

## KAZALO

<b>3/1.4.1 TEHNIČNI OPIS.....</b>	<b>4</b>
<b>1 OPIS OBJEKTA.....</b>	<b>4</b>
1.1 SPLOŠNO .....	4
1.2 DILATACIJSKE ENOTE .....	5
1.3 ZASNOVA .....	6
1.3.1 NOV DEL ŠOLE.....	6
1.3.2 VRTEC.....	8
1.3.3 REKONSTRUKCIJA MANSARDE .....	11
1.4 OBTEŽBA.....	12
1.4.1 LASTNA IN STALNA OBTEŽBA .....	12
1.4.2 KORISTNA OBTEŽBA .....	12
1.4.3 OBTEŽBA S SNEGOM .....	12
1.4.4 OBTEŽBA Z VETROM.....	12
1.4.5 POTRESNA OBTEŽBA.....	12
1.5 MATERIAL.....	13
1.5.1 BETON .....	13
1.5.2 ZIDOVJE.....	13
1.5.3 LES.....	13
1.5.4 ARMATURA.....	14
1.5.5 IZKOPI, NASIPI, ZASUTJA.....	14
1.6 UPORABLJENI STANDARDI .....	14
1.7 UPORABLJENA PROGRAMSKA OPREMA .....	14
<b>3/1.4.2 STATIČNI RAČUN ŠOLE .....</b>	<b>15</b>
<b>1 OPIS MODELA .....</b>	<b>15</b>
1.1 GEOMETRIJA .....	15
1.2 MATERIAL.....	24
1.3 OBTEŽBA.....	24
1.3.1 LASTNA IN STALNA.....	24
1.3.2 KORISTNA OBTEŽBA .....	26
1.3.3 OBTEŽBA SNEGA.....	27
1.3.4 OBTEŽBA VETRA .....	27
1.3.5 KOMBINACIJSKI FAKTORJI .....	29
<b>2 ANALIZA OSTREŠJA.....</b>	<b>30</b>
2.1 NOSILEC 18/44 CM.....	30
2.2 VOGALNI NOSILEC 18/52 CM.....	35
<b>3 ANALIZA MEDETAŽNIH PLOŠČ .....</b>	<b>38</b>
3.1 ANALIZA MSN.....	38
3.1.1 DIMENZIONIRANJE PLOŠČE NAD KLETJO .....	38
3.1.2 DIMENZIONIRANJE PLOŠČE NAD PRITLIČJEM.....	41
3.1.3 DIMENZIONIRANJE PLOŠČE NAD NADSTROPJEM .....	43
3.2 ANALIZA MSU .....	45
3.2.1 OMEJITVE NAPETOSTI.....	45
3.2.2 OMEJITEV RAZPOK .....	47

3.2.3	OMEJITEV POVESOV .....	48
<b>4</b>	<b>ANALIZA OKVIRJEV .....</b>	<b>50</b>
4.1	OS 2 .....	50
4.1.1	ANALIZA NOSILCEV 30/65 (CROSS SECTION 6) .....	51
4.2	OS 3 .....	56
4.2.1	ANALIZA NOSILCEV 30/65 (CROSS SECTION 6) .....	57
4.3	OS B .....	61
4.4	OS C .....	67
<b>5</b>	<b>POTRESNA ANALIZA .....</b>	<b>73</b>
5.1	MODEL .....	73
5.2	POTRESNI VPLIV .....	80
5.2.1	PROJEKTI SPEKTER POSPEŠKOV .....	80
5.2.3	MASE .....	81
5.3	NIHAJNI ČASI, NIHAJNE OBLIKE IN EFEKTIVNE MASE .....	82
5.4	ETAŽNE PREČNE SILE .....	85
5.5	KONTROLA CELOTNE PREČNE SILE .....	85
5.6	OMEJITEV POŠKODB .....	85
5.7	DIMENZIONIRANJE STEN .....	86
5.7.1	KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE .....	86
5.7.2	STRIŽNA NOSILNOST STEN .....	87
5.7.3	UPOGIBNA NOSILNOST STEN .....	87
5.7.4	STENE V OSI 1 .....	88
5.7.5	STENE V OSI 2 .....	90
5.7.6	STENE V OSI 3 .....	92
5.7.7	STENE V OSI 4 .....	94
5.7.8	STENE V OSI A .....	102
5.7.9	STENE V OSI D .....	109
5.7.10	STENE V OSI F .....	111
5.8	TEMELJI .....	113
5.8.1	REAKCIJE .....	113
5.8.2	DIMENZIONIRANJE TEMELJEV .....	115
<b>3/1.4.3</b>	<b>STATIČNI RAČUN VRTCA – 1. DILATACIJSKA ENOTA .....</b>	<b>116</b>
<b>1</b>	<b>OPIS MODELA .....</b>	<b>116</b>
1.1	GEOMETRIJA .....	116
1.2	MATERIAL .....	116
1.3	OBTEŽBA .....	117
1.3.1	LASTNA IN STALNA .....	117
1.3.2	KORISTNA OBTEŽBA .....	119
1.3.3	OBTEŽBA SNEGA .....	120
1.3.4	OBTEŽBA VETRA .....	121
1.3.5	KOMBINACIJSKI FAKTORJI .....	123
<b>2</b>	<b>ANALIZA OSTREŠJA .....</b>	<b>124</b>
2.1	NOSILEC 18/44 CM .....	124
2.2	NOSILEC 14/32 CM .....	126
<b>3</b>	<b>PLOŠČA NAD PRITLIČJEM .....</b>	<b>128</b>
<b>4</b>	<b>POTRESNA ANALIZA .....</b>	<b>131</b>

4.1	NIHAJNI ČASI, NIHAJNE OBLIKE IN EFEKTIVNE MASE.....	131
4.2	KONTROLA CELOTNE PREČNE SILE .....	134
4.3	OMEJITEV POŠKODB .....	134
<b>5</b>	<b>DIMENZIONIRANJE .....</b>	<b>135</b>
5.1	STEBRI 30/70 CM .....	135
5.2	STEBRI 30/30 CM .....	137
5.3	NOSILCI 30/45 CM.....	139
5.4	TEMELJI.....	141
<b>3/1.4.4</b>	<b>STATIČNI RAČUN VRTCA – 2. DILATACIJSKA ENOTA.....</b>	<b>142</b>
<b>1</b>	<b>STREŠNA PLOŠČA.....</b>	<b>142</b>
<b>2</b>	<b>OSTREŠJE .....</b>	<b>146</b>
<b>3</b>	<b>POTRESNA ANALIZA .....</b>	<b>149</b>
3.1	NIHAJNI ČASI, NIHAJNE OBLIKE IN EFEKTIVNE MASE.....	149
3.2	KONTROLA CELOTNE PREČNE SILE .....	151
3.3	OMEJITEV POŠKODB .....	152
<b>4</b>	<b>DIMENZIONIRANJE .....</b>	<b>153</b>
4.1.1	STEBRI.....	153
4.1.2	NOSILCI .....	159
4.1.3	ZIDOVI.....	162
4.1.4	TEMELJI.....	163
<b>3/1.4.5</b>	<b>REKONSTRUKCIJA MANSARDE – STATIČNI RAČUN.....</b>	<b>165</b>
<b>1</b>	<b>OPIS MODELA .....</b>	<b>165</b>
1.1	GEOMETRIJA .....	165
1.2	MATERIAL.....	167
1.3	OBTEŽBA.....	167
1.4	POTRESNA ANALIZA .....	169
1.4.1	SPEKTER.....	169
1.4.2	NIHAJNI ČASI IN EFEKTIVNE MASE.....	170
1.4.3	KONTROLA CELOTNE PREČNE SILE .....	171
1.4.4	OMEJITEV POŠKODB .....	171
1.5	ANALIZA NOSILNIH ELEMENTOV .....	172
1.5.1	LEPLJEN LAMELIRAN NOSILEC 18/44 CM.....	172
1.5.2	VOGALNI NOSILEC 18/52 CM .....	174
1.5.3	JEKLENA KONSTRUKCIJA.....	176

### 3/1.4.1 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.

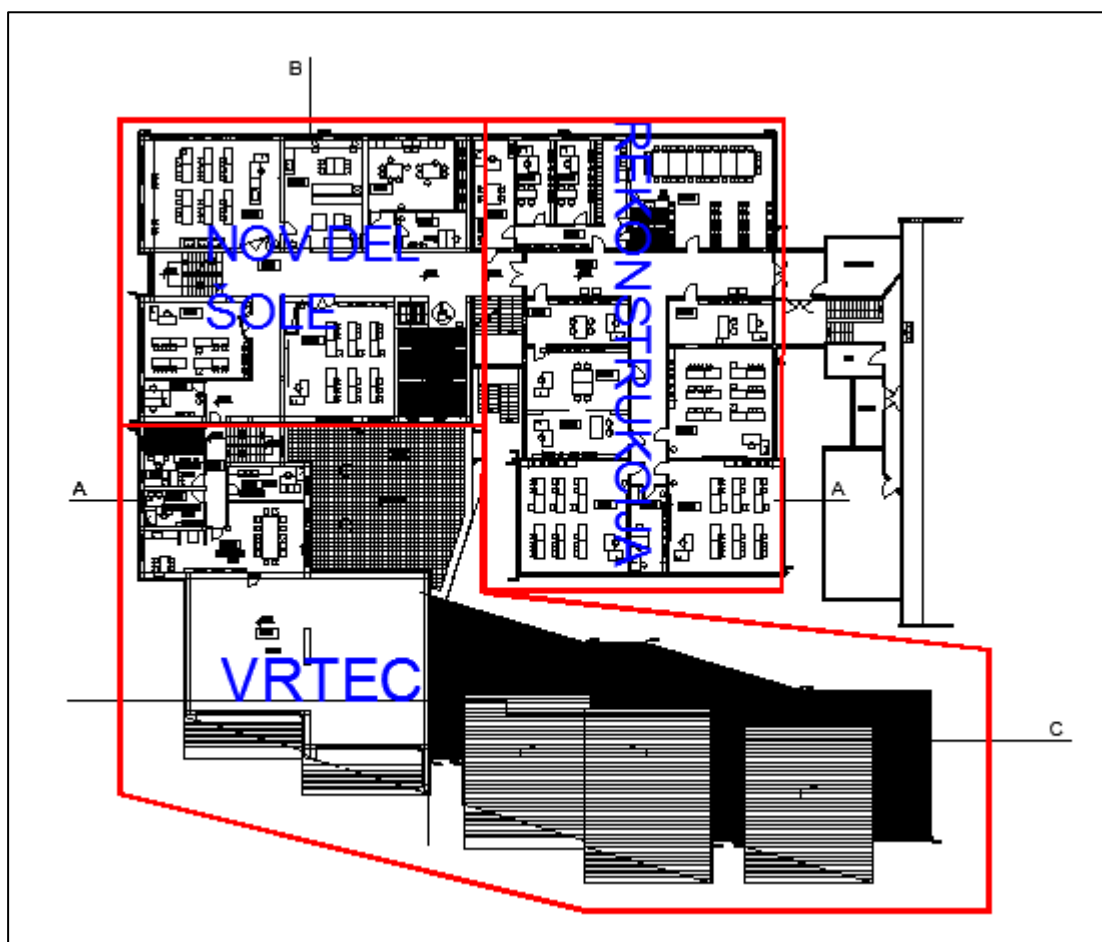
## 1 OPIS OBJEKTA

### 1.1 SPLOŠNO

Tehnično poročilo se nanaša na naročilo Občine Brežice, Cesta prvih borcev 18, 8250 Brežice, ki namerava izvesti projekt odstranitve, rekonstrukcije in novogradnje objekta OŠ Artiče.

V sklopu projekta so predvideni naslednji posegi:

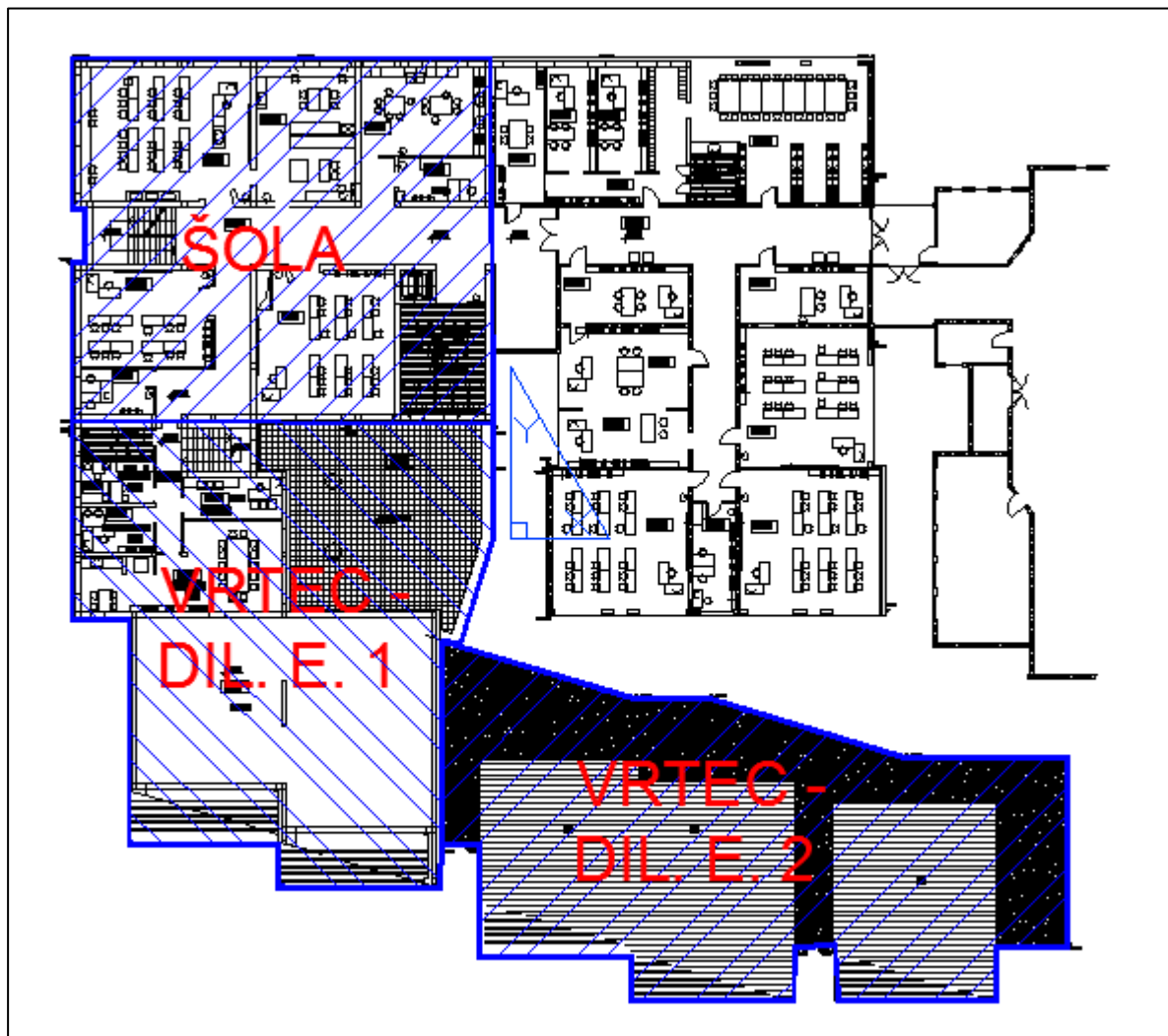
- Gradnja novega vrtca
- Rušitev dela šole in nadomestitev z novo gradnjo
- Rekonstrukcija mansarde starega dela šole





## 1.2 DILATACIJSKE ENOTE

Nameravana gradnja je zaradi faznosti gradnje in nepravilnosti po višini ter tlorisu razdeljena v tri neodvisne dilatacijske enote, ki so shematsko prikazane na spodnji sliki.



Slika 1: Dilatacijske enote

### 1.3 ZASNOVA

### 1.3.1 NOV DEL ŠOLE

Predvideni novi del šole je tlorisnih dimenzij 23,3 x 20,15 m. Stavbo po višini sestavlja klet z etažno višino 3,41 m, pritličje in nadstropje z etažnima višinama 3,36 m ter mansarda z višino slemena na koti 12,8 m.

Strešna konstrukcija je dvokapnica z naklonom 15°. Primarno nosilno konstrukcijo ostrešja predstavljajo lepljeni lamelirani nosilci dimenzij 18/44 cm, ki so na razmaku 2,25 m in vogalna nosilca dimenzij 18/52 cm. Primarna strešna konstrukcija je iz lesa kvalitete GL 28c, sekundarna (letve, lege) pa iz lesa kvalitete C24.

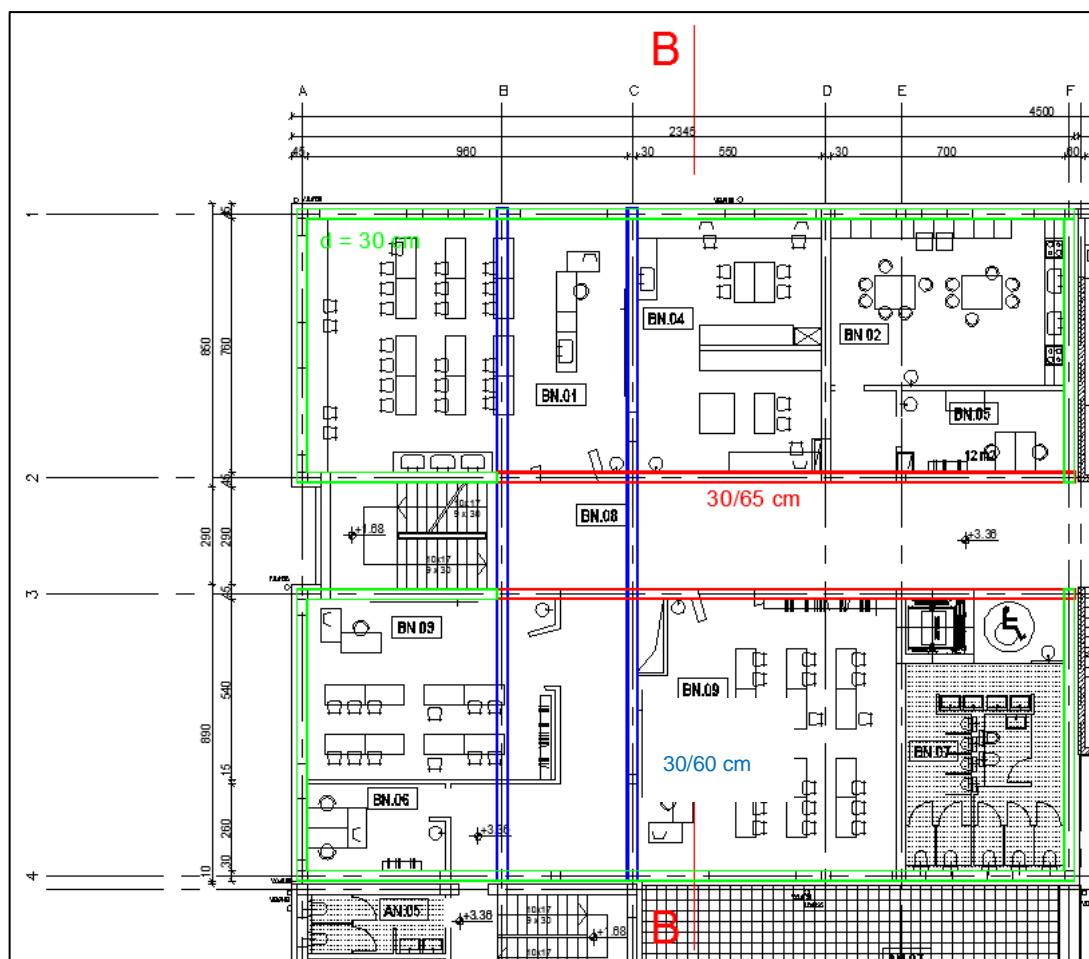
Primarna nosilna konstrukcija stavbe je armiranobetonska, in sicer iz kvalitete betona C30/37 ter kvalitete armature B500.

Debelina vseh sten znaša 30 cm.

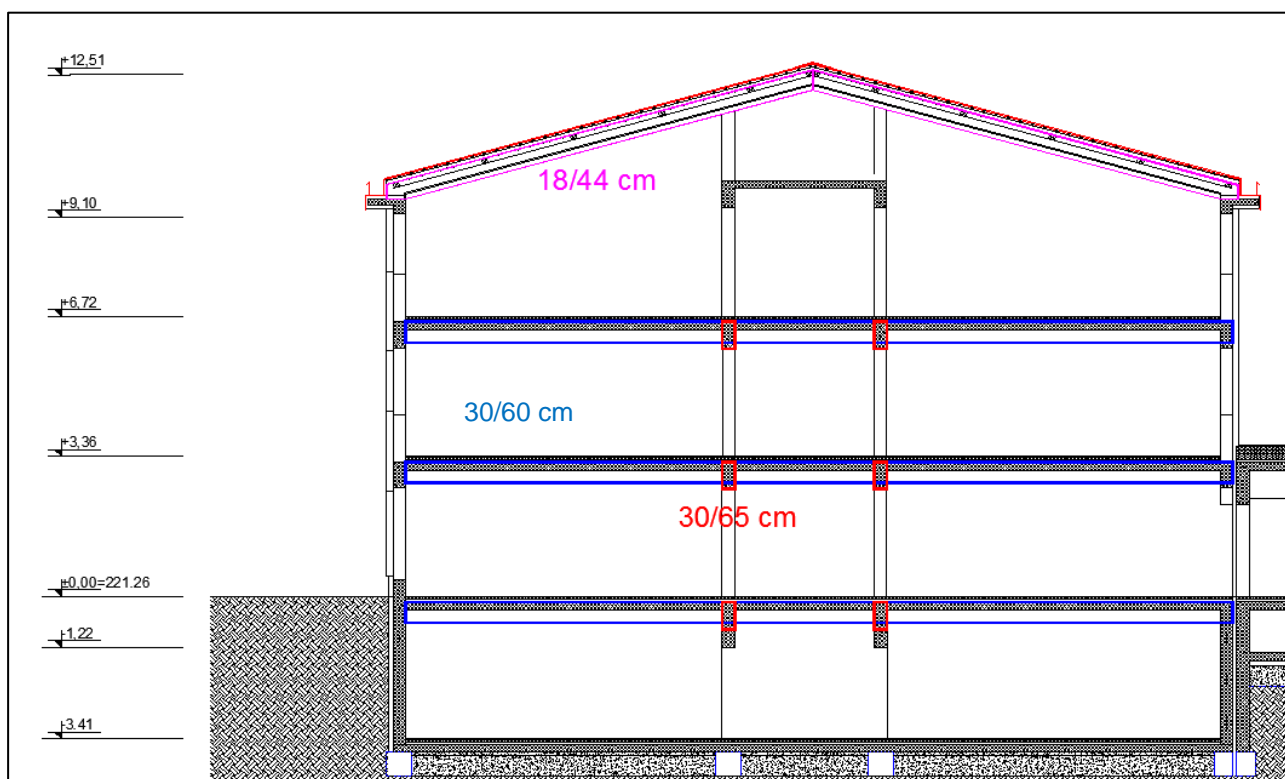
Obtežba se v vseh etažah na vertikalno nosilno konstrukcijo prenaša preko plošč debeline 20 cm. Debelina kletne plošče znaša 15 cm.

Stropne plošče so v oseh B in C podprte z nosilci dimenzij 40/60 cm, v oseh 2 in 3 pa preko nosilcev dimenzij 30/65 cm.

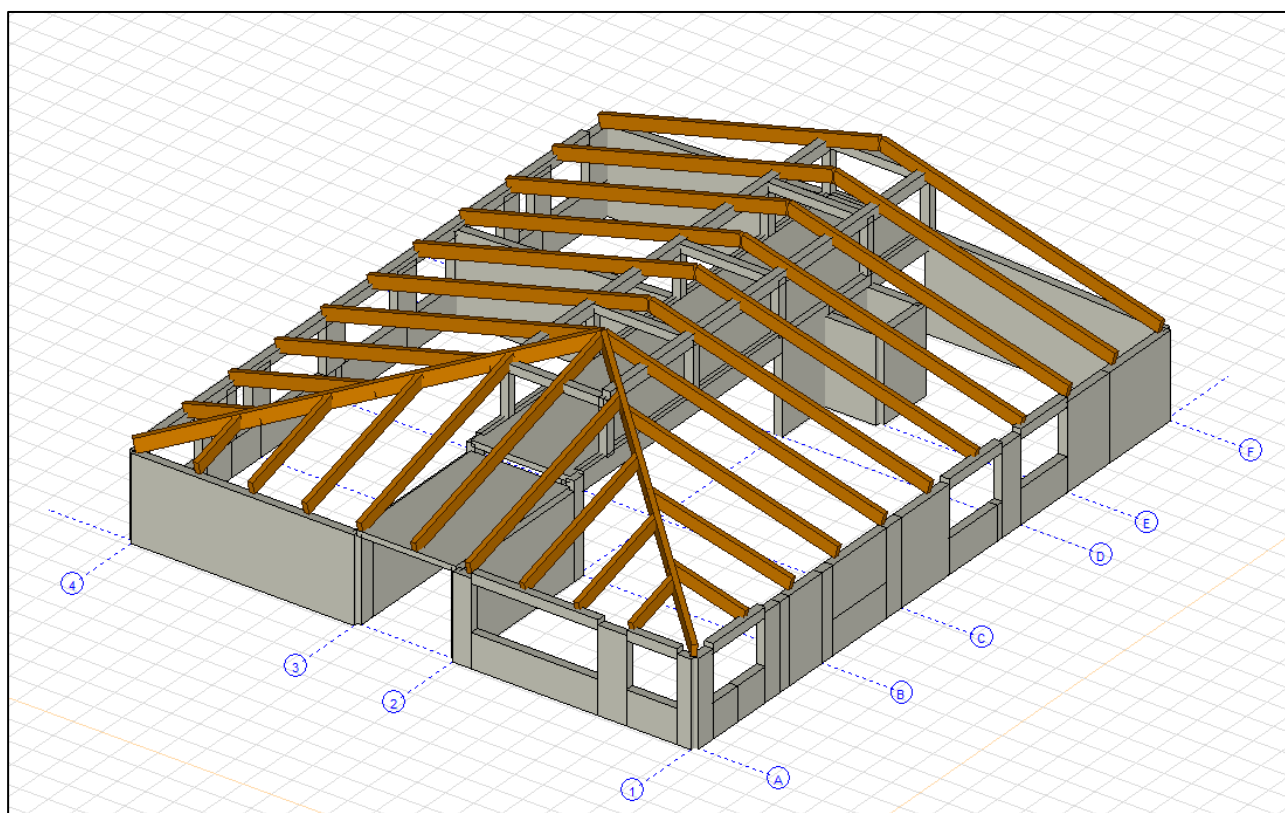
Objekt je temeljen pasovnimi temelji dimenzij 120/60 cm iz betona kvalitete C25/30.



*Slika 2: Tloris nadstropja*



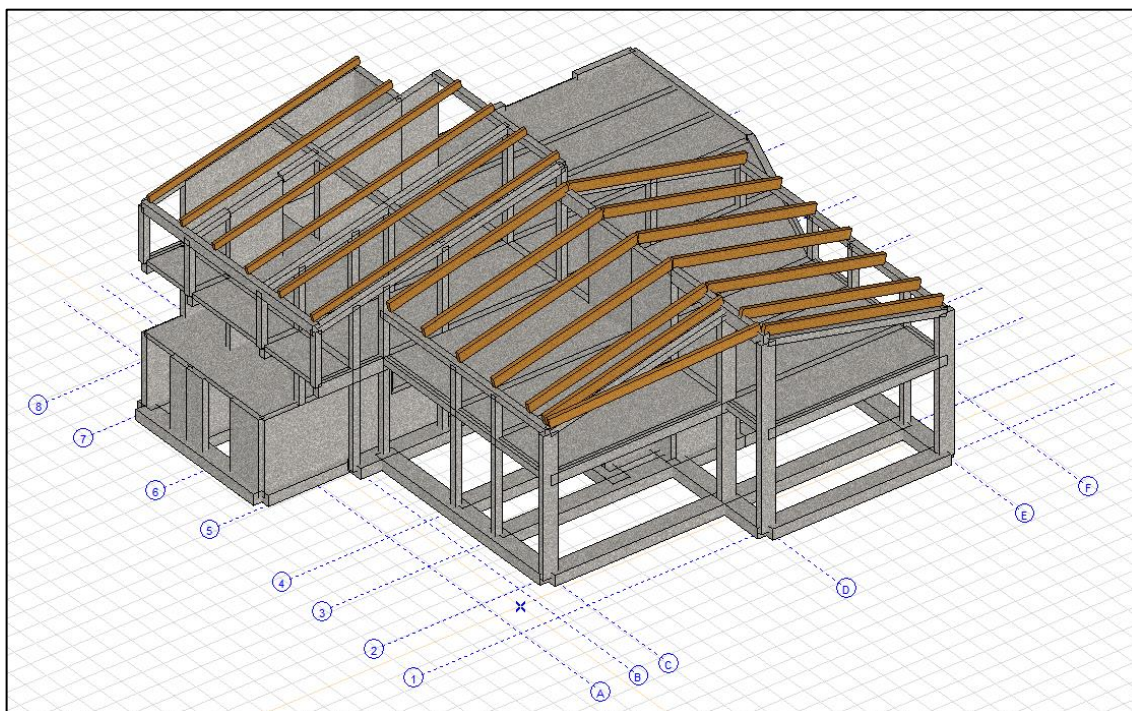
Slika 3: Prerez B -B



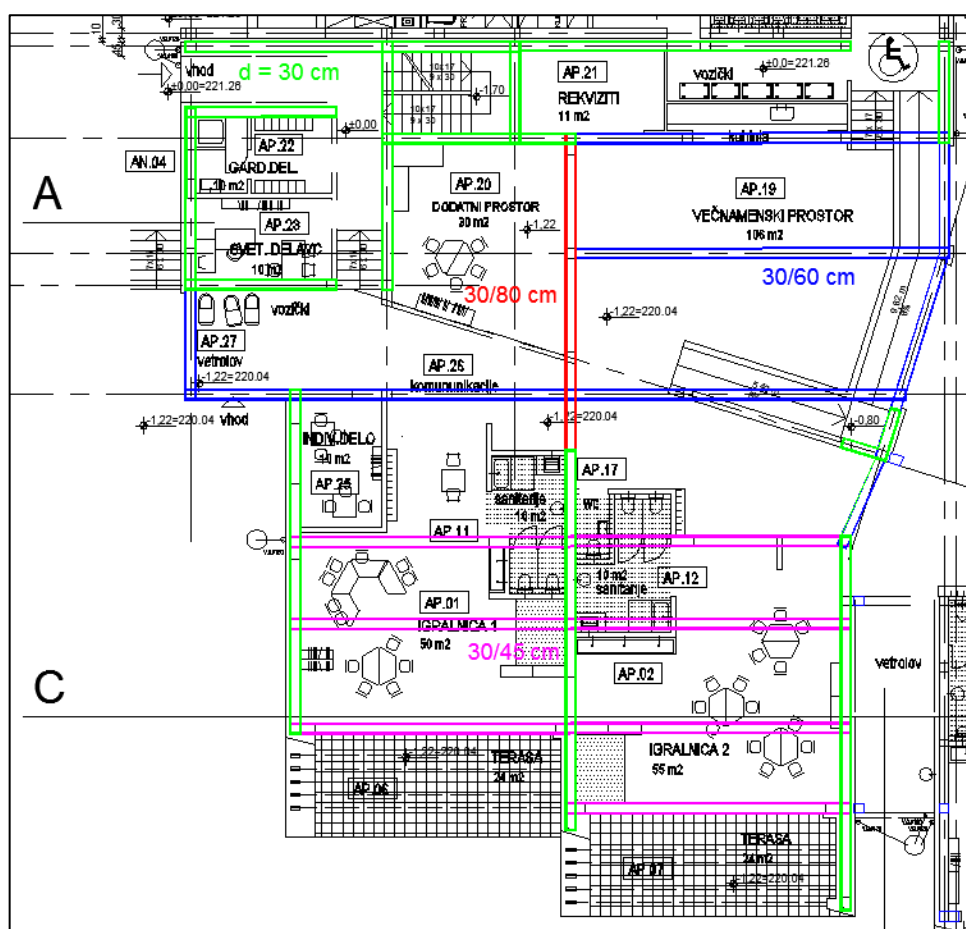
Slika 4: Ostrešje



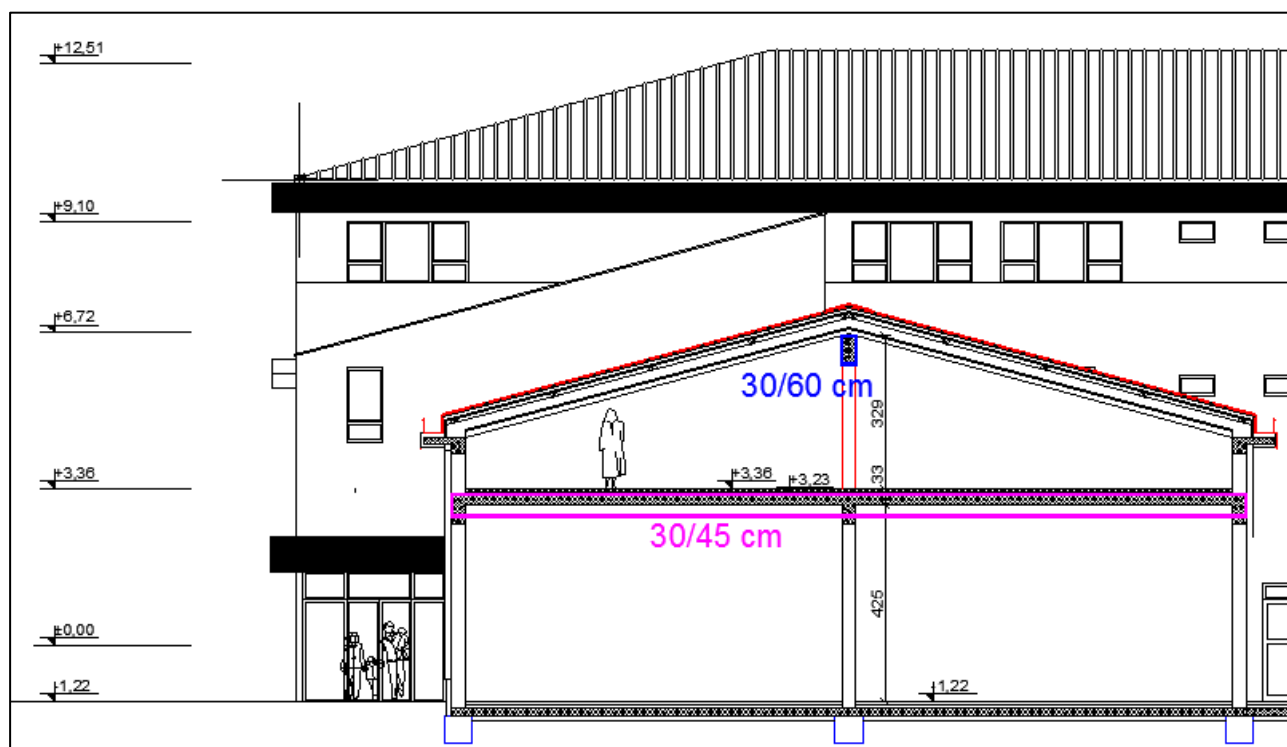




Slika 6: VRTEC - 1. DIL. ENOTA



Slika 7: Tloris pritličja



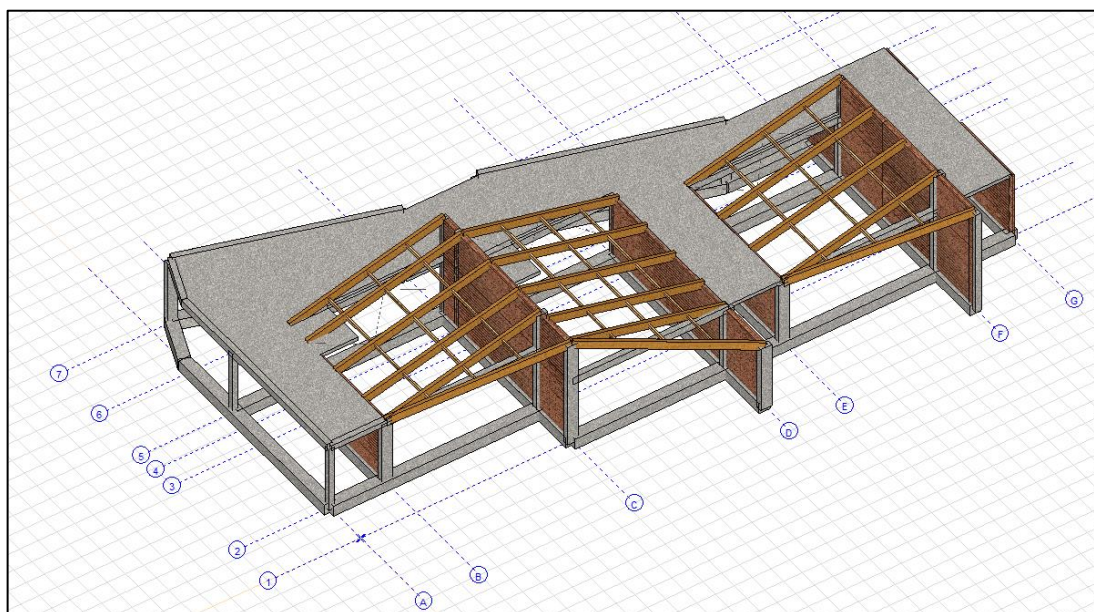
Slika 8: Prerez C-C

Druga dilatacijska enota vrta je pritličen objekt, ki obtežbo prenaša delno prek AB okvirjev, delno pa z zidovi v sistemu povezanega zidovja. Zidovi so iz opečnih votlakov kvalitete M10 s tovarniško pripravljeno oz. projektirano malto M10. Vsi zidovi so debeline 30 cm.

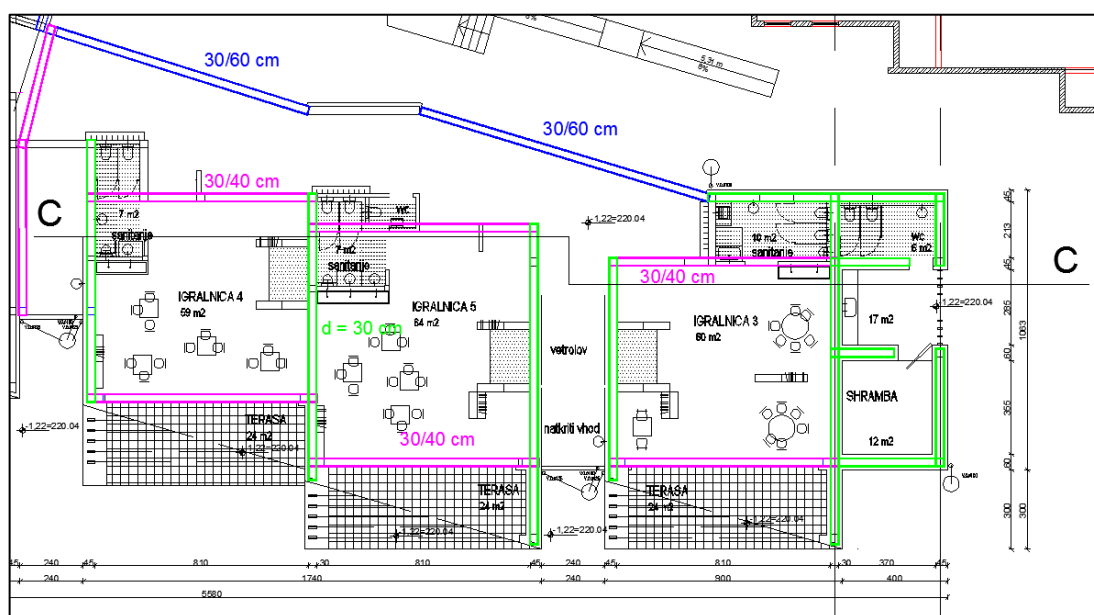
Strešno konstrukcijo nad hodniki predstavlja ravna betonska streha debeline 20 cm, nad bivalnimi prostori pa leseno ostrešje z naklonom 15°, katerega primarni nosilci so kvalitete GL28c ter dimenzij 18/44 cm. Razmak med nosilci znaša cca. 2,25 m. Sekundarna lesena konstrukcija (lege, letve) je iz lesa kvalitete C24.

Vsa AB nosilna konstrukcija je iz betona kvalitete C30/37, razen temeljev, ki so iz betona kvalitete C25/30.

Objekt je temeljen s temeljnimi nosilci dimenzij 80/60 cm.



Slika 9: VRTEC - 2. DIL. ENOTA



Slika 10: Tloris pritličja

### 1.3.3 REKONSTRUKCIJA MANSARDE

V prvi fazi rekonstrukcije se do kote AB plošče mansarde poruši vsa obstoječa strešna konstrukcija.

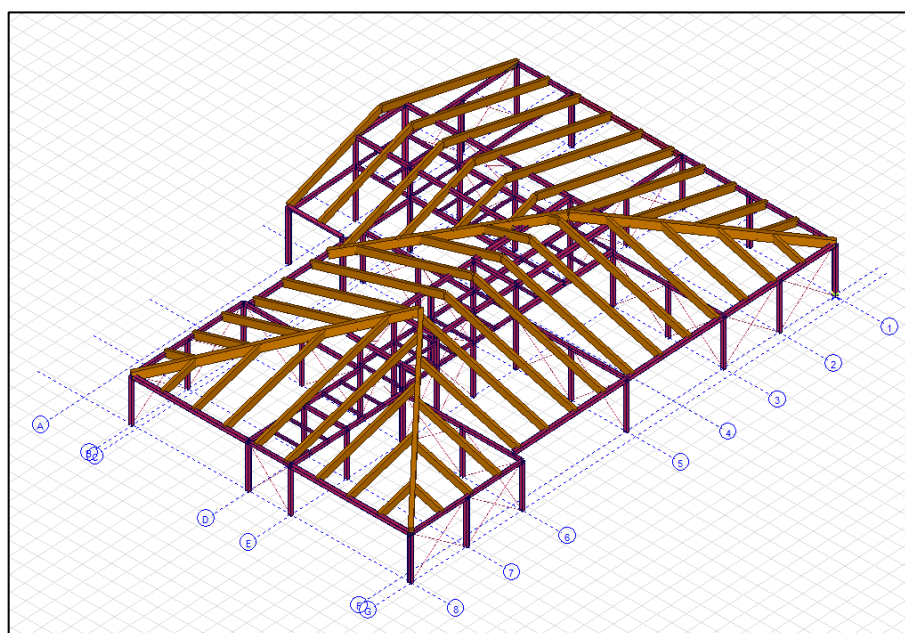
Mansardo se nato izvede z jeklenim 3D okvirjem, na katerega se postavi lesena strešna konstrukcija.

Stebri jeklenega okvirja so iz profilov HE 160 A, primarni jekleni nosilci pa iz različnih profilov, in sicer HE 160 A, HE 200 A in HE 240 A. Horizontalna obtežba se v vzdolžni in prečni smeri prenaša prek povezij iz jeklenih palic s premerom 16 mm.

Stebri jeklenega okvirja so v AB ploščo pritrjeni s kemičnimi sidri.

Celoten okvir je iz jekla kvalitete S355 in vijakov kvalitete 8.8.

Primarno nosilno konstrukcijo ostrešja predstavljajo lepljeni lamelirani nosilci dimenzij 18/44 cm in 18/52 cm, kvalitete GL28c, sekundarno pa leseni elementi (letve, lege) kvalitete C24.



Slika 11: Mansarda



## 1.4 OBTEŽBA

### 1.4.1 LASTNA IN STALNA OBTEŽBA

Lastna in stalna obtežba je upoštevana na podlagi sestave konstrukcijskih sklopov iz načrtov arhitekture in upoštevanjem specifične teže za materiale.

### 1.4.2 KORISTNA OBTEŽBA

Po SIST EN 1991 naslednje vrednosti koristne obtežbe

- kategorija C1 (površine z mizami, šole)  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
- kategorija H (strehe, dostopne le za normalno vzdrževanje in popravila)  $q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$

Koristni obtežbi tal je prišteta še dodatna obtežba premičnih predelnih sten z lastno težo  $< 2,0 \text{ kN/m}$  v vrednosti  $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$ .

### 1.4.3 OBTEŽBA S SNEGOM

Obtežba snega je določena po zahtevah standarda SIST EN 1991-1-3 za lokacijo Artič, ki se nahaja v coni A2, na nadmorski višini 206 m.

Karakteristična obtežba snega na tleh  $s_k = 1,4 \text{ kN/m}^2$

### 1.4.4 OBTEŽBA Z VETROM

Obtežba vetra je določena po zahtevah standarda SIS EN 1991-1-4 za lokacijo Artič, ki se nahaja v coni 1, v kateri za kraje za z nadmorsko višino pod 800 m upošteva temeljna vrednost hitrosti vetra  $v_{b,0} = 20 \text{ m/s}$ .

### 1.4.5 POTRESNA OBTEŽBA

Območje Artič po Karti potresne nevarnosti Slovenije spada v območje s projektnim pospeškom tal  $a_g = 0,2 \text{ g}$ , kar ga umešča v območje visoke potresne obtežbe.

Objekt spada v kategorijo pomembnosti III, ki mu pripada faktor pomembnosti objekta  $\gamma_I = 1,2$ .

Pri določitvi oblike spektra pospeškov je upoštevan tip tal B.



## 1.5 MATERIAL

### 1.5.1 BETON

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:

- temelji C25/30 XC2 PV-1
- nosilna konstrukcija (nosilci, stene, stebri, plošče) C30/37 XC1
- podbetoniranja in podložni beton C10

### 1.5.2 ZIDOVJE

Zidovi se sezidajo iz opečnih votlakov M10, s tovarniško pripravljeno oz. projektirano malto za splošno uporabo trdnostnega razreda M10.

Pri izbiri delnih faktorjev za materiale je po točki 2.4.3. EC upoštevan razred nadzora 3, tovarniško projektirana malta in zidaki kategorije I. V osnovnem projektnem stanju je upoštevana vrednost  $\gamma_M=2,0$ , v potresnem projektnem stanju pa  $\gamma_{M,E}=1,5$ .

### 1.5.3 LES

Primarna lesena nosilno konstrukcijo predstavljajo lepljeni lamelirani nosilci kvalitete GL28c, lege, špirovci, letve in preostala podkonstrukcija pa je iz lesa kvalitete C24.

#### 1.5.4 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

#### 1.5.5 IZKOPI, NASIPI, ZASUTJA

Tamponi pod temeljem in ostala nasutja se izvajajo iz atestiranega tamponskega materiala s katerim je možno doseči predpisane vrednosti zbitosti in utrjenosti. Nasutje in kompaktiranje materiala se izvaja na način in do doseganja zahtevanih vrednosti, kot jih določi geomehanik.

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

Med izvedbo gradbenih del mora biti zagotovljen geomehanski nadzor. Vse izkope mora pregledati geomehanik in potrditi ujemanje dejanskih parametrov zemljine s parametri, ki jih upošteva statični račun.

#### 1.6 UPORABLJENI STANDARDI

Upošteva 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)«.

#### 1.7 UPORABLJENA PROGRAMSKA OPREMA

Risbe in priprava računskega modela: AutoCAD

Urejevalnik besedila: MS Office Word

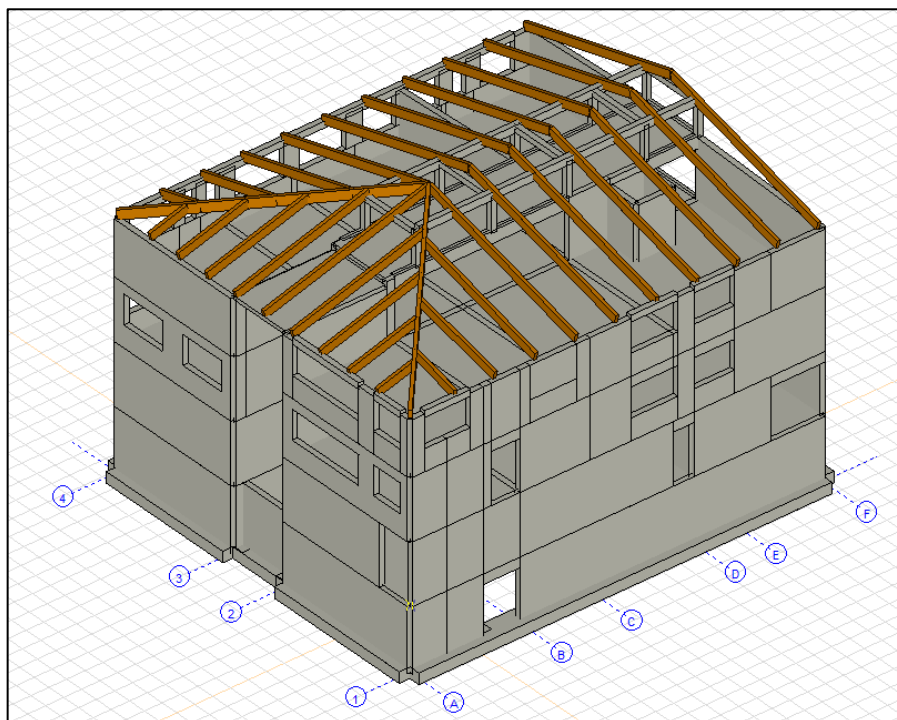
Nekateri izračuni: MS Office Excel

Statična in dinamična analiza: AxisVM12

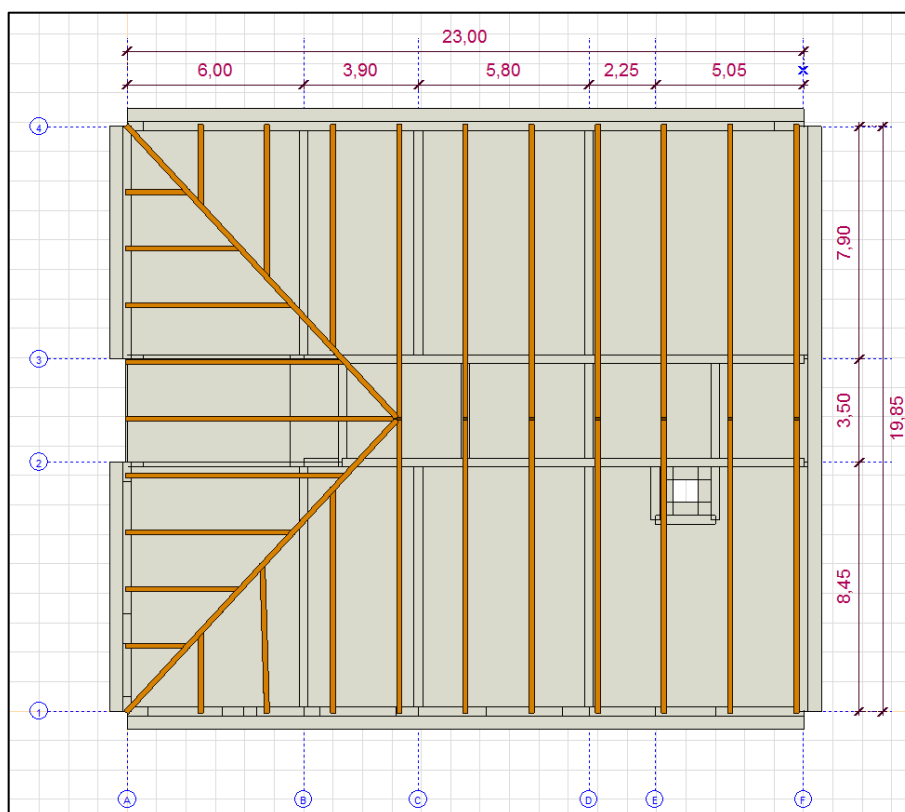
## 3/1.4.2 STATIČNI RAČUN ŠOLE

### 1 OPIS MODELA

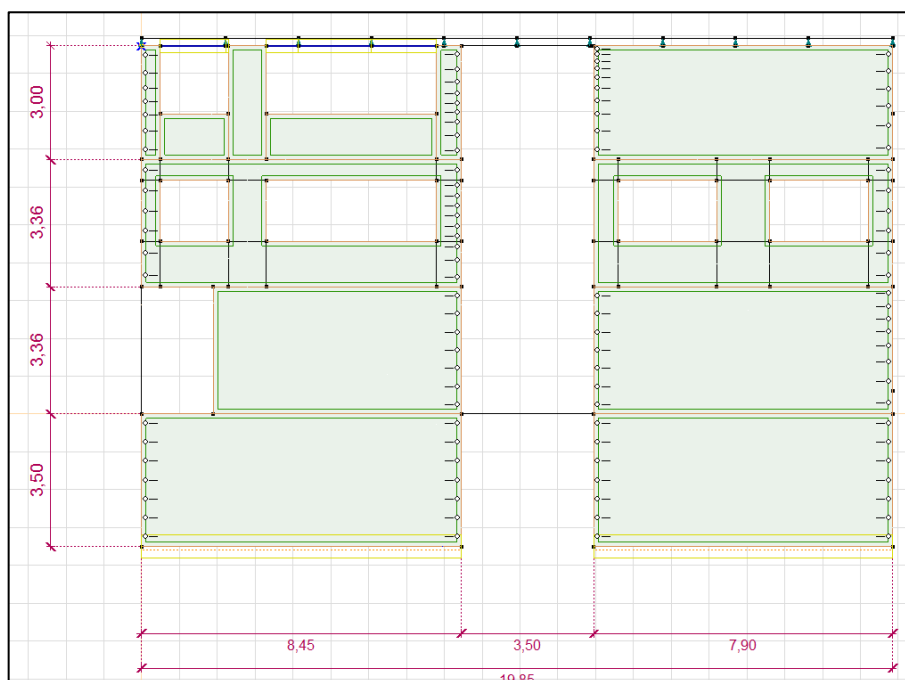
#### 1.1 GEOMETRIJA



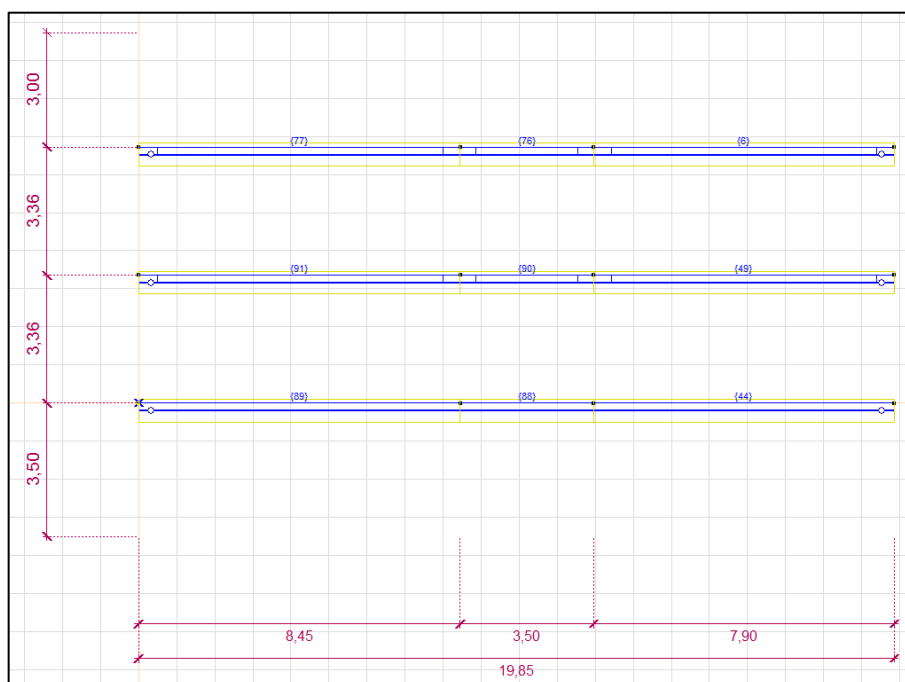
Slika 12: 3D model šole



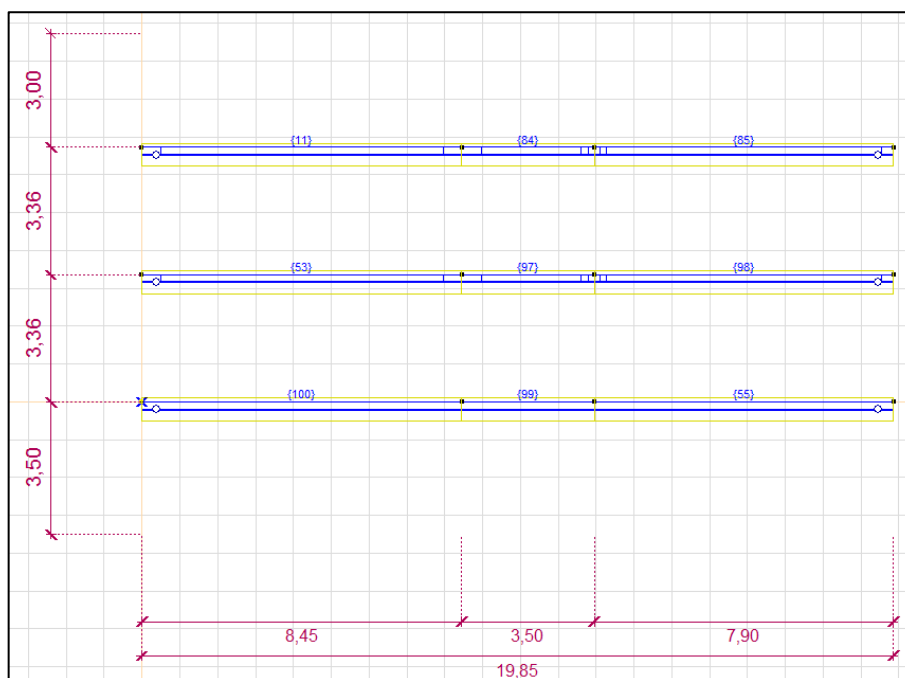
Slika 13: Tloris



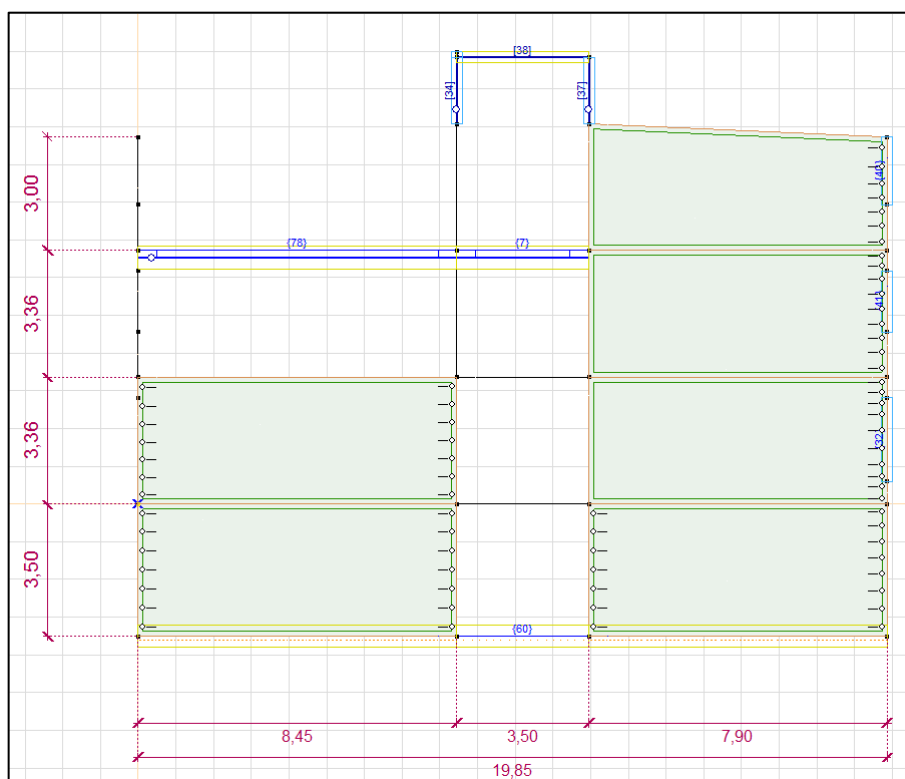
Slika 14: OS A



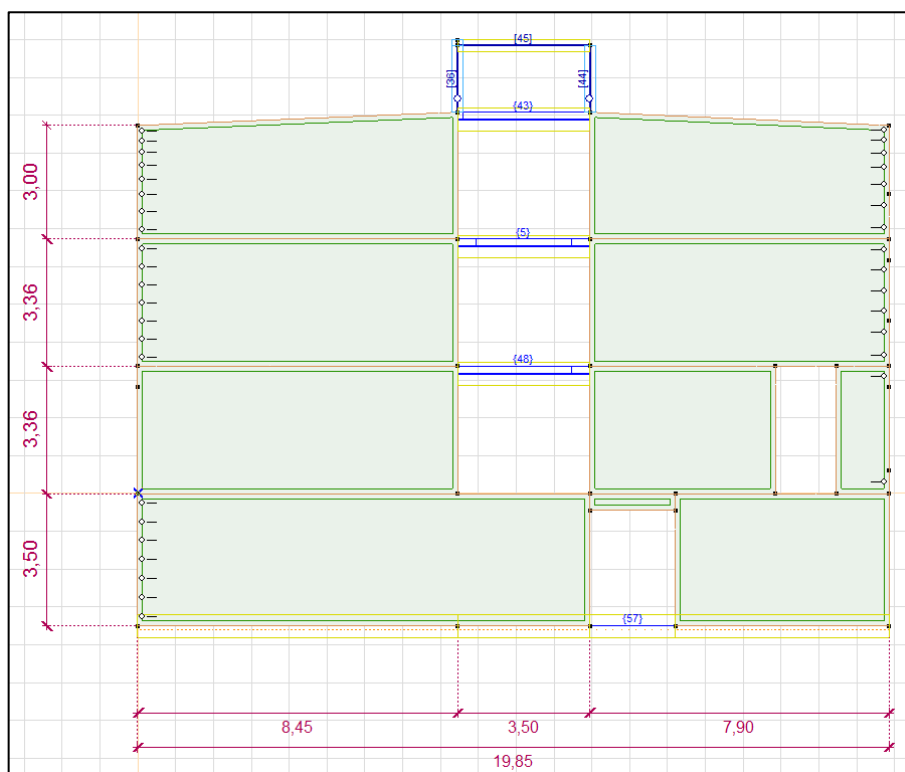
Slika 15: OS B (OKVIR)



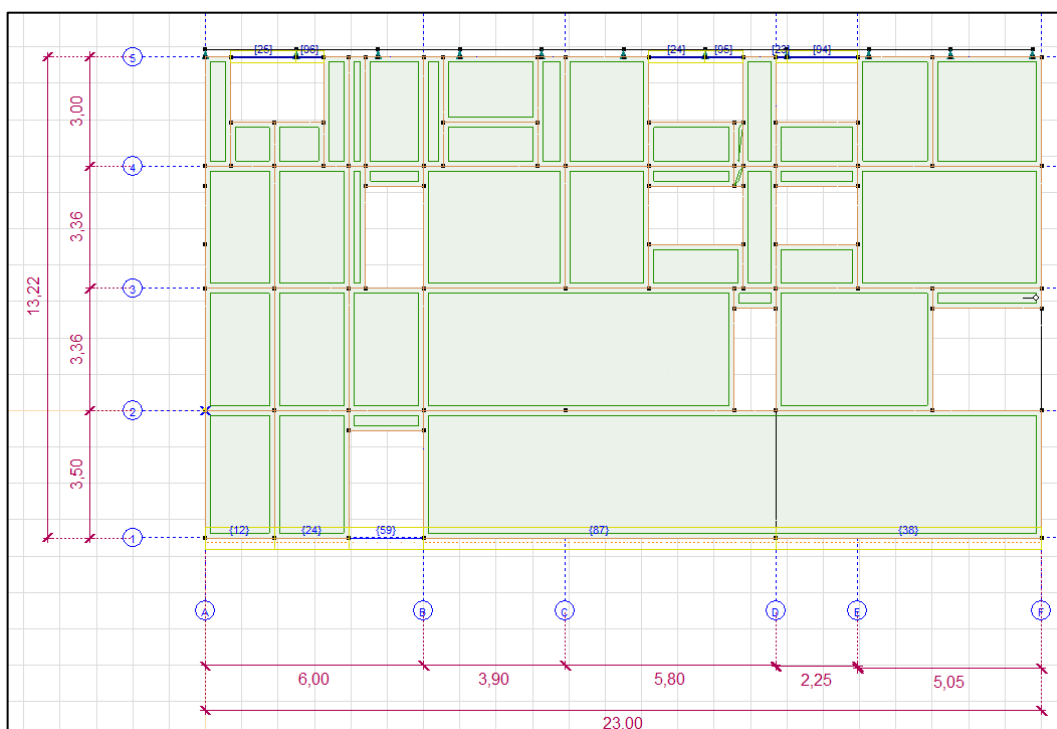
Slika 16: OS C (OKVIR)



