $h_w/t$ | 27.47 |
| Web slenderness limit | | 41.49 |

**Note:** The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

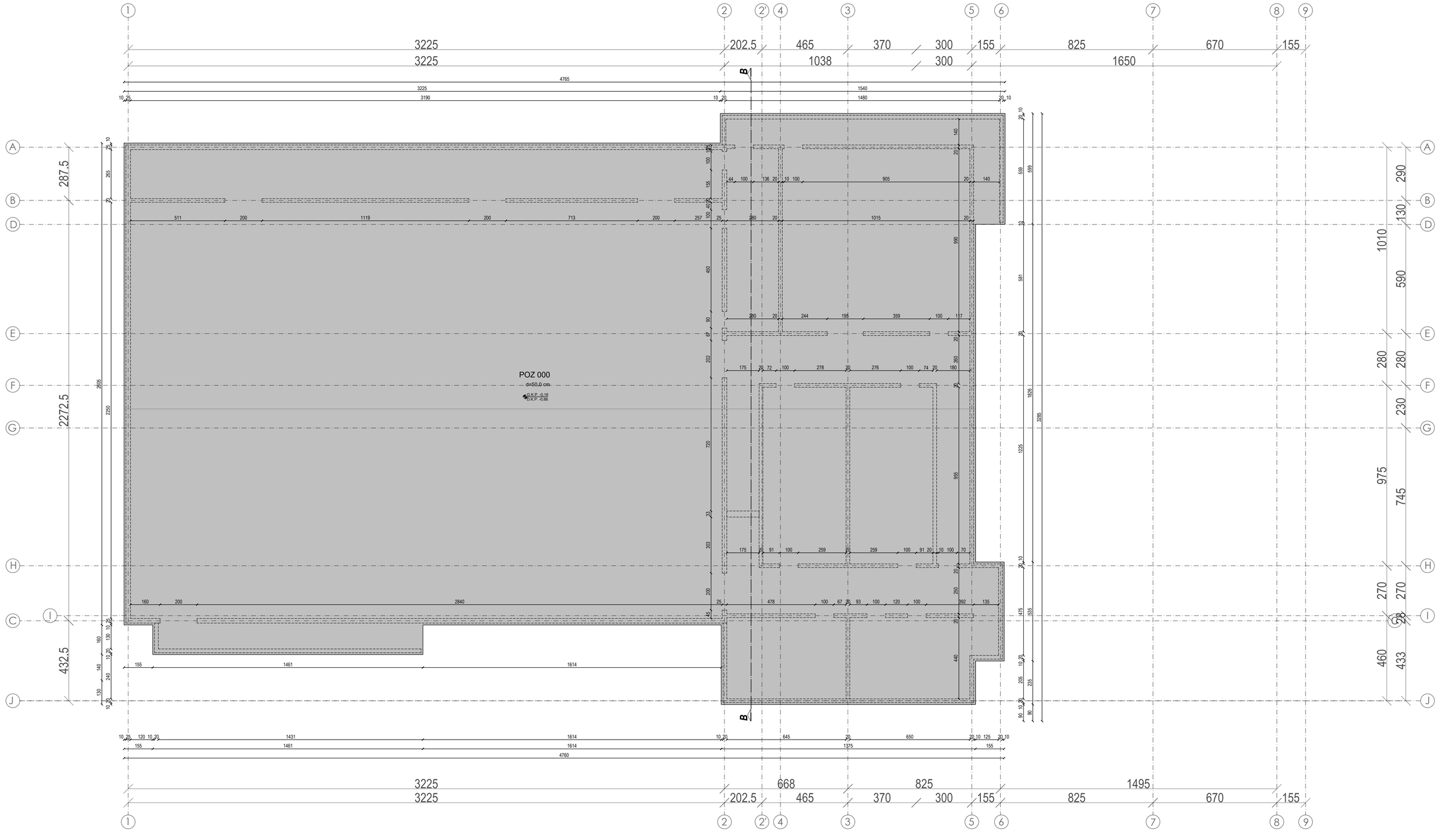
# 11. GRAFIČKI PRILOZI

- List br. 1 – Tlocrt - plan pozicija temelja..... M 1:100
- List br. 2 – Tlocrt podrum – plan pozicija POZ 000 i POZ 100..... M 1:100
- List br. 3 – Tlocrt prizemlja – plan pozicija POZ 200……..... M 1:100
- List br. 4 – Tlocrt kata – plan pozicija POZ 300……..... M 1:100
- List br. 5 – Presjek B-B……..... M 1:100
- List br. 6 – Tlocrt rešetke – elementi u razini donje pojasnice rešetke..... M 1:100
- List br. 7 – Tlocrt rešetke – elementi u razini gornje pojasnice rešetke..... M 1:100
- List br. 8 – Presjek rešetke – presjek C1-C1, presjek C2-C2, presjek A1-A1... M 1:100
- List br. 9 – Plan pozicija – stubište "VST"…..……..... M 1:100

Split, srpanj 2025.

Projektant:

Ivo Orlandini, mag.ing.aedif.




