

KAZALO

2/1.3.1 TEHNIČNI OPIS	3
1 SPLOŠNO	3
2 OPIS KONSTRUKCIJE OBJEKTA	3
3 OPIS RAČUNSKEGA MODELA	4
4 OBTEŽBA	5
4.1 LASTNA IN STALNA OBTEŽBA	5
4.2 KORISTNA OBTEŽBA	5
4.3 OBTEŽBA SNEGA	5
4.4 OBTEŽBA VETRA	6
4.5 POTRESNA OBTEŽBA	10
5 MATERIAL	11
5.1 BETON	11
5.1.1 KLASIFIKACIJA BETONA	11
5.2 ARMATURA	11
5.3 JEKLENA NOSILNA KONSTRUKCIJA	12
5.3.1 VRSTA KONSTRUKCIJSKEGA JEKLA	12
5.3.2 ANTIKOROZIJSKA ZAŠČITA	12
5.3.3 IZVEDBENI RAZRED JEKLENE KONSTRUKCIJE	12
5.3.4 SPOJI	12
5.4 SIDRANJE JEKLENE KONSTRUKCIJE	12
5.5 GEOTEHNIČNI POGOJI GRADNJE	12
6 UPORABLJENI STANDARDI	13
7 UPORABLJENA PROGRAMSKA OPREMA	13
2/1.3.2 TEHNIČNI IZRAČUNI	14
1 GEOMETRIJA	14
1.1 STEBRI	15
1.2 VZDOLŽNI OKVIRJI	15
1.2.1 OKVIR V OSI 1	15
1.2.2 OKVIRJI V OSEH 2, 3 IN 4	16
1.2.3 OKVIR V OSI 5	16
1.3 OKVIRJA V OSEH A IN C	16
1.4 STREŠNA KONSTRUKCIJA	17
2 MATERIAL	17
3 OBTEŽBA	18
3.1 LASTNA IN STALNA	19
3.2 OBTEŽBA SNEGA	19
3.3 OBTEŽBA VETRA	20
3.3.1 W_{X+}	20
3.3.2 W_{X-}	20
3.3.3 W_{Y+}	21

3.3.4	W_y	21
3.4	POTRESNA OBTEŽBA	22
4	MODALNA ANALIZA.....	23
4.1	NIHAJNE OBLIKE, NIHAJNI ČASI IN EFEKTIVNE MASE.....	23
4.2	ETAŽNE PREČNE SILE	24
5	DIMENZIONIRANJE	25
5.1	TEMELJI.....	25
5.1.1	SESTAVA TAL IN GLOBINA TEMELJENJA	25
5.1.2	DISPOZICIJA TEMELJEV.....	27
5.1.3	TEMELJNI NASTAVKI	36
5.2	SIDRANJE: STEBER- TEMELJ	39
5.2.1	SPOJ T1: STEBER HE300A – TEMELJ.....	39
5.2.2	SPOJ T2: STEBER HE240A – TEMELJ.....	42
5.2.3	SPOJ T3: STEBER IPE220 – TEMELJ	45
5.3	JEKLENA KONSTRUKCIJA	48
5.3.1	STEBRI.....	48
5.3.2	PRIMARNI VARJENI NOSILCI IZN 1100/300/20/8 OSI 2, 3 IN 4.....	51
5.3.3	PRIMARNI NOSILEC HE450A OS 1.....	60
5.3.4	PRIMARNI NOSILEC HE260A OS 5.....	63
5.3.5	STREŠNI NOSILCI HE200A	65
5.3.6	VERTIKALNA POVEZJA L75X75X7	67
5.3.7	HORIZONTALNA POVEZJA L75X75X7	69

2/1.3.1 Tehnični opis

Skladno s predpisom »Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 101/05)« se mehansko odpornost in stabilnost zagotovi s projektiranjem in gradnjo v skladu z načeli in pravili evrokodov. Kjer ne gre drugače, se upoštevajo pravila iz drugih standardov, tehničnih smernic ali drugih tehničnih dokumentov, pri čemer se zagotovi najmanj evrokodom enakovredno raven izpolnjevanja zahtev iz omenjenega pravilnika.

1 Splošno

Investitor, Fraport Slovenija d.o.o., želi v sklopu kompleksa Letališča Jožeta Pučnika Ljubljana razširiti Cargo (transportni) terminal, s čimer bi povečal kapaciteto tovarnega dela letališča.

Poleg razširitve terminala predvidi tudi nadomestitev šotora nad hladilnico z grajeno konstrukcijo. V tem primeru je potrebno izvesti objekt v skupni velikosti 686m², gabaritnih dimenzij 20,5m x 33,50m. Višina objekta znaša 6,60m.

2 Opis konstrukcije objekta

Nosilno konstrukcijo objekta predstavlja jekleni prostorski okvir, katerega nosilni elementi sledijo naslednjemu rastru osi konstrukcije:

- osi 1-5: 5x4,8 m = 19,20 m
- osi A-B: 20,90 m
- osi B-C: 12,00 m

Primarni stebri konstrukcije so locirani v oseh A, B in C:

- osi A in C: HE240A
- os B: HE300A

Sekundarne stebre predstavljajo fasadni stebri IPE220 v osi 5.

Primarni jekleni nosilci konstrukcije so usmerjeni vzdolž osi od 1 do 5:

- os 1: HE450A
- osi 2-4: zvarjeni nosilec IZN 1100/300/20/8
- os 5: HE260A

Sekundarni jekleni nosilci konstrukcije so strešni nosilci HE200A, ki so razporejeni na rastru cca 3,0 m.

Vertikalna povezja so izvedena iz kotnih profilov L75/75/7, in sicer na naslednjih lokacijah:

- os A in B: med osmi 2-3
- os 5: 3 povezja med osema A in B

Horizontalna strešna povezja so izvedena iz kotnih profilov L75/75/7, in sicer na naslednjih lokacijah:

- med osmi 2 in 3;
- med osmi 4 in 5;
- ob oseh A in C;

Stebri jeklene konstrukcije so temeljeni s točkovnimi temelji oz. s temeljnimi ploščami (v osi 5, zaradi goste razporejenosti stebrov). Pete so debeline 40 cm, temeljeni nastavki pa so visoki 50 cm.

3 Opis računskega modela

Statična analiza konstrukcije je izvedena s programom Axis VM X5.

Opis modela:

- vsi elementi konstrukcije so modelirani z linijskimi končnimi elementi;
- izdelana sta bila dva računska modela:
 - o eden z modeliranjem podpor na nivoji vpetja (za dimenzioniranje sidrišč stebrov);
 - o eden z modeliranjem temeljnih nastavkov in temeljev (dimenzioniranje temeljnih nastavkov in izračun nosilnosti temeljev);
- vse podpore so modeliranje kot nepremične členkaste, razen podpor stebrov HE300A (os B), ki so modelirane kot toge (s sproščeno torzijo);
- horizontalna stabilnost objekta je dosežena z vertikalnimi povezji v oseh A, C in 5 ter strešnimi horizontalnimi povezji;
- pri potresni analizi je upoštevan projektni pospešek tal $a_g = 0,225g$, tip tal B ter faktor pomembnosti 1,0;
- konstrukcija je projektirana za nizko stopnjo duktilnosti DCL, upoštevan je faktor obnašanja $q=1,5$;
- Vsi elementi jeklene konstrukcije so iz materiala S355, temelji pa so iz betona C30/37;
- V modelu je upoštevana naslednja obtežba:
 - o lastna in stalna obtežba – izhaja iz lastne teže materialov in konstrukcijskih sestavov (strešni in fasadni); Stalni obtežbi strehe je dodana še obtežba inštalacij v vrednosti 40 kg/m^2 ;
 - o obtežba snega;
 - o obtežba vetra;
 - o potresna obtežba (masa izhaja iz lastne in stalne obtežbe);
 - o koristna obtežba (ni modelirana saj ni merodajna; kategorija H);

Spoji jeklenih elementov so analizirani s programom Power Connect.

Pri dimenzioniranju temeljev so upoštevani podatki o sestavi temeljnih tal Geotehničnega poročila o pogojih temeljenja in gradnje garažne hiše na letališču Brnik.

Sestava tal (točka 3.0 Terenske raziskave):

- Pretežno nekoherentne zemljine
- Podatki o strižnih kotih in moduli stisljivosti:

Na osnovi grafičnega prikaza rezultatov SPT v vrtinah in na lokacijah sond DP v prilogi 4.5 ter analize teh rezultatov smo izbrali naslednje vrednosti strižnega kota in modula stisljivosti, ki smo jih upoštevali v kasnejših izračunih :

Globina (m)	Povprečna vrednost števila udarcev N	Strižni kot φ (°)	Modul stisljivosti M_s (MPa)
do 4,00 m	8 (12)	30° (31°)	13,4 (21,7)
med 4,00 in 8,00 m	11 (16)	31° (32°)	17,0 (22,9)
pod 8,00 m	23 (24)	34° (34°)	31,0 (32,3)

* vrednosti v oklepajih pomenijo povprečne vrednosti v primeru, da ne eliminiramo rezultatov, ki bistveno izstopajo

4 Obtežba

4.1 Lastna in stalna obtežba

Lastna in stalna obtežba je določena na podlagi sestave konstrukcijskih sklopov iz načrta arhitekture, z upoštevanjem specifične teže posameznih materialov.

streha - S1					
št. sloja	opis	izračun			$g_{k,i}$ [kN/m ²]
1	PVC folija	0,002		12	0,024
2	TI - trda kamena volna	0,2		1,5	0,3
3	parna zapora				0,01
4	trapezna pločevina 135/310			0,114	0,114
5	primarni nosilci				0
6	inštalacije			0,4	0,4
$g_k =$					0,85

V računskem modelu je upoštevana enakomerno porazdeljena stalna obtežba ravne strehe **0,85 kN/m²**.

fasada - F1					
št. sloja	opis	izračun			$g_{k,i}$ [kN/m]
1	TI pločevninasti paneli d=15 cm				0,283
2	jeklena podkonstrukcija SHS100x5; e=2,0 m	0,147		0,5	0,074
$g_k =$					0,36

V računskem modelu je upoštevana enakomerno porazdeljena stalna obtežba fasade **0,40 kN/m²**.

4.2 Koristna obtežba

Po SIST EN 1991-1-1 so upoštewane naslednje vrednosti koristne obtežbe:

- kategorija H (strehe, dostopne le za normalno vzdrževanje in popravila): **$q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$**

4.3 Obtežba snega

Obtežba snega je določena po zahtevah standarda SIST EN 1991-1-3 za lokacijo Brnika, ki se nahaja v coni A2.

Za izračun karakteristične obtežbe snega na tleh je bila upoštevana nadmorska višina A=382 m.

Obtežba snega:

n. m. v. = A = 382 m

cona A2

karakteristična obtežba snega na tleh:

$$s_k = 1,293 \cdot [1 + (A/728)^2] = 1,65 \text{ kN/m}^2$$

obtežba snega na strehi:

$$q_k = \mu_i C_e C_t s_k = 1,32 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_i = \mu_{i1} = 0,8 \quad (\text{oblikovni koeficient - ravna streha})$$

$$C_e = 1,0 \quad (\text{običajen teren})$$

$$C_t = 1,0 \quad (\text{toplotni koeficient - streha z majhnimi toplotnimi izgubami})$$

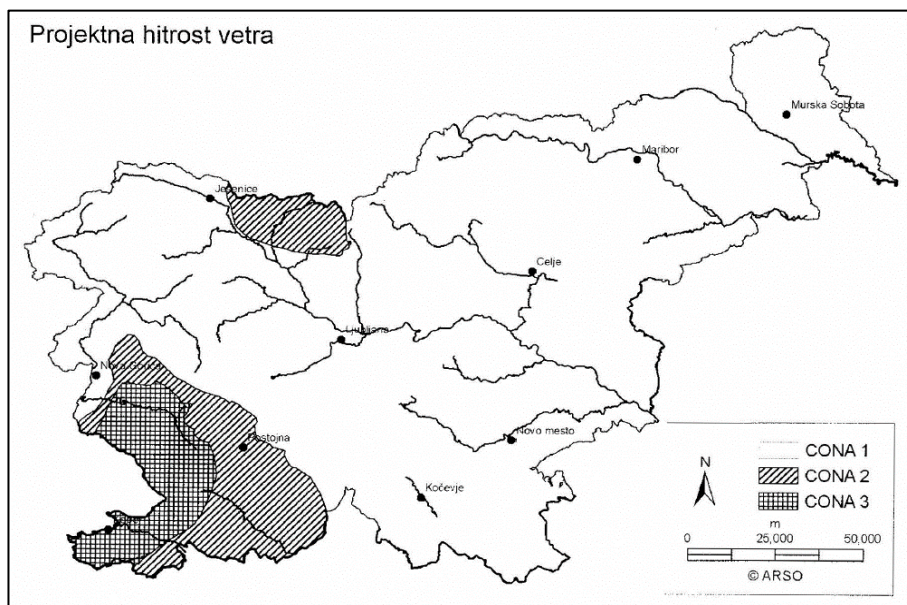
V računskem modelu je upoštevana enakomerno porazdeljena obtežba snega **1,35 kN/m²**.

4.4 Obtežba vetra

Obtežba vetra je natančno modelirana po zahtevah standarda SIST EN 1991-1-4. Upoštevana je temeljna vrednost hitrosti vetra $v_{b,0} = 20$ m/s za cono 1, lokacija Brnik.

Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra $v_{b,0}$

Lokacija: **Brnik**
 Nadmorska višina: **382** m
 Cona hitrosti vetra: **1**



Hitrosti vetra:

Cona 1 (večina Slovenije):

20 m/s pod 800m
 25 m/s od 800 m do 1600 m
 30 m/s od 1600 m do 2000 m
 40 m/s nad 2000 m

Cona 2 (Trnovski gozd, Notranjska, Karavanke):

25m/s pod 1600 m
 30 m/s od 1600 do 2000 m
 40 m/s nad 2000 m

Cona 3 (Primorje, Kras in del Vipavske doline):

30 m/s

$v_{b,0}$ [m/s]= **20** - temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra

Osnovna hitrost vetra v_b

$$V_b = C_{dir} C_{season} V_{b,0}$$

$C_{dir} =$ 1,0 - smerni faktor; priporočena vrednost je 1,0

$C_{season} =$ 1,0 - faktor letnega časa; priporočena vrednost je 1,0

v_b [m/s]= **20** - osnovna hitrost vetra

Srednja hitrost vetra $v_m(z)$

$$v_m(z) = C_r(z) C_0(z) v_b$$

$C_r(z) =$	0,928	- faktor hrapavosti; izračun v nadaljevanju
$C_0(z) =$	1,0	- faktor hribovitosti; učinek hribovitosti se zanemari
$v_m(z) [m/s] =$	18,6	- srednja hitrost vetra

Hrapavost terena

$$C_r(z) = k_r \ln(z/z_0) \text{ za } z_{min} < z < z_{max}$$

$$C_r(z) = k_r \ln(z_{min}) \text{ za } z < z_{min}$$

kat. terena:	II	- preglednica
$z [m] =$	6,6	- višina objekta nad tlemi
$z_0 [m] =$	0,05	- hrapavostna dolžina
$z_{min} [m] =$	2	- najmanjša višina; preglednica
$z_{0,II} [m] =$	0,05	- II. kategorija terena
$z_{max} [m] =$	200	
$k_r =$	0,19	- faktor terena; $k_r = 0,19 (z_0/z_{0,II})^{0,07}$
$C_r(z) =$	0,928	- faktor hrapavosti

Preglednica 4.1: Kategorije terena in terenski parametri

Kategorija terena	z_0 m	z_{min} m
0 Morsko ali obalno področje, izpostavljeno proti odprtemu morju	0,003	1
I Jezersko ali ravninsko področje z zanemarljivim rastlinjem in brez ovir	0,01	1
II Področje z nizkim rastlinjem (trava) in posameznimi ovirami (drevesi, stavbami) na razdalji najmanj 20 višin ovir	0,05	2
III Področja z običajnim rastlinjem ali stavbami ali s posameznimi ovirami na razdalji največ 20 višin ovir (vasi, podeželsko okolje, stalni gozd)	0,3	5
IV Področje, kjer je najmanj 15 % površine pokrite s stavbami s povprečno višino več kot 15 m	1,0	10
OPOMBA: Kategorije terena so ilustrirane v A.1.		

Vetrna turbolenca

$$I_v(z) = k_l / (C_0(z) \ln(z/z_0)) \text{ za } z_{min} < z < z_{max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{min}) \text{ za } z < z_{min}$$

$k_l =$	1,0	- turbolenčni faktor; prporočena vrednost je 1,0
$I_v(z) =$	0,205	- intenziteta turbulence

Tlak pri največji hitrosti ob sunkih vetra

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] 0,5 \rho v_m^2(z)$$

$\rho [kg/m^3] =$	1,25	- gostota zraka; priporočena vrednost je 1,25 kg/m ³
-------------------	------	---

$q_b \text{ [kN/m}^2\text{]} = 0,25$ - $q_b = 0,5 \rho v_b^2$
 $ce(z) = 2,09$ - faktor izpostavljenosti
 $q_p(z) \text{ [kN/m}^2\text{]} = 0,52$ - tlak pri največjih sunkih vetra

obtežba vetra na navpične površine

$W_e = C_s C_d C_{pe} q_p(z_e)$ - zunanji tlak
 $W_i = C_{pi} q_p(z_e)$ - notranji tlak

$C_s C_d$ - konstrukcijski faktor; $C_s C_d = 1,0$
 C_{pe} - koeficient zunanjega tlaka
 C_{pi} - koeficient notranjega tlaka; $C_{pi} = 0$

$h < b$ - tlak je po višini stavbe enakomeren

Smer vetra v globalni X smeri:

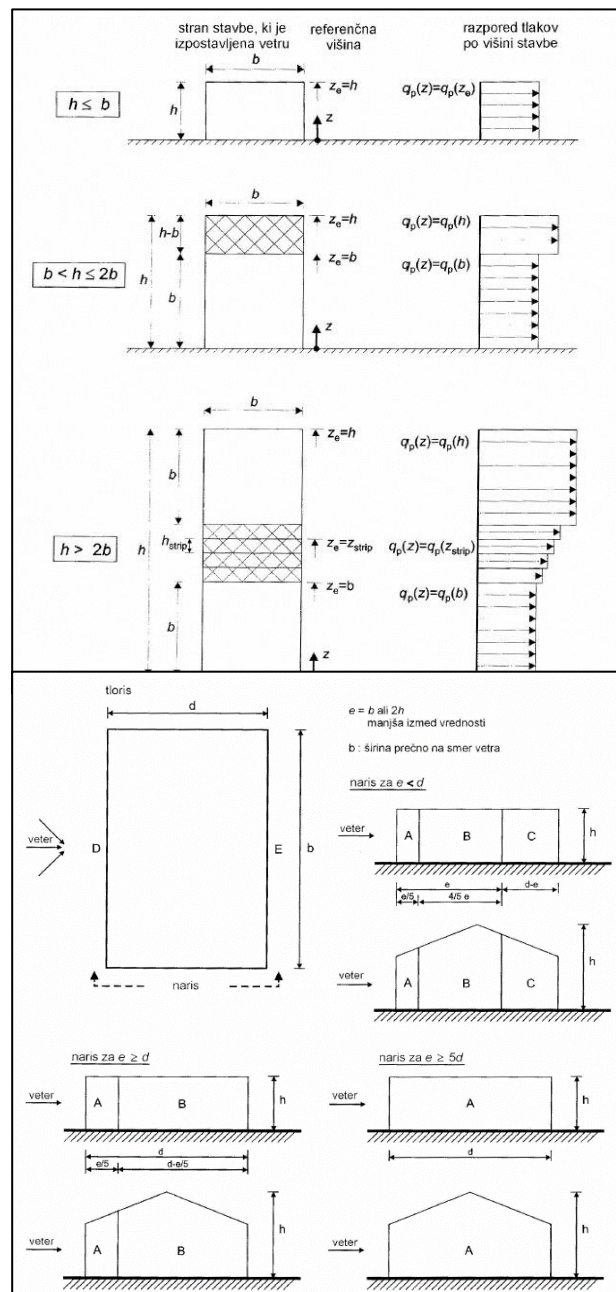
$h \text{ [m]} = 6,6$ = maksimalna višina
 $b \text{ [m]} = 20,5$ = dim. prečno na smer vetra
 $d \text{ [m]} = 33,5$ = dim. vzpor. s smerjo vetra
 $e \text{ [m]} = 20,5$ = $\min(b; 2d)$
 $h/d = 0,20$

področje	$C_{pe,10,l}$	$W = W_e + W_i $
A	-1,2	0,63
B	-0,8	0,42
C	-0,5	0,26
D	0,7	0,37
E	-0,3	0,16

Smer vetra v globalni Y smeri:

$h \text{ [m]} = 6,6$ = maksimalna višina
 $b \text{ [m]} = 33,5$ = dim. prečno na smer vetra
 $d \text{ [m]} = 20,5$ = dim. vzpor. s smerjo vetra
 $e \text{ [m]} = 33,5$ = $\min(b; 2d)$
 $h/d = 0,32$

področje	$C_{pe,10,l}$	$W = W_e + W_i $
A	-1,2	0,63
B	-0,8	0,42
C	-0,5	0,26
D	0,8	0,42
E	-0,35	0,18



Preglednica 7.1: Priporočene vrednosti koeficientov zunanjega tlaka za navpične stene stavb s pravokotnim tlorisom

Področje	A		B		C		D		E	
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Ravne strehe

$W_e = c_s c_d c_{pe} q_p(z_e)$ - zunanji tlak

$W_i = c_{pi} q_p(z_e)$ - notranji tlak

$c_s c_d$ - konstrukcijski faktor; $c_s c_d = 1,0$

c_{pe} - koeficient zunanjega tlaka

c_{pi} - koeficient notranjega tlaka; $c_{pi} = 0$

$h [m] = 6,1$ $h_p [m] = 0,5$

$h/h_p = 0,08$

Smer vetra v globalni X smeri:

$z_e [m] = 6,6$ = maksimalna višina

$b [m] = 20,5$ = dim. prečno na smer vetra

$d [m] = 33,5$ = dim. vzpor. s smerjo vetra

$e [m] = 12,2$ = $\min(b; 2h)$

področje	$c_{pe,10,i}$	$W = W_e + W_i $
F	-1,2	0,63
G	-0,8	0,52
H	-0,7	0,46
I	0,2	0,13

Smer vetra v globalni Y smeri:

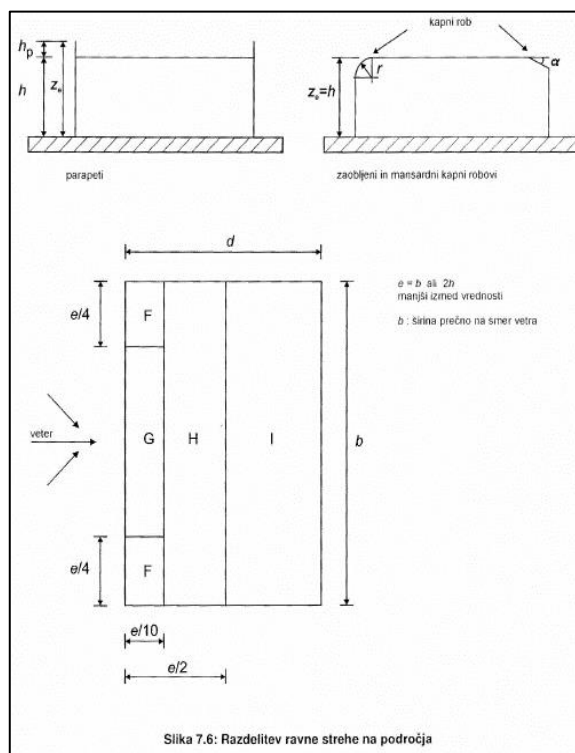
$z_e [m] = 6,6$ = maksimalna višina

$b [m] = 33,5$ = dim. prečno na smer vetra

$d [m] = 20,5$ = dim. vzpor. s smerjo vetra

$e [m] = 12,2$ = $\min(b; 2h)$

področje	$c_{pe,10,i}$	$W = W_e + W_i $
F	-1,8	0,94
G	-1,2	0,63
H	-1,7	0,89
I	0,2	0,10



Slika 7.6: Razdelitev ravne strehe na področja

Preglednica 7.2: Koeficienti zunanjega tlaka za ravne strehe									
Vrsta strehe		Področje							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Ostri kapni rob		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
Streha s parapeti	$h_p/h=0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
Zaobljeni kapni rob	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	-0,2
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	-0,2
	$r/h = 0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	-0,2
Mansardni kapni rob	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	-0,2
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	-0,2
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+0,2	-0,2

OPOMBA 1: Pri strehah s parapeti in zaobljenimi kapnimi robovi se za vmesne vrednosti h_p/h in r/h lahko uporabi linearna interpolacija.

OPOMBA 2: Pri strehah z mansardnimi kapnimi robovi se za vrednosti med $\alpha = 30^\circ$, 45° in $\alpha = 60^\circ$ lahko uporabi linearna interpolacija. Za $\alpha > 60^\circ$ se lahko uporabi linearna interpolacija med vrednostmi za $\alpha = 60^\circ$ in vrednostmi za ravno streho z ostrimi kapnimi robovi.

OPOMBA 3: V področju I, kjer so dane pozitivne in negativne vrednosti, je treba obravnavati obe.

OPOMBA 4: Za sam mansardni kapni rob so koeficienti zunanjega tlaka dani v preglednici 7.4a "Koeficienti zunanjega tlaka za dvokapnice: smer vetra 0°", področji F in G v odvisnosti od nagiba mansardnega roba.

OPOMBA 5: Za sam zaobljeni kapni rob so koeficienti zunanjega tlaka dani z linearno interpolacijo vzdolž krivulje med vrednostmi za steno in streho.

4.5 Potresna obtežba

Območje Brnika po Karti potresne nevarnosti Slovenije spada v območje s projektnim pospeškom tal $a_g = 0,225 \text{ g}$.

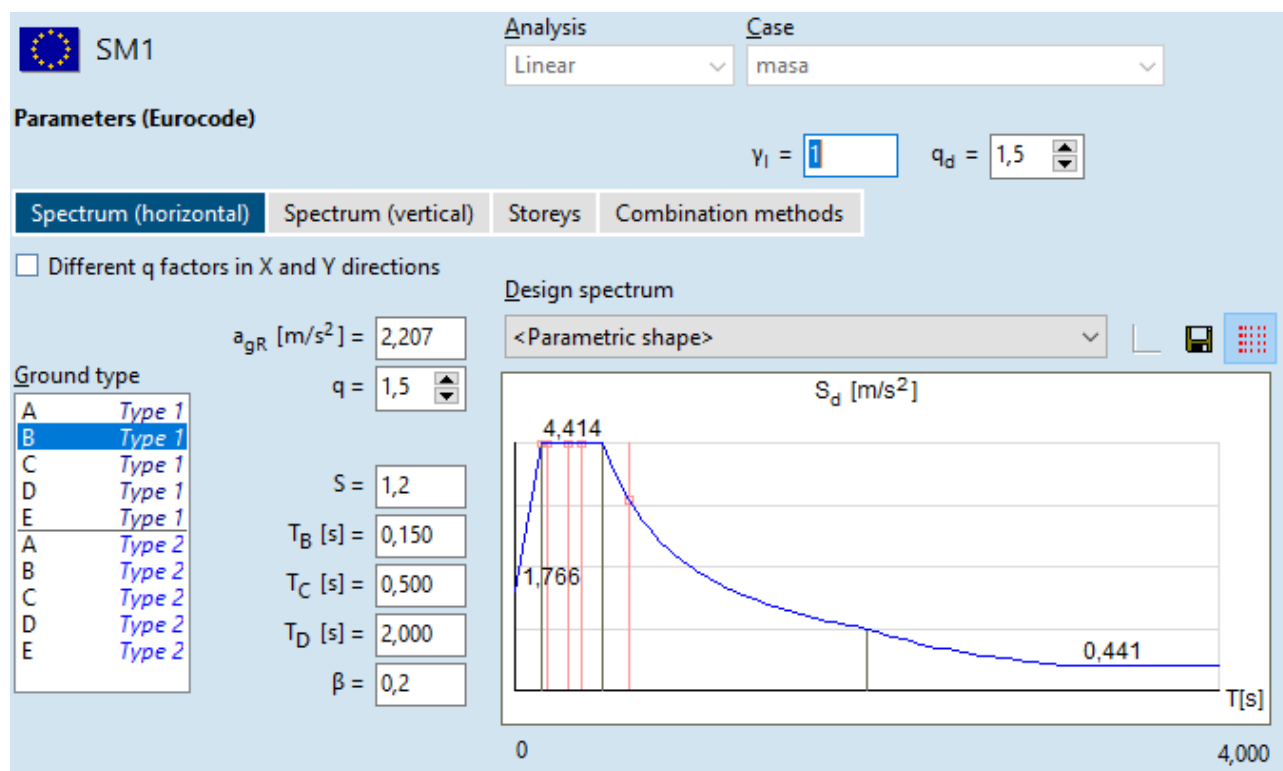
Pri določitvi spektra pospeškov je upoštevan tip tal B, ki mu pripada faktor tal $S=1,2$.

Objekt spada v kategorijo pomembnosti II, ki mu pripada faktor pomembnosti objekta $\gamma_I=1,0$ (SIST EN 1998- 1).

Objekt je projektiran za nizko stopnjo duktilnosti (DCL), upoštevan je faktor obnašanja $q=1,5$.

Masa objekta v potresnem projektnem stanju izhaja iz spodnje kombinacije vplivov:

Custom load combinations by load cases				
	Name	Type	LT (Lastna in stalna)	ST (Lastna in stalna)
1	masa	SLS Quasipermanent	1,00	1,00



Slika 1: Projektni spekter odziva

5 Material

5.1 Beton

5.1.1 Klasifikacija betona

Za beton je potrebno upoštevati zahteve standarda SIST EN 206-1 glede osnovnih materialov za beton, lastnosti svežega in strjenega betona ter njihovo preverjanje, omejitve za sestavo betona, dostavo svežega betona, postopke kontrole proizvodnje ter merila skladnosti in vrednotenje skladnosti.

Glede sestave, zahtev in meril skladnosti za cement se upoštevajo določila standarda SIST EN 197-1 oziroma SIST EN 197-4.

Pri pripravi, dobavi in vgradnji betona se upoštevajo določila še tudi standardov SIST EN 1992-1-1 in SIST EN 13670.

Za opaženje se lahko uporabijo samo gladki, nepoškodovani opaži. Opaži se pred uporabo očistijo in premažejo. Za premaze se lahko uporabljajo samo sredstva, ki so namenjena mazanju opažev.

Izvajalec mora pred začetkom betonskih del izdelati projekt betona, s katerim se določi:

- sestava betonske mešanice,
- predpiše konsistenco betona v betonarni, med in po transportu in pred vgrajevanjem,
- predpišejo načini in najdaljši možni čas vgrajevanja betona,
- temperature vgrajevanja in temperatura vgrajevanega betona,
- prekinitve betoniranja,
- nega betona ter
- vsi ostali ukrepi in kontrole, ki so zahtevane po veljavnih standardih.

Klasifikacija:

- točkovni temelji:
 - pete temelja: C30/37 XC2 PV-I $C_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
 - temeljni nastavki: C30/37 XC2 PV-I $C_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
- temeljne grede: C30/37 XC2 PV-I $C_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
- parapeti: C30/37 XC3 PV-I $C_{nom} = 3,5 \text{ cm}$
- podložni beton C12/15

5.2 Armatura

Armatura mora biti pred vgrajevanjem očiščena umazanije in rje, ki se lušči z armature. Sidrne dolžine in preklopi armature se določajo po pravilih SIST EN 1992-1-1.

Armatura mora ustrezati lastnostim iz standarda SIST EN 1992-1-1. Upošteva se zahteve standarda SIST EN 13670.

Klasifikacija:

- glavna armatura B500-B
- konstruktivna armatura B500-A

5.3 Jeklena nosilna konstrukcija

5.3.1 Vrsta konstrukcijskega jekla

Vsi nosilni elementi jeklene konstrukcije se izvedejo iz konstrukcijskega jekla naslednje kvalitete:

- kvaliteta jekla: S355
- podkvaliteta: JR

5.3.2 Antikorozijska zaščita

Ves jekleni material se pred izdelavo elementov jeklene konstrukcije očisti od umazanije, razmasti in očisti rje in sledi rje s peskanjem. Peskanje površine do Sa 2 ½.