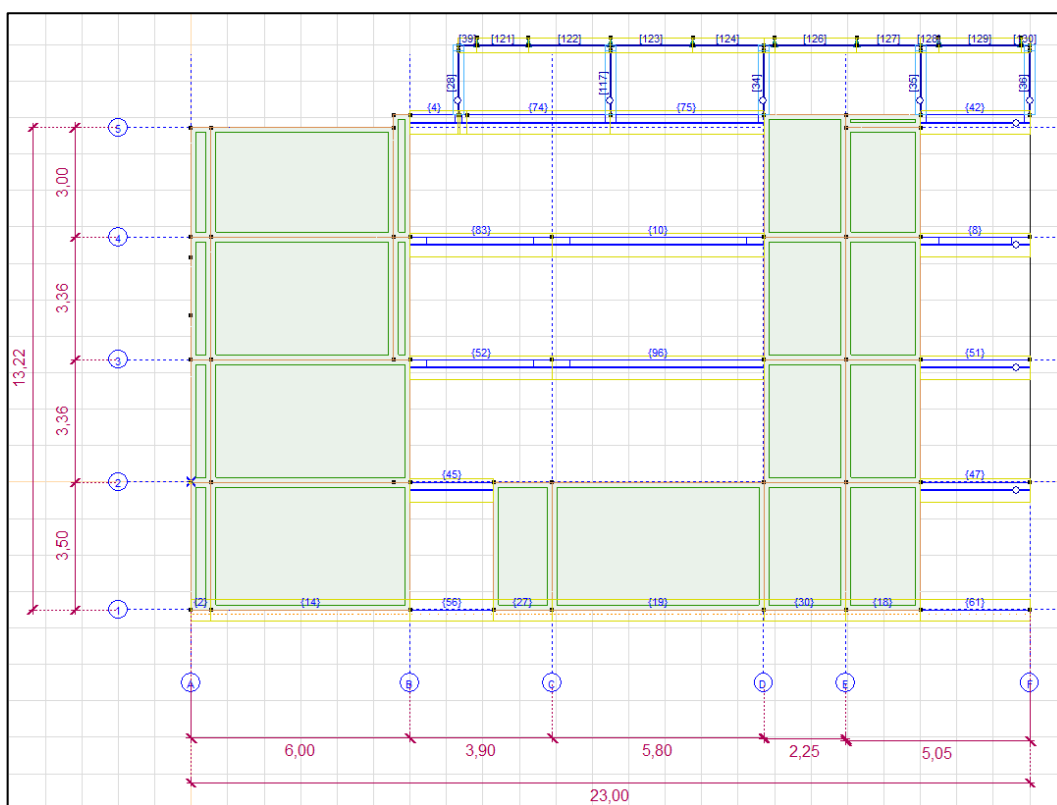
Slika 17: OS D



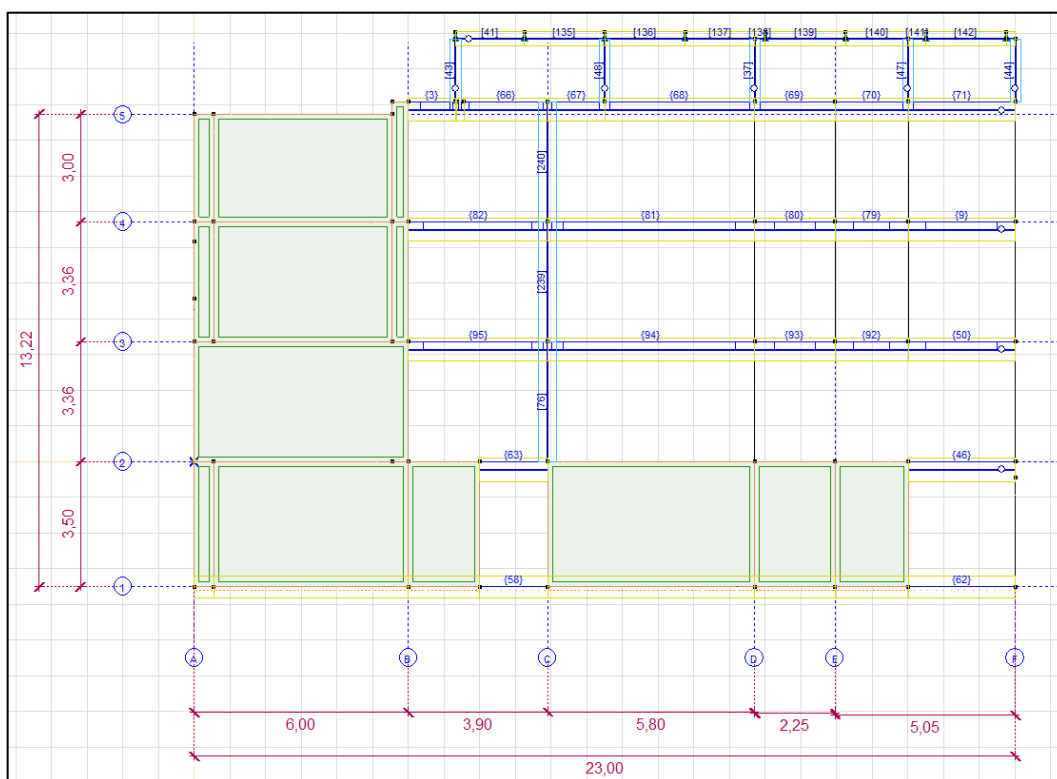
Slika 18: OS F



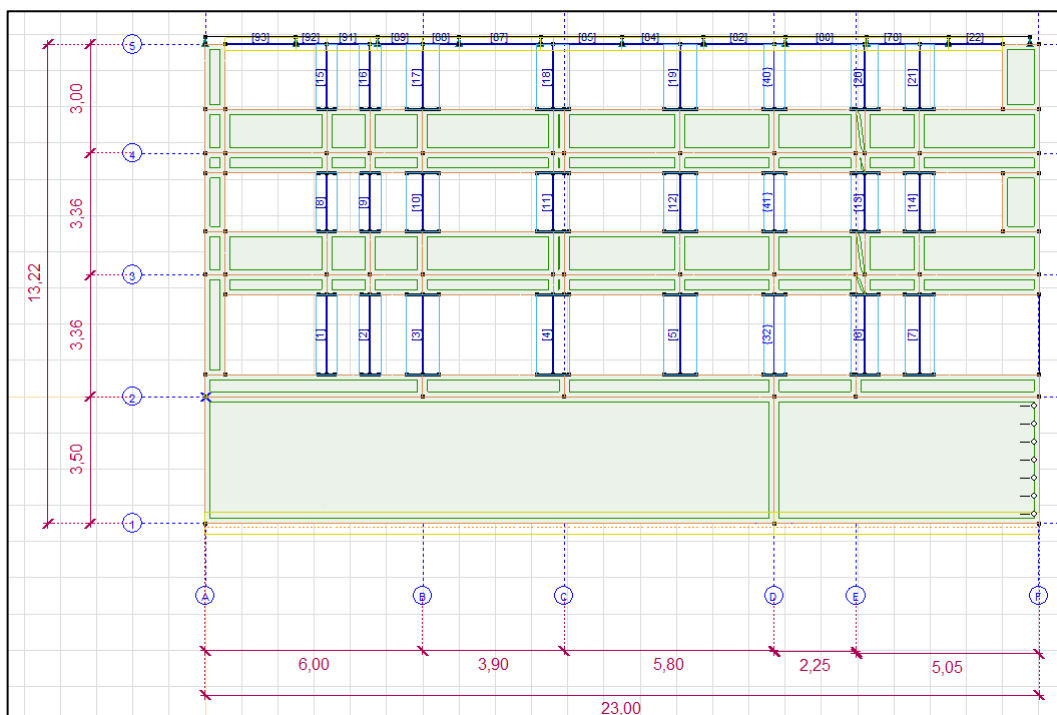
Slika 19: OS 1



Slika 20: OS 2



Slika 21: OS 3



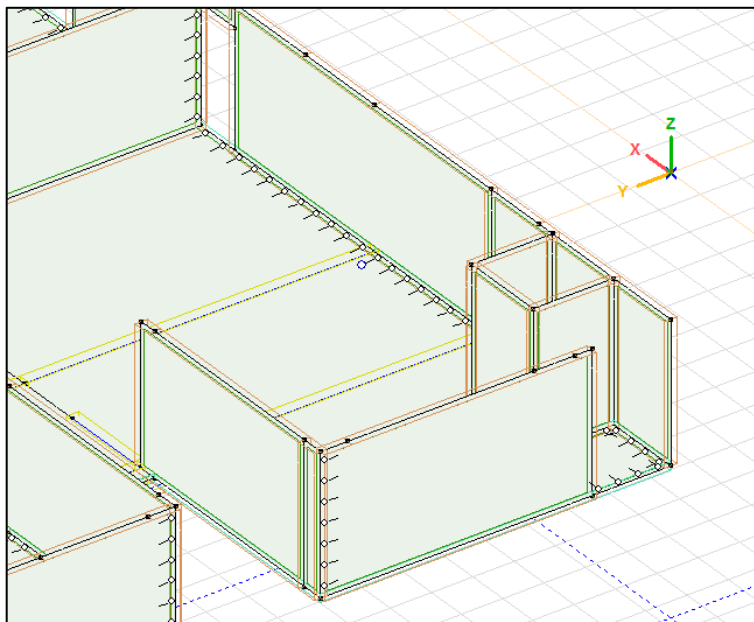
Slika 22: OS 4



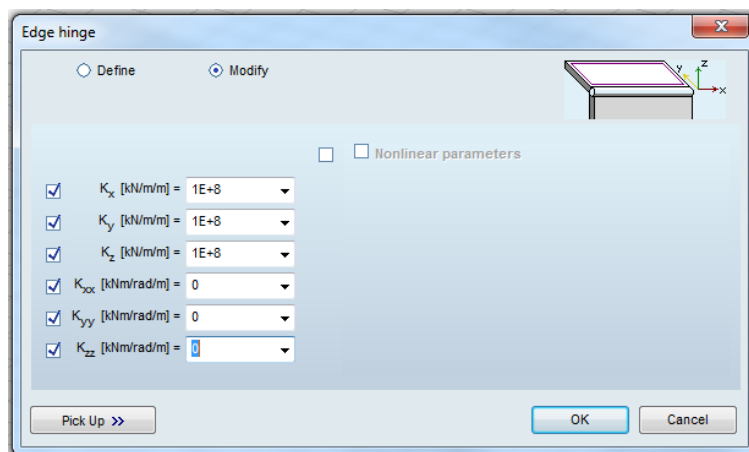
Za analizo obravnavane šole je uporabljen 3D ploskovni model v kombinaciji ploskovnih (stene, plošče) ter linijskih končnih elementov (ostrešje, stebri, nosilci).

Značilnosti modela za analizo MSN in MSU:

- Sproščena upogibna togost (»Edge hinge«) na stikih plošča – stena in stena – stena (pravokotno):

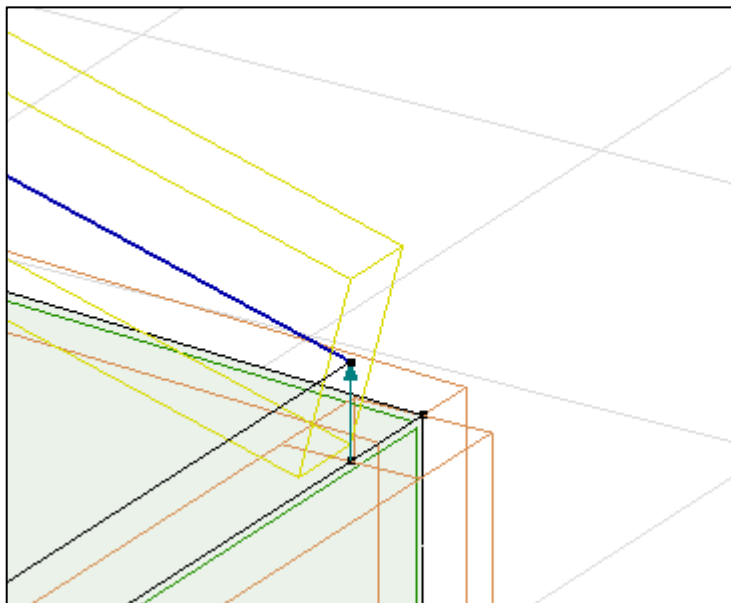


Slika 23: Edge hinge

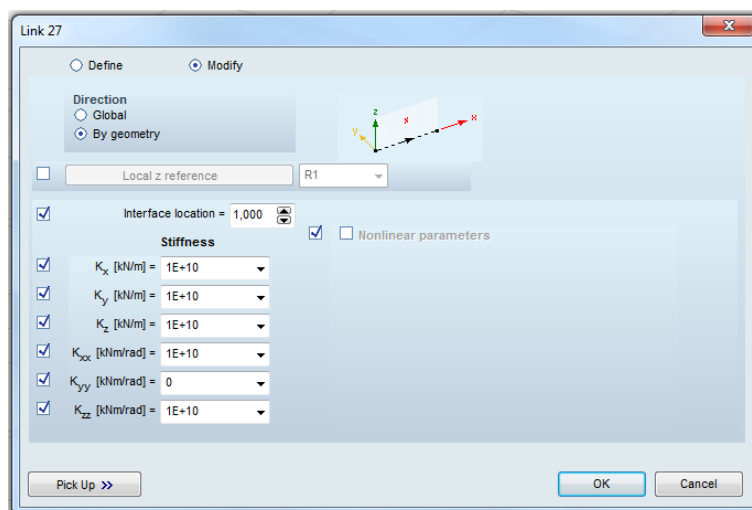


Slika 24: Lastnosti stika

- Sproščena upogibna togost (»Link element«) na stikih stena – lepljen lameliran nosilec



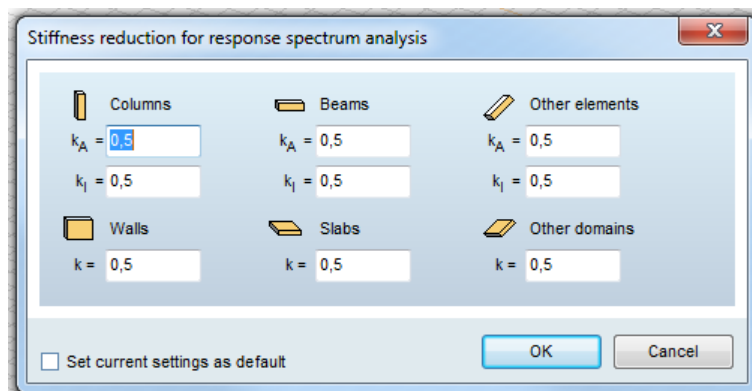
Slika 25: Link



Slika 26: Link element

Model (MSN, MSU) je za analizo potresnega projektnega stanja modificiran na naslednji način:

- Vpliv razpokanosti betonskih prerezov (za 50 % zmanjšana upogibna in strižna togost)



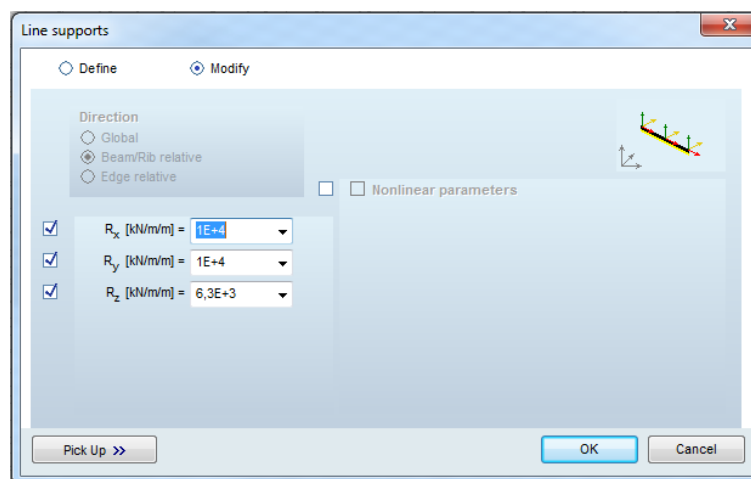
Slika 27: Vpliv razpokanosti bet. prerezov

- Konstrukcija je podprta z elastičnimi linijskimi podporami:

*Preglednica 7: Izračunane vrednosti  $k_v$*

	0,8 x 20,0 m (200 kPa)	1,0 x 20,0 m (200 kPa)	1,2 x 20,0 m (200 kPa)
$k_v$ po sanaciji	8.300 kN/ m <sup>3</sup>	6.900 kN/ m <sup>3</sup>	5.900 kN/ m <sup>3</sup>

Slika 28: Modul reakcije tal (Geotehnično poročilo)



Slika 29: Elastična linijska podpora

## 1.2 MATERIAL

Vsi betonski nosilni elementi, razen temeljev, so iz betona kvalitete C30/37. Temelji so iz betona kvalitete C25/30.

Armaturno jeklo je kvalitete B 500B

Materials								
	Name	Type	Model	$E_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\alpha_T$ [1/°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	C30/37	Concrete	Linear	32800	32800	0,20	1E-5	2500
2	GL 28c	Timber	Linear	12600	390	0,20	8E-6	460
3	C25/30	Concrete	Linear	31500	31500	0,20	1E-5	2500

## 1.3 OBTEŽBA

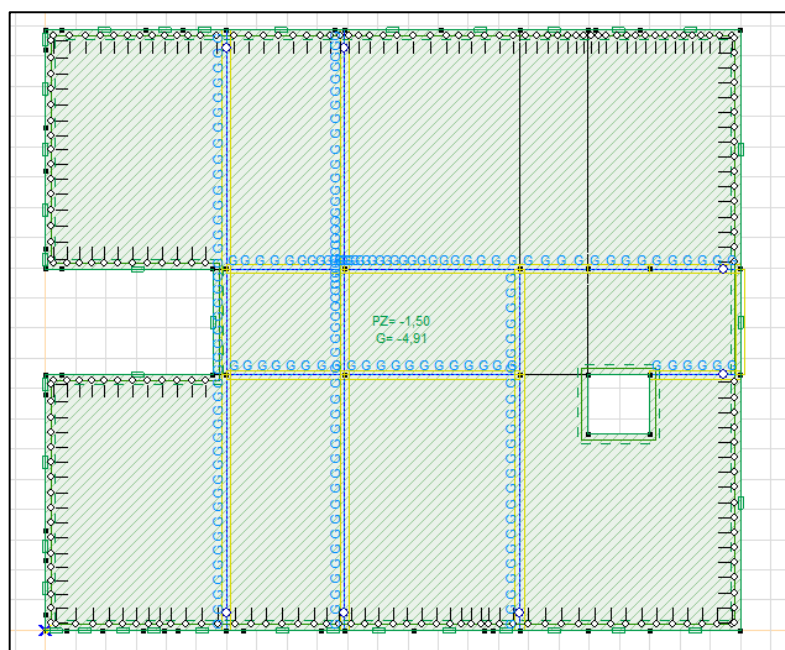
### 1.3.1 LASTNA IN STALNA

**Medetažne plošče:**

Lastna teža plošče je upoštevana v samem programu za analizo.

Stalna obtežba:  $g_k = 1,31 \text{ kN/m}^2$

- betonska plošča (20 cm):  $0,2 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 5 \text{ kN/m}^2$
- termoizolacija (6 cm):  $0,06 \text{ m} * 0,7 \text{ kN/m}^3 = 0,042 \text{ kN/m}^2$
- cementni estrih (6 cm):  $0,06 \text{ m} * 20 \text{ kN/m}^3 = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- gotovi parket (1 cm):  $0,01 \text{ m} * 7 \text{ kN/m}^3 = 0,07 \text{ kN/m}^2$



Slika 30: Lastna in stalna obtežba plošče

## Ostrešje:

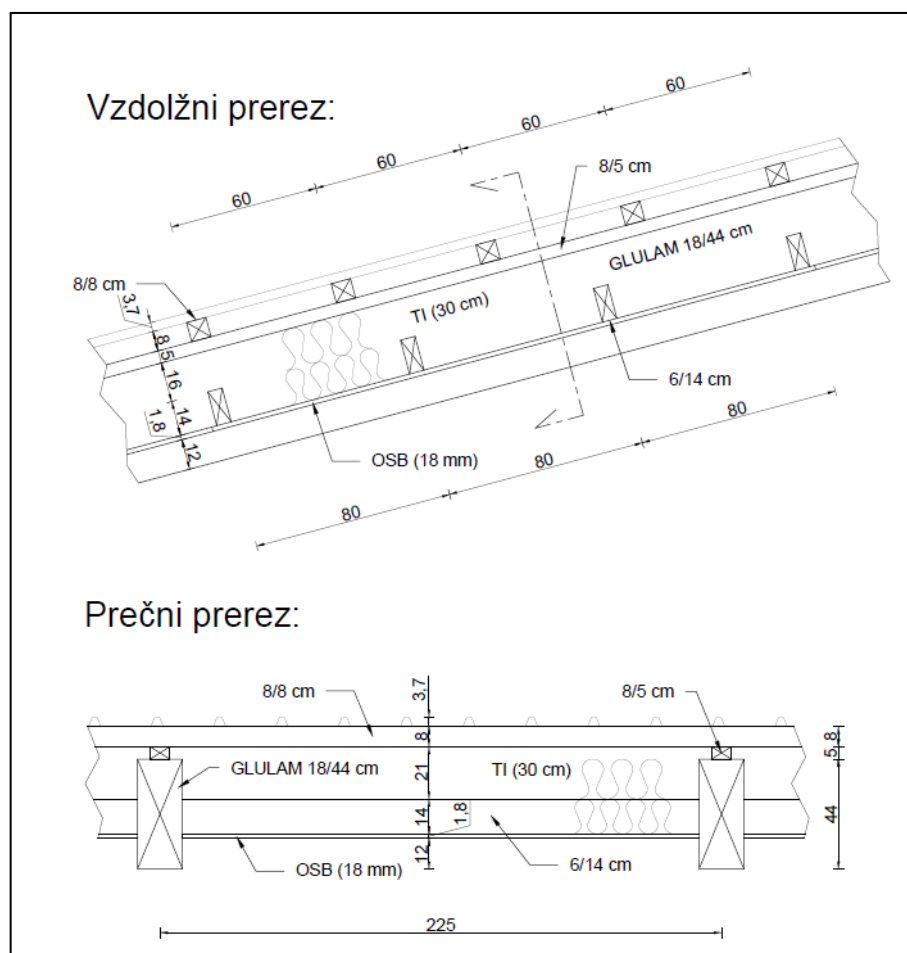
Primarno nosilno konstrukcijo ostrešja predstavljajo lepljeni lamelirani nosilci 18/44 cm oz. vogalna nosilca 18/52 cm, ki so iz lesa kvalitete GL 28 c.

Sekundarni nosilni elementi (letve, lege) so iz lesa kvalitete C24.

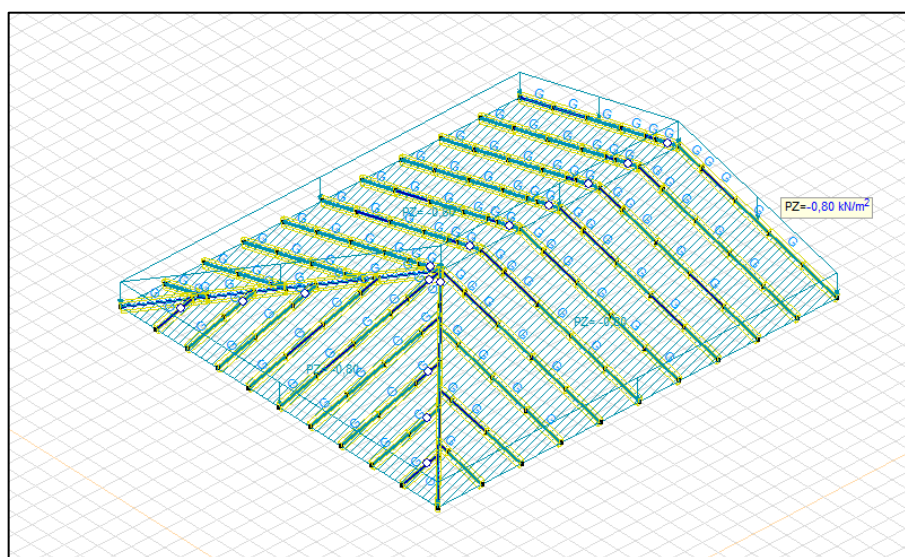
Lastno težo primernih nosilcev upošteva program sam.

Stalna obtežba:  $g_k = 0,52 \text{ kN/m}^2$

- trapezna pločevina (TRIMOVAL):  $0,1 \text{ kN/m}^2$
- letve (8/8 cm;  $e=60 \text{ cm}$ ):  $0,08 \text{ m} * 0,08 \text{ m} * 1/0,6 \text{ m} * 4,2 \text{ kN/m}^3 = 0,045 \text{ kN/m}^2$
- kontra letve (8/5 cm;  $e=225 \text{ cm}$ ):  $0,08 \text{ m} * 0,05 \text{ m} * 1/2,25 \text{ m} * 4,2 \text{ kN/m}^3 = 0,008 \text{ kN/m}^2$
- lege (6/14 cm;  $e=80 \text{ cm}$ ):  $0,06 \text{ m} * 0,14 \text{ m} * 1/0,8 \text{ m} * 4,2 \text{ kN/m}^3 = 0,044 \text{ kN/m}^2$
- kamena volna (30 cm):  $0,30 \text{ m} * 0,7 \text{ kN/m}^3 = 0,21 \text{ kN/m}^2$
- OSB plošča (18 mm):  $0,018 \text{ m} * 6 \text{ kN/m}^3 = 0,108 \text{ kN/m}^2$



Slika 31: KS ostrešja



Slika 32: Lastna in stalna obtežba ostrešja;  $g_k=0,8 \text{ kN/m}^2$

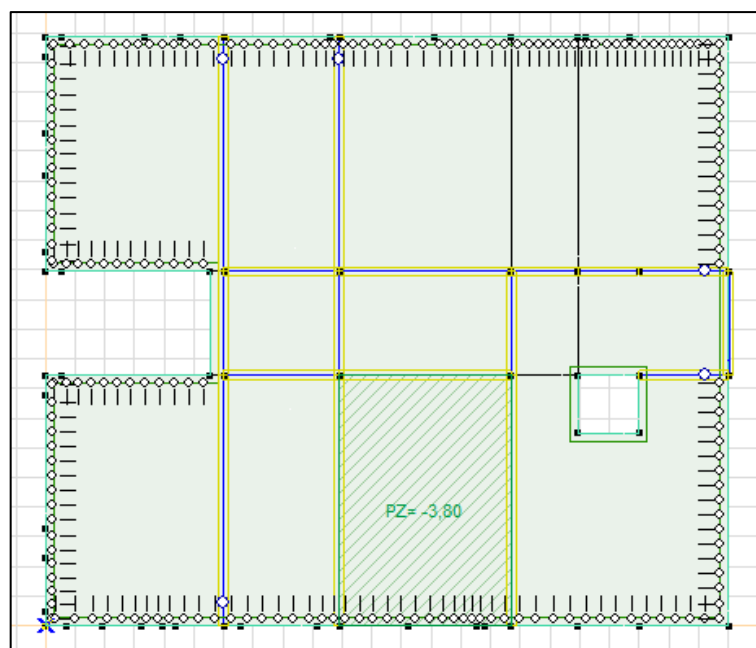
### 1.3.2 KORISTNA OBTEŽBA

Pri določitvi koristne obtežbe je upoštevana kategorija površin C1 in dodatna nadomestna ploskovna obtežba premičnih predelnih sten z lastno težo  $< 2,0 \text{ kN/m}$ .

Koristna obtežba je razdeljena na 11 obtežnih primerov (Q1-Q11). Kritične kombinacije izračuna program sam.

Koristna obtežba:  $q_k = 3,8 \text{ kN/m}^2$

- $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$  (kategorija C1)
- $q_{k,pred} = 0,8 \text{ kN/m}^2$  (premične in predelne stene;  $q_k < 2,0 \text{ kN/m}$ )

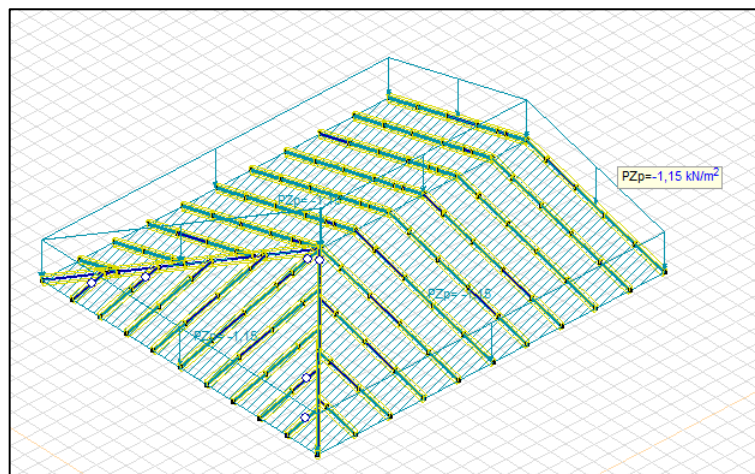


Slika 33: Koristna obtežba medetažnih plošč (obtežni primer Q10)

### 1.3.3 OBTEŽBA SNEGA

Obtežba snega:  $q_{s,k} = \mu_i C_e C_t s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,4 = 1,12 \text{ kN/m}^2$

- Karakteristična obtežba snega na tleh (CONA A2):  $s_k = 1,293 \left[ 1 + \left( \frac{206}{728} \right)^2 \right] = 1,4 \text{ kN/m}^2$
- Koeficient izpostavljenosti:  $C_e(\text{običajen teren}) = 1,0$
- Toplotni koeficient:  $C_t = 1,0$
- Oblikovni koeficient obtežbe snega:  $\mu_i = \mu_1(\alpha = 16^\circ < 30^\circ) = 0,8$



Slika 34: Obtežba snega;  $q_{s,k}=1,15 \text{ kN/m}^2$

### 1.3.4 OBTEŽBA VETRA

Obtežba vetra (tlak):  $q_{w,k} = c_s c_d c_{pe,10} q_p(z) = 1,0 * 0,25 * 0,74 = 0,19 \text{ kN/m}^2$

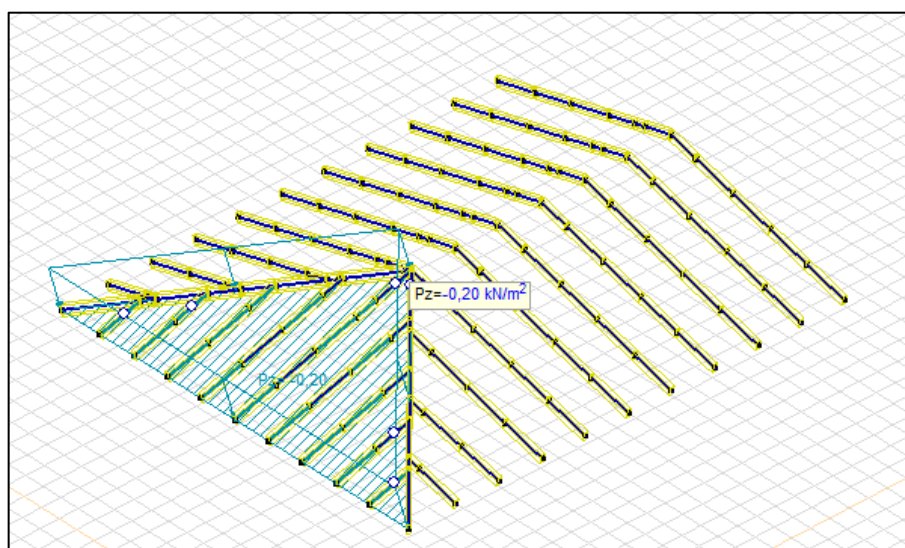
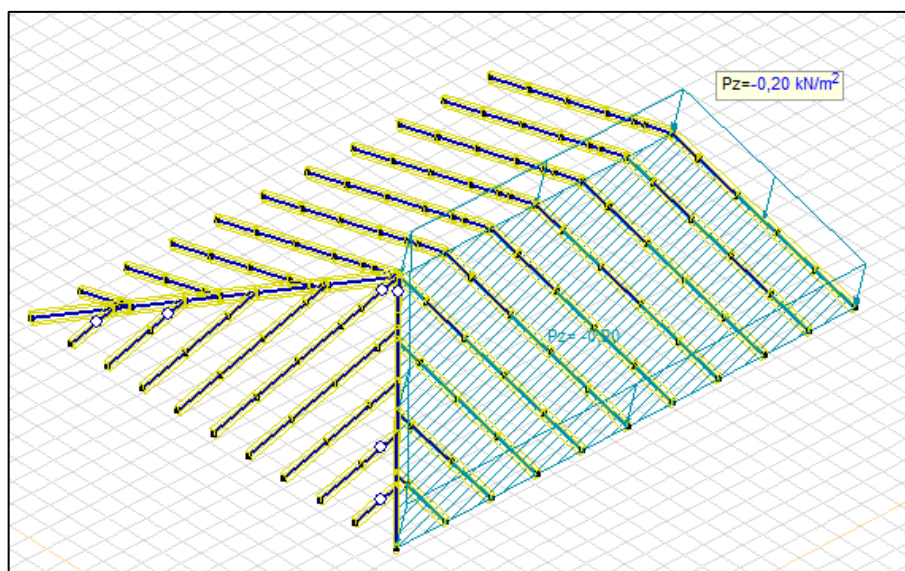
- Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra:  $v_{b,0}(\text{CONA 1, } n. v. < 800 \text{ m}) = 20 \text{ m/s}$
  - Smerni faktor:  $C_{dir} = 1,0$
  - Faktor letnega časa:  $C_{season} = 1,0$
  - Osnovna hitrost vetra:  $v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 20 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$
  - Hrapavostna dolžina:  $z_0(\text{kategorija terena I}) = 0,01 \text{ m}$
  - Faktor terena:  $k_r = 0,19 * \left( \frac{0,01}{0,05} \right)^{0,07} = 0,17$
  - Upoštevana višina:  $z = 13 \text{ m}$
  - Faktor hrapavosti:  $c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{13}{0,01}\right) = 1,22$
  - Faktor hribovitosti:  $c_0(z) = 1,0$
  - Srednji veter:  $v_m = 1,22 * 1,0 * 20 = 24,4 \text{ m/s}$
  - Turbulenčni faktor:  $k_t = 1,0$
  - Intenziteta turbulence:  $l_v(z) = \frac{1,0}{1,0 * \ln\left(\frac{13}{0,01}\right)} = 0,14$
  - Tlak ob sunkih vetra:  $q_p(z) = [1 + 7 * l_v(z)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2(z) = 0,74 \text{ kN/m}^2$
  - Koeficient zunanje tlaka za dvokapnice:  $c_{pe,10}(\alpha = 16^\circ; \theta = 0^\circ) \cong 0,25$  (tlak)
- OP.: Srki v analizi niso upoštevani, saj niso merodajni.



Nagib $\alpha$	Področja za smer vetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
$-45^\circ$	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
$-30^\circ$	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
$-15^\circ$	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
$-5^\circ$	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
$5^\circ$	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
$15^\circ$	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
$30^\circ$	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
$45^\circ$										
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
$60^\circ$	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
$75^\circ$	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

Nagib $\alpha$	Področja za smer vetra $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
$-45^\circ$	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
$-30^\circ$	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
$-15^\circ$	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
$-5^\circ$	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
$5^\circ$	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
$15^\circ$	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
$30^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
$45^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
$60^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
$75^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	



Slika 35: Obtežba vetra  $W_x=0,2 \text{ kN/m}^2$ Slika 36: Obtežba vetra  $W_y=0,2 \text{ kN/m}^2$ 

### 1.3.5 KOMBINACIJSKI FAKTORJI

Load groups (Eurocode)										
	Group	Type	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	$\xi$	$\gamma$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Additive
1	Lastna in stalna	Permanent	1,350	1,000	1,000					✓
2	Spremenljiva	Variable				1,500	0,700	0,700	0,600	✓
3	Sneg	Variable				1,500	0,500	0,200	0	
4	Veter	Variable				1,500	0,600	0,200	0	
5	Spremenljiva_M	Variable				1,500	0,700	0,700	0,600	✓

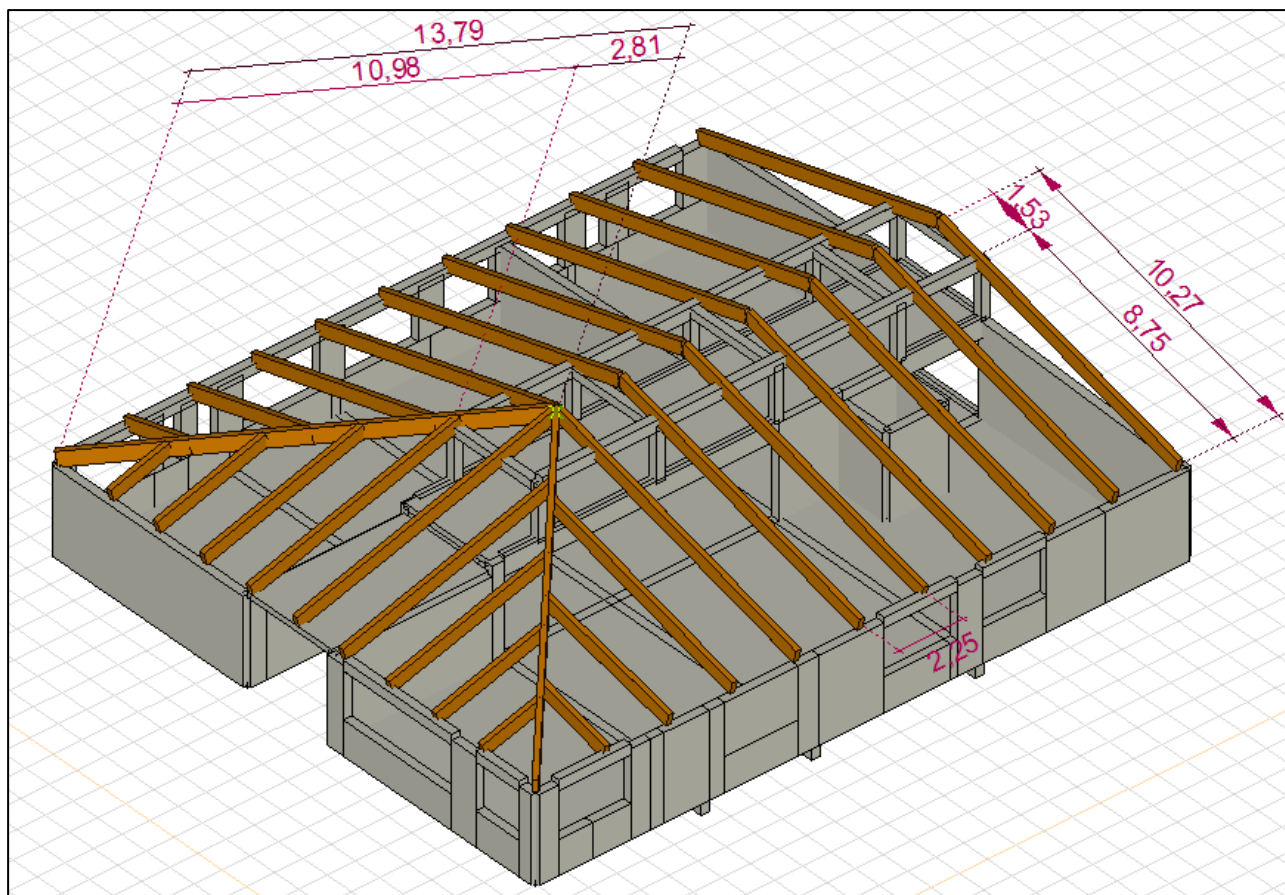
Slika 37: Kombinacijski faktorji

Obtežno skupino »Spremenljiva\_M« sestavljajo obtežni primeri koristne obtežbe plošče mansarde (šahovnica), ki je glede obremenitev kritična.

## 2 ANALIZA OSTREŠJA

### Material:

- Sekundarna konstrukcija (letve, lege): C24
- Primarni nosilci: GL28c

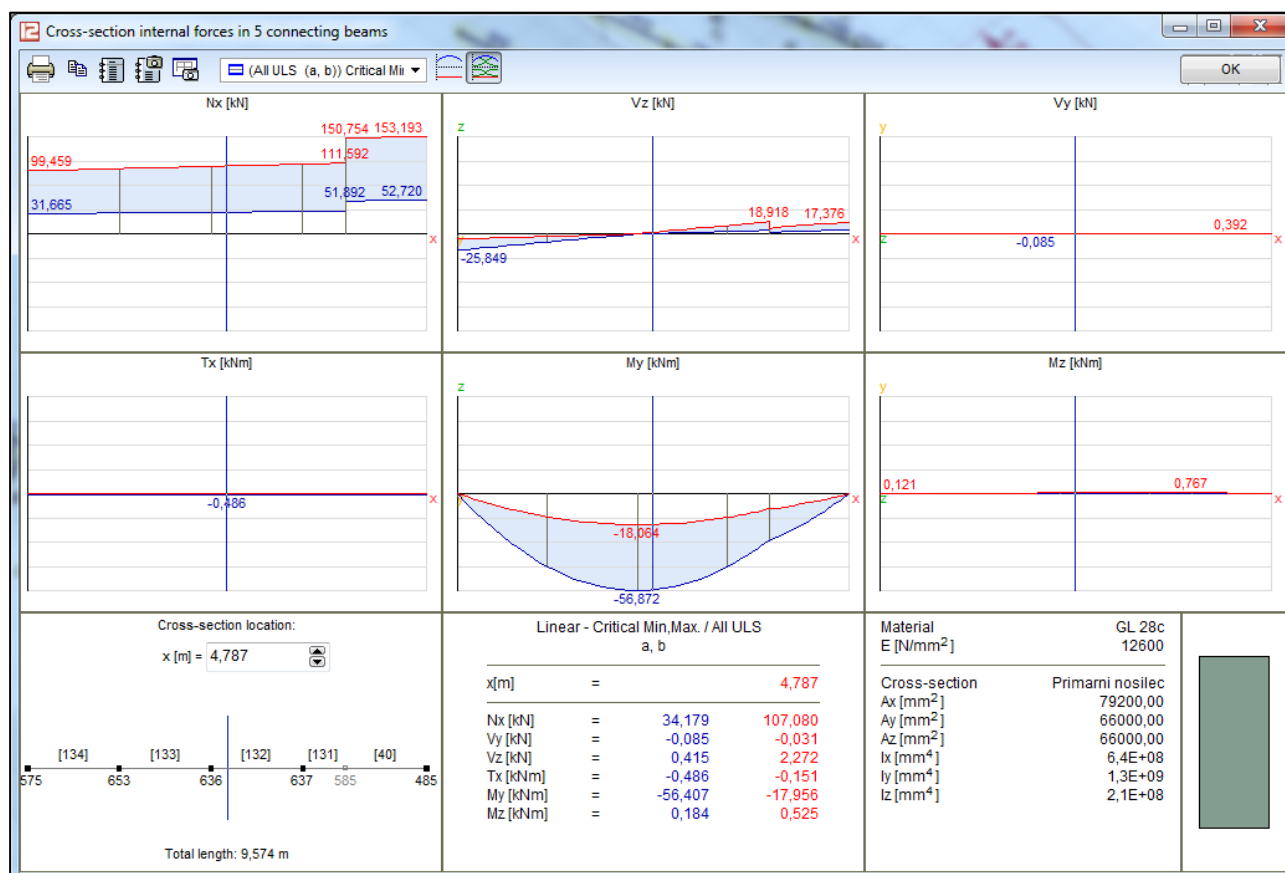


Slika 38: Ostrešje

### 2.1 NOSILEC 18/44 CM

Beam internal forces [Linear, (All ULS (a, b)) Critical, Selected]												
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
233	18	Nx	min	0	(560)	-71,329	-0,072	-25,544	-0,073	0	-0,316	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qp+1,5*0,6*Wy)
40	18		max	1,953	(485)	153,193	0,389	17,141	-0,485	0	0	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qp+1,5*0,6*Wx)
132	18	My	min	0	(636)	105,935	-0,084	-0,002	-0,486	-56,871	0,489	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qp+1,5*0,7*Qn+1,5*0,6*Wx)
133	18		min	2,200	(636)	105,971	-0,084	-0,002	-0,486	-56,872	0,489	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qn+1,5*0,6*Wx)
236	18		max	0	(556)	-31,636	-0,022	-31,889	0,010	45,562	-0,077	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,6*Wy)
237	18		max	0,623	(556)	62,260	0,031	28,484	0,052	45,562	-0,066	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,6*Wy)

Slika 39: Merodajne kombinacije



### Kontrola nosilnosti (upogib z natezno osno silo):

Material: GL28 c

Prerez: 18/44 cm

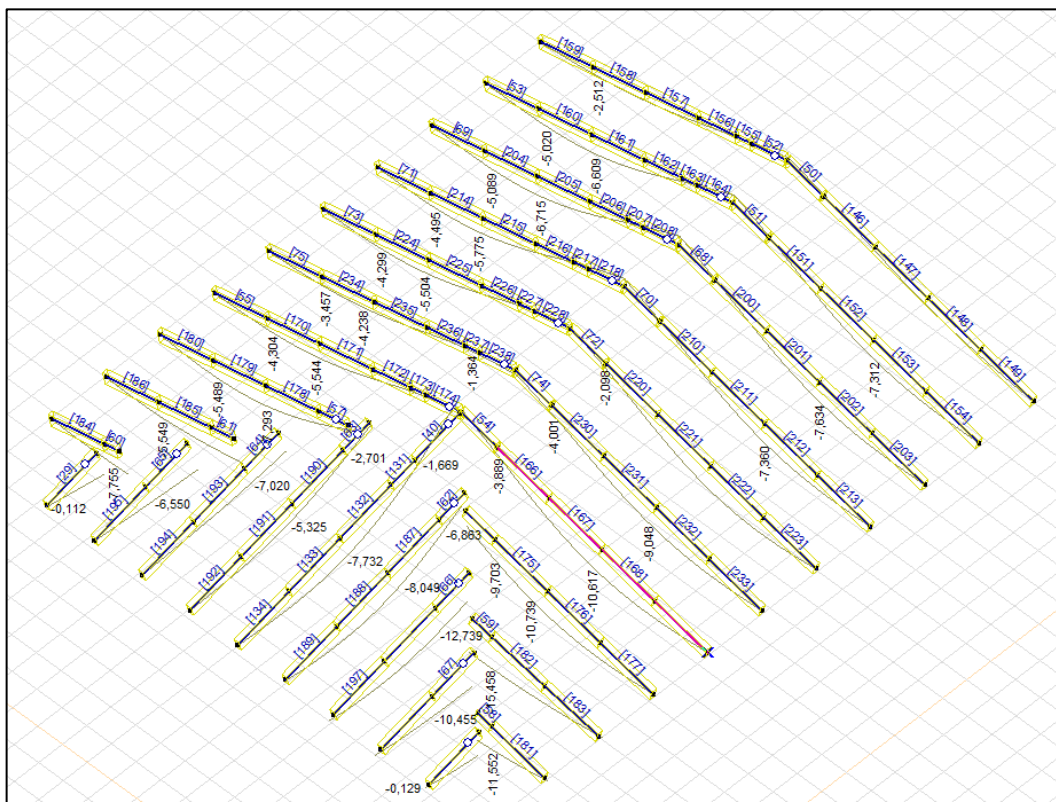
$$N_x = 106 \text{ kN}; M_y = -57 \text{ kNm}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{106}{1,056 \cdot 18 \cdot 44} + \frac{5700 \cdot 6}{1,792 \cdot 18 \cdot 44^2} = 0,67 < 1,0 \rightarrow OK$$

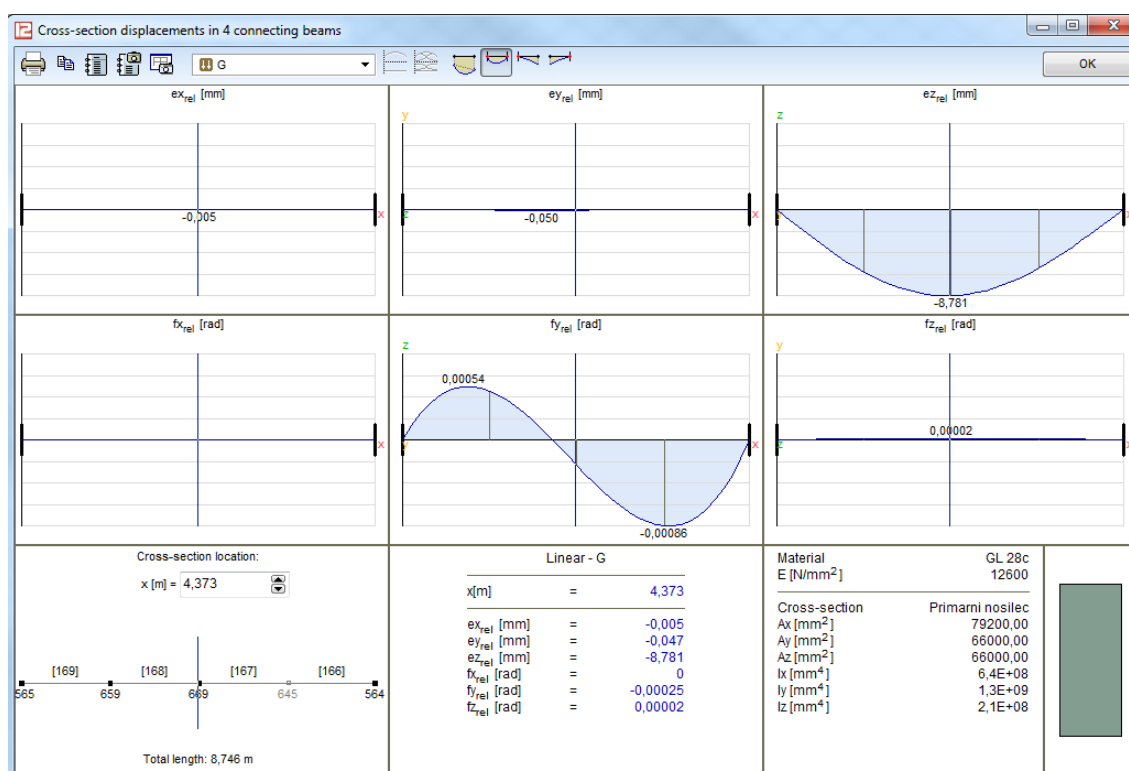
$$f_{t,0,d} = 0,8 \cdot \frac{\sigma_{t,0,g,k}}{1,25} = 0,8 \cdot \frac{1,65}{1,25} = 1,056 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{m,y,d} = 0,8 \cdot \frac{\sigma_{m,g,k}}{1,25} = 0,8 \cdot \frac{2,8}{1,25} = 1,792 \text{ kN/cm}^2$$

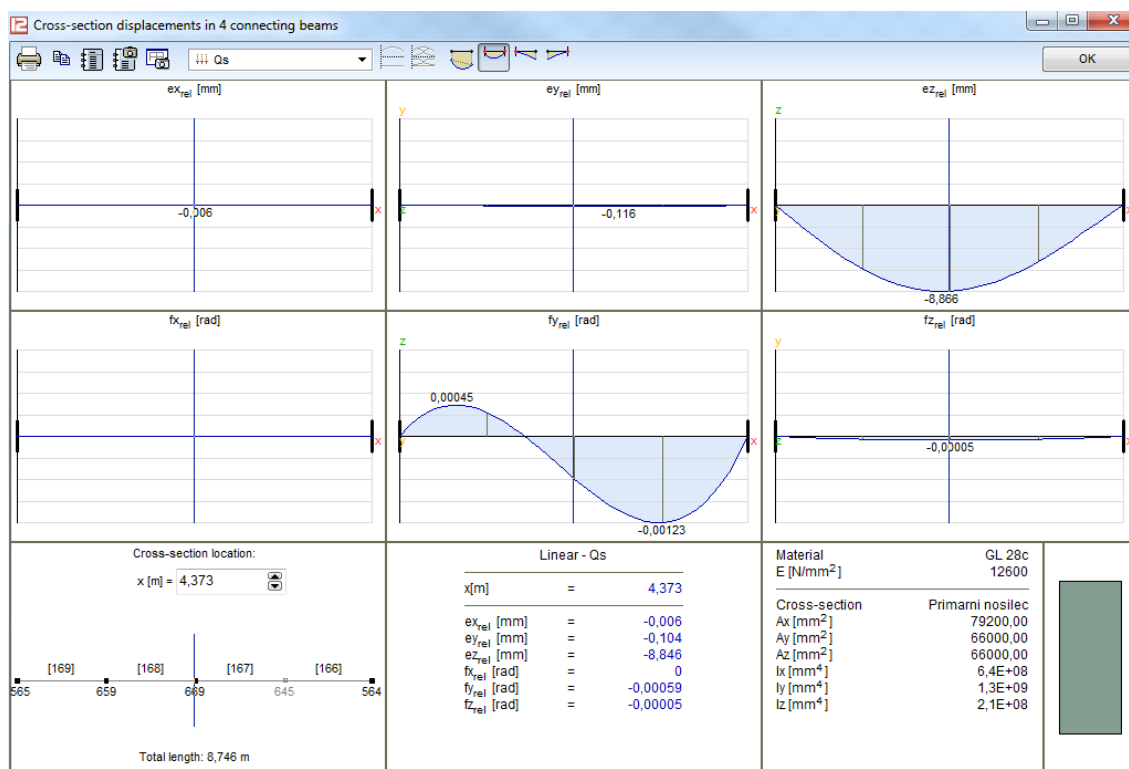
### Kontrola povesov:



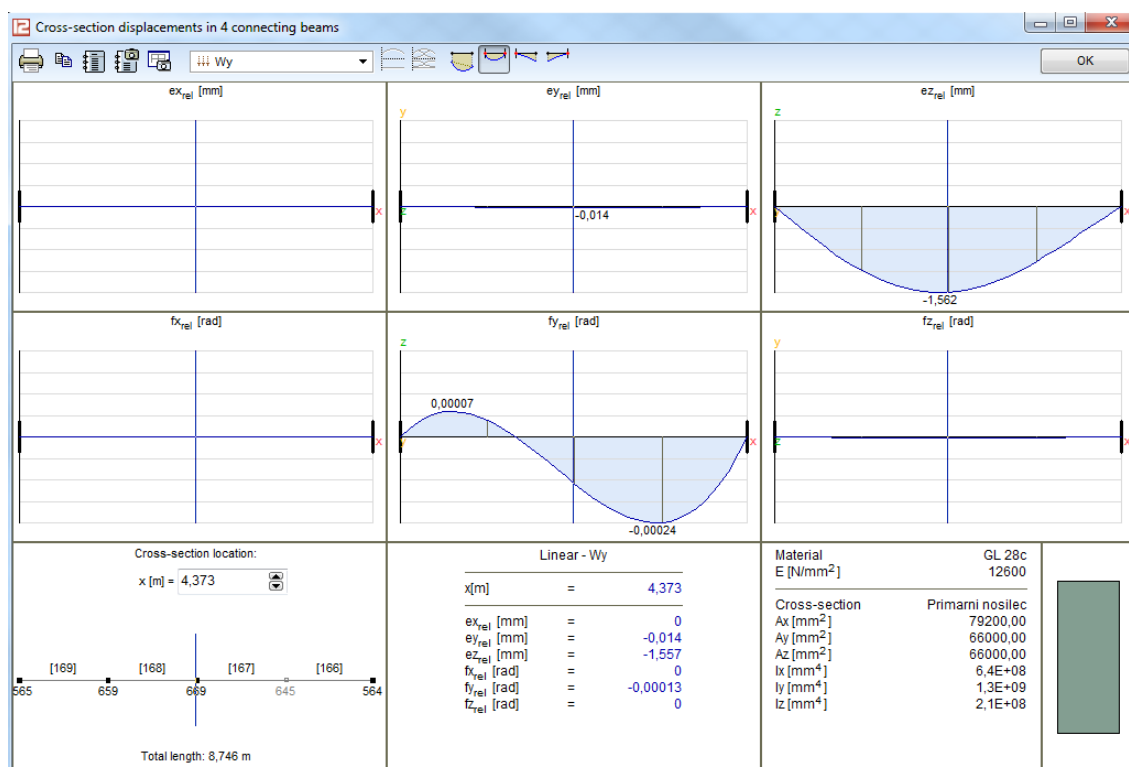
Slika 40; Maksimalni relativni pomiki; lastna teža



Slika 41: Poves: Lastna in stalna obtežba



Slika 42: Poves: Obtežba snega



Slika 43: Poves: Obtežba vetra

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<i>stalna g</i>	1	1	1
<i>sneg q<sub>s</sub></i>	0,5	0,2	0
<i>veter q<sub>w</sub></i>	0,6	0,2	0

### DIMENZIONIRANJE (MSU)

L = 875 cm

poves v začetnem stanju  $w_{inst}$ :

$$w_{inst,g'} = 0,88 \text{ cm}$$

$$w_{inst,q_s} = 0,89 \text{ cm}$$

$$w_{inst,q_w} = 0,16 \text{ cm}$$

$$w_{inst} = 1,93 \text{ cm} < L/300 = 2,90 \text{ cm}$$

poves v končnem stanju  $w_{net,fin}$ :

$$w_{fin,g'} = w_{inst,g'} (1 + k_{def}) = 1,58 \text{ cm}$$

$$w_{fin,q_s} = w_{inst,q_s} (1 + \psi_2 k_{def}) = 0,89 \text{ cm}$$

$$w_{fin,q_w} = w_{inst,q_w} (\psi_0 + \psi_2 k_{def}) = 0,10 \text{ cm}$$

$$w_{net,fin} = 2,57 \text{ cm} < L/250 = 3,48 \text{ cm}$$



## 2.2 VOGALNI NOSILEC 18/52 CM

Beam internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]												
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
109	19	Nx	min	0	(490)	-118,522	33,083	69,200	1,853	-5,588	-1,443	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qp+1,5*0,6*Wx)
116	19		max	3,091	(493)	0,498	0,841	-19,604	0,644	-63,279	0,689	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qp+1,5*0,7*Qn+1,5*0,6*Wy)
112	19	My	min	0	(498)	-98,346	-12,125	8,118	0,679	-97,051	-14,282	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,6*Wy)
109	19		max	0,625	(584)	-118,243	33,304	69,347	1,856	39,050	-22,062	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qp+1,5*0,7*Qn+1,5*0,6*Wy)

Slika 44: Merodajne kombinacije



### Kontrola nosilnosti (upogib z natezno osno silo):

Material: GL28 c

Prerez: 18/52 cm

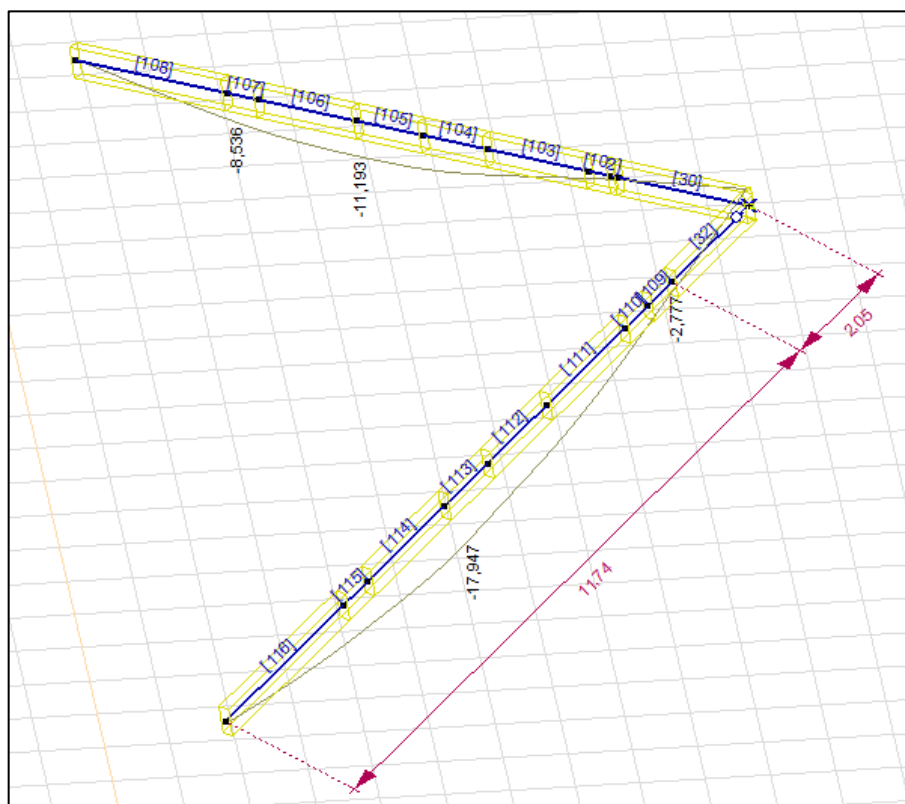
$$N_x = 99 \text{ kN}; M_y = 97 \text{ kNm}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{99}{1,056 \cdot 18 \cdot 52} + \frac{9700 \cdot 6}{1,792 \cdot 18 \cdot 52^2} = 0,77 < 1,0 \rightarrow OK$$

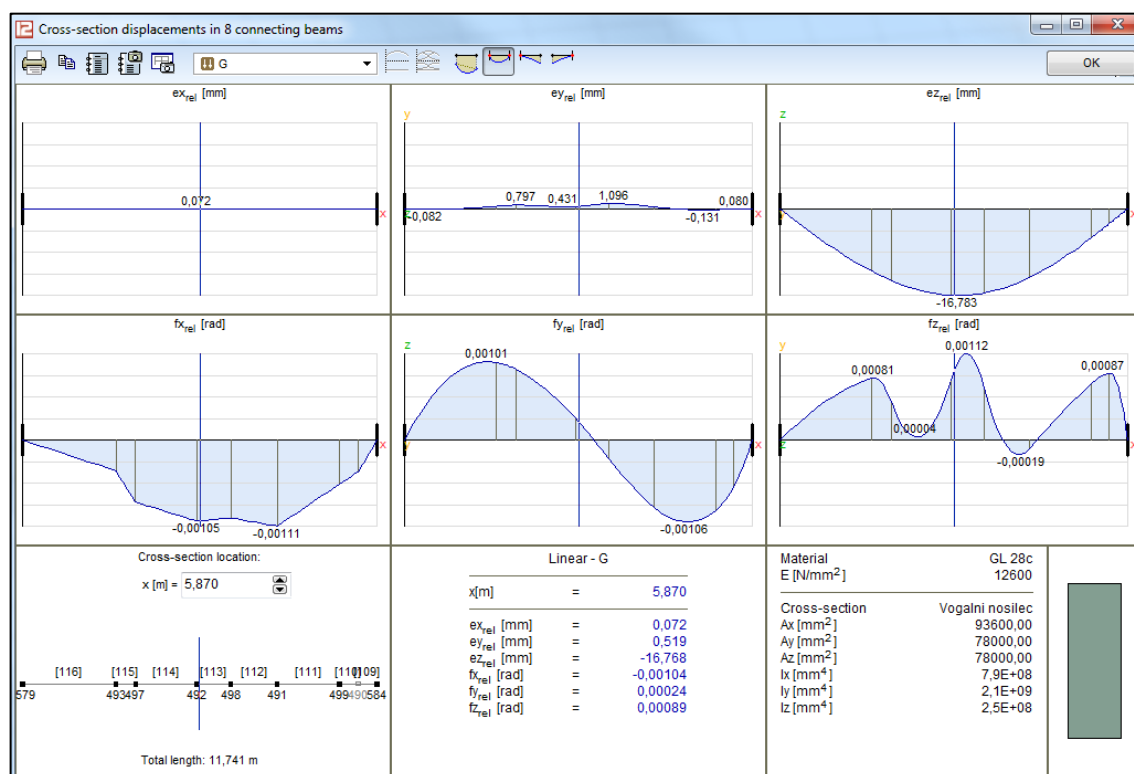
$$f_{t,0,d} = 0,8 \cdot \frac{\sigma_{t,0,g,k}}{1,25} = 0,8 \cdot \frac{1,65}{1,25} = 1,056 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{m,y,d} = 0,8 \cdot \frac{\sigma_{m,g,k}}{1,25} = 0,8 \cdot \frac{2,8}{1,25} = 1,792 \text{ kN/cm}^2$$

## Kontrola povesov:

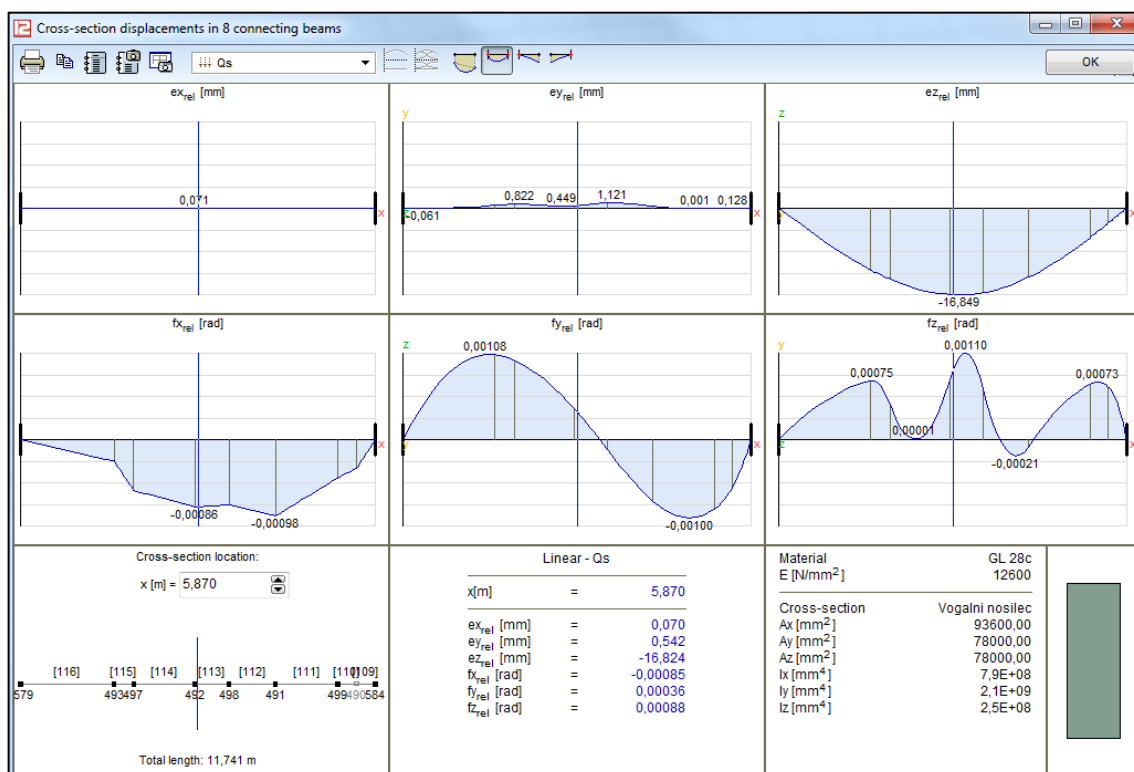


Slika 45: Povesi vogalnih nosilcev, lastna in stalna

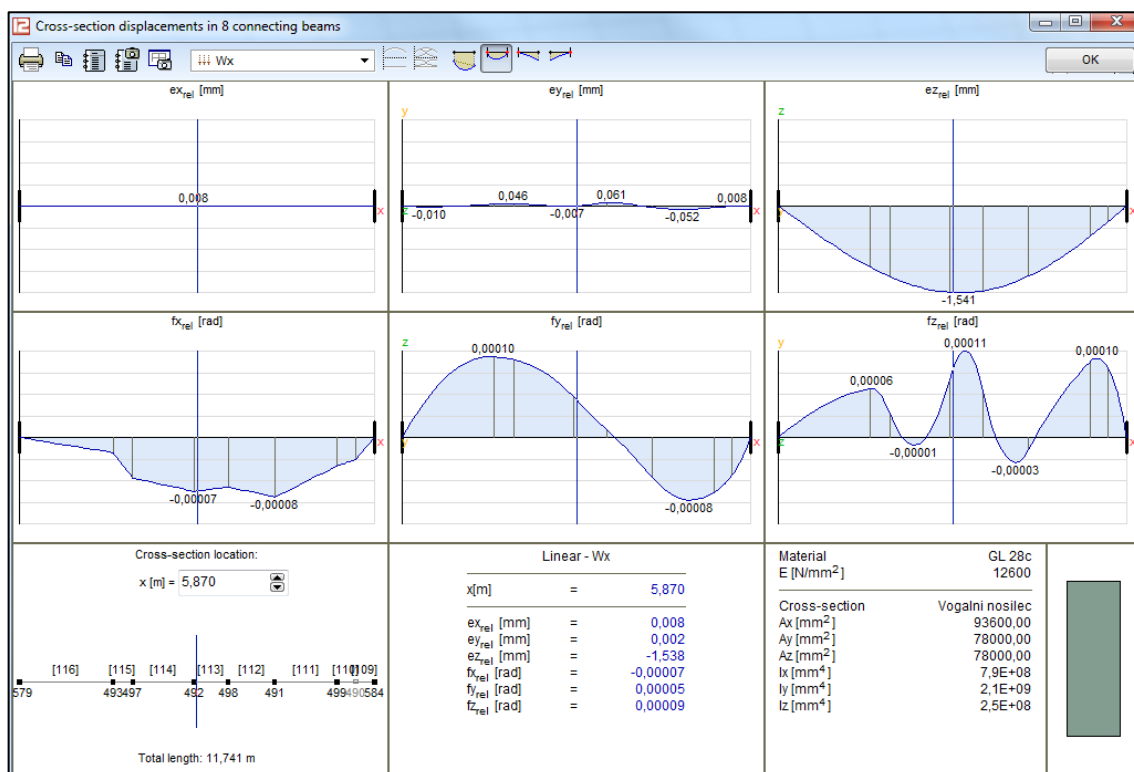


Slika 46: Poves: Lastna in stalna obtežba





Slika 47: Poves: Obtežba snega



Slika 48: Poves: Obtežba vetra

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<i>stalna g</i>	1	1	1
<i>sneg q<sub>s</sub></i>	0,5	0,2	0
<i>veter q<sub>w</sub></i>	0,6	0,2	0

### DIMENZIONIRANJE (MSU)

poves v začetnem stanju  $w_{inst}$ :

$$w_{inst,g'} = 1,68 \text{ cm}$$

$$w_{inst,q_s} = 1,68 \text{ cm}$$

$$w_{inst,q_w} = 0,15 \text{ cm}$$

$$w_{inst} = 3,51 \text{ cm} < L/300 = 3,91 \text{ cm}$$

poves v končnem stanju  $w_{net,fin}$ :

$$w_{fin,g'} = w_{inst,g'} (1 + k_{def}) = 3,02 \text{ cm}$$

$$w_{fin,q_s'} = w_{inst,q_s'} (1 + \psi_2 k_{def}) = 1,68 \text{ cm}$$

$$w_{fin,q_w'} = w_{inst,q_w'} (\psi_0 + \psi_2 k_{def}) = 0,09 \text{ cm}$$

$$w_{net,fin} = 4,80 \text{ cm} > L/250 = 4,70 \text{ cm}$$

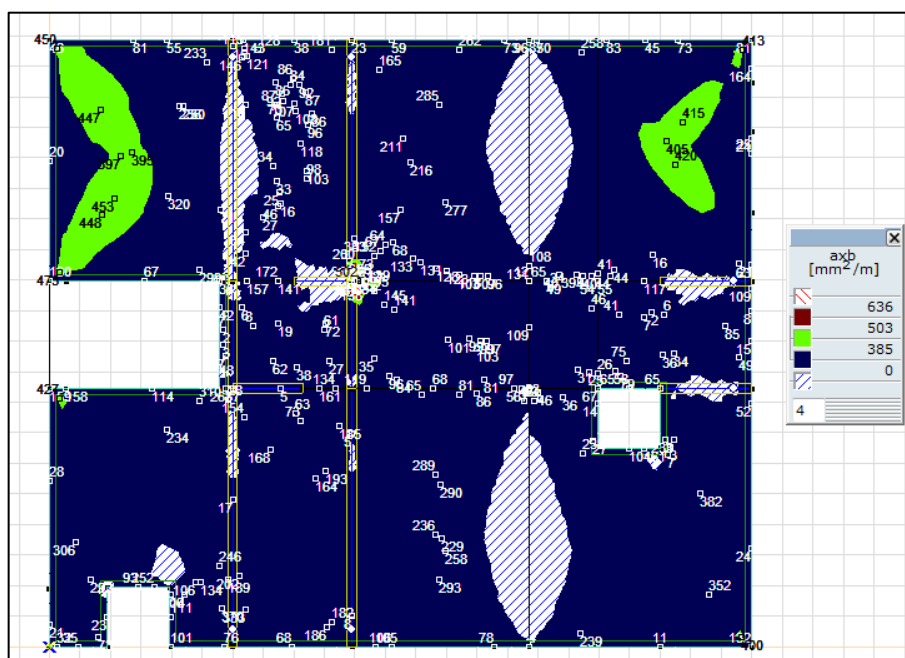
Povesi v končnem času so kljub rezultati ustrezni, saj je lastna in stalna obtežba modela za faktor  $0,8/0,52 = 1,54$  večja od dejanske.