TLOCRT - PLAN POZICIJA TEMELJA
M 1:100

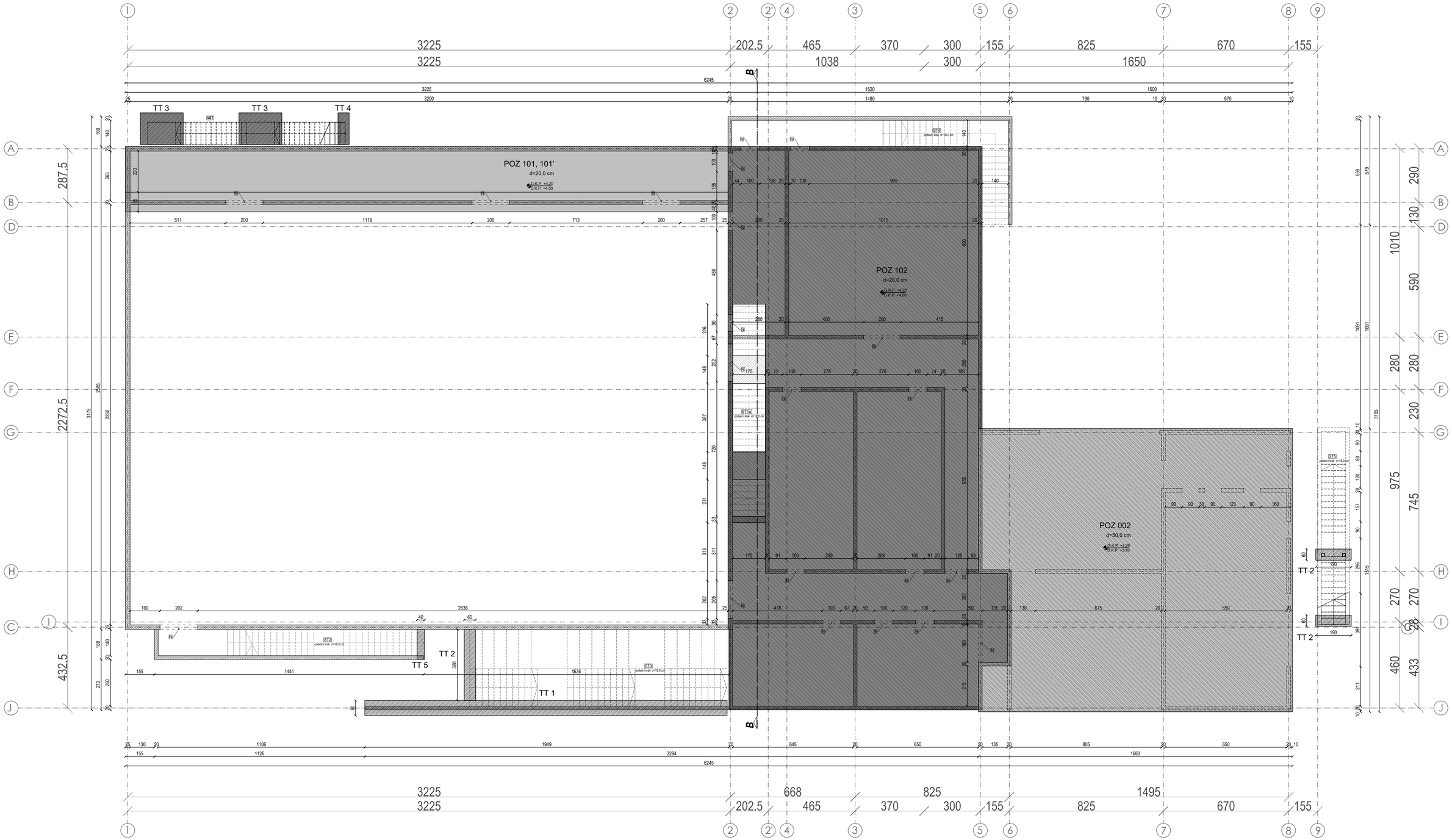
**LEGENDA:**

... AB temeljna ploča POZ 001 (d=50,0 cm)

G.K.P. -0,16
D.K.P. -0,66

BETON: C30/37
ARMATURA: B 500B

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ORLANDINI PROJEKT d. o. o. – SPLIT** | | | |
| Sjedište: Hrvatskih iseljenika 13; 21000 SPLIT<br>Ured: Ivana Gundulića 26a/III kat; 21000 SPLIT | | **OIB: 64758426529** | |
| *Investitor :* | OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA.; Ivana Pavla II 53, 23233 Privlaka;OIB: 63233501548 | *Glavni projektant:* | Ana Šoša Gulam dip.ing.arh. A3667 |
| *Građevina :* | DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA | *Projektant konstrukcije:* | Ivo Orlandini mag.ing.aedif. G5712 |
| *Lokacija :* | VIR, k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) | *Suradnik :* | Marina Bojčić mag.ing.aedif. |
| *Mjerilo :* 1:100 | | | |
| *Datum :* srpanj 2025. | | | |
| *Oznaka projekta :* TD_28-2025 | *Sadržaj :* TLOCRT - PLAN POZICIJA TEMELJA | *Faza projekta :* | Glavni projekt<br>Građevinski projekt<br>Projekt konstrukcije |
| | | *Broj lista :* | 1 |

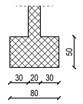



**LEGENDA:**

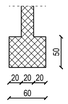
- ... AB ploča POZ 101, 101' (d=20,0 cm) — G.K.P. +4,20 / D.K.P. +4,00
- ... AB ploča POZ 102 (d=20,0 cm) — G.K.P. +4,20 / D.K.P. +4,00
- ... AB ploča podesta (d=18,0 cm)
- ... AB temeljna ploča POZ 002 (d=50,0 cm) — G.K.P. +4,20 / D.K.P. +3,70
- ... AB temeljna traka (d=50,0 cm) — G.K.P. +4,20 / D.K.P. +3,70
- N... ... AB nadvoji
- ST... ... AB stubište
- VST ... Čelično montažno stubište