Antikorozijska zaščita izdelanih elementov jeklene konstrukcije se izvede z vročim cinkanjem v skladu z zahtevami standarda EN ISO 1461, 2009, **za srednjo korozijsko nevarnost – kategorije okolja C3.**

5.3.3 Izvedbeni razred jeklene konstrukcije

Določitev razreda izvedbe:

Razred jeklenih konstrukcij, glede na posledice (stanovanjske, poslovne in javne stavbe, kjer so posledice srednje velike): **CC2**

Razred jeklenih konstrukcij, glede na uporabo (zgradbe): **SC1**

Razred jeklenih konstrukcij glede na izvajanje (nevarjene konstrukcije in varjene konstrukcije iz jekla razreda trdnosti pod S355): **PC1**

Iz zgornjih pogojev sledi, da je razred izvedbe jeklenih konstrukcij: EXC2

5.3.4 Spoji

Vse priključne pločevine se izdelajo iz jekla kvalitete S355 JR.

Vsi vijaki so trdnostnega razreda 10.9 (niso prednapeti vijaki).

Debelina vseh kotnih zvarov na konstrukciji je $a=0,70t$ tanjšega elementa v spoju in $a=t$ za cevi.

5.4 Sidranje jeklene konstrukcije

Stebri jeklene konstrukcije so v temeljne nastavka točkovnih temeljev sidrani s pomočjo vgrajenih sider M30 oz. M20, kvalitete 8.8.

Na niveliranje stebrov je pod sidrno pločevino predvideno podlitje debeline 30 mm.

5.5 Geotehnični pogoji gradnje

Tamponi pod temeljno ploščo (v kolikor bodo potrebni) in ostala nasutja in tamponi, se izvajajo iz atestiranega tamponskega materiala s katerim je možno doseči predpisane vrednosti zbitosti in utrjenosti. V obeh primerih se nasutje in kompaktiranje materiala izvaja na način in do doseganja zahtevanih vrednosti, kot jih določi geomehanik.

Za ostale nasipe in zasutje se lahko uporabi material iz izkopov. Ustreznost materiala za zasipe in vgradnjo potrdi geomehanik.

Med izvedbo gradbenih del mora biti zagotovljen geomehanski nadzor. Izkope za temelje, kakor tudi vse izkope mora pregledati geomehanik in potrditi ujemanje dejanskih parametrov zemljine s parametri uporabljenimi v statičnem računu.

Ustrezen način izvedbe točkovnih temeljev:

- izkop gradbene jame do kote – 1,6 m v naklonu 1:1,5;
- strojno valjanje planuma gradbene jame in planiranje s točnostjo +/- 3 cm;
- polaganje ločilnega geoteksila 300 g/m²;
- izvedba tamponske plasti debeline 40 cm in utrjevanje do vrednosti dinamičnega deformacijskega modula $E_{vd} > 40$ MPa
(oz. po navodilu geomehanskega nadzora);
- izvedba podložnega betona debeline 10 cm;
- izvedba enostranskega podprtega opaža;
- vgradnja armature in sidrnih kompletov;
- vgradnja betona kvalitete C30/37

6 Uporabljeni standardi

Upoštevajo se dotični standardi iz predpisa »Odredba o seznamu standardov, ob uporabi katerih se domneva skladnost z zahtevami Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov: Uradni list RS, št. 8/11« oziroma priloge »Seznam standardov, ob uporabi katerih se domneva skladnost z zahtevami Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov«.

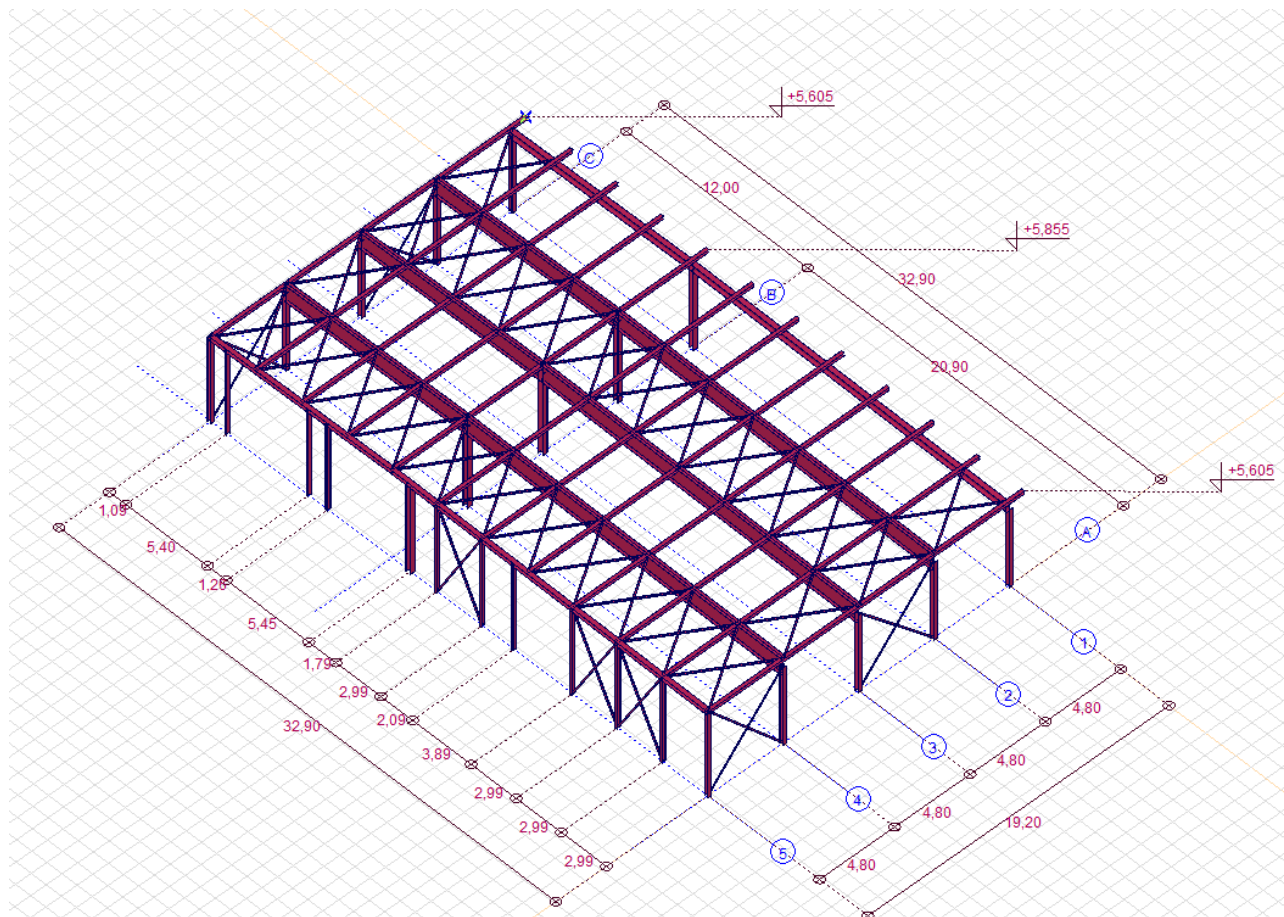
Pri klasičnih problemih se uporablja tudi »Priročnik za projektiranje gradbenih konstrukcij po Evrokod standardih (IZS, 2009)«.

7 Uporabljena programska oprema

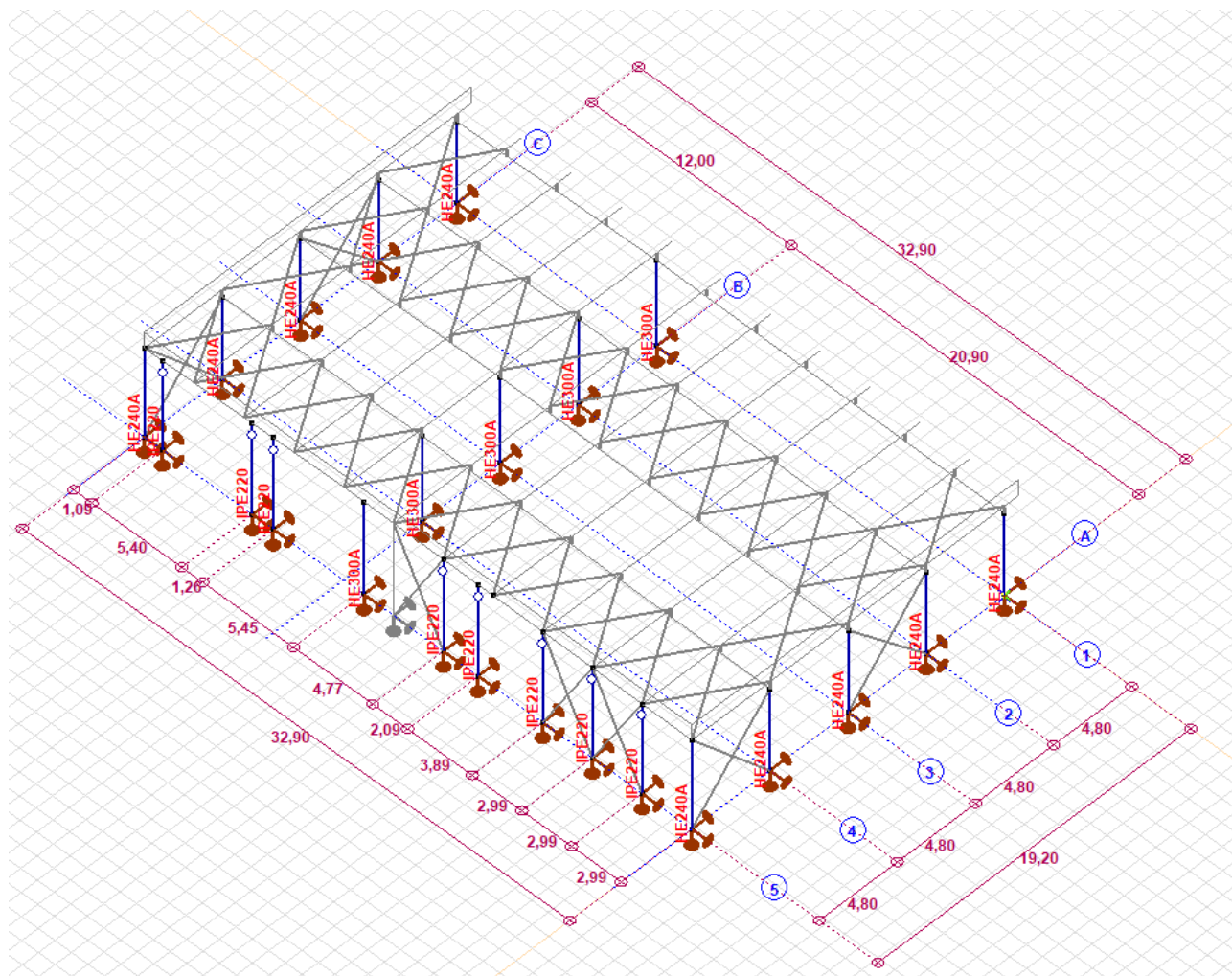
Risbe in priprava računskega modela:	AutoCAD
Urejevalnik besedila:	MS Office Word
Nekateri izračuni:	MS Office Excel
Statična in dinamična analiza:	AxisVM X5

2/1.3.2 Tehnični izračuni

1 Geometrija

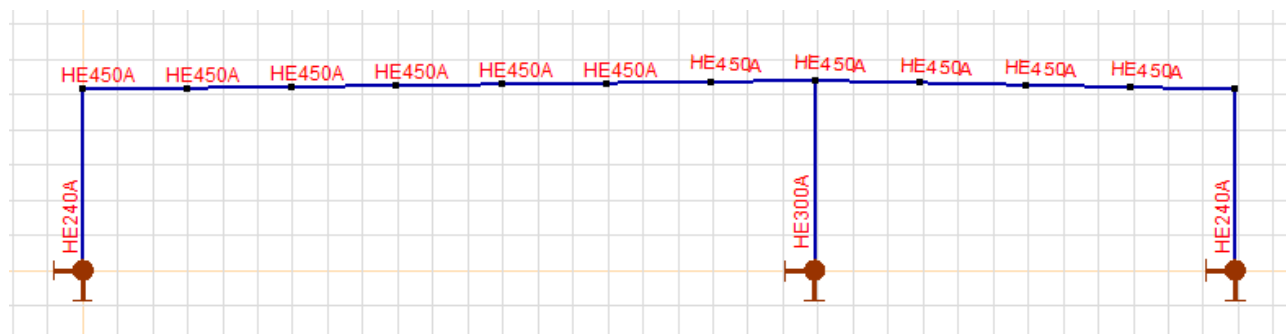


1.1 Stebri

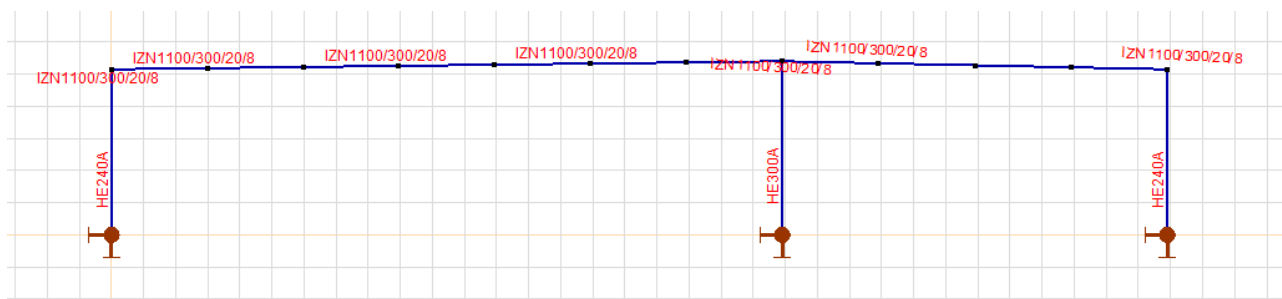


1.2 Vzдолžni okvirji

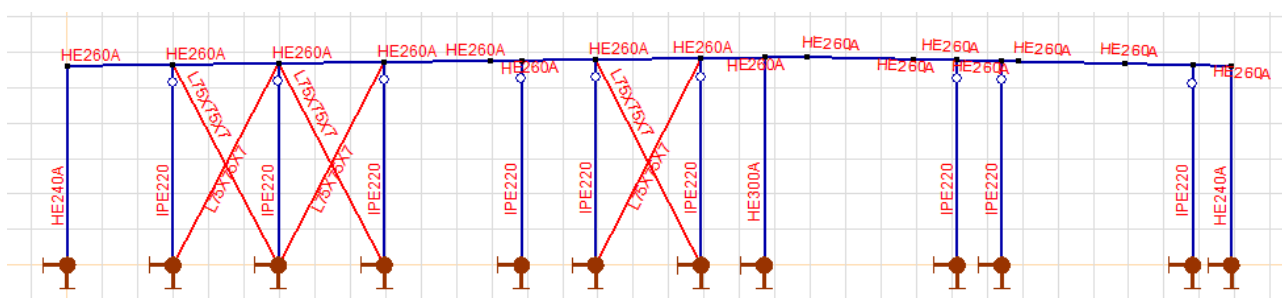
1.2.1 Okvir v osi 1



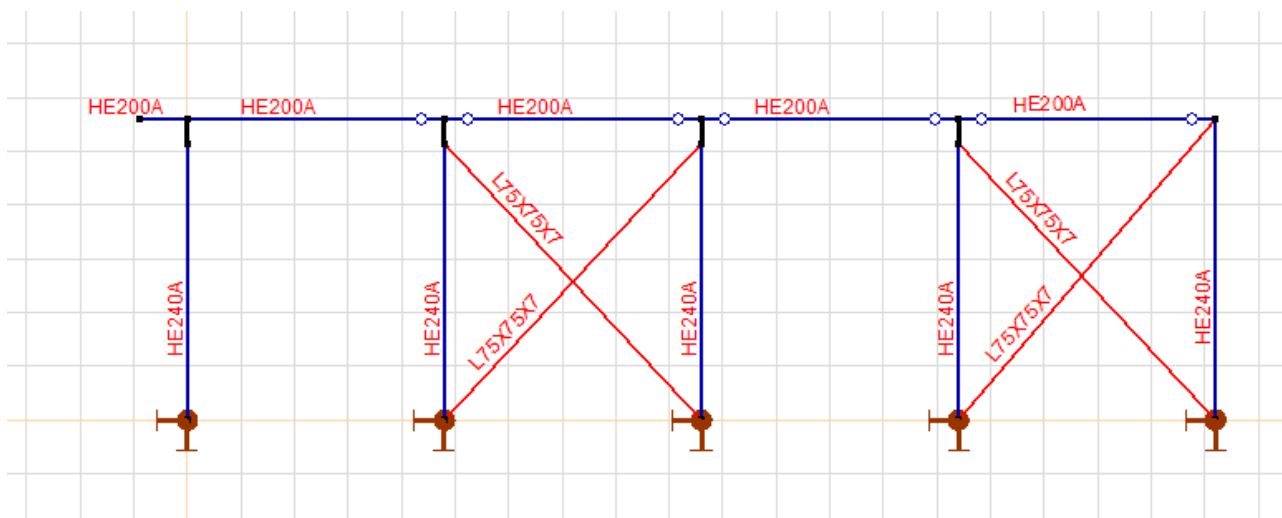
1.2.2 Okvirji v oseh 2, 3 in 4



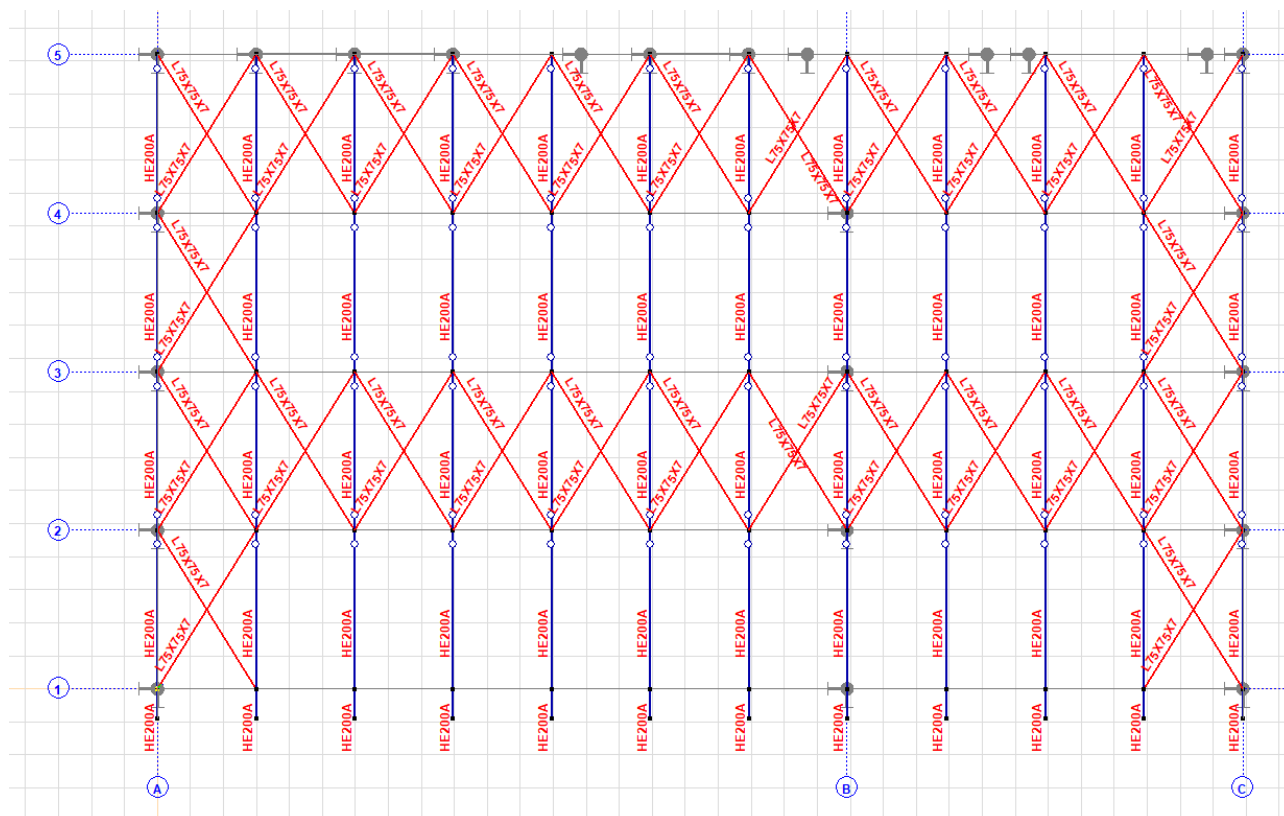
1.2.3 Okvir v osi 5



1.3 Okvirja v oseh A in C



1.4 Strešna konstrukcija



2 Material

Materials										
	Name	Type	National desig..	Material code	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
1	C30/37	Concrete	Eurocode	EN 206	Linear	32800	32800	0,20	1E-5	2500
2	S 355	Steel	Eurocode	10025-2	Linear	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850
3	toga vez	Steel	Eurocode	10025-2	Linear	2100000	2100000	0,30	1,2E-5	1

Slika 2: Kvaliteta betona

Rebar steel grades

	Name	E_s [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	ϵ_{s1} [‰]	ϵ_{su} [‰]
1	B500B	200000	435,00	2,175	50,000

Slika 3: Kvaliteta armature

3 Obtežba

Load groups (Eurocode)

	Group	Type	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Additive
1	Lastna in stalna	Permanent	1,350	1,000	1,000					✓
2	Veter	Variable				1,500	0,600	0,200	0	
3	Sneg	Variable				1,500	0,500	0,200	0	
4	SEISMIC1	seismic								

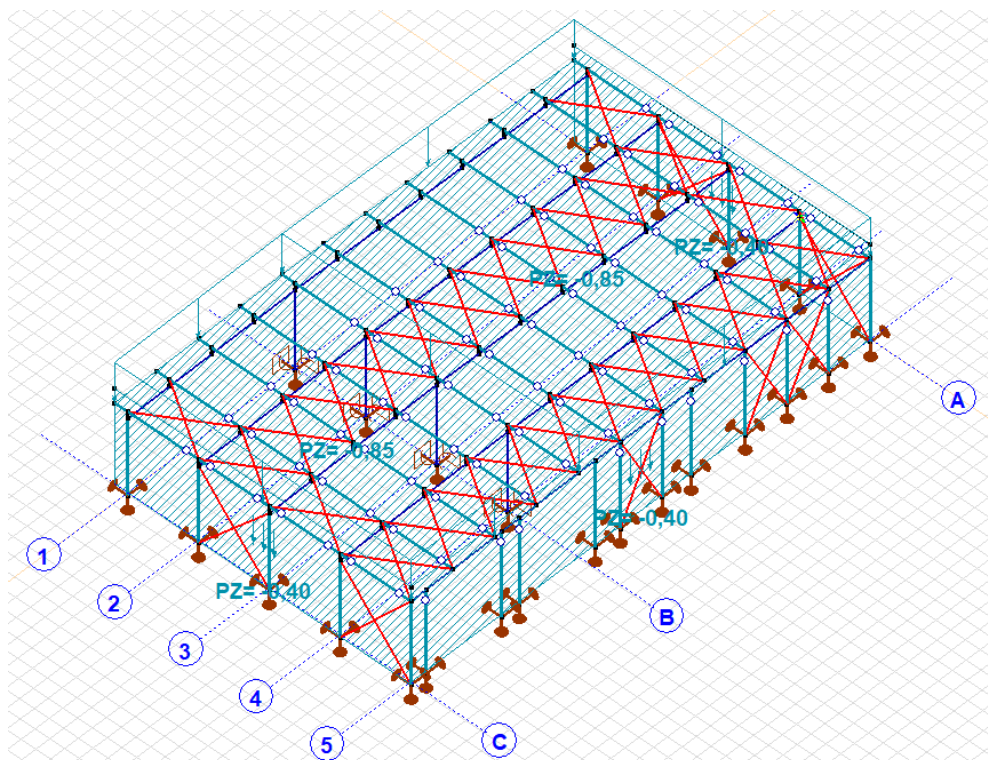
Slika 4: Obtežne skupine

Load cases

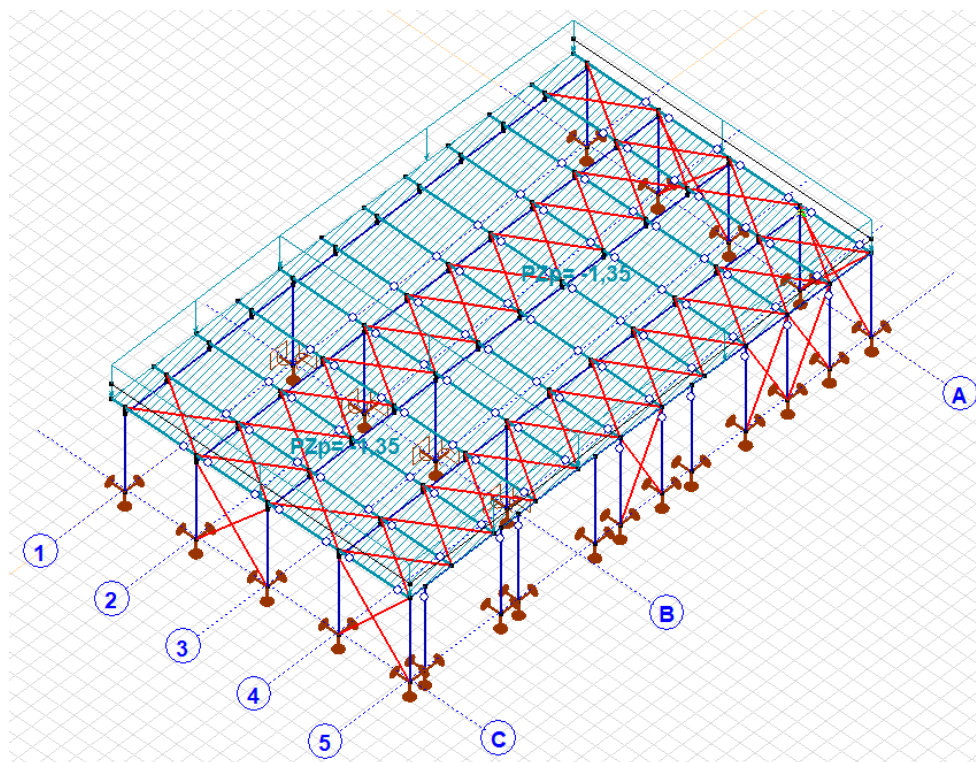
	Name	Group	Group type
1	SM1 X	---	---
2	SM1 Y	---	---
3	LT	Lastna in stalna	Permanent
4	ST	Lastna in stalna	Permanent
5	Wx+	Veter	Variable
6	Wy+	Veter	Variable
7	Wx-	Veter	Variable
8	Wy-	Veter	Variable
9	S	Sneg	Variable
10	SM1 +	SEISMIC1	seismic
11	SM1 -	SEISMIC1	seismic
12	SM101X	---	---
13	SM101Y	---	---
14	SM104X	---	---
15	SM104Y	---	---
16	SM105X	---	---
17	SM105Y	---	---
18	SM109X	---	---
19	SM109Y	---	---
20	SM110X	---	---
21	SM110Y	---	---
22	SM113X	---	---
23	SM113Y	---	---