## 3 ANALIZA MEDETAŽNIH PLOŠČ

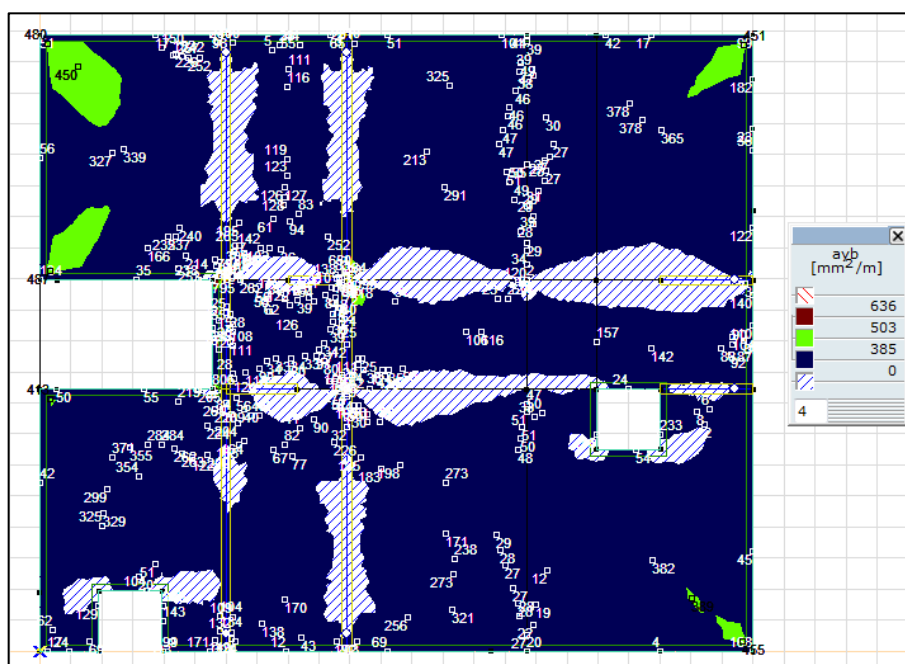
### 3.1 ANALIZA MSN

#### 3.1.1 DIMENZIONIRANJE PLOŠČE NAD KLETJO

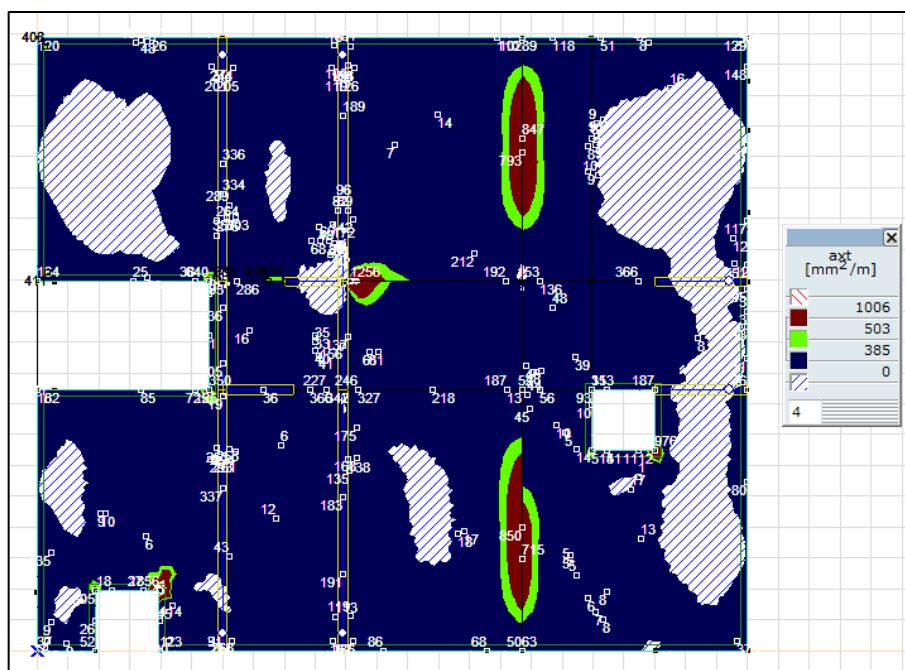
Potrebna količina armature  $a_{sx,b}$ :



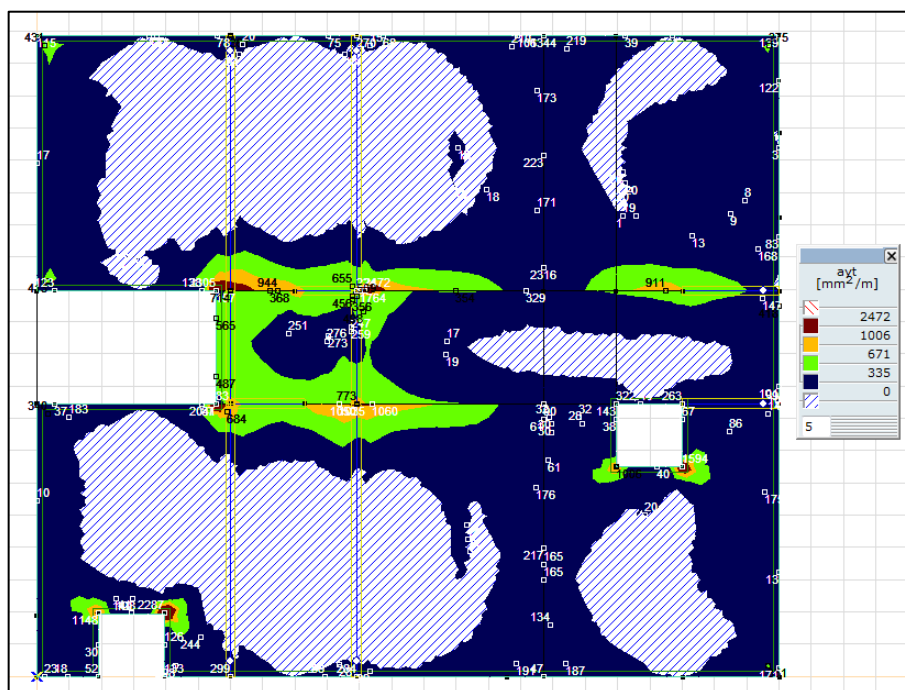
Potrebna količina armature  $a_{sy,b}$ :



Potrebna količina armature  $a_{sx,t}$ :

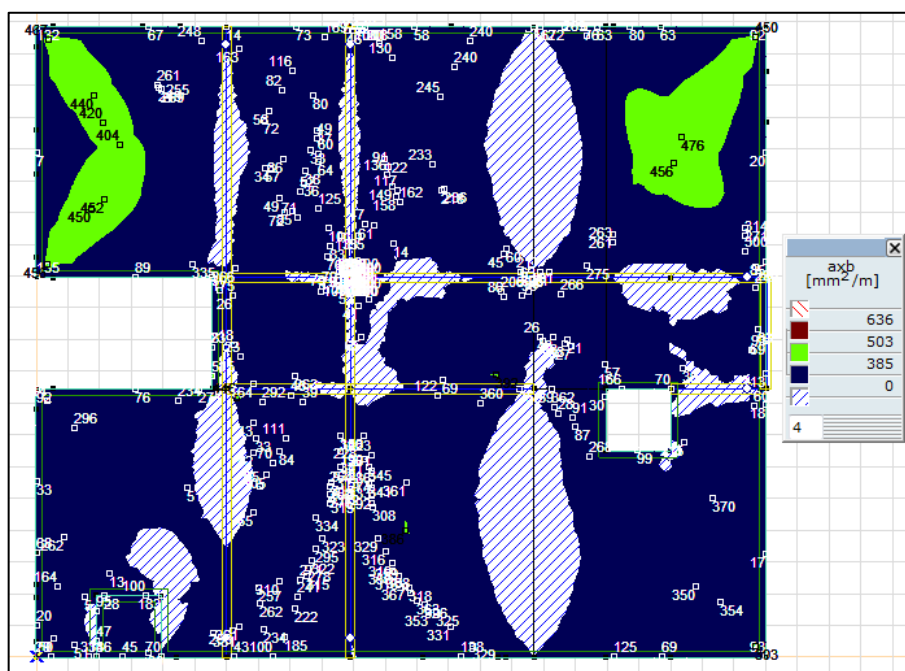


Potrebna količina armature  $a_{sy,t}$ :

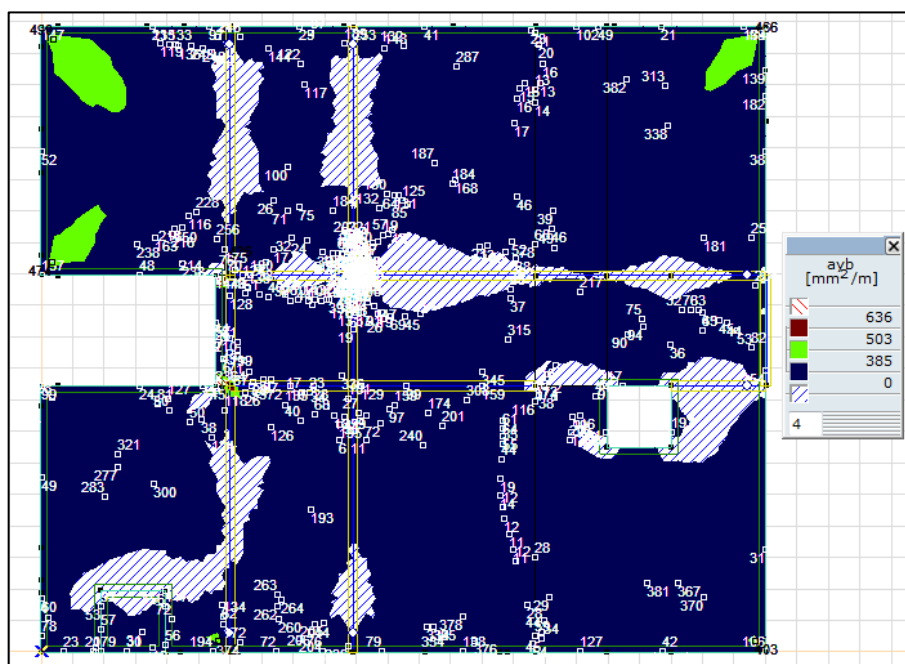


### 3.1.2 DIMENZIONIRANJE PLOŠČE NAD PRITLIČJEM

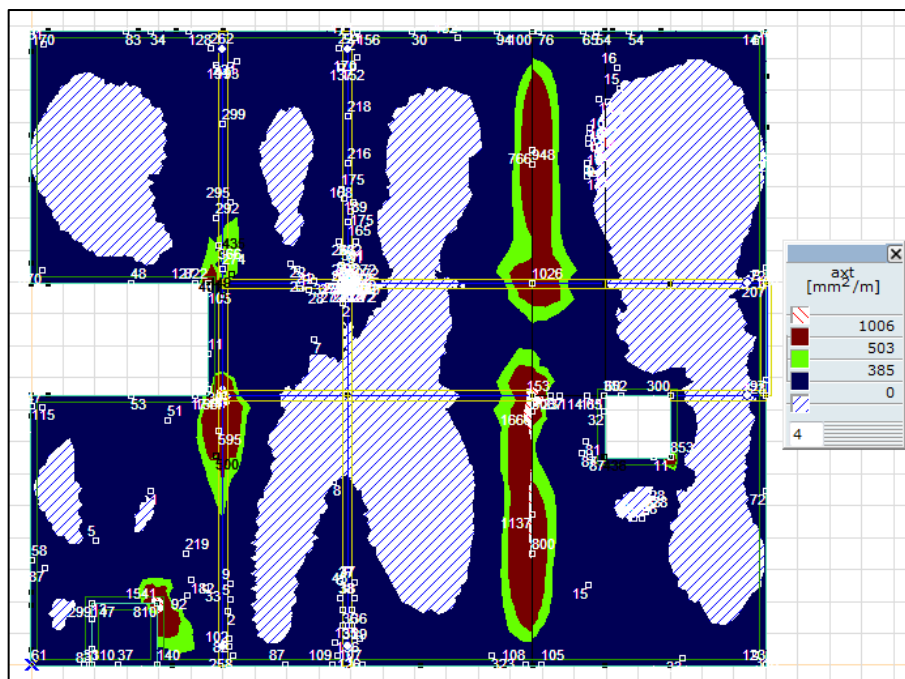
Potrebna količina armature  $a_{sx,b}$ :



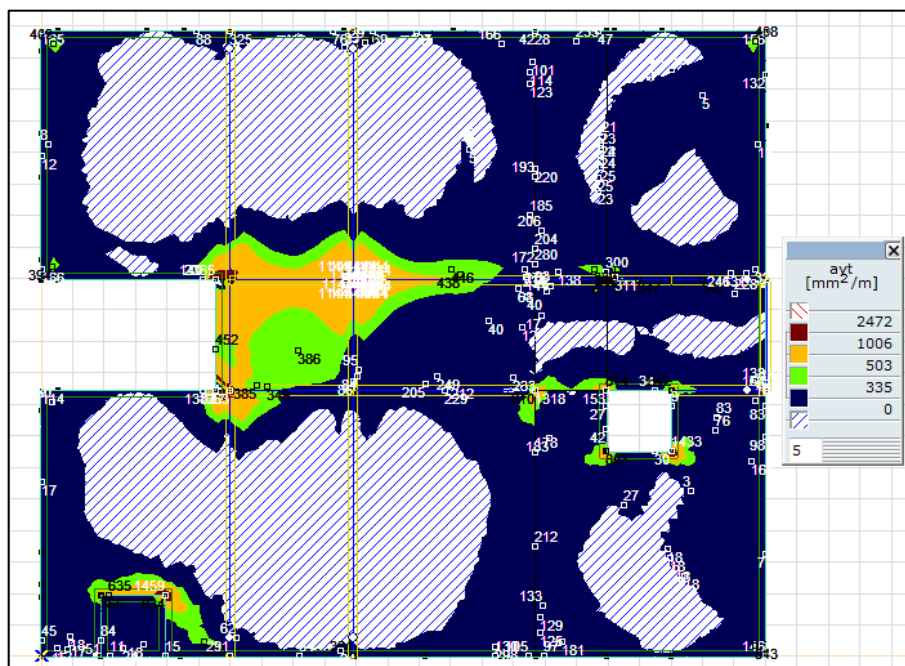
Potrebna količina armature  $a_{sy,b}$ :



Potrebna količina armature  $a_{sx,t}$ :

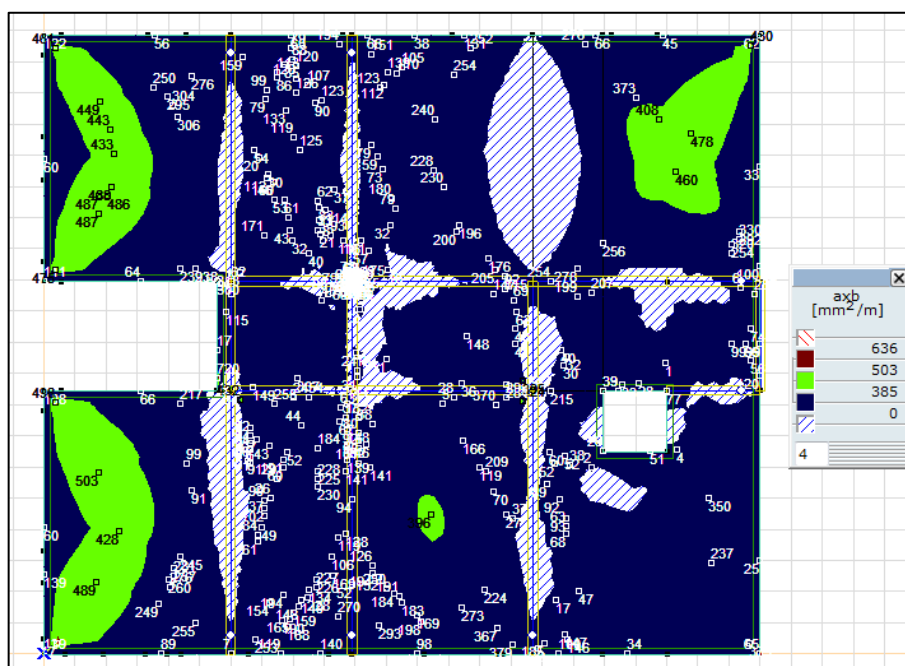


Potrebna količina armature  $a_{sy,t}$ :

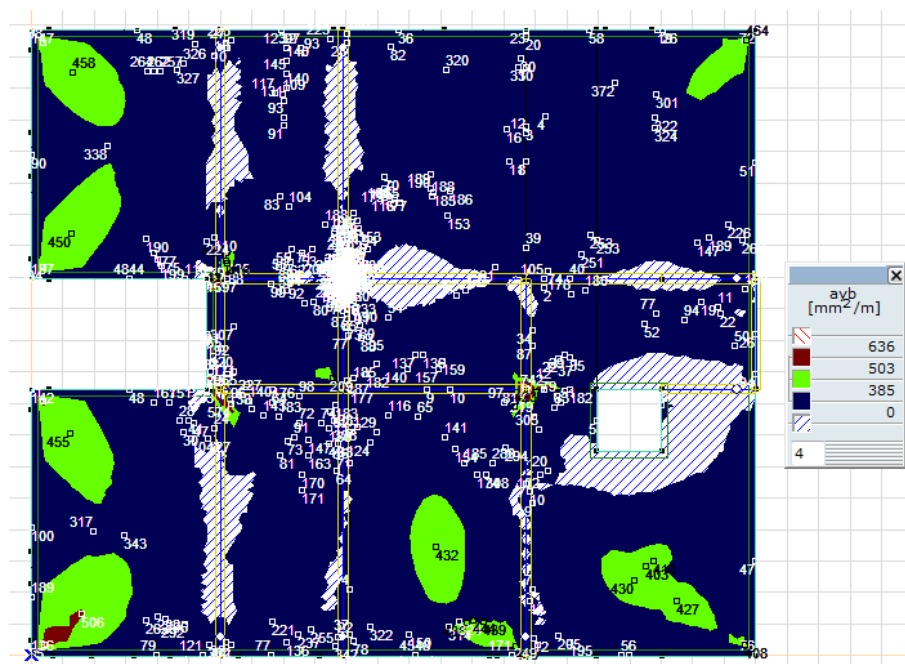


### 3.1.3 DIMENZIONIRANJE PLOŠČE NAD NADSTROPJEM

Potrebna količina armature  $a_{sx,b}$ :

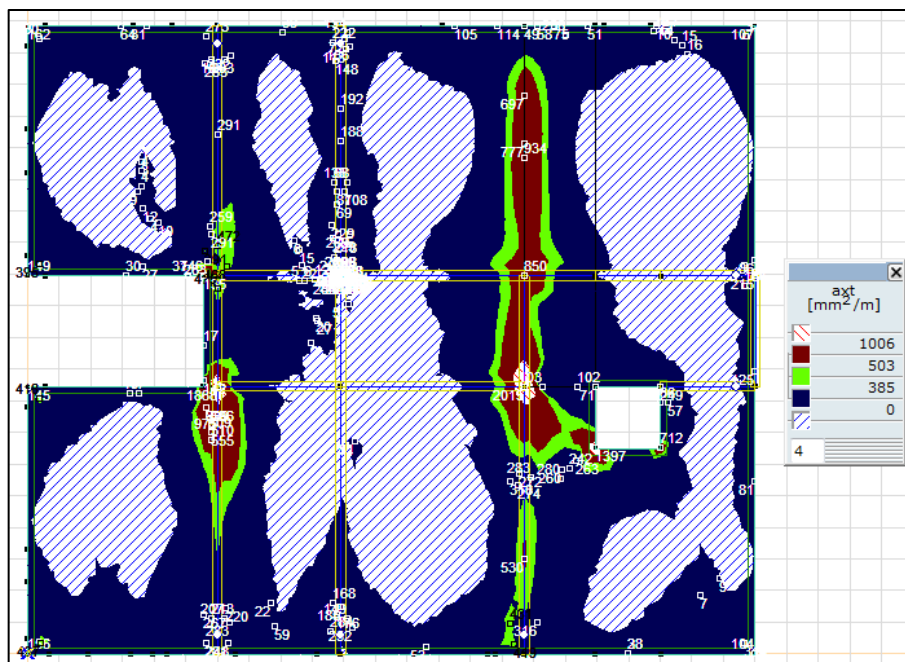


Potrebna količina armature  $a_{sy,b}$ :

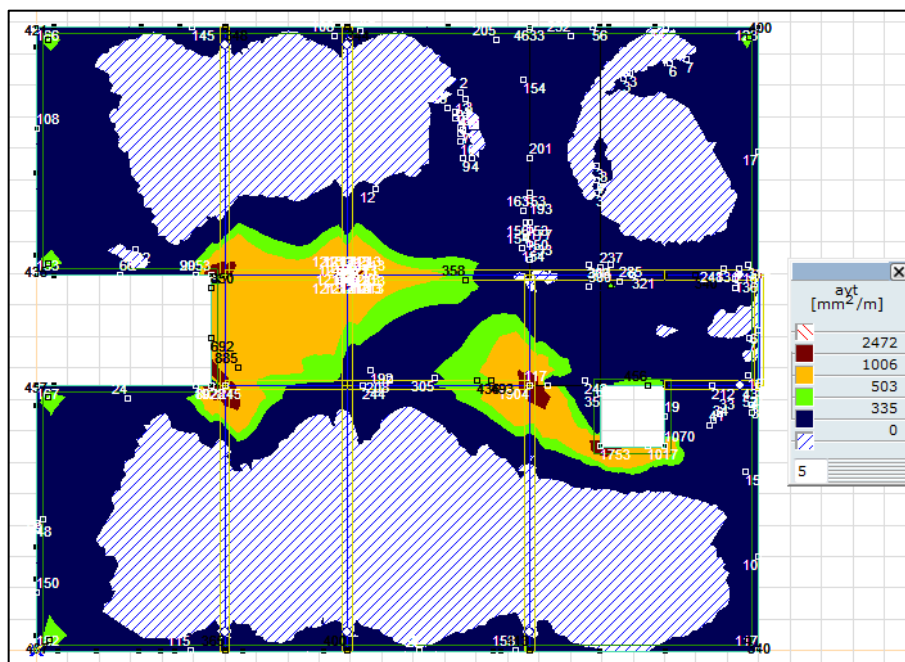




Potrebna količina armature  $a_{sy,t}$ :



Potrebna količina armature  $a_{sy,t}$ :

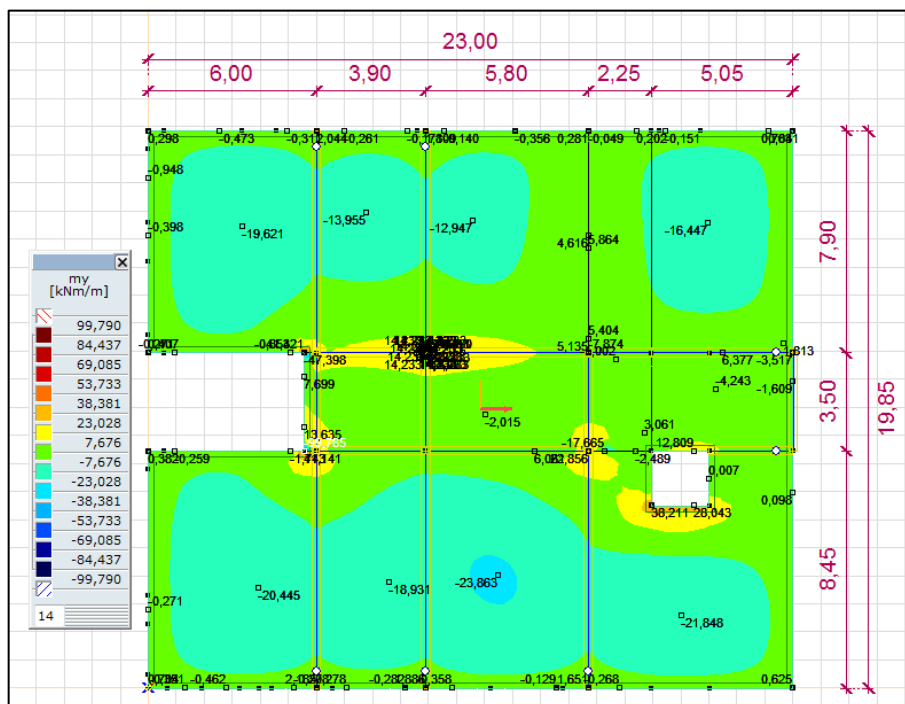


## 3.2 ANALIZA MSU

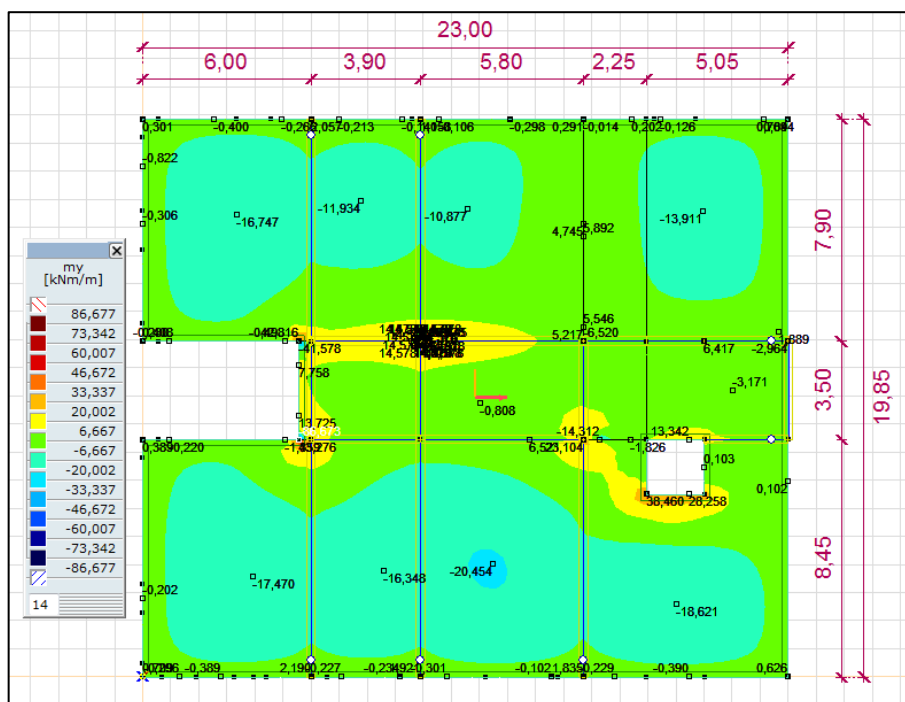
### 3.2.1 OMEJITVE NAPETOSTI

Kontrola omejitev napetosti je izvedena za polje najbolj obremenjenega področja plošče mansarde.

Negativni momenti nad podporami oz. nosilci so manjši od tistih v polju, torej kontrola ni potrebna.



Slika 49: myy: Karakteristična kombinacija vplivov



Slika 50: myy: navidezno stalna kombinacija vplivov

#### OMEJITVE NAPETOSTI

$\sigma_c < 0,6 f_{ck}$	<i>karakteristična kombinacija vplivov</i>
$\sigma_c < 0,45 f_{ck}$	<i>navidezno stalna kombinacija vplivov</i>
$\sigma_s < 0,8 f_{yk}$	<i>karakteristična kombinacija vplivov</i>

#### IZRAČUN NAPETOSTI ZA PRAVOKOTNI PREREZ IN ČISTI UPOGIB

Kombinacija vplivov	$M_{Ed}$ (kNcm)	b (cm)	d (cm)	$a'$ (cm)	$E_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$E_{cm}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\alpha_e$	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )	x (cm)	$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kN/cm <sup>2</sup> )
Karakteristična	2387	100	17	3	20000	3300	6,06	5,03	0	2,9	29,6	1,0
Navidezno stalna	2050										25,4	0,9

#### KONTROLA NAPETOSTI

Kombinacija vplivov	$M_{Ed}$ (kNcm)	$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\sigma_{s,max}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{c,max}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	Kontrola
Karakteristična	2387	29,62	1,02	3,5	50	40	2,10	OK
Navidezno stalna	2050	25,43	0,87			/	1,58	OK

### 3.2.2 OMEJITEV RAZPOK

#### IZRAČUN ŠIRINE RAZPOK

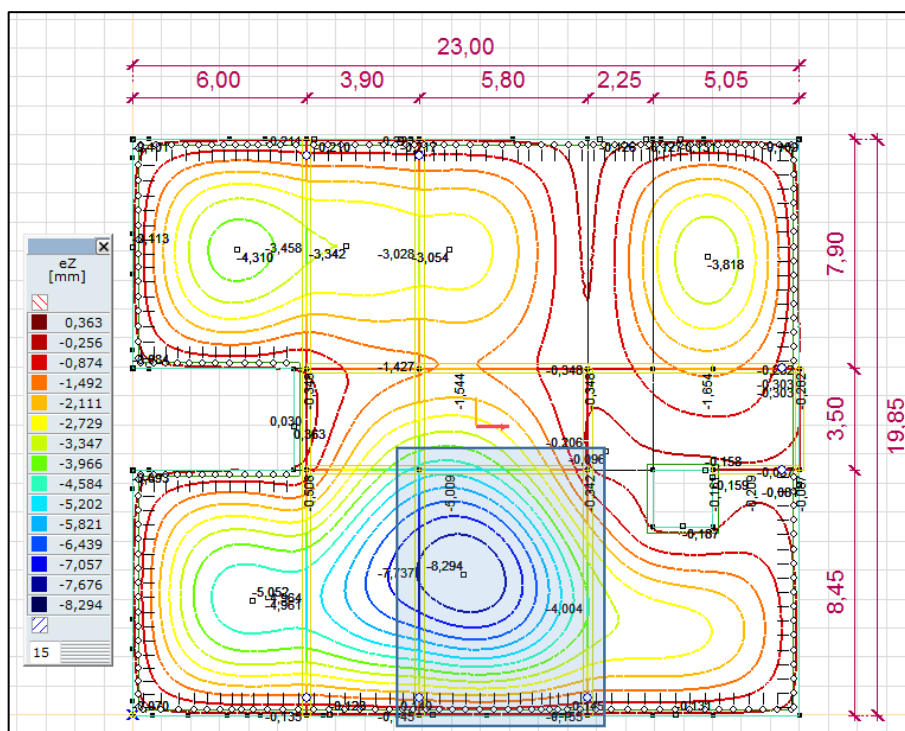
Količina	Vrednost	Opis in točka v SIST EN 1992-1-1 2005
$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	25,4	napetost v natezni armaturi
$\alpha_e$	6,06	$E_s / E_{cm}$
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	5,03	prerez jekla za armiranje; T. 6.8.2 (2)P
$A_p'$ (cm <sup>2</sup> )	0	prerez kablov za prednapenjanje; T. 6.8.2 (2)P
$\xi$	0	preglednica 6.2; T. 6.8.2 (2)P
$\varphi_s$ (mm)	10	največji premer armature; T. 6.8.2 (2)P
$\varphi_p$ (mm)	0	premer ali nadomestni premer jekla za armiranje; T. 6.8.2 (2)P
$\xi_1$	0	prirejeno razmerje spr. trdnosti; T. 7.3.2 (3)
$\rho_{p,eff}$	0,009	$(A_s + \xi_{12} A_p') / A_c, eff$ ; T. 7.3.4 (2)
$k_t$	0,4	0,6 za kratkotrajno in 0,4 za dolgotrajno obtežbo; T. 7.3.4 (2)
$d$ (cm)	17	statična višina
$h$ (cm)	20	višina nosilca
$h_{c, eff}$ (cm)	5,7	$\min(2,5(h-d); (h-x); h/2)$ ; T. 7.3.2 (3)
$b_w$ (cm)	100	širina nateznega dela
$f_{ct,eff}$ (cm)	0,29	natezna trdnost betona ob nastanku prve razpoke
$A_{c, eff} = b_w h_{c, eff}$ (cm <sup>2</sup> )	569,0333073	učinkoviti del bet. prereza v natezni coni; T. 7.3.2 (3)
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000763	T. 7.3.4 (1)
$c$ (mm)	25,0	krovni sloj; T. 7.3.4 (3)
$k_1$	0,8	pogoji sidranja (0,8, reb. arm.; 1,6 prednap. kabli; T. 7.3.4 (3)
$k_2$	0,5	0,5 za čisti upogib; 1,0 za čisti nateg; T. 7.3.4 (3)
$a$ (mm)	100,0	razdalja med arm. palicami
$s_{r, max}$ (mm)	277	največja medsebojna oddaljenost razpok; T. 7.3.4 (3)
$w_k = s_{e, max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$	0,21	širina razpoke; T. 7.3.4 (1)
$w_{max}$ (mm)	0,4	maksimalna širina razpok; T. 7.3.1. (5)
Kontrola	OK	Računska širina razpok je v dovoljenih mejah

### 3.2.3 OMEJITEV POVESOV

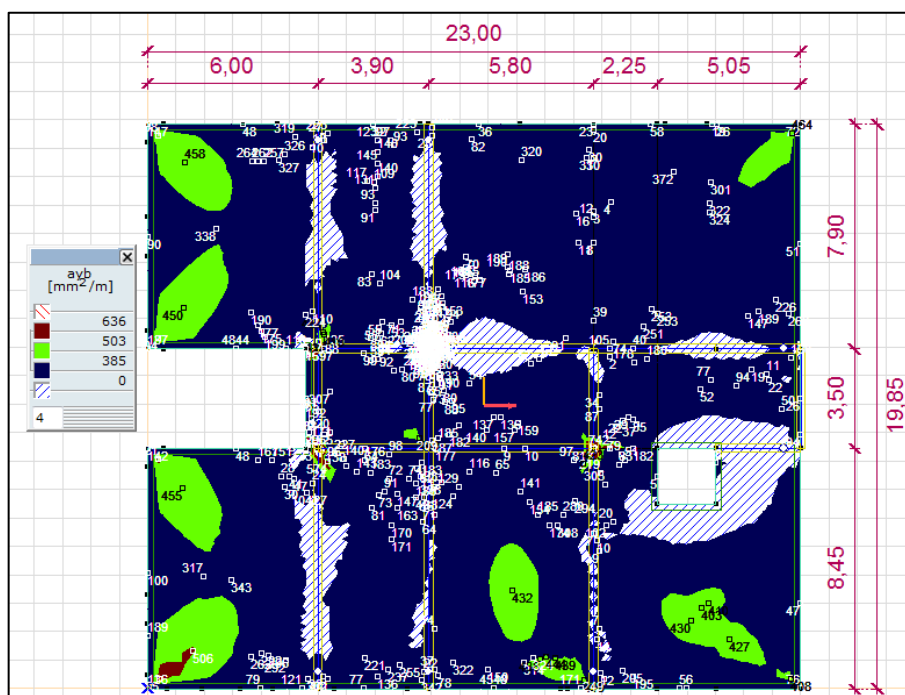
Analizo povesov plošče je izvedena z omejitvijo razmerja med statično višino in razpetino, pri katerem račun povesov ni potreben. Kontrola je narejena za ploščo mansarde, kjer so absolutni povesi največji.

Za potrebe izračuna je izbrano polje plošče, v katerem je za prevzem momentov potrebna največja armatura.

Za smer prenosa obtežbe je izbran daljši razpon, saj je obremenitev v tej smeri največja.



Slika 51: Prikaz povesov plošče pri navidezno stalni kombinaciji vplivov, nerazpokan prerez



Slika 52: Potrebna armatura za prevzem projektnih momentov

## IZRAČUN NAPETOSTI ZA PRAVOKOTNI PREREZ IN ČISTI UPOGIB

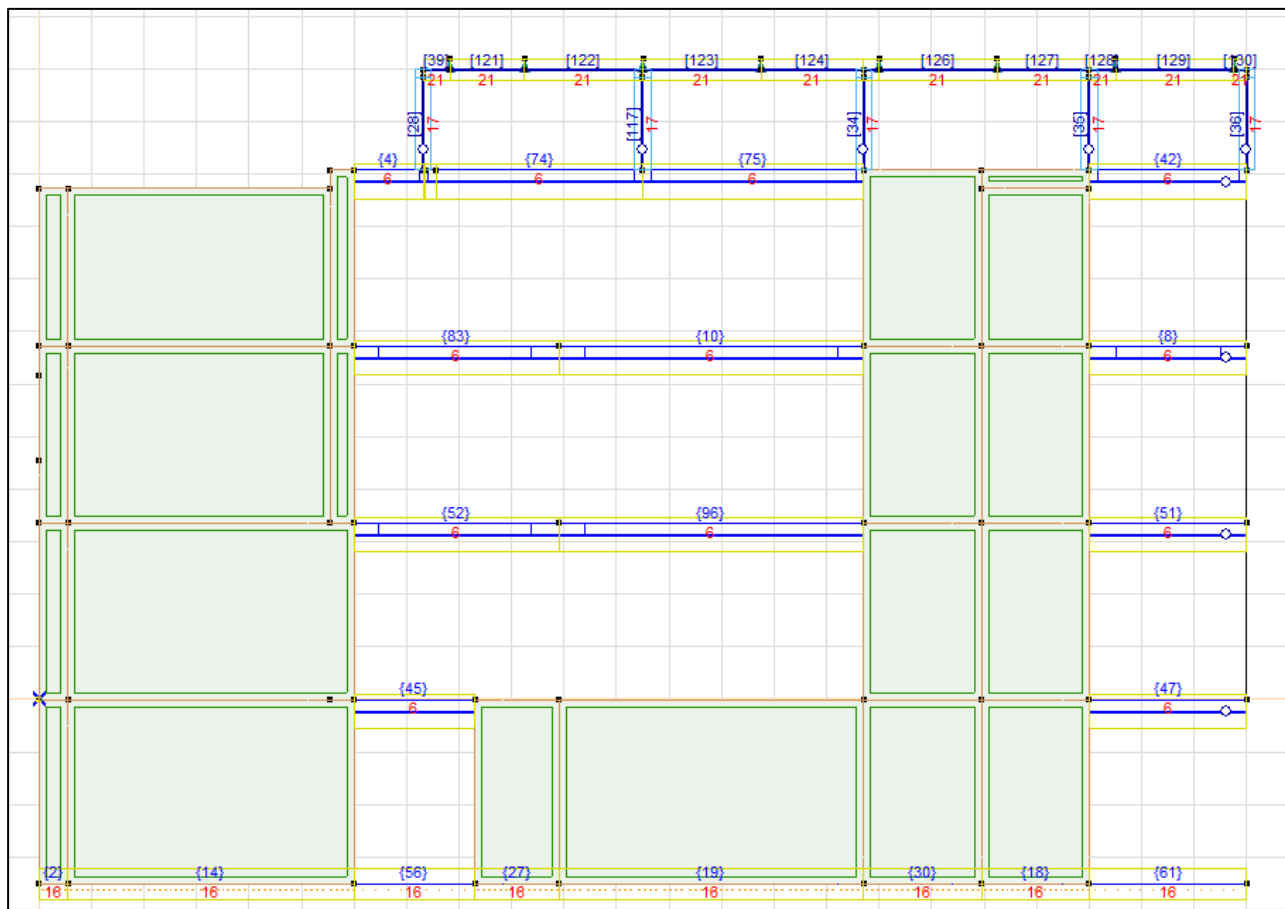
Kombinacija vplivov	$M_{Ed}$ (kNcm)	b (cm)	d (cm)	$a'$ (cm)	$E_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$E_{cm}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\alpha_e$	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )	x (cm)	$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kN/cm <sup>2</sup> )
Navidezno stalna	2050	100	17	3	20000	3300	6,06	5,03	0	2,9	25,4	0,9

RAČUN MEJNEGA RAZMERJA  $l/d$  ZA DOKAZ POVESOV

Količina	Vrednost	Opis in točka v SIST EN 1992-1-1 2005
$A_{s,req}$	4,32	zahtevana armatura za prevzem proj. mom
$bw$	100	
$beff$	100	
$d$	17	
$leff$	8,45	efektivna dolžina
$\rho$	0,0025	stopnja armiranja v natezni coni
$\rho'$	0	stopnja armiranja v tlačni coni
$f_{ck}$	30	karakteristična tlačna trdnost betona
$\rho_0$	0,0055	referenčno razmerje armiranja
$K$	1	
$l/d$	50,5	osnovno razmerje $l/d$
$\sigma_s$ (MPa)	25,4	napetost armature
$310/\sigma_s$	1,22	faktor korekcije napetosti v armaturi
faktor razmerja $beff/bw$	1,00	
faktor dolžine plošče	0,83	
$l/d$	51,0	Korigirano razmerje $l/d$
$leff/d_{dej}$	49,7	
Kontrola	OK	Račun povesov ni potreben.

## 4 ANALIZA OKVIRJEV

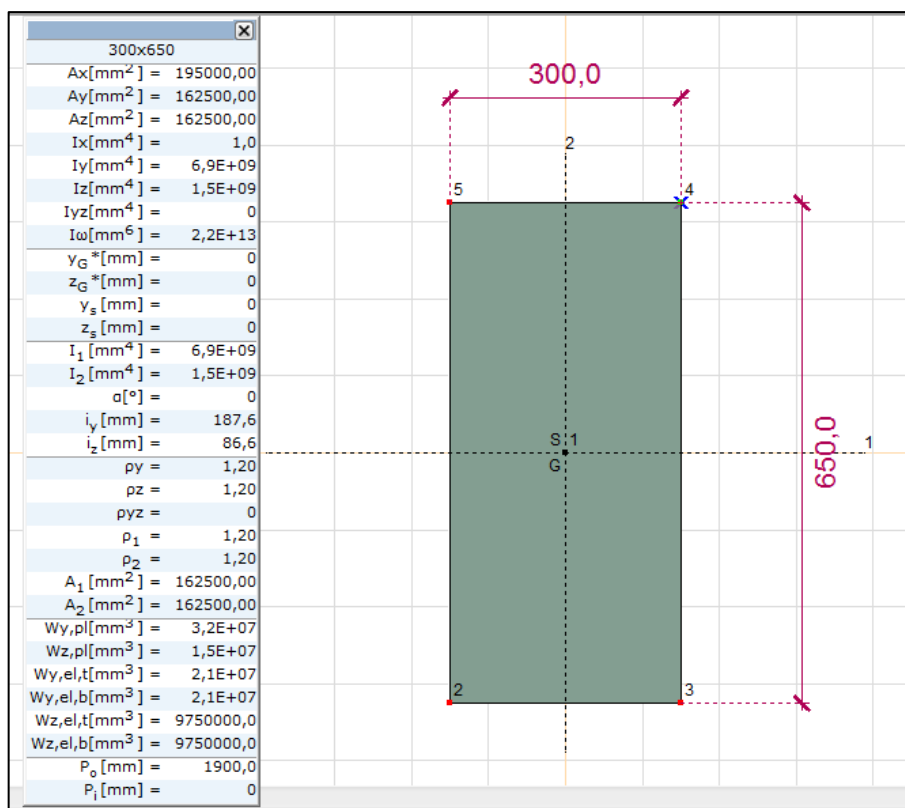
### 4.1 OS 2



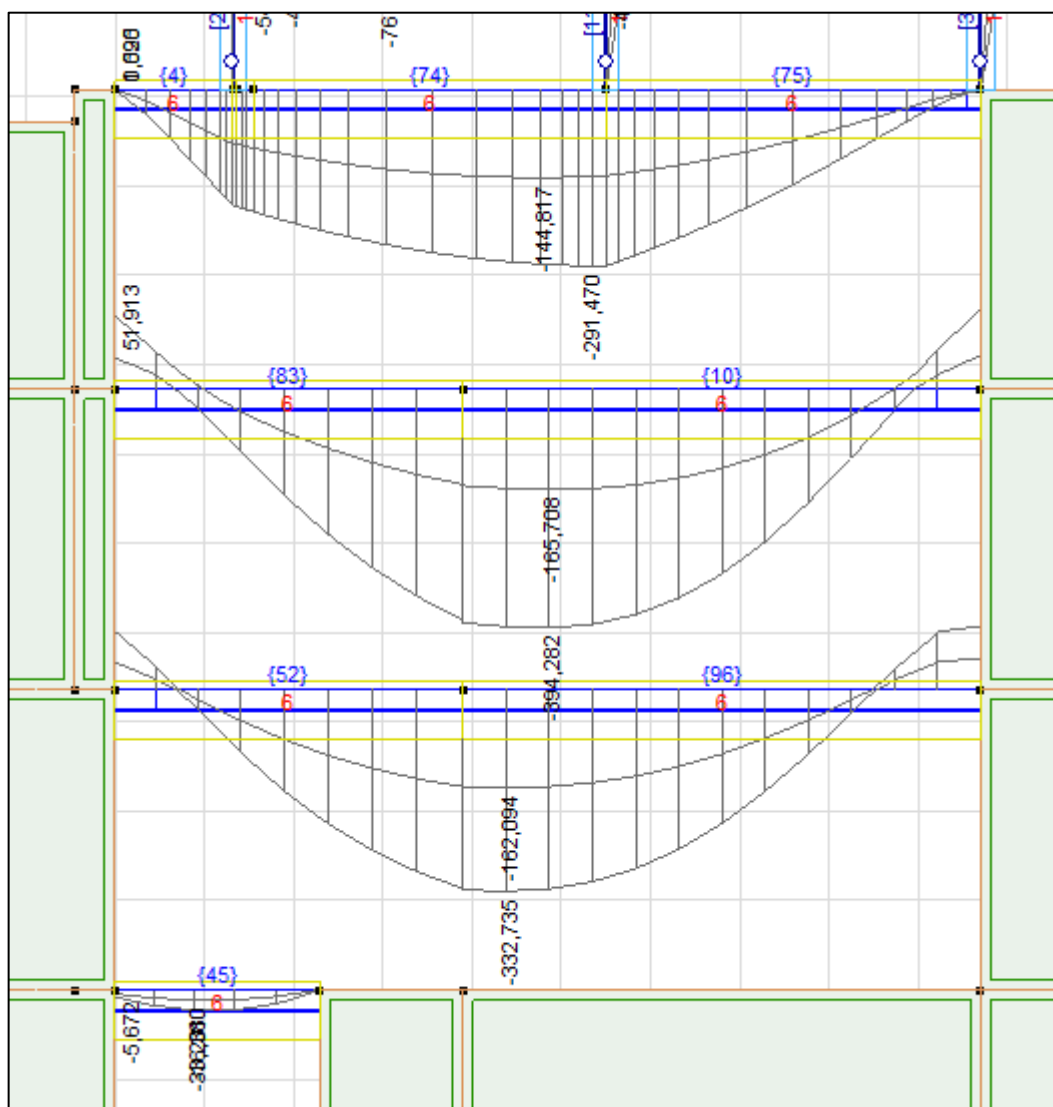
Slika 53: Os 2



#### 4.1.1 ANALIZA NOSILCEV 30/65 (CROSS SECTION 6)



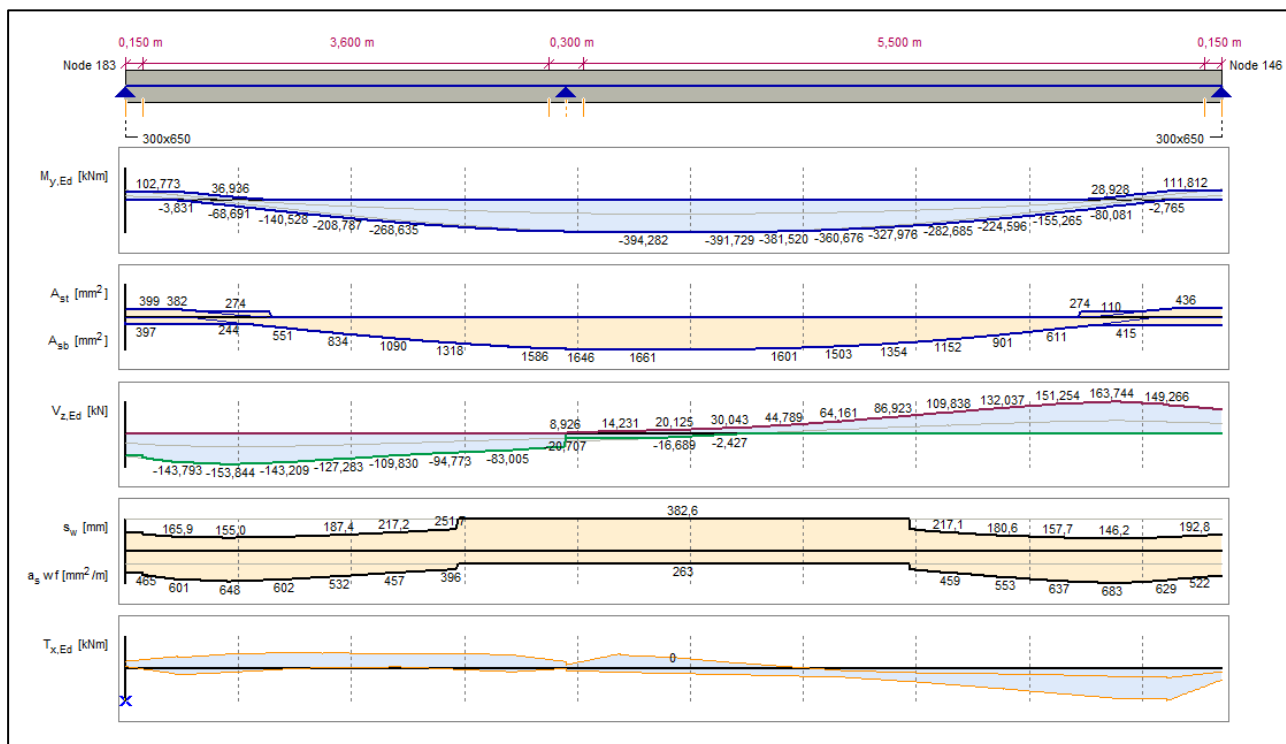
Slika 54: Prerez



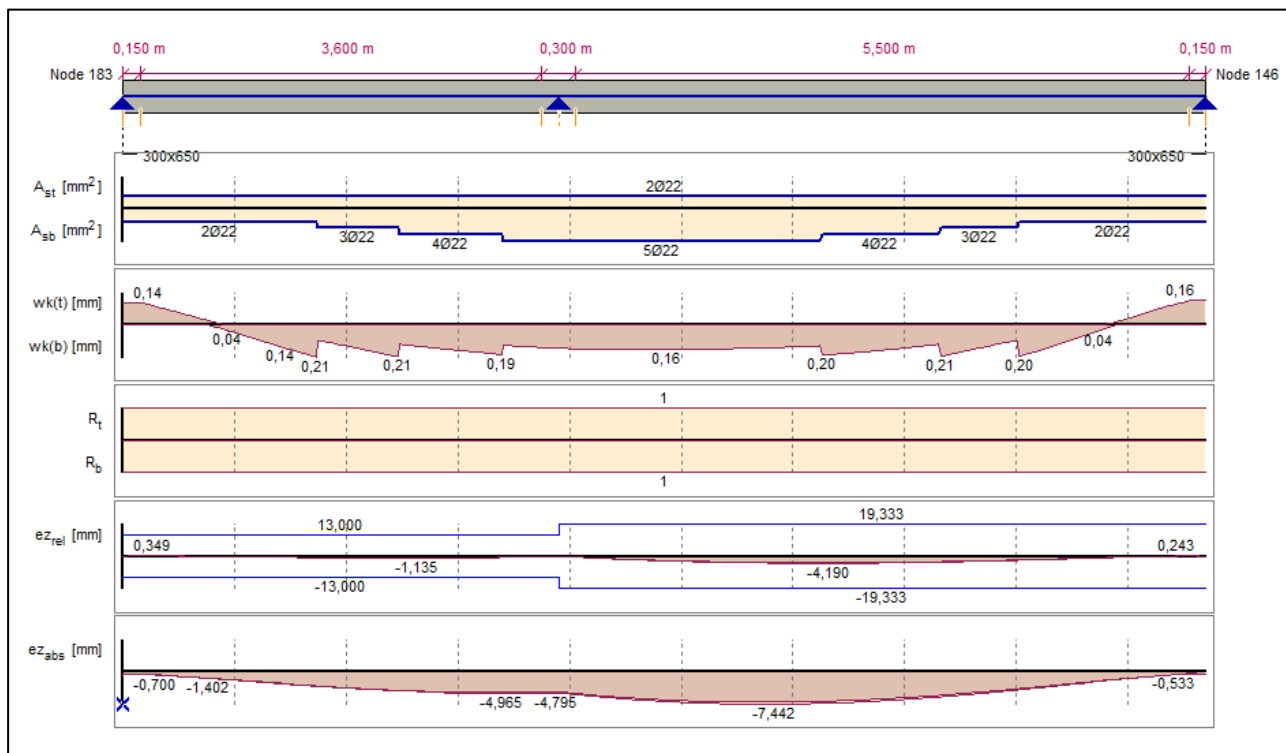
Slika 55: Upogibni momenti, MSN

Največje obremenitve se pojavijo v nosilcu plošče mansarde (št. 83 in 10). Nosilca v ostalih dveh etažah armiramo enako.

## ANALIZA MSN:



Slika 56: Merodajne obremenitve



Slika 57: Izbrana armatura

## ANALIZA MSU:

### Omejitev napetosti

OMEJITVE NAPETOSTI	
$\sigma_c < 0,6 f_{ck}$	karakteristična kombinacija vplivov
$\sigma_c < 0,45 f_{ck}$	navidezno stalna kombinacija vplivov
$\sigma_s < 0,8 f_{yk}$	karakteristična kombinacija vplivov

### IZRAČUN NAPETOSTI ZA PRAVOKOTNI PREREZ IN ČISTI UPOGIB

Kombinacija vplivov	$M_{Ed}$ (kNcm)	b (cm)	d (cm)	a' (cm)	$E_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$E_{cm}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\alpha_e$	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )	x (cm)	$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kN/cm <sup>2</sup> )
Karakteristična	28121	30	60	5	20000	3300	6,06	22,80	0	19,4	23,0	1,8
Navidezno stalna	24222										19,8	1,6

### KONTROLA NAPETOSTI

Kombinacija vplivov	$M_{Ed}$ (kNcm)	$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\sigma_{s,max}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{c,max}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	Kontrola
Karakteristična	28121	23,03	1,81	3,5	50	40	2,10	OK
Navidezno stalna	24222	19,84	1,56			/	1,58	OK

### Račun širine razpok

#### IZRAČUN ŠIRINE RAZPOK

Količina	Vrednost	Opis in točka v SIST EN 1992-1-1 2005
$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	19,8	napetost v natezni armaturi
$\alpha_e$	6,06	$E_s / E_{cm}$
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	22,80	prerez jekla za armiranje; T. 6.8.2 (2)P
$A_p'$ (cm <sup>2</sup> )	0	prerez kablov za prednapenjanje; T. 6.8.2 (2)P
$\xi$	0	preglednica 6.2; T. 6.8.2 (2)P
$\varphi_s$ (mm)	22	največji premer armature; T. 6.8.2 (2)P
$\varphi_p$ (mm)	0	premer ali nadomestni premer jekla za armiranje; T. 6.8.2 (2)P
$\xi_1$	0	prirejeno razmerje spr. trdnosti; T. 7.3.2 (3)
$\rho_{p,eff}$	0,061	$(A_s + \xi_{12} A_p') / A_c, eff$ ; T. 7.3.4 (2)
$k_t$	0,4	0,6 za kratkotrajno in 0,4 za dolgotrajno obtežbo; T. 7.3.4 (2)
d (cm)	60	statična višina
h (cm)	65	višina nosilca
$h_{c, eff}$ (cm)	12,5	min (2,5(h-d); (h-x); h/2); T. 7.3.2 (3)

$b_w$ (cm)	30	širina nateznega dela
$f_{ct,eff}$ (cm)	0,29	natezna trdnost betona ob nastanku prve razpoke
$A_{c, eff} = b_w h_{c, eff}$ (cm <sup>2</sup> )	375	učinkoviti del bet. prereza v natezni coni; T. 7.3.2 (3)
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000861	T. 7.3.4 (1)
$c$ (mm)	30,0	krovni sloj; T. 7.3.4 (3)
$k_1$	0,8	pogoji sidranja (0,8, reb. arm.; 1,6 prednap. kabli; T. 7.3.4 (3)
$k_2$	0,5	0,5 za čisti upogib; 1,0 za čisti nateg; T. 7.3.4 (3)
$a$ (mm)	100,0	razdalja med arm. palicami
$s_{r, max}$ (mm)	164	največja medsebojna oddaljenost razpok; T. 7.3.4 (3)
$w_k = s_{e, max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{sm})$	0,14	širina razpoke; T. 7.3.4 (1)
$w_{max}$ (mm)	0,3	maksimalna širina razpok; T. 7.3.1. (5)
Kontrola	OK	Računska širina razpok je v dovoljenih mejah

### Omejitev povesov

#### RAČUN MEJNEGA RAZMERJA I/d ZA DOKAZ POVESOV

Količina	Vrednost	Opis in točka v SIST EN 1992-1-1 2005
$A_{s, req}$	19,0	zahtevana armatura za prevzem proj. mom
$b_w$	30	
$b_{eff}$	30	
$d$	60	
$l_{eff}$	9,7	efektivna dolžina
$\rho$	0,0106	stopnja armiranja v natezni coni
$\rho'$	0	stopnja armiranja v tlačni coni
$f_{ck}$	30	karakteristična tlačna trdnost betona
$\rho_0$	0,0055	referenčno razmerje armiranja
$K$	1	
$I/d$	15,3	osnovno razmerje I/d
$\sigma$ (MPa)	19,8	napetost armature
$310/\sigma$	1,56	faktor korekcije napetosti v armaturi
faktor razmerja $b_{eff}/b_w$	1,00	
faktor dolžine nosilca	0,72	
$I/d$	17,2	Korigirano razmerje I/d
$l_{eff}/d_{dej}$	16,2	
Kontrola	OK	Račun povesov ni potreben.