BETON: C30/37
ARMATURA: B 500B

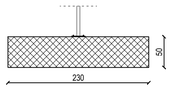
TT 1
Poprečni presjek temeljne trake 1



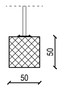

TT 2
Poprečni presjek temeljne trake 2



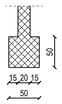

TT 3
Poprečni presjek temeljne trake 3




TT 4
Poprečni presjek temeljne trake 4




TT 5
Poprečni presjek temeljne trake 5

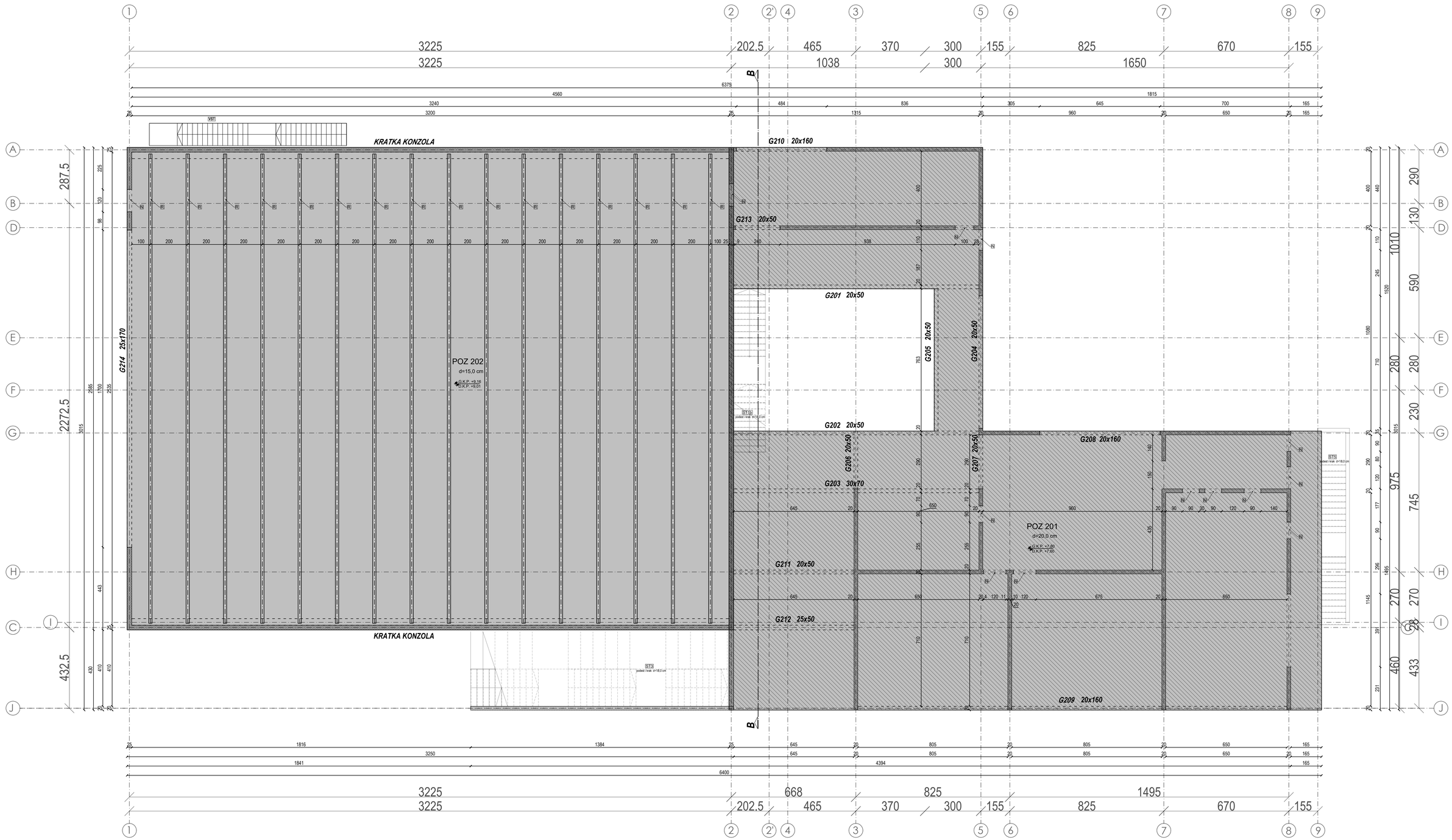



NAPOMENA: AB ploča POZ 101' je kosa ploča tribine dvorane!

# TLOCRT PODRUMA - PLAN POZICIJA POZ 000 I POZ 100
M 1:100

**ORLANDINI PROJEKT d. o. o. – SPLIT**
Sjedište: Hrvatskih iseljenika 13; 21000 SPLIT
Ured: Ivana Gundulića 26a/III kat; 21000 SPLIT
OIB: 64758426529

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Investitor :* | OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA.; Ivana Pavla II 53, 23233 Privlaka;OIB: 63233501548 | *Glavni projektant:* | Ana Šoša Gulam dip.ing.arh. A3567 |
| *Građevina :* | DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA | *Projektant konstrukcije:* | Ivo Orlandini mag.ing.aedif. G5712 |
| *Lokacija :* | VIR, k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) | *Suradnik :* | Marina Bojčić mag.ing.aedif. |
| *Mjerilo :* 1:100 | | | |
| *Datum :* srpanj 2025. | | | |
| *Oznaka projekta :* TD_28-2025 | *Sadržaj :* TLOCRT PODRUMA - PLAN POZICIJA POZ 000 I POZ 100 | *Faza projekta :* | Glavni projekt<br>Građevinski projekt<br>Projekt konstrukcije |
| | | *Broj lista :* | 2 |