Slika 5: Obtežni primeri

3.1 Lastna in stalna

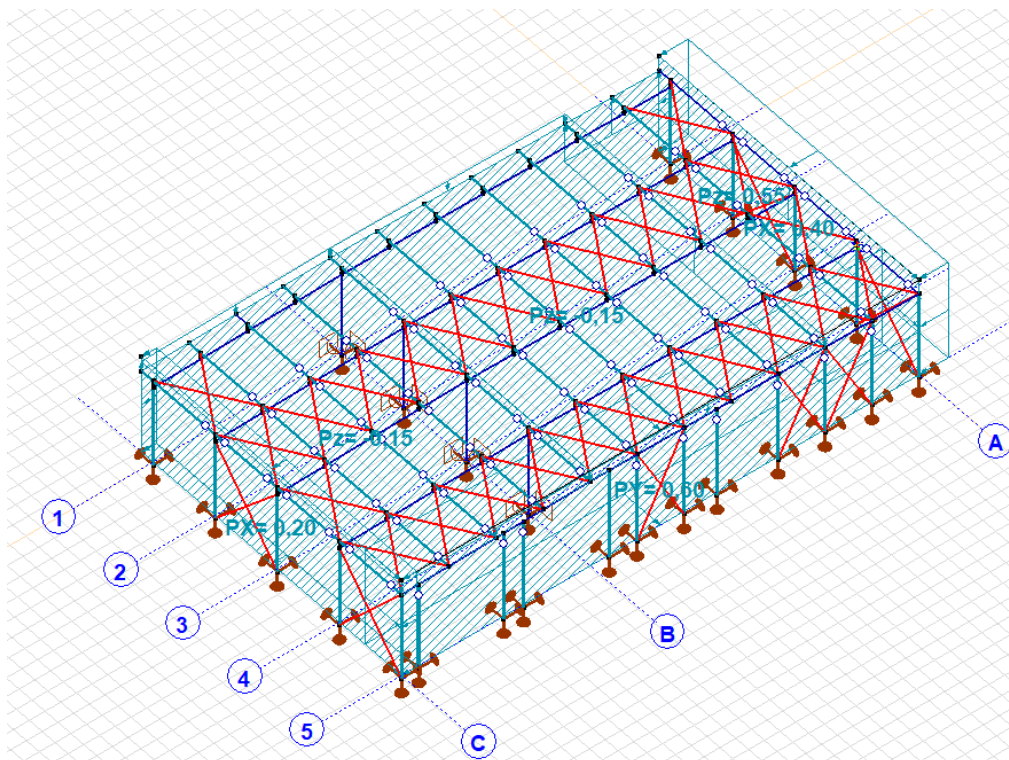


3.2 Obtežba snega

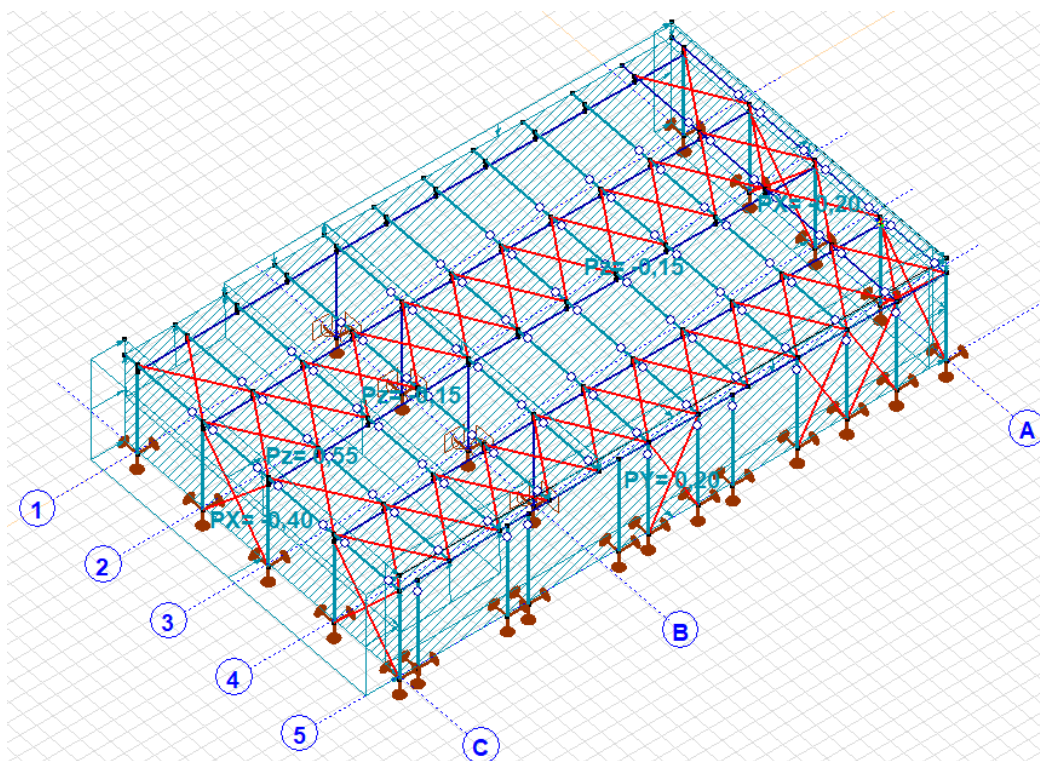


3.3 Obtežba vetra

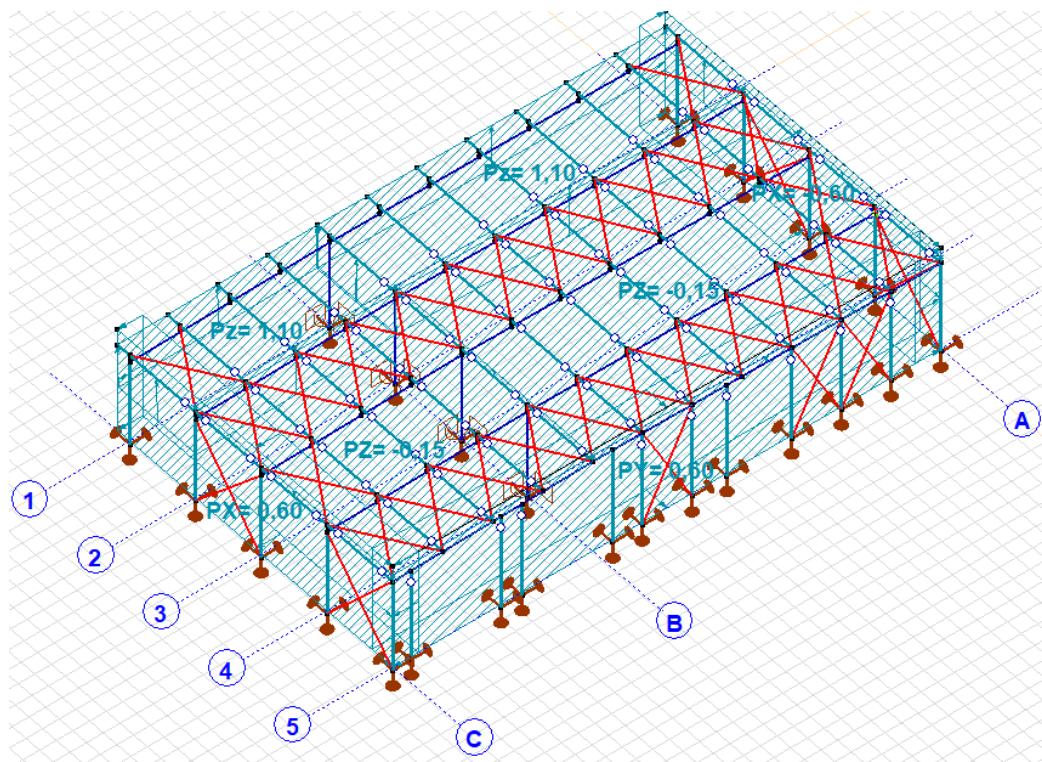
3.3.1 W_{x+}



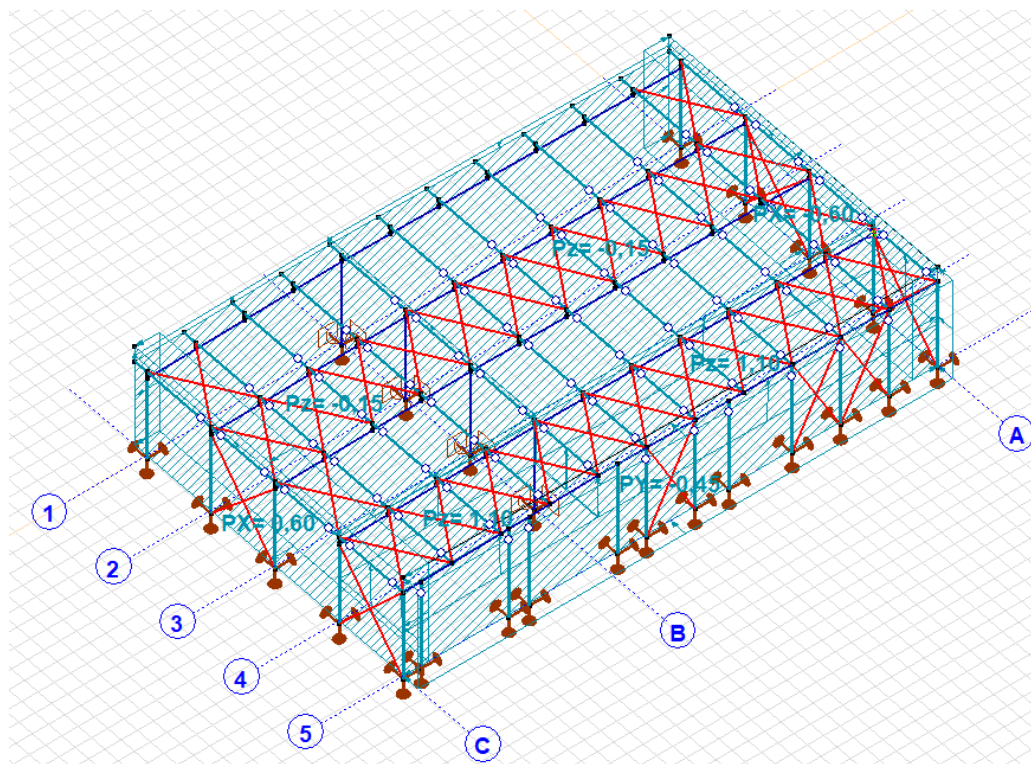
3.3.2 W_{x-}



3.3.3 W_{Y+}



3.3.4 W_{Y-}



3.4 Potresna obtežba

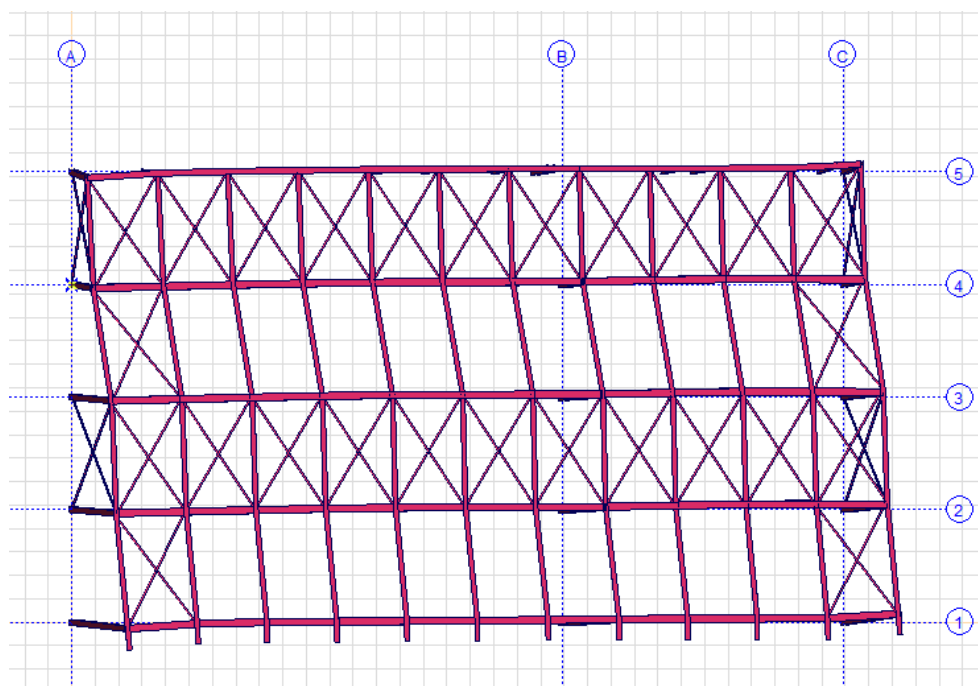
Seismic parameters		
		Parameters
S..		
		Displacement behaviour factor: $q_d = 1,5$
	Spectrum (horizontal)	
		Parametric shape
		Importance factor: $\gamma_I = 1$
		Ground type: B Type 1
		Design ground acceleration: $a_g = 2,207 \text{ m/s}^2$
		Behaviour factor: $q = 1,5$
		Soil factor: $S = 1,2$
		Beginnig of the constanst section of the spectrum: $T_B = 0,150 \text{ s}$
		End of the constant section of the spectrum: $T_C = 0,500 \text{ s}$
		Beginnig of the constant displacement section of the spectrum: $T_D = 2,000 \text{ s}$
		Lower bound factor: $\beta = 0,2$
	Combination methods	
		Combination of modal responses: Auto
		Viscous damping: $\xi' = 0,05$
		Combination of the components of seismic action: SRSS

4 Modalna analiza

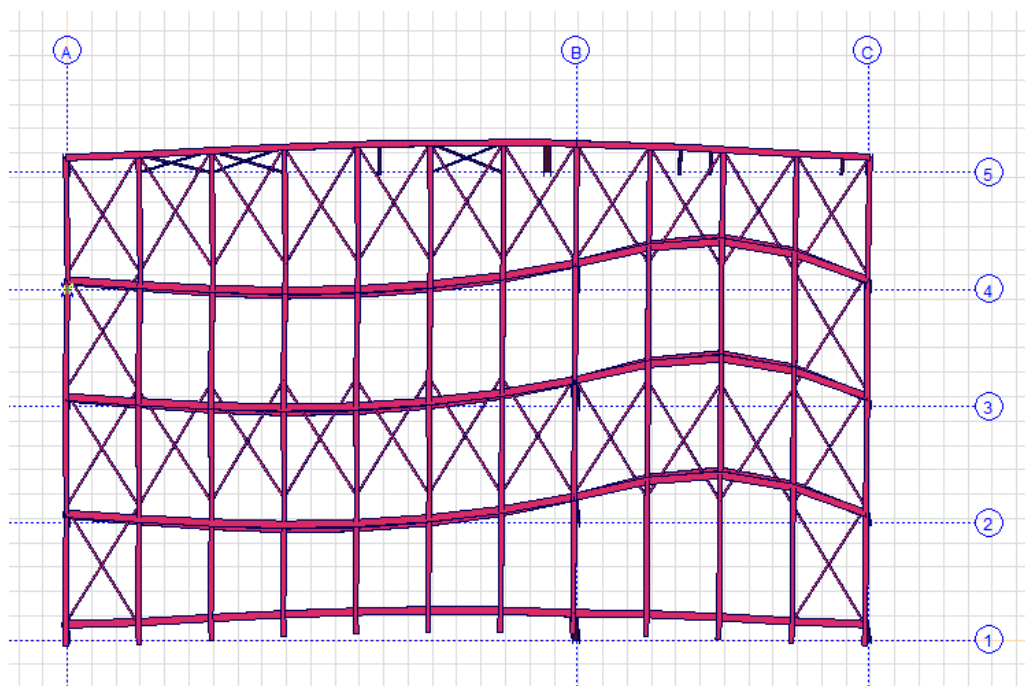
V nadaljevanju so prikazani rezultati modalne analize.

4.1 Nihajne oblike, nihajni časi in efektivne mase

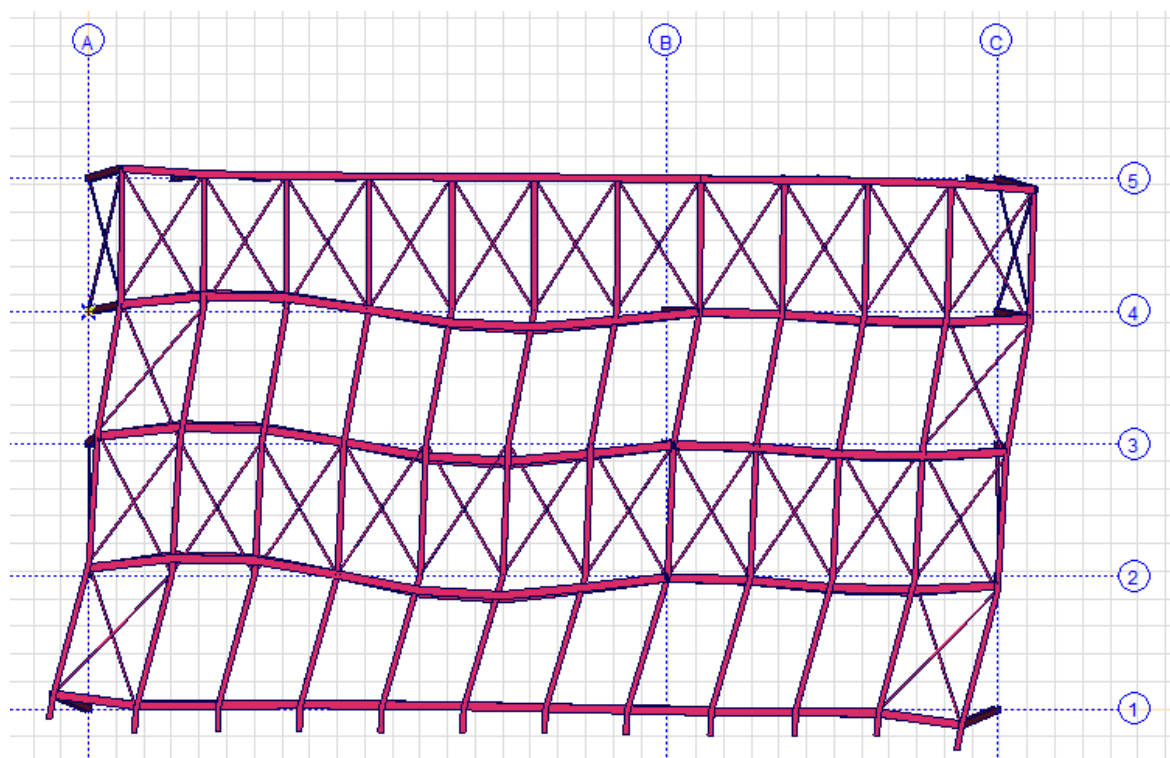
Nihajni časi in nihajne oblike so izračunane z analizo lastnega nihanja konstrukcije. Na spodnjih slikah so prikazane merodajne tri nihajne oblike. Prvi dve merodajni nihajni obliki sta pretežno translacijski, in sicer v smeri X z nihajnim časom $T_4=0,38$ s ($m_{\text{eff},4} = 0,86$) ter smeri Y z nihajnim časom in $T_5=0,31$ s ($m_{\text{eff},5} = 0,84$). Tretja nihajna oblika je pretežno torzijska, z nihajnim časom $T_9=0,15$ s ($m_{\text{eff},9} = 0,37$).



Slika 6: 1. merodajna nihajna oblika



Slika 7: 2. merodajna nihajna oblika



Slika 8: 3. merodajna nihajna oblika

Modal mass factors (I.) [masa]

	f [Hz]	T [s]	Error	ε_X	ε_Y	ε_{ZZ}	Active
1	1,54	0,651	4,75E-6	0	0,082	0,029	✓
2	1,55	0,646	4,35E-6	0	0	0	
3	1,55	0,646	4,79E-6	0	0	0	
4	2,65	0,377	3,82E-8	0,860	0,003	0,059	✓
5	3,27	0,306	4,07E-7	0,002	0,840	0,004	✓
6	4,29	0,233	7,12E-7	0	0	0	
7	4,29	0,233	7,24E-7	0	0	0	
8	4,36	0,230	7,15E-7	0	0,006	0,012	
9	5,52	0,181	5,44E-8	0,125	0	0,369	✓
10	5,58	0,179	1,66E-7	0,001	0,004	0,310	✓
11	6,02	0,166	3,23E-7	0	0	0	
12	6,02	0,166	4,26E-7	0	0	0	
13	6,47	0,155	2,03E-7	0,001	0,003	0,165	✓
14	8,42	0,119	5,69E-8	0,009	0	0,007	
15	10,33	0,097	4,26E-6	0	0,046	0	
6/15				0,990	0,932	0,936	

4.2 Etažne prečne sile

Seismic sensitivity of storeys (SM1), Eurocode

Storeys	X/Y	Z [m]	h [m]	Θ_{max}	P_{tot} [kN]	V_{tot} [kN]	V_{tot}/P_{tot}	d_{rmax} [mm]	S [m]	G_m [m]	M [kg]	I_{mz} [kgm ²]
Storey 1	X	5,86	0	0,010	1063	417	39%	24,0	17,94	16,49	108368,171	1,6E+7
	Y	5,86	0	0,006		404	38%	14,4	9,73	9,66	108368,171	1,6E+7
Ground floor	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Y	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

5 Dimenzioniranje

5.1 Temelji

5.1.1 Sestava tal in globina temeljenja

Upoštevani so podatki o sestavi temeljnih tal Geotehničnega poročila o pogojih temeljenja in gradnje garažne hiše na letališču Brnik.

Sestava tal (točka 3.0 Terenske raziskave):

- Pretežno nekoherentne zemljine
- Podatki o strižnih kotih in moduli stisljivosti:

Na osnovi grafičnega prikaza rezultatov SPT v vrtinah in na lokacijah sond DP v prilogi 4.5 ter analize teh rezultatov smo izbrali naslednje vrednosti strižnega kota in modula stisljivosti, ki smo jih upoštevali v kasnejših izračunih:

Globina (m)	Povprečna vrednost števila udarcev N	Strižni kot φ (°)	Modul stisljivosti M_s (MPa)
do 4,00 m	8 (12)	30° (31°)	13,4 (21,7)
med 4,00 in 8,00 m	11 (16)	31° (32°)	17,0 (22,9)
pod 8,00 m	23 (24)	34° (34°)	31,0 (32,3)

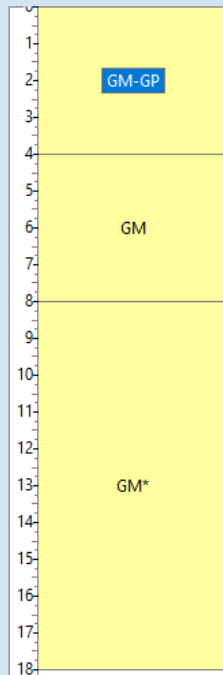
* vrednosti v oklepajih pomenijo povprečne vrednosti v primeru, da ne eliminiramo rezultatov, ki bistveno izstopajo

6

Na podlagi navedenih podatkov je bila pri kontroli nosilnosti temeljev v programu modelirana naslednja sestava tal:

Footing design parameters

Soil profile



20011-00 - Fraport

Soil

GM-GP

GM-GP v srednje gostem stanju

Soil type Coarse

γ [kg/m³] = 2100
 φ [°] = 31,00
 φ_{cv} [°] = 31,00
 c [kN/m²] = 0
 E_s [N/mm²] = 22,00

Layer thickness h [m] = 4,00

Modify layer

Backfill

AST

Solid, dry gravel

Soil type Coarse

γ [kg/m³] = 2000
 φ [°] = 40,00
 φ_{cv} [°] = 32,00
 c [kN/m²] = 0
 E_s [N/mm²] = 150,00

☐ Undrained loading
 Undrained shear strength
 c_{uk} [kN/m²] = 60,00
☒ $R_d \leq 0.4 \cdot V_d$
☒ Passive earth pressure
 $Y_{m,EP}$ = 0,600

1. Soil parameters

Name	Description	Top level z_i [m]	Thickness h_i [m]	Density ρ_s [kg/m ³]	Angle of shear resistance ϕ [°]	Cohesion c [KPa]	Compression modulus of the soil layer E_s [KPa]
GM-GP	GM-GP v srednje gostem stanju	0	4	2100	31,00	–	22000
GM	GM v rahlem do srednje gostem stanju	-4	4	2100	32,00	–	23000
GM*	GM v rahlem stanju	-8	10	2100	34,00	–	32000

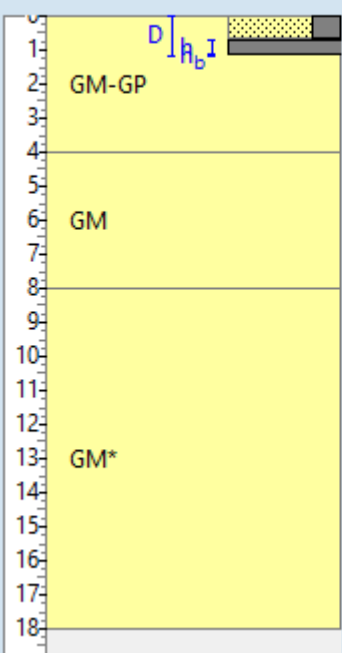
Vsi temelji so izvedeni na enaki globini in sicer:

- nivo podložnega betona: -1,2 m
- nivo pete temelja: -1,1 m
-

Concrete

C30/37

D [mm] = 1200



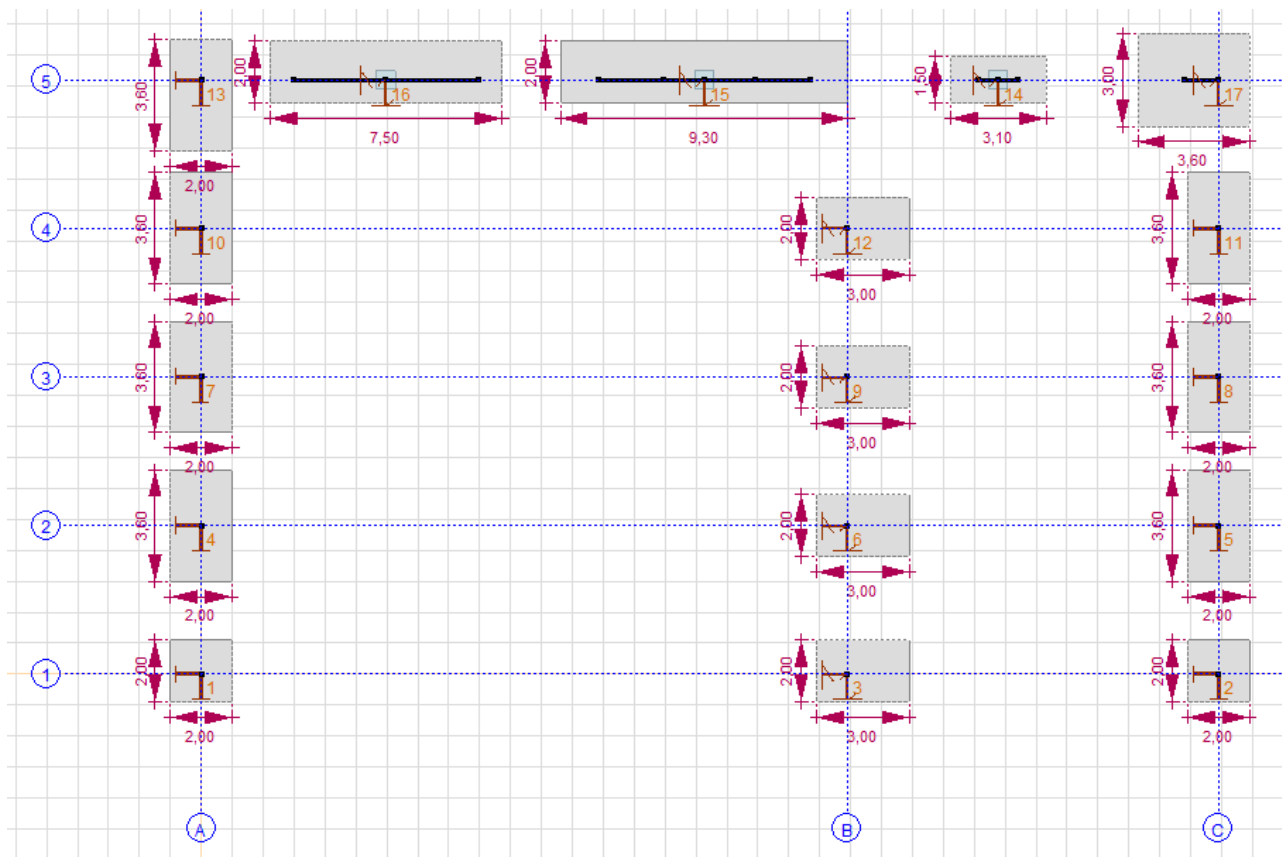
h [mm] = 400

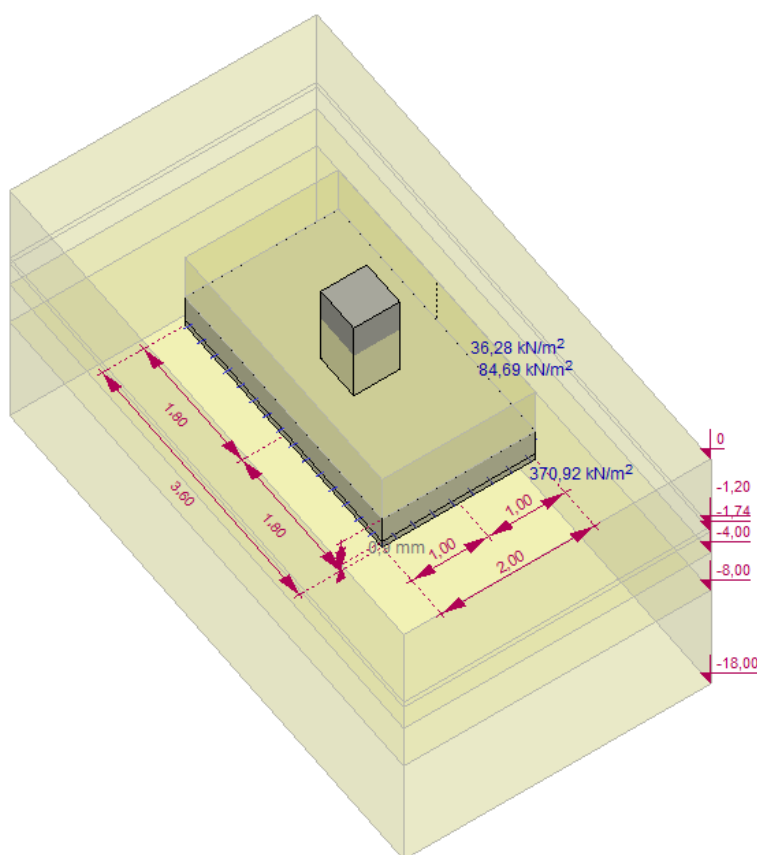
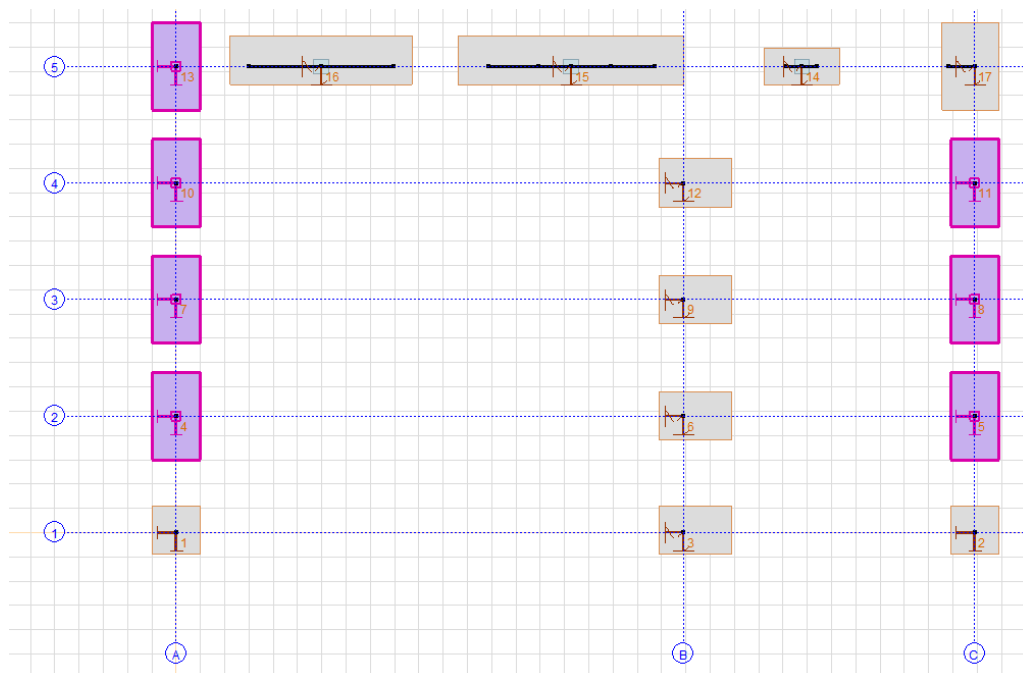
h_b [mm] = 100

$\mu_{cc} = 0,7$

$\gamma_{\mu} = 1$

5.1.2 Dispozicija temeljev

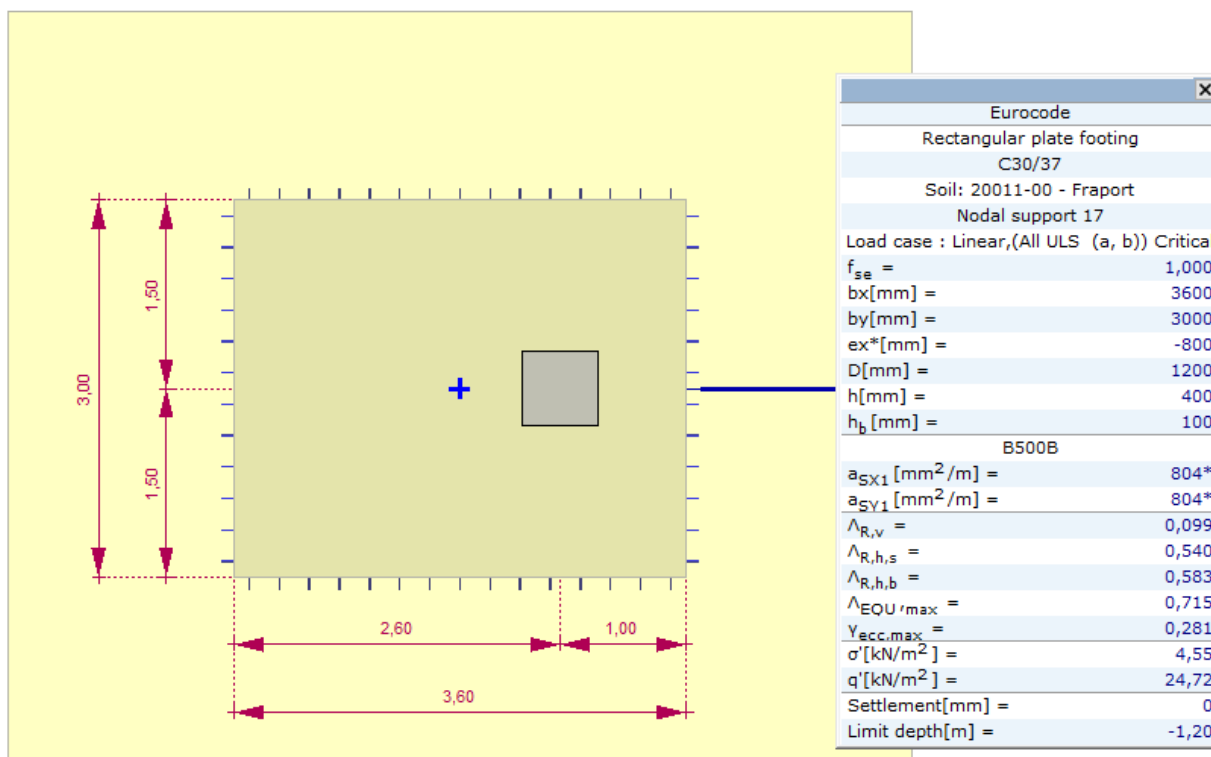
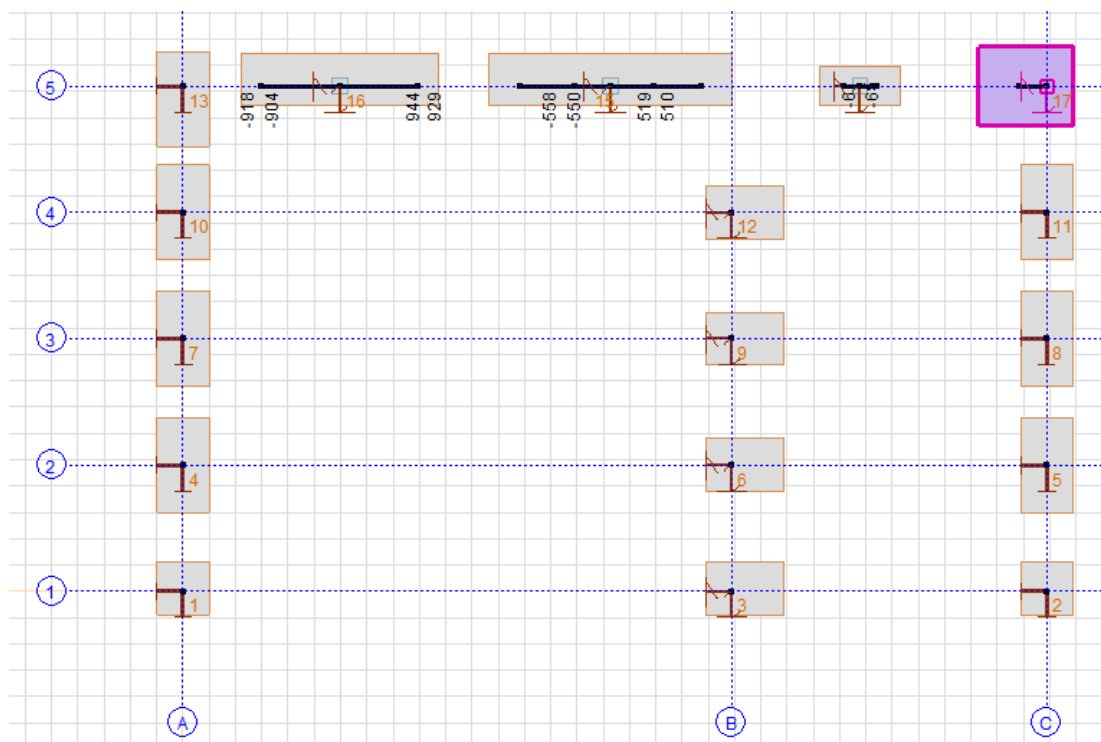