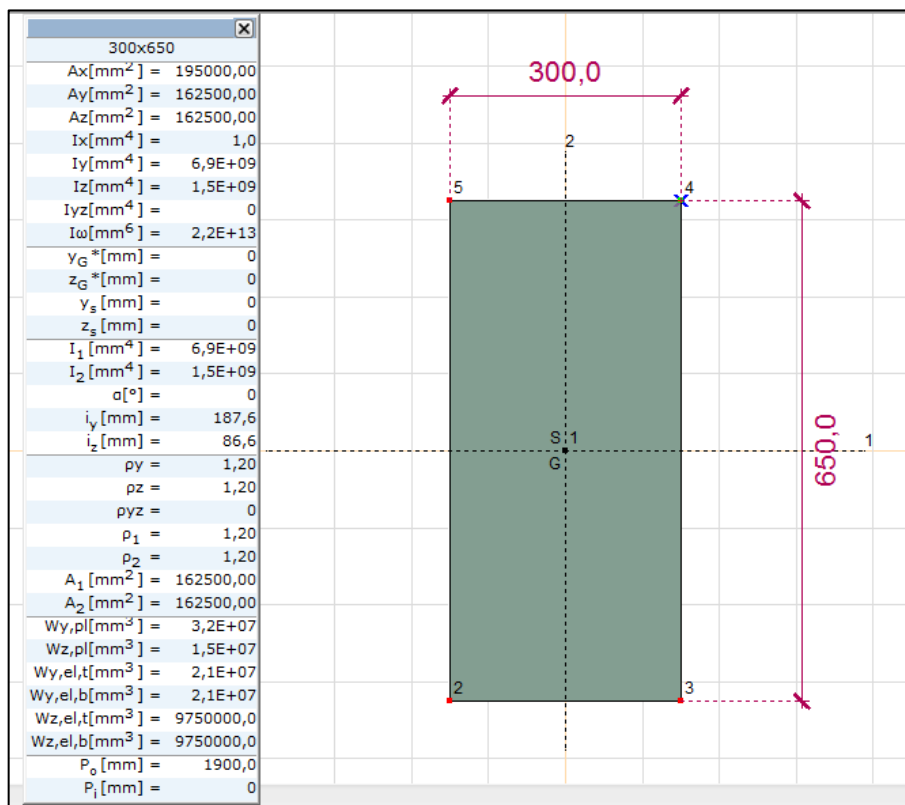
### Končna izbrana armatura:

Polje: 6 $\phi$ 22

Nad podporo: 3 $\phi$ 22

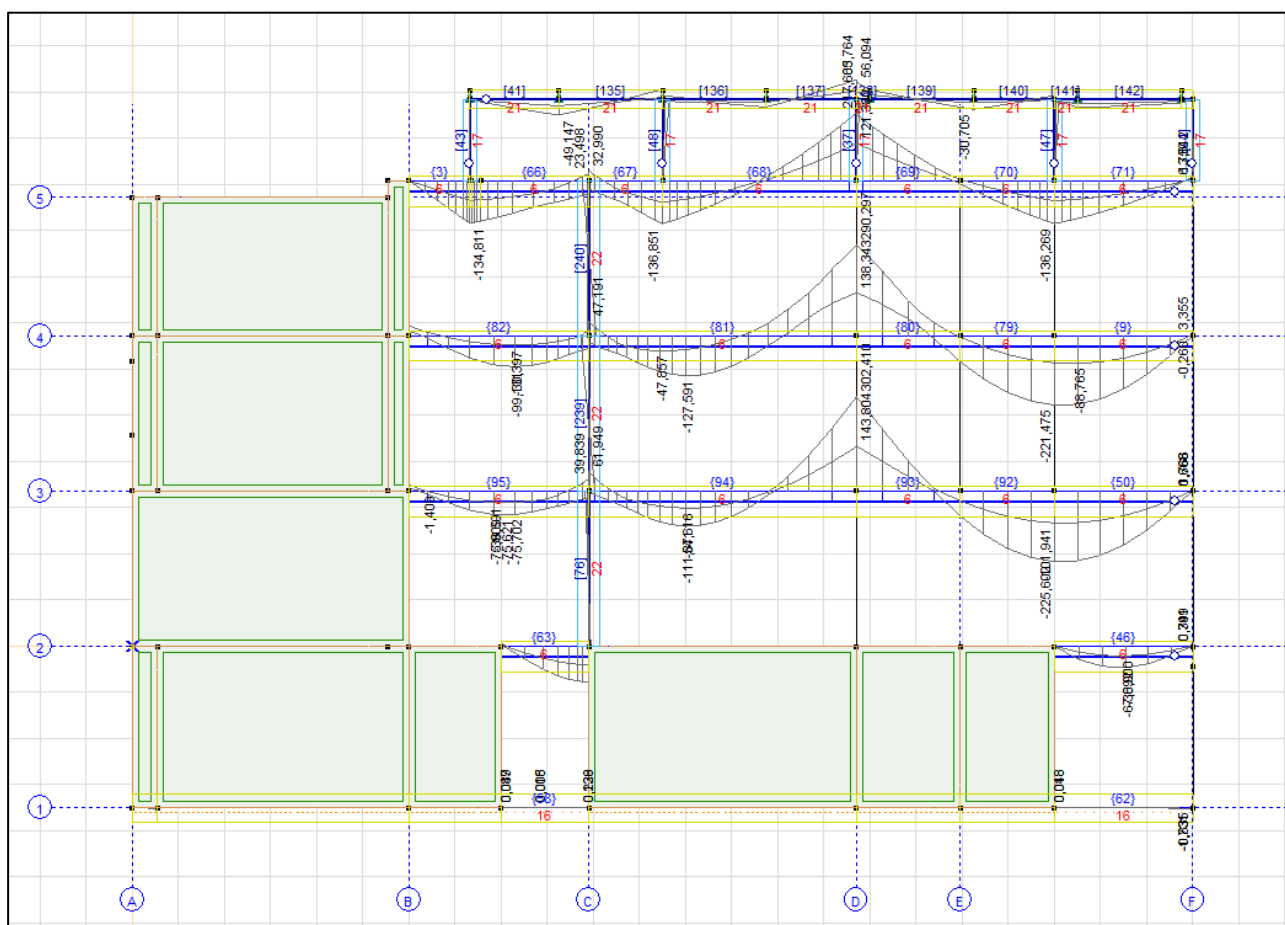
## OŠ Artiče

## 4.2.1 ANALIZA NOSILCEV 30/65 (CROSS SECTION 6)



Slika 59: Prerez



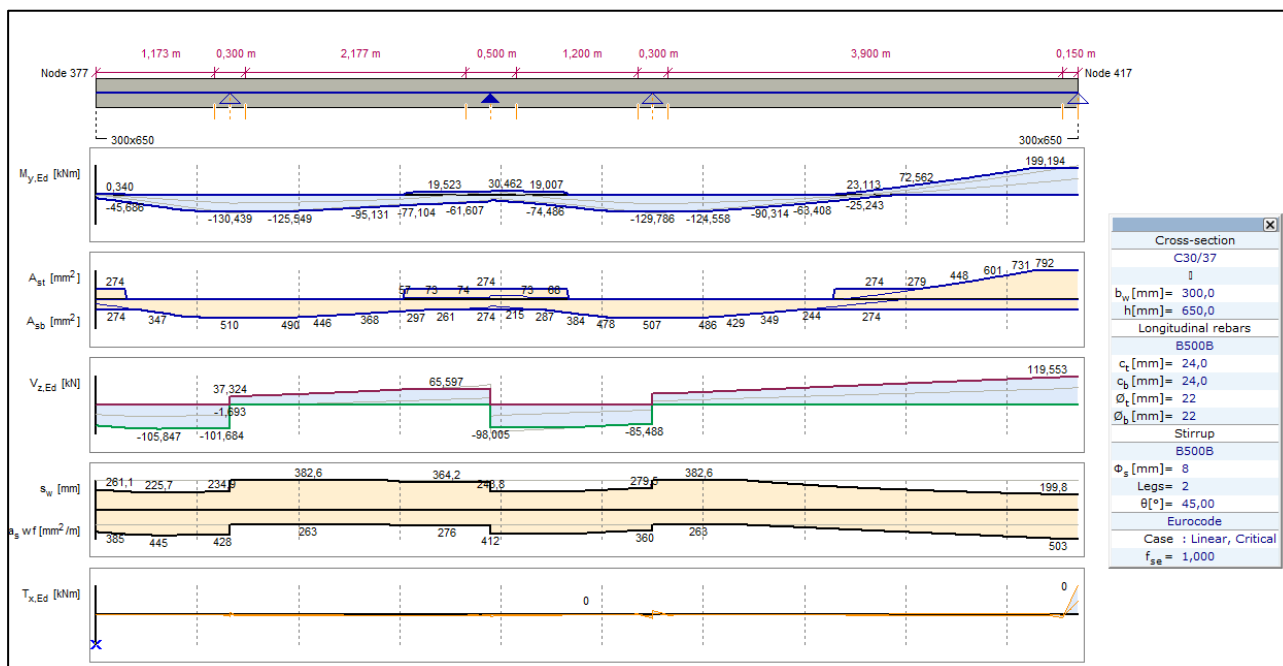


Slika 60: Merodajni upogibni momenti

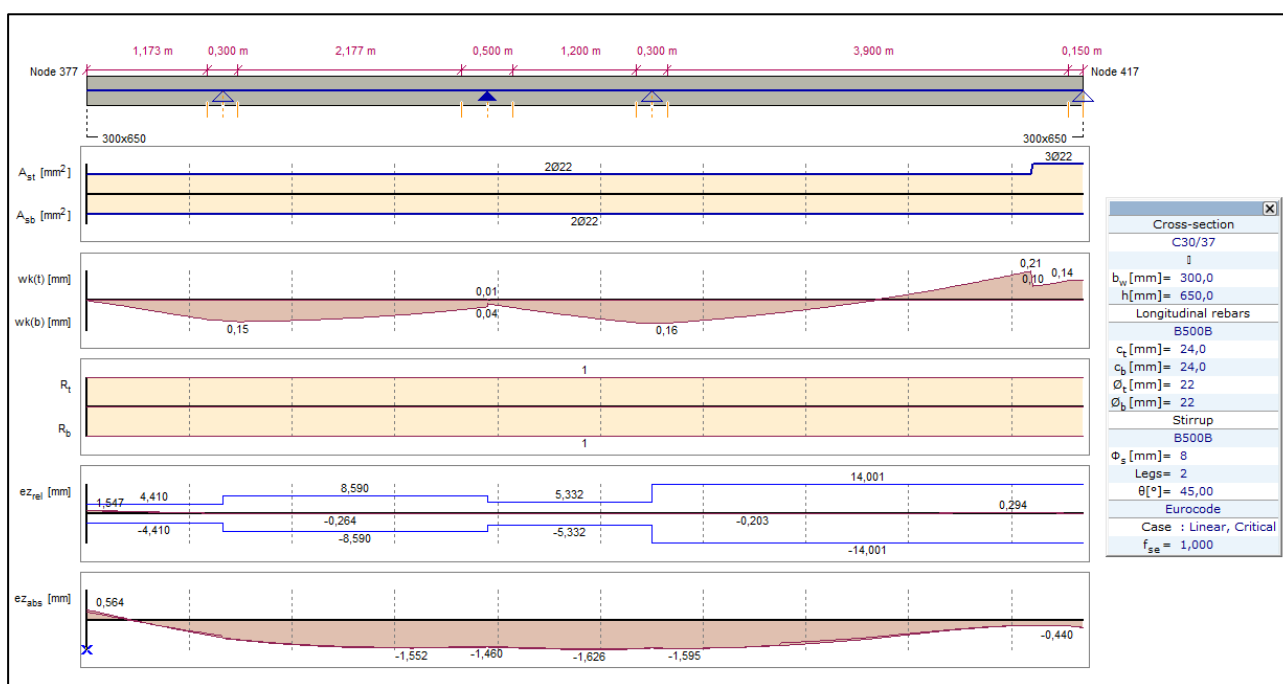
Merodajni upogibni momenti med osema B in D se pojavijo na nivoju 5, med osema D in F pa na nivoju 3 (plošča prvega nadstropja).

## ANALIZA MSN:

### Območje med osema B in D, nivo 5

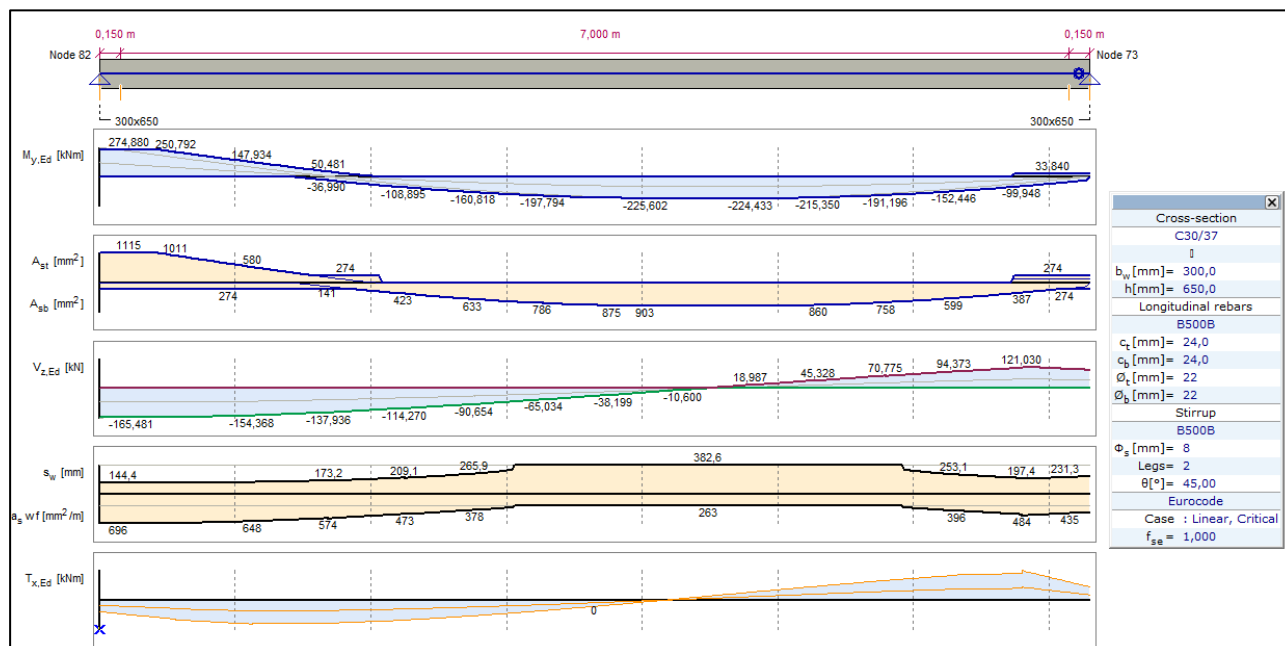


Slika 61: Merodajne obremenitve

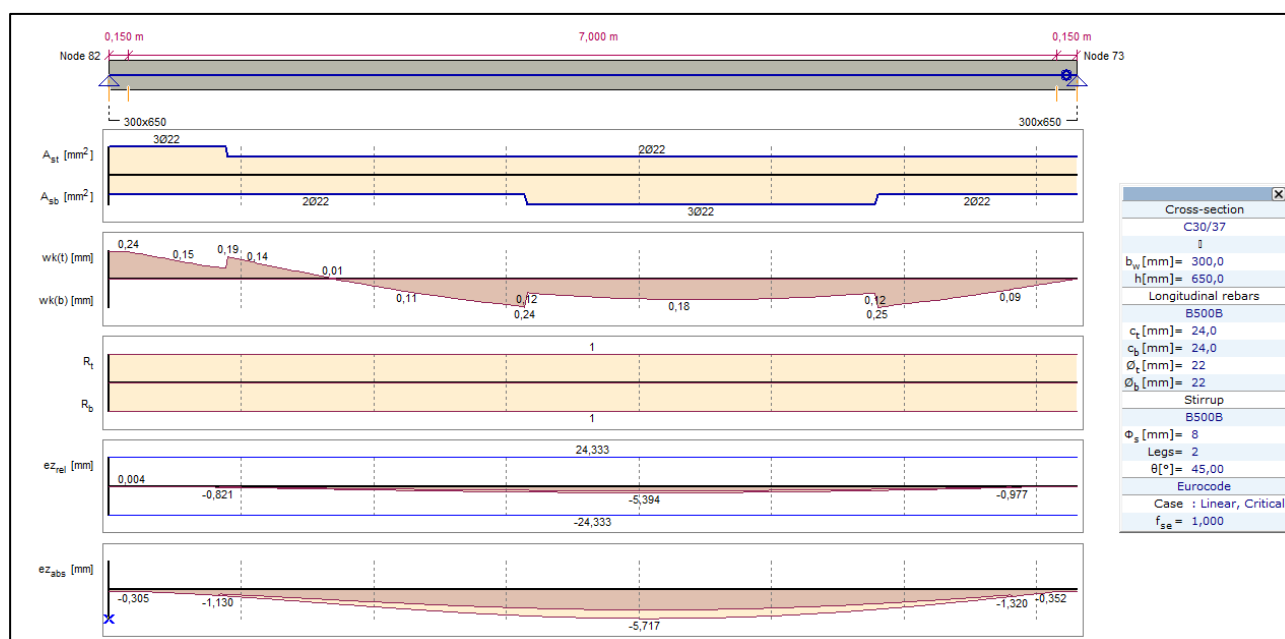


Slika 62: Izbrana armatura

## Območje med osema D in F, nivo 3



Slika 63: Merodajne obremenitve

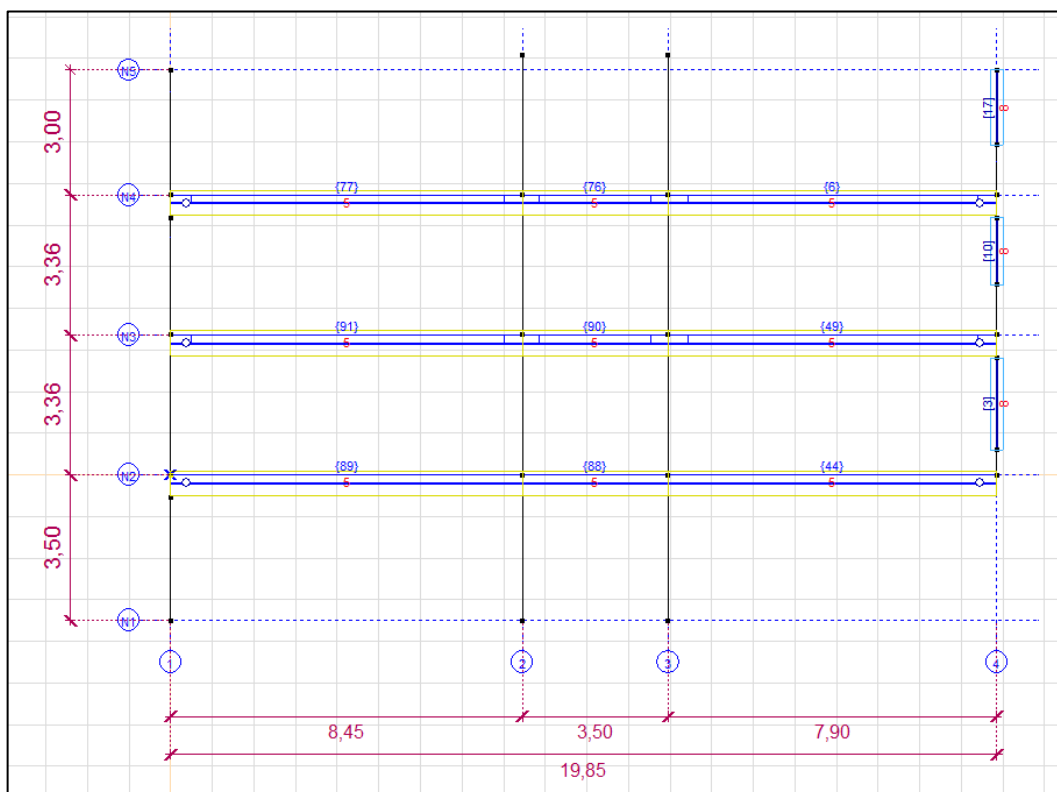


Slika 64: Izbrana armatura

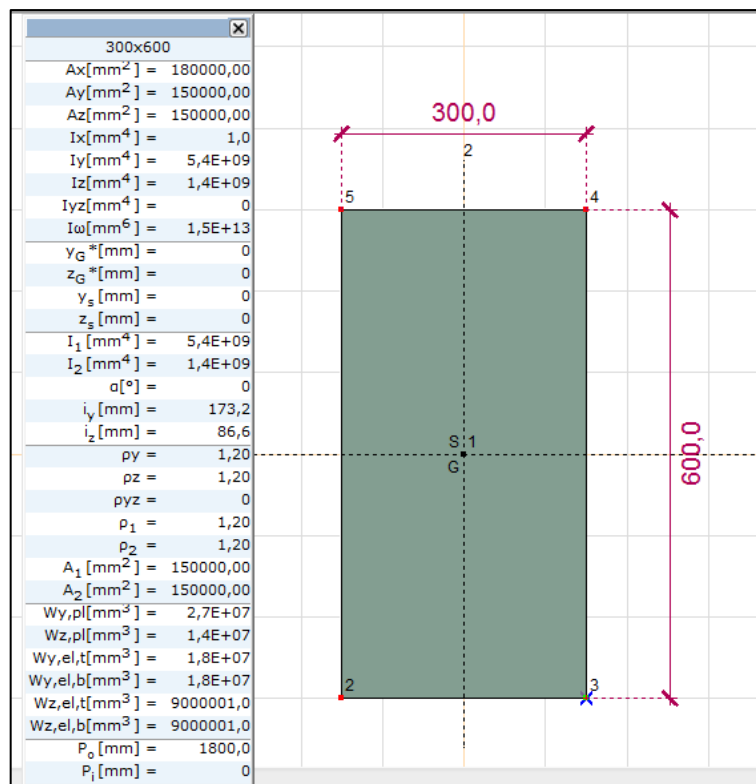
## ANALIZA MSU:

Obremenitve in razponi so manjši kot pri nosilcih v osi 2, zato zaključujem, da so povesi v dovoljenih mejah.

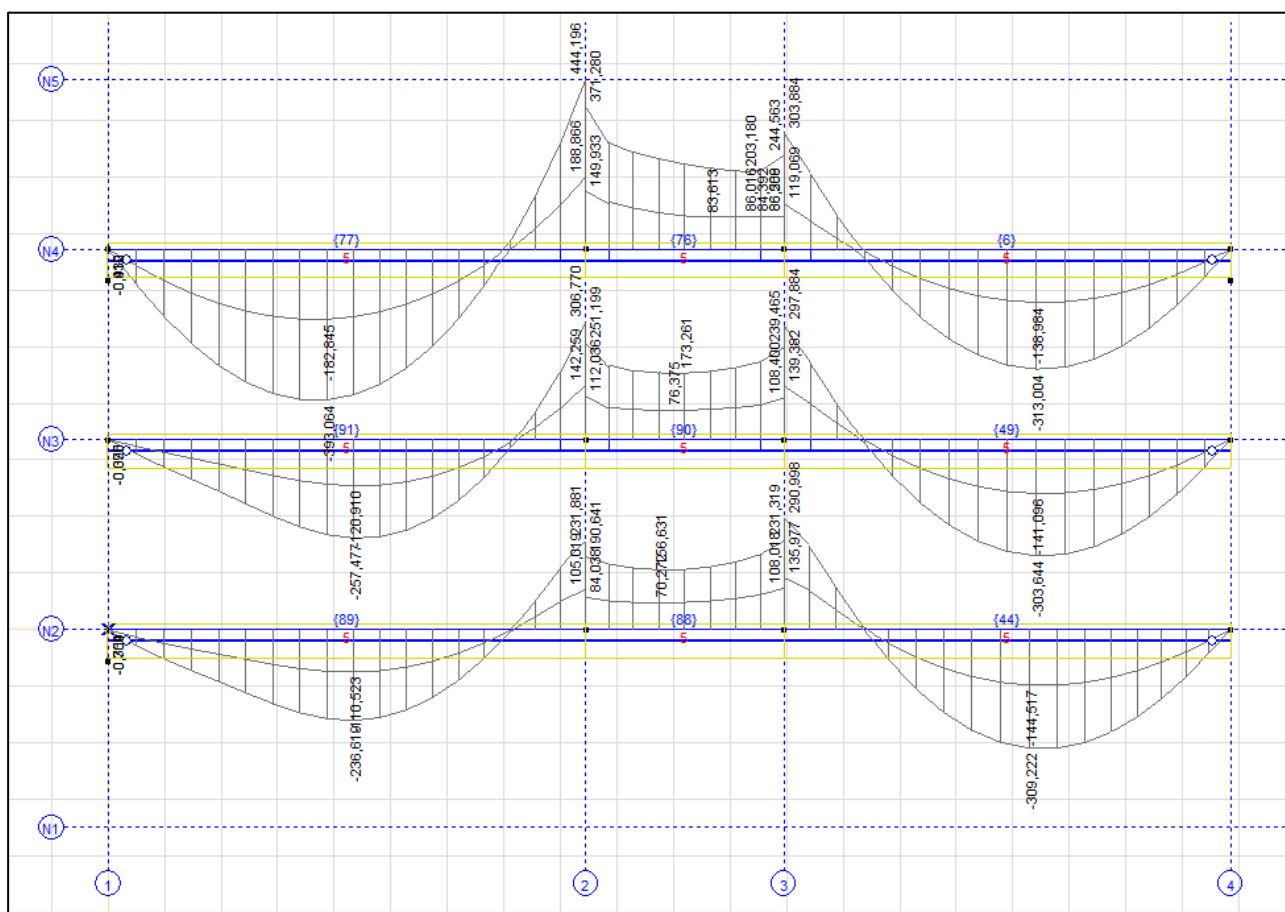
## 4.3 OS B



Slika 65: OS B



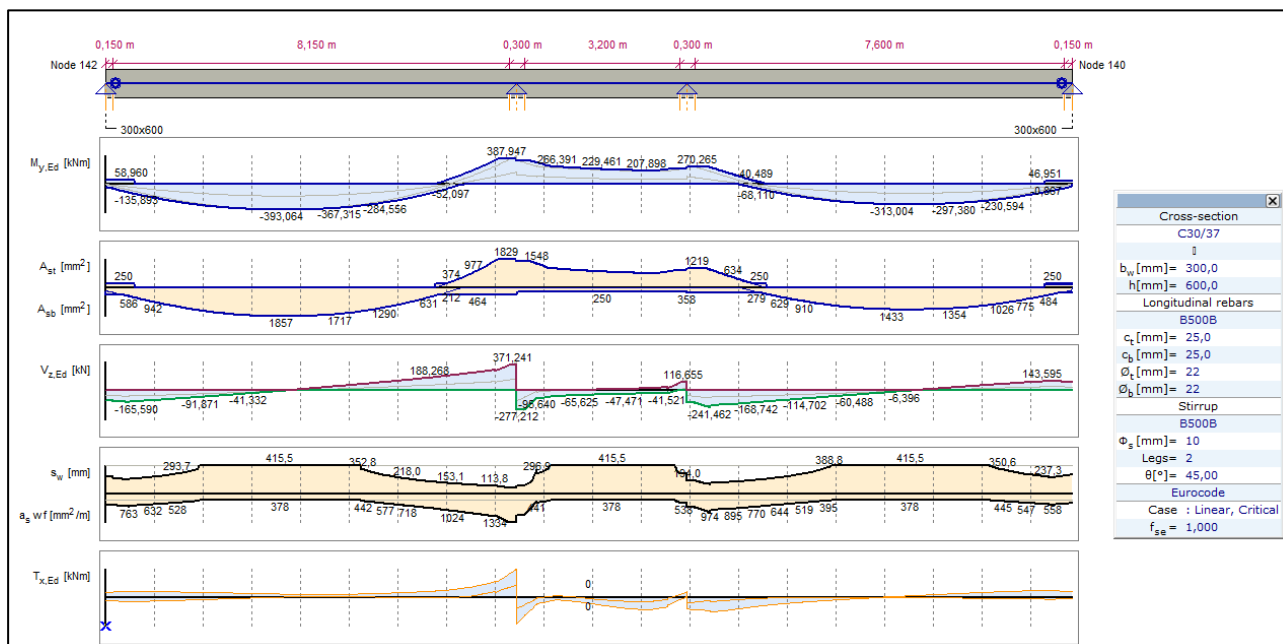
Slika 66: Nosilec 30/60 (cross section 5)



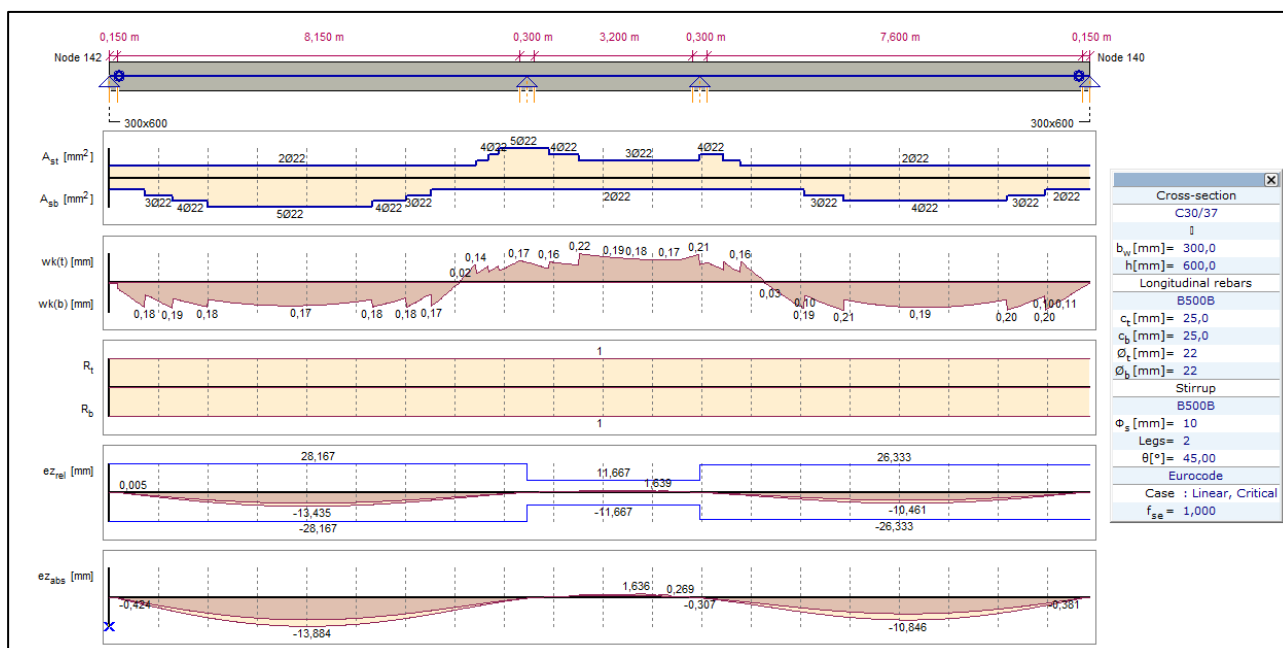
*Slika 67: Merodajne obremenitve*

Merodajne obremenitve se pojavijo v nosilcu na nivoju 4 (plošča mansarde).

## ANALIZA MSN:



Slika 68: Merodajne obremenitve



Slika 69: Potrebna armatura

## ANALIZA MSU:

### Omejitve napetosti

Kontrola omejitev napetosti je narejena za območje nad podporo. Kontrola se prvotno ni izšla.

Potrebno je povečati širino nosilcev iz  $b=30$  cm na  $b=40$  cm.

Natezna armatura nad podporo se poveča na  $7\phi 25$ .

Dodana je tlačna armatura, in sicer znaša  $4\phi 22$ .

OMEJITVE NAPETOSTI	
$\sigma_c < 0,6 f_{ck}$	<i>karakteristična kombinacija vplivov</i>
$\sigma_c < 0,45 f_{ck}$	<i>navidežno stalna kombinacija vplivov</i>
$\sigma_s < 0,8 f_{yk}$	<i>karakteristična kombinacija vplivov</i>

IZRAČUN NAPETOSTI ZA PRAVOKOTNI PREREZ IN ČISTI UPOGIB												
Kombinacija vplivov	$M_{Ed}$ (kNm)	b (cm)	d (cm)	a' (cm)	$E_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$E_{cm}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\alpha_e$	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )	x (cm)	$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kN/cm <sup>2</sup> )
Karakteristična	31645	40	56	4	20000	3300	6,06	29,45	15,2	17,0	21,3	1,5
Navidežno stalna	27124										18,3	1,3

KONTROLA NAPETOSTI								
Kombinacija vplivov	$M_{Ed}$ (kNm)	$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\sigma_{s,max}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{c,max}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	Kontrola
Karakteristična	31645	21,34	1,53	3	50	40	1,80	OK
Navidežno stalna	27124	18,29	1,31			/	1,35	OK



## Kontrola širine razpok

### IZRAČUN ŠIRINE RAZPOK

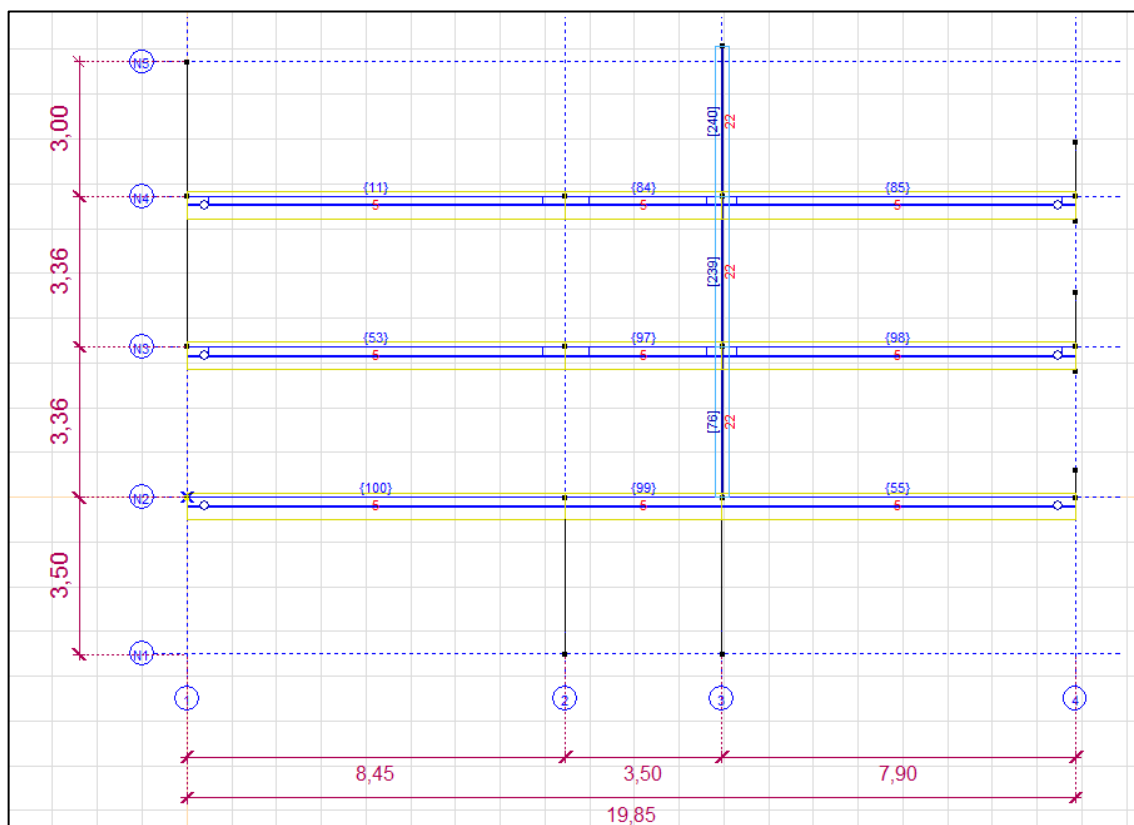
Količina	Vrednost	Opis in točka v SIST EN 1992-1-1 2005
$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	18,7	napetost v natezni armaturi
$\alpha_e$	6,06	$E_s / E_{cm}$
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	29,45	prezerek jekla za armiranje; T. 6.8.2 (2)P
$A_p'$ (cm <sup>2</sup> )	0	prezerek kablov za prednapenjanje; T. 6.8.2 (2)P
$\xi$	0	preglednica 6.2; T. 6.8.2 (2)P
$\varphi_s$ (mm)	25	največji premer armature; T. 6.8.2 (2)P
$\varphi_p$ (mm)	0	premer ali nadomestni premer jekla za armiranje; T. 6.8.2 (2)P
$\xi_1$	0	prirejeno razmerje spr. trdnosti; T. 7.3.2 (3)
$\rho_{p,eff}$	0,059	$(A_s + \xi_{12} A_p') / A_c, eff$ ; T. 7.3.4 (2)
$k_t$	0,4	0,6 za kratkotrajno in 0,4 za dolgotrajno obtežbo; T. 7.3.4 (2)
$d$ (cm)	55	statična višina
$h$ (cm)	60	višina nosilca
$h_{c,eff}$ (cm)	12,5	$\min(2,5(h-d); (h-x); h/2)$ ; T. 7.3.2 (3)
$b_w$ (cm)	40	širina nateznega dela
$f_{ct,eff}$ (cm)	0,29	natezna trdnost betona ob nastanku prve razpoke
$A_{c,eff} = b_w h_{c,eff}$ (cm <sup>2</sup> )	500	učinkoviti del bet. prereza v natezni coni; T. 7.3.2 (3)
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000799	T. 7.3.4 (1)
$c$ (mm)	30,0	krovni sloj; T. 7.3.4 (3)
$k_1$	0,8	pogoji sidranja (0,8, reb. arm.; 1,6 prednap. kabli; T. 7.3.4 (3)
$k_2$	0,5	0,5 za čisti upogib; 1,0 za čisti nateg; T. 7.3.4 (3)
$a$ (mm)	100,0	razdalja med arm. palicami
$s_{r,max}$ (mm)	174	največja medsebojna oddaljenost razpok; T. 7.3.4 (3)
$w_k = s_{e,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{sm})$	0,14	širina razpoke; T. 7.3.4 (1)
$w_{max}$ (mm)	0,3	maksimalna širina razpok; T. 7.3.1. (5)
Kontrola	OK	Računska širina razpok je v dovoljenih mejah

## Omejitev povесov

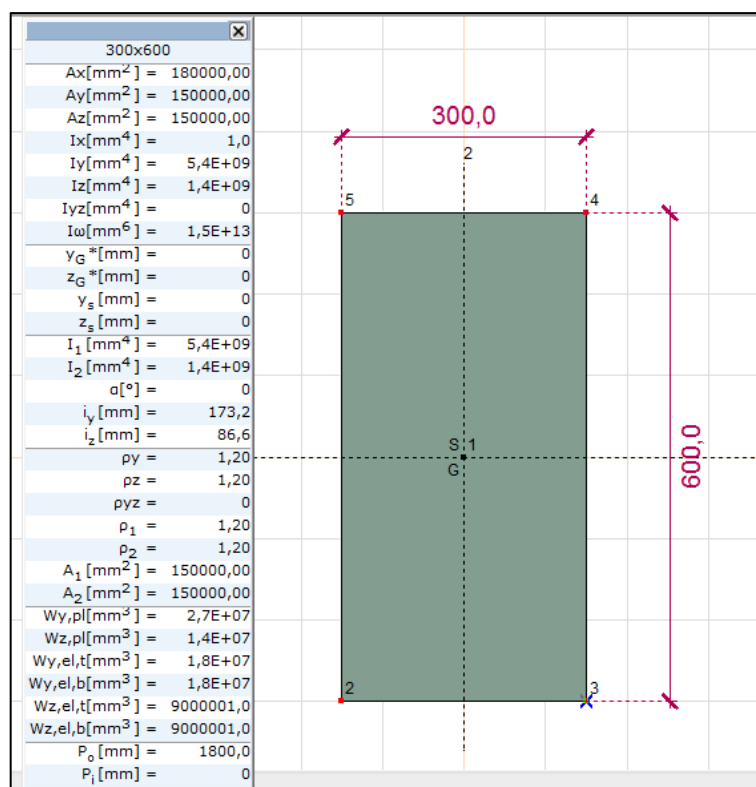
### RAČUN MEJNEGA RAZMERJA $l/d$ ZA DOKAZ POTESOV

Količina	Vrednost	Opis in točka v SIST EN 1992-1-1 2005
$A_{s,req}$	19,0	zahtevana armatura za prevzem proj. mom
$b_w$	30	
$b_{eff}$	40	
$d$	55	
$l_{eff}$	8,45	efektivna dolžina
$\rho$	0,0115	stopnja armiranja v natezni coni
$\rho'$	0	stopnja armiranja v tlačni coni
$f_{ck}$	30	karakteristična tlačna trdnost betona
$\rho_0$	0,0055	referenčno razmerje armiranja
$K$	1,3	
$l/d$	19,4	osnovno razmerje $l/d$
$\sigma_s$ (MPa)	21,4	napetost armature
$310/\sigma_s$	1,45	faktor korekcije napetosti v armaturi
faktor razmerja $b_{eff}/b_w$	1,00	
faktor dolžine nosilca	0,83	
$l/d$	23,3	Korigirano razmerje $l/d$
$l_{eff}/d_{dej}$	15,4	
Kontrola	OK	Račun povesov ni potreben.

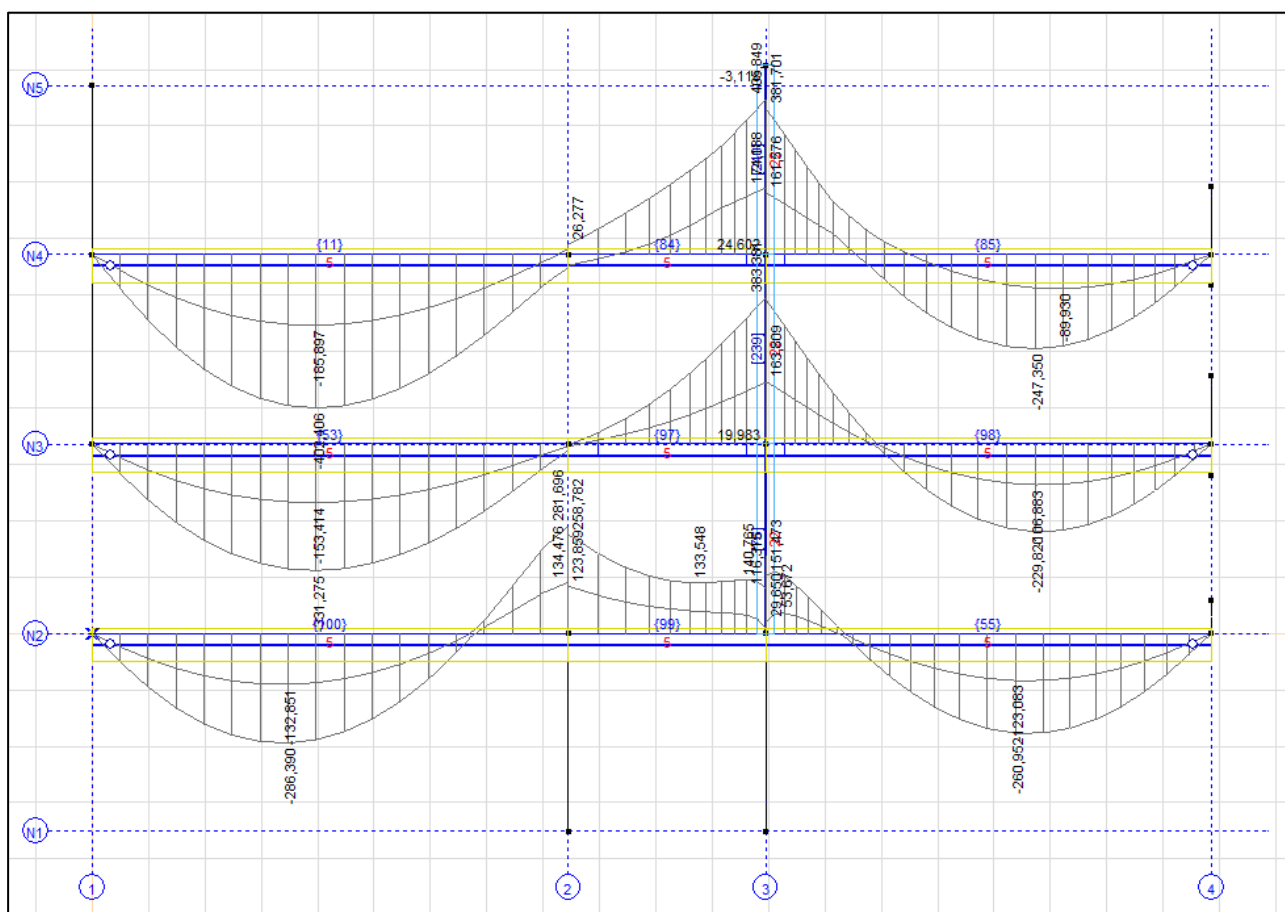
## 4.4 OS C



Slika 70: OS C



Slika 71: Nosilec 30/60 (cross section 5)

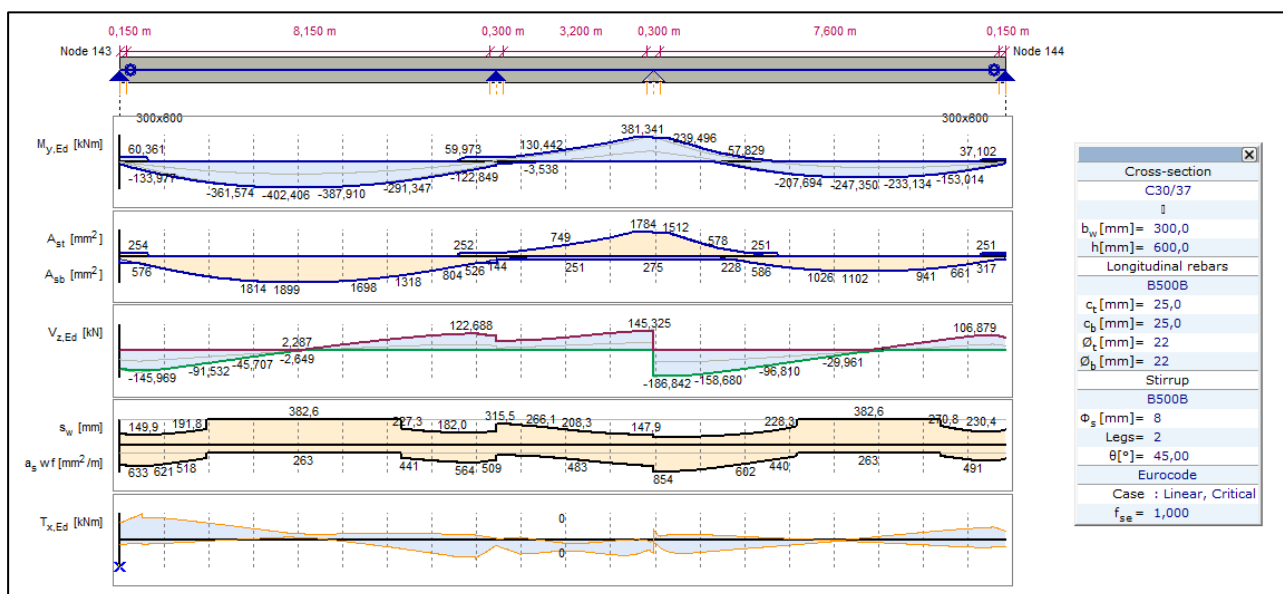


*Slika 72: Merodajne obremenitve*

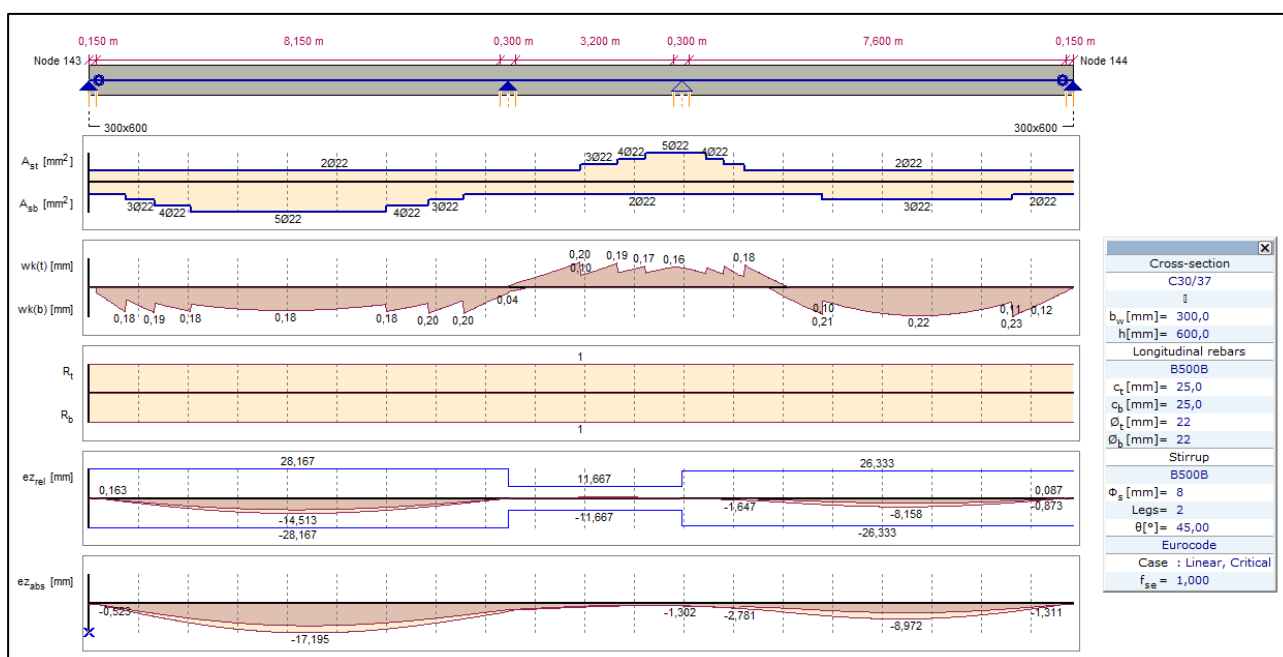
Merodajni pozitivni upogibni momenti se pojavijo v polju med osema 1 in 2, in sicer na nivoju N4 (nosilec št. 11). Nosilec se zaradi povesa nosilca v prečni smeri (os 2) obnaša kot prostoležeči nosilec.

Merodajni negativni upogibni momenti se prav tako pojavijo na nivoju N4, in sicer v osi 3.

## ANALIZA MSN:



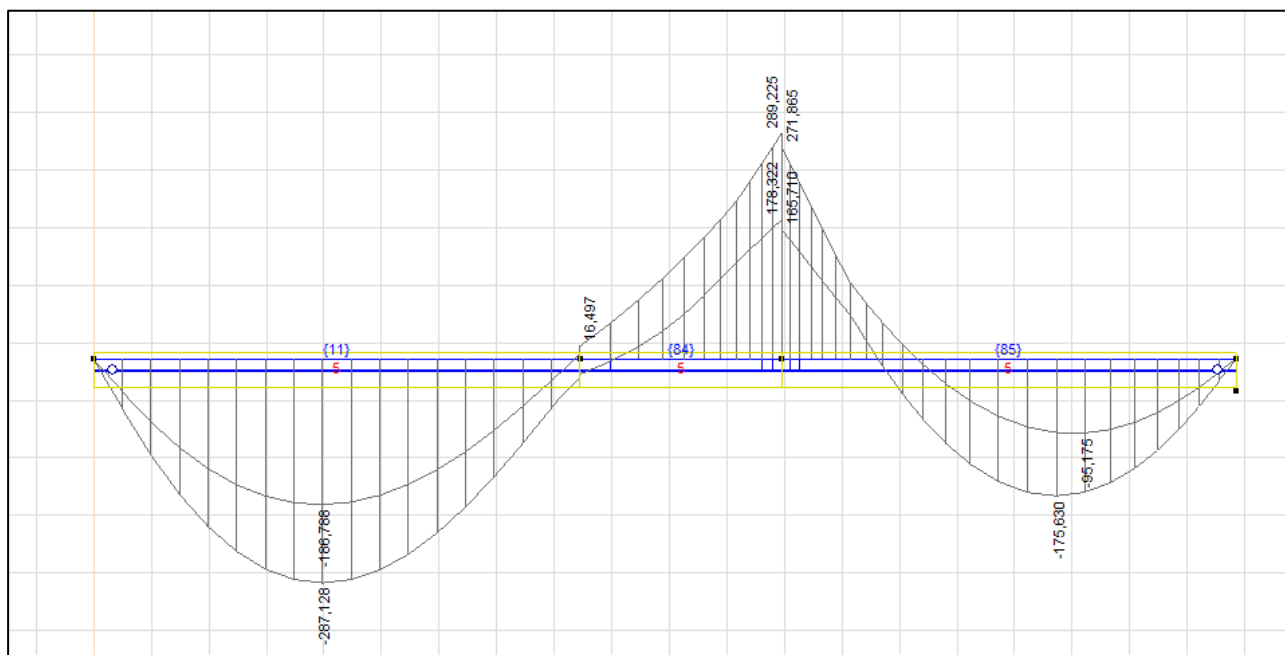
Slika 73: Merodajne obremenitve



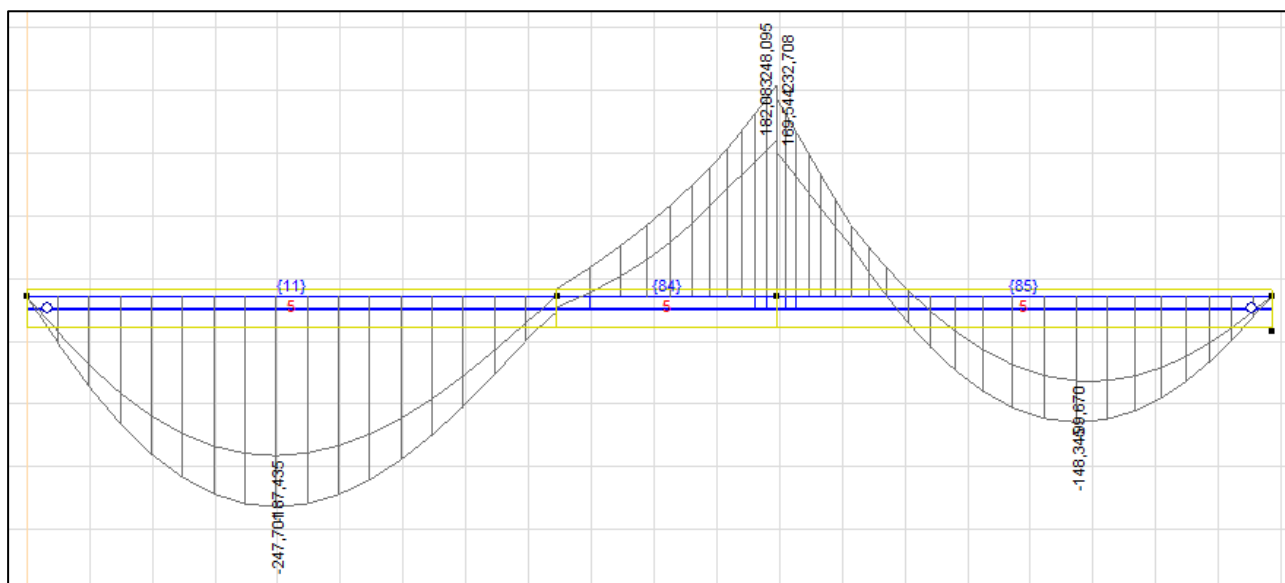
Slika 74: Potrebna armatura

## ANALIZA MSU:

Izračun napetosti je izveden za polje, kjer so obremenitve največje.



Slika 75: Upogibni momenti; karakteristična kombinacija vplivov



Slika 76: Upogibni momenti; navidezno stalna kombinacija vplivov

## Omejitev napetosti

OMEJITVE NAPETOSTI	
$\sigma_c < 0,6 f_{ck}$	karakteristična kombinacija vplivov
$\sigma_c < 0,45 f_{ck}$	navidezno stalna kombinacija vplivov
$\sigma_s < 0,8 f_{yk}$	karakteristična kombinacija vplivov

### IZRAČUN NAPETOSTI ZA PRAVOKOTNI PREREZ IN ČISTI UPOGIB

Kombinacija vplivov	$M_{Ed}$ (kNcm)	b (cm)	d (cm)	a' (cm)	$E_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$E_{cm}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\alpha_e$	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A'_s$ (cm <sup>2</sup> )	x (cm)	$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kN/cm <sup>2</sup> )
Karakteristična	28713	40	56	4	20000	3300	6,06	22,80	15,2	15,2	24,7	1,5
Navidezno stalna	24770										21,3	1,3

### KONTROLA NAPETOSTI

Kombinacija vplivov	$M_{Ed}$ (kNcm)	$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$f_{ck}$	$f_{yk}$	$\sigma_{s,max}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{c,max}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	Kontrola
Karakteristična	28713	24,71	1,52	3	50	40	1,80	OK
Navidezno stalna	24770	21,32	1,31			/	1,35	OK

## Račun širine razpok

### IZRAČUN ŠIRINE RAZPOK

Količina	Vrednost	Opis in točka v SIST EN 1992-1-1 2005
$\sigma_s$ (kN/cm <sup>2</sup> )	21,7	napetost v natezni armaturi
$\alpha_e$	6,06	$E_s / E_{cm}$
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	22,80	prerez jekla za armiranje; T. 6.8.2 (2)P
$A_p'$ (cm <sup>2</sup> )	0	prerez kablov za prednapenjanje; T. 6.8.2 (2)P
$\xi$	0	preglednica 6.2; T. 6.8.2 (2)P
$\varphi_s$ (mm)	22	največji premer armature; T. 6.8.2 (2)P
$\varphi_p$ (mm)	0	premer ali nadomestni premer jekla za armiranje; T. 6.8.2 (2)P
$\xi_1$	0	prirejeno razmerje spr. trdnosti; T. 7.3.2 (3)
$\rho_{p,eff}$	0,046	$(A_s + \xi_{12} A_p') / A_c, eff$ ; T. 7.3.4 (2)
$k_t$	0,4	0,6 za kratkotrajno in 0,4 za dolgotrajno obtežbo; T. 7.3.4 (2)
d (cm)	55	statična višina
h (cm)	60	višina nosilca
$h_{c, eff}$ (cm)	12,5	min (2,5(h-d); (h-x); h/2); T. 7.3.2 (3)
$b_w$ (cm)	40	širina nateznega dela
$f_{ct,eff}$ (cm)	0,29	natezna trdnost betona ob nastanku prve razpoke

$A_{c, eff} = b_w h_{c, eff} (cm^2)$	<b>500</b>	učinkoviti del bet. prereza v natezni coni; T. 7.3.2 (3)
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	<b>0,000925</b>	T. 7.3.4 (1)
$c (mm)$	<b>30,0</b>	krovni sloj; T. 7.3.4 (3)
$k_1$	<b>0,8</b>	pogoji sidranja (0,8, reb. arm.; 1,6 prednap. kabli; T. 7.3.4 (3)
$k_2$	<b>0,5</b>	0,5 za čisti upogib; 1,0 za čisti nateg; T. 7.3.4 (3)
$a (mm)$	<b>100,0</b>	razdalja med arm. palicami
$s_{r, max} (mm)$	<b>184</b>	največja medsebojna oddaljenost razpok; T. 7.3.4 (3)
$w_k = s_{e, max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{sm})$	<b>0,17</b>	širina razpoke; T. 7.3.4 (1)
$w_{max} (mm)$	<b>0,3</b>	maksimalna širina razpok; T. 7.3.1. (5)
Kontrola	<b>OK</b>	Računska širina razpok je v dovoljenih mejah

### Omejitev povesov

#### RAČUN MEJNEGA RAZMERJA l/d ZA DOKAZ POVESOV

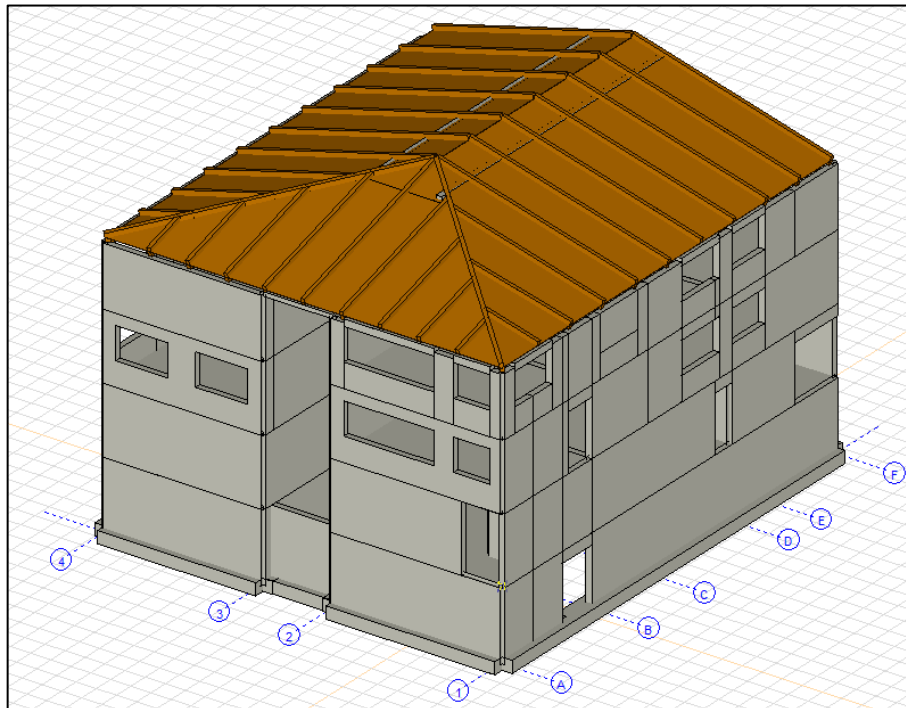
Količina	Vrednost	Opis in točka v SIST EN 1992-1-1 2005
$A_{s, req}$	<b>19,0</b>	zahtevana armatura za prevzem proj. mom
$b_w$	<b>40</b>	
$b_{eff}$	<b>40</b>	
$d$	<b>55</b>	
$l_{eff}$	<b>8,45</b>	efektivna dolžina
$\rho$	<b>0,0086</b>	stopnja armiranja v natezni coni
$\rho'$	<b>0</b>	stopnja armiranja v tlačni coni
$f_{ck}$	<b>30</b>	karakteristična tlačna trdnost betona
$\rho_0$	<b>0,0055</b>	referenčno razmerje armiranja
$K$	<b>1</b>	
$l/d$	<b>16,2</b>	osnovno razmerje l/d
$\sigma_s (MPa)$	<b>21,9</b>	napetost armature
$310/\sigma_s$	<b>1,41</b>	faktor korekcije napetosti v armaturi
faktor razmerja $b_{eff}/b_w$	<b>1,00</b>	
faktor dolžine nosilca	<b>0,83</b>	
$l/d$	<b>19,0</b>	Korigirano razmerje l/d
$l_{eff}/d_{dej}$	<b>15,4</b>	
Kontrola	<b>OK</b>	Račun povesov ni potreben.