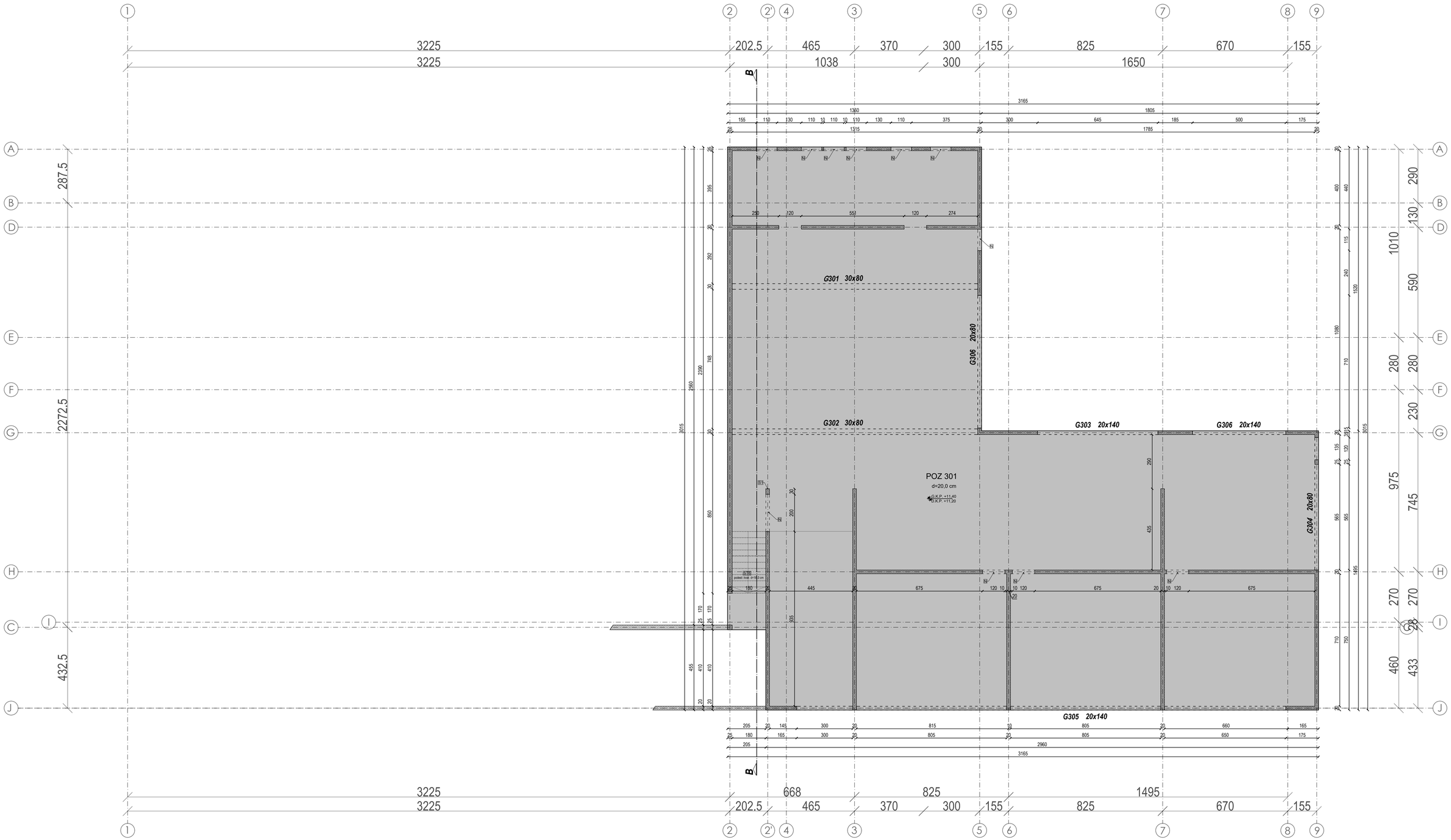

TLOCRT PRIZEMLJA - PLAN POZICIJA 200
M 1:100

**LEGENDA:**

- ... AB ploča POZ 202 (d=15,0 cm) — G.K.P. +7,80 / D.K.P. +7,65
- .. AB ploča POZ 201 (d=20,0 cm) — G.K.P. +7,80 / D.K.P. +7,60
- G... ... AB grede
- N... ... AB nadvoji
- ST... ... AB stubište
- R ... Čelična rešetka

BETON: C30/37
ARMATURA: B 500B

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ORLANDINI PROJEKT d. o. o. – SPLIT** | | | |
| Sjedište: Hrvatskih iseljenika 13 21000 SPLIT<br>Ured: Ivana Gundulića 26a/II kat, 21000 SPLIT | | | OIB: 64758426529 |
| *Investitor :* | OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA,; Ivana Pavla II 53, 23233 Privlaka;OIB: 63233501548 | *Glavni projektant:* | Ana Šoša Gulam dip.ing.arh. A3567 |
| *Građevina :* | DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA | *Projektant konstrukcije:* | Ivo Orlandini mag.ing.aedif. G5712 |
| *Lokacija :* | VIR, k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) | *Suradnik :* | Marina Bojčić mag.ing.aedif. |
| *Mjerilo :* 1:100 | | | |
| *Datum :* srpanj 2025. | | | |
| *Oznaka projekta* : TD_28-2025 | *Sadržaj :* TLOCRT PRIZEMLJA - PLAN POZICIJA 200 | *Faza projekta :* | Glavni projekt<br>Građevinski projekt<br>Projekt konstrukcije |
| | | *Broj lista :* | 3 |




TLOCRT KATA - PLAN POZICIJA 300
M 1:100

**LEGENDA:**

... AB ploča POZ 301 (d=20,0 cm)