Točkovni temelji TT1.1: 200x360x40 cm (podpore 4, 5, 7, 8, 10, 11 in 13)


Eurocode	
Rectangular plate footing	
C30/37	
Soil: 20011-00 - Fraport	
Supports: 7	
Load case : Linear,(All ULS (a, b)) Critical	
f_{se} =	1,000
b_x [mm] =	2000
b_y [mm] =	3600
D [mm] =	1200
h [mm] =	400
h_b [mm] =	100
B500B	
a_{sx1} [mm²/m] =	804*
a_{sy1} [mm²/m] =	804*
$\Lambda_{R,v}$ =	0,194
$\Lambda_{R,h,s}$ =	0,764
$\Lambda_{R,h,b}$ =	0,907
$\Lambda_{EQU,max}$ =	0,798
$y_{ecc,max}$ =	0,114
σ' [kN/m²] =	11,55
q' [kN/m²] =	24,72
Settlement[mm] =	0,2
Limit depth[m] =	-1,74

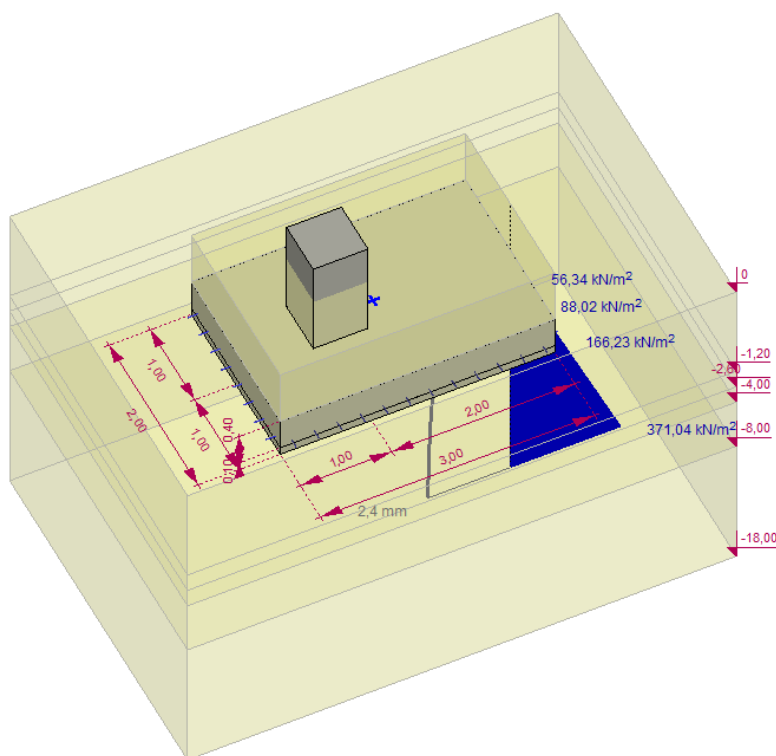
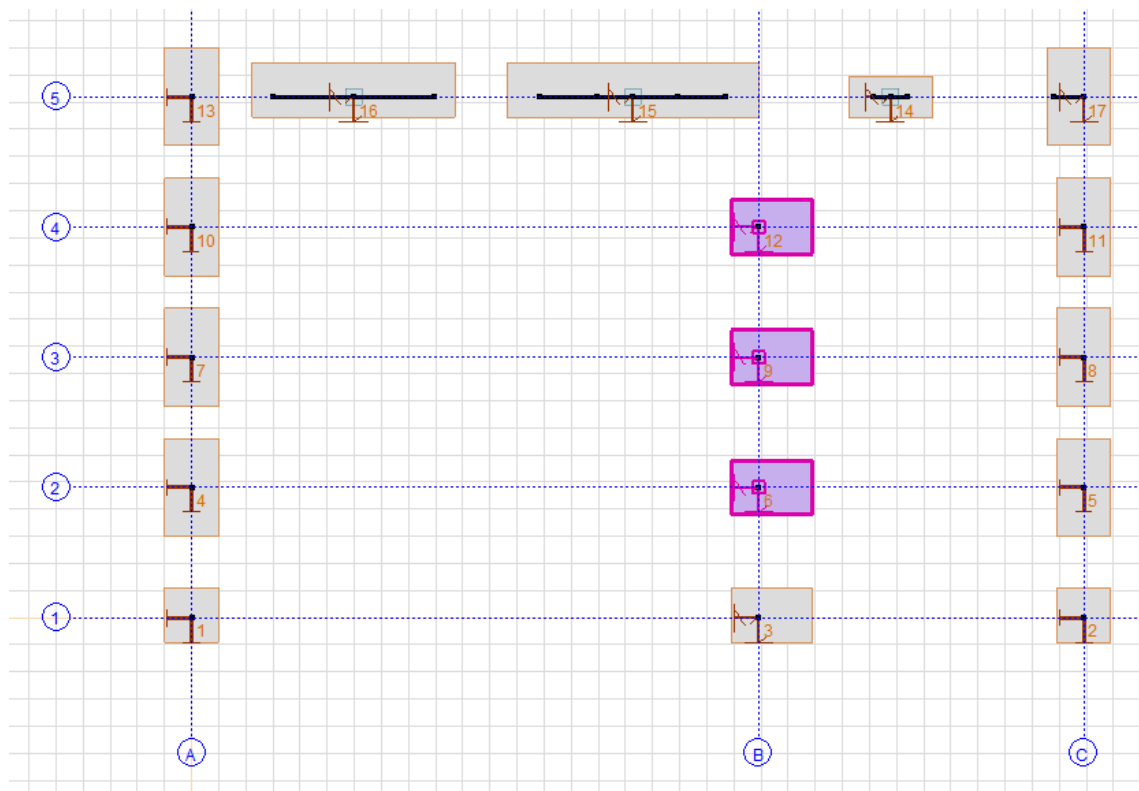
Izbrana armatura pete temelja: **φ16/20 cm** (v obeh smereh, zgoraj in spodaj)

Točkovni temelj TT1.2: 235x350x40 cm (podpora 17)



Izbrana armatura pete temelja: **φ16/20 cm** (v obeh smereh, zgoraj in spodaj)

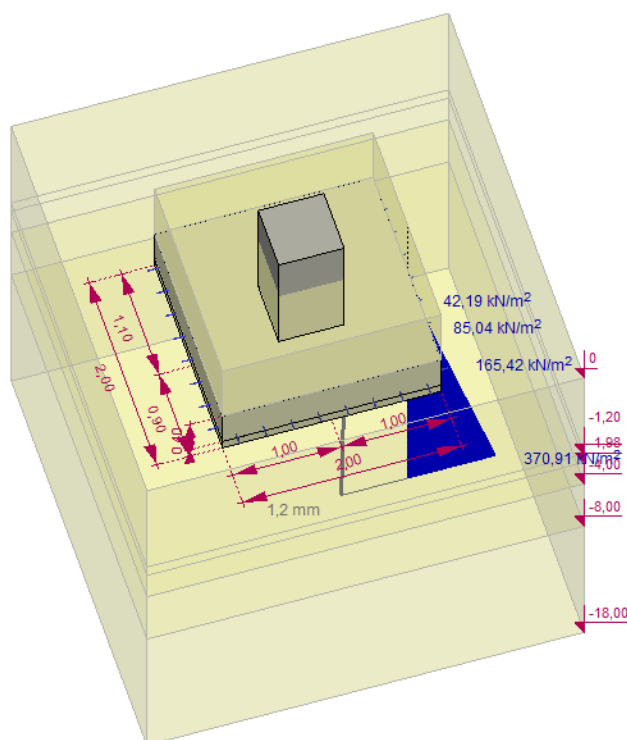
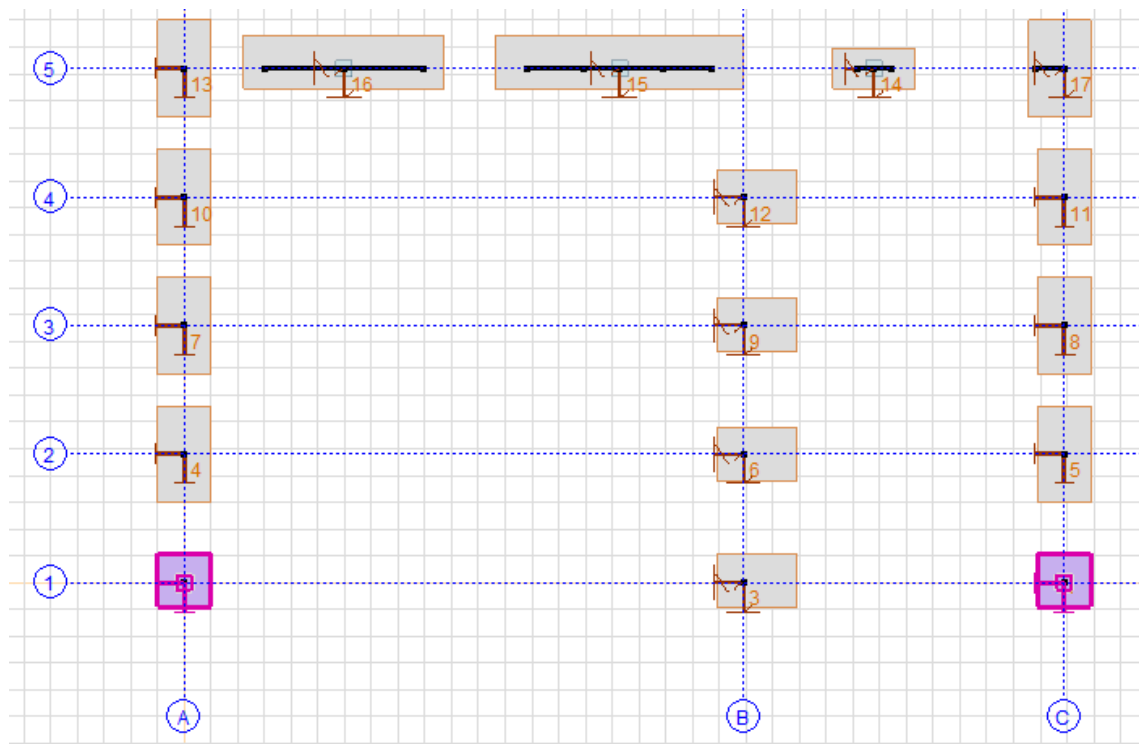
Točkovni temelji TT2.1: 200x300x40 cm (podpore 6, 9 in 12)



	x
Eurocode	
Rectangular plate footing	
C30/37	
Soil: 20011-00 - Fraport	
Supports: 3	
Load case : Linear,(All ULS (a, b)) Critical	
f_{se} =	1,000
b_x [mm] =	3000
b_y [mm] =	2000
e_x [mm] =	500
e_y [mm] =	0
D [mm] =	1200
h [mm] =	400
h_b [mm] =	100
B500B	
a_{sX1} [mm ² /m] =	804*
a_{sY1} [mm ² /m] =	804*
$\Lambda_{r,v}$ =	0,230
$\Lambda_{r,h,s}$ =	0,267
$\Lambda_{r,h,b}$ =	0,245
$\Lambda_{EQU,max}$ =	0,577
$Y_{ecc,max}$ =	0,266
σ' [kN/m ²] =	31,61
q [kN/m ²] =	24,72
Settlement[mm] =	1,2
Limit depth[m] =	-2,60

Izbrana armatura pete temelja: **ϕ16/20 cm** (v obeh smereh, zgoraj in spodaj)

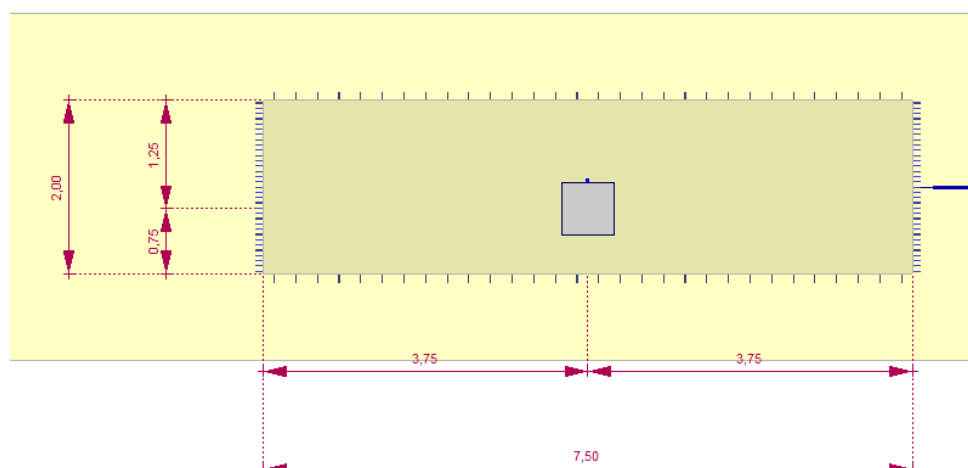
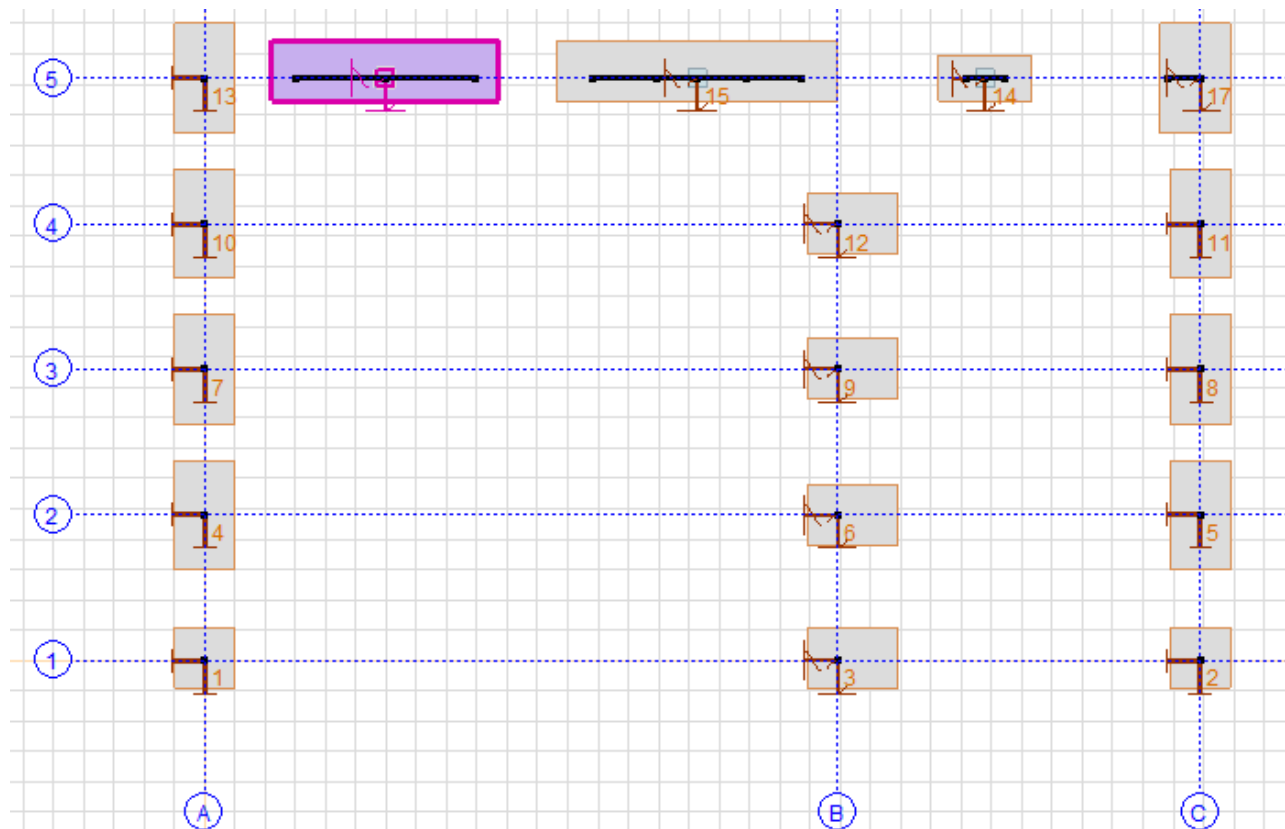
Točkovna temelja TT3: 200x200x40 cm (podpori 1 in 2)



Eurocode	
Rectangular plate footing	
C30/37	
Soil: 20011-00 - Fraport	
Supports: 2	
Load case : Linear,(All ULS (a, b)) Critical	
f_{se} =	1,000
b_x [mm] =	2000
b_y [mm] =	2000
D [mm] =	1200
h [mm] =	400
h_b [mm] =	100
B500B	
a_{sx1} [mm²/m] =	804*
a_{sy1} [mm²/m] =	804*
$\lambda_{R,v}$ =	0,157
$\lambda_{R,h,s}$ =	0,144
$\lambda_{R,h,b}$ =	0,122
$\lambda_{EQU,max}$ =	0,051
$\gamma_{ecc,max}$ =	0,041
σ' [kN/m²] =	17,47
q [kN/m²] =	24,72
Settlement[mm] =	0,4
Limit depth[m] =	-1,98

Izbrana armatura pete temelja: **φ16/20 cm** (v obeh smereh, zgoraj in spodaj)

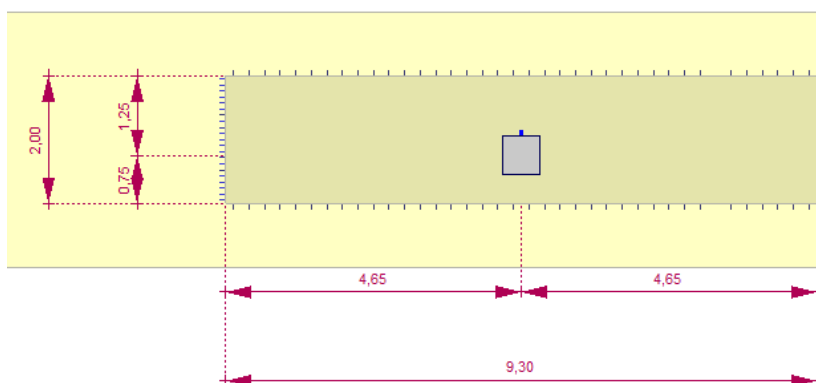
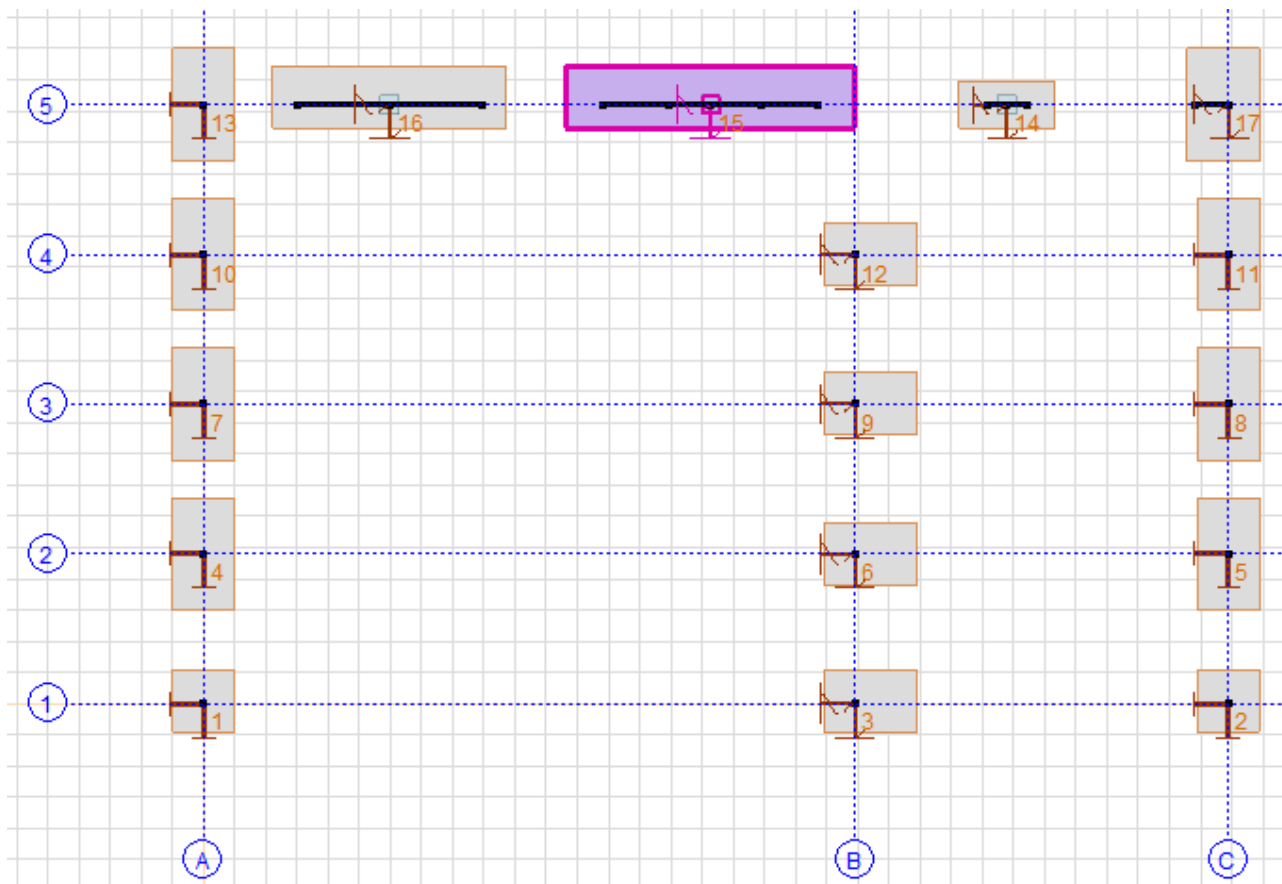
Pasovni temelj PT1: 200x750x40 cm (podpora 16)



Eurocode	
Rectangular plate footing	
C30/37	
Soil: 20011-00 - Fraport	
Nodal support 16	
Load case : Linear,(All ULS (a, b)) Critical	
f_{se}	1,000
b_x [mm]	7500
b_y [mm]	2000
e_y [mm]	250
D [mm]	1100
h [mm]	400
h_b [mm]	100
B500B	
a_{sx1} [mm ² /m]	3267
a_{sy1} [mm ² /m]	804*
$\Lambda_{R,v}$	0,174
$\Lambda_{R,h,s}$	0,591
$\Lambda_{R,h,b}$	0,549
$\Lambda_{EQU,max}$	0,764
$y_{ecc,max}$	0,321
σ' [kN/m ²]	7,28
q' [kN/m ²]	22,66
Settlement[mm]	0,1
Limit depth[m]	-1,42

Izbrana armatura pete temelja: **φ16/20 cm** (v obeh smereh, zgoraj in spodaj)

Pasovni temelj PT2: 200x930x40 cm (podpora 15)

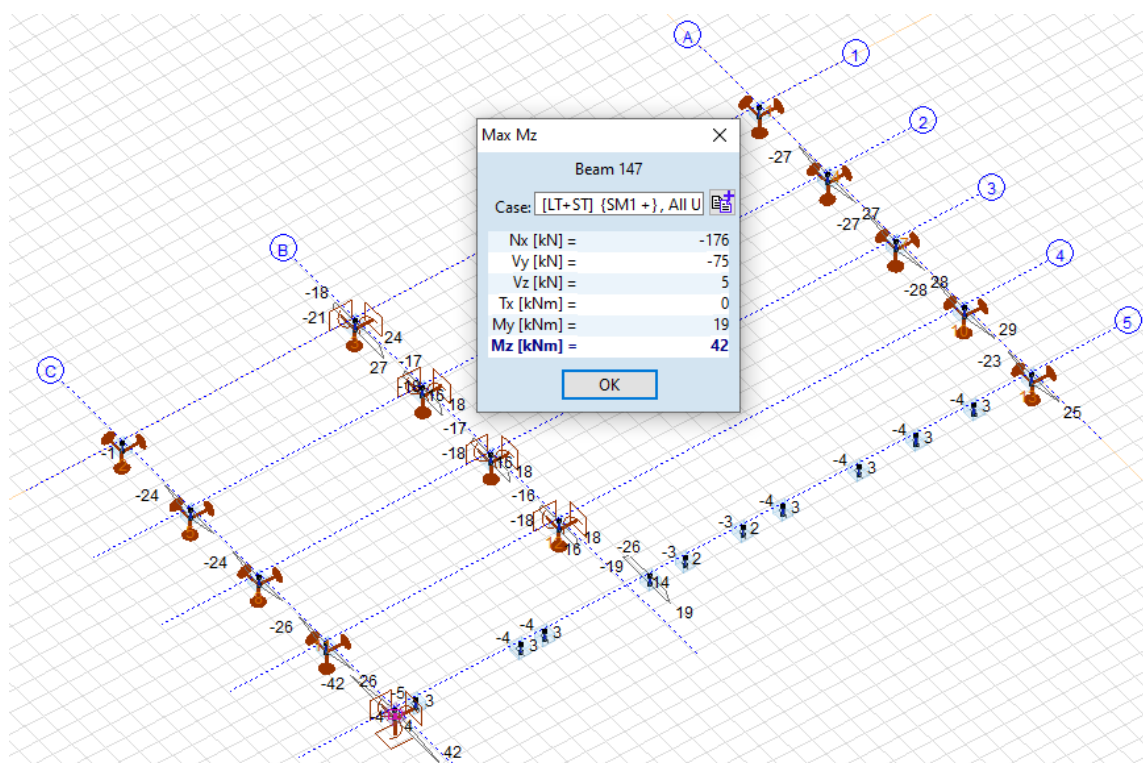
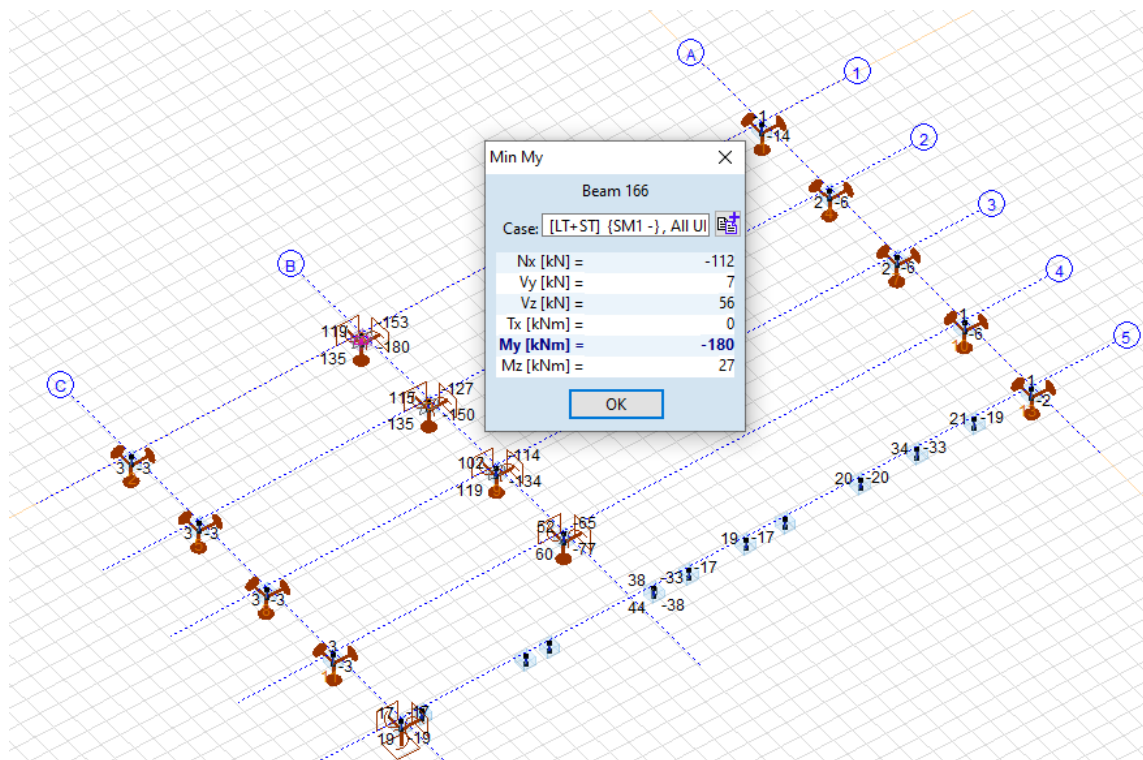


Eurocode	
Rectangular plate footing	
C30/37	
Soil: 20011-00 - Fraport	
Nodal support 15	
Load case : Linear,(All ULS (a, b)) Critical	
f_{se} =	1,000
b_x [mm] =	9300
b_y [mm] =	2000
e_y [mm] =	250
D [mm] =	1200
h [mm] =	400
h_b [mm] =	100
B500B	
a_{sx1} [mm ² /m] =	3249
a_{sy1} [mm ² /m] =	1257*
$\Lambda_{R,v}$ =	0,084
$\Lambda_{R,h,s}$ =	0,227
$\Lambda_{R,h,b}$ =	0,212
$\Lambda_{EQU,max}$ =	0,272
$\gamma_{ecc,max}$ =	0,114
σ' [kN/m ²] =	7,37
q' [kN/m ²] =	24,72
Settlement[mm] =	0,1
Limit depth[m] =	-1,48

Izbrana armatura pete temelja: **φ16/20 cm** (v obeh smereh, zgoraj in spodaj)

5.1.3 Temeljni nastavki

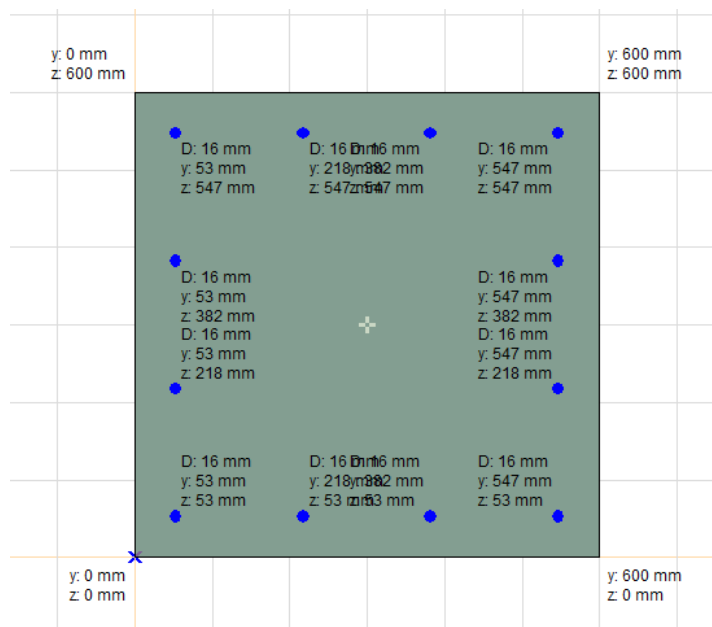
Merodajne NSK



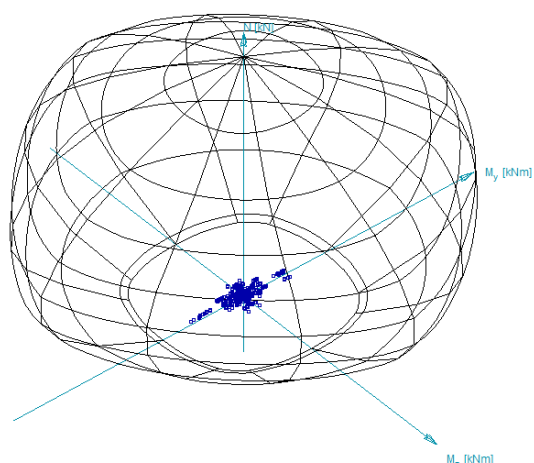
Nosilnost prereza

Prerez:

- Upogibna armatura: 16 ϕ 16
- Strižna armatura: ϕ 10/10 cm



Upogibna nosilnost

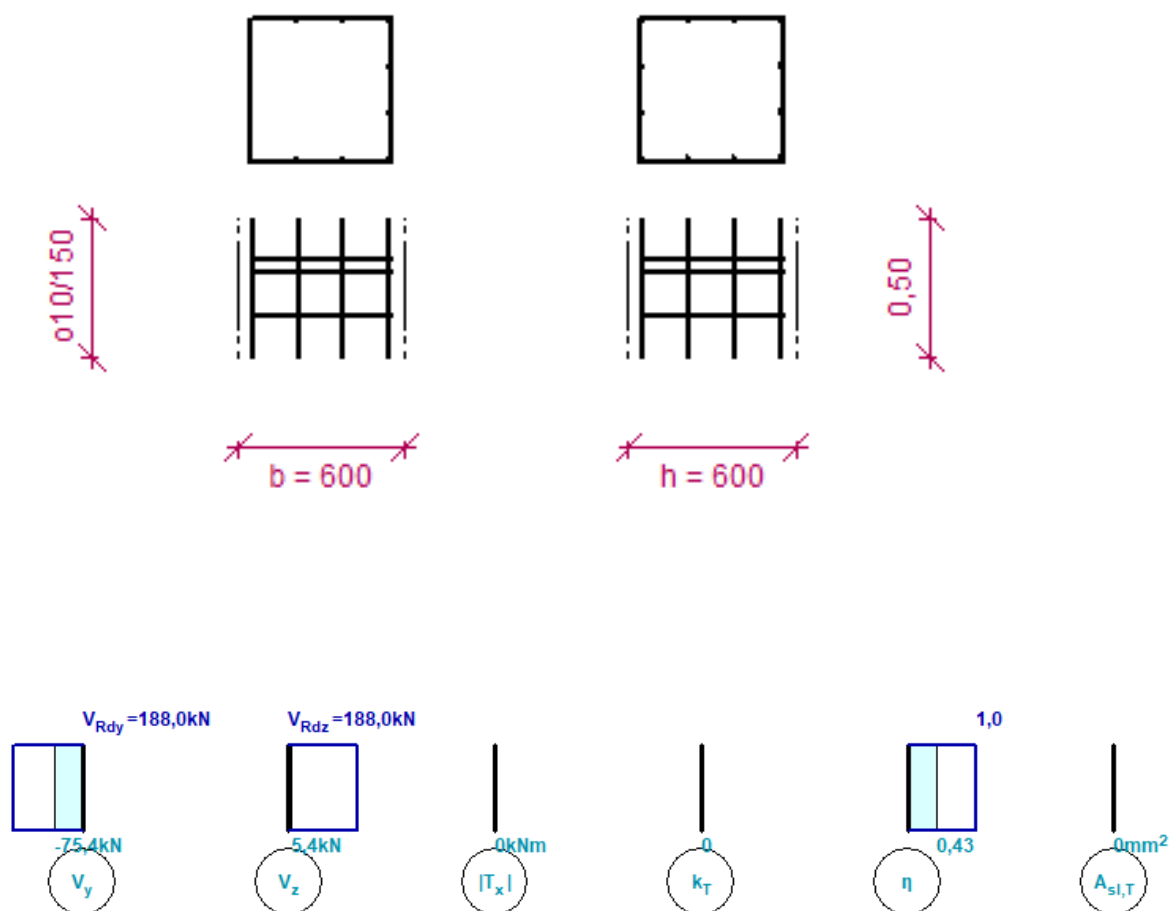


Eurocode			
Case : Linear, (All ULS (a, b)) Critical			
$f_{yk} = 1,000$			
N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	
min/max			
-8165,10	0	0	
1049,02	0	0	
	min/max		
-3400,00	-702,81	0	
-3400,00	702,81	0	
		min/max	
-3400,00	0	-702,81	
-3400,00	0	702,81	
C30/37			
Cross-section TN 60x60			
Ab [mm ²] = 360000,00			
B500B			
Reinforcement TN 60x60			
As/Ab [%] = 0,67			
Utilization(M-N)			
$n(N = \text{const.}) = 0,603$			

Eurocode	
C30/37	
Cross-section TN 60x60	
Ab [mm ²] = 360000,00	
B500B	
Reinforcement TN 60x60	
As/Ab [%] = 0,67	
Stirrup ϕ 10;	
sw [mm] =	150
Buckling length	
$\beta_{yy} =$	1,000*L
$\beta_{zz} =$	1,000*L
L [m] =	0,50

Izkoriščenost prereza znaša 63%.