## 5 POTRESNA ANALIZA

### 5.1 MODEL

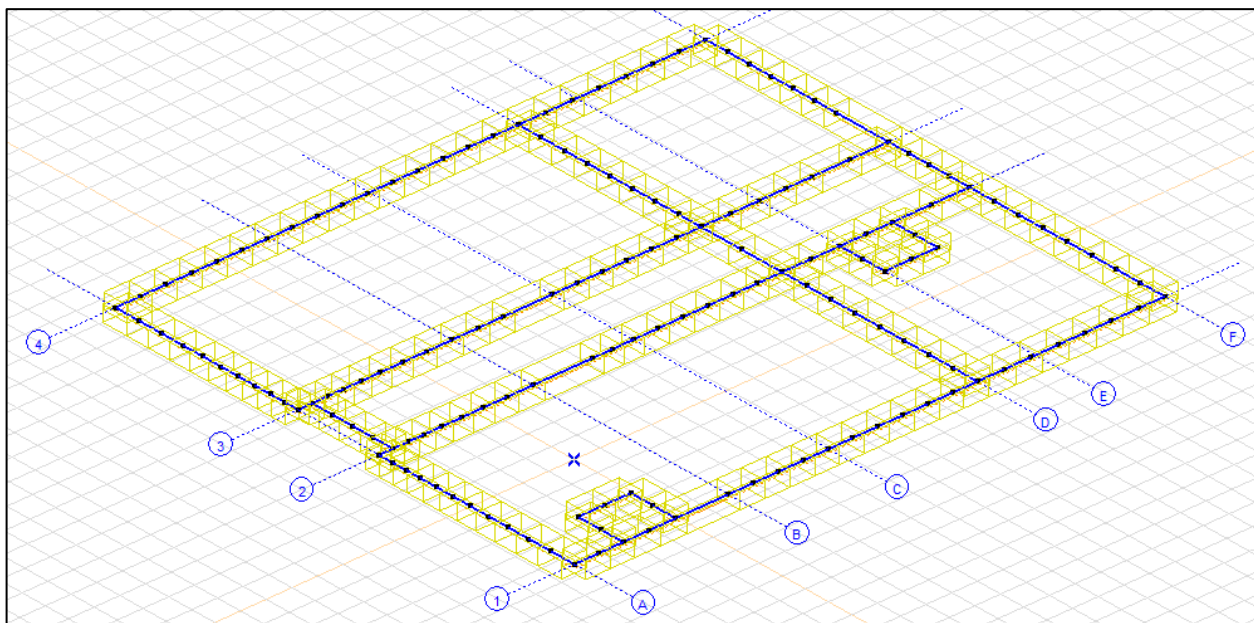
- Na strešni konstrukciji je za horizontalno stabilnost modeliran še lesen opaž.



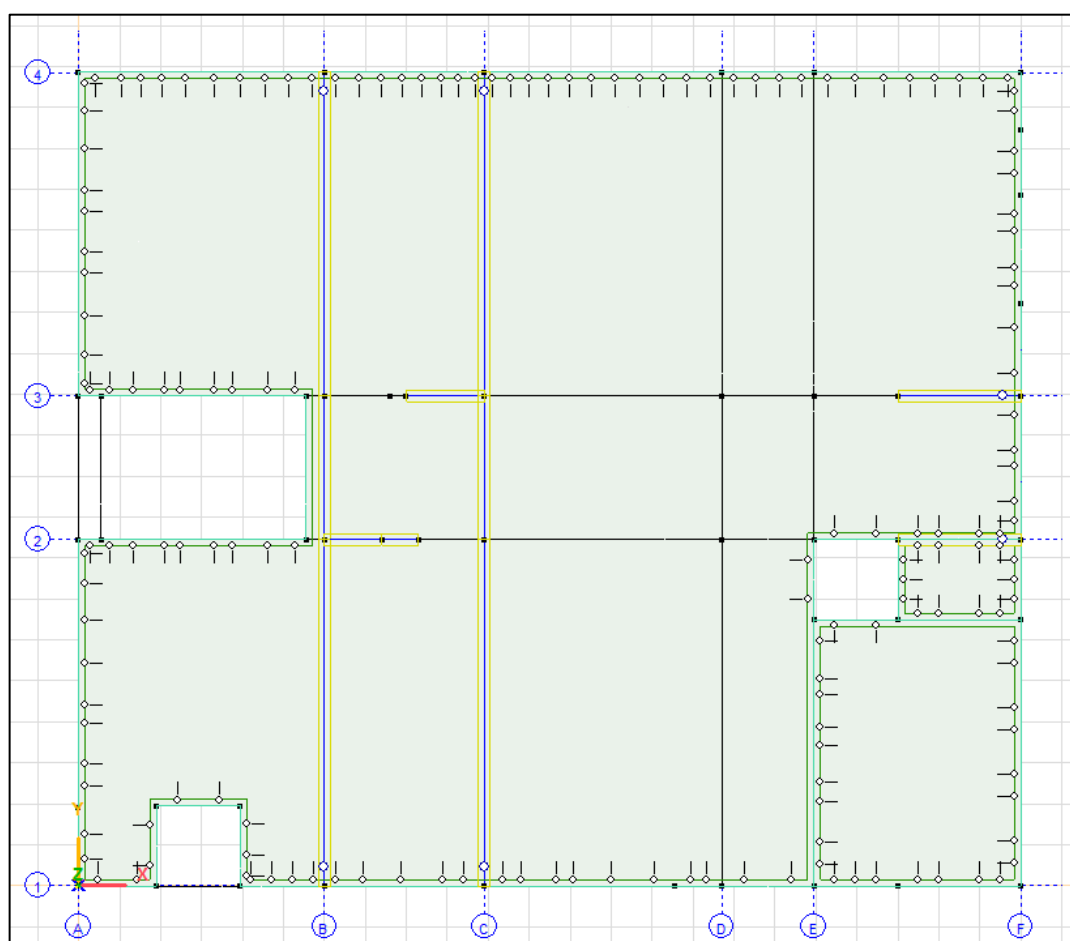
Slika 77: Model

Podpore so modelirane kot linijski nosilci na elastični podlagi z vertikalno togostjo  $k_z = 6300 \text{ kN/m}^3$ .

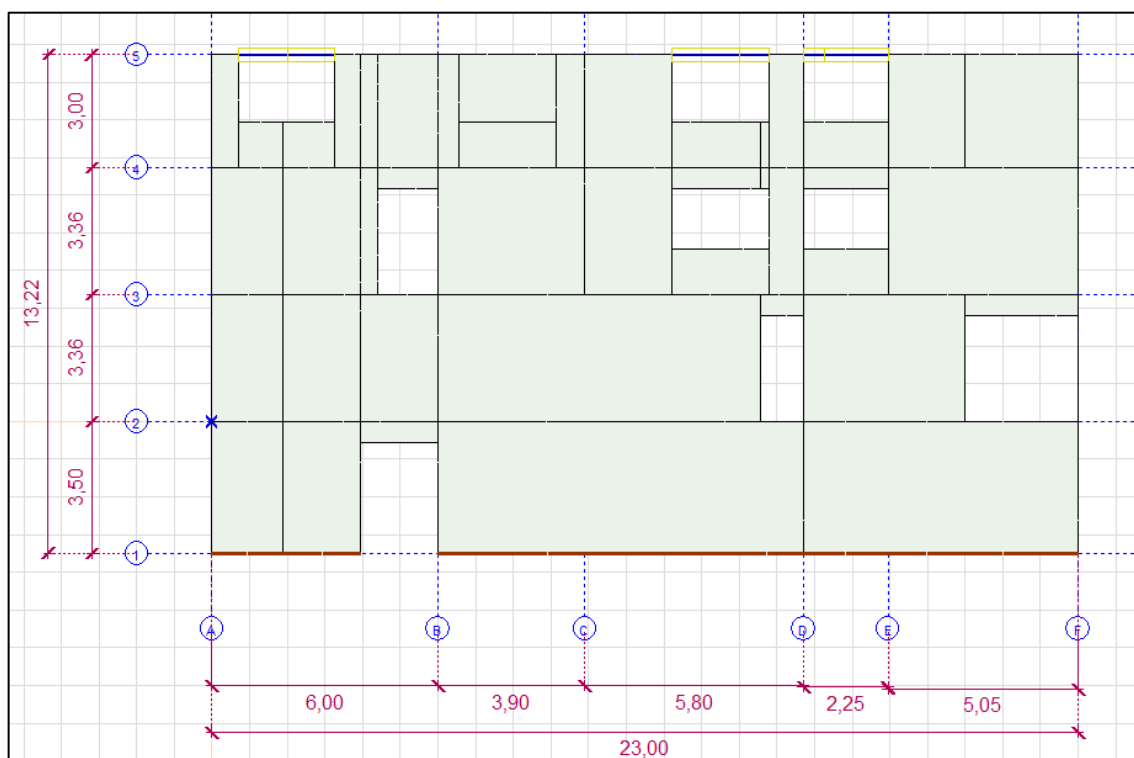
Togost v horizontalnih smereh je modelirna z vrednostjo  $k_{x,y} = 10000 \text{ kN/m}^3$  (vrednost onemogoča horizontalne pomike temeljev, ki se jih glede na to, da je stavba podkletena ne pričakuje).



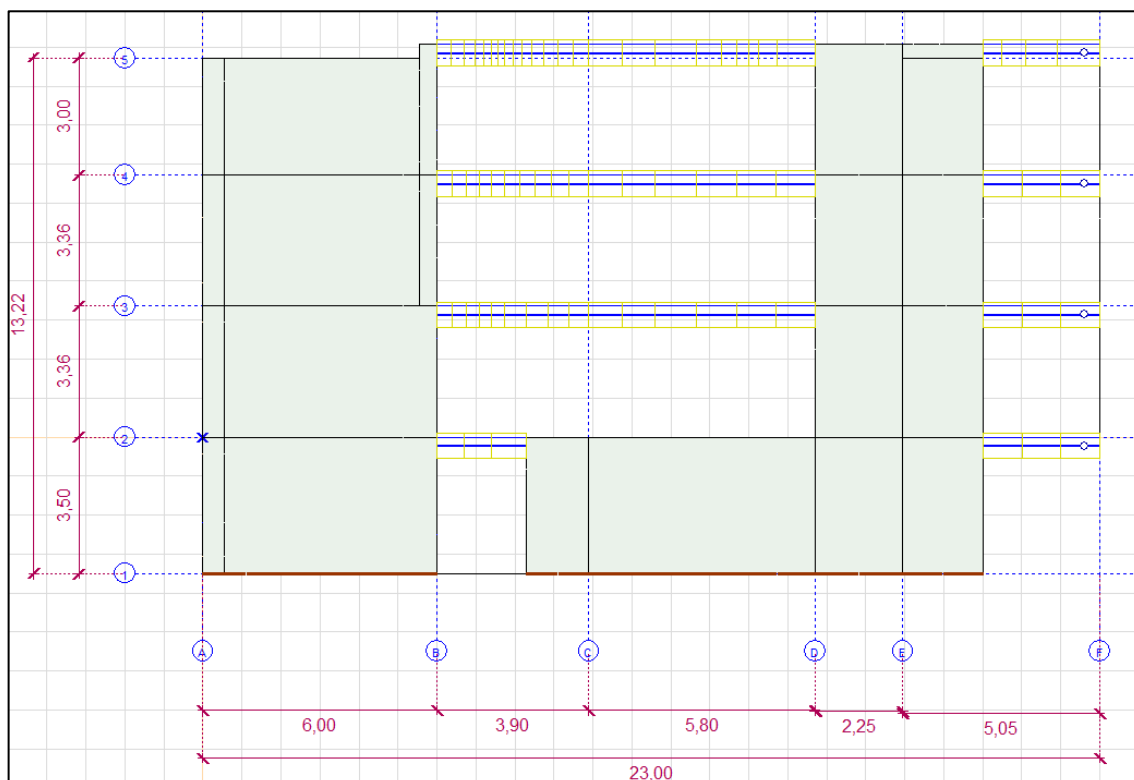
Slika 78: Podpore



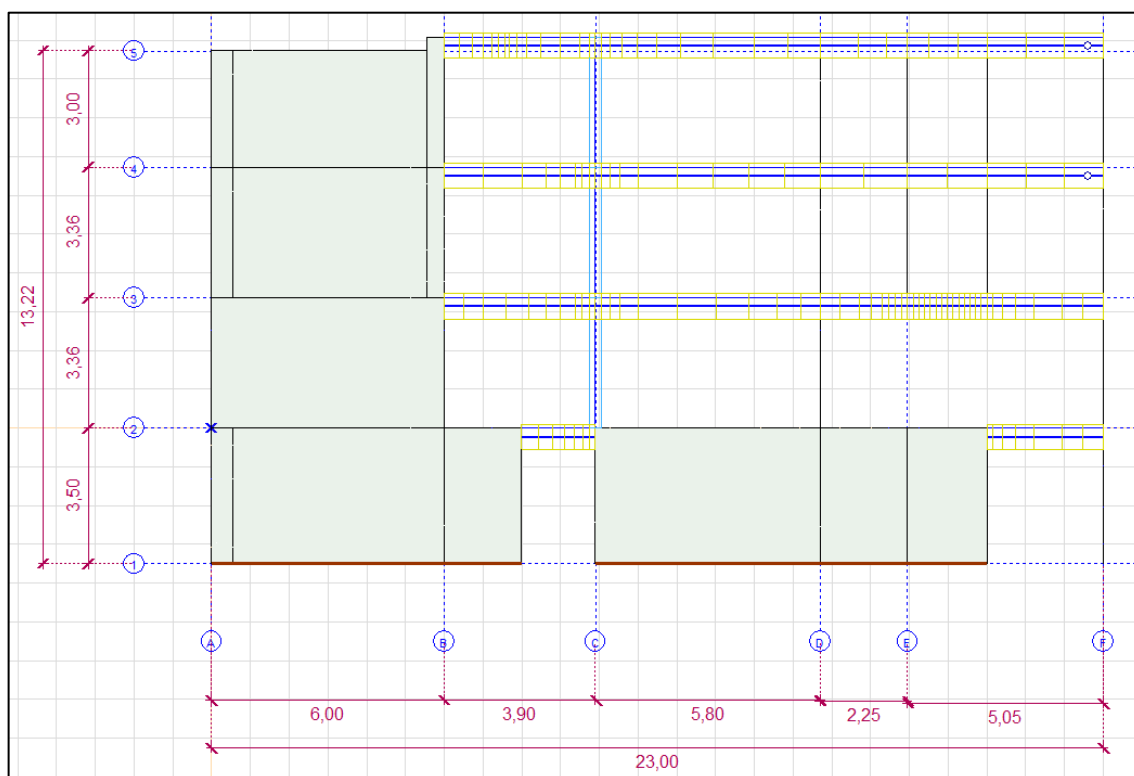
Slika 79: Tloris pritličja



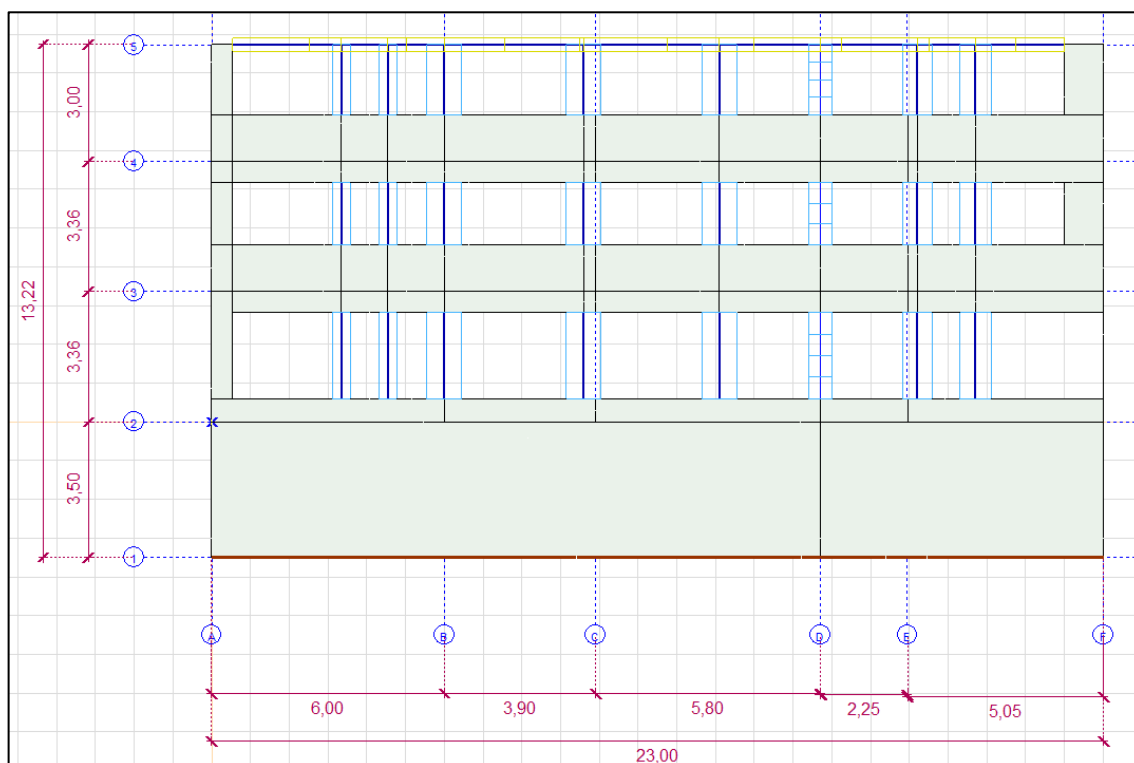
Slika 80: NK V OSI 1



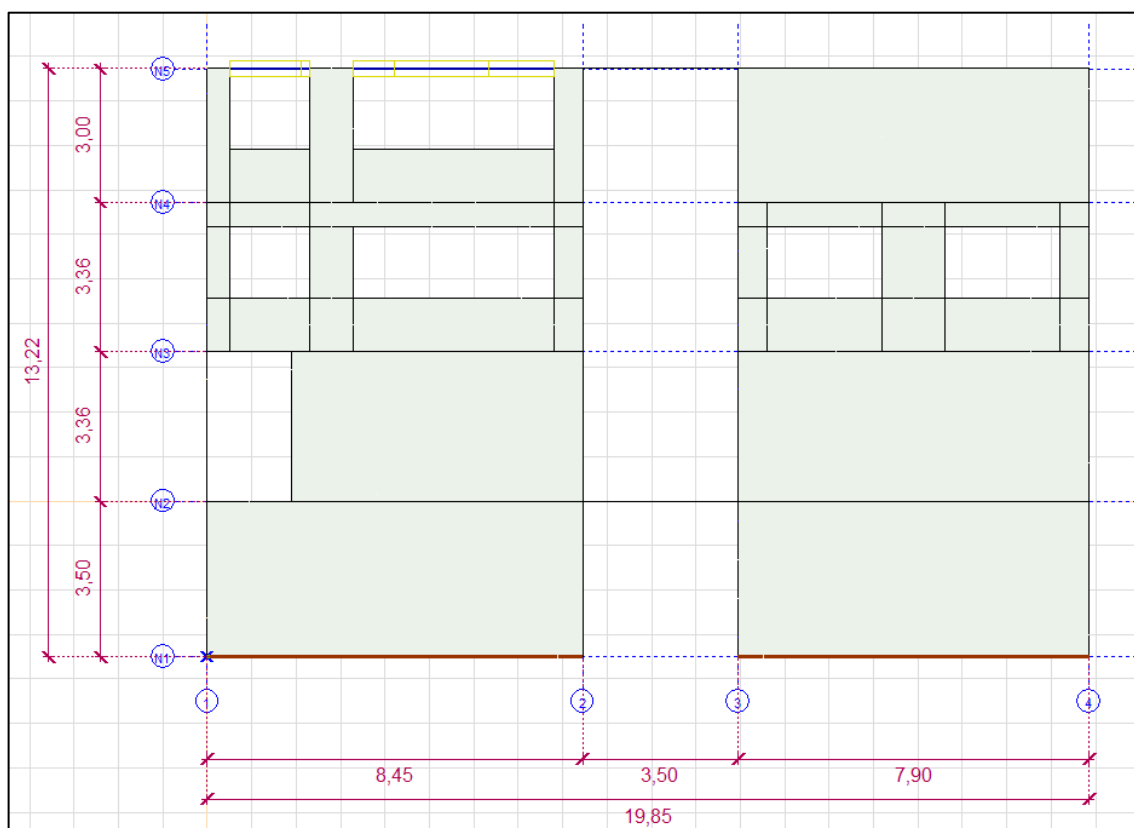
Slika 81: NK V OSI 2



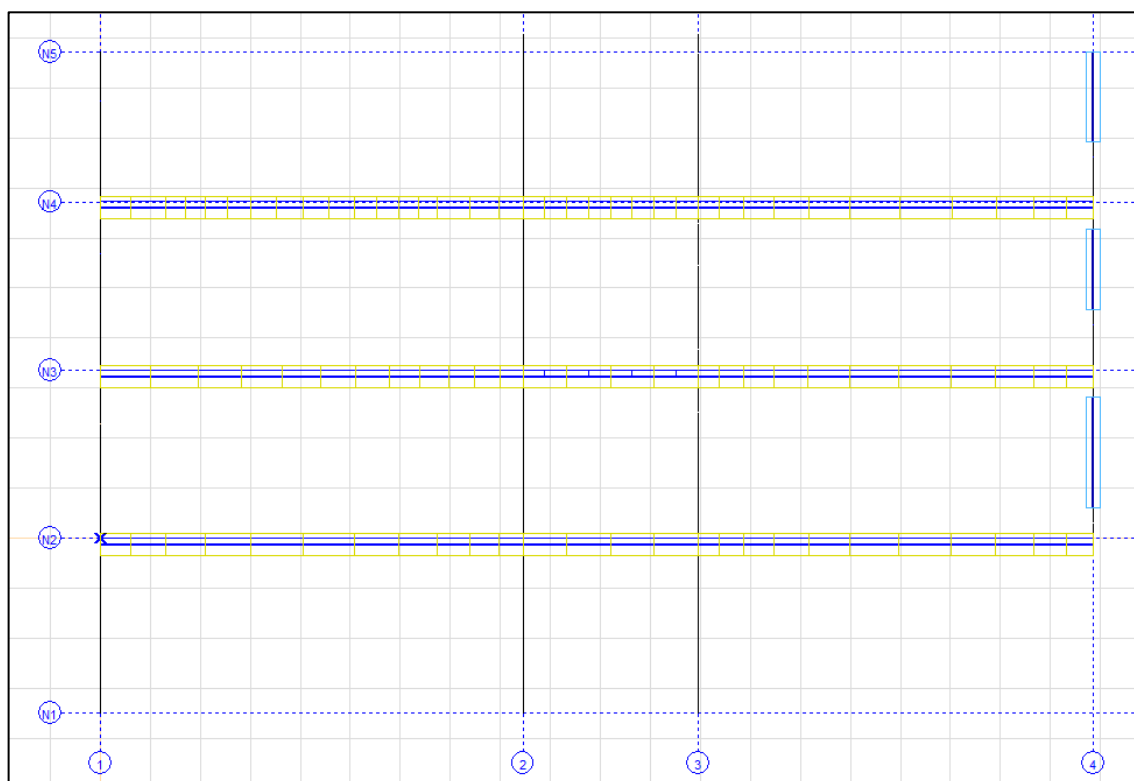
Slika 82: NK V OSI 3



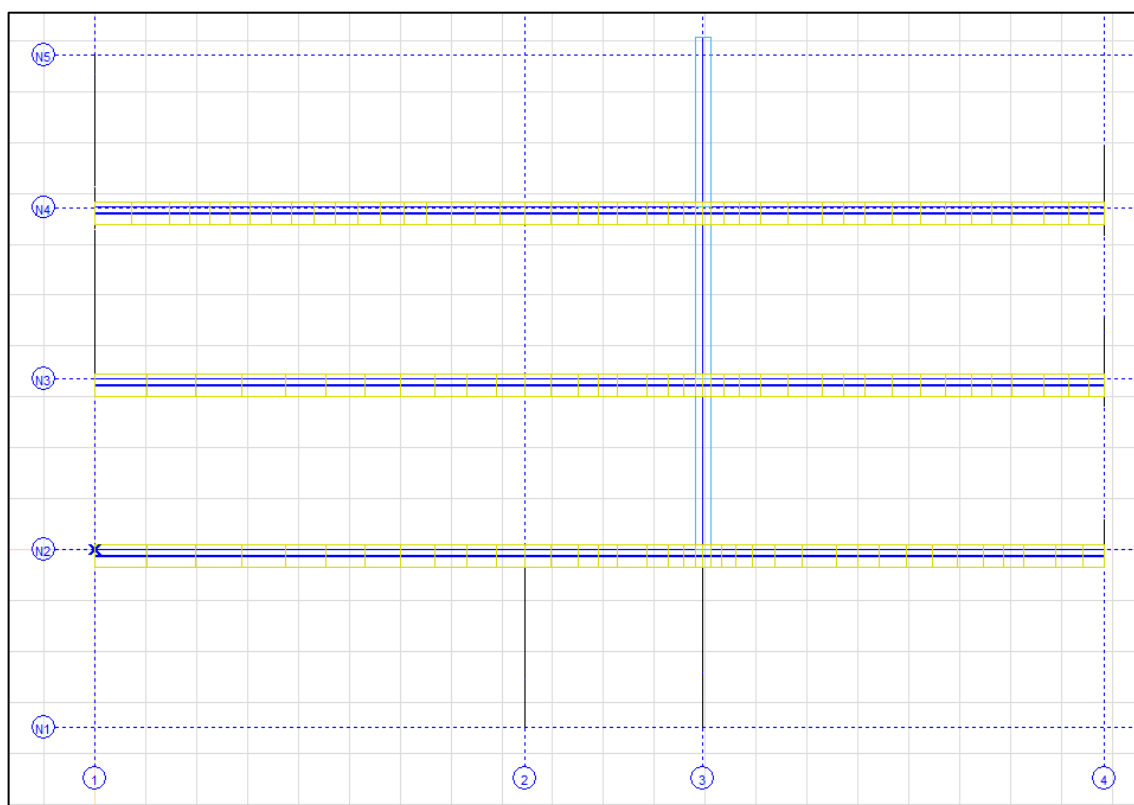
Slika 83: NK V OSI 4



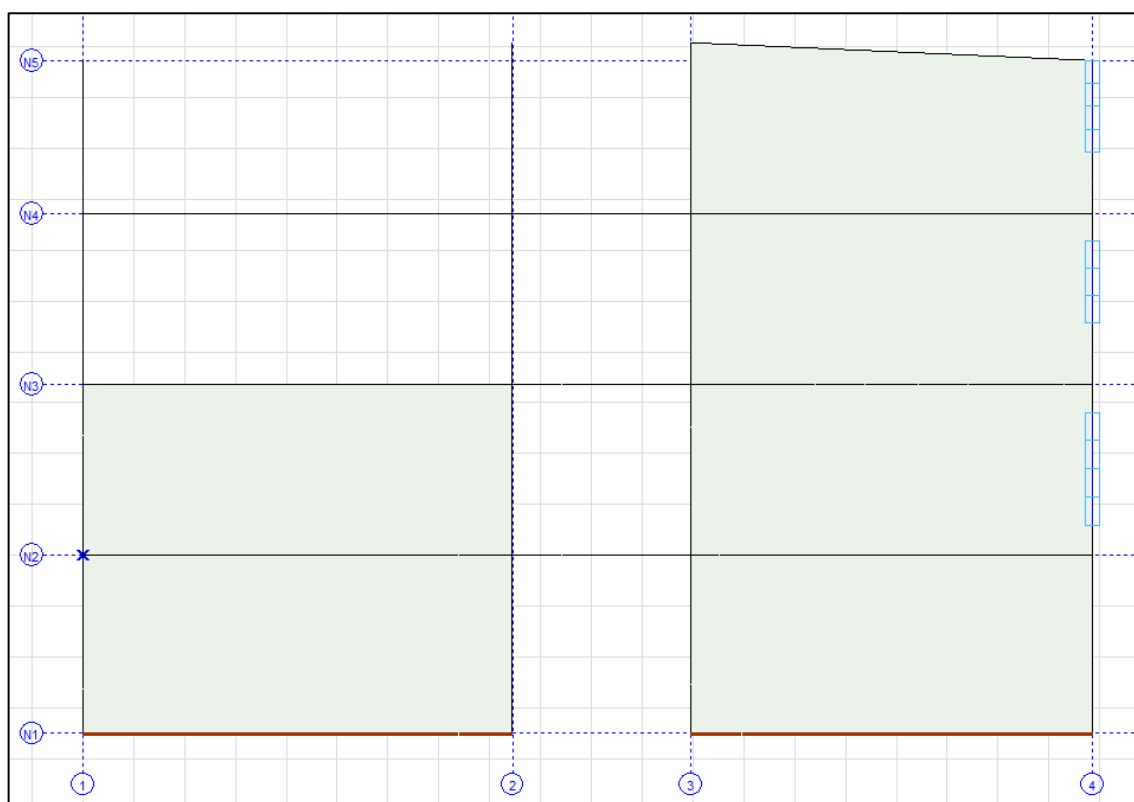
Slika 84: NK V OSI A



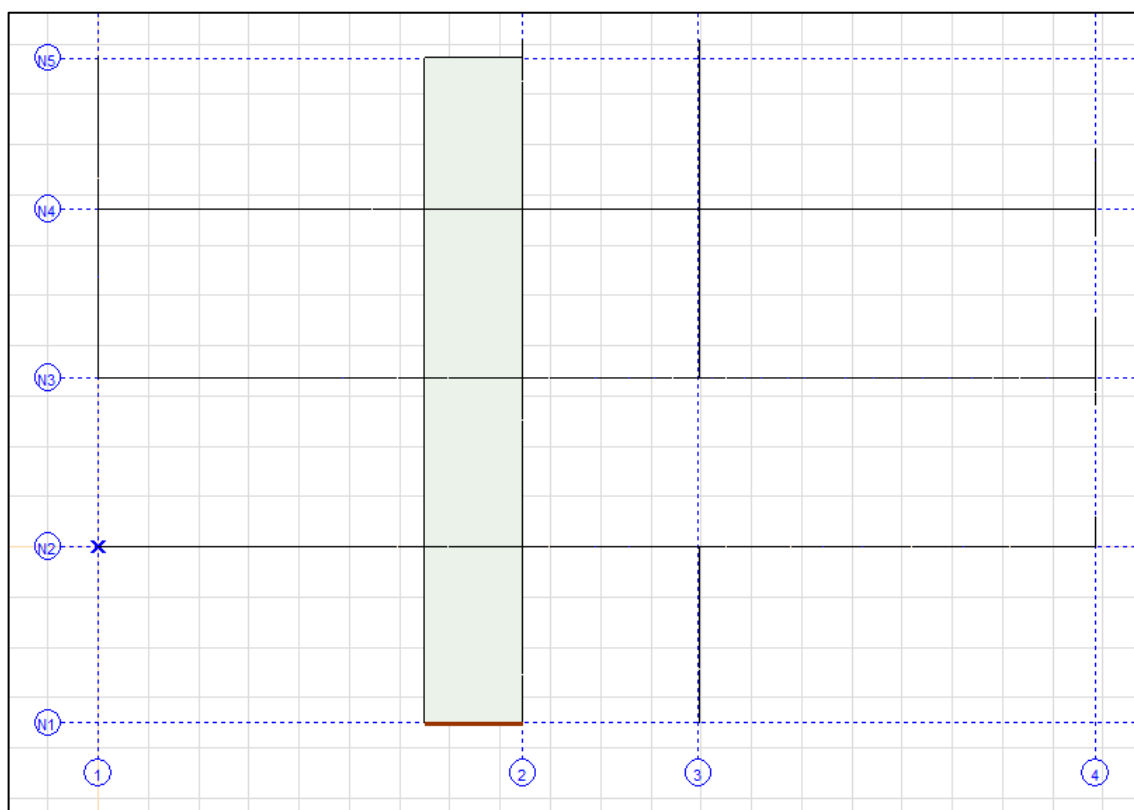
Slika 85: NK V OSI B



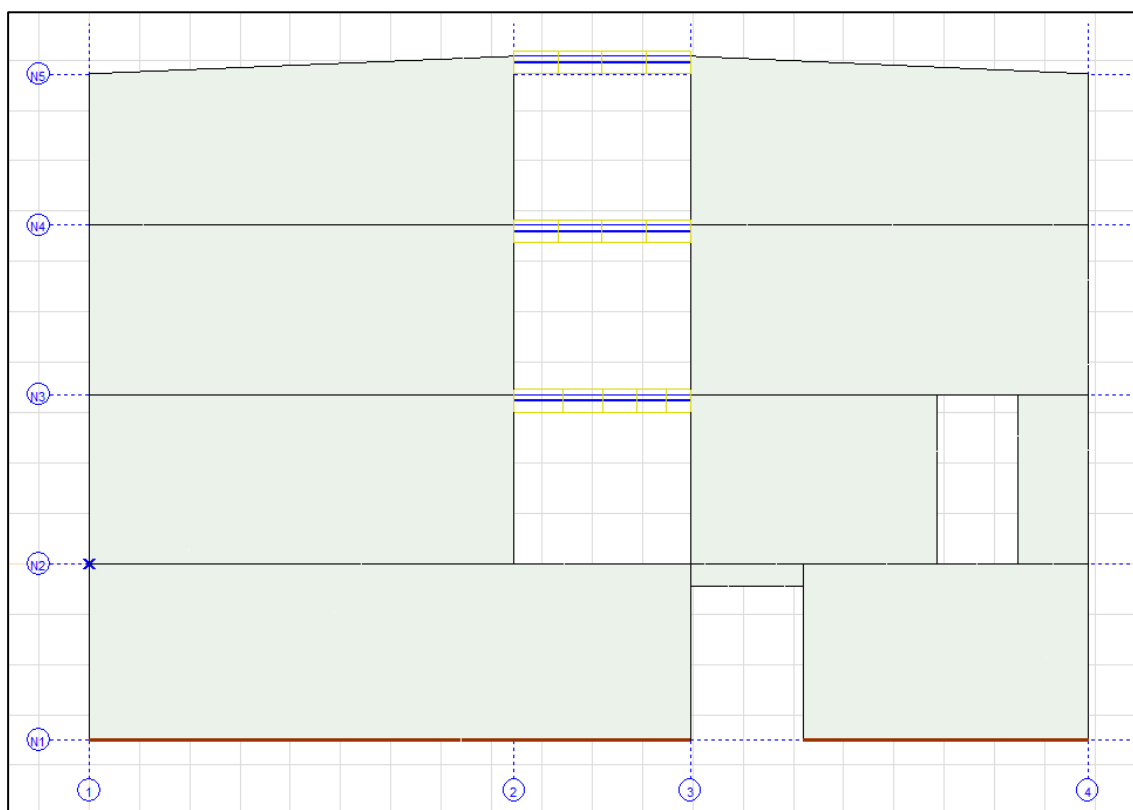
Slika 86: NK V OSI C



Slika 87: NK V OSI D



Slika 88: NK V OSI E (jašek za dvigalo)



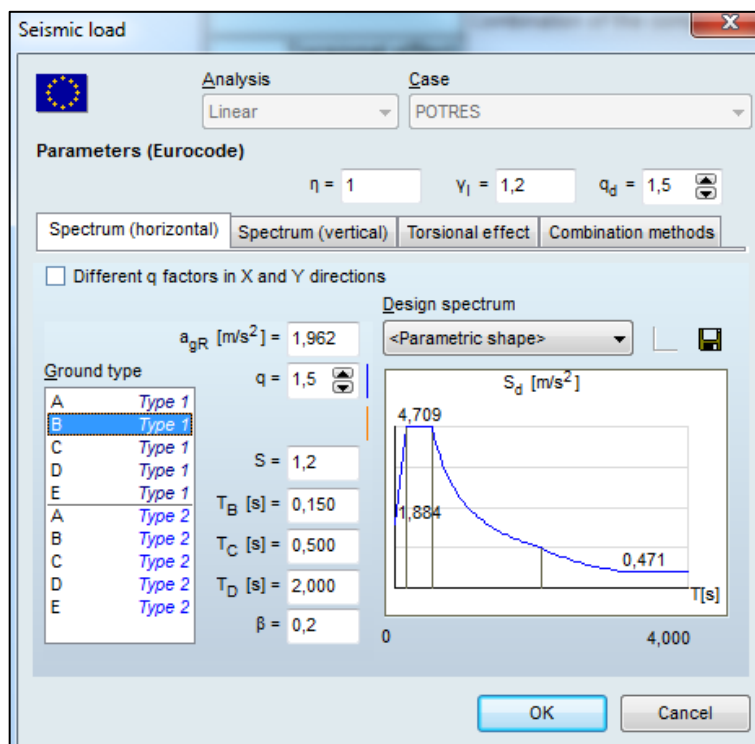
Slika 89: NK V OSI F

## 5.2 POTRESNI VPLIV

### 5.2.1 PROJEKTI SPEKTER POSPEŠKOV

Seismic parameters	
	Parameters
	Displacement behaviour factor: $q_d = 1,5$
	Viscous damping correction factor: $\eta = 1$
<b>Spectrum (horizontal)</b>	
	Parametric shape
	Importance factor: $\gamma_I = 1,2$
	Ground type: B Type 1
	Design ground acceleration: $a_g = 1,962 \text{ m/s}^2$
	Behaviour factor: $q = 1,5$
	Site parameter: $S = 1,2$
	Beginning of the constant section of the spectrum: $T_B = 0,150 \text{ s}$
	End of the constant section of the spectrum: $T_C = 0,500 \text{ s}$
	Beginning of the constant displacement section of the spectrum: $T_D = 2,000 \text{ s}$
	Lower bound factor: $\beta = 0,2$
<b>Combination methods</b>	
	Combination of modal responses: Auto
	Viscous damping: $\xi' = 0,05$
	Combination of the components of seismic action: SRSS
<b>Torsional effect</b>	
	Accidental eccentricity coefficient = 0,05
Stories	Z[m]
Story 4	9,630
Story 3	6,720
Story 2	3,360
Story 1	0
Ground floor	-3,480

Slika 90: Parametri



Slika 91: Projektni spekter pospeškov



### 5.2.3 MASE

Pri določitvi mase je upoštevana masa iz lastne in stalne obtežbe G ter del spremenljive obtežbe Q.

$$m = m(\varphi * \psi_{2,i} Q)$$

$$\psi_2 = 0,6 \text{ (kategorija C)}$$

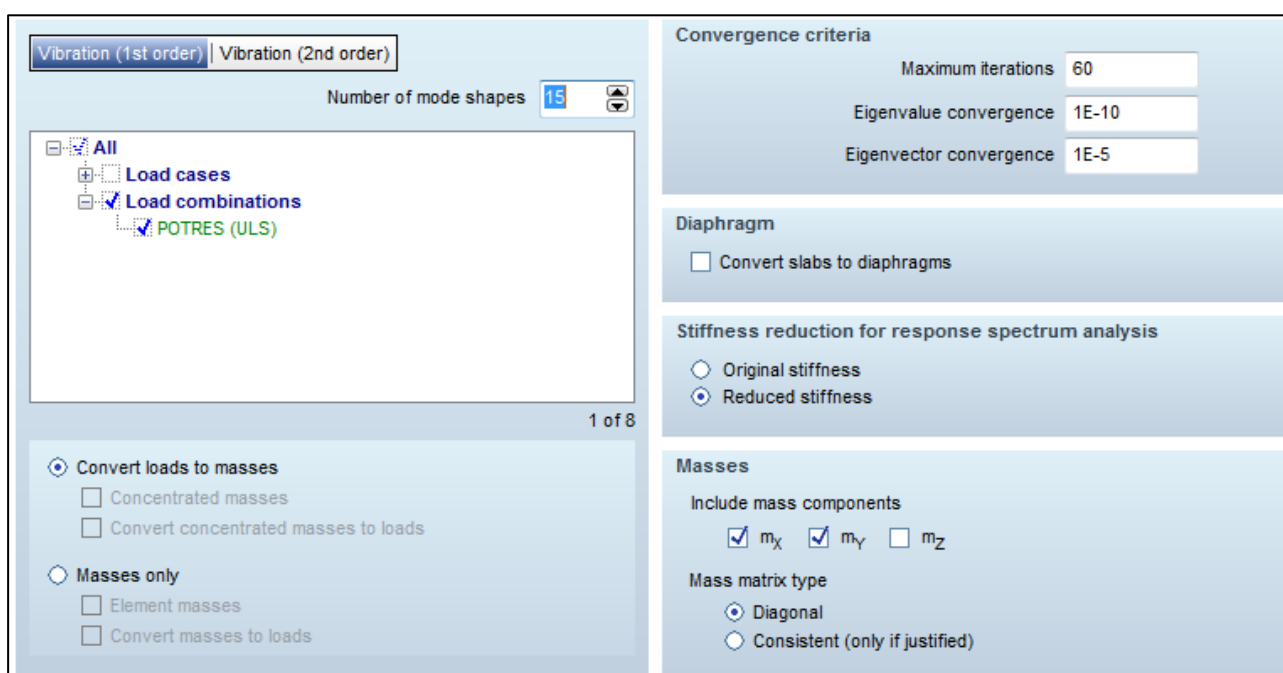
$$\varphi = 0,5 \text{ (pritliče in prva etaža)}$$

$$\varphi = 1,0 \text{ (manstarda)}$$

Slednje je v programu za analizo upoštevano z naslednjo kombinacijo vplivov:

Custom load combinations by load cases									
	Name	Type	G (Lastna in stalna)	Qp (Spremenljiva-potres)	Qn (Spremenljiva-potres)	Qm (Spremenljiva-potres)	SM + (SEISMIC)	SM - (SEISMIC)	Comment
1	POTRES	ULS (Seismic)	1,00	0,30	0,30	0,60	0	0	

Slika 92: OBTEŽNA KOMBINACIJA ZA IZRAČUN POTRESNE OBTEŽBE



Slika 93: PODATKI ZA MODALNO ANALIZO

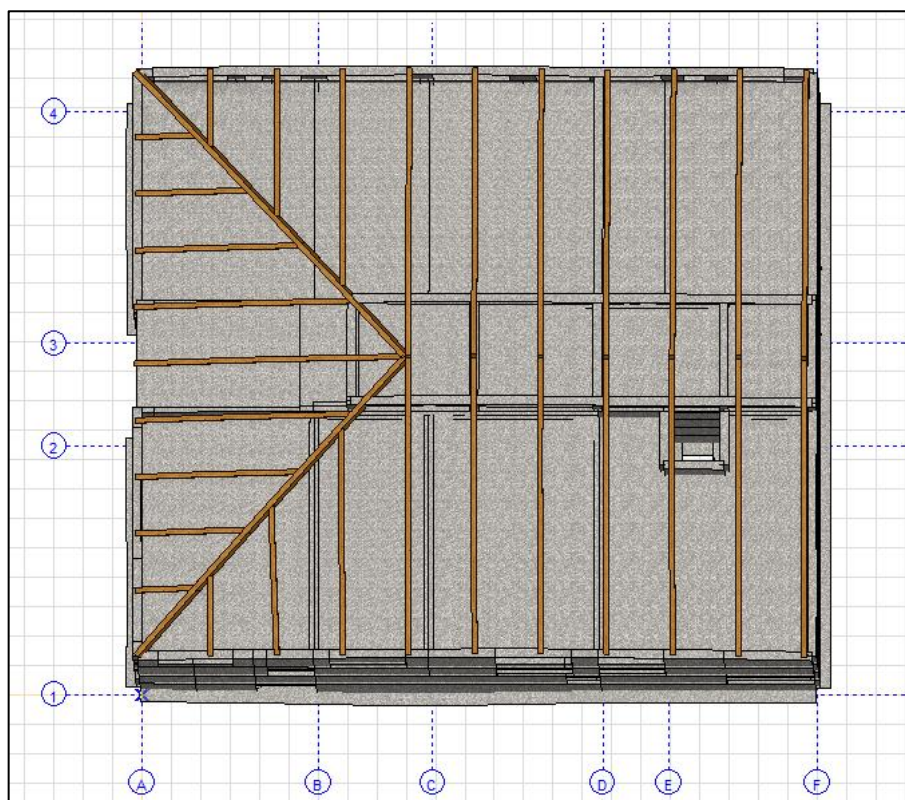
### 5.3 NIHAJNI ČASI, NIHAJNE OBLIKE IN EFEKTIVNE MASE

Rezultati modalne analize pokažejo, da je prva nihajna oblika z nihajnim časom  $T = 0,469$  pretežno translacijska v smeri Y, saj faktor participacije efektivnih mas znaša  $m_{\text{eff},1,Y} = 81$  %. Prav tako je translacijska druga nihajna oblika, in sicer v smeri X z nihajnim časom  $T = 0,406$  s in faktorjem  $m_{\text{eff},2,X} = 84$  %. Tretja nihajna oblika je pretežno torzijska, kar pomeni da je konstrukcija torzijsko toga.

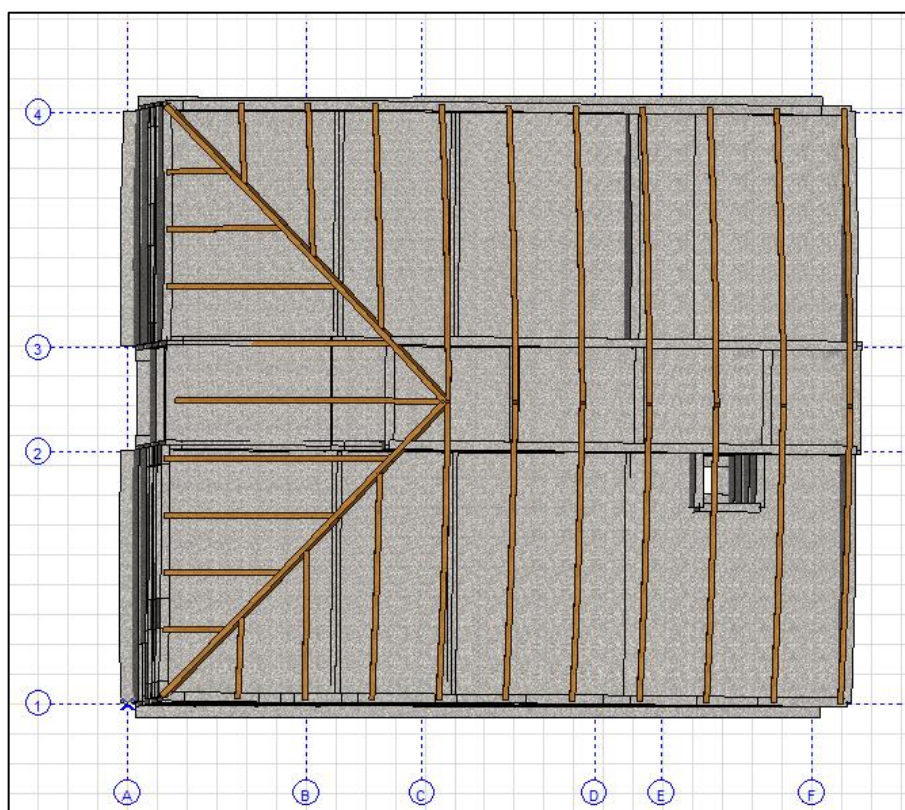
V nadaljevanju so prikazani tlorisi prvih treh nihajnih oblik, ter preglednici nihajnih časov in efektivnih mas.

Za doseg zahteve po 90% vsoti efektivnih mas je v analizi upoštevanih prvih 10 nihajnih oblik.

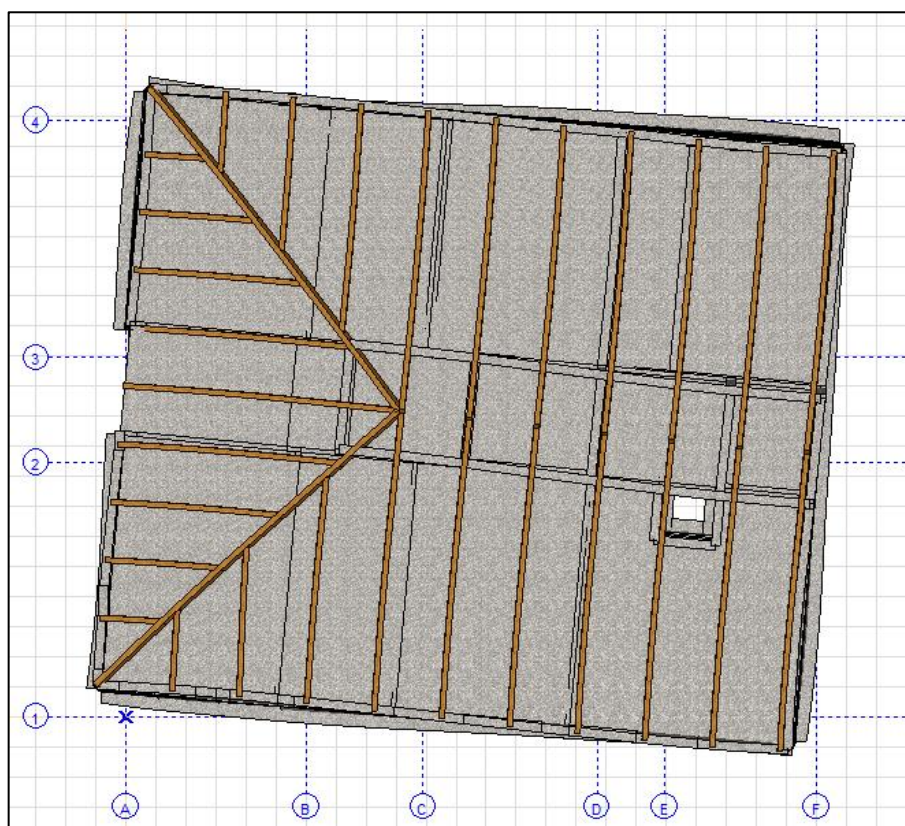
Pri analizi je razpokanost AB elementov upoštevana s 50 % zmanjšanjem togosti vseh betonskih prerezov.



Slika 94: 1. nihajna oblika;  $T=0,469$  s



Slika 95: 2. nihajna oblika;  $T=0,406\text{ s}$



Slika 96: 3. nihajna oblika;  $T=0,076\text{ s}$

Frequencies (I.) [POTRES (ULS) Mode 1 (2,13 Hz)]					
	f [Hz]	T [s]	$\omega$ [rad/s]	EVal	Error
1	2,13	0,469	13,41	179,86	7,27E-7
2	2,47	0,406	15,49	239,98	9,50E-7
3	3,93	0,254	24,72	610,97	2,38E-8
4	6,03	0,166	37,88	1434,57	1,02E-6
5	7,22	0,139	45,34	2055,69	2,83E-7
6	7,81	0,128	49,09	2409,81	4,33E-7
7	8,09	0,124	50,82	2583,10	2,15E-7
8	9,80	0,102	61,55	3788,53	4,64E-6
9	9,87	0,101	62,05	3849,68	6,75E-7
10	10,91	0,092	68,53	4696,19	1,94E-5

Slika 97: Nihajni časi

Modal mass factors (I.) [POTRES]					
	f [Hz]	$\epsilon_x$	$\epsilon_y$	$\epsilon_z$	Active
1	2,13	0,012	0,813	0	✓
2	2,47	0,841	0,012	0	✓
3	3,93	0,005	0	0	✓
4	6,03	0,003	0	0	✓
5	7,22	0	0,089	0	✓
6	7,81	0	0,058	0	✓
7	8,09	0,129	0,001	0	✓
8	9,80	0,001	0	0	✓
9	9,87	0	0,020	0	✓
10	10,91	0	0,001	0	✓
10/10		0,991	0,994	0	

Slika 98: Faktorji participacije efektivnih mase



## 5.4 ETAŽNE PREČNE SILE

V spodnji preglednici so prikazane etažne prečne sile  $V_{tot}$ .

Seismic sensitivity of stories, Eurocode [Parts]												
Stories	X/Y	Z [m]	h [m]	$\Theta_{max}$	$P_{tot}$ [kN]	$V_{tot}$ [kN]	$V_{tot}/P_{tot}$	$d_{rmax}$ [mm]	S [m]	$G_m$ [m]	M [kg]	$I_{mz}$ [kgm <sup>2</sup> ]
Story 4	X	9,630	0	0,006	3070,262	2153,161	70%	12,169	15,813	12,177	312972,726	3,12E+7
	Y			0,008		2190,167	71%	16,701	-0,263	10,128	312972,726	
Story 3	X	6,720	2,910	0,004	9482,345	5626,274	59%	8,330	22,034	11,982	653627,191	6,06E+7
	Y			0,006		5629,777	59%	12,261	4,094	9,895	653627,191	
Story 2	X	3,360	3,360	0,006	15644,970	8082,607	52%	9,596	10,548	11,532	628198,100	5,86E+7
	Y			0,007		8006,733	51%	11,901	2,000	9,421	628198,100	
Story 1	X	0	3,360	0,012	22756,550	9982,302	44%	18,239	2,224	11,641	724932,320	6,81E+7
	Y			0,015		9772,355	43%	22,716	19,564	9,756	724932,320	
Ground floor	X	-3,480	3,480	—	—	—	—	—	—	11,925	292945,467	3,15E+7
	Y			—	—	—	—	—	—	9,581	292945,467	

## 5.5 KONTROLA CELOTNE PREČNE SILE

V nadaljevanju je prikazana kontrola prečne sile.

Smer X:

$$m_{tot} = 2320 \text{ t}; m_{eff,2} = 0,84$$

$$S_d(T_B = 0,15 < T_2 = 0,406 < T_C = 0,5) = a_g * S * \frac{2,5}{q} = 1,2 * 0,2 * 1,2 * \frac{2,5}{1,5} = 0,48$$

$$F_{b,min} = F_{b,1} = m_{eff,2} S_d(T_1) = 0,84 * 2320 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 9177 \text{ kN}$$

$$F_{b,max} = m S_d(T_1) = 2320 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 10924 \text{ kN}$$

Ker je celotna potresna sila (Story 1:  $V_{tot,X} = 9982,3 \text{ kN}$ ), izračunana z modalno analizo, znotraj intervala ( $F_{b,min}, F_{b,max}$ ), sklepam, da je račun pravilen.

Smer Y:

$$m_{tot} = 2320 \text{ t}; m_{eff,1} = 0,81$$

$$S_d(T_B = 0,15 < T_2 = 0,469 < T_C = 0,5) = a_g * S * \frac{2,5}{q} = 1,2 * 0,2 * 1,2 * \frac{2,5}{1,5} = 0,48$$

$$F_{b,min} = F_{b,1} = m_{eff,1} S_d(T_1) = 0,81 * 2320 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 8849 \text{ kN}$$

$$F_{b,max} = m S_d(T_1) = 2320 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 10924 \text{ kN}$$

Ker je celotna potresna sila (Story 1:  $V_{tot,Y} = 9772,4 \text{ kN}$ ), izračunana z modalno analizo, znotraj intervala ( $F_{b,min}, F_{b,max}$ ), sklepam, da je račun pravilen.

## 5.6 OMEJITEV POŠKODB

Pogoj:  $v d_r \leq \alpha h$

$$d_{r,max} = 11 \text{ mm}$$

$v = 0,4$  (kategorija pomembnosti III)

$\alpha = 0,005$  (neduktilni nekonstrukcijski elementi)

$$0,4 * 1,1 \text{ cm} = 0,44 \text{ cm} \leq 0,005 * 336 \text{ cm} = 1,68 \text{ cm} \rightarrow \text{pogoj je izpolnjen.}$$

## 5.7 DIMENZIONIRANJE STEN

### 5.7.1 KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE

#### **Dimenzije sten:**

Pogoj minimalne širine stene:

$$b_{w0} \geq \max\left(0,15 \text{ m}; \frac{h_s}{20}\right) = \max\left(0,15 \text{ m}; \frac{3,16 \text{ m}}{20}\right) = 0,158 \text{ m}$$

Dejanska debelina stene  $b_{w0} = 30 \text{ cm}$  pogoj ustreza.

#### **Minimalna armatura:**

navpična armatura:  $A_{sv,min} = 0,003 A_c = 0,003 * 100 * 30 = 9 \text{ cm}^2 \rightarrow A_{sv,min,dej} = 10,06 \text{ cm}^2$  (2Q503)

vodoravna armatura:  $A_{sh,min} = 0,002 A_c = 0,002 * 100 * 30 = 6 \text{ cm}^2 \rightarrow A_{sv,min,dej} = 6,7 \text{ cm}^2$  (2Q335)

Privzeta minimalna armatura v steni:  $A_{sv,min,dej} = 10,06 \text{ cm}^2$  (2Q503)

#### **Robni element:**

$$\text{dolžina robnega elementa } l_w \geq \min\left(b_w; 3 b_w \frac{\sigma_{cm}}{f_{cd}} \left(< \frac{1}{3}\right)\right) = b_w = l_w = 30 \text{ cm}$$

minimalni premer navpičnih palic  $d_{bL} = 12 \text{ mm}$

minimalna vzdolžna armatura  $A_{s,min} = 0,005 * 30 \text{ cm} * 30 \text{ cm} = 4,5 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \phi 12$  ( $A_{s,dej} = 4,52 \text{ cm}^2$ )

$$\text{minimalni premer stremen} \geq \max\left(6 \text{ mm}; \frac{d_{bL}(= 12 \text{ mm})}{3}\right) = 6 \text{ mm} \rightarrow \text{izberem } 8 \text{ mm}$$

$$\text{maksimalni razmak med stremenami} \geq \min(100 \text{ mm}; 8 d_{bL} = 96 \text{ mm}) = 96 \text{ mm} \rightarrow \text{izberem } 100 \text{ mm}$$

## 5.7.2 STRIŽNA NOSILNOST STEN

### ***Povečanje vrednosti projektnih sil za preprečitev strižne porušitve:***

Skladno s SIST EN 1998-1:2005, 5.4.2.5(2) so projektne strižne sile povečane s faktorjem  $(q+1)/2$ , ki za dejanski faktor obnašanja  $q = 1,5$  znaša 1,25.

Kontrola strižne nosilnosti sten je izvedena s pomočjo ukaza »section segment«, ki izračuna povprečno potrebno armaturo na določenem odseku (povprečno vrednost).

Faktor povečanja je v kontroli upoštevan tako, da s programom izračunano potrebno strižno armaturo primerjamo s faktorjem povečanja zmanjšano vrednostjo minimalne strižne armature.

$$A_{sx,min,dej} = \frac{A_{s,min}}{1,25} = \frac{5,03}{1,25} = 4,02 \text{ cm}^2 / \text{m} \text{ oz. } 402 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

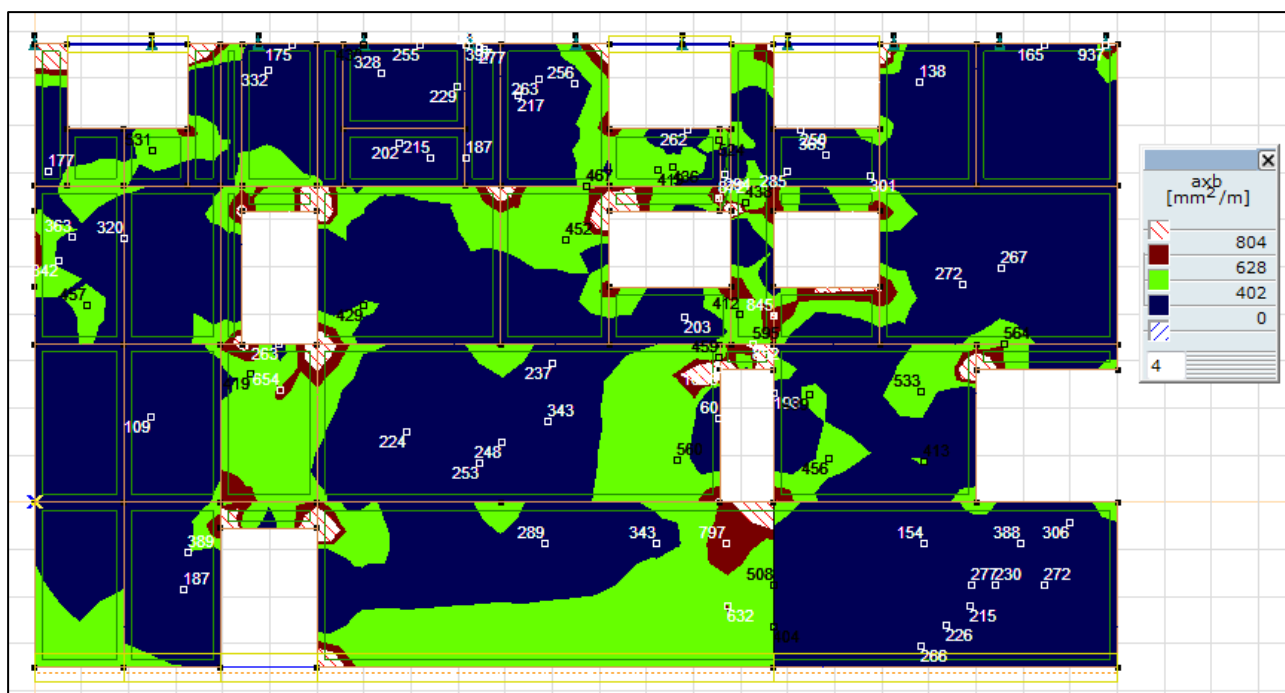
Celotno projektno strižno silo prevzamemo s strižno armaturo.

## 5.7.3 UPOGIBNA NOSILNOST STEN

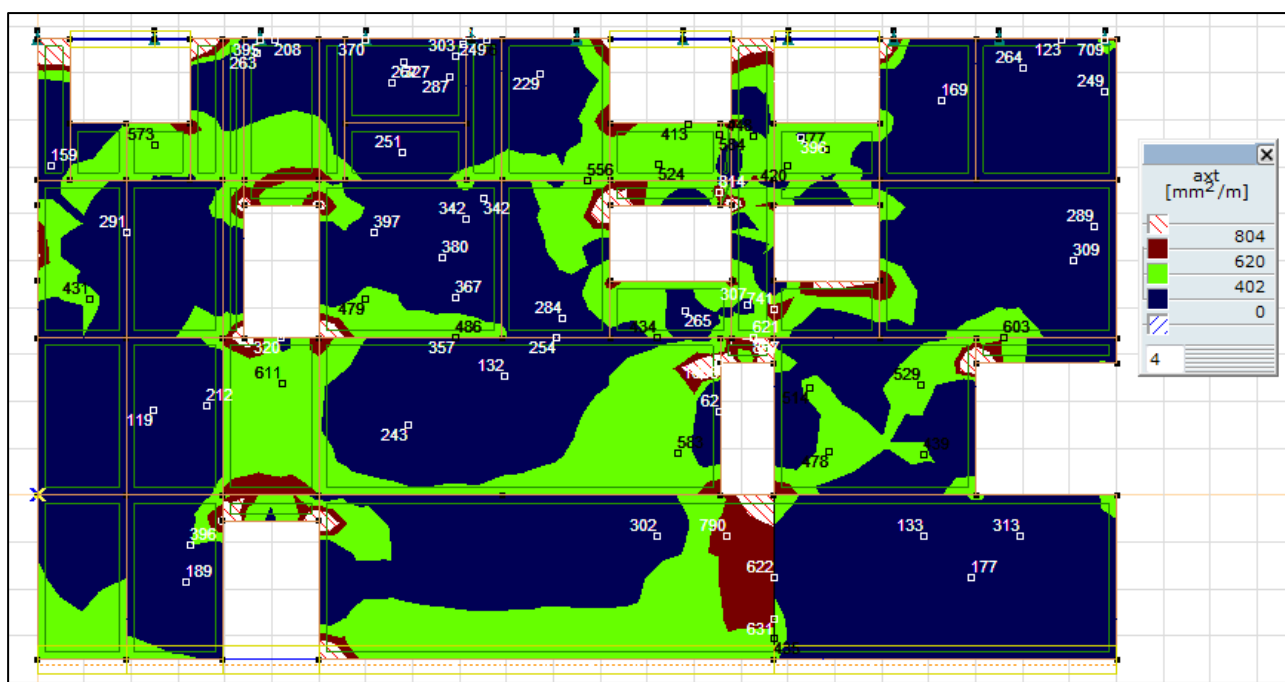
Podobno kot pri preverjanju strižne nosilnosti s pomočjo ukaza »segment section« preverimo potrebno armaturo v smeri y (ayb, ayt).