G.K.P. +11,40
D.K.P. +11,20

G... ... AB grede

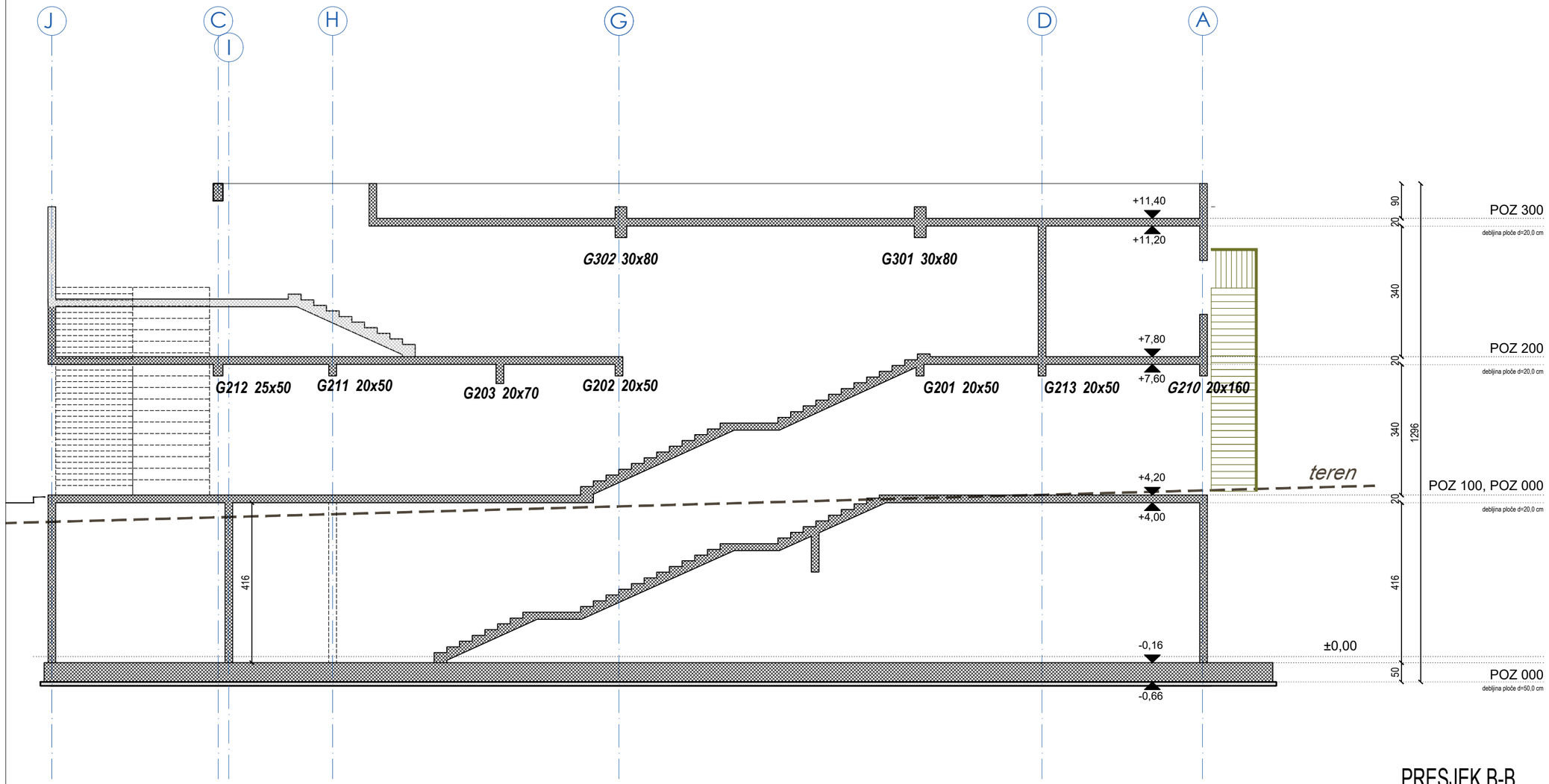
N... ... AB nadvoji

S... ... AB stupovi

BETON: C30/37
ARMATURA: B 500B

**ORLANDINI PROJEKT d. o. o. – SPLIT**
Sjedište: Hrvatskih iseljenika 13; 21000 SPLIT
Ured: Ivana Gundulića 26a/III kat; 21000 SPLIT
OIB: 64758426529

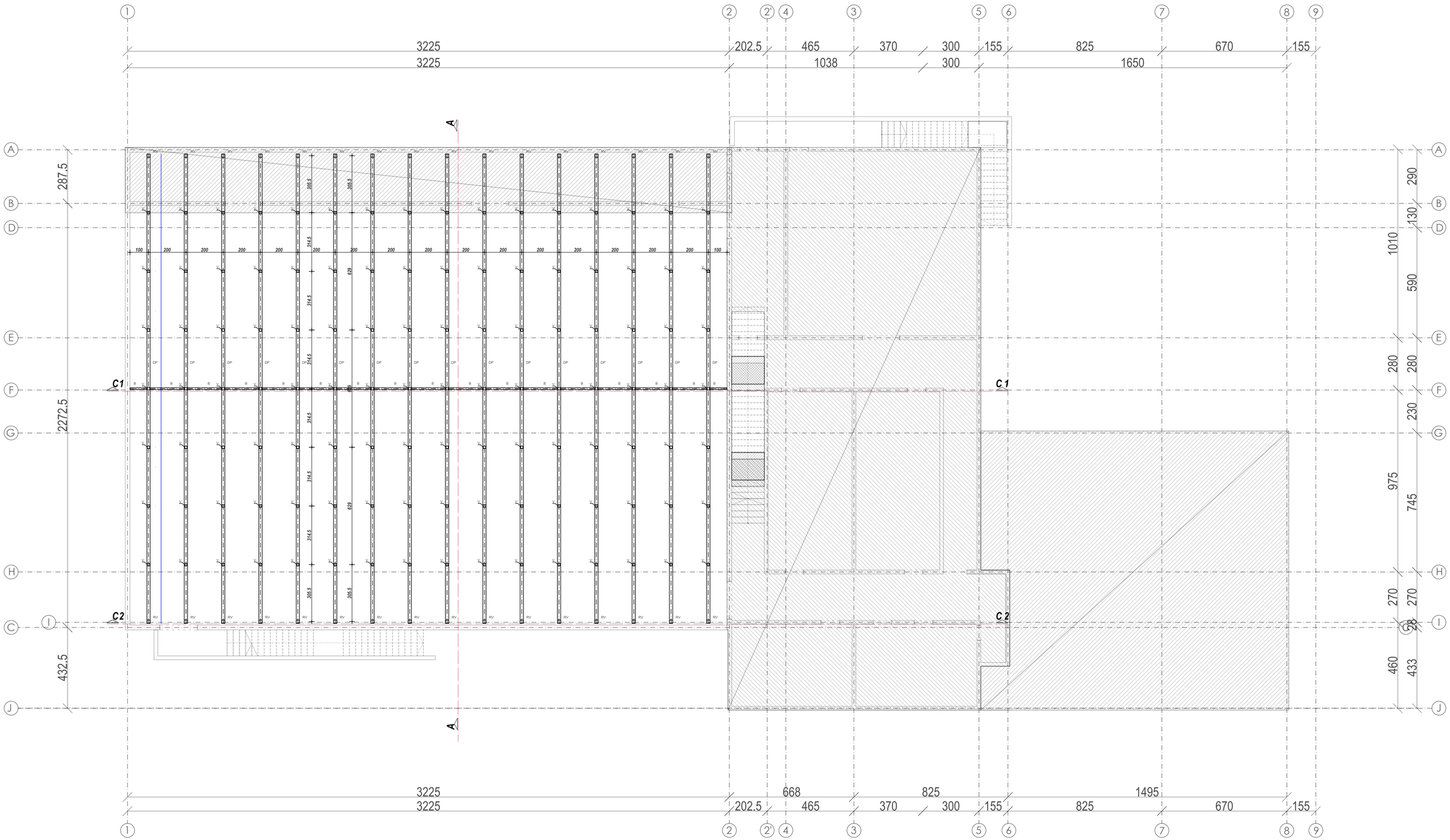
| | | | |
|---|---|---|---|
| *Investitor :* | OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA,; Ivana Pavla II 53, 23233 Privlaka;OIB: 63233501548 | *Glavni projektant:* | Ana Šoša Gulam dip.ing.arh. A3567 |
| *Građevina :* | DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA | *Projektant konstrukcije:* | Ivo Orlandini mag.ing.aedif. G5712 |
| *Lokacija :* | VIR, k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) | *Suradnik :* | Marina Bojčić mag.ing.aedif. |
| *Mjerilo :* 1:100 | | | |
| *Datum :* srpanj 2025. | | | |
| *Oznaka projekta :* TD_28-2025 | *Sadržaj :* TLOCRT KATA - PLAN POZICIJA 300 | *Faza projekta :* | Glavni projekt<br>Građevinski projekt<br>Projekt konstrukcije |
| | | *Broj lista :* | 4 |