Strižna nosilnost:

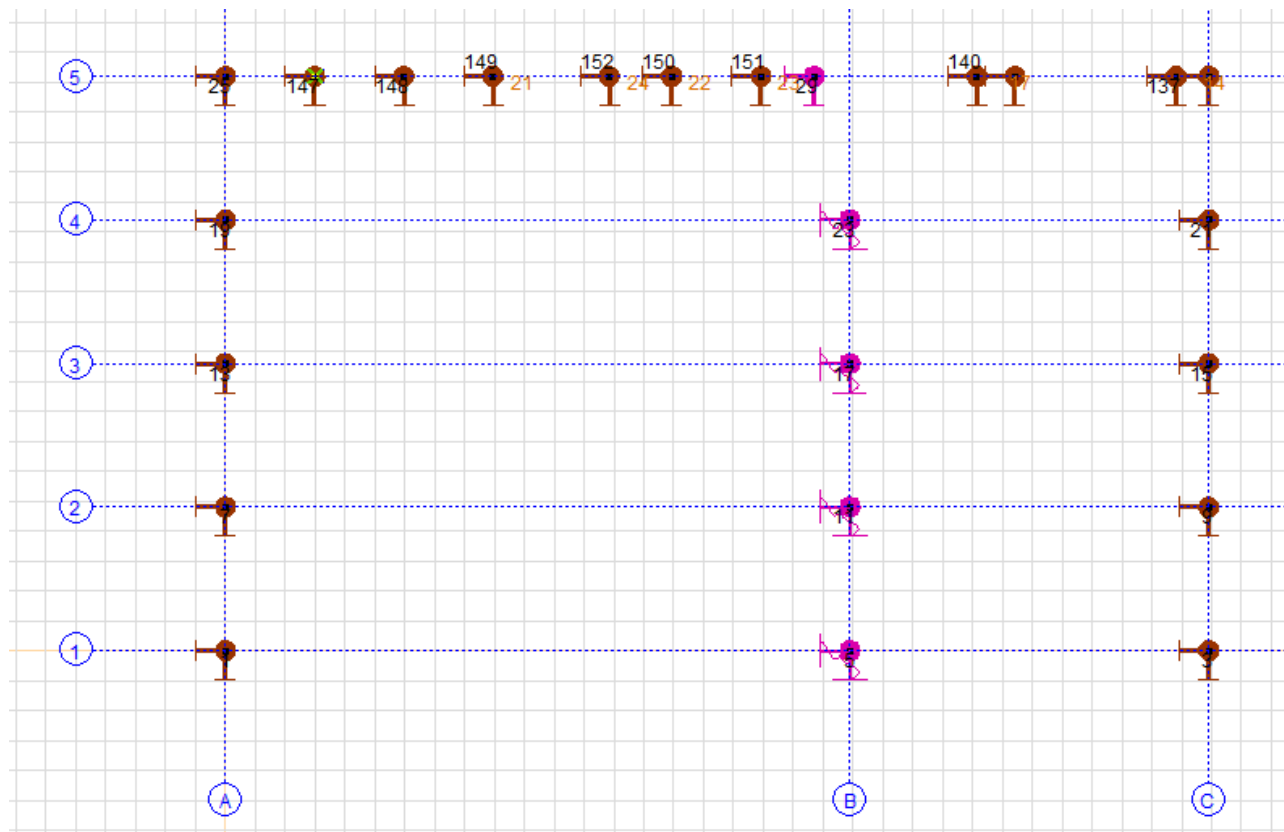


Izkoriščenost prereza znaša 43%.

5.2 Sidranje: steber- temelj

5.2.1 SPOJ T1: steber HE300A – temelj

Pozicije



Merodajne NSK

Nodal support internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]

	Node	Type	C	min. max.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]	Critical combination
Ext.										
6	11	Glob.	Rx	min	-39	4	-148	-16	129	[LT+ST] {SM1 -}
3	5	Glob.		max	56	-7	-107	22	154	[LT+ST] {SM1 +}
15	29	Glob.	Ry	min	0	-7	-11			[LT+ST] {1,5*Wy-}
15	29	Glob.		max	0	9	-56			[1,35*1*LT+1,35*1*ST] {1,5*Wx+} (1,5*0...)
9	17	Glob.	Rz	min	11	0	-418	1	20	[1,35*1*LT+1,35*1*ST] {1,5*S} (1,5*0,6*...)
3	5	Glob.		max	-2	2	12	-7	-3	[LT+ST] {1,5*Wy+}
3	5	Glob.	Rxx	min	56	-7	-107	-17	154	[LT+ST] {SM1 -}
3	5	Glob.		max	56	-7	-107	22	154	[LT+ST] {SM1 +}
3	5	Glob.	Ryy	min	56	-7	-107	22	-117	[LT+ST] {SM1 -}
3	5	Glob.		max	56	-7	-107	22	154	[LT+ST] {SM1 +}

Izračun sider

Obremenitev

$M_{Ed,y}$ [kNm] =	154	$V_{Ed,z}$ [kN] =	56
$M_{Ed,z}$ [kNm] =	22	$V_{Ed,y}$ [kN] =	22
N_{Ed} [kN] =	107	... "-" je nateg	

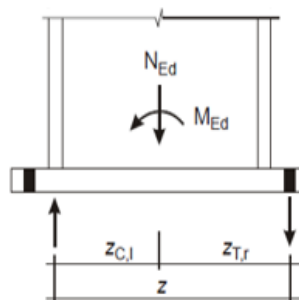
Vijaki

M30, kv. 8.8

A_s [cm ²] =	5,61
f_{ub} [kN/cm ²] =	80
vrezani navoj:	0,85

$F_{t,Rd}$ [kN] =	274,7
$F_{v,Rd}$ [kN] =	183,1

n_{My} =	3,5	... št. vijakov za prevzem M_y
n_{Mz} =	0,5	... št. vijakov za prevzem M_z



kontrola natezne nosilnosti vijakov

vijaki za prevzem M_y

z_T [cm] =	7	C [kN] =	776,4
z_C [cm] =	13,8	T [kN] =	669,4

$F_{t,Ed} = T/n_{My}$	191,3
$i = F_{t,Ed}/F_{t,Rd}$	0,70 ...OK

vijaki za prevzem M_z

z_T [cm] =	13	C [kN] =	128,3
z_C [cm] =	15	T [kN] =	21,3

$F_{t,Ed} = T/n_{My}$	42,5
$i = F_{t,Ed}/F_{t,Rd}$	0,15

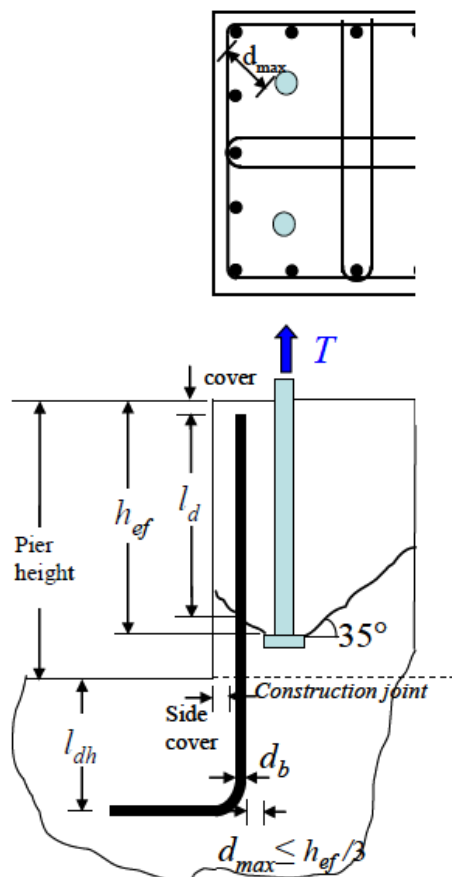
kontrola strižne nosilnosti vijakov

$V_{Ed,R}$ [kN] =	60,2	$= (V_{Ed,z}^2 + V_{Ed,y}^2)^{0,5}$
$F_{v,Ed}$ [kN] =	15,0	$= V_{Ed,R}/(n_{My} + n_{Mz})$
$i = F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	0,08	...OK

kontrola interackcije strig - nateg

$f(F_{v,Ed}, F_{t,Ed,My})$ =	0,58	...OK
$f(F_{v,Ed}, F_{t,Ed,Mz})$ =	0,19	...OK

Izračun armature



Note:

To be considered effective for resisting anchor tension, the maximum distance from anchor head to the reinforcement, d_{max} , shall be not more than $h_{ef}/3$.

Figure 3. Reinforcement for carrying anchor tension force

Spoj T1

Geometrija		Sidra	M30, kv. 8.8
h_{ef} [cm] =	72	A_s [cm ²] =	5,61
c [cm] =	2,5	f_{ub} [kN/cm ²] =	80
l_d [cm] =	67	vrezani navoj:	0,85
d_{max} [cm] =	24	n =	4 ...št. sider

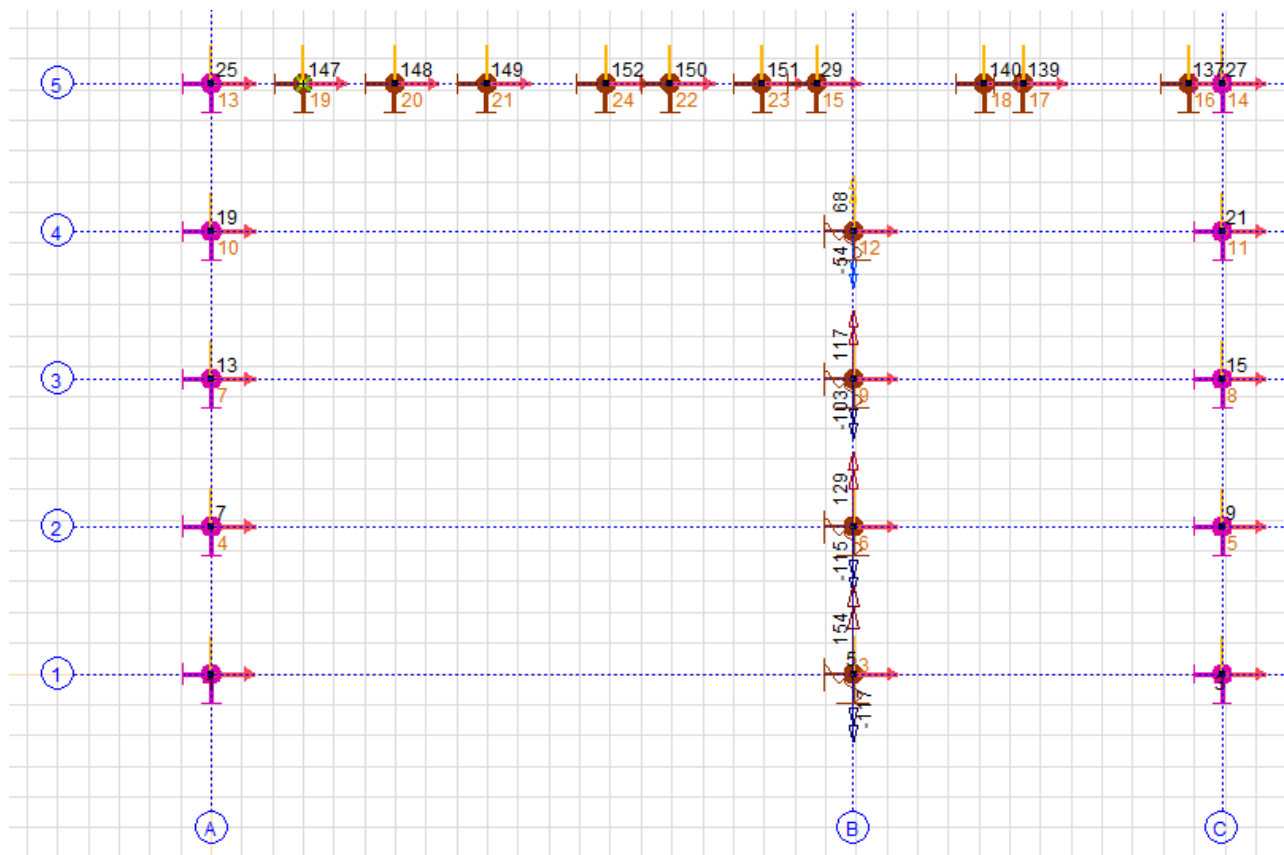
Armatura	B500B	Beton	C30/37
ϕ [mm] =	25	pogoji sidranja:	dobri
$f_{y,k}$ [kN/cm ²] =	50	$f_{b,d}$ [kN/cm ²] =	0,3
γ_M =	1,15	$l_{b,ty}$ [cm] =	90,6
$f_{y,d}$ [kN/cm ²] =	43,48		
n =	8 ...št. palic		

Sidrna armatura

F_{sider} [kN] =	1525,9	*0,7 =	1068,144	...70% izkoriščenost
$F_{armature}$ [kN] =	1262,9			

5.2.2 SPOJ T2: steber HE240A – temelj

Pozicije



Merodajne NSK

Nodal support internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]

	Node	Type	C	min. max.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Critical combination
Ext.								
1	1	Glob.	Rx	min	-31	-1	-143	[1,35*1*LT+1,35*1*ST] {1,5*S} (1,5*0,6*Wy-)
8	15	Glob.		max	8	12	-65	[LT+ST] {1,5*Wy+}
11	21	Glob.	Ry	min	-3	-71	-185	[LT+ST] {SM1 -}
11	21	Glob.		max	-3	70	-185	[LT+ST] {SM1 +}
10	19	Glob.	Rz	min	-5	-67	-210	[LT+ST] {SM1 -}
14	27	Glob.		max	1	52	135	[LT+ST] {SM1 +}

Izračun sider

Obremenitev

$M_{Ed,y}$ [kNm] =	0	$V_{Ed,x}$ [kN] =	5
$M_{Ed,z}$ [kNm] =	0	$V_{Ed,y}$ [kN] =	94
$N_{Ed,c}$ [kN] =	193	... "+" je nateg	
$N_{Ed,d}$ [kN] =	0	α [°] =	0
$N_{Ed} = N_{Ed,c} + N_{Ed,d} \sin \alpha$	193	$N_{Ed,c} + N_{Ed,d} \sin \alpha$	

Vijaki

	M20, kv. 8.8
A_s [cm ²] =	2,45
f_{ub} [kN/cm ²] =	80
vrezani navoj:	0,85

$F_{t,Rd}$ [kN] =	120,0
$F_{v,Rd}$ [kN] =	80,0

n_{My} =	1	...št. vijakov za prevzem M_y
n_{Mz} =	1	...št. vijakov za prevzem M_z
n =	4	...skupno št. vijakov

kontrola natezne nosilnosti vijakov

vijaki za prevzem M_y

$z_{T,D}$ [cm] =	6	T_D [kN] =	48,3
$z_{T,L}$ [cm] =	6	T_L [kN] =	48,3

$F_{t,Ed} = T/n_{My}$	48,3
$i = F_{t,Ed}/F_{t,Rd}$	0,40 ...OK

vijaki za prevzem M_z

$z_{T,D}$ [cm] =	15,5	T_D [kN] =	48,3
$z_{T,L}$ [cm] =	15,5	T_L [kN] =	48,3

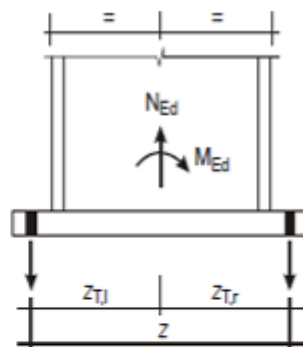
$F_{t,Ed} = T/n_{My}$	48,3
$i = F_{t,Ed}/F_{t,Rd}$	0,40 ...OK

kontrola strižne nosilnosti vijakov

$V_{Ed,R}$ [kN] =	94,1	$= (V_{Ed,x}^2 + V_{Ed,y}^2)^{0,5}$
$F_{v,Ed}$ [kN] =	23,5	$= V_{Ed,R}/(n_{My} + n_{Mz})$
$i = F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	0,29	...OK

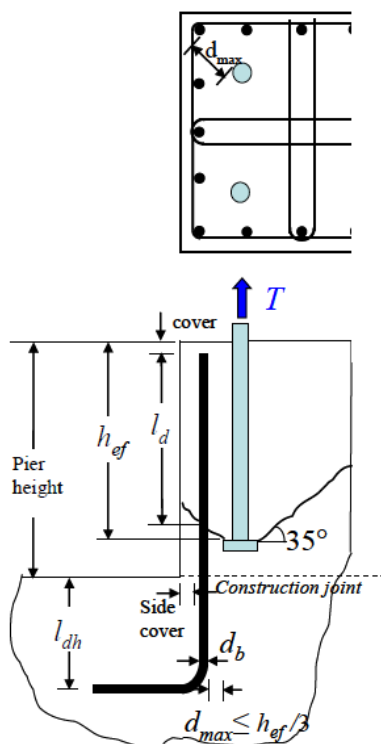
kontrola interakcije strig - nateg

$f(F_{v,Ed}, F_{t,Ed,My}) =$	0,58	...OK
$f(F_{v,Ed}, F_{t,Ed,Mz}) =$	0,58	...OK



b) Column base connection in case of a dominant tensile normal force

Izračun armature



Note:

To be considered effective for resisting anchor tension, the maximum distance from anchor head to the reinforcement, d_{max} , shall be not more than $h_{ef}/3$.

Figure 3. Reinforcement for carrying anchor tension force

Geometrija

h_{ef} [cm] = 45
 c [cm] = 2,5
 l_d [cm] = 33
 d_{max} [cm] = 15

Sidra

M20, kv. 8.8

A_s [cm²] = 2,45
 f_{ub} [kN/cm²] = 80
 vrezani navoj: 0,85
 n = 4 ...št. sider

Armatura B500B

ϕ [mm] = 20
 $f_{y,k}$ [kN/cm²] = 50
 γ_M = 1,15
 $f_{y,d}$ [kN/cm²] = 43,48
 n = 4 ...št. palic

Beton

C30/37

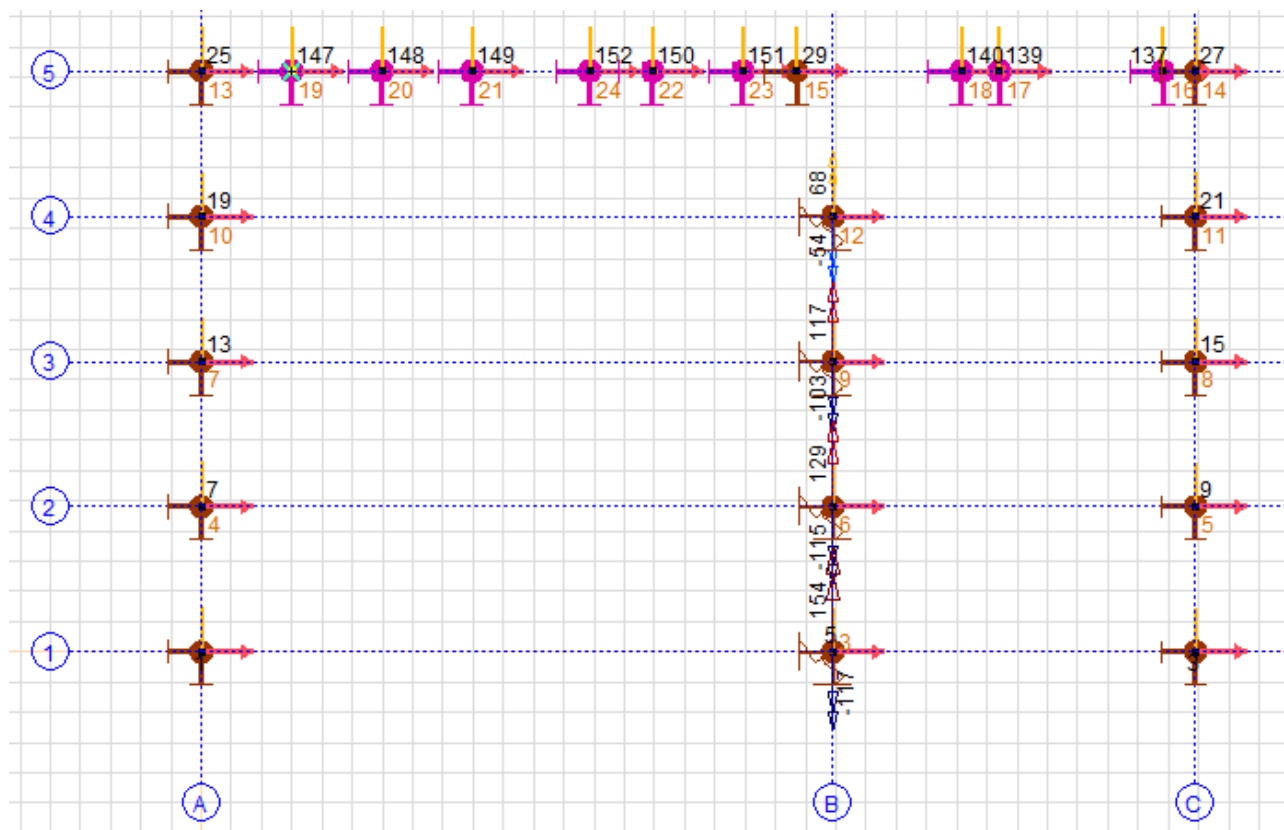
pogoji sidranja: dobri
 $f_{b,d}$ [kN/cm²] = 0,3
 $l_{b,fy}$ [cm] = 72,5

Sidrna armatura

F_{sider} [kN] = 666,4 * 0,28 = 186,592 ...28% izkoriščenost
 $F_{armature}$ [kN] = 248,8

5.2.3 SPOJ T3: steber IPE220 – temelj

Pozicije



Merodajne NSK

Nodal support internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]

	Node	Type	C	min. max.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Critical combination
Ext.								
20	148	Glob.	Rx	min	-72	0	-24	[LT+ST] {SM1 -}
20	148	Glob.		max	69	0	-24	[LT+ST] {SM1 +}
16	137	Glob.	Ry	min	0	-7	-21	[1,35*1*LT+1,35*1*ST] {1,5*Wy-}
16	137	Glob.		max	0	9	-27	[LT+ST] {1,5*Wx+}
21	149	Glob.	Rz	min	42	0	-169	[LT+ST] {SM1 -}
21	149	Glob.		max	42	0	132	[LT+ST] {SM1 +}

Izračun sider

Obremenitev

$M_{Ed,y}$ [kNm] =	0	$V_{Ed,x}$ [kN] =	0
$M_{Ed,x}$ [kNm] =	0	$V_{Ed,y}$ [kN] =	138
$N_{Ed,c}$ [kN] =	215	... "+" je nateg	
$N_{Ed,d}$ [kN] =	0	α [°] =	0
$N_{Ed} = N_{Ed,c} + N_{Ed,d}$ sir	215	$N_{Ed,c} + N_{Ed,d} \sin \alpha$	

Vijaki

M20, kv. 8.8	
A_s [cm ²] =	2,45
f_{ub} [kN/cm ²] =	80
vrezani navoj:	0,85

$F_{t,Rd}$ [kN] =	120,0
$F_{v,Rd}$ [kN] =	80,0

n_{My} =	1	...št. vijakov za prevzem M_y
n_{Mx} =	1	...št. vijakov za prevzem M_x
n =	4	...skupno št. vijakov

kontrola natezne nosilnosti vijakov

vijaki za prevzem M_y

$z_{t,d}$ [cm] =	6	T_D [kN] =	53,8
$z_{t,L}$ [cm] =	6	T_L [kN] =	53,8

$F_{t,Ed} = T/n_{My}$	53,8
$i = F_{t,Ed}/F_{t,Rd}$	0,45 ...OK

vijaki za prevzem M_x

$z_{t,d}$ [cm] =	15	T_D [kN] =	53,8
$z_{t,L}$ [cm] =	15	T_L [kN] =	53,8

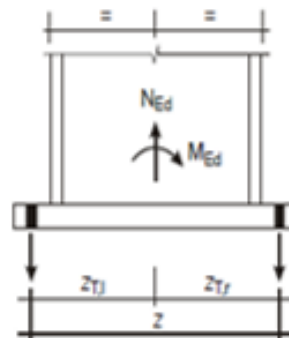
$F_{t,Ed} = T/n_{My}$	53,8
$i = F_{t,Ed}/F_{t,Rd}$	0,45 ...OK

kontrola strižne nosilnosti vijakov

$V_{Ed,R}$ [kN] =	138,0	$= (V_{Ed,x}^2 + V_{Ed,y}^2)^{0,5}$
$F_{v,Ed}$ [kN] =	34,5	$= V_{Ed,R}/(n_{My} + n_{Mx})$
$i = F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	0,43	...OK

kontrola interakcije strig - nateg

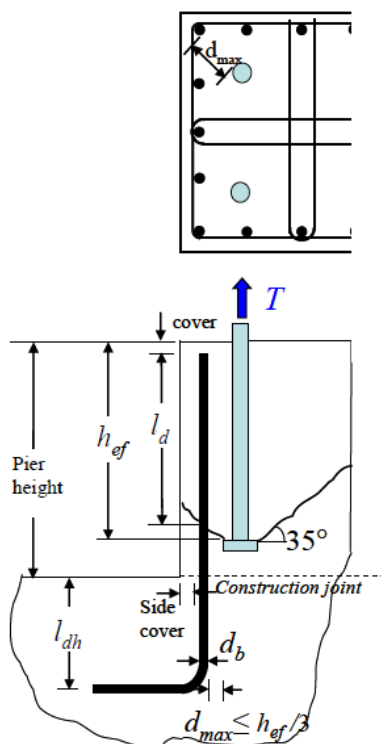
$f(F_{v,Ed}, F_{t,Ed,My})$	=	0,75	...OK
$f(F_{v,Ed}, F_{t,Ed,Mx})$	=	0,75	...OK



b) Column base connection in case of a dominant tensile normal force



Izračun armature



Note:

To be considered effective for resisting anchor tension, the maximum distance from anchor head to the reinforcement, d_{max} , shall be not more than $h_{ef}/3$.

Figure 3. Reinforcement for carrying anchor tension force

Geometrija

h_{ef} [cm] =	45
c [cm] =	2,5
l_d [cm] =	33
d_{max} [cm] =	15

Sidra

M20, kv. 8.8

A_s [cm ²] =	2,45
f_{ub} [kN/cm ²] =	80
vrezani navoj:	0,85
n =	4 ...št. sider

Armatura B500B

ϕ [mm] =	20
$f_{y,k}$ [kN/cm ²] =	50
γ_M =	1,15
$f_{y,d}$ [kN/cm ²] =	43,48
n =	4 ...št. palic

Beton

C30/37

pogoji sidranja:	dobri
$f_{b,d}$ [kN/cm ²] =	0,3
$l_{b,fy}$ [cm] =	72,5

Sidrna armatura

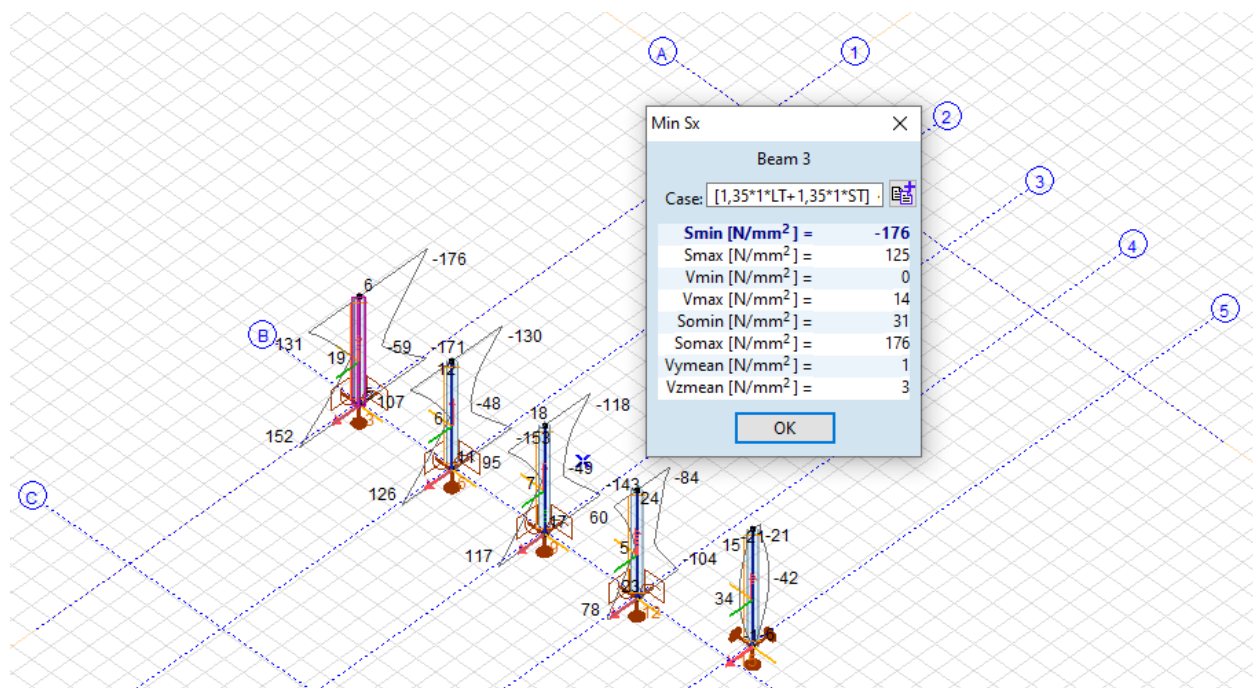
F_{sider} [kN] =	666,4	*0,28 =	186,6	...28% izkoriščenost
$F_{armature}$ [kN] =	248,8			

5.3 Jeklena konstrukcija

5.3.1 Stebri

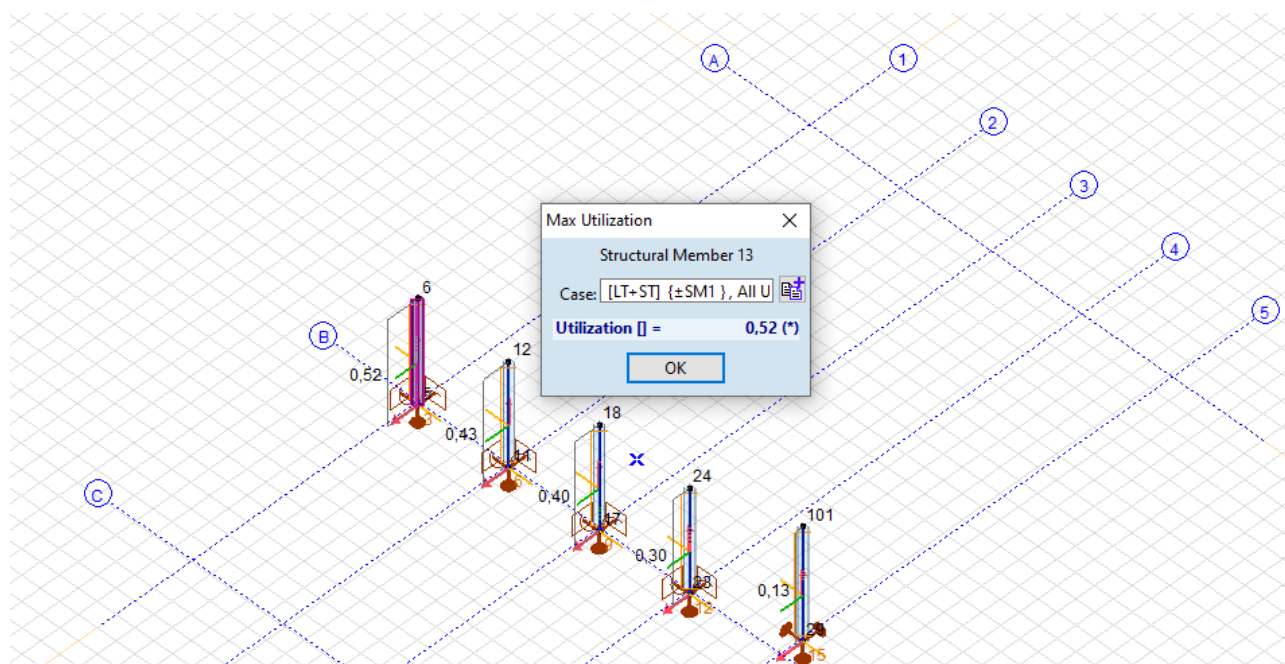
Stebri HE300A

Kontrola napetosti prerezov



Merodajne napetosti znašajo $\sigma_{\max} = 176 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$.