## 5.7.4 STENE V OSI 1

Potrebna količina armature  $a_{xb}$ :

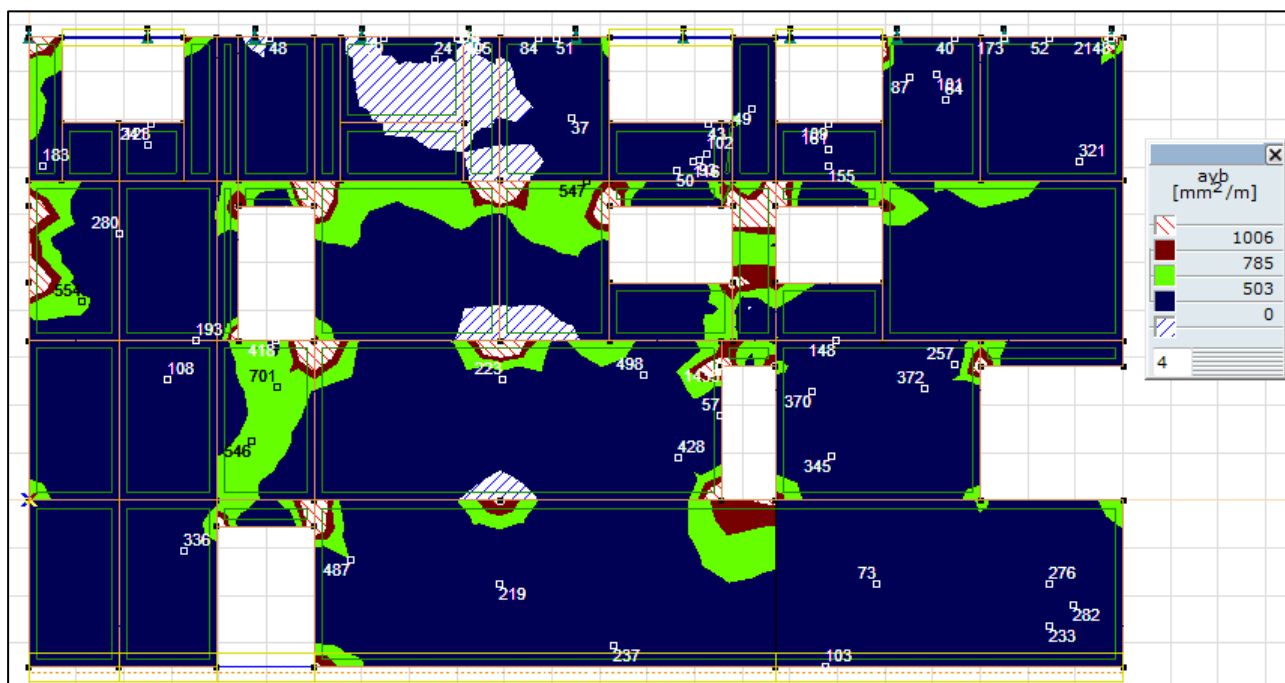


Potrebna količina armature  $a_{xt}$ :

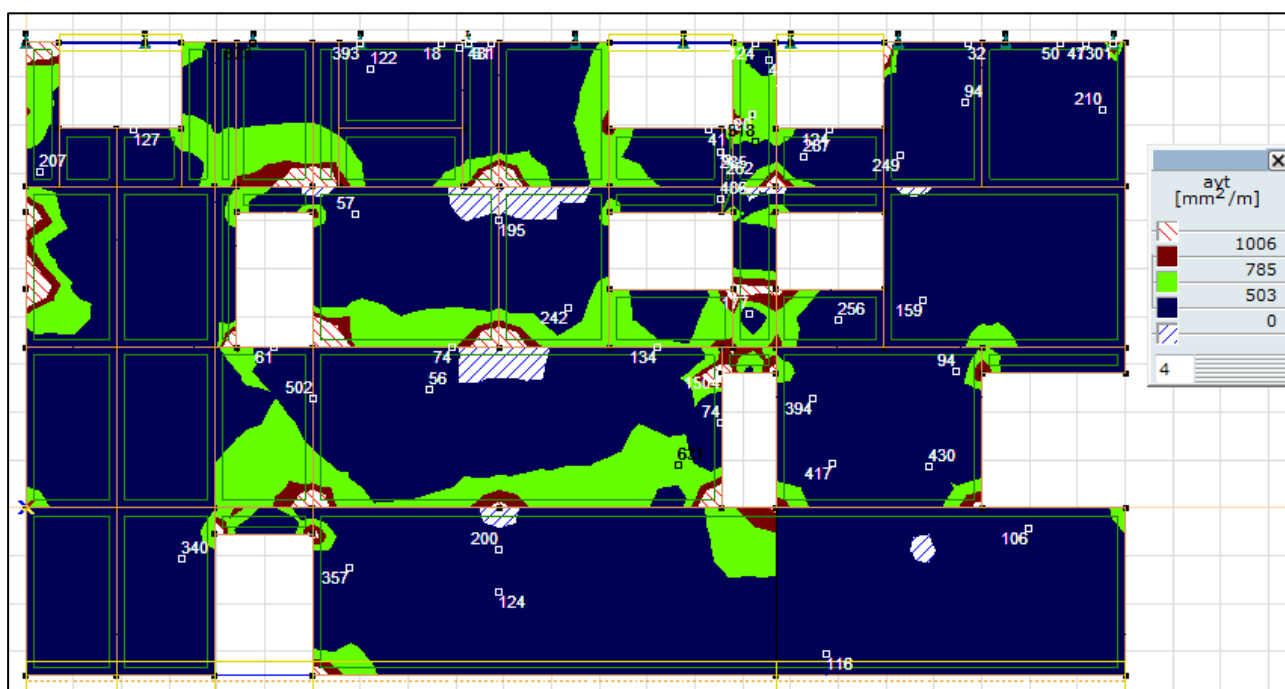




**Potrebna količina armature  $a_{yb}$ :**



**Potrebna količina armature  $a_{yt}$ :**

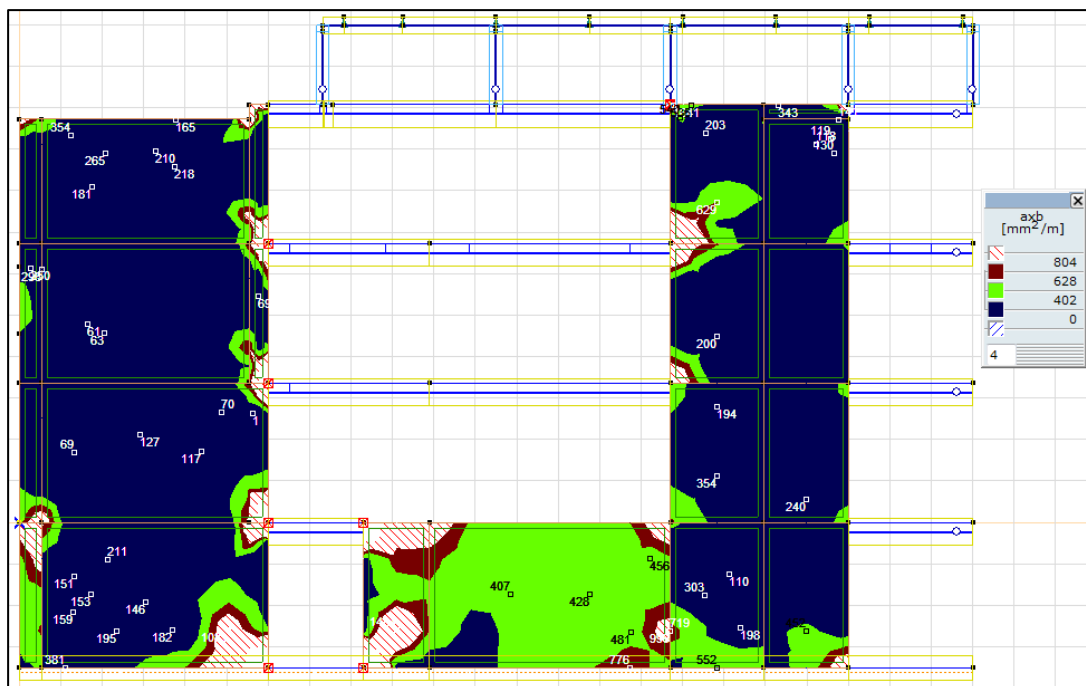


**Kontrola:**

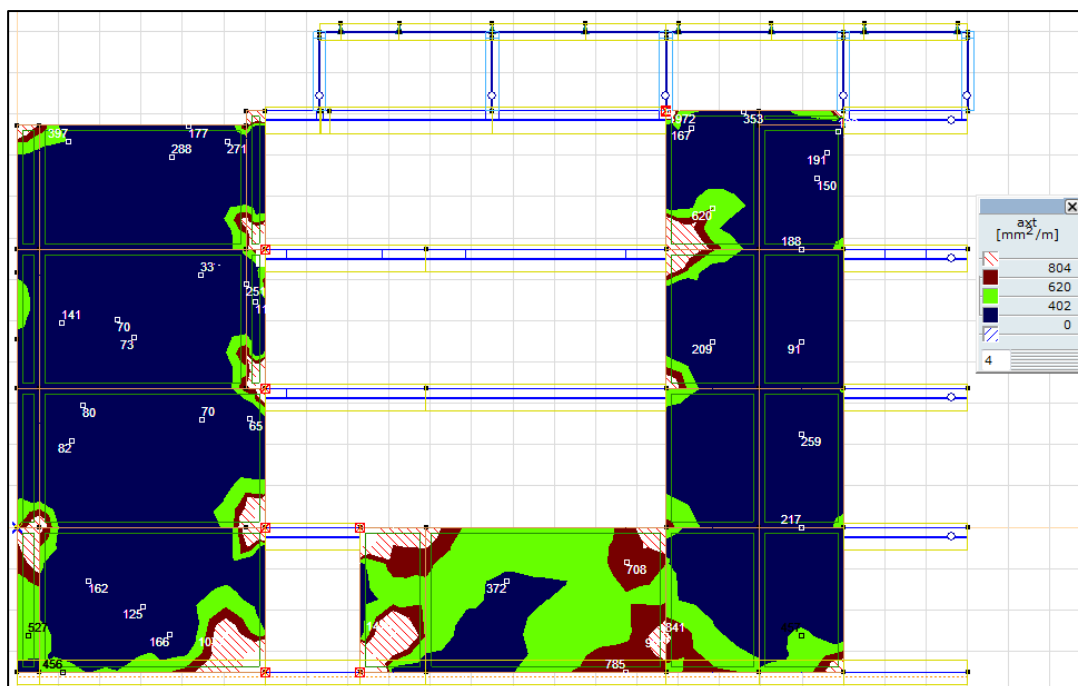
Za prevzem obremenitev zadostuje minimalna armatura  $A_{s,min} = 503 \text{ mm}^2/\text{m}$ .

## 5.7.5 STENE V OSI 2

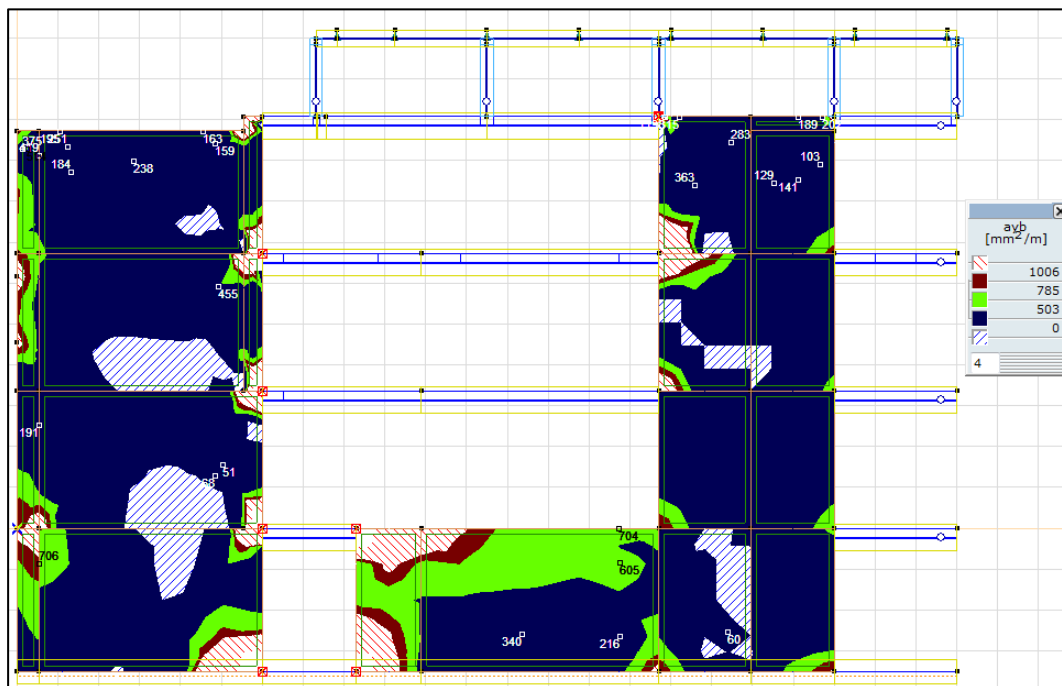
*Potrebna količina armature  $a_{xb}$ :*



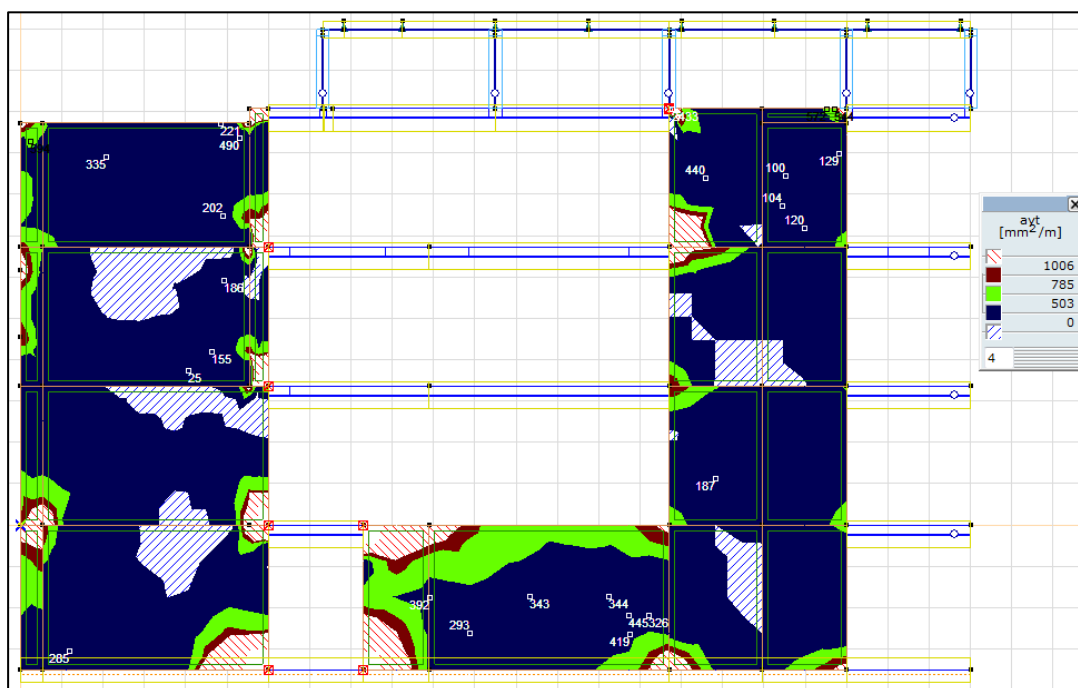
*Potrebna količina armature  $a_{xt}$ :*



**Potrebna količina armature  $a_{yb}$ :**



**Potrebna količina armature  $a_{yt}$ :**

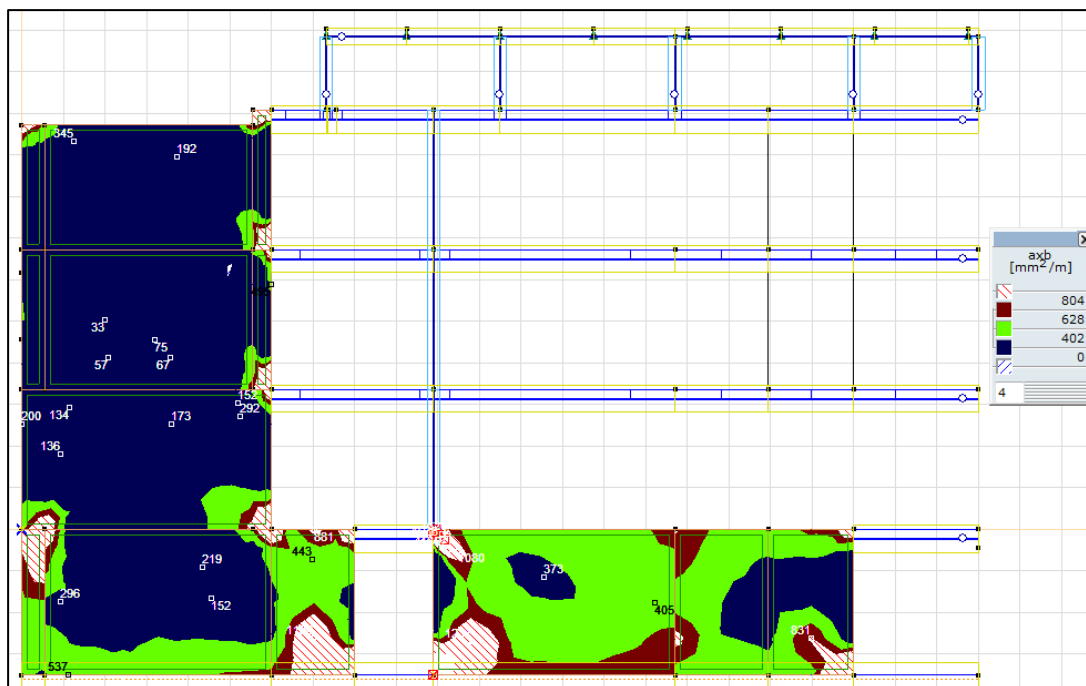


**Kontrola:**

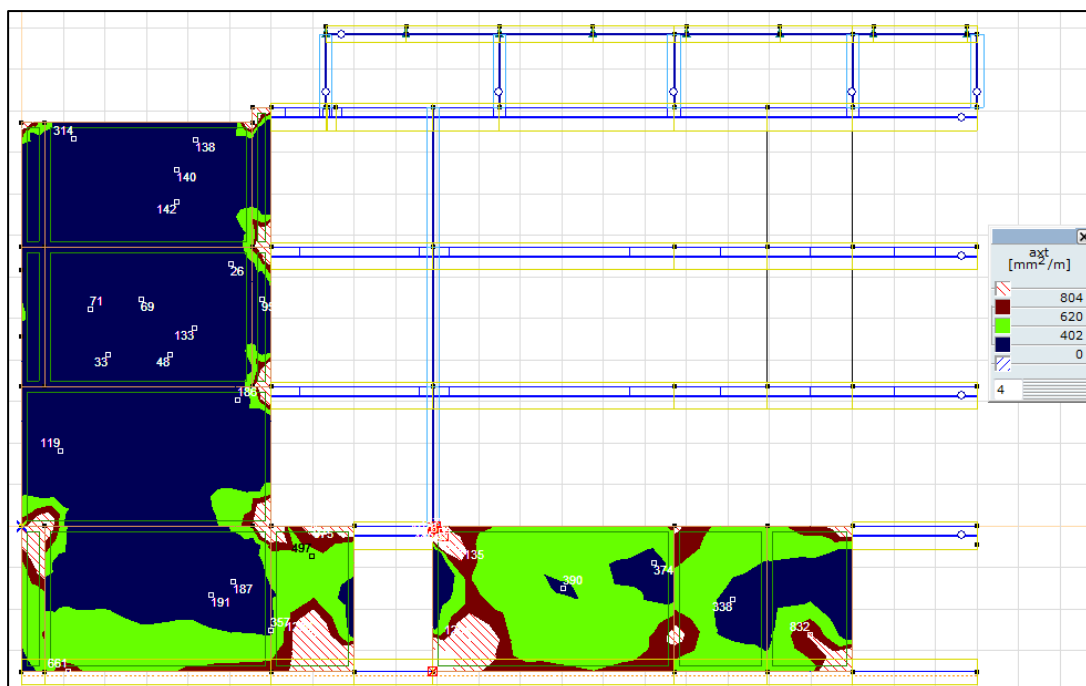
Za prevzem obremenitev zadostuje minimalna armatura  $A_{s,min} = 503 \text{ mm}^2/\text{m}$ .

## 5.7.6 STENE V OSI 3

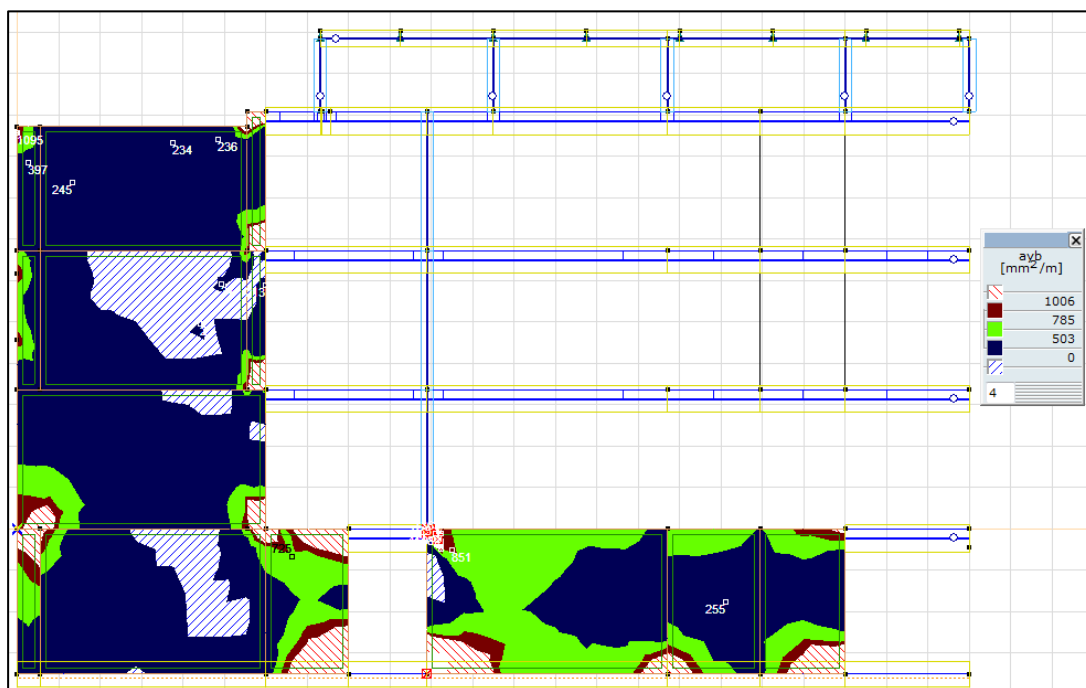
*Potrebna količina armature  $a_{xb}$ :*



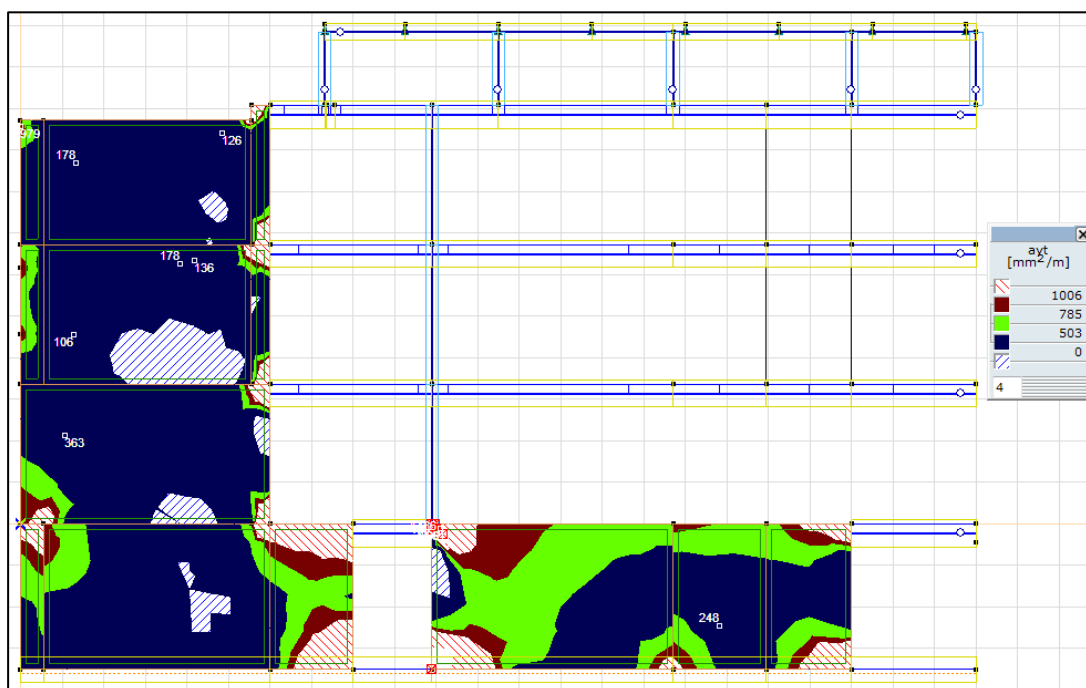
*Potrebna količina armature  $a_{xt}$ :*



**Potrebna količina armature  $a_{yb}$ :**



**Potrebna količina armature  $a_{yt}$ :**

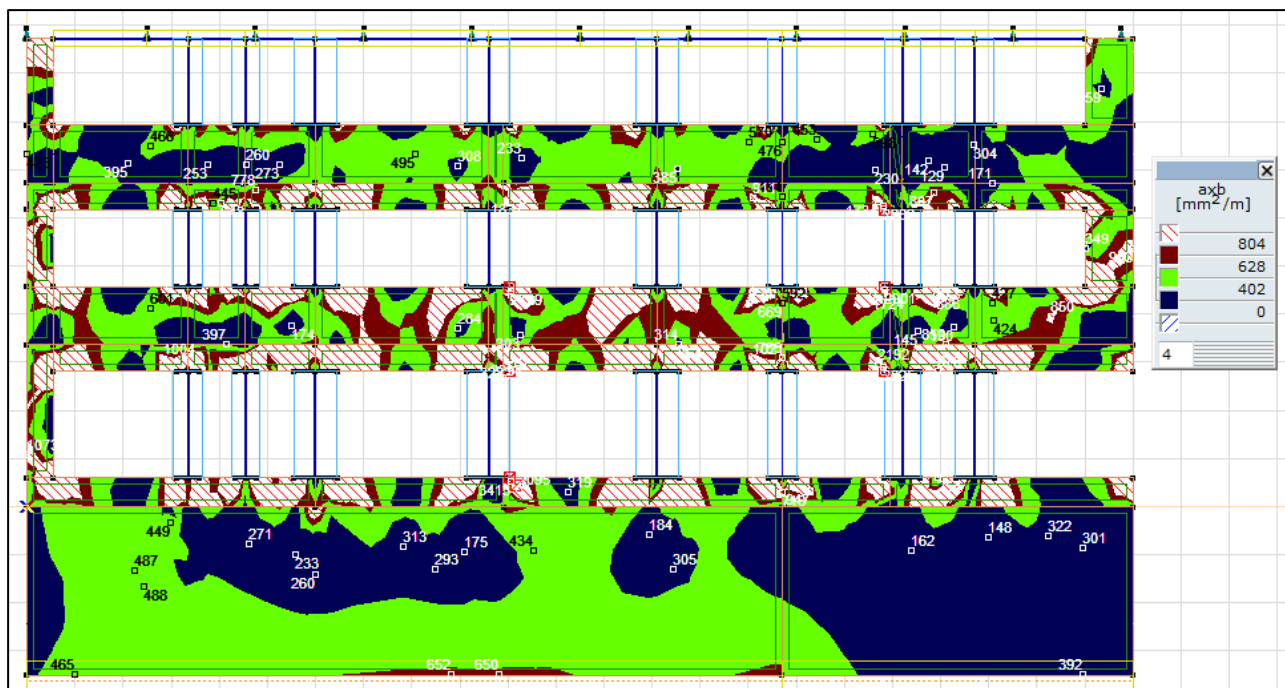


**Kontrola:**

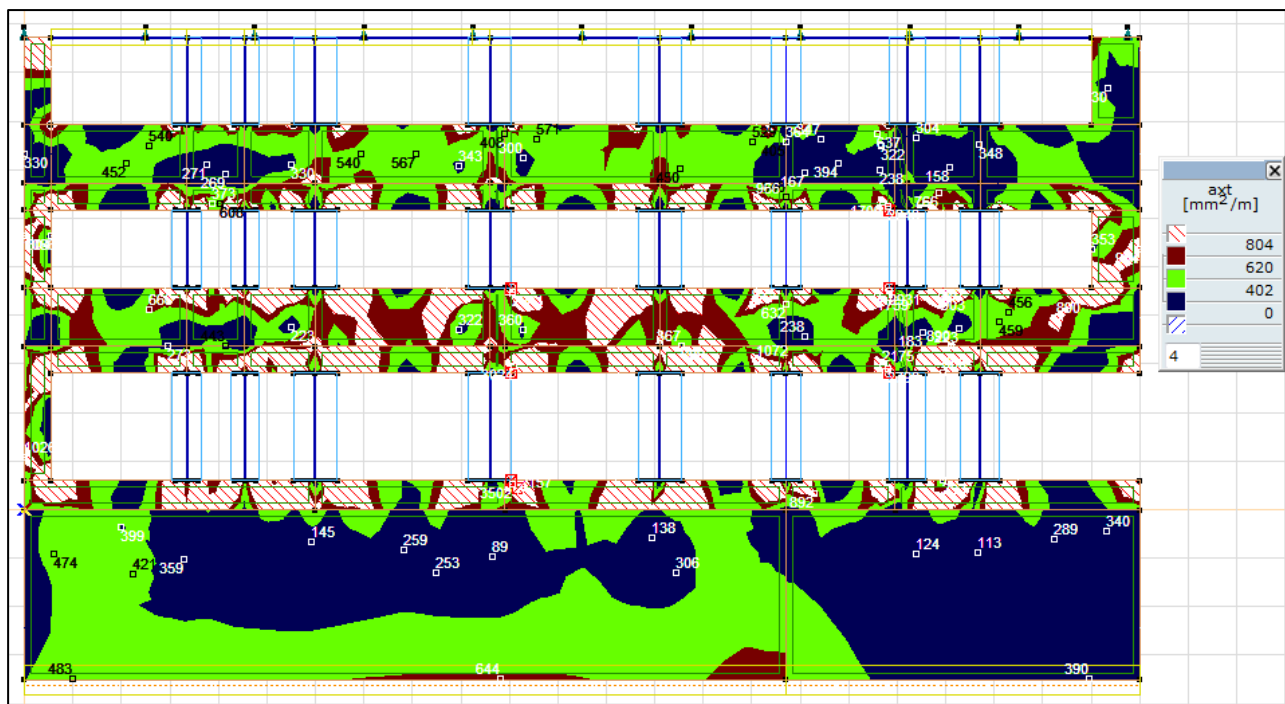
Splošno za prevzem obremenitev zadostuje minimalna armatura  $A_{s,min} = 503 \text{ mm}^2/\text{m}$ .

## 5.7.7 STENE V OSI 4

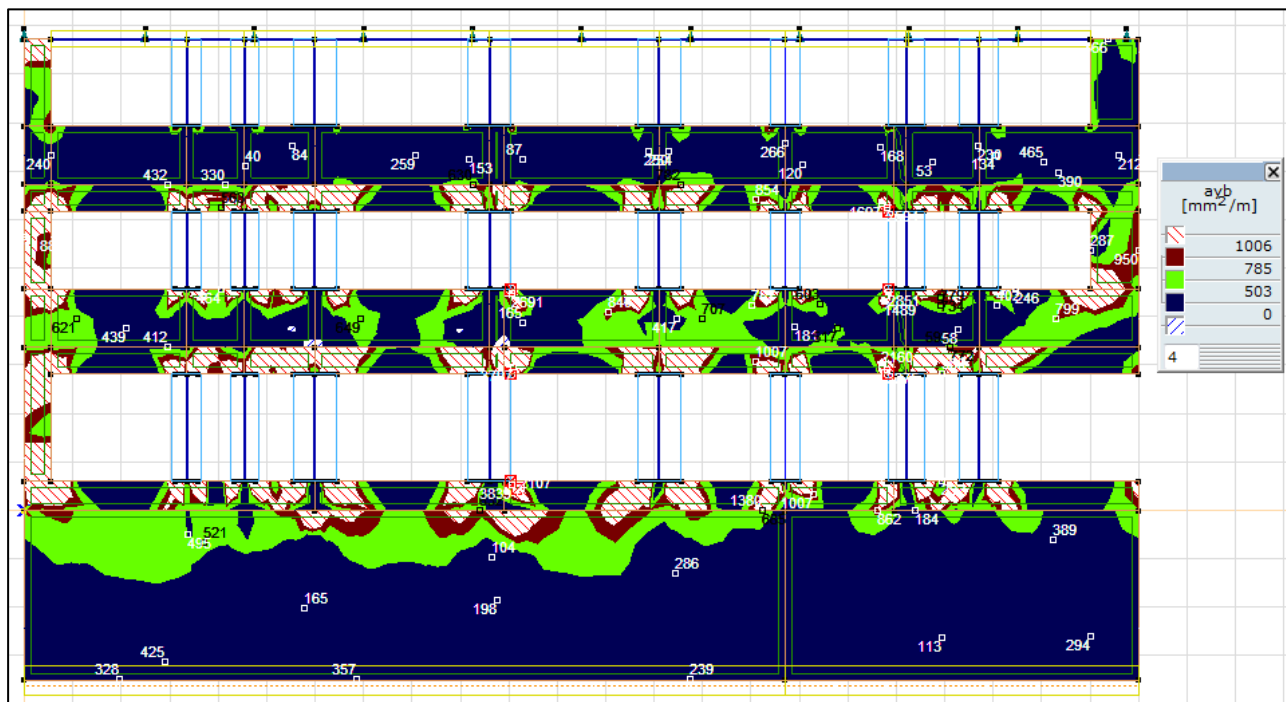
Potrebna količina armature  $a_{xb}$ :



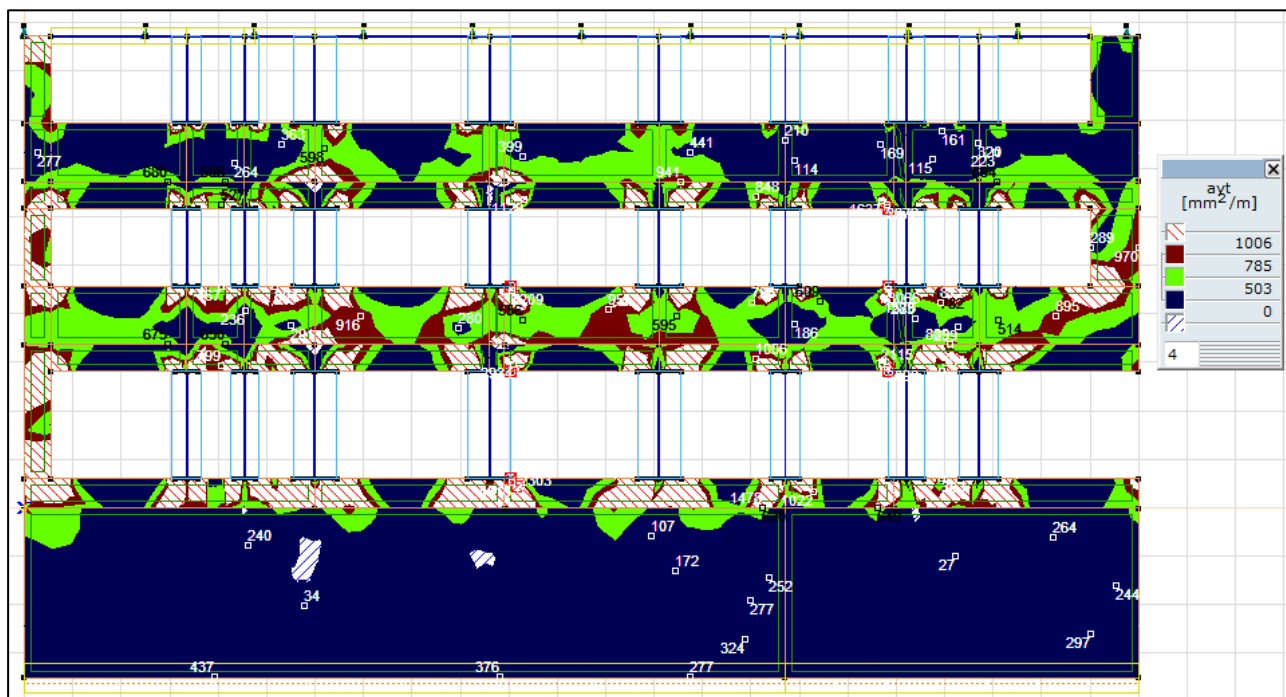
Potrebna količina armature  $a_{xt}$ :



Potrebna količina armature  $a_{yb}$ :



Potrebna količina armature  $a_{yt}$ :

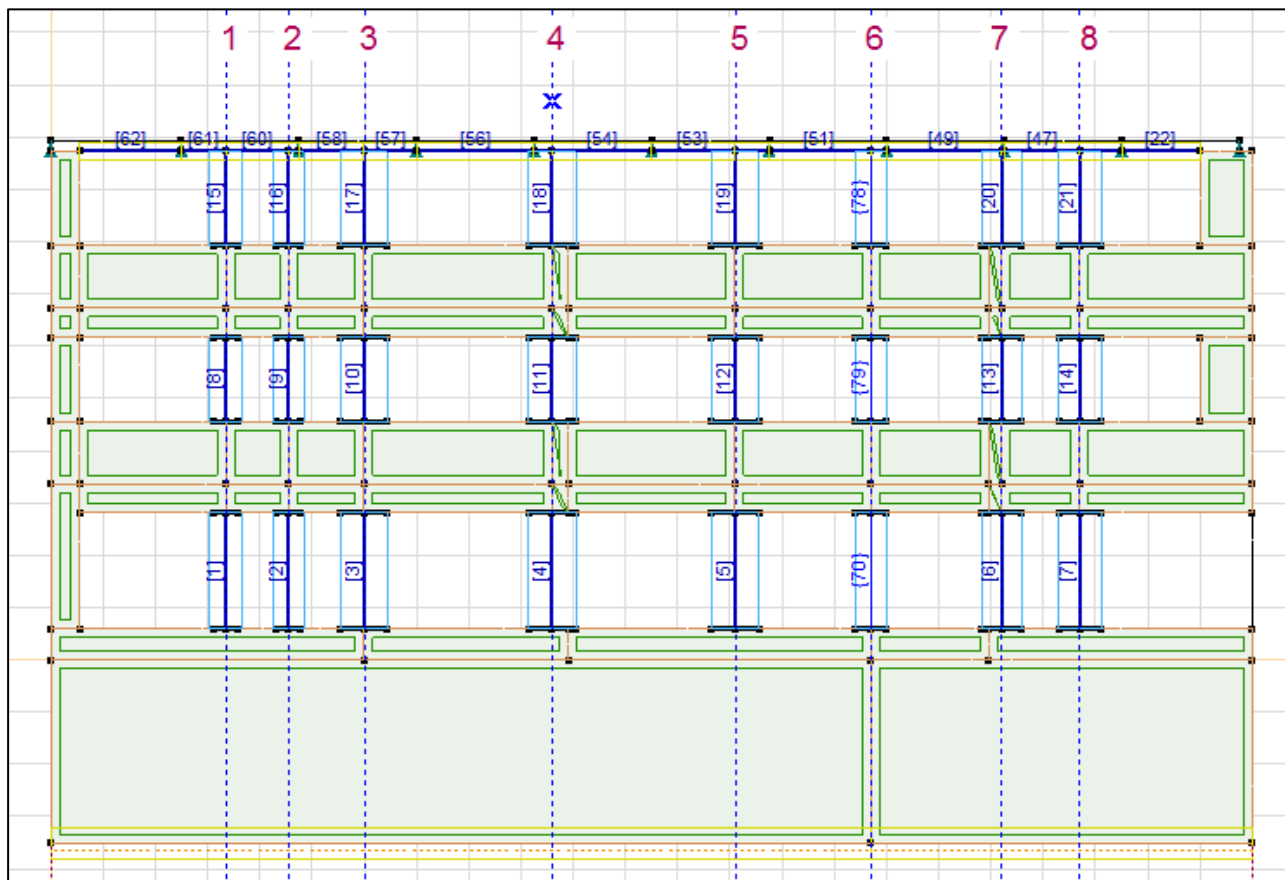


**Kontrola:**

Splošno za prevzem obremenitev zadostuje minimalna armatura  $A_{s,min} = 503 \text{ mm}^2/\text{m}$ .

Robni element:  $A_{s,y,max} = 1507 \text{ mm}^2/\text{m} * 0,55 \text{ m} = 828 \text{ mm}^2 \rightarrow 4\Phi 16 (804 \text{ mm}^2)$

**Stebri med odprtinami:**



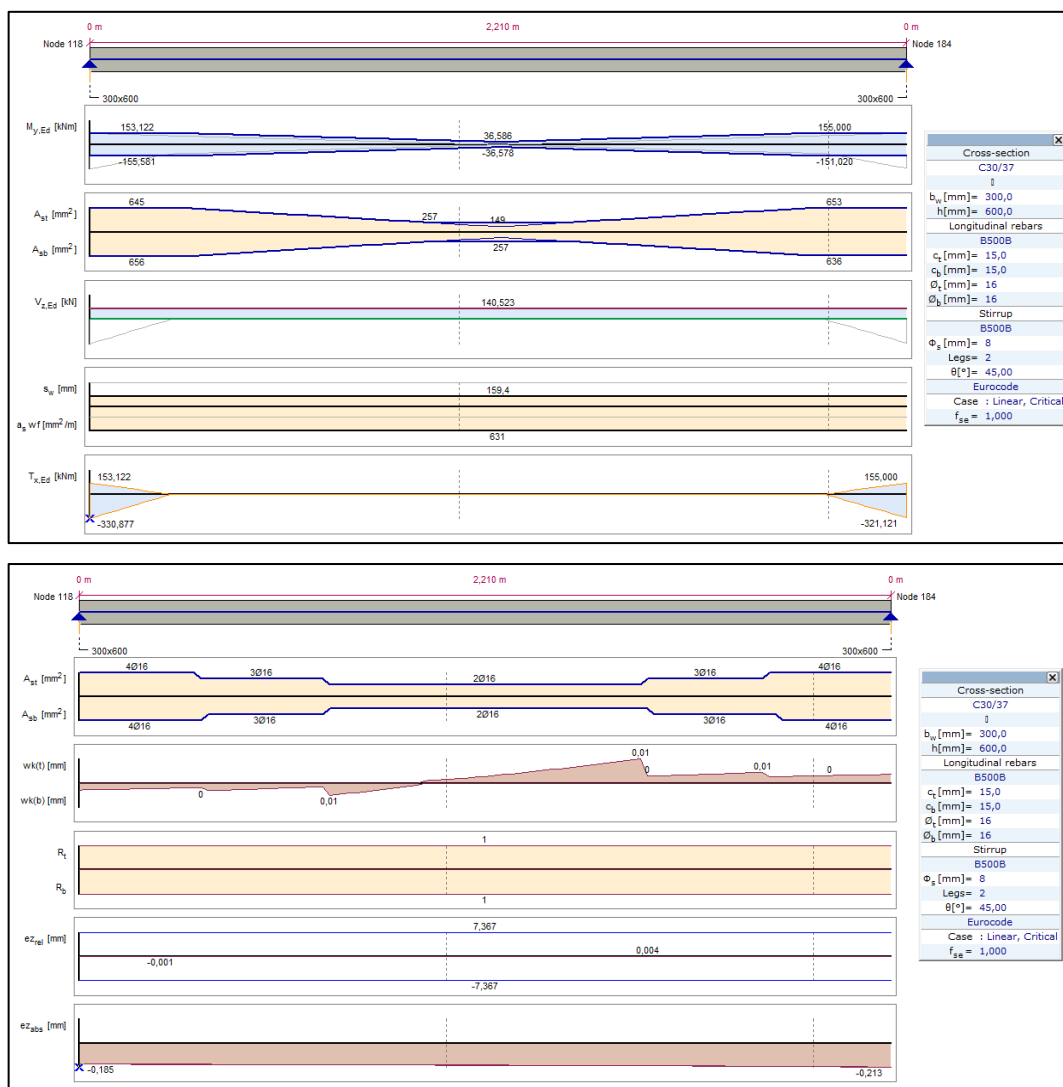
Slika 99: Pozicije stebrov



**OS 1 oz. OS2 (enak prerez):**

Beam internal forces [Linear, (All ULS (a, b)) Critical, Selected]												
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
1	5	Nx	min	0	(118)	-330,877	-15,137	137,844	0	-152,884	-20,360	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
15	5		max	1,800	(395)	10,651	-12,327	-39,391	0	26,179	-1,442	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
9	5	Vy	min	0	(199)	-151,931	-21,302	1,961	0	-2,077	-12,620	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm}
15	5		max	0	(383)	-50,289	-2,171	-39,391	0	44,778	-22,004	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
8	5	Vz	min	0	(198)	-146,539	-13,917	-159,630	0	-131,675	-10,580	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
8	5		max	0	(198)	-146,539	-13,917	164,951	0	-131,675	-10,580	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
1	5	Tx	min	0	(118)	-330,877	-15,137	137,844	0	-152,884	-20,360	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
1	5		max	0	(118)	-330,877	-15,137	137,844	0	-152,884	-20,360	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
2	5	My	min	0	(120)	-285,108	-19,412	140,540	0	-156,953	-26,734	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
1	5		max	2,210	(184)	-316,639	-16,465	140,523	0	155,000	14,404	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
16	5	Mz	min	0	(384)	-33,374	-14,805	-10,326	0	8,278	-28,529	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qp+1,5*0,7*Qm+1,5*0,6*Wx)
2	5		max	2,210	(187)	-217,447	-20,764	3,219	0	2,962	22,217	[1,35*1*G] {1,5*Qp+1,5*Qn} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wx)

Slika 100: Merodajne obremenitve



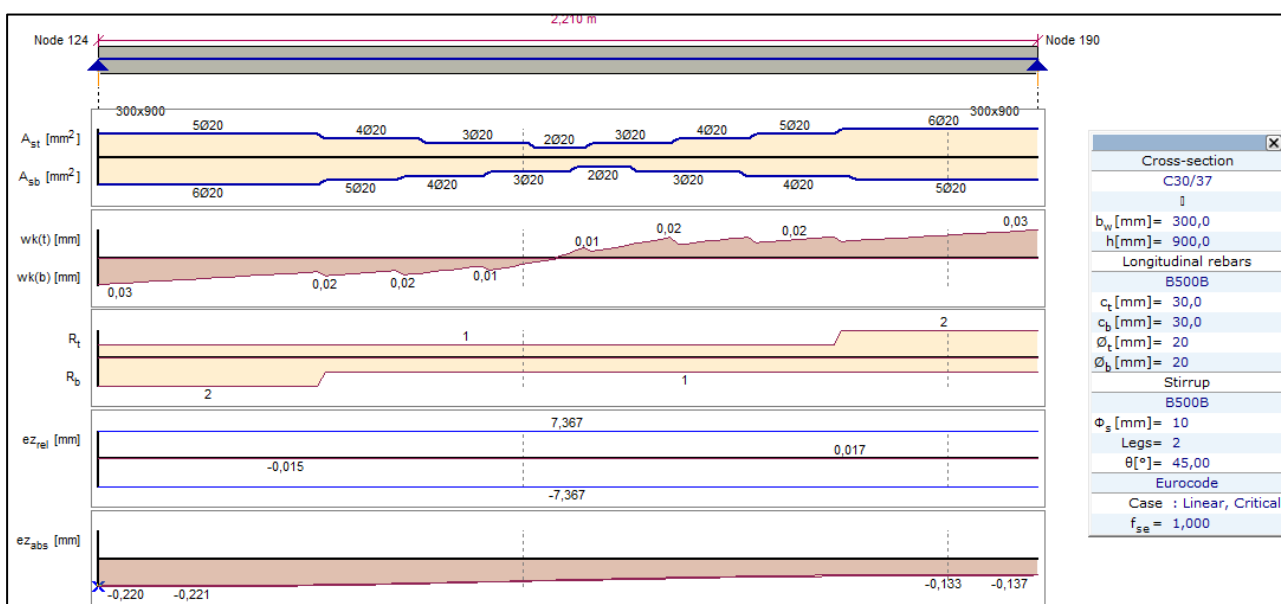
Upogibna armatura: 4 $\Phi$ 16

Strižna armatura: 2 $\Phi$ 8/10 cm

**OS 3, OS 4 oz. OS 5 (enak prerez):**

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

	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
4	8	Nx	min	0	(122)	-531,176	-42,145	52,649	2,776	-56,216	-43,966	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wx)
17	8		max	1,800	(397)	-1,665	-23,852	-62,465	5,168	-32,358	-2,506	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
11	8	Vy	min	0	(201)	-290,509	-66,735	64,454	2,449	-49,709	-42,638	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wx)
19	8		max	0	(388)	-34,588	2,223	67,146	-20,971	-92,545	-35,402	[G] {SM 3+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
5	8	Vz	min	0	(124)	-410,158	-21,466	-424,560	-7,006	-607,669	-28,268	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
5	8		max	0	(124)	-410,158	-21,466	537,322	-7,006	-607,669	-28,268	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
19	8	Tx	min	0	(388)	-34,635	-20,399	73,285	-21,990	-101,590	-35,551	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
10	8		max	0	(200)	-251,998	-54,331	5,359	9,187	-4,889	-34,415	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wx)
5	8	My	min	0	(124)	-410,158	-21,466	537,322	-7,006	-607,669	-28,268	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
5	8		max	2,210	(190)	-395,524	-21,466	537,322	-7,006	579,817	19,285	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
4	8	Mz	min	0	(122)	-476,539	-47,832	436,279	3,852	-487,396	-63,189	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
11	8		max	1,610	(213)	-276,117	-66,735	64,454	2,449	54,061	64,806	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wx)

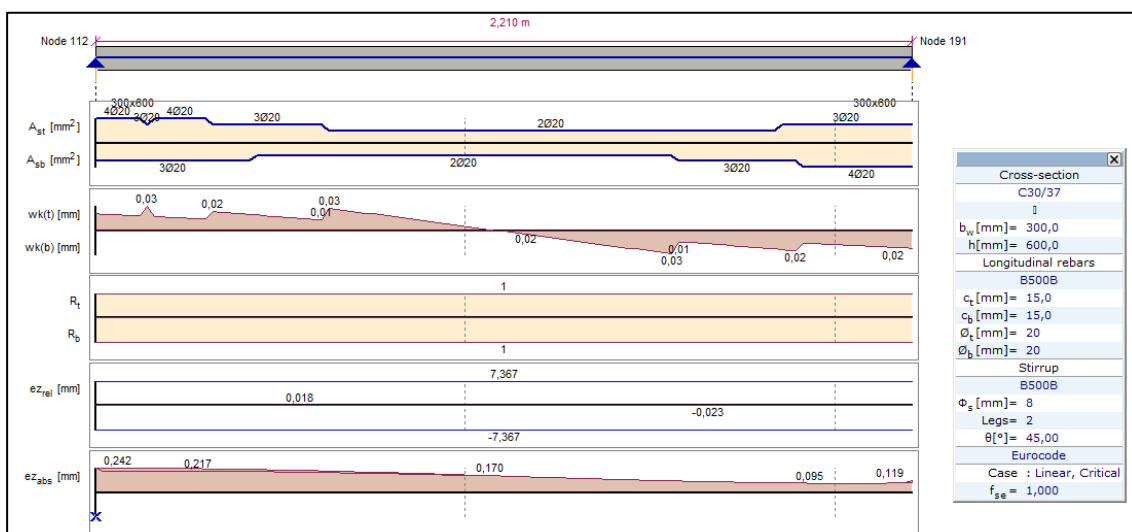
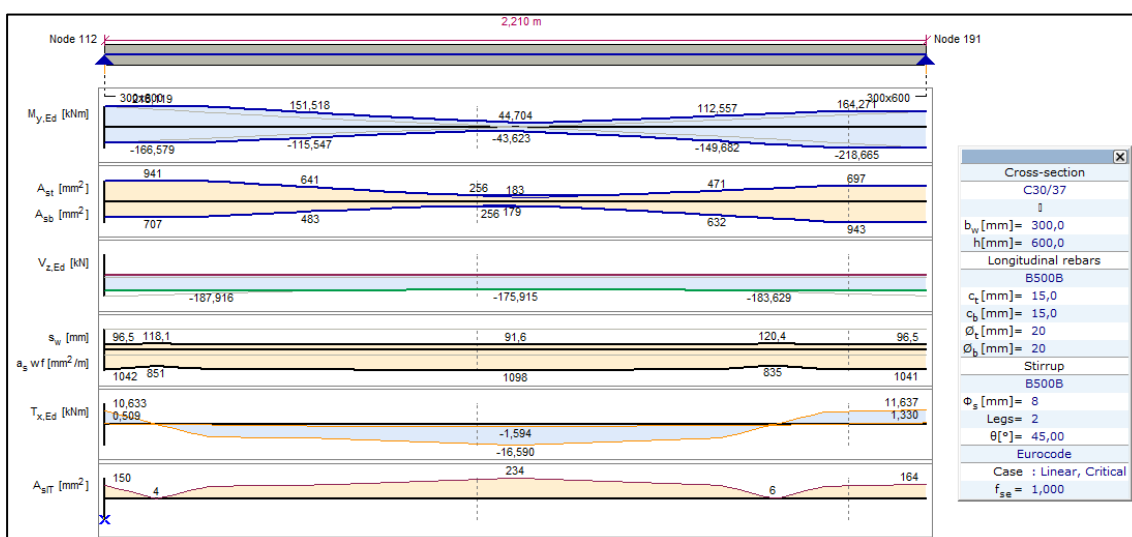


Upogibna armatura: 6Φ20

Strižna armatura: 2Φ8/ 5 cm

## OS 6:

	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	MyD [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.													
70	2	Nx	min	0	(112)	-330,477	6,750	-250,723	10,313	211,458	-166,579	0,607	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
78	2		max	1,800	(400)	69,477	-58,286	-35,572	-15,608	-24,843	17,197	21,119	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
78	2	Vy	min	1,800	(400)	-94,100	-58,298	-32,906	-14,975	-22,609	-24,843	21,122	[G] {SM 3-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
78	2		max	1,800	(400)	-94,100	45,526	-32,906	-14,975	-22,609	17,197	21,122	[G] {SM 3+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
79	2	Vz	min	0	(204)	-143,170	-3,530	-264,333	10,457	170,150	-123,554	-0,408	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
70	2		max	0	(112)	-329,960	7,768	198,127	10,633	218,119	218,119	0,554	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
70	2	Tx	min	1,105	(2297)	-218,271	-0,656	-175,915	-16,590	-2,883	-3,409	-0,307	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
78	2		max	0	(389)	-65,675	10,554	-61,534	15,725	50,064	50,816	0,068	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
70	2	My	min	2,210	(191)	-170,471	6,280	-252,402	11,637	-218,665	-218,665	-0,915	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
70	2		max	0	(112)	-329,960	7,768	-258,559	10,633	218,119	218,119	0,554	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
70	2	MyD	min	2,210	(191)	-170,471	6,280	-252,402	11,637	-218,665	-218,665	-0,915	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
70	2		max	0	(112)	-329,960	7,768	-258,559	10,633	218,119	218,119	0,554	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
78	2	Mz	min	1,800	(400)	-94,100	-58,298	-32,906	-14,975	-22,609	-24,843	-18,068	[G] {SM 3-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
78	2		max	1,800	(400)	-94,100	-58,298	-32,906	-14,975	-22,609	17,197	21,122	[G] {SM 3+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)



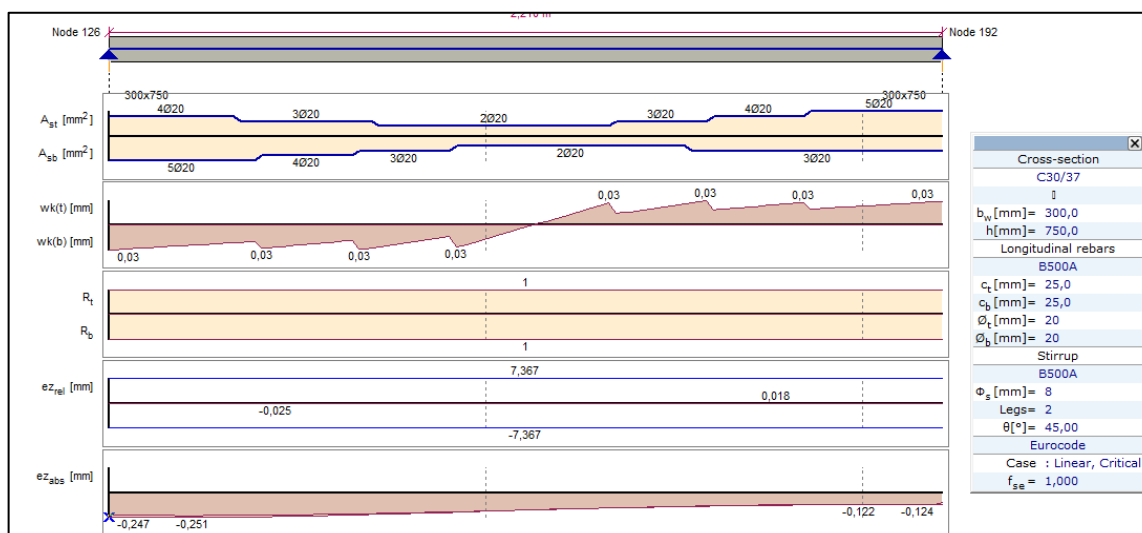
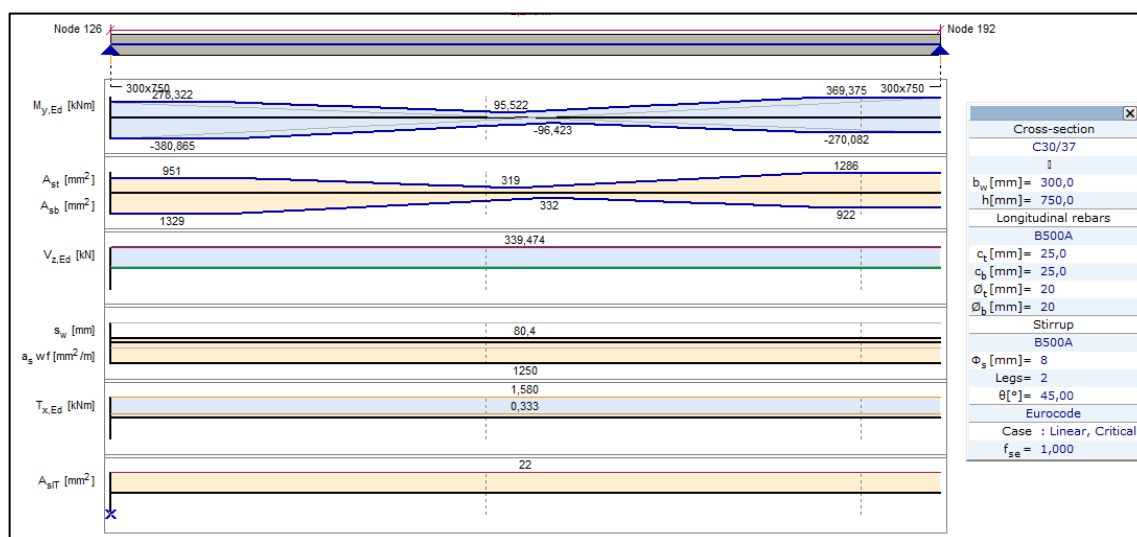
Upogibna armatura: 4Φ20

Strižna armatura: 2Φ8/5 cm

## OS 7:

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

	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
6	9	Nx	min	0	(126)	-315,002	-8,292	339,474	1,433	-380,865	-9,850	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
6	9		max	2,210	(192)	15,065	-8,292	339,474	1,433	369,375	8,882	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
13	9	Vy	min	0	(206)	-138,754	-18,460	54,383	1,530	-44,138	-9,371	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5...
20	9		max	0	(391)	-30,378	3,113	38,539	-4,220	-47,852	-10,761	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
6	9	Vz	min	0	(126)	-315,002	-8,292	-248,146	1,433	-380,865	-9,850	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
6	9		max	0	(126)	-315,002	-8,292	339,474	1,433	-380,865	-9,850	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
20	9	Tx	min	0	(391)	-29,696	-5,665	34,184	-4,223	-42,416	-10,761	[G] {SM 3-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
20	9		max	0	(391)	-29,696	-5,665	34,184	2,688	-42,416	-10,761	[G] {SM 3+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
6	9	My	min	0	(126)	-315,002	-8,292	339,474	1,433	-380,865	-9,850	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
6	9		max	2,210	(192)	-302,807	-8,292	339,474	1,433	369,375	8,882	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
6	9	Mz	min	0	(126)	-209,962	-13,483	64,970	1,052	-72,915	-14,792	[1,35*1*G] {1,5*Qp+1,5*Qn} (1,5*0,6*Wx)
13	9		max	1,610	(218)	-126,761	-18,460	54,383	1,530	43,418	20,349	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5...