PRESJEK B-B
M 1:100


**ORLANDINI PROJEKT d. o. o. – SPLIT**
Sjedište: Hrvatskih iseljenika 13; 21000 SPLIT
Ured: Ivana Gundulića 26a/III kat; 21000 SPLIT
**OIB: 64758426529**


| | | | |
|---|---|---|---|
| *Investitor :* | OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA.; Ivana Pavla II 53, 23233 Privlaka;OIB: 63233501548 | *Glavni projektant:* | Ana Šoša Gulam dip.ing.arh. A3567 |
| *Građevina :* | DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA | *Projektant konstrukcije:* | Ivo Orlandini mag.ing.aedif. G5712 |
| *Lokacija :* | VIR, k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) | *Suradnik :* | Marina Bojčić mag.ing.aedif. |
| *Mjerilo :* 1:100 | | | |
| *Datum :* srpanj 2025. | | | |
| *Oznaka projekta :* TD_28-2025 | *Sadržaj :* PRESJEK B-B | *Faza projekta :* | Glavni projekt<br>Građevinski projekt<br>Projekt konstrukcije |
| | | *Broj lista :* | 5 |




TLOCRT REŠETKE - ELEMENTI U RAZINI DONJE POJASNICE REŠETKE
M 1:100

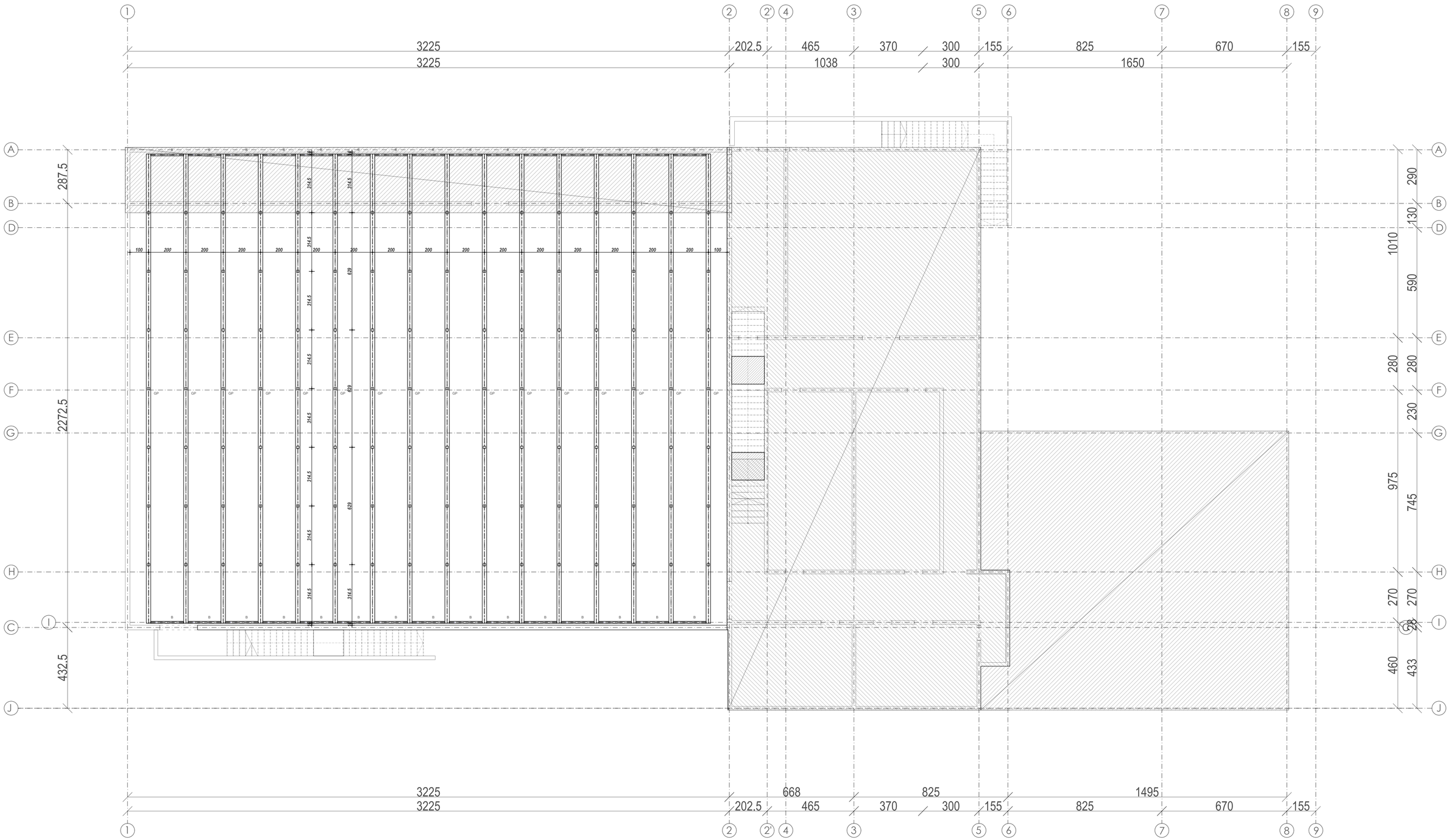
**LEGENDA:**

| | | |
|---|---|---|
| B | ▫ | HSS SHS 100x100x5 |
| DP, RV | □ | HSS RHS 180x180x8 |
| K,V | ▫ | HSS SHS 140x140x8 |
| GP | I | HEA 240 |

ČELIK: S355

**ORLANDINI PROJEKT d. o. o. – SPLIT**
Sjedište: Hrvatskih iseljenika 13; 21000 SPLIT
Ured: Ivana Gundulića 26a/II kat, 21000 SPLIT
OIB: 64758426529

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Investitor :* | OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA,; Ivana Pavla II 53, 23233 Privlaka;OIB: 63233501548 | *Glavni projektant:* | Ana Šoša Gulam dip.ing.arh. A3567 |
| *Građevina :* | DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA | *Projektant konstrukcije:* | Ivo Orlandini mag.ing.aedif. G5712 |
| *Lokacija :* | VIR, k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) | *Suradnik :* | Marina Bojčić mag.ing.aedif. |
| *Mjerilo :* 1:100 | | | |
| *Datum :* srpanj 2025. | *Sadržaj :* TLOCRT PODRUMA - PLAN POZICIJA POZ 100 | *Faza projekta :* | Glavni projekt<br>Građevinski projekt<br>Projekt konstrukcije |
| *Oznaka projekta* :TD_28-2025 | | *Broj lista :* | 6 |