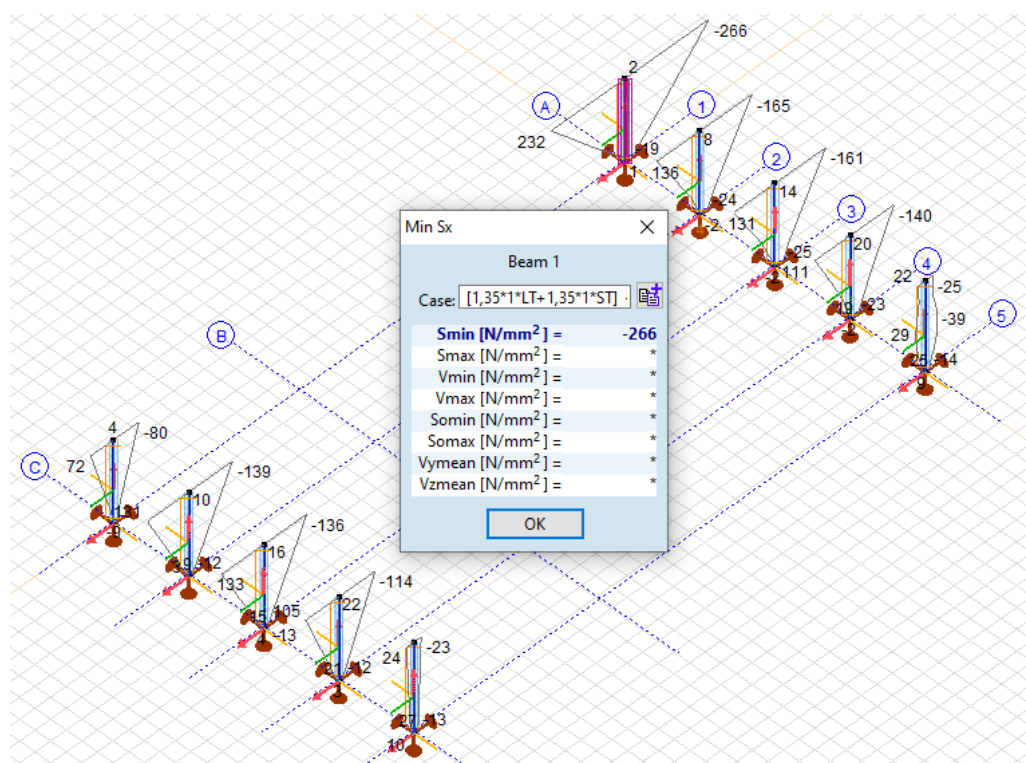
Kontrola nosilnosti elementov



Izkoriščenost merodajnega stebra znaša 52%.

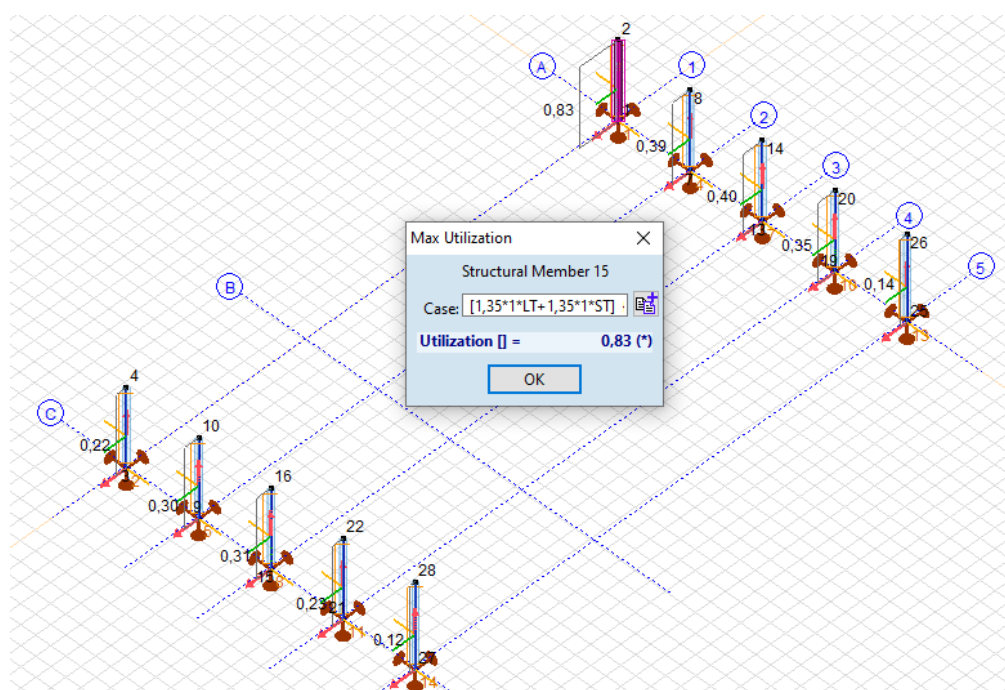
Stebri HE240A

Kontrola napetosti prerezov



Merodajne napetosti znašajo $\sigma_{\max} = 266 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$.

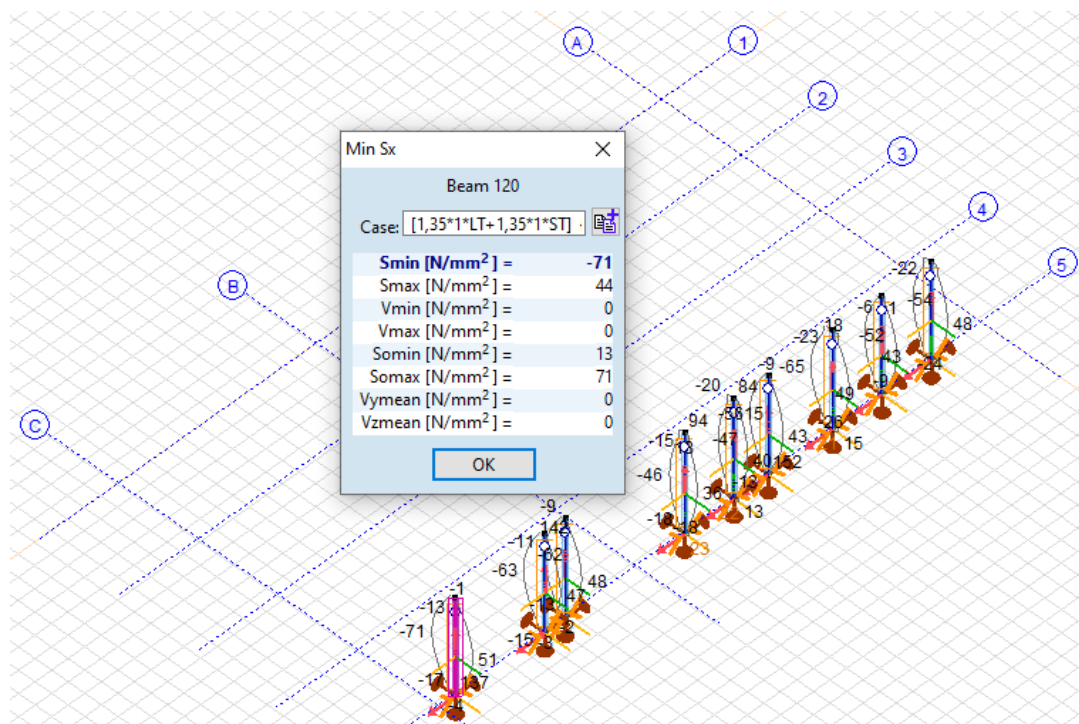
Kontrola nosilnosti elementov



Izkoriščenost merodajnega stebra znaša 83%.

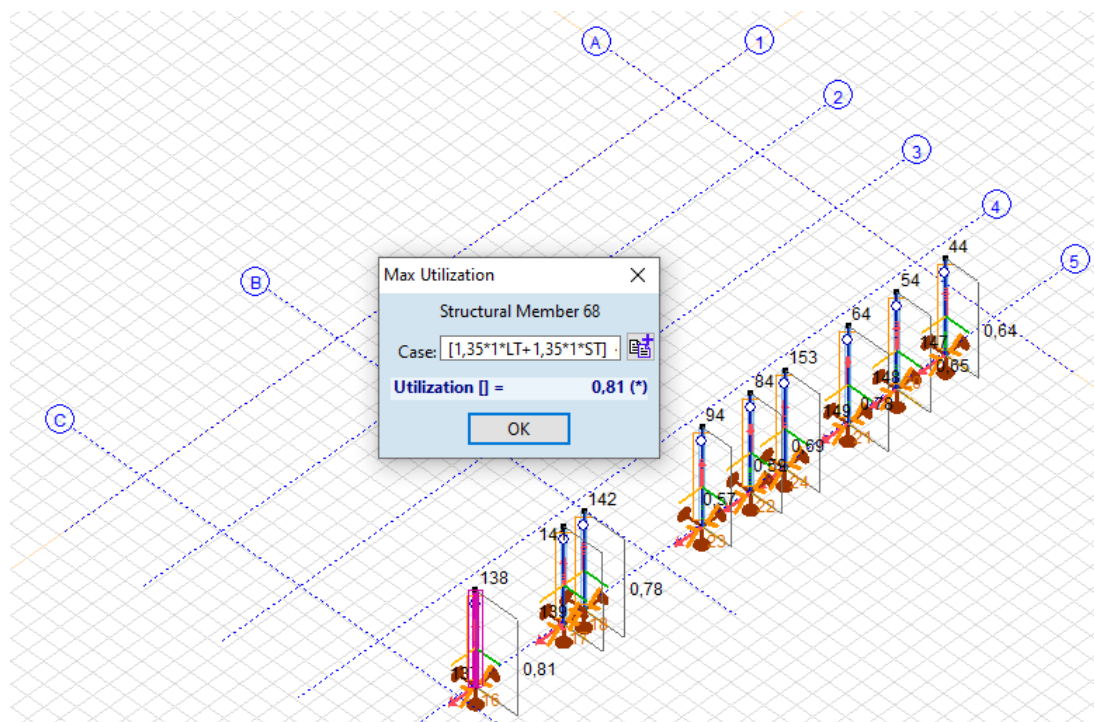
Stebri IPE220

Kontrola napetosti prerezov



Merodajne napetosti znašajo $\sigma_{\max} = 71 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$.

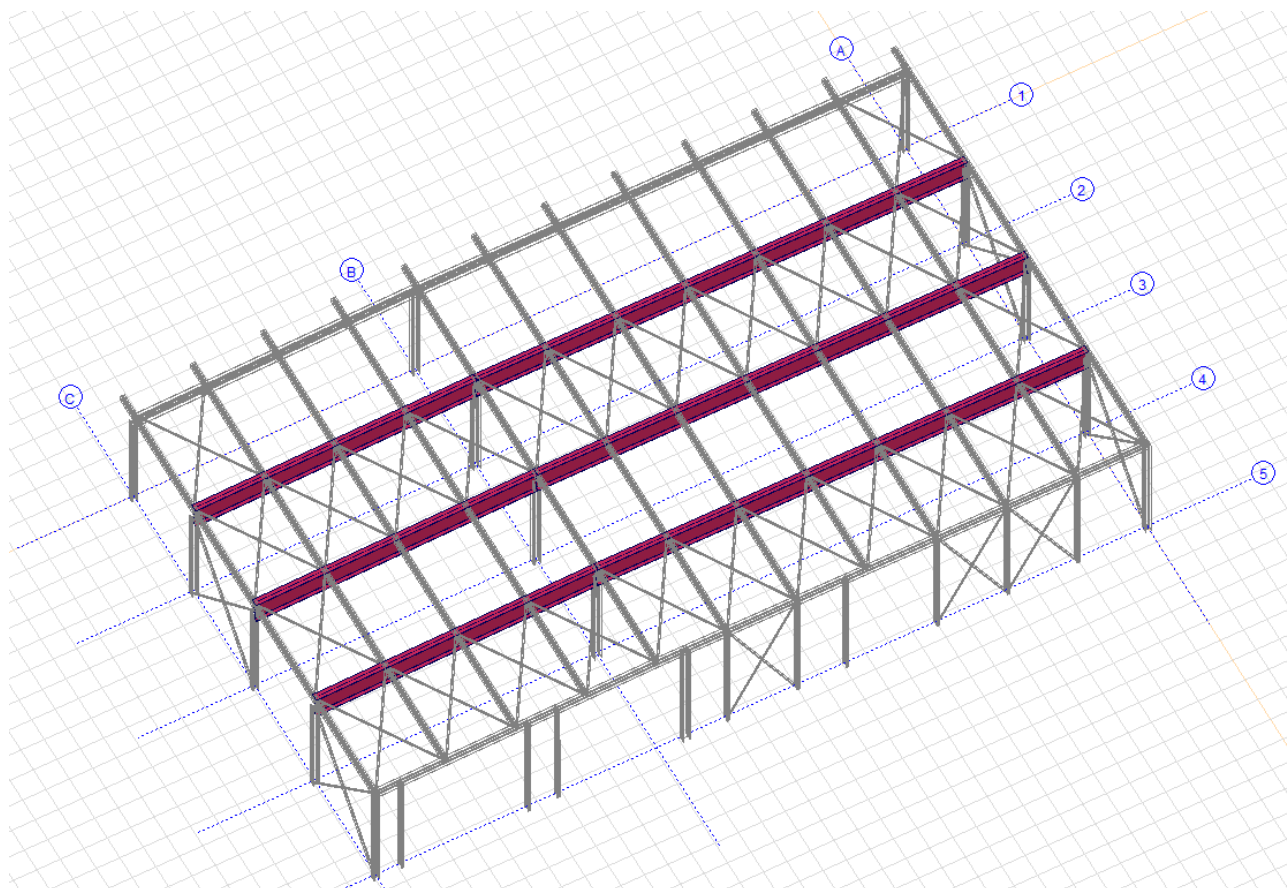
Kontrola nosilnosti elementov



Izkoriščenost merodajnega stebra znaša 81%.

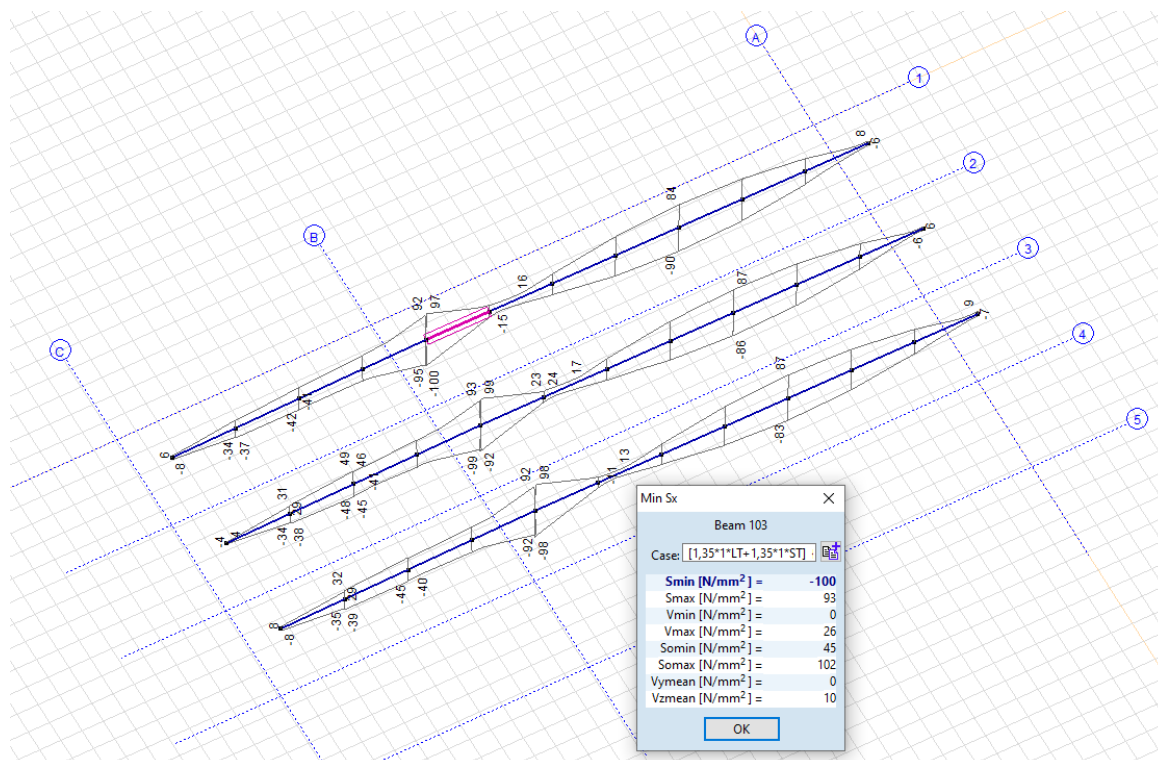
5.3.2 Primarni varjeni nosilci IZN 1100/300/20/8

osi 2, 3 in 4



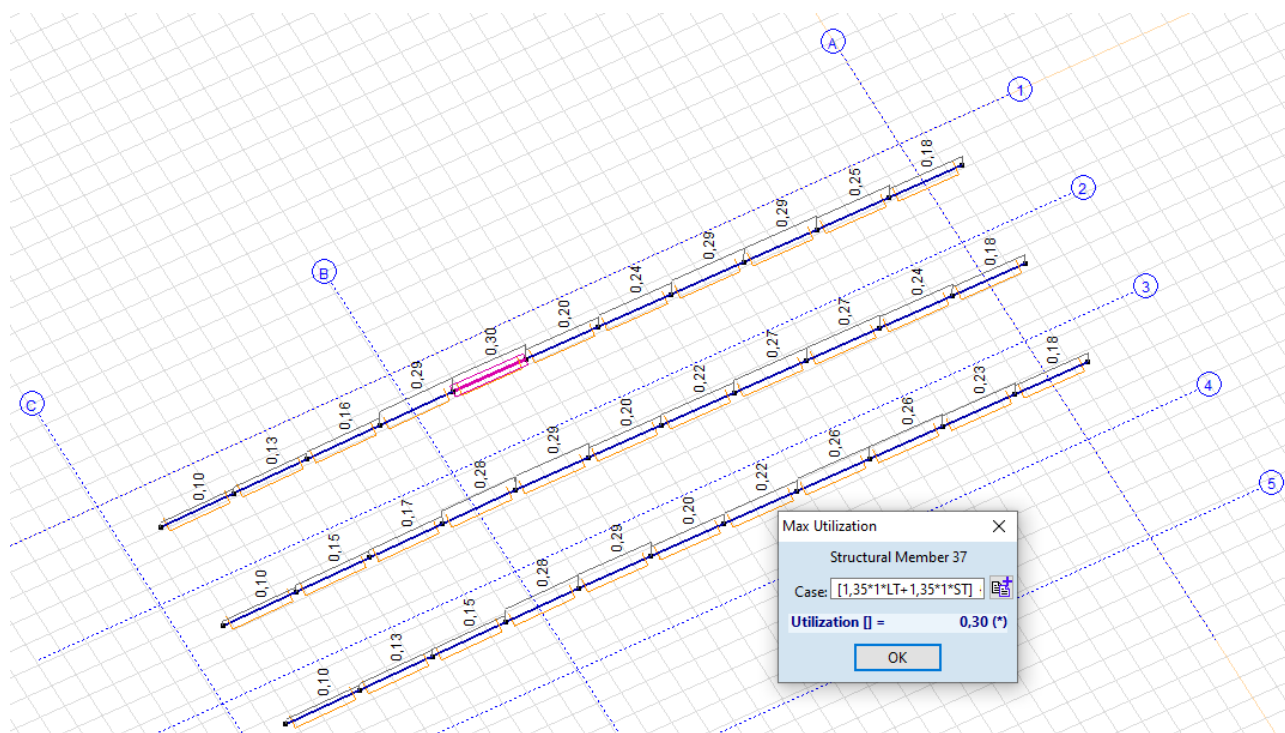
Kontrola MSN

Kontrola napetosti prerezov



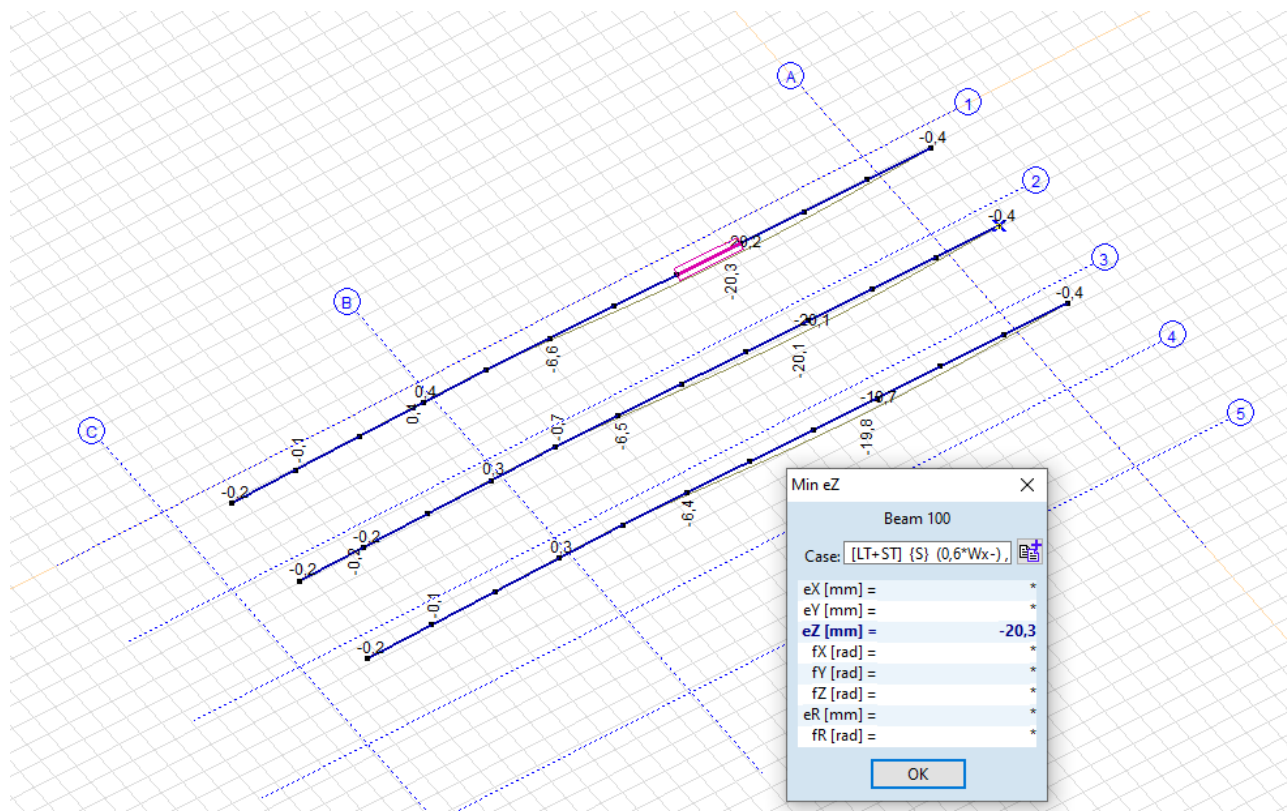
Merodajne napetosti znašajo $\sigma_{\max} = 100 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$.

Kontrola nosilnosti elementov



Izkoriščenost merodajnega elementa znaša 30%.

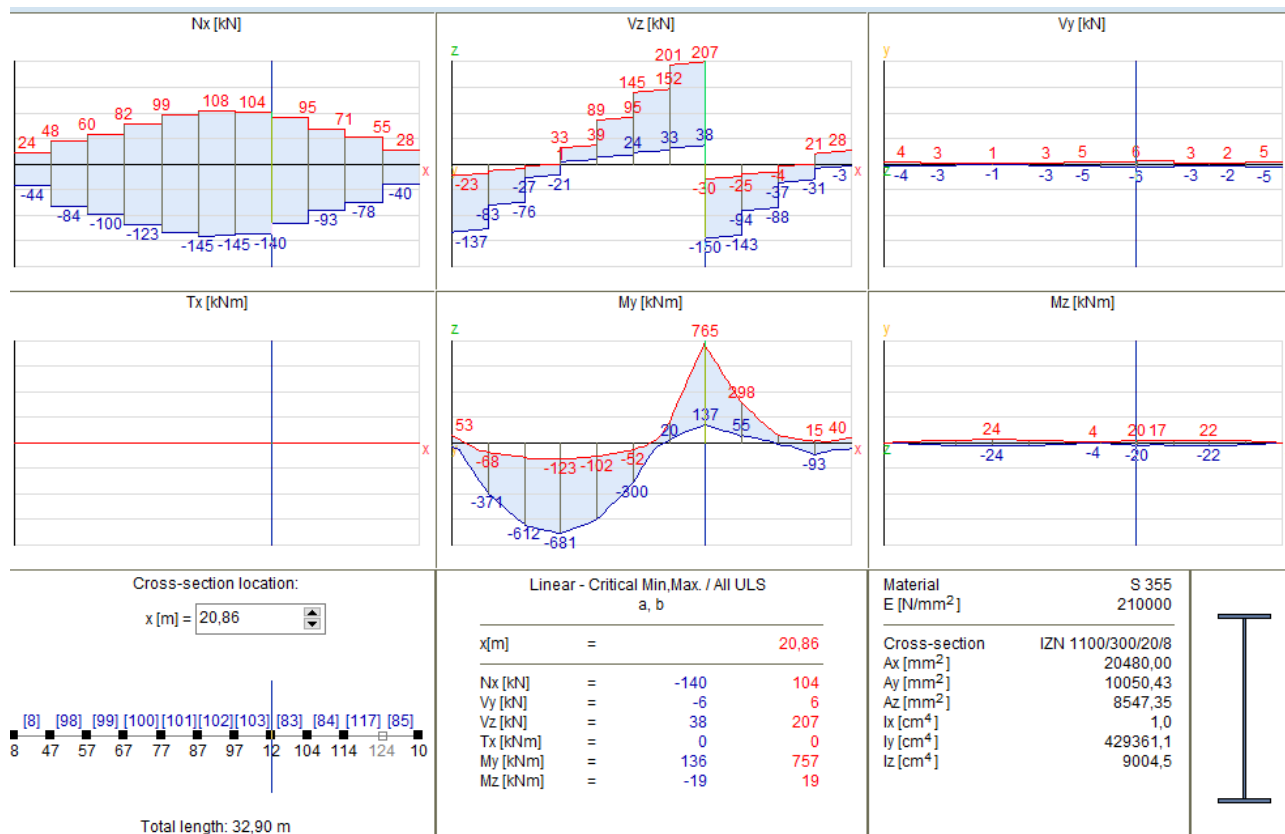
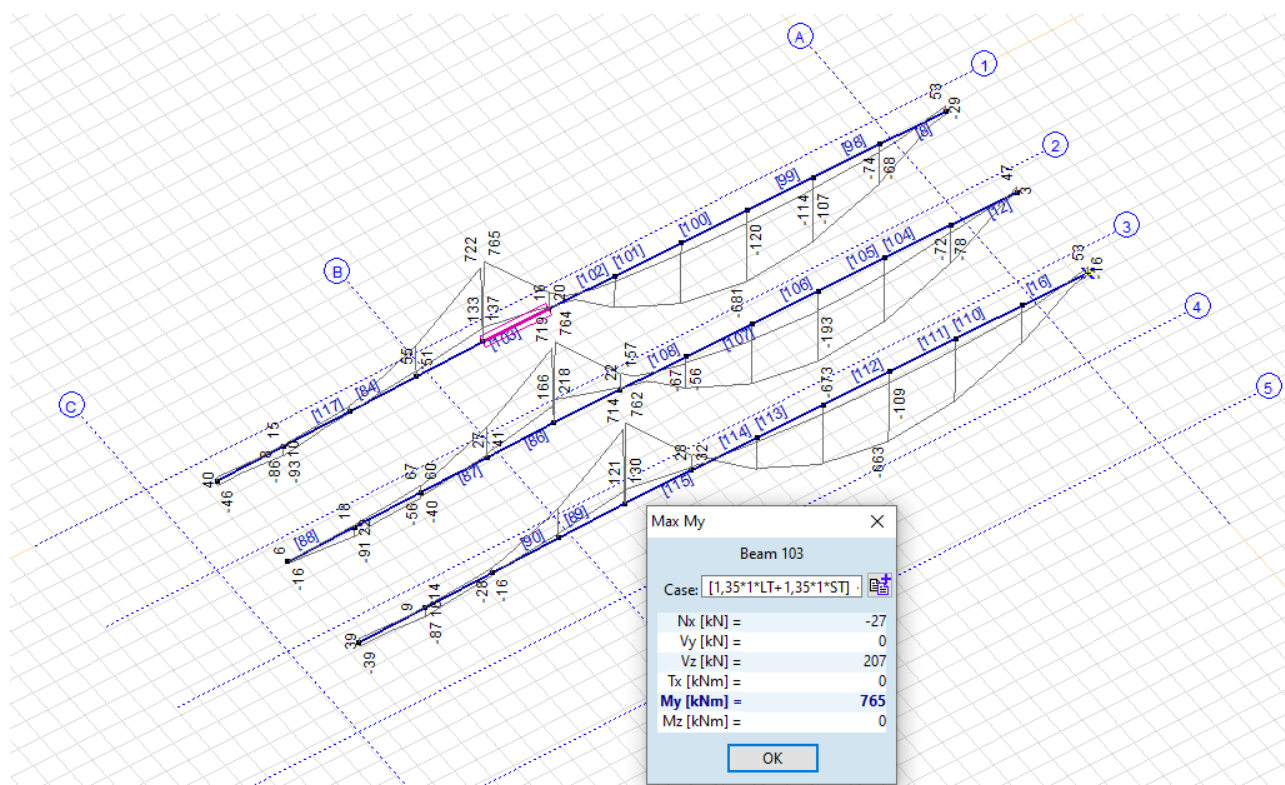
Kontrola MSU



Merodajni povos znaša $u_z = 21 \text{ mm} < 20900 \text{ mm} / 300 = 70 \text{ mm}$.