Upogibna armatura: 5Φ20

Strižna armatura: 2Φ8 / 5 cm

OŠ Artiće

**PGD – 3/1**

Št. projekta: 17140-00

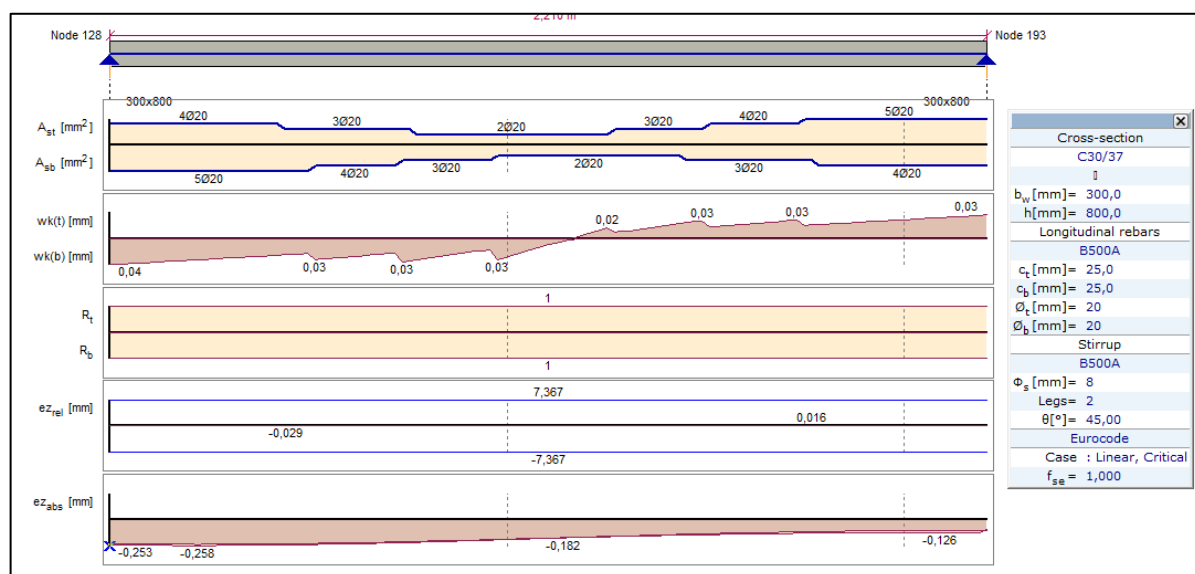
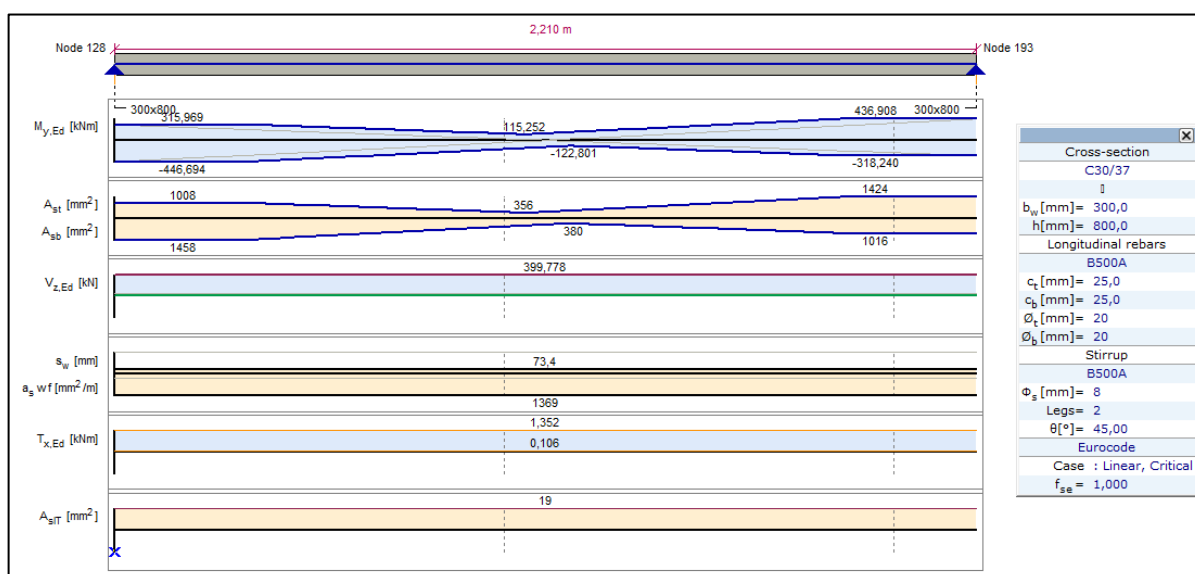
Rev\_0

Stran 100 / 179

## OS 8:

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

	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
7	10	Nx	min	0	(128)	-404,642	-10,567	399,778	1,352	-446,694	-11,958	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
14	10		max	1,610	(219)	63,963	-19,400	301,128	2,381	252,938	20,973	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
14	10	Vy	min	0	(207)	-118,589	-24,705	58,042	1,810	-43,631	-13,271	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wy)
21	10		max	0	(392)	-36,930	4,405	38,707	2,962	-53,858	-12,533	[G] {SM 3+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
7	10	Vz	min	0	(128)	-404,642	-10,567	-286,931	1,352	-446,694	-11,958	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
7	10		max	0	(128)	-404,642	-10,567	399,778	1,352	-446,694	-11,958	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
21	10	Tx	min	0	(392)	-37,983	-6,806	41,554	-3,039	-57,643	-11,076	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
21	10		max	0	(392)	-37,983	-6,806	41,554	3,632	-57,643	-11,076	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
7	10	My	min	0	(128)	-404,642	-10,567	399,778	1,352	-446,694	-11,958	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
7	10		max	2,210	(193)	-391,634	-10,567	399,778	1,352	436,908	12,334	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
7	10	Mz	min	0	(128)	-274,370	-17,337	80,332	0,427	-93,008	-18,920	[1,35*1*G] {1,5*Qp+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wx)
14	10		max	1,610	(219)	-105,796	-24,705	58,042	1,810	49,817	26,504	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wy)

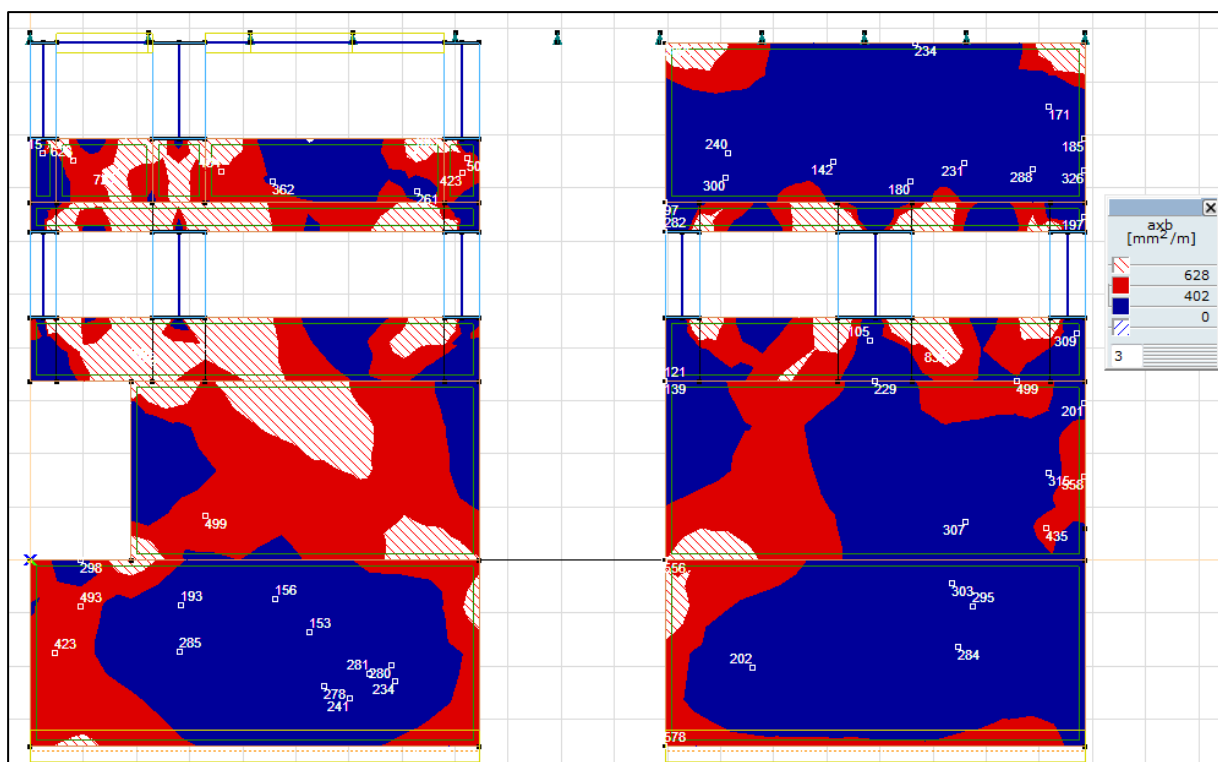


Upogibna armatura: 6 $\Phi$ 20

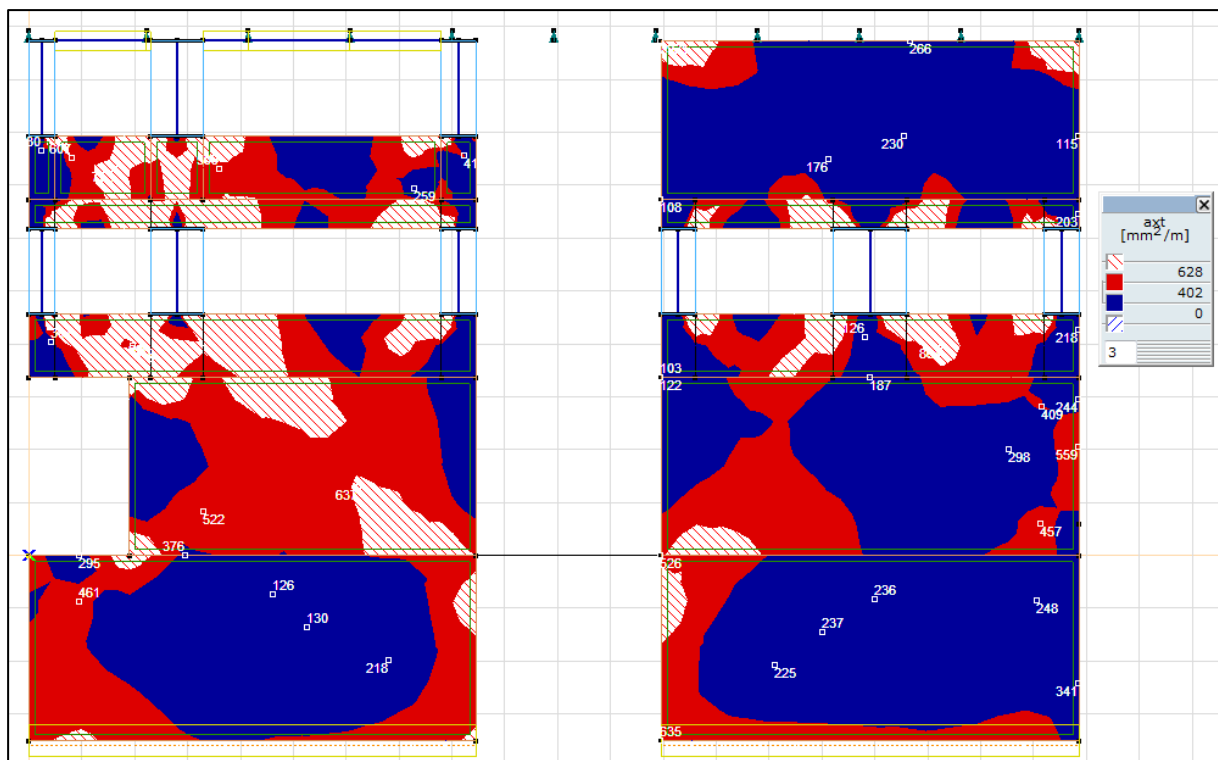
Strižna armatura: 2 $\Phi$ 8 / 5cm

## 5.7.8 STENE V OSI A

Potrebna količina armature  $a_{xb}$ :

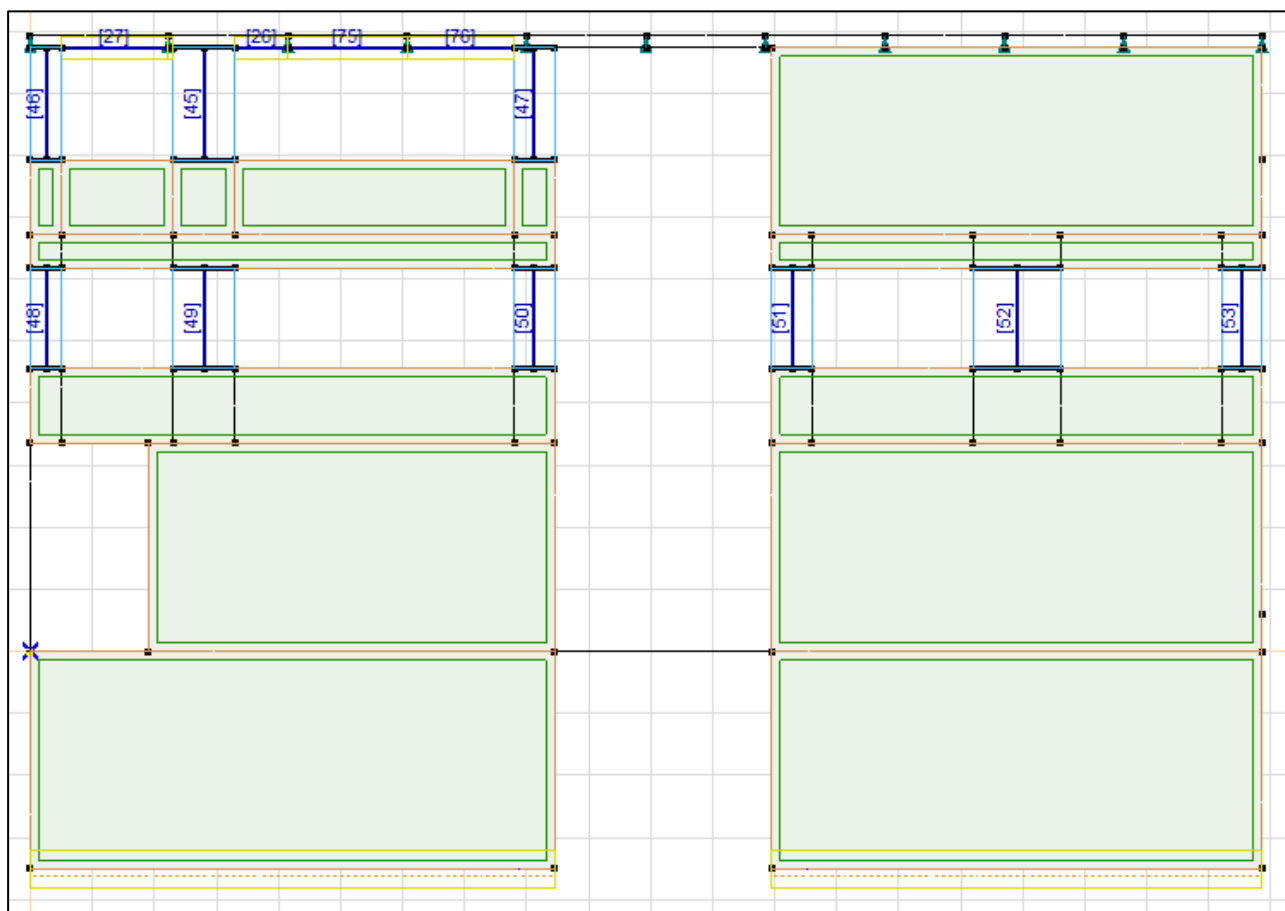


Potrebna količina armature  $a_{xt}$ :



$$A_{s,y,max} = 1509 \text{ mm}^2/m \rightarrow \Phi 16/10 \text{ cm } (2000 \text{ mm}^2/m)$$

## OBMOČJA MED ODPRTINAMI

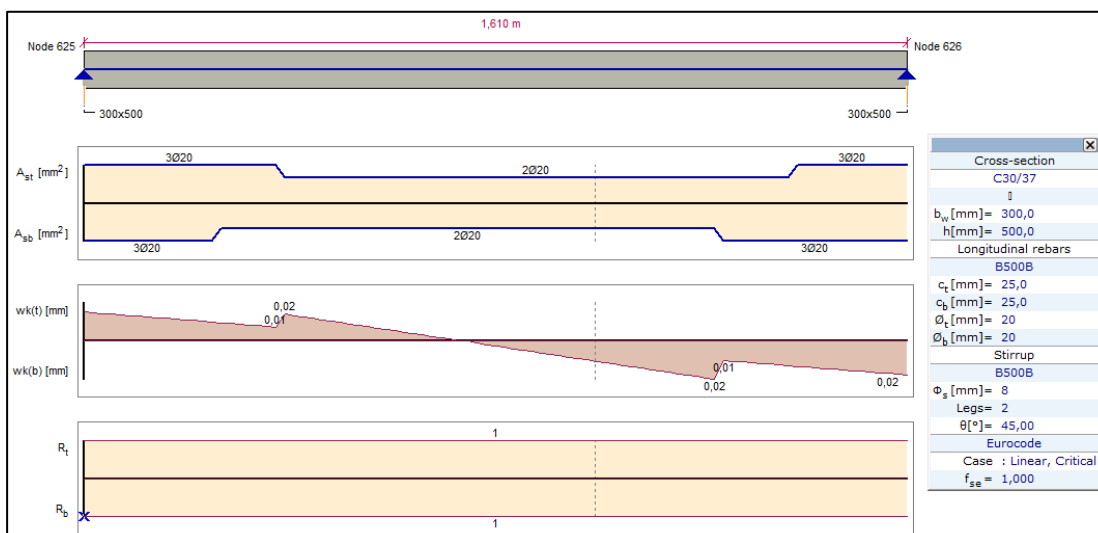
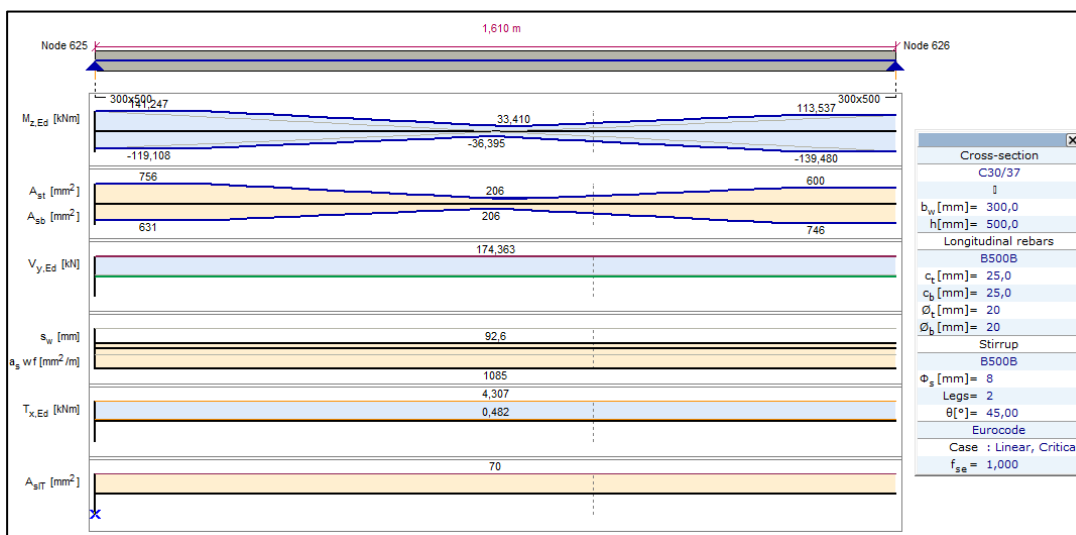




## ELEMENTA 46 in 48

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

	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
48	22	Nx	min	0	(625)	-82,568	174,173	-1,352	4,307	1,404	141,051	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
48	22		max	1,800	(622)	31,713	72,276	11,851	8,669	18,475	-58,890	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
48	22	Vy	min	0	(625)	-82,525	-144,498	-1,478	4,019	1,494	141,247	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
48	22		max	0	(625)	-82,525	174,363	-1,478	4,019	1,494	141,247	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
46	22	Vz	min	0	(621)	-48,543	64,836	-6,577	8,435	-3,314	63,928	[G] {SM 3-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
46	22		max	0	(621)	-50,534	72,276	11,851	8,669	-3,242	71,941	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
46	22	Tx	min	0	(621)	-50,534	72,276	11,851	-4,591	-3,242	71,941	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
46	22		max	0	(621)	-50,534	72,276	11,851	8,669	-3,242	71,941	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
46	22	My	min	1,800	(622)	-43,913	72,276	11,851	8,669	-10,249	-58,890	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
46	22		max	1,800	(622)	-43,913	72,276	11,851	8,669	18,475	-58,890	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
48	22	Mz	min	1,610	(626)	-76,603	174,363	-1,478	4,019	-1,175	-139,480	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
48	22		max	0	(625)	-82,525	174,363	-1,478	4,019	1,494	141,247	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)



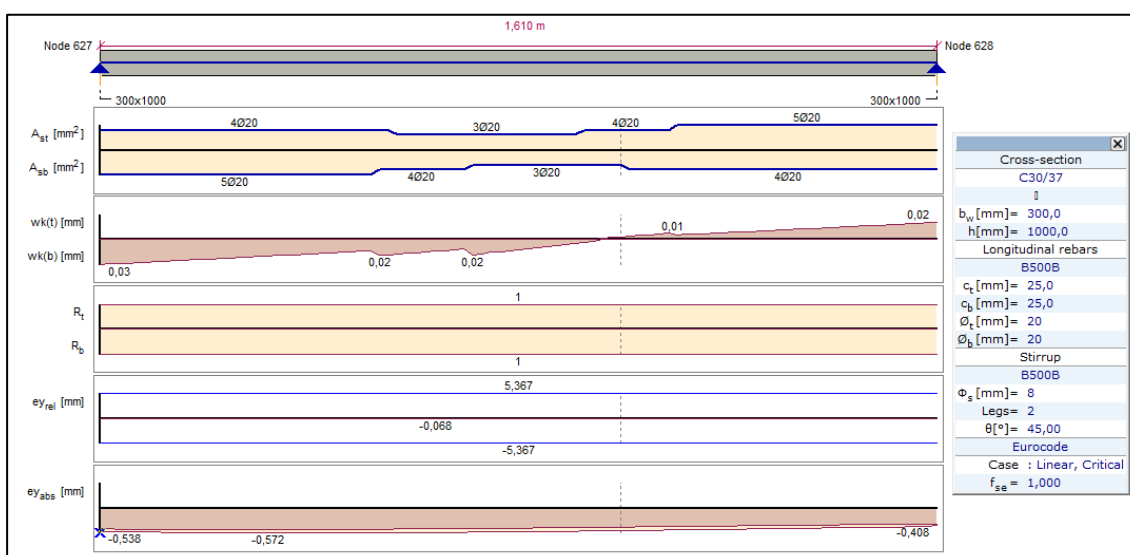
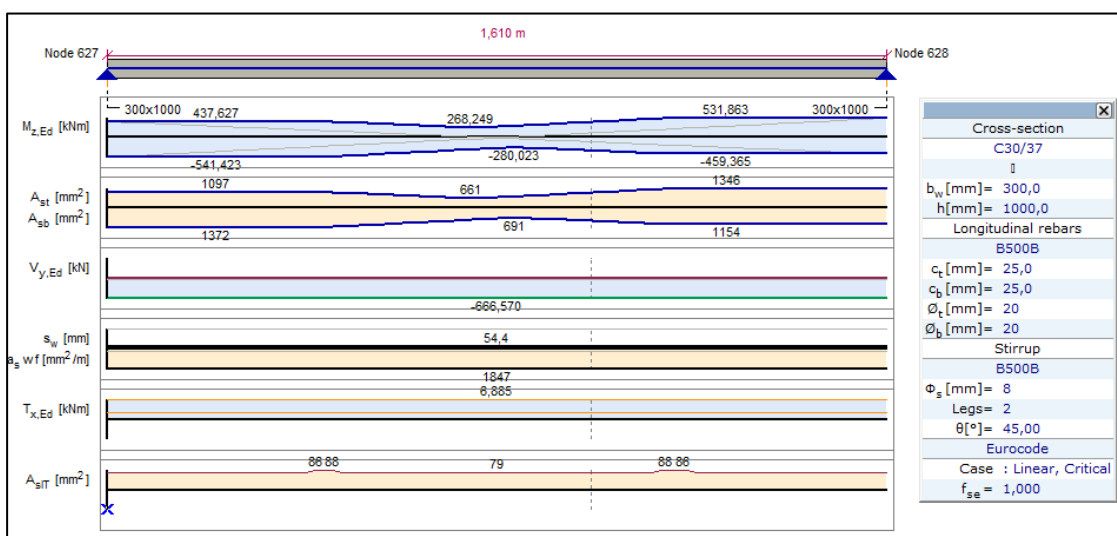
Upogibna armatura: 4Φ20

Strižna armatura: 2Φ8 / 5cm

## ELEMENTA 45 in 49

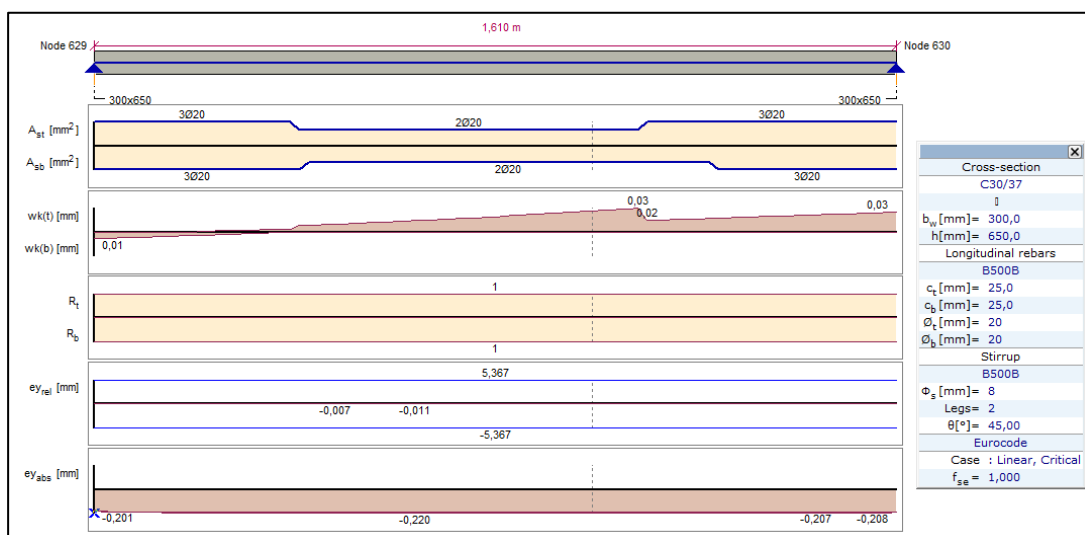
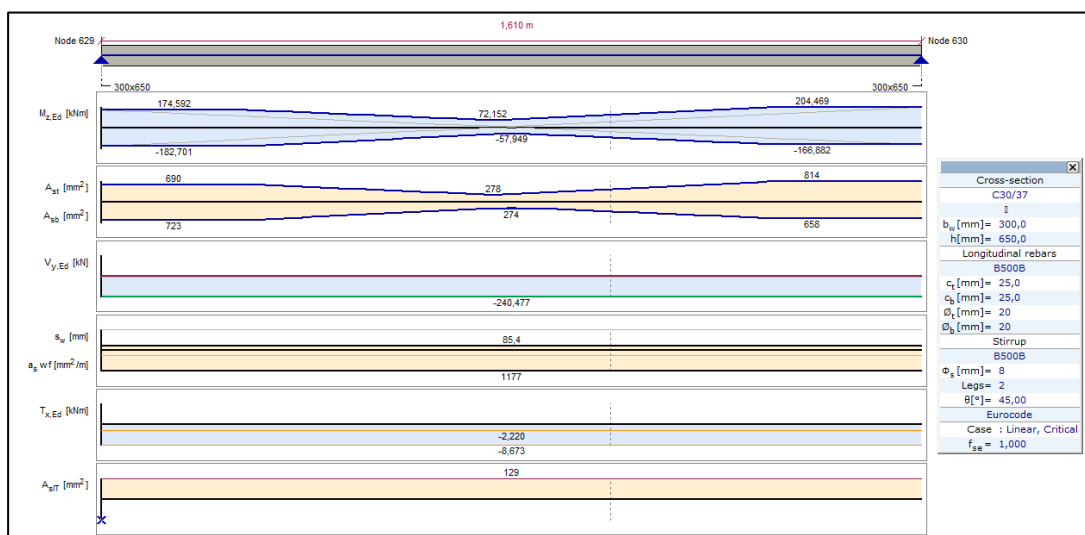
Beam internal forces [Linear, (All ULS (a, b)) Critical, Selected]

	Sh.	C	min.	Loc.	Node	Nx	Vy	Vz	Tx	My	Mz	Critical combination
			max.	[m]		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
Ext.												
49	23	Nx	min	0	(628)	-507,625	663,845	-22,118	5,863	11,052	530,036	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
49	23		max	1,610	(627)	132,969	663,845	-22,118	5,863	-25,467	-538,833	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
49	23	Vy	min	0	(628)	-501,421	-557,070	-21,512	5,794	11,014	531,863	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
49	23		max	0	(628)	-501,421	666,570	-21,512	5,794	11,014	531,863	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
49	23	Vz	min	0	(628)	-288,527	75,578	-26,023	6,885	9,444	48,370	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm}
45	23		max	0	(619)	-62,929	221,670	-6,675	16,482	27,315	280,609	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
49	23	Tx	min	0	(628)	-475,105	626,560	-21,828	2,025	10,417	499,112	[G] {SM 3-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
45	23		max	0	(619)	-50,029	76,599	-23,022	21,542	37,974	87,889	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qp+1,5*0,7*Qm+1,5*0,6*Wy)
49	23	My	min	1,610	(627)	-272,536	75,578	-26,023	6,885	-32,453	-73,311	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm}
45	23		max	0	(619)	-50,029	76,599	-23,022	21,542	37,974	87,889	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Qp+1,5*0,7*Qm+1,5*0,6*Wy)
49	23	Mz	min	1,610	(627)	-489,575	666,570	-21,512	5,794	-24,609	-541,423	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
49	23		max	0	(628)	-501,421	666,570	-21,512	5,794	11,014	531,863	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)

Upogibna armatura: 6 $\Phi$ 20Strižna armatura: 2 $\Phi$ 8 / 5cm

## ELEMENTI 47, 50, 51 in 53

	Sh.	C	min.	Loc.	Node	Nx	Vy	Vz	Tx	My	Mz	Critical combination
			max.	[m]		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
Ext.												
50	24	Nx	min	0	(630)	-234,309	240,477	-4,548	-8,673	3,230	204,469	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
51	24		max	1,610	(631)	36,127	153,128	-3,041	6,152	-2,810	-127,194	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
50	24	Vy	min	0	(630)	-234,309	-212,094	-4,548	-8,673	3,230	204,469	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
50	24		max	0	(630)	-234,309	240,477	-4,548	-8,673	3,230	204,469	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
53	24	Vz	min	0	(636)	-213,874	151,456	-30,631	-12,431	23,251	122,303	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
53	24		max	0	(636)	-213,874	151,456	25,693	-12,431	23,251	122,303	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
47	24	Tx	min	0	(623)	-127,410	84,885	9,912	-26,742	2,332	96,600	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
53	24		max	0	(636)	-213,874	151,456	-30,631	9,961	23,251	122,303	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
53	24	My	min	1,610	(635)	-206,175	151,456	-30,631	-12,431	-26,069	129,152	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
53	24		max	0	(636)	-213,874	151,456	-30,631	-12,431	23,251	122,303	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
50	24	Mz	min	1,610	(629)	-226,609	240,477	-4,548	-8,673	-4,126	-182,701	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
50	24		max	0	(630)	-234,309	240,477	-4,548	-8,673	3,230	204,469	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)



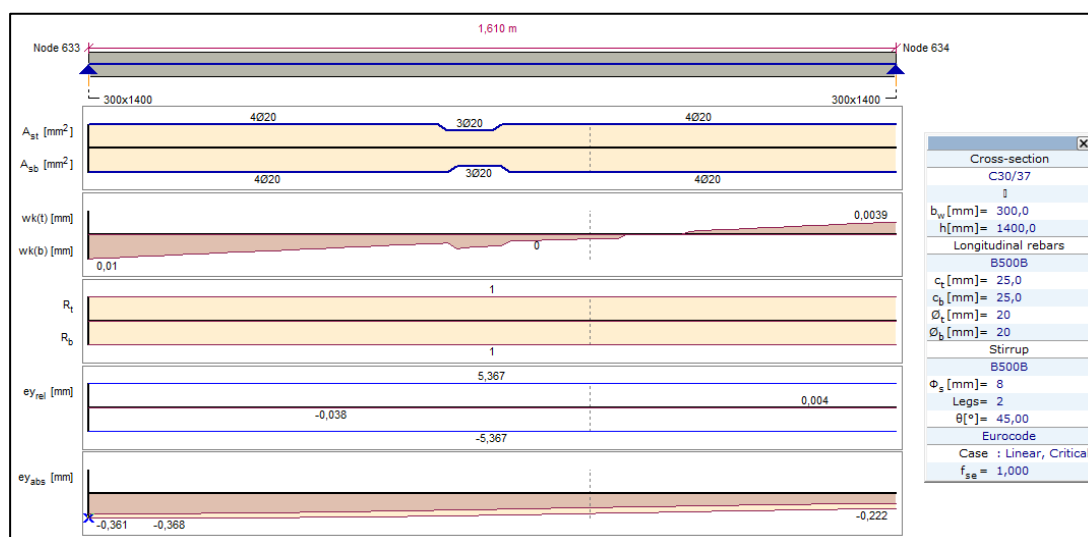
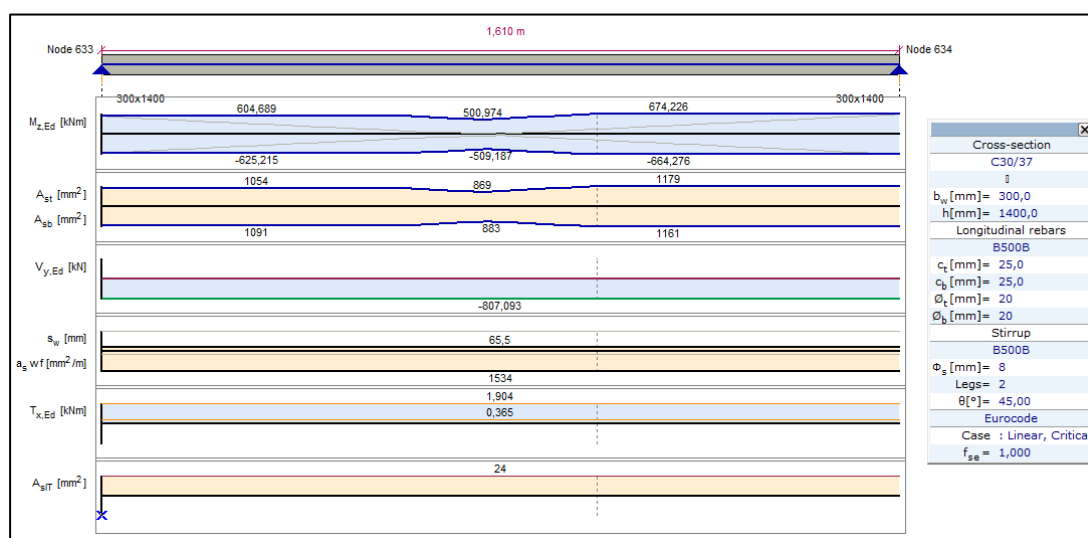
Upogibna armatura: 4Φ20

Strižna armatura: 2Φ8 / 5cm

## ELEMENTI 52

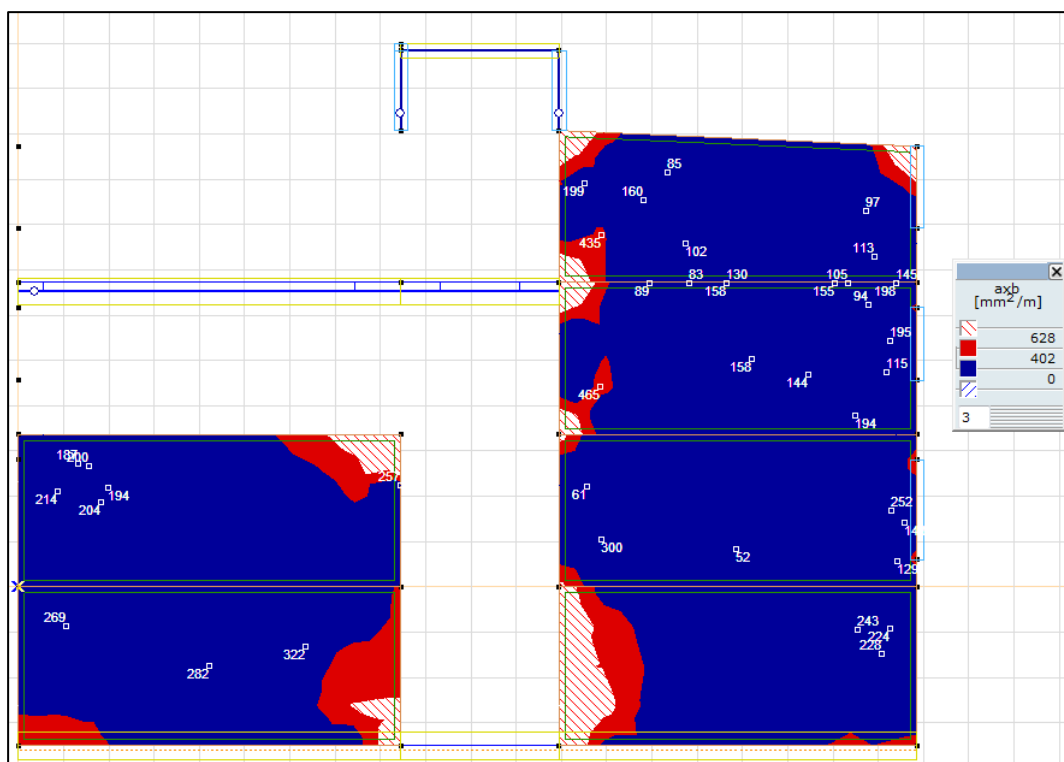
Beam internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]

	Sh.	C	min.	Loc.	Node	Nx	Vy	Vz	Tx	My	Mz	Critical combination
			max.	[m]		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
Ext.												
52	25	Nx	min	0	(634)	-348,913	7,992	-24,701	0,847	10,768	2,506	[1,35*1*G] {1,5*Qp+1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wx)
52	25		max	1,610	(633)	-115,071	807,093	-30,839	1,780	-31,077	-625,215	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
52	25	Vy	min	0	(634)	-327,488	-788,164	-30,839	1,780	19,119	674,226	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
52	25		max	0	(634)	-327,488	807,093	-30,839	1,780	19,119	674,226	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
52	25	Vz	min	0	(634)	-332,617	12,819	-34,077	0,981	20,430	5,932	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,6*Wy)
52	25		max	0	(634)	-326,324	768,347	-8,371	1,613	19,250	640,805	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
52	25	Tx	min	0	(634)	-326,876	804,324	-29,306	-0,652	18,152	671,886	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
52	25		max	0	(634)	-326,876	804,324	-29,306	1,904	18,152	671,886	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
52	25	My	min	1,610	(633)	-310,229	12,819	-34,077	0,981	-34,434	-14,707	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,6*Wy)
52	25		max	0	(634)	-332,617	12,819	-34,077	0,981	20,430	5,932	[1,35*1*G] {1,5*Qn+1,5*Qm} (1,5*0,6*Wy)
52	25	Mz	min	0	(634)	-327,488	807,093	-30,839	1,780	19,119	-664,276	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
52	25		max	0	(634)	-327,488	807,093	-30,839	1,780	19,119	674,226	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)

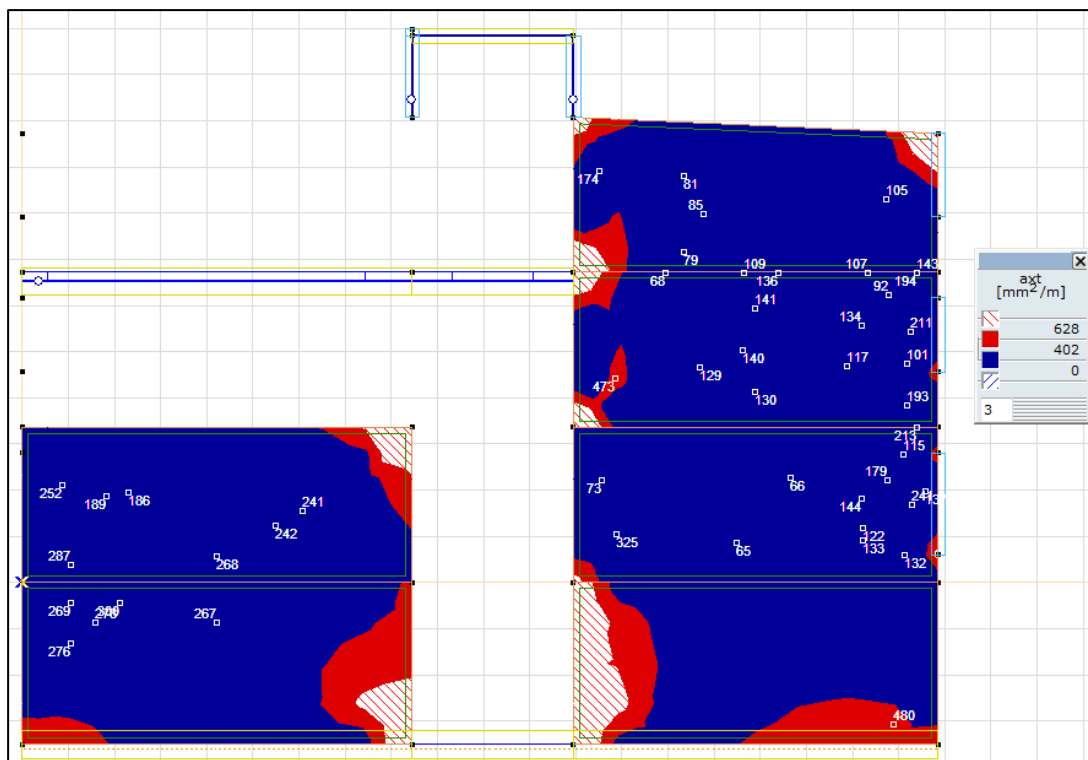
Upogibna armatura: 5 $\Phi$ 20Strižna armatura: 2 $\Phi$ 8 / 5cm

## 5.7.9 STENE V OSI D

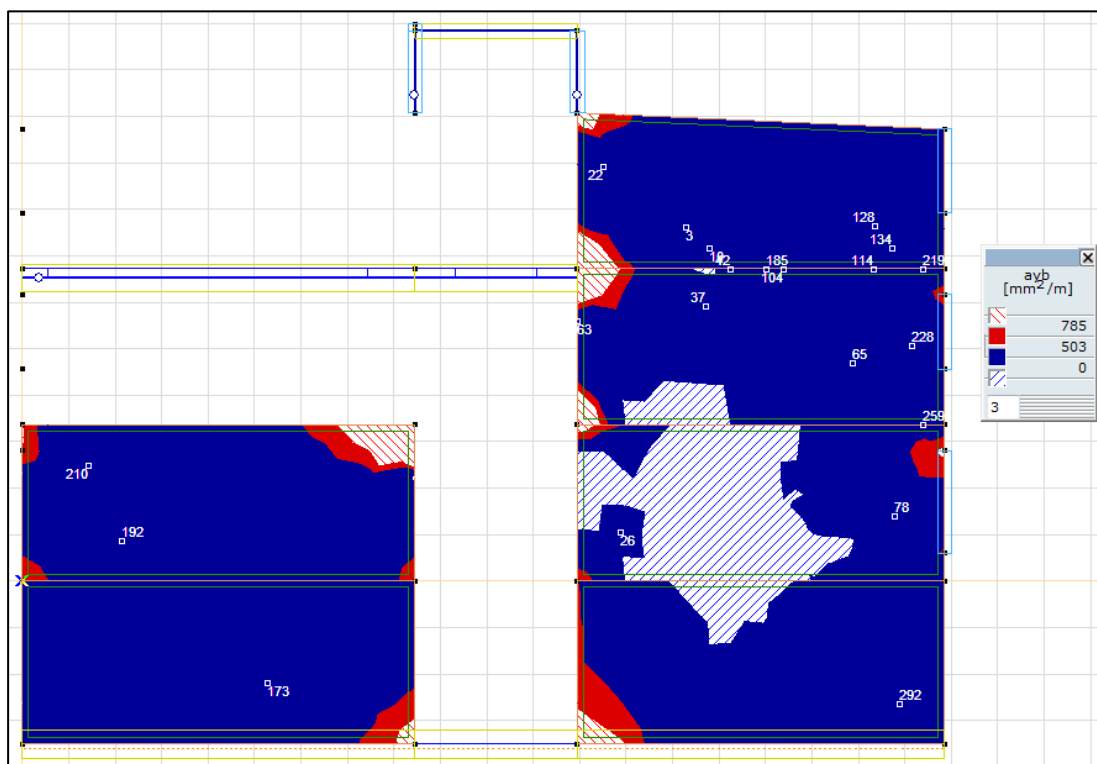
Potrebna količina armature  $a_{xb}$ :



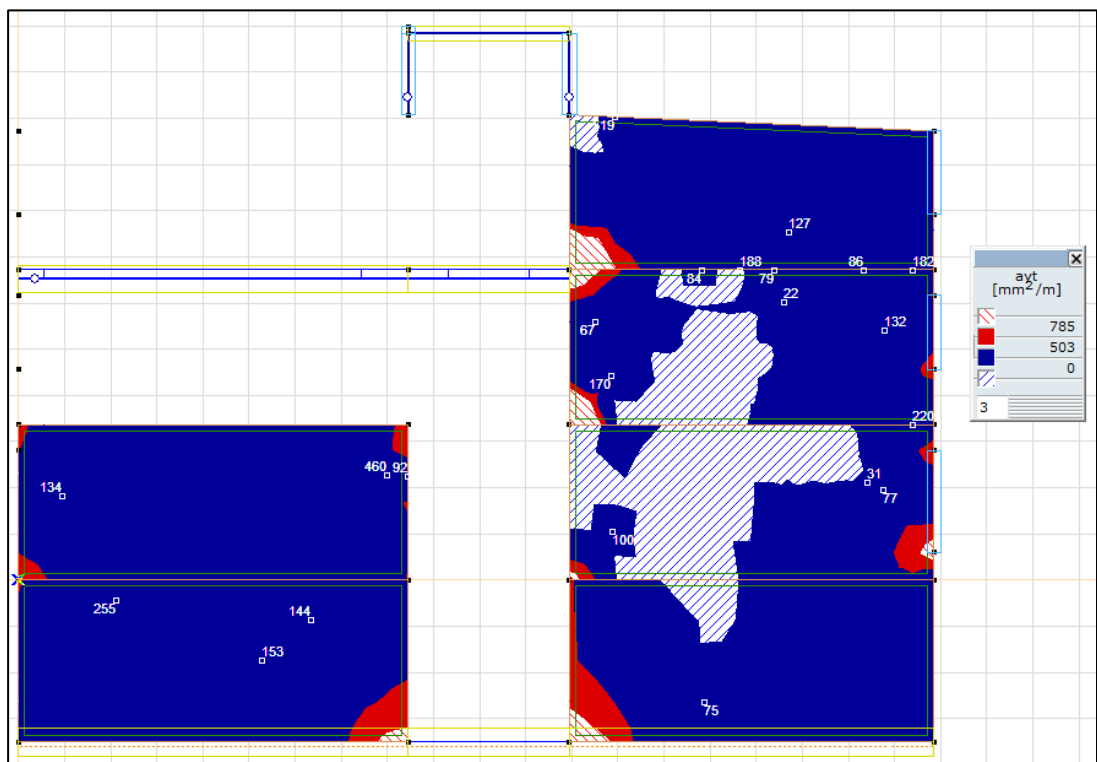
Potrebna količina armature  $a_{xt}$ :



**Potrebna količina armature  $a_{yb}$ :**



**Potrebna količina armature  $a_{yt}$ :**

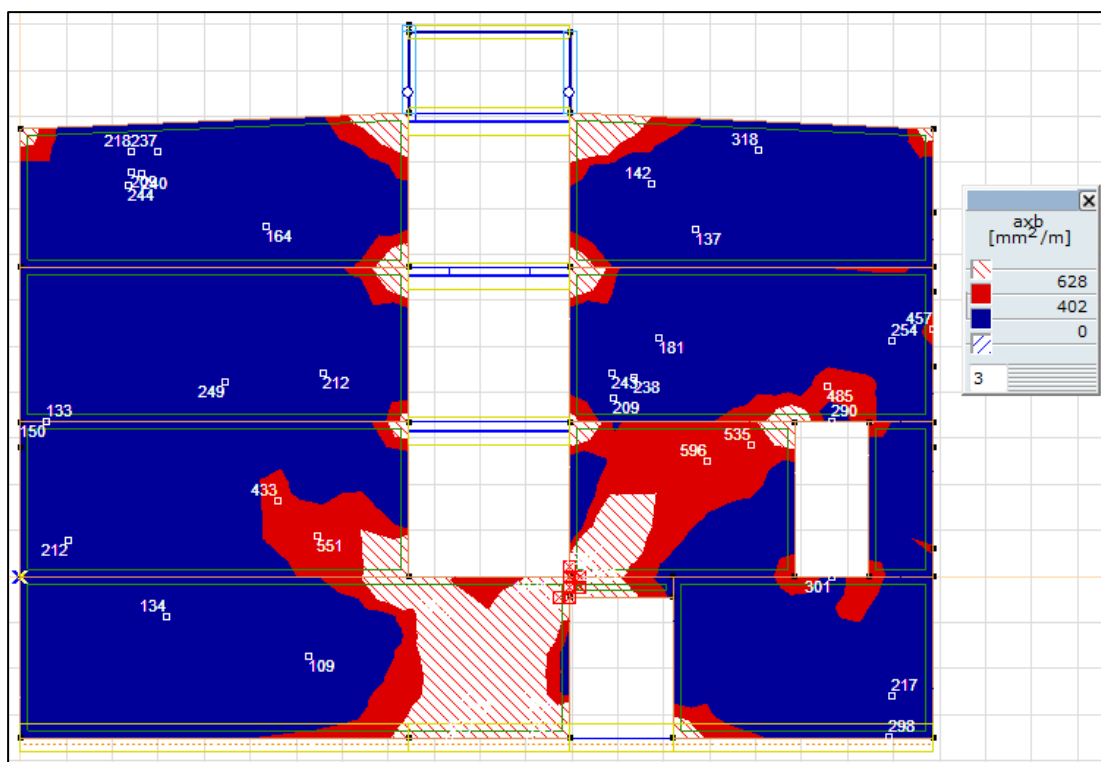


**Kontrola:**

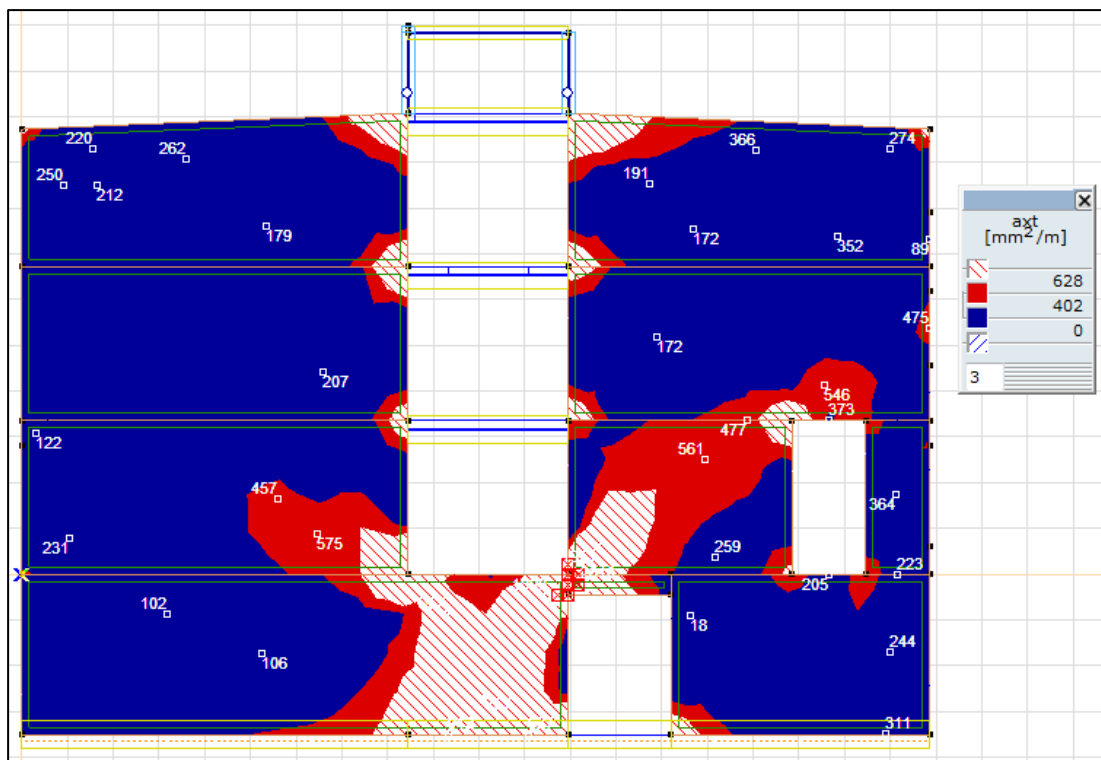
Za prevzem obremenitev zadostuje minimalna armatura  $A_{s,min} = 503 \text{ mm}^2/\text{m}$ .

## 5.7.10 STENE V OSI F

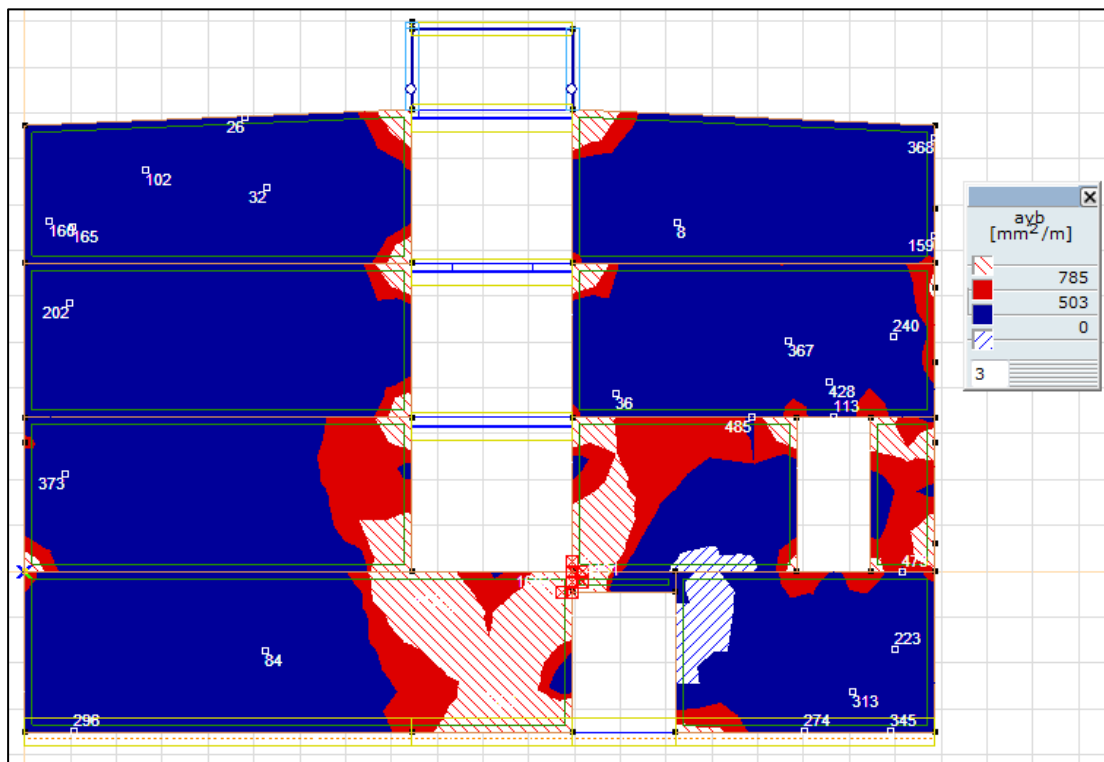
Potrebna količina armature  $a_{xb}$ :



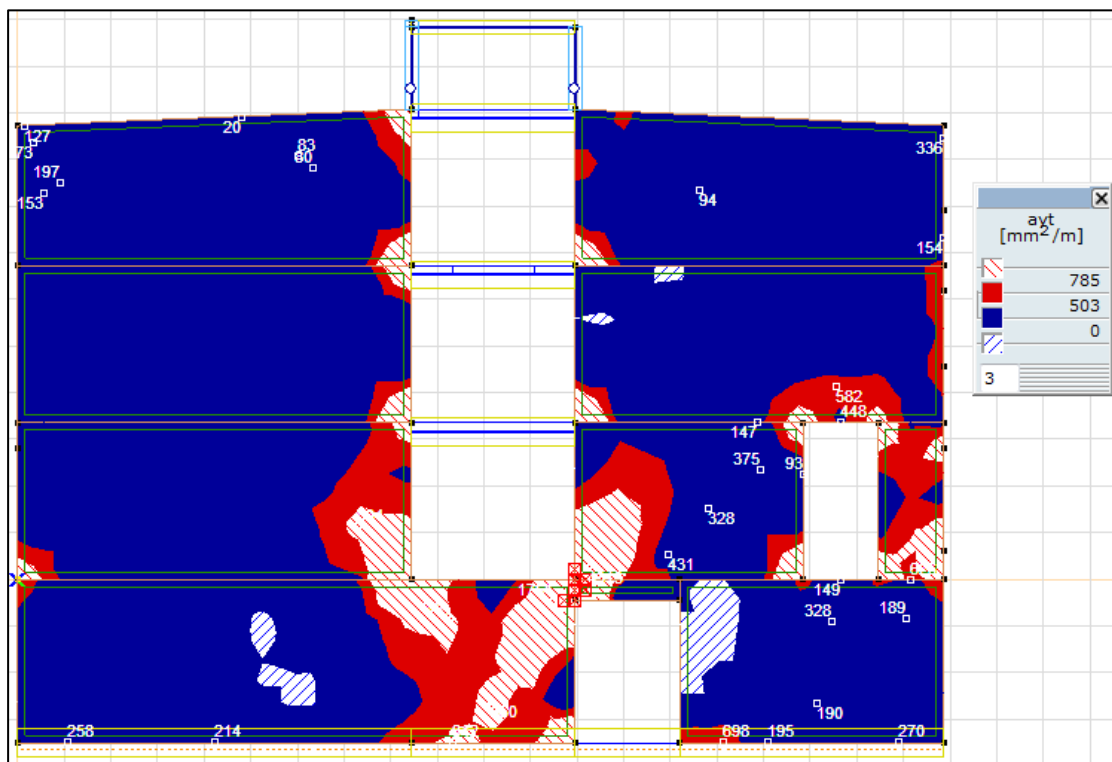
Potrebna količina armature  $a_{xt}$ :



**Potrebna količina armature  $a_{yb}$ :**



**Potrebna količina armature  $a_{yt}$ :**



**Kontrola:**

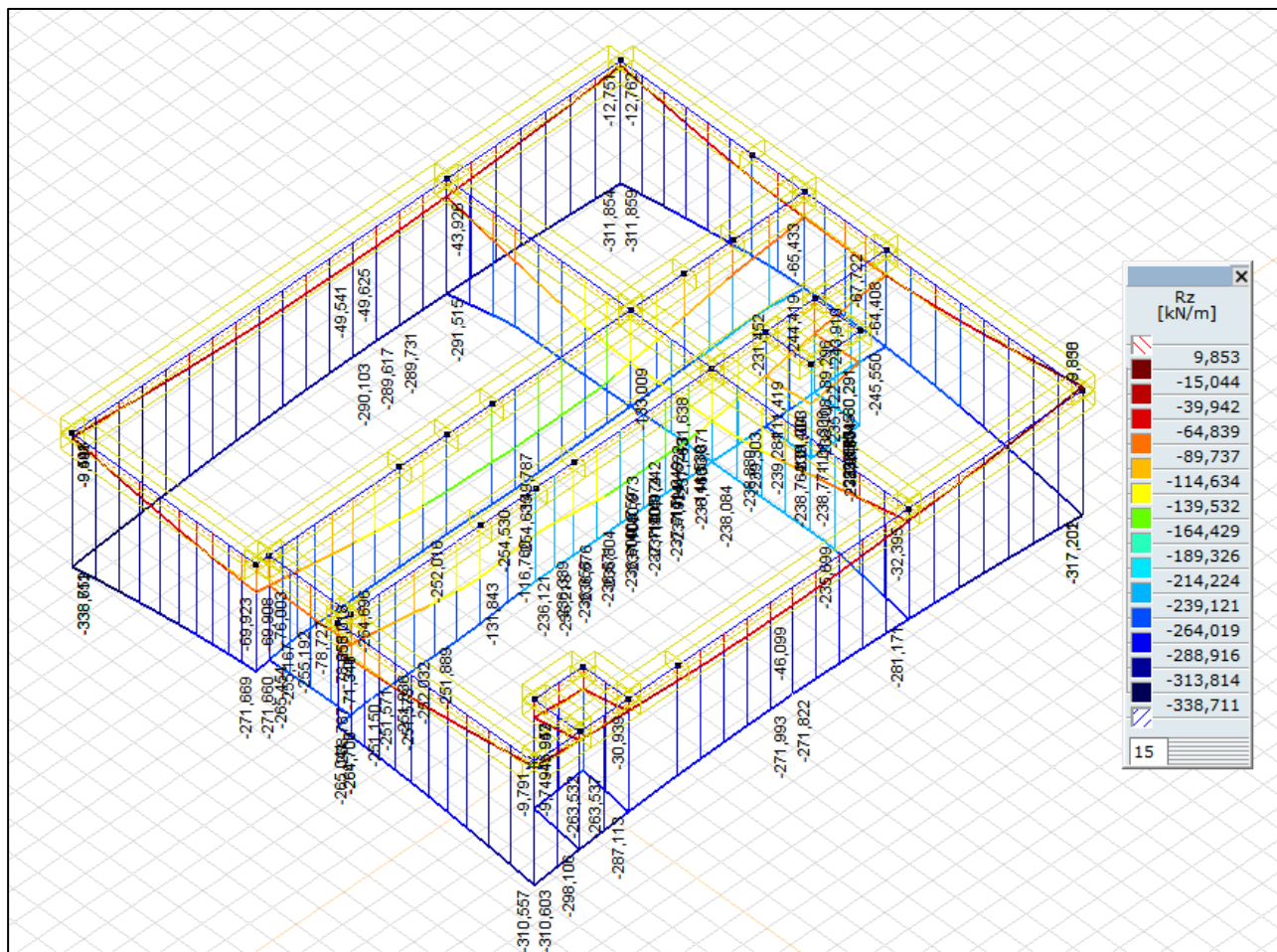
Za prevzem obremenitev zadostuje minimalna armatura  $A_{s,min} = 503 \text{ mm}^2/\text{m}$ .



## 5.8 TEMELJI

### 5.8.1 REAKCIJE

Kritične reakcije se pojavijo pri potresni kombinaciji vplivov.



Slika 101: Reakcije, potresno projektno stanje

Širina temelja znaša  $B = 120 \text{ cm}$ .

$$\sigma_{\text{TAL,POTRES}} = 338 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * \frac{1}{1,2 \text{ m}} = 282 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{\text{TAL,MSN}} = 260 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * \frac{1}{1,2 \text{ m}} = 217 \text{ kPa}$$

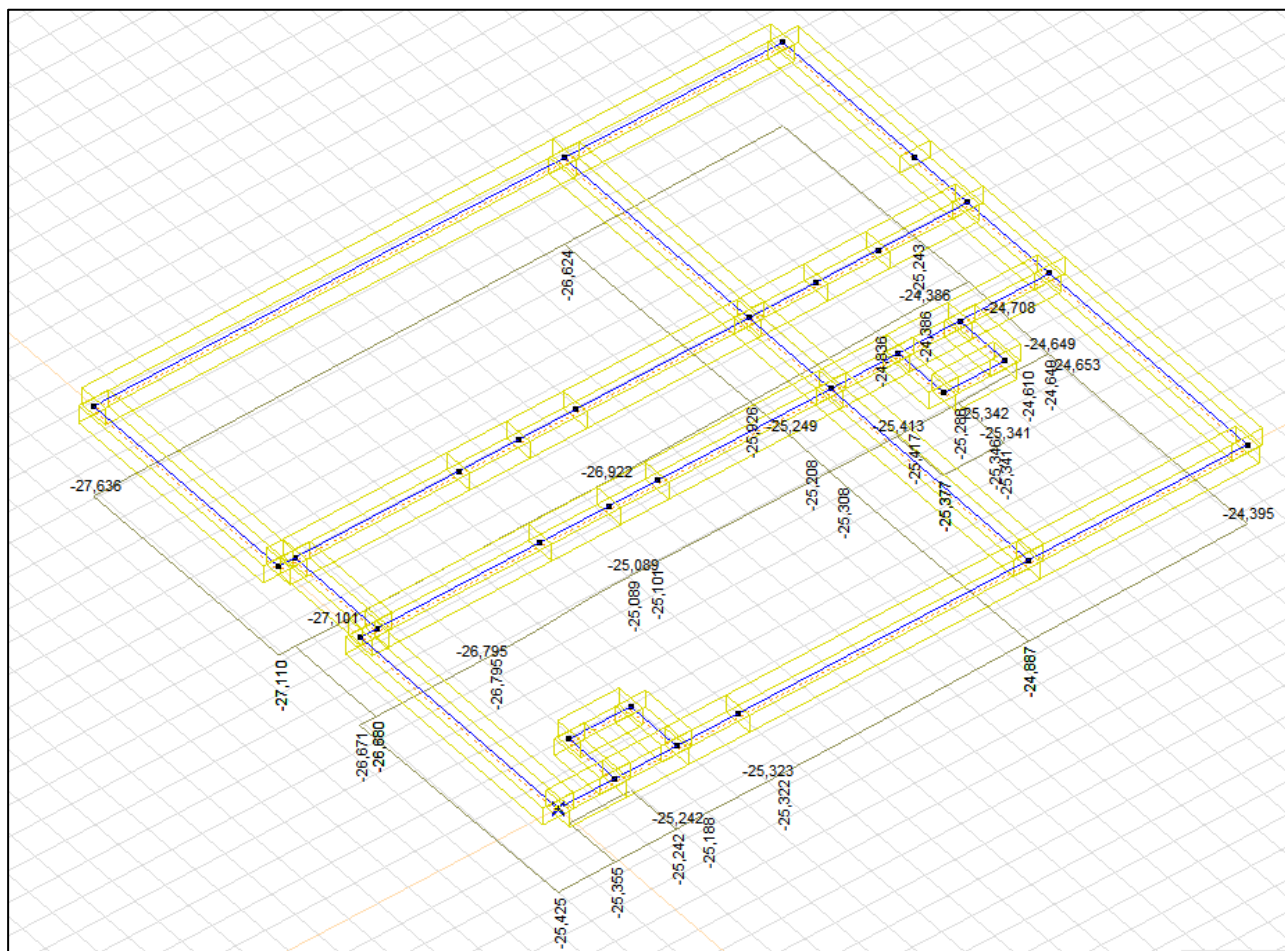
Nosilnost tal (geotehnično poročilo):  $\sigma_{\text{DOP}} = 930 \text{ kPa}$

Napetosti temeljnih tal zaradi posredkov vseeno omejimo na cca. 200 kPa.