TLOCRT REŠETKE - ELEMENTI U RAZINI GORNJE POJASNICE REŠETKE
M 1:100

**LEGENDA:**

| | | |
|---|---|---|
| B | ▫ | HSS SHS 100x100x5 |
| DP, RV | □ | HSS RHS 180x180x8 |
| K,V | ▫ | HSS SHS 140x140x8 |
| GP | I | HEA 240 |

ČELIK: S355

**ORLANDINI PROJEKT d. o. o. – SPLIT**

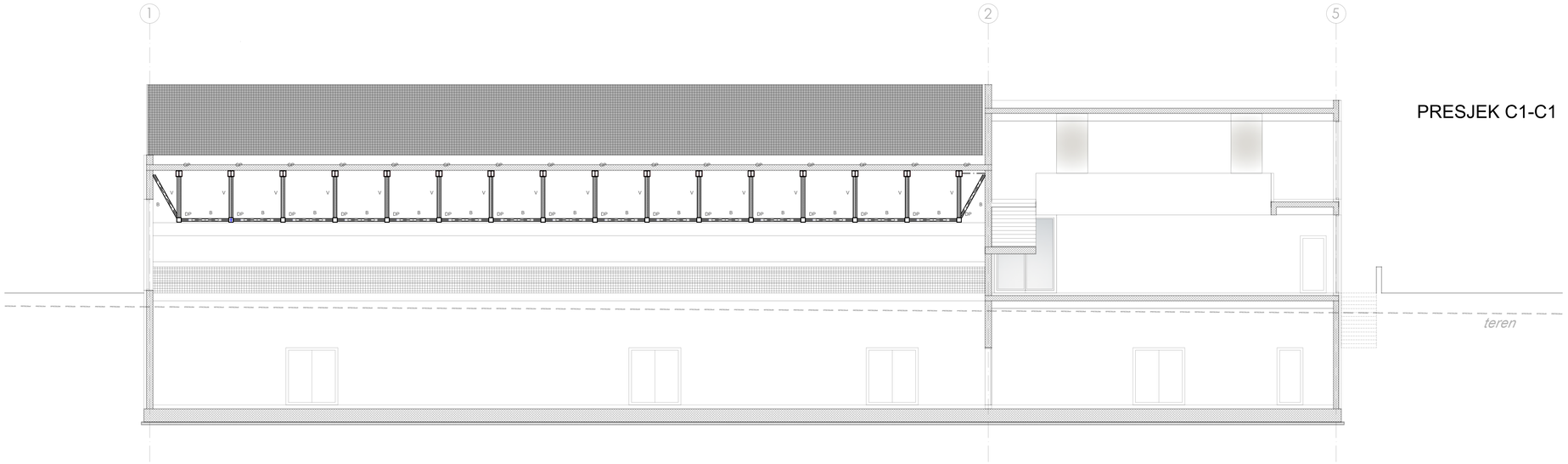
Sjedište: Hrvatskih iseljenika 13; 21000 SPLIT
Ured: Ivana Gundulića 26a/III kat, 21000 SPLIT
**OIB: 64758426529**

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Investitor :* | OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA,; Ivana Pavla II 53, 23233 Privlaka;OIB: 63233501548 | *Glavni projektant:* | Ana Šoša Gulam dip.ing.arh. A3567 |
| *Građevina :* | DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA | *Projektant konstrukcije:* | Ivo Orlandini mag.ing.aedif. G5712 |
| *Lokacija :* | VIR, k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) | *Suradnik :* | Marina Bojčić mag.ing.aedif. |
| *Mjerilo :* 1:100 | | | |
| *Datum :* srpanj 2025. | *Sadržaj :* TLOCRT REŠETKE - ELEMENTI U RAZINI GORNJE POJASNICE REŠETKE | *Faza projekta :* | Glavni projekt<br>Građevinski projekt<br>Projekt konstrukcije |
| *Oznaka projekta* :TD_28-2025 | | *Broj lista :* | 7 |

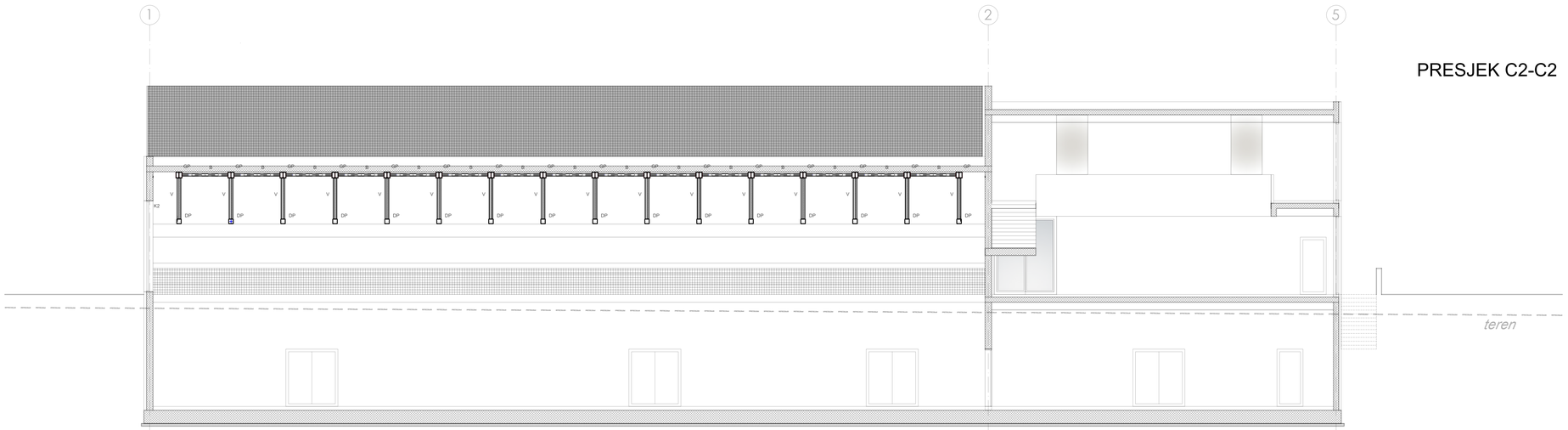
**LEGENDA:**

| | | |
|---|---|---|
| B | ▫ | HSS SHS 100x100x5 |
| DP, RV | □ | HSS RHS 180x180x8 |
| K,V | ▫ | HSS SHS 140x140x8 |
| GP | I | HEA 240 |