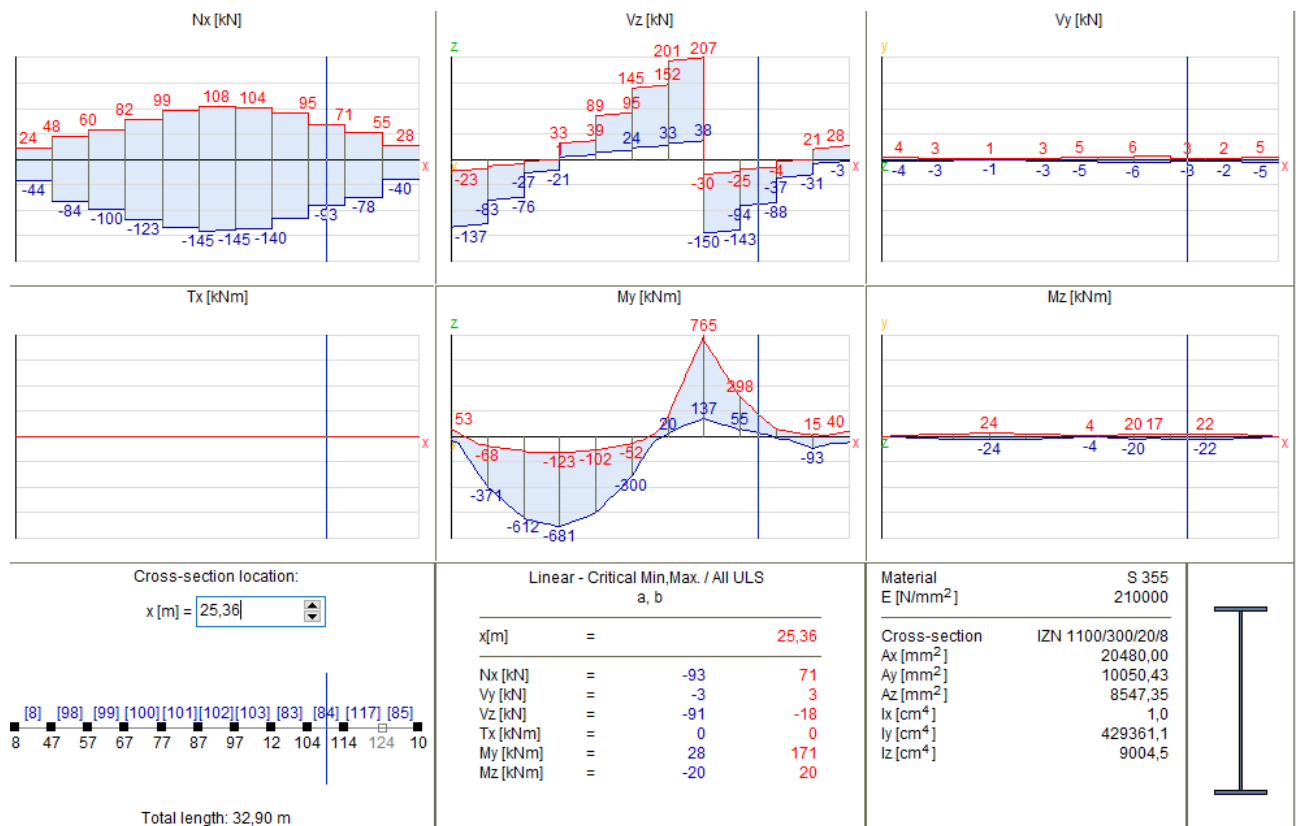
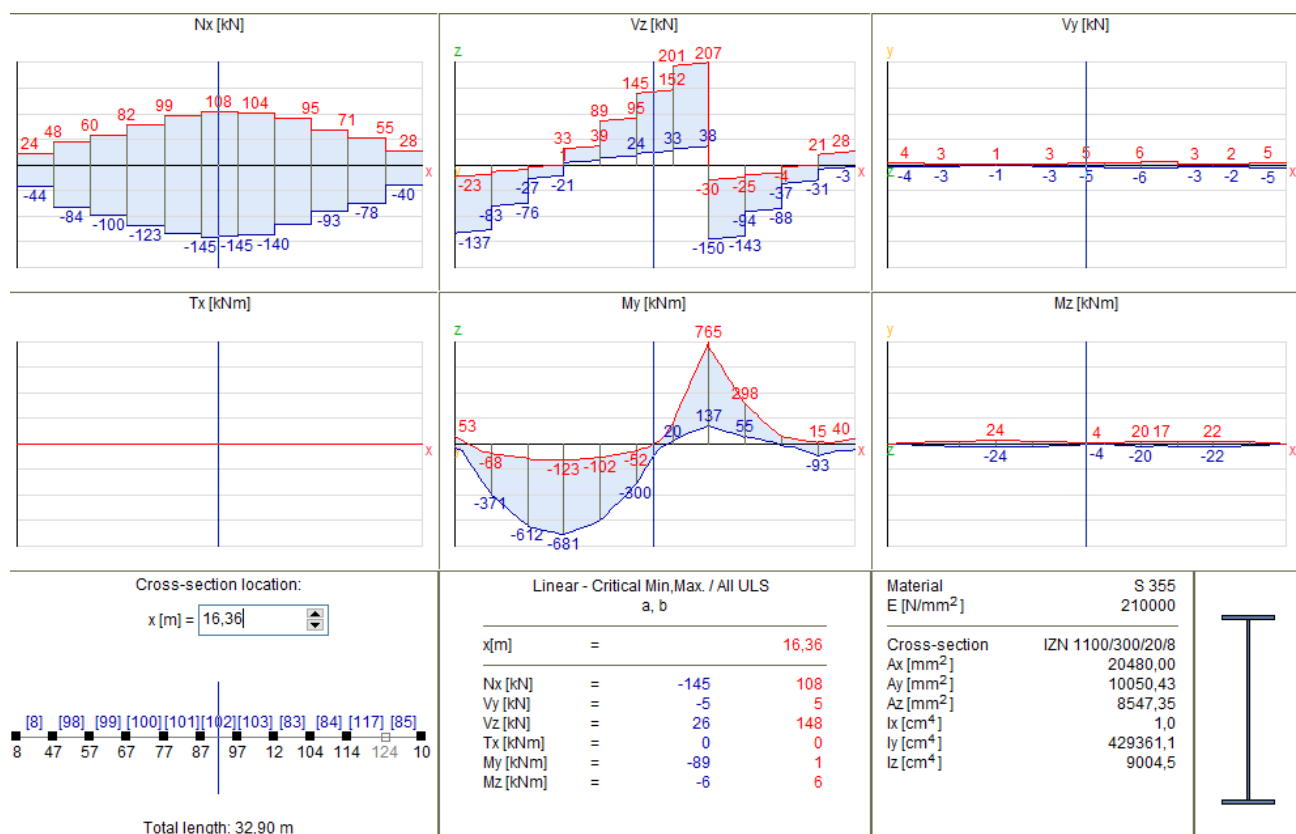
Spoj IZN1100/300 – HE300A

Merodajne NSK



Razširitev Cargo terminala

PZI - 2/1



Beam internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]

	Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.													
103	3	IZN 1100/300/20/8	Nx	min	0	(97)	-140	6	72	0	92	-4	[LT+ST] {±SM1 }
103	3	IZN 1100/300/20/8	Nx	max	2,99	(12)	104	6	76	0	311	-20	[LT+ST] {±SM1 }
83	3	IZN 1100/300/20/8	Vy	min	0	(12)	-119	-6	-62	0	310	-20	[LT+ST] {±SM1 }
83	3	IZN 1100/300/20/8	Vy	max	0	(12)	-119	6	-62	0	310	-20	[LT+ST] {±SM1 }
83	3	IZN 1100/300/20/8	Vz	min	0	(12)	-14	0	-150	0	722	0	[1,35*1*LT+1,35*1...
103	3	IZN 1100/300/20/8	Vz	max	2,99	(12)	-58	0	207	0	753	0	[1,35*1*LT+1,35*1...
103	3	IZN 1100/300/20/8	Tx	min	0	(97)	-140	6	72	0	92	-4	[LT+ST] {±SM1 }
103	3	IZN 1100/300/20/8	Tx	max	0	(97)	-140	6	72	0	92	-4	[LT+ST] {±SM1 }
103	3	IZN 1100/300/20/8	My	min	0	(97)	-140	6	72	0	16	-4	[LT+ST] {±SM1 }
103	3	IZN 1100/300/20/8	My	max	2,99	(12)	-27	0	207	0	765	0	[1,35*1*LT+1,35*1...
83	3	IZN 1100/300/20/8	Mz	min	0	(12)	-119	-6	-62	0	310	-20	[LT+ST] {±SM1 }
103	3	IZN 1100/300/20/8	Mz	min	2,99	(12)	-140	6	76	0	311	-20	[LT+ST] {±SM1 }
83	3	IZN 1100/300/20/8	Mz	max	0	(12)	-119	-6	-62	0	310	20	[LT+ST] {±SM1 }
103	3	IZN 1100/300/20/8	Mz	max	2,99	(12)	-140	6	76	0	311	20	[LT+ST] {±SM1 }

Summary

Left-hand connection

Moment

Maximum positive moment (MRd) = 1385,1 kNm >= Sollicitating moment (MSd) = 171 kNm

Most critical combination : - Combination 2 -

Maximum negative moment (MRd-) = -1385,1 kNm <= Sollicitating moment (MSd) = -89 kNm

Most critical combination : - Combination 1 -

Max positive moment allowed by welds = 1308,3 kNm >= Sollicitating moment (MSd) = 171 kNm

Most critical combination : - Combination 2 -

Max negative moment allowed by welds = -1321,8 kNm <= Sollicitating moment (MSd) = -89 kNm

Most critical combination : - Combination 1 -

Normal force

Maximum tension in the beam (TRd) = 3552,7 kN >= Sollicitating tensile force (TSd) = 71 kN

Most critical combination : - Combination 2 -

Maximum compression in beam (CRd) = 4795,1 kN >= Sollicitating compression force (CSd) = 145 kN

Most critical combination : - Combination 1 -

Moment combined with normal force

Combination name	MSd	MRd	NSd	NRd	MSd MRd	NSd NRd	< 1
Combination 1	-89,00	-1321,82	145,00	4795,10	0,10		✓
Combination 2	171,00	1308,29	-71,00	-3552,65	0,15		✓

Shear

Maximum shear force (VRd) = 1805,5 kN >= Sollicitating shear force (VSd) = 91 kN

Most critical combination : - Combination 2 -

Stiffness

For a positive moment

Sjini = 3933669 kNm/Rad

Sj = 1311223 kNm/Rad

The connection is Semi-Rigid.

Most critical combination : - Combination 2 -

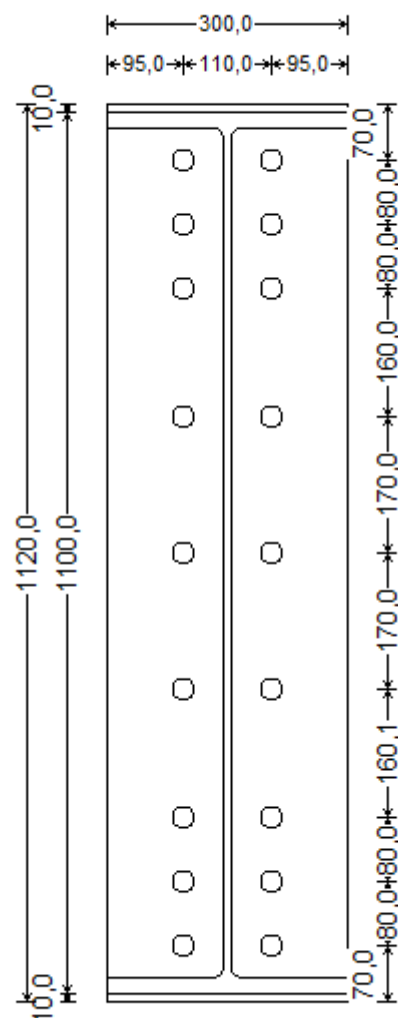
For a negative moment

Sjini = 3933750 kNm/Rad

Sj = 1311250 kNm/Rad

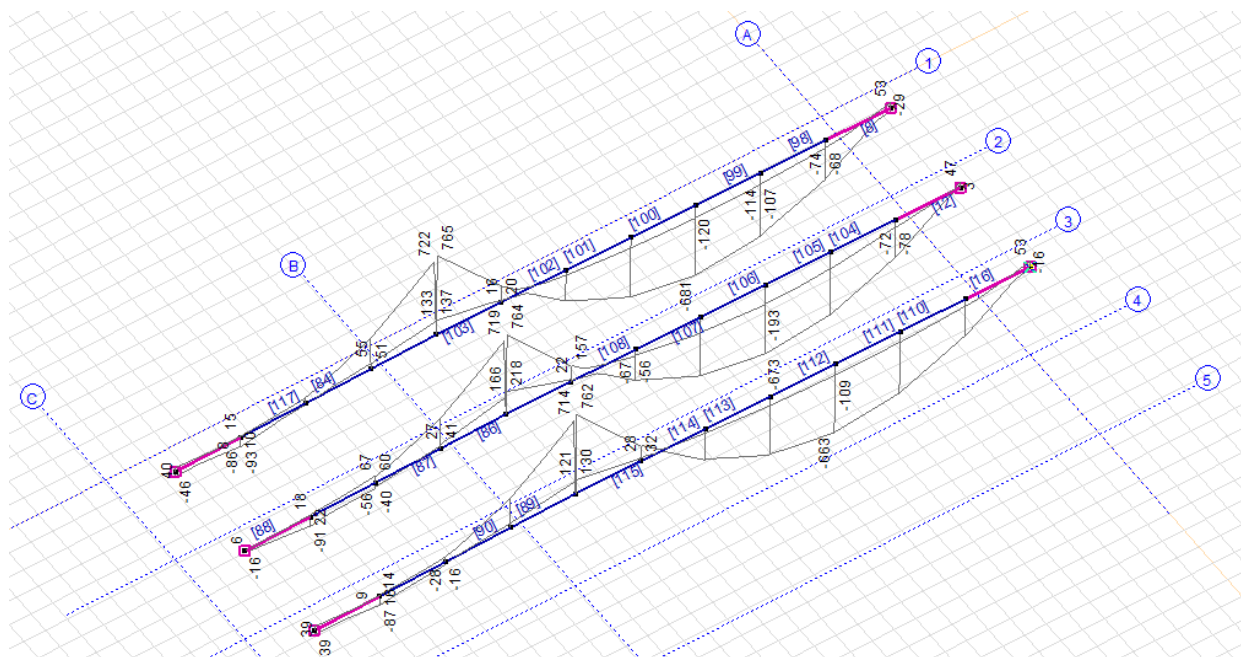
The connection is Semi-Rigid.

Most critical combination : - Combination 1 -



Spoj IZN1100/300 – HE240A

Merodajne NSK



Beam internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]

	Sh.	Cross-section name	C	min.	max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.														
91	3	IZN 1100/300/20/8	Nx	min		3,00	(22)	-58	-5	18	0	-39	0	[LT+ST] {±SM1 }
91	3	IZN 1100/300/20/8		max		0	(128)	59	-5	13	0	-54	-15	[LT+ST] {±SM1 }
85	3	IZN 1100/300/20/8	Vy	min		0	(124)	-40	-5	15	0	-51	-15	[LT+ST] {±SM1 }
85	3	IZN 1100/300/20/8		max		0	(124)	-40	5	15	0	-51	-15	[LT+ST] {±SM1 }
12	3	IZN 1100/300/20/8	Vz	min		0	(14)	-6	0	-141	0	44	0	[1,35*1*LT+1,35*1*...]
88	3	IZN 1100/300/20/8		max		3,00	(16)	-2	0	32	0	-3	0	[1,35*1*LT+1,35*1*...]
8	3	IZN 1100/300/20/8	Tx	min		0	(8)	-44	4	-52	0	53	0	[LT+ST] {±SM1 }
8	3	IZN 1100/300/20/8		max		0	(8)	-44	4	-52	0	53	0	[LT+ST] {±SM1 }
12	3	IZN 1100/300/20/8	My	min		2,99	(48)	8	0	-133	0	-372	0	[1,35*1*LT+1,35*1*...]
8	3	IZN 1100/300/20/8		max		0	(8)	-44	4	-52	0	53	0	[LT+ST] {±SM1 }
85	3	IZN 1100/300/20/8	Mz	min		0	(124)	-40	-5	15	0	-51	-15	[LT+ST] {±SM1 }
85	3	IZN 1100/300/20/8		max		0	(124)	-40	-5	15	0	-51	15	[LT+ST] {±SM1 }

Summary

Right-hand connection

Moment

Maximum positive moment (MRd+) = 481,5 kNm >= Sollicitating moment (MSd) = 53 kNm

Most critical combination : - Combination 1 -

Max positive moment allowed by welds = 1308 kNm >= Sollicitating moment (MSd) = 53 kNm

Most critical combination : - Combination 1 -

Normal force

Maximum tension in the beam (TRd) = 1211,9 kN >= Sollicitating tensile force (TSd) = 0 kN

Most critical combination : - Combination 1 -

Maximum compression in beam (CRd) = 3973,7 kN >= Sollicitating compression force (CSd) = 0 kN

Moment combined with normal force

Combination name	MSd	MRd	NSd	NRd	$\frac{MSd}{MRd} + \frac{NSd}{NRd}$	< 1
Combination 1	53,00	481,46	0,00	-1211,88	0,11	V

Shear

Maximum shear force (VRd) = 1067 kN >= Sollicitating shear force (VSd) = 137 kN

Most critical combination : - Combination 1 -

Maximum shear allowed in the column web = 473,8 kN >= Sollicitating shear in the column web = 48,2 kN

Most critical combination : - Combination 1 -

Stiffness

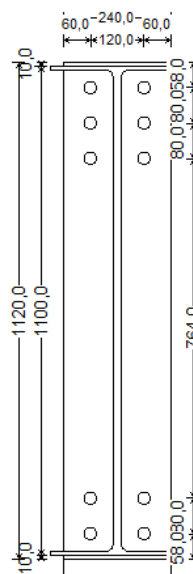
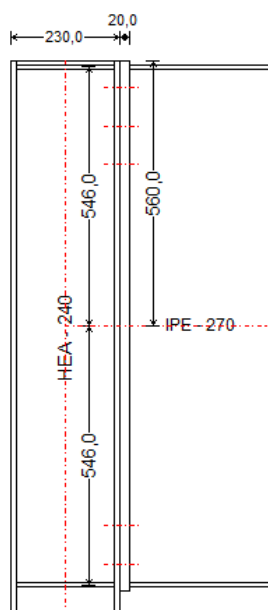
For a positive moment

Sjini = 873489 kNm/Rad

Sj = 436745 kNm/Rad

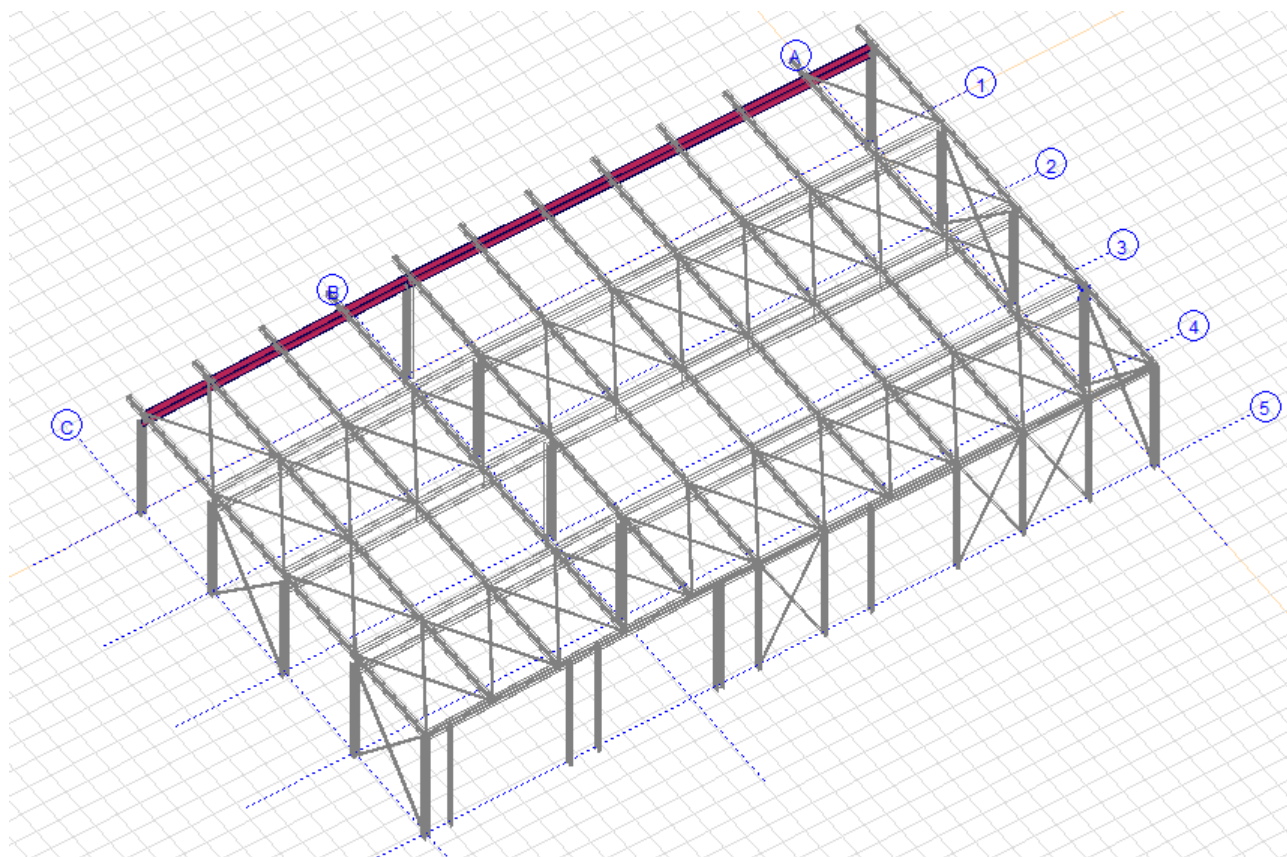
The connection is Semi-Rigid.

Most critical combination : - Combination 1 -



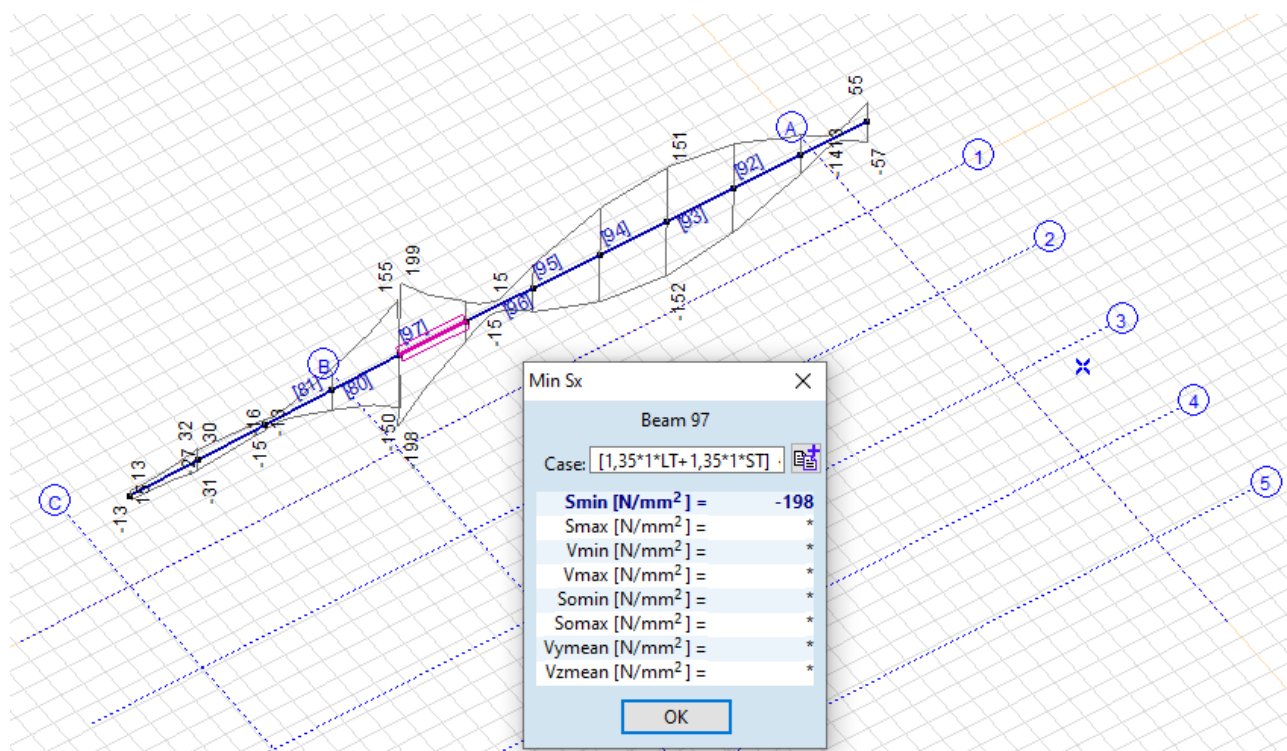
5.3.3 Primarni nosilec HE450A

os 1



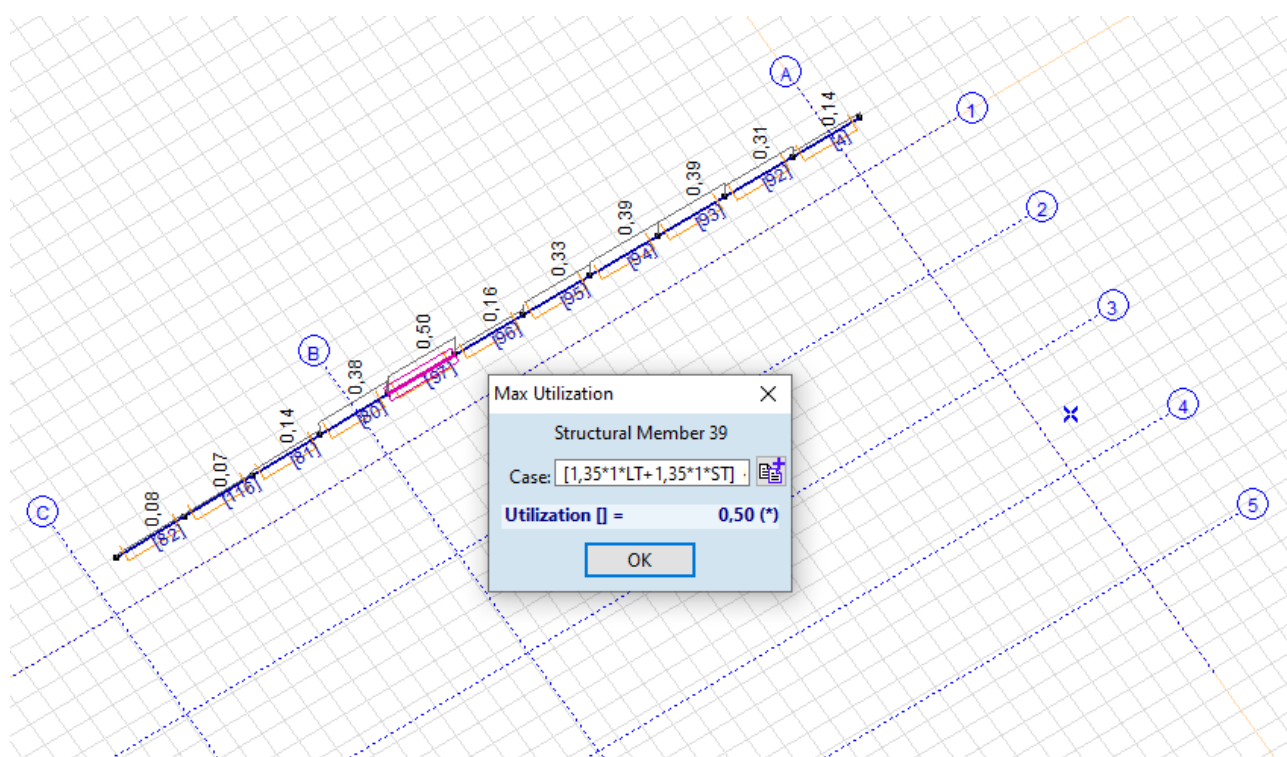
Kontrola MSN

Kontrola napetosti prerezov



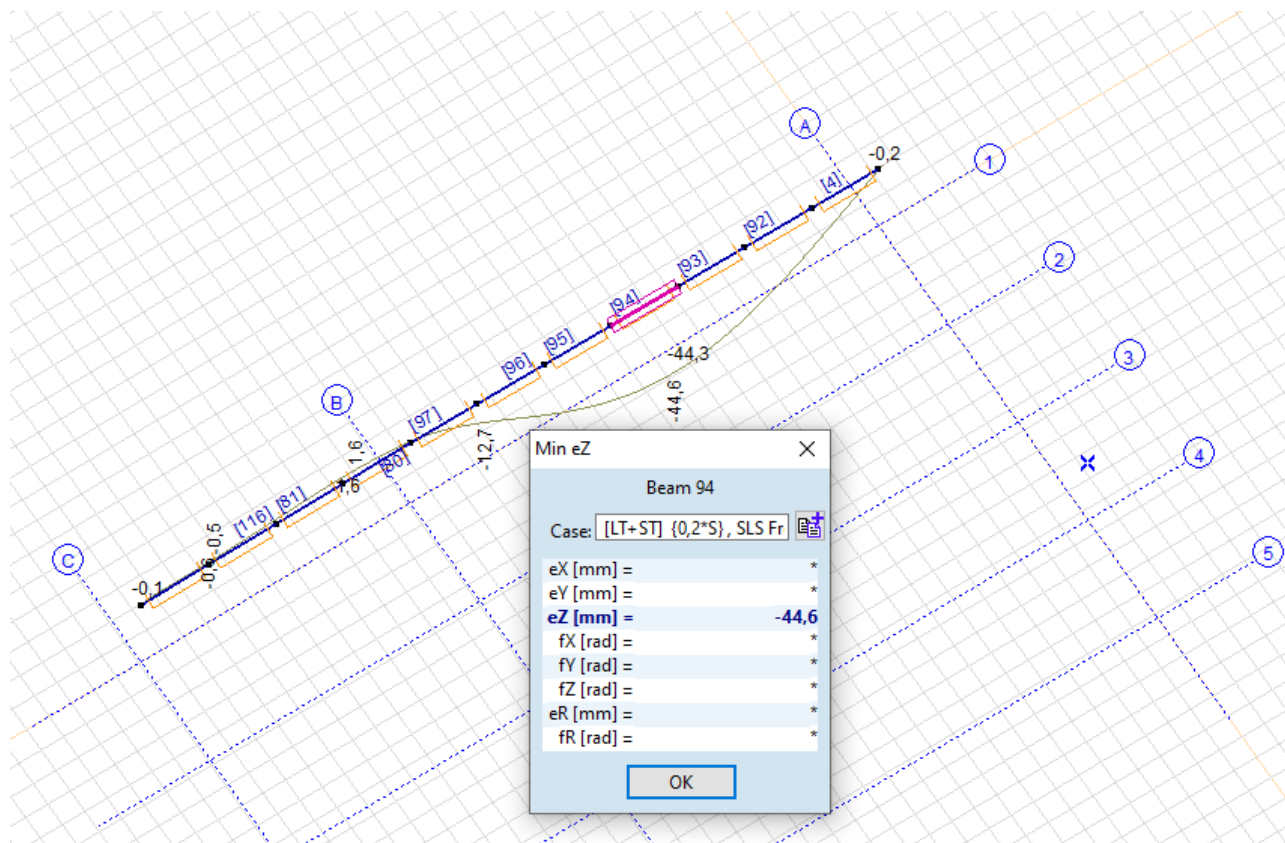
Merodajne napetosti znašajo $\sigma_{\max} = 199 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$.

Kontrola nosilnosti elementov



Izkoriščenost merodajnega elementa znaša 50%.

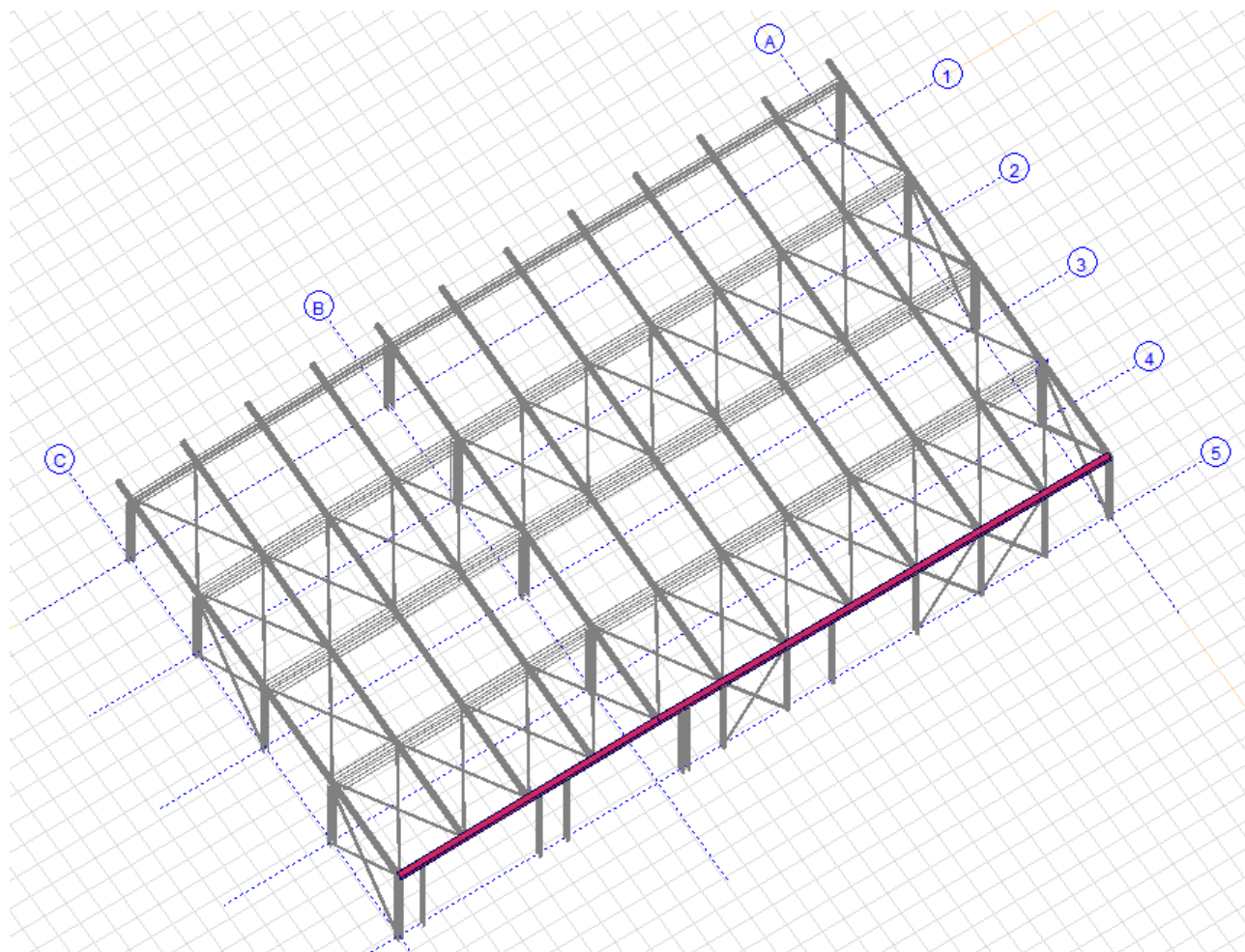
Kontrola MSU



Merodajni povos znaša $u_z = 45 \text{ mm} < 20900 \text{ mm} / 300 = 70 \text{ mm}$.

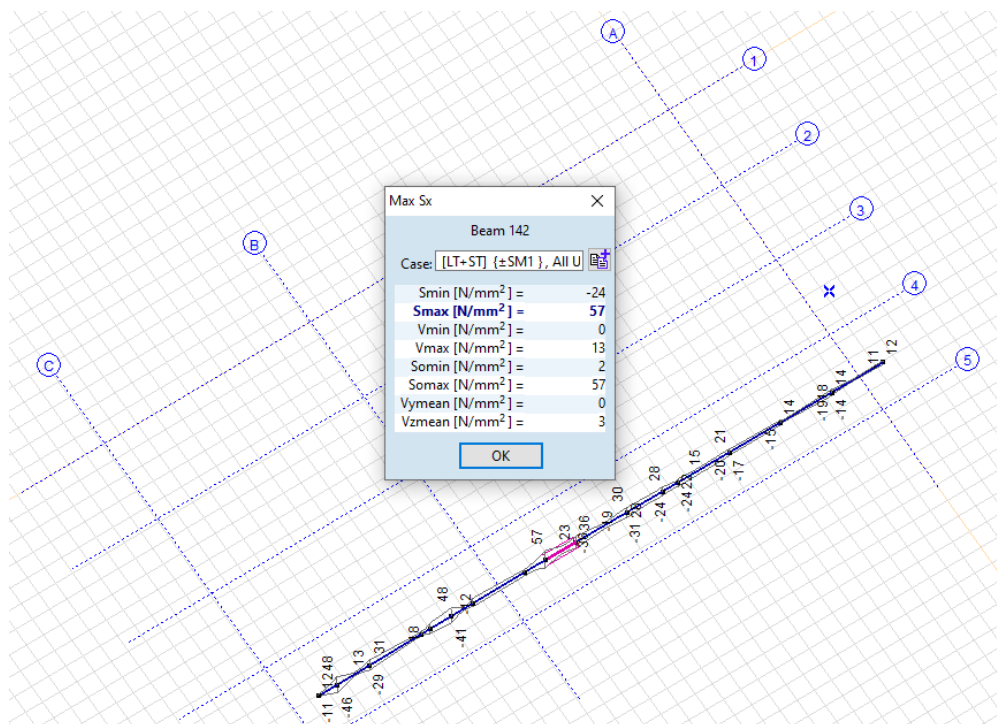
5.3.4 Primarni nosilec HE260A

os 5



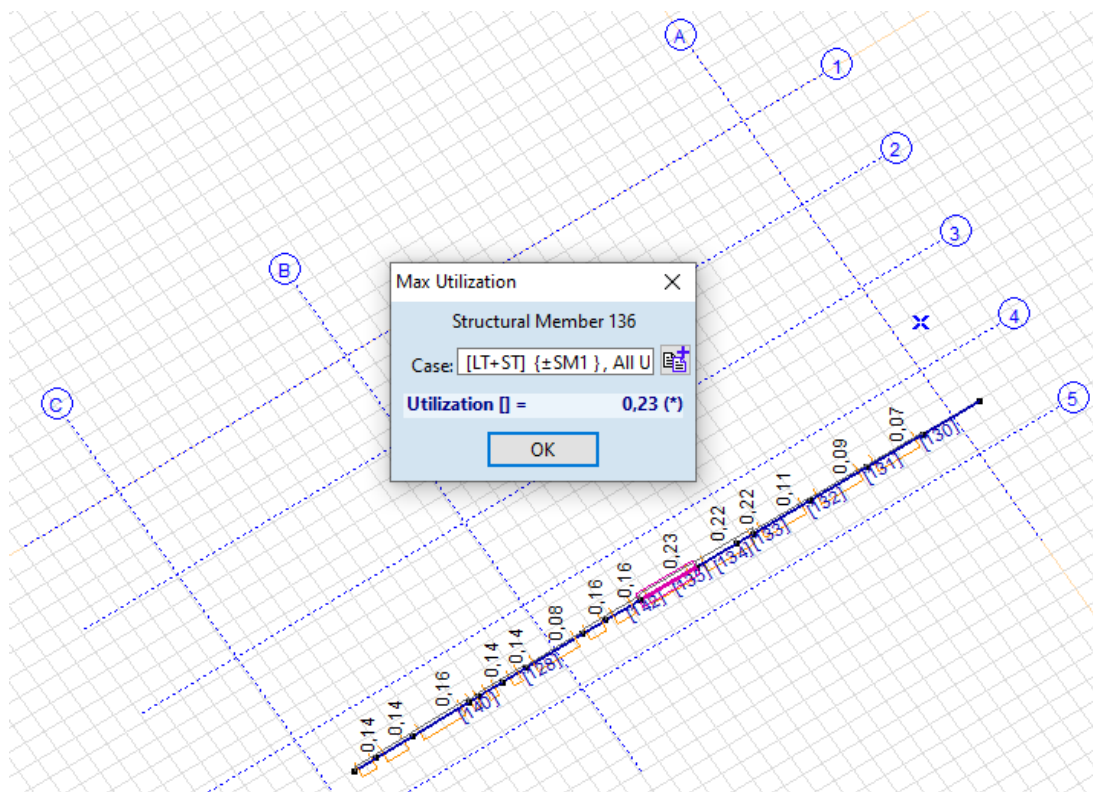
Kontrola MSN

Kontrola napetosti prerezov



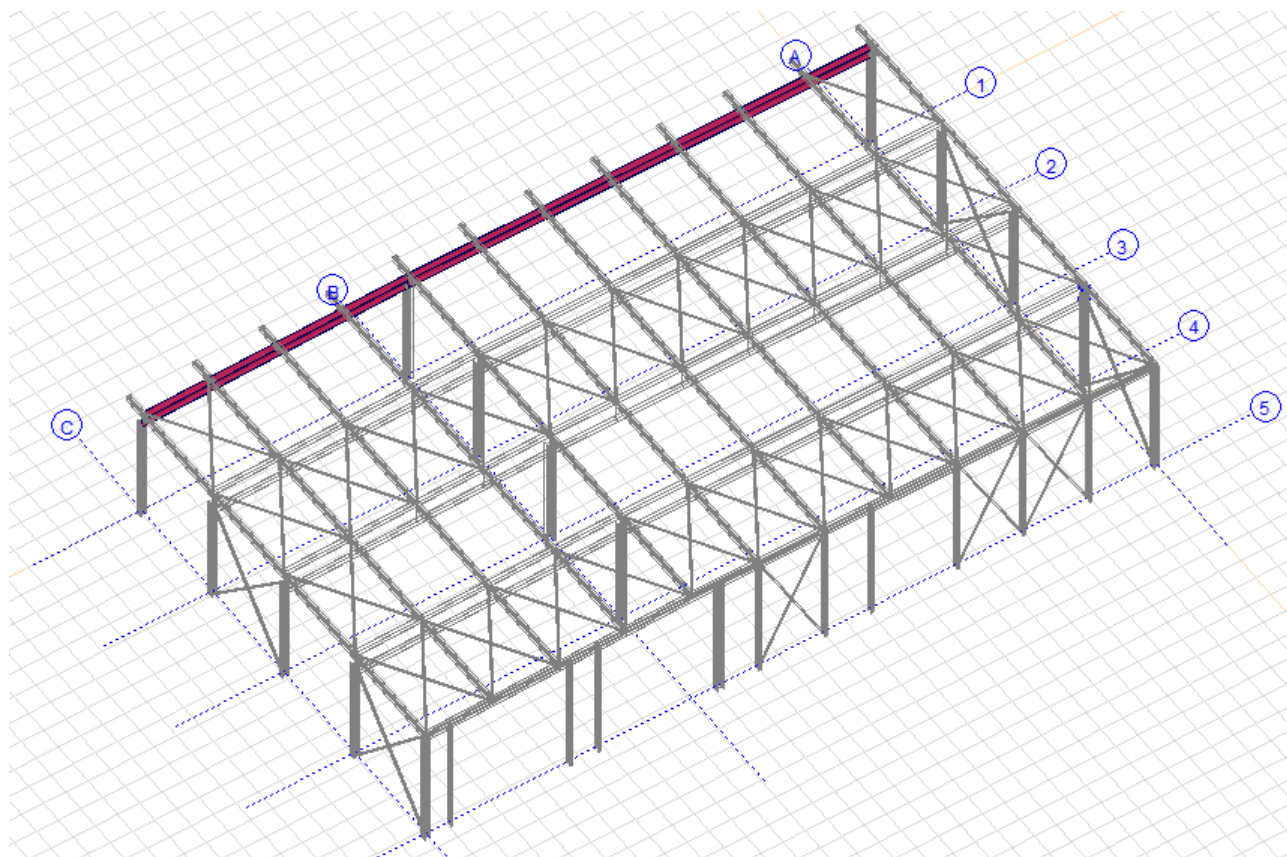
Merodajne napetosti znašajo $\sigma_{\max} = 57 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$.

Kontrola nosilnosti elementov



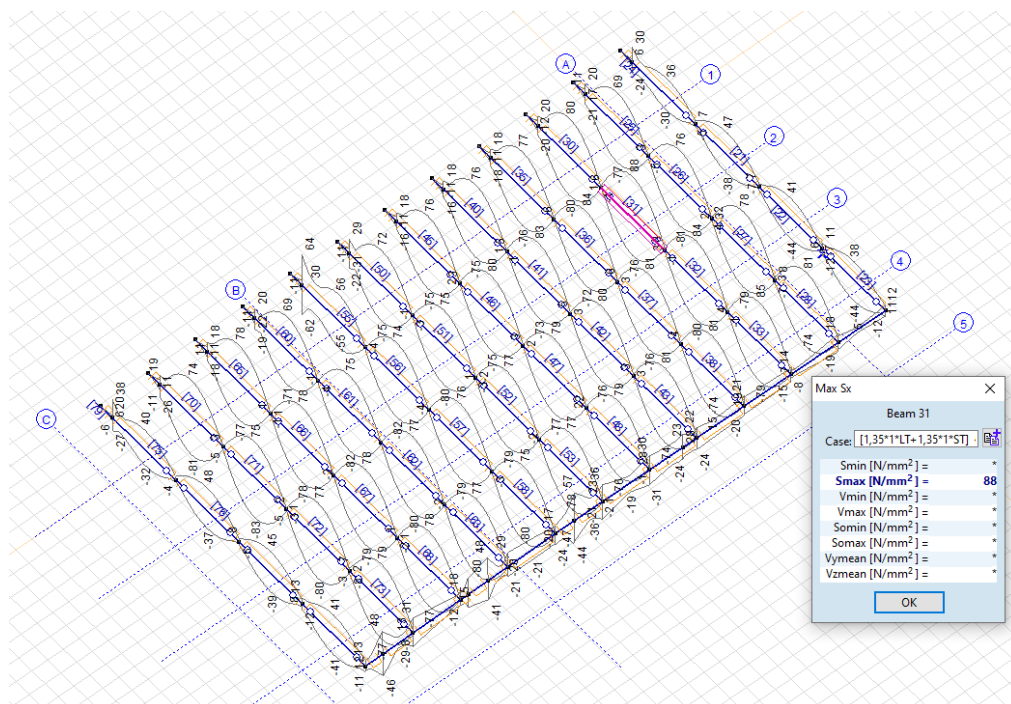
Izkoriščenost merodajnega elementa znaša 23%.

5.3.5 Strešni nosilci HE200A



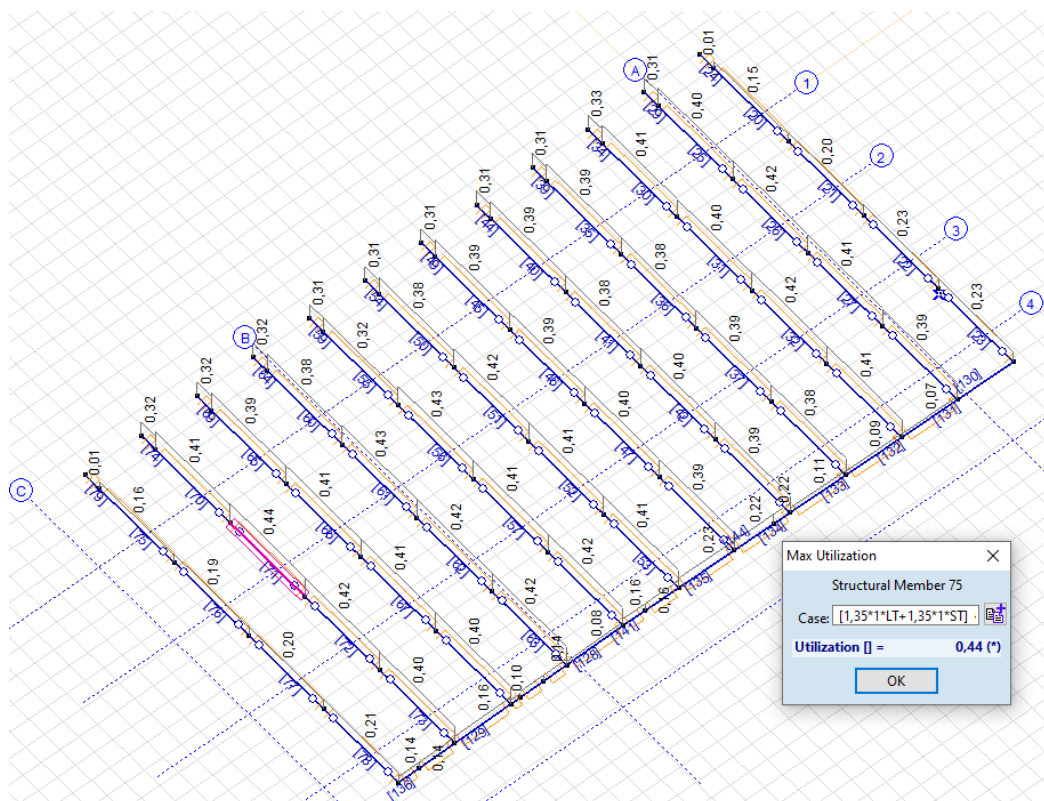
Kontrola MSN

Kontrola napetosti prerezov



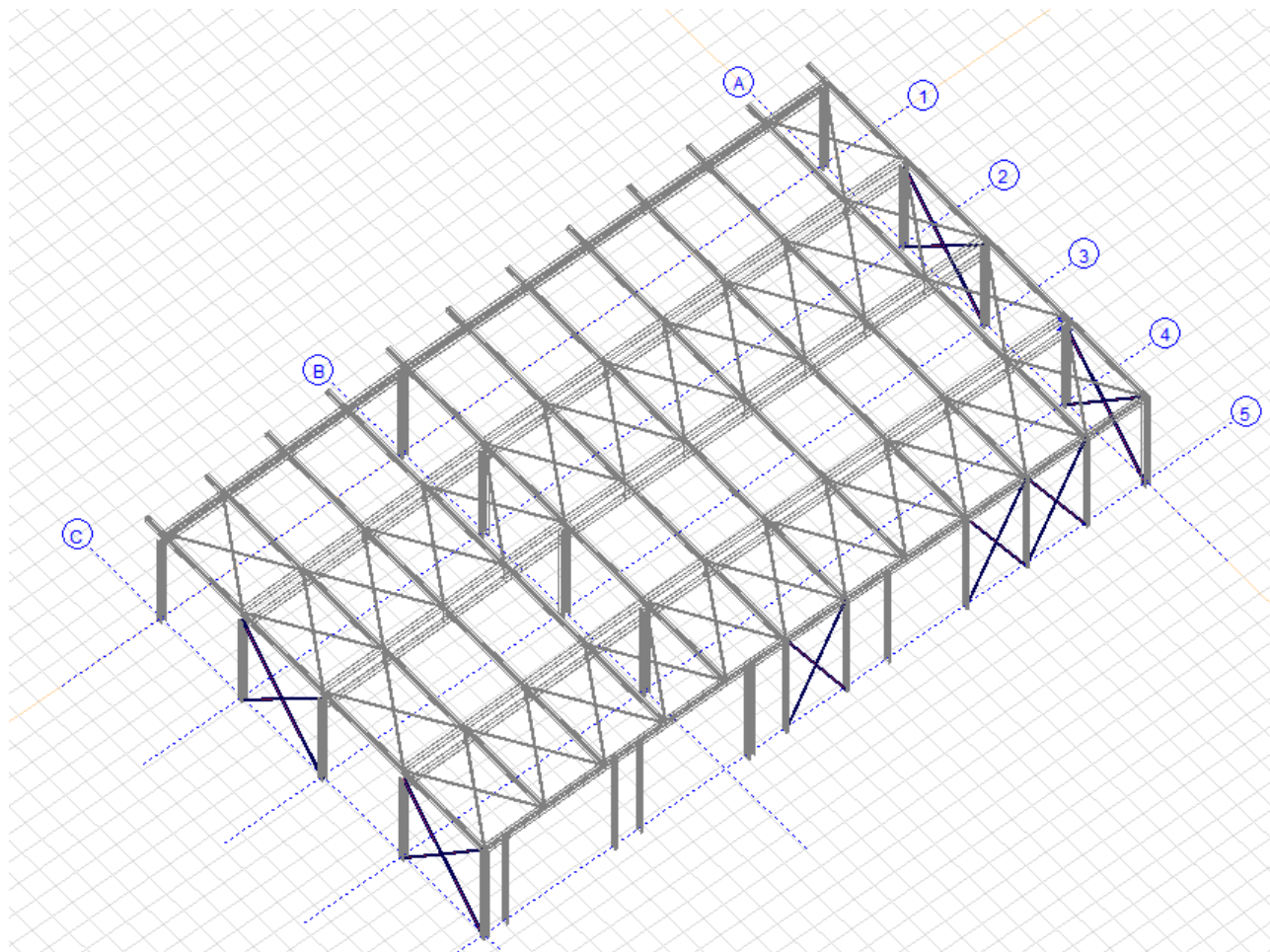
Merodajne napetosti znašajo $\sigma_{\max} = 88 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$.

Kontrola nosilnosti elementov

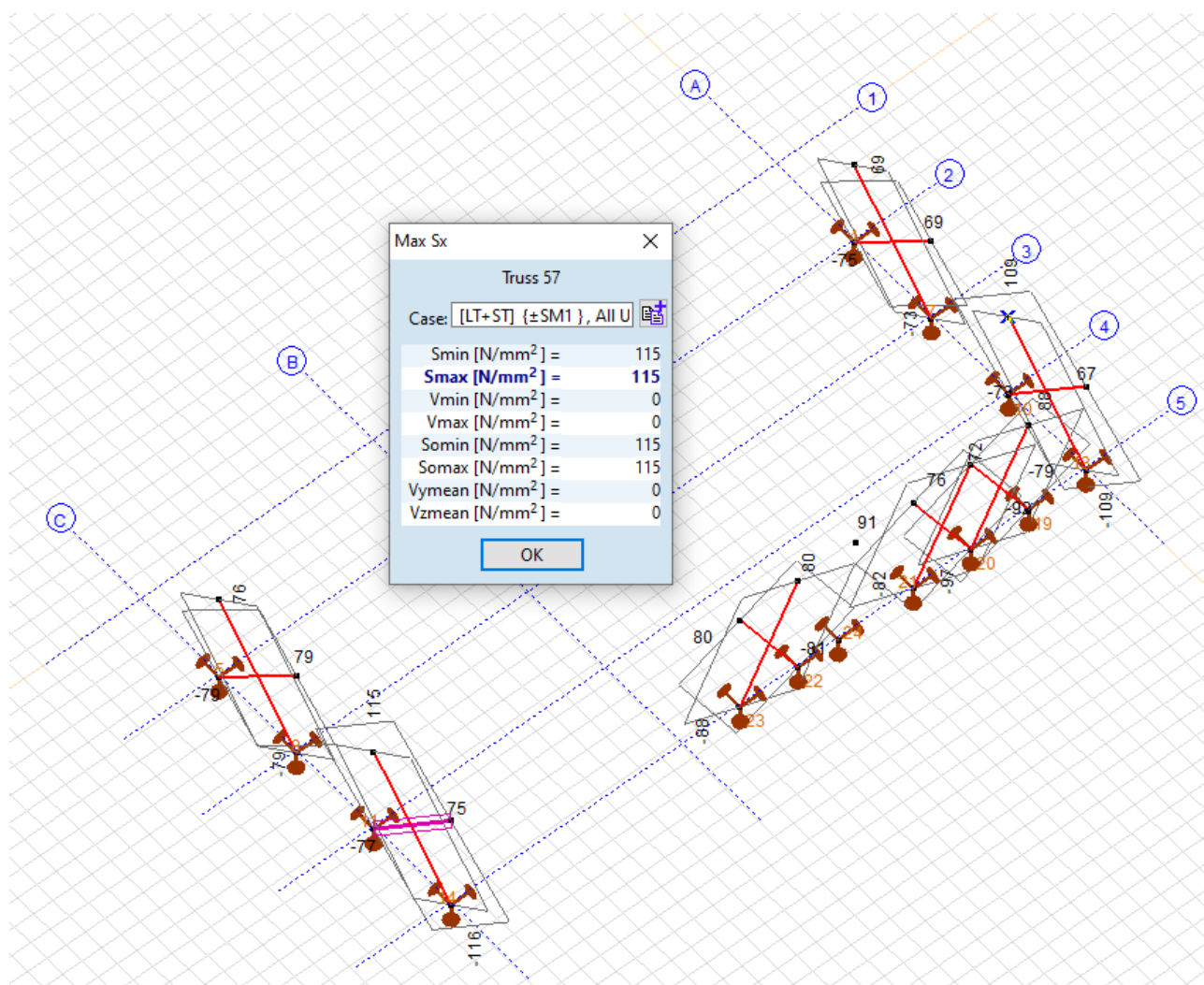


Izkoriščenost merodajnega elementa znaša 44%.

5.3.6 Vertikalna povezja L75x75x7

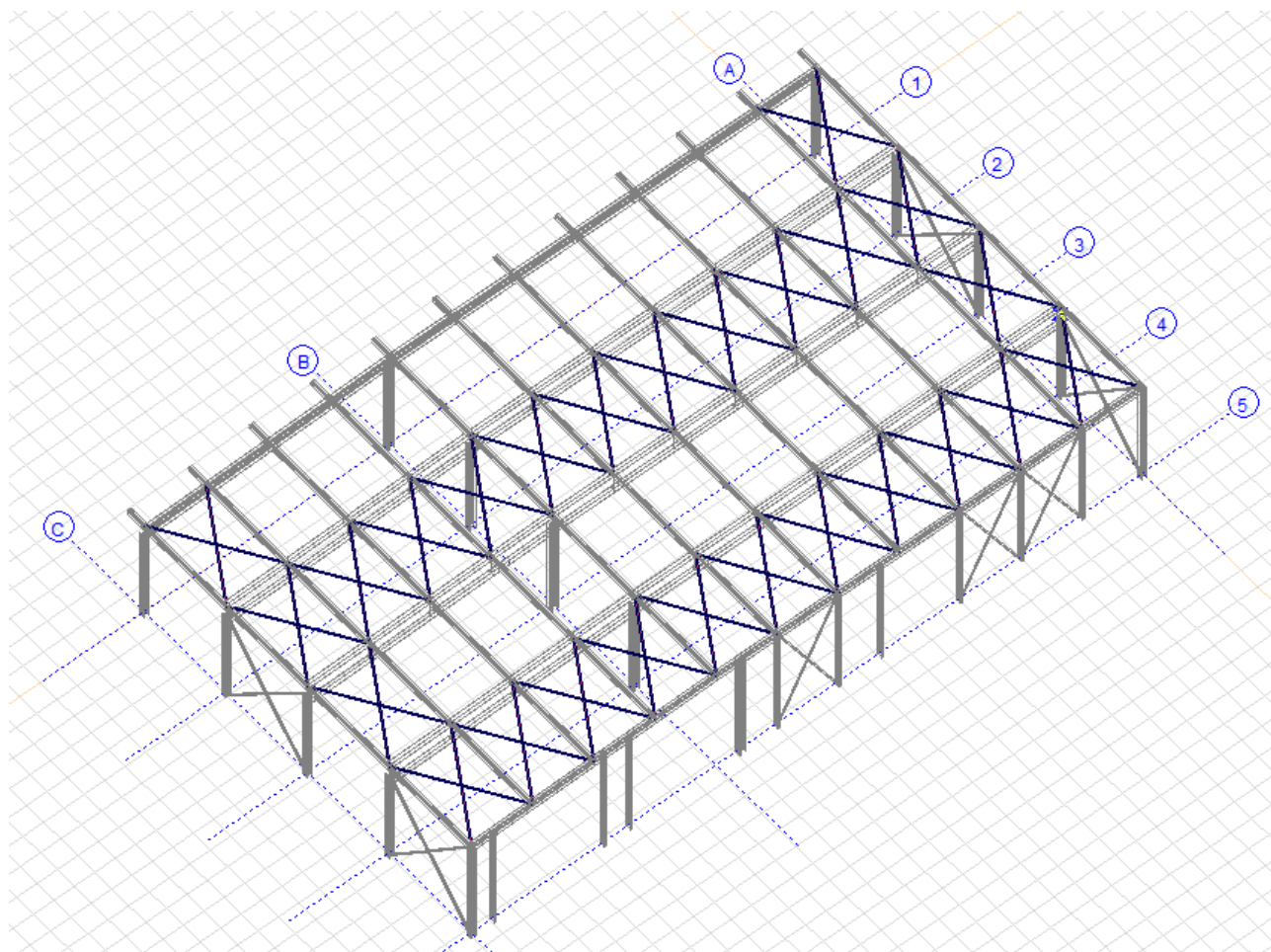


Kontrola napetosti prerezov

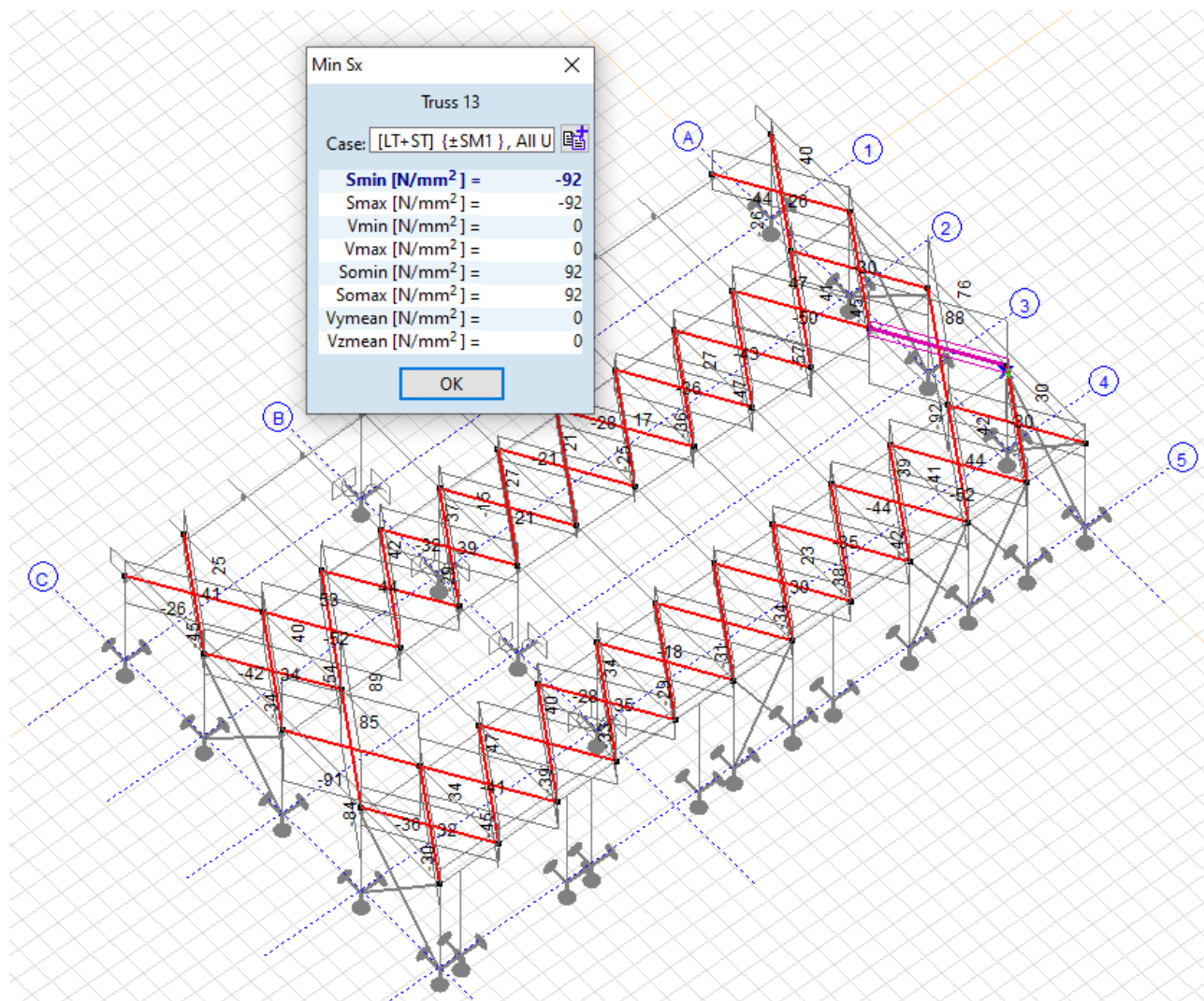


Merodajne napetosti znašajo $\sigma_{\max} = 2 \cdot 116 \text{ MPa} = 232 < f_y = 355 \text{ MPa}$.

5.3.7 Horizontalna povezja L75x75x7



Kontrola napetosti prerezov



Merodajne napetosti znašajo $\sigma_{\max} = 2 \cdot 92 \text{ MPa} = 184 < f_y = 355 \text{ MPa}$.