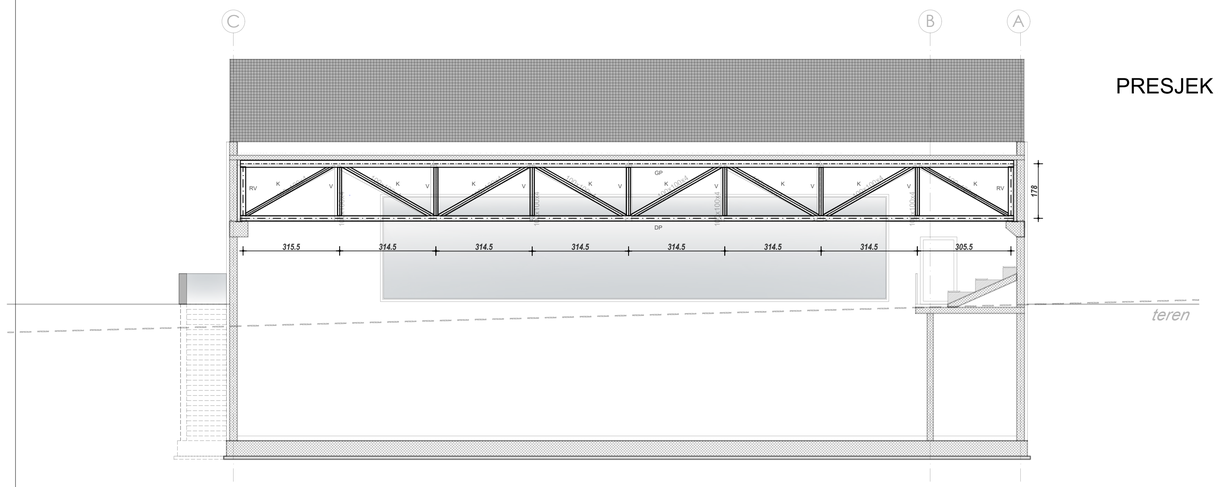
ČELIK: S355




PRESJEK C1-C1




PRESJEK C2-C2

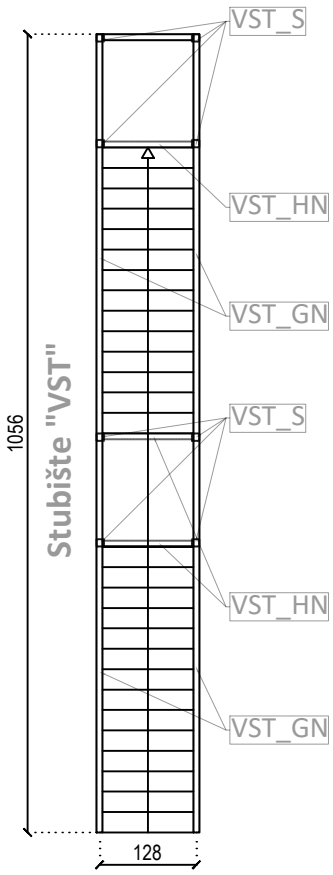



PRESJEK A-A

PRESJEK REŠETKE - PRESJEK C1-C1, PRESJEK C2-2C PRESJEK, A-A
M 1:100

**ORLANDINI PROJEKT d. o. o. – SPLIT**
Sjedište: Hrvatskih iseljenika 13; 21000 SPLIT
Ured: Ivana Gundulića 26a/III kat; 21000 SPLIT
**OIB: 64758426529**

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Investitor :* | OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA,; Ivana Pavla II 53, 23233 Privlaka;OIB: 63233501548 | *Glavni projektant:* | Ana Šoša Gulam dip.ing.arh. A3567 |
| *Građevina :* | DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA | *Projektant konstrukcije:* | Ivo Orlandini mag.ing.aedif. G5712 |
| *Lokacija :* | VIR, k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) | *Suradnik :* | Marina Bojčić mag.ing.aedif. |
| *Mjerilo :* 1:100 | | | |
| *Datum :* srpanj 2025. | *Sadržaj :* PRESJEK REŠETKE - PRESJEK C1-C1, PRESJEK C2-2C, PRESJEK A-A | *Faza projekta :* | Glavni projekt<br>Građevinski projekt<br>Projekt konstrukcije |
| *Oznaka projekta* : TD_28-2025 | | | *Broj lista :* 8 |




## STUBIŠTE "VST"

| | | |
|---|---|---|
| VST_GN | ▯ | ..... CFRHS 160 x 80 x 4 (S235) |
| VST_HN | □ | ..... CFRHS 80 x 80 x 3 (S235) |
| VST_S | □ | ..... CFRHS 100 x 100 x 3 (S235) |
| VST_SP | • | ..... Ø14 (S235) |

ČELIK: S235J0

# PLAN POZICIJA - STUBIŠTE "VST"
# M 1:100

**ORLANDINI PROJEKT d. o. o. – SPLIT**
Sjedište: Hrvatskih iseljenika 13; 21000 SPLIT
Ured: Ivana Gundulića 26a/III kat; 21000 SPLIT
**OIB: 64758426529**

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Investitor :* | OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA.; Ivana Pavla II 53, 23233 Privlaka;OIB: 63233501548 | *Glavni projektant:* | Ana Šoša Gulam dip.ing.arh. A3567 |
| *Građevina :* | DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA | *Projektant konstrukcije:* | Ivo Orlandini mag.ing.aedif. G5712 |
| *Lokacija :* | VIR, k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) | *Suradnik :* | Marina Bojčić mag.ing.aedif. |
| *Mjerilo :* 1:100 | | | |
| *Datum :* srpanj 2025. | | | |
| *Oznaka projekta :* TD_28-2025 | | | |
| *Sadržaj :* | PLAN POZICIJA - STUBIŠTE "VST" | *Faza projekta :* | Glavni projekt<br>Građevinski projekt<br>Projekt konstrukcije |
| | | *Broj lista :* | 9 |