## Posedki

Nodal displacements [Linear,(SLS Quasipermanent) Critical]											
	C	min.	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]	Critical combination
Ext.											
29	eZ	min	0,001	-0,006	-27,636	27,636	-0,00009	-0,00007	0,00005	0,00012	[G] {0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm}
6709		max	0,349	0,114	-21,640	21,644	-0,00001	-0,00001	0,00002	0,00002	[G]

Slika 102: Maksimalni posedki pri navidezno stalni kombinaciji vplivov



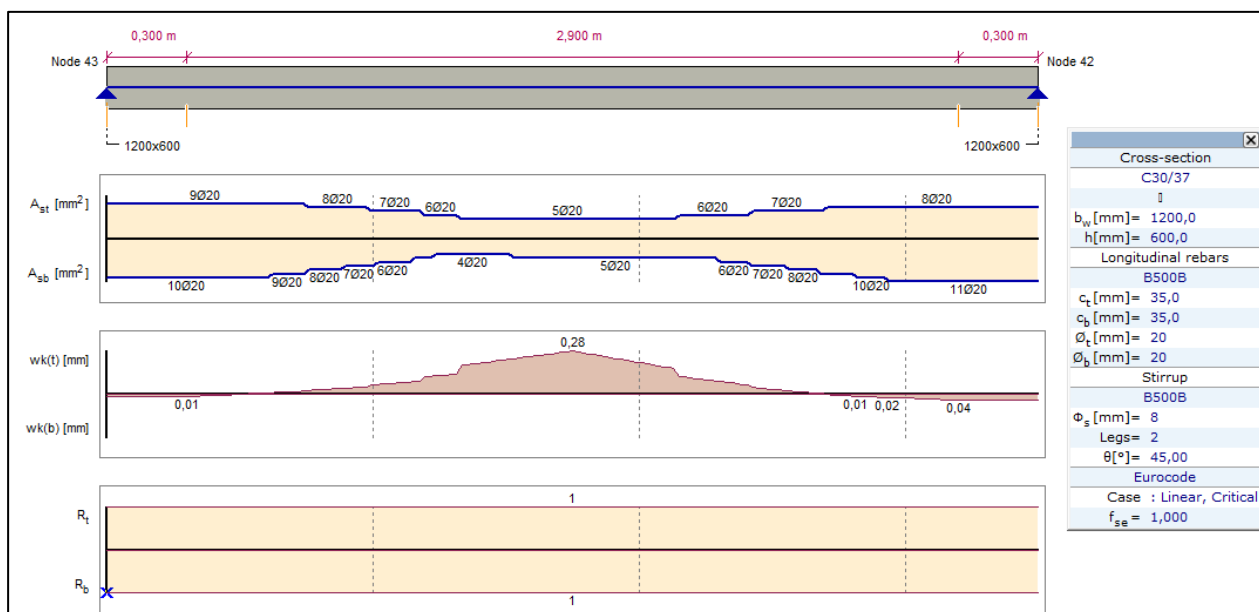
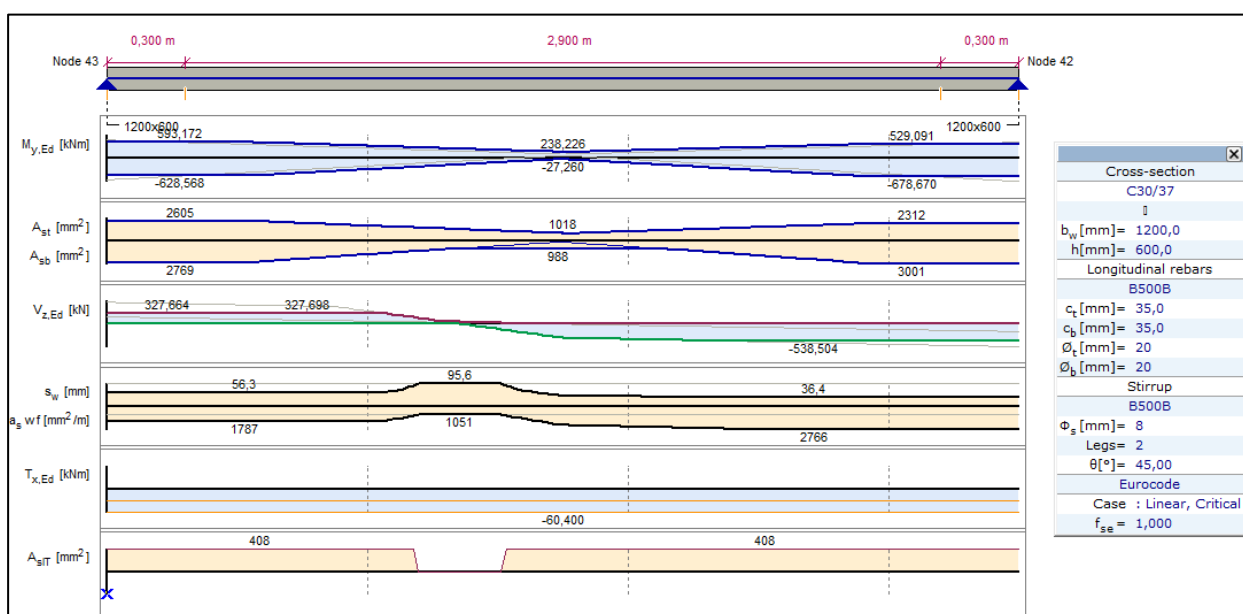
Slika 103: Diagram posedkov

Posedki so v dovoljenih mejah.

## 5.8.2 DIMENZIONIRANJE TEMELJEV

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

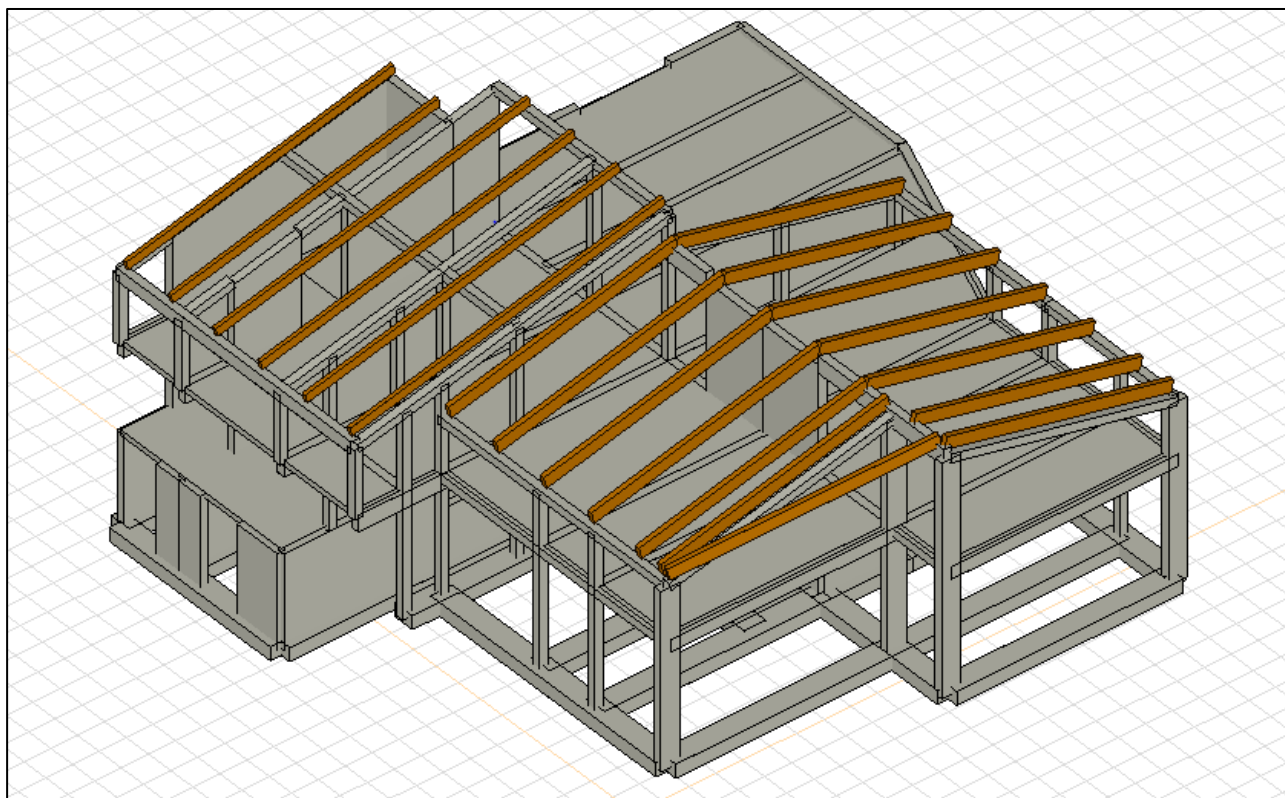
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	MyD [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.													
49	16	Nx	min	3,500	(49)	-751,554	-176,830	-257,776	-19,074	-170,301	-171,814	169,663	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
49	16	Nx	max	3,500	(49)	1037,551	-176,830	-257,776	-19,074	-170,301	140,212	169,663	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
1	16	Vy	min	0,550	(49)	271,689	-779,313	146,425	-46,215	62,713	-40,097	462,418	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
2	16	Vy	max	0,550	(50)	260,377	673,657	-146,769	29,280	58,444	59,517	-431,475	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
92	16	Vz	min	3,500	(42)	-361,799	-281,055	-696,881	-57,660	-842,687	-842,688	403,629	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
90	16	Vz	max	0	(36)	342,022	-43,315	681,783	50,012	-848,187	359,180	-196,450	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
53	16	Tx	min	5,800	(42)	682,739	200,034	336,344	-292,040	90,693	-23,848	-435,671	[G] {SM 4-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
45	16	Tx	max	5,800	(43)	877,777	-161,463	219,548	256,797	36,637	36,946	-394,452	[G] {SM 4+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
92	16	My	min	3,500	(42)	-361,799	-281,055	-696,881	-57,660	-842,687	-842,688	403,629	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
92	16	My	max	0	(43)	-493,090	-198,767	650,934	-57,660	682,543	682,543	-298,753	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
92	16	MyD	min	3,500	(42)	-361,799	-281,055	-696,881	-57,660	-842,687	-842,688	403,629	[G] {SM 1-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
92	16	MyD	max	0	(43)	-493,090	-198,767	650,934	-57,660	-782,219	682,543	-298,753	[G] {SM 1+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
63	16	Mz	min	0	(49)	386,408	318,767	-167,019	141,340	76,658	-56,612	-533,478	[G] {SM 2-} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)
63	16	Mz	max	0	(49)	386,408	318,767	-167,019	141,340	76,658	76,658	610,709	[G] {SM 2+} (0,6*Qp+0,6*Qn+0,6*Qm)



### 3/1.4.3 STATIČNI RAČUN VRTCA – 1. DILATACIJSKA ENOTA

## 1 OPIS MODELA

### 1.1 GEOMETRIJA



Slika 104: Model

### 1.2 MATERIAL

Vsi betonski nosilni elementi, razen temeljev, so iz betona kvalitete C30/37. Temelji so iz betona kvalitete C25/30.

Armaturno jeklo je kvalitete B 500B

Materials								
	Name	Type	Model	$E_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\alpha_T$ [1/°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	C30/37	Concrete	Linear	32800	32800	0,20	1E-5	2500
2	GL 28c	Timber	Linear	12600	390	0,20	8E-6	460
3	C25/30	Concrete	Linear	31500	31500	0,20	1E-5	2500



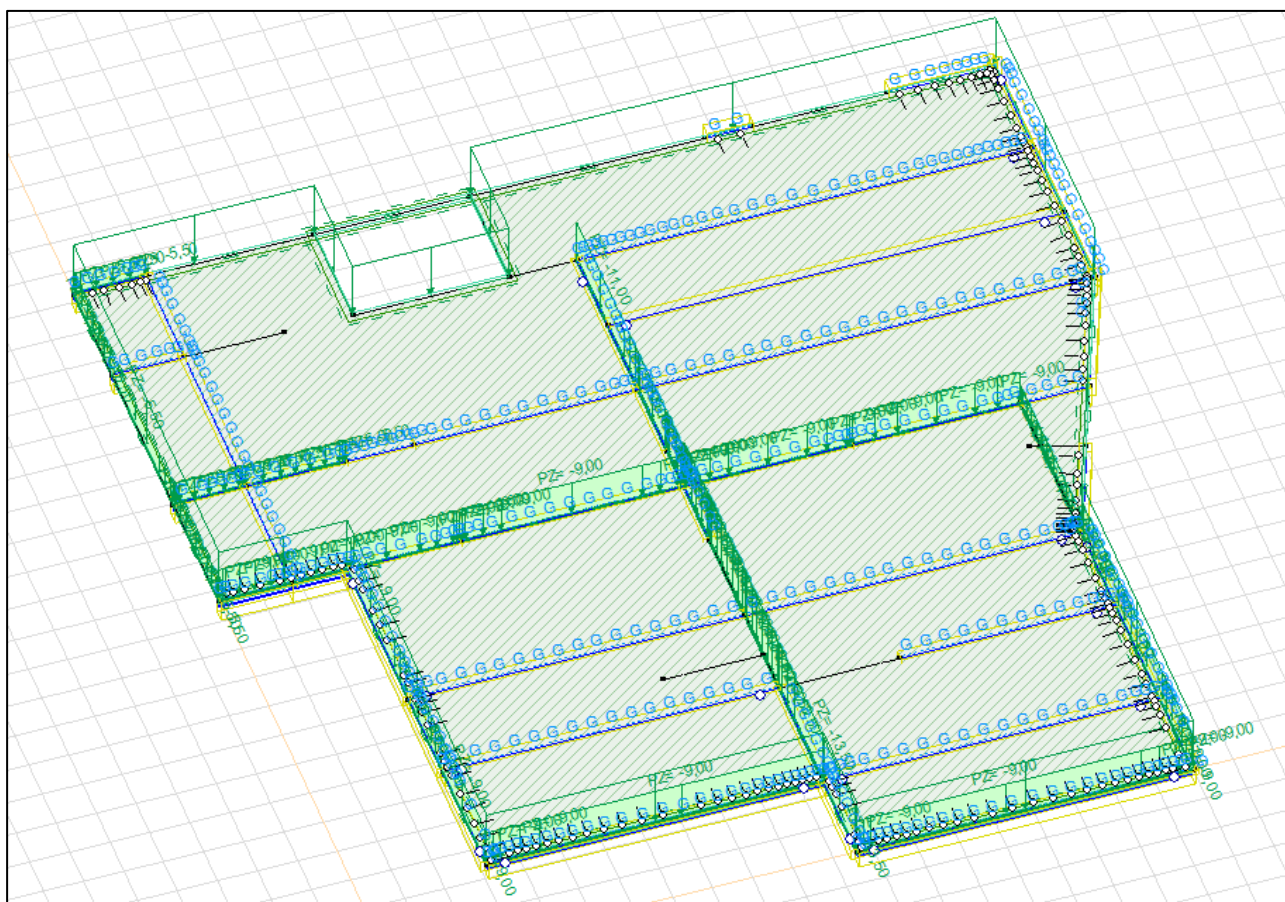
## 1.3 OBTEŽBA

### 1.3.1 LASTNA IN STALNA

Lastna teža plošče je upoštevana v samem programu za analizo.

Stalna obtežba medetažnih plošč:  $g_k = 1,31 \text{ kN/m}^2$

- betonska plošča (20 cm):  $0,2 \text{ m} * 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- termoizolacija (6 cm):  $0,06 \text{ m} * 0,7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 0,042 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- cementni estrih (6 cm):  $0,06 \text{ m} * 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 1,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- gotovi parket (1 cm):  $0,01 \text{ m} * 7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 0,07 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$



Slika 105: Lastna in stalna obtežba plošče nad pritličjem

Zidana polnila so upoštevna kot linijska obtežba.

## Ostrešje:

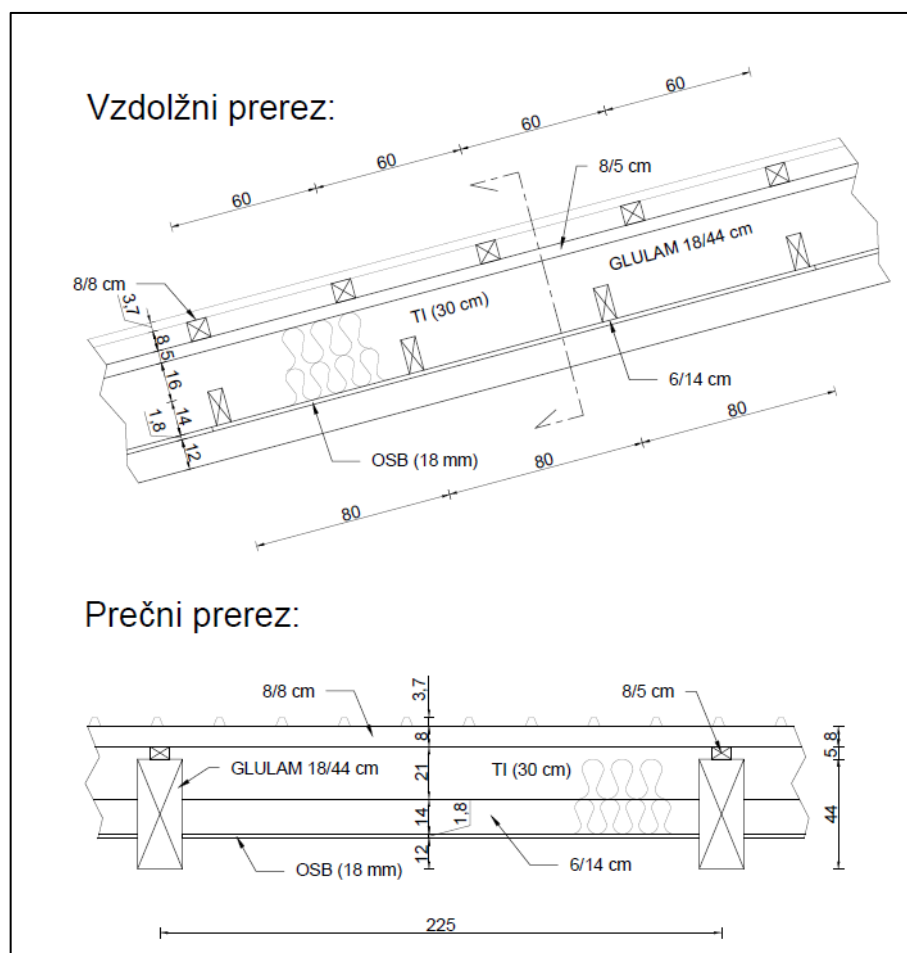
Primarno nosilno konstrukcijo ostrešja predstavljajo lepljeni lamelirani nosilci 18/44 cm oz. 14/32 cm.

Sekundarni nosilni elementi (letve, lege) so iz lesa kvalitete C24.

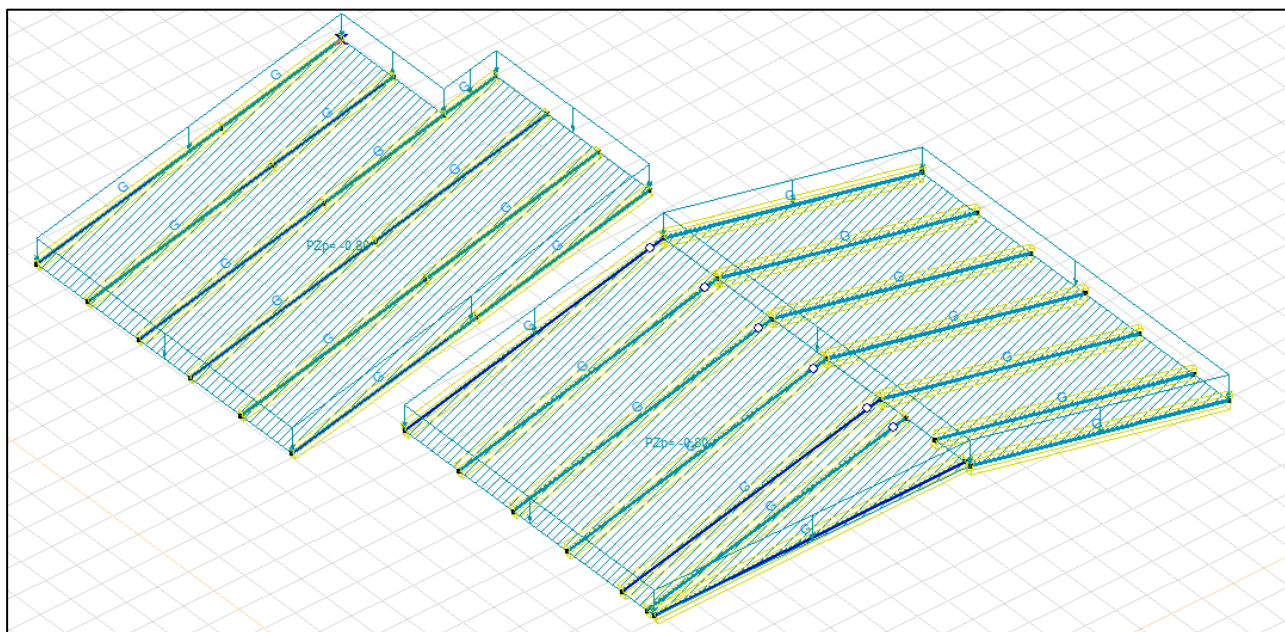
Lastno težo primernih nosilcev upošteva program sam.

Stalna obtežba:  $g_k = 0,52 \text{ kN/m}^2$

- trapezna pločevina (TRIMOVAL):  $0,1 \text{ kN/m}^2$
- letve (8/8 cm;  $e=60 \text{ cm}$ ):  $0,08 \text{ m} * 0,08 \text{ m} * 1/0,6 \text{ m} * 4,2 \text{ kN/m}^3 = 0,045 \text{ kN/m}^2$
- kontra letve (8/5 cm;  $e=225 \text{ cm}$ ):  $0,08 \text{ m} * 0,05 \text{ m} * 1/2,25 \text{ m} * 4,2 \text{ kN/m}^3 = 0,008 \text{ kN/m}^2$
- lege (6/14 cm;  $e=80 \text{ cm}$ ):  $0,06 \text{ m} * 0,14 \text{ m} * 1/0,8 \text{ m} * 4,2 \text{ kN/m}^3 = 0,044 \text{ kN/m}^2$
- kamena volna (30 cm):  $0,30 \text{ m} * 0,7 \text{ kN/m}^3 = 0,21 \text{ kN/m}^2$
- OSB plošča (18 mm):  $0,018 \text{ m} * 6 \text{ kN/m}^3 = 0,108 \text{ kN/m}^2$



Slika 106: KS ostrešja



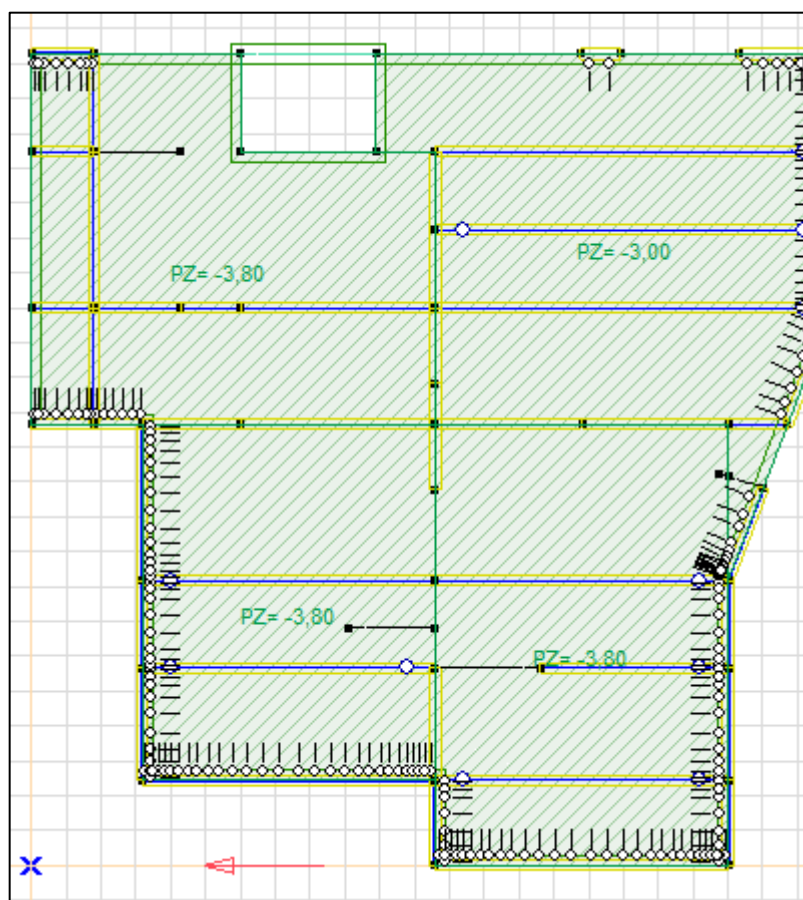
Slika 107: Lastna in stalna obtežba ostrešja;  $g_k=0,8 \text{ kN/m}^2$

### 1.3.2 KORISTNA OBTEŽBA

Pri določitvi koristne obtežbe je upoštevana kategorija površin C1 in dodatna nadomestna ploskovna obtežba premičnih predelnih sten z lastno težo  $< 2,0 \text{ kN/m}$ .

Koristna obtežba:  $q_k = 3,8 \text{ kN/m}^2$

- $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$  (kategorija C1)
- $q_{k,pred} = 0,8 \text{ kN/m}^2$  (premične in predelne stene;  $q_k < 2,0 \text{ kN/m}$ )



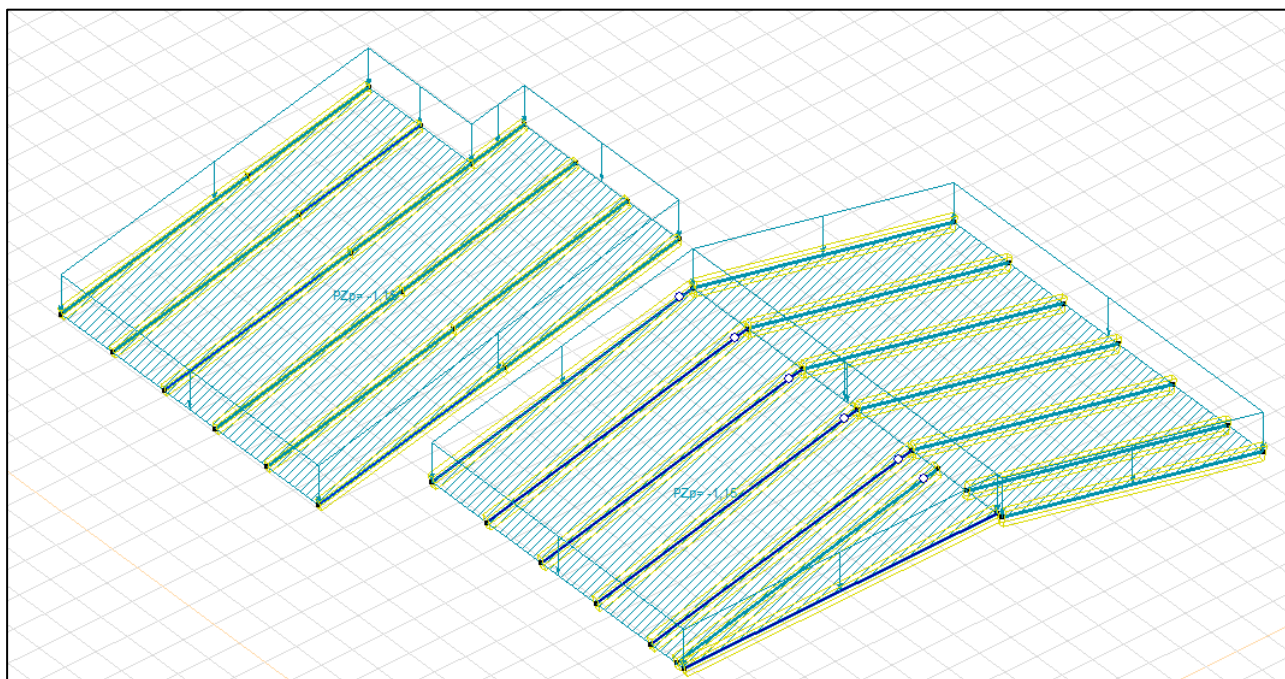
Slika 108: Koristna obtežba plošče nadstropja

### 1.3.3 OBTEŽBA SNEGA

Obtežba snega:  $q_{s,k} = \mu_i C_e C_t s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,4 = 1,12 \text{ kN/m}^2$

- Karakteristična obtežba snega na tleh (CONA A2):  $s_k = 1,293 \left[ 1 + \left( \frac{206}{728} \right)^2 \right] = 1,4 \text{ kN/m}^2$
- Koeficient izpostavljenosti:  $C_e(\text{običajen teren}) = 1,0$
- Toplotni koeficient:  $C_t = 1,0$
- Oblikovni koeficient obtežbe snega:  $\mu_i = \mu_1(\alpha = 16^\circ < 30^\circ) = 0,8$



Slika 109: Obtežba snega;  $q_{s,k}=1,15 \text{ kN/m}^2$ 

### 1.3.4 OBTEŽBA VETRA

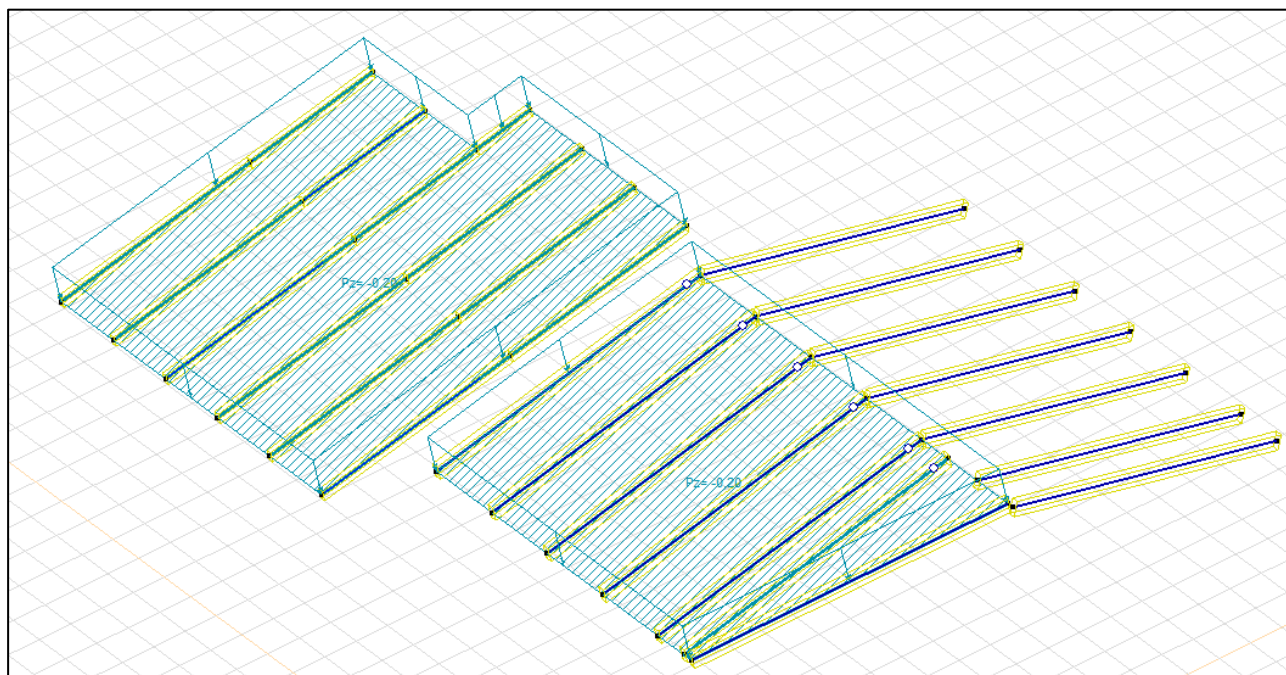
Obtežba vetra (tlak):  $q_{w,k} = c_s c_d c_{pe,10} q_p(z) = 1,0 * 0,25 * 0,74 = 0,19 \text{ kN/m}^2$

- Temeljna vrednost osnovne hitrosti vetra:  $v_{b,0}(\text{CONA 1, n. v.} < 800 \text{ m}) = 20 \text{ m/s}$
- Smerni faktor:  $C_{dir} = 1,0$
- Faktor letnega časa:  $C_{season} = 1,0$
- Osnovna hitrost vetra:  $v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 20 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$
- Hrapavostna dolžina:  $z_0(\text{kategorija terena I}) = 0,01 \text{ m}$
- Faktor terena:  $k_r = 0,19 * \left(\frac{0,01}{0,05}\right)^{0,07} = 0,17$
- Upoštevana višina:  $z = 13 \text{ m}$
- Faktor hrapavosti:  $c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{13}{0,01}\right) = 1,22$
- Faktor hribovitosti:  $c_0(z) = 1,0$
- Srednji veter:  $v_m = 1,22 * 1,0 * 20 = 24,4 \text{ m/s}$
- Turbulenčni faktor:  $k_t = 1,0$
- Intenziteta turbulence:  $l_v(z) = \frac{1,0}{1,0 * \ln\left(\frac{13}{0,01}\right)} = 0,14$
- Tlak ob sunkih vetra:  $q_p(z) = [1 + 7 * l_v(z)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2(z) = 0,74 \text{ kN/m}^2$
- Koeficient zunanjega tlaka za dvokapnice:  $c_{pe,10}(\alpha = 16^\circ; \theta = 0^\circ) \cong 0,25 \text{ (tlak)}$

OP.: Srki v analizi niso upoštevani, saj niso merodajni.

Nagib $\alpha$	Področja za smer vetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
$-45^\circ$	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
$-30^\circ$	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
$-15^\circ$	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
$-5^\circ$	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
$5^\circ$	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
$15^\circ$	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
$30^\circ$	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
$45^\circ$										
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
$60^\circ$	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
$75^\circ$	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

Nagib $\alpha$	Področja za smer vetra $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
$-45^\circ$	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
$-30^\circ$	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
$-15^\circ$	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
$-5^\circ$	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
$5^\circ$	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
$15^\circ$	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
$30^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
$45^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
$60^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
$75^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	



Slika 110: Obtežba vetra  $W_x=0,2 \text{ kN/m}^2$

### 1.3.5 KOMBINACIJSKI FAKTORJI

Load groups (Eurocode)										
	Group	Type	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	$\xi$	$\gamma$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Additive
1	Lastna in stalna	Permanent	1,350	1,000	1,000					✓
2	Koristna obtežba	Variable				1,500	0,700	0,700	0,600	
3	Obtežba vetra	Variable				1,500	0,600	0,200	0	
4	Obtežba snega	Variable				1,500	0,500	0,200	0	

Slika 111: Kombinacijski faktorji

## 2 ANALIZA OSTREŠJA

### 2.1 NOSILEC 18/44 CM

#### GEOMETRIJA

nosilec:

$$\begin{aligned}
 L &= 8,4 & m \\
 H &= & m \\
 \alpha &= 15 & ^\circ \\
 e &= 2,25 & m
 \end{aligned}$$

prerez:

$$\begin{aligned}
 b &= 18 & cm \\
 h &= 44 & cm
 \end{aligned}$$

#### MATERIAL

GL28c:

$$\begin{aligned}
 f_{m,d} &= 2,8 & kN/cm^2 \\
 f_{v,d} &= 0,27 & kN/cm^2 \\
 E_{0,mean} &= 1260 & kN/cm^2 \\
 \rho_{mean} &= 456 & kg/m^3 \\
 \gamma_M &= 1,25 & (\text{masivni les}) \\
 k_{def} &= 0,8 & (2. \text{ uporabnostni razred; masivni les})
 \end{aligned}$$

#### OBTEŽBA

	$kN/m^2$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
stalna $g$	0,80	1	1	1
sneg $q_s$	1,15	0,5	0,2	0
veter $q_w$	0,2	0,6	0,2	0

Obtežba pravokotno na špirovce:

$$\begin{aligned}
 g' &= (b \ h \ \rho_{mean} / 100 + g \ e) \cos \alpha = 2,09 & kN/m & ; \text{prišteta je lastna teža nosilca} \\
 q_s' &= g \ e \cos^2 \alpha = 2,41 & kN/m \\
 q_w' &= g \ e = 0,45 & kN/m
 \end{aligned}$$

Projektna obtežba:

MSN:

$$\begin{aligned}
 \text{Srednjetrjna } M: & \quad q_{Ed,M} = 1,35g' + 1,5q_s' = 6,44 & kN/m & \quad k_{mod,M} = 0,8 \\
 \text{Kratkotrajna } S: & \quad q_{Ed,S} = 1,35g' + 1,5q_s' + 1,5 \cdot 0,6 \cdot q_w' = 6,84 & kN/m & \quad k_{mod,S} = 0,9
 \end{aligned}$$

$$q_{Ed,M}/q_{Ed,S} = 0,94 > k_{mod,M}/k_{mod,S} = 0,89$$

MSU:

$$q_{Ed,MSU} = g' + q_s' + q_w' = 4,95 \text{ kN/m}$$

$$\text{merodajna obtežba } q_{Ed} = 6,44 \text{ kN/m (M)}$$

Obremenitev:

$$M_{Ed} = q_{Ed} L^2 / 8 = 60,87 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = q_{Ed} L / 2 = 28,00 \text{ kN}$$

### DIMENZIONIRANJE (MSN)

kontrola upogibnih napetosti

$$\sigma_{md} = M_{d,MAX} / W_y = 1,05 < f_{md} = 1,792 \text{ kN/cm}^2$$

$$W_y = b h^2 / 6 = 5808,0 \text{ cm}^3$$

kontrola strižnih napetosti

$$\tau_{vd} = V_{d,MAX} / A_s = 0,053 < f_{vd} = 0,173 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_s = 2/3 b h = 528,00 \text{ cm}^2$$

### DIMENZIONIRANJE (MSU)

poves v začetnem stanju  $w_{inst}$ :

$$w = 5 L^4 q / (384 E I_y)$$

$$w_{inst,g'} = 0,97 \text{ cm}$$

$$w_{inst,q_s} = 1,12 \text{ cm}$$

$$w_{inst,q_w} = 0,21 \text{ cm}$$

$$w_{inst} = 2,29 \text{ cm} < L/300 = 2,90 \text{ cm}$$

poves v končnem stanju  $w_{net,fin}$ :

$$w = 5 L^4 q / (384 E I_y)$$

$$w_{fin,g'} = w_{inst,g'} (1 + k_{def}) = 1,74 \text{ cm}$$

$$w_{fin,q_s} = w_{inst,q_s} (1 + \psi_2 k_{def}) = 1,12 \text{ cm}$$

$$w_{fin,q_w} = w_{inst,q_w} (\psi_0 + \psi_2 k_{def}) = 0,12 \text{ cm}$$

$$w_{net,fin} = 2,98 \text{ cm} < L/250 = 3,48 \text{ cm}$$

## 2.2 NOSILEC 14/32 CM

### GEOMETRIJA

nosilec:

$$\begin{aligned} L &= 6 \text{ m} \\ H &= m \\ \alpha &= 15^\circ \\ e &= 2,25 \text{ m} \end{aligned}$$

prerez:

$$\begin{aligned} b &= 14 \text{ cm} \\ h &= 32 \text{ cm} \end{aligned}$$

### MATERIAL

GL28c:

$$\begin{aligned} f_{m,d} &= 2,8 \text{ kN/cm}^2 \\ f_{v,d} &= 0,27 \text{ kN/cm}^2 \\ E_{0,mean} &= 1260 \text{ kN/cm}^2 \\ \rho_{mean} &= 456 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_M &= 1,25 \text{ (masivni les)} \\ k_{def} &= 0,8 \text{ (2. uporabnostni razred; masivni les)} \end{aligned}$$

### OBTEŽBA

	$\text{kN/m}^2$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
stalna $g$	0,80	1	1	1
sneg $q_s$	1,15	0,5	0,2	0
veter $q_w$	0,2	0,6	0,2	0

Obtežba pravokotno na špirovce:

$$g' = (b \cdot h \cdot \rho_{mean} / 100 + g \cdot e) \cos \alpha = 1,94 \text{ kN/m} \quad ; \text{ prišteta je lastna teža nosilca}$$

$$q_s' = g \cdot e \cdot \cos^2 \alpha = 2,41 \text{ kN/m}$$

$$q_w' = g \cdot e = 0,45 \text{ kN/m}$$

Projektna obtežba:

MSN:

$$\text{Srednjetrajna } M: \quad q_{Ed,M} = 1,35g' + 1,5q_s' = 6,23 \text{ kN/m} \quad k_{mod,M} = 0,8$$

$$\text{Kratkotrajna } S: \quad q_{Ed,S} = 1,35g' + 1,5q_s' + 1,5 \cdot 0,6q_w' = 6,64 \text{ kN/m} \quad k_{mod,S} = 0,9$$

$$q_{Ed,M} / q_{Ed,S} = 0,94 > k_{mod,M} / k_{mod,S} = 0,89$$

MSU:

$$q_{Ed,MSU} = g' + q_s' + q_w' = 4,80 \quad kN/m$$

$$\text{merodajna obtežba } q_{Ed} = 6,23 \quad kN/m \quad (M)$$

Obremenitev:

$$M_{Ed} = q_{Ed} L^2 / 8 = 30,07 \quad kNm$$

$$V_{Ed} = q_{Ed} L / 2 = 19,36 \quad kN$$

### DIMENSIONIRANJE (MSN)

kontrola upogibnih napetosti

$$\sigma_{md} = M_{d,MAX} / W_y = 1,26 < f_{md} = 1,792 \quad kN/cm^2$$

$$W_y = b h^2 / 6 = 2389,3 \quad cm^3$$

kontrola strižnih napetosti

$$\tau_{vd} = V_{d,MAX} / A_s = 0,065 < f_{vd} = 0,173 \quad kN/cm^2$$

$$A_s = 2/3 b h = 298,67 \quad cm^2$$

### DIMENSIONIRANJE (MSU)

poves v začetnem stanju  $w_{inst}$ :

$$w = 5 L^4 q / (384 E I_y)$$

$$w_{inst,g'} = 0,78 \quad cm$$

$$w_{inst,q_s'} = 0,97 \quad cm$$

$$w_{inst,q_w'} = 0,18 \quad cm$$

$$w_{inst} = 1,93 \quad cm < L/300 = 2,07 \quad cm$$

poves v končnem stanju  $w_{net,fin}$ :

$$w = 5 L^4 q / (384 E I_y)$$

$$w_{fin,g'} = w_{inst,g'} (1 + k_{def}) = 1,40 \quad cm$$

$$w_{fin,q_s'} = w_{inst,q_s'} (1 + \psi_2 k_{def}) = 0,97 \quad cm$$

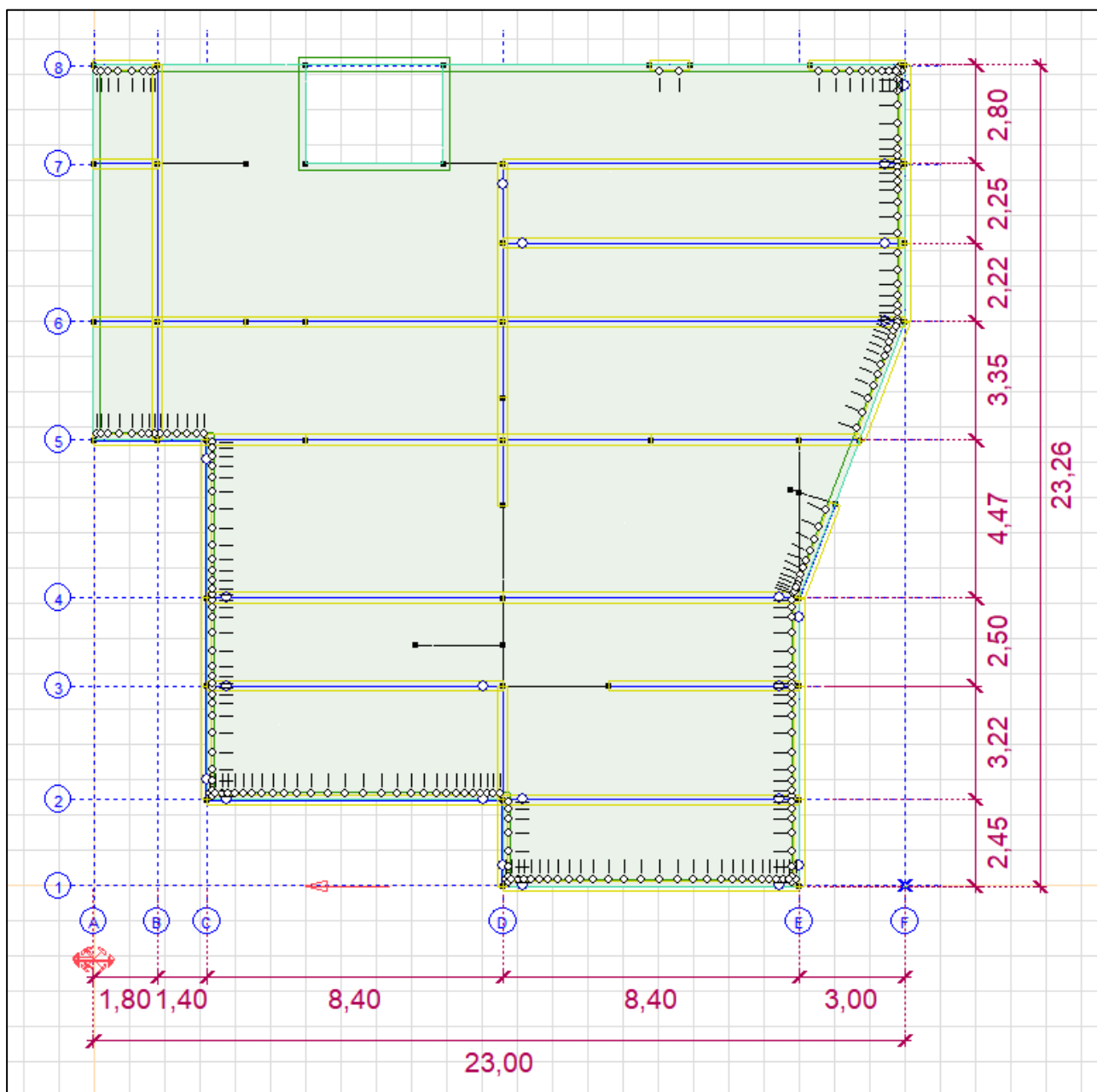
$$w_{fin,q_w'} = w_{inst,q_w'} (\psi_0 + \psi_2 k_{def}) = 0,11 \quad cm$$

$$w_{net,fin} = 2,48 \quad cm < L/250 = 2,48 \quad cm$$



### 3 PLOŠČA NAD PRITLIČJEM

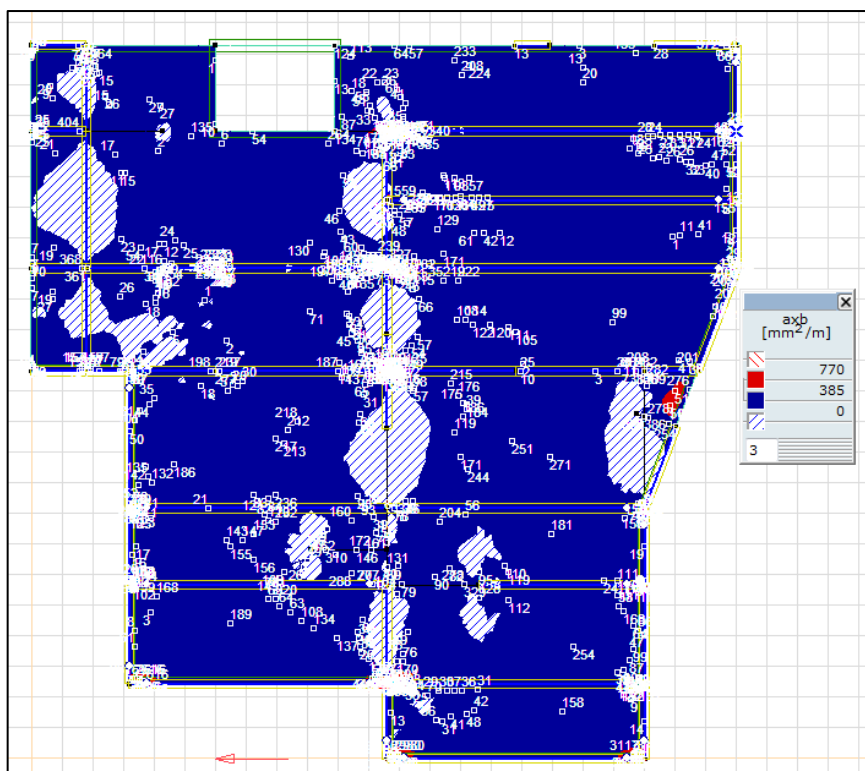
Geometrija:



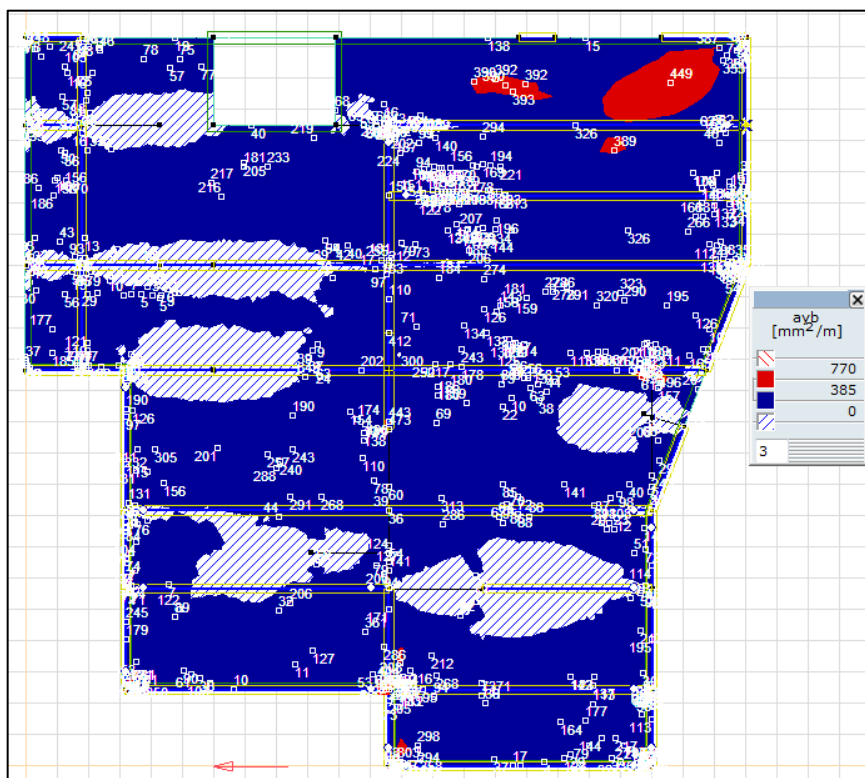
Slika 112: Tloris nadstropja



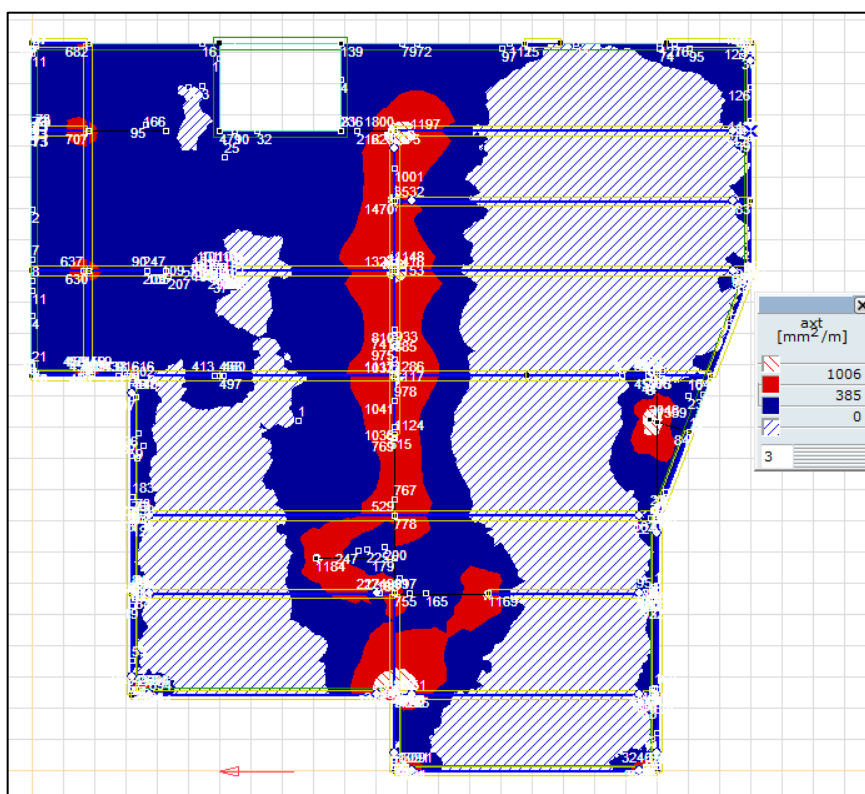
## Dimenzioniranje:



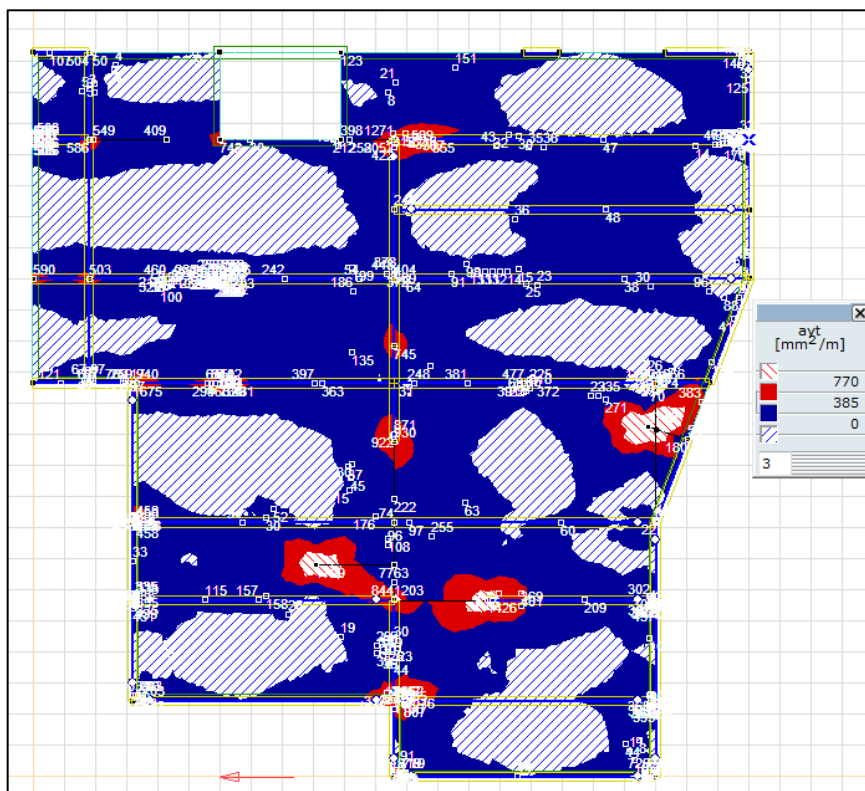
Slika 113: axb



Slika 114: ayb



Slika 115: axt



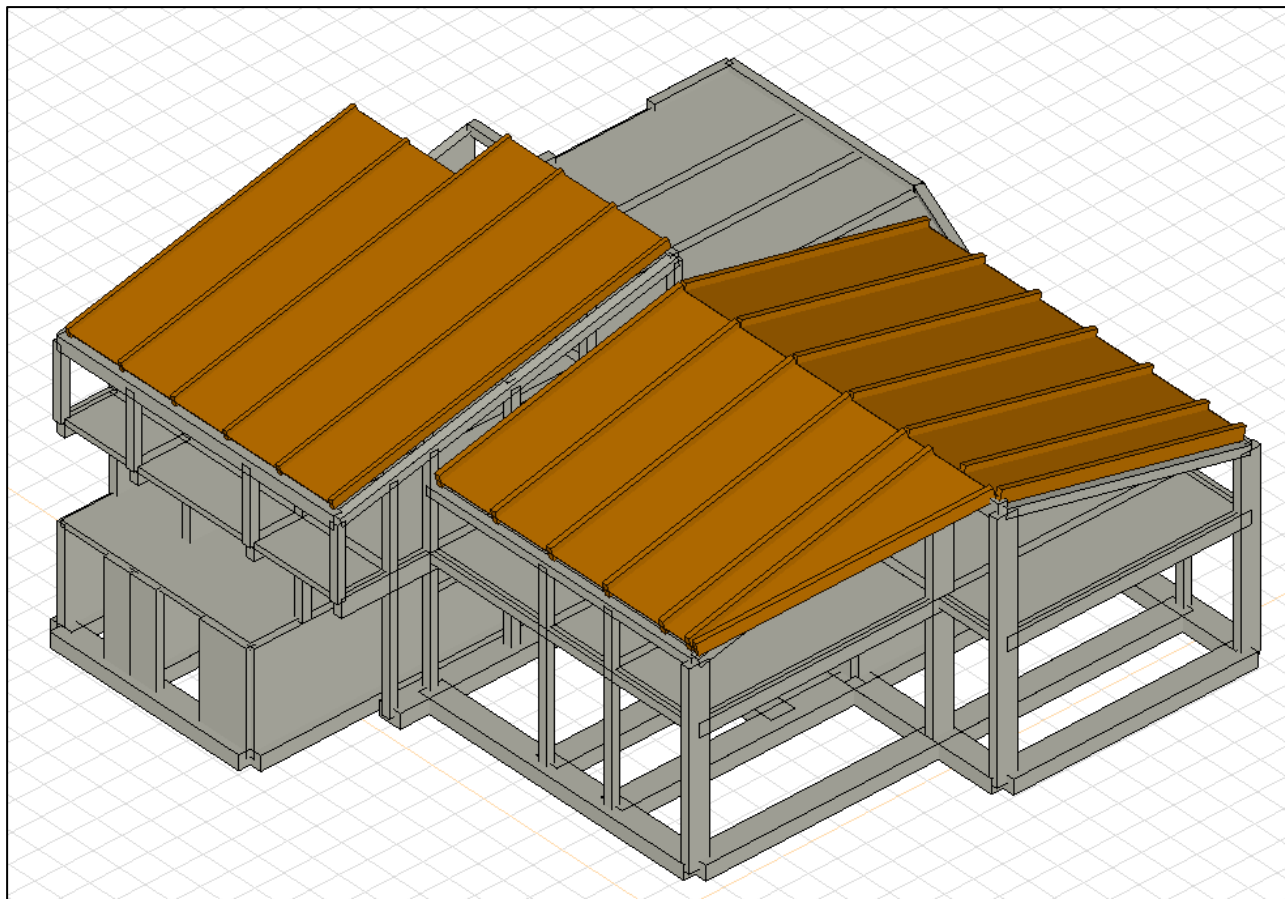
Slika 116: ayt

## 4 POTRESNA ANALIZA

Objekt je potresno zasnovan kot AB okvir z zidanimi polnili.

Potresno obtežbo prenašajo samo AB nosilni elementi (okvirji, stene).

Zidana polnila so podana kot linijska obtežba.

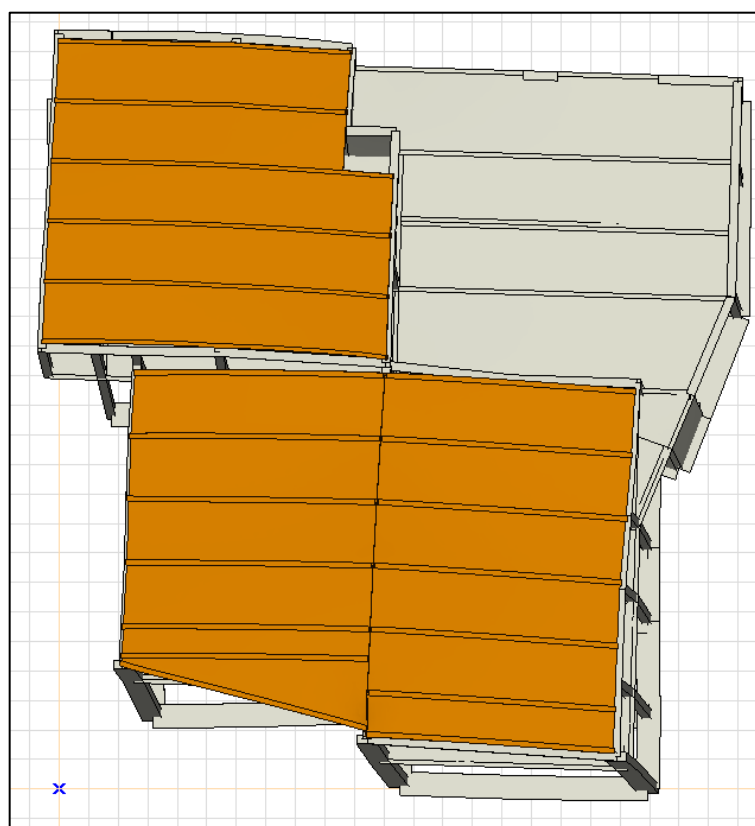


Slika 117: Model

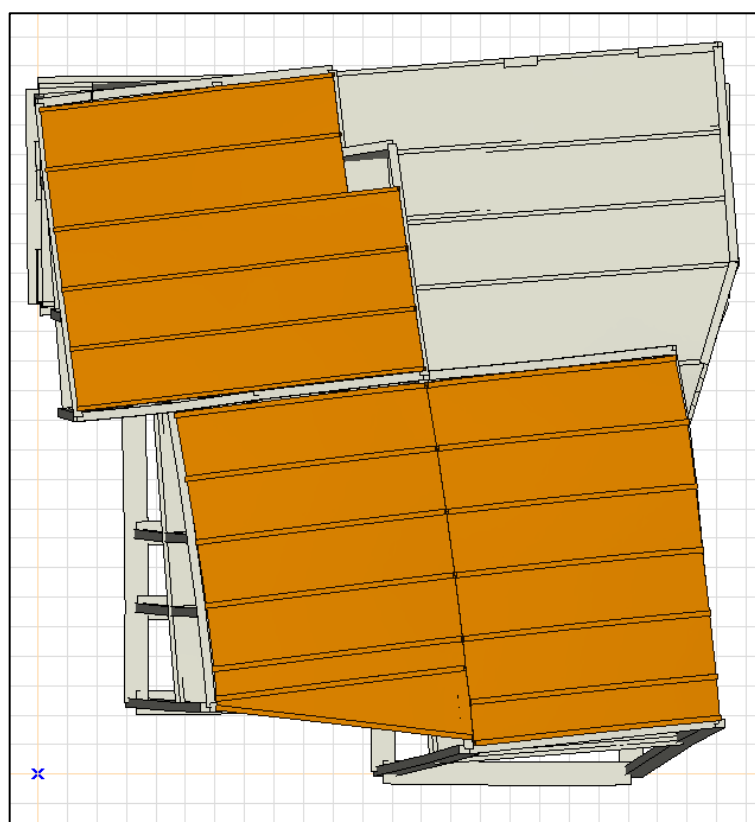
### 4.1 NIHAJNI ČASI, NIHAJNE OBLIKE IN EFEKTIVNE MASE

Frequencies (I.) [POTRES (ULS) Mode 1 (2,32 Hz)]					
	f [Hz]	T [s]	$\omega$ [rad/s]	EVal	Error
1	2,32	0,432	14,55	211,79	4,99E-4
2	2,58	0,388	16,18	261,89	4,00E-4
3	3,77	0,265	23,72	562,48	1,10E-4
4	4,93	0,203	31,00	961,16	3,79E-6
5	4,94	0,202	31,05	964,27	1,26E-5
6	5,83	0,172	36,62	1340,94	3,13E-5
7	6,71	0,149	42,14	1776,17	1,49E-5
8	7,12	0,140	44,73	2001,02	2,09E-5
9	8,03	0,124	50,48	2548,45	7,46E-6
10	8,62	0,116	54,14	2931,60	1,05E-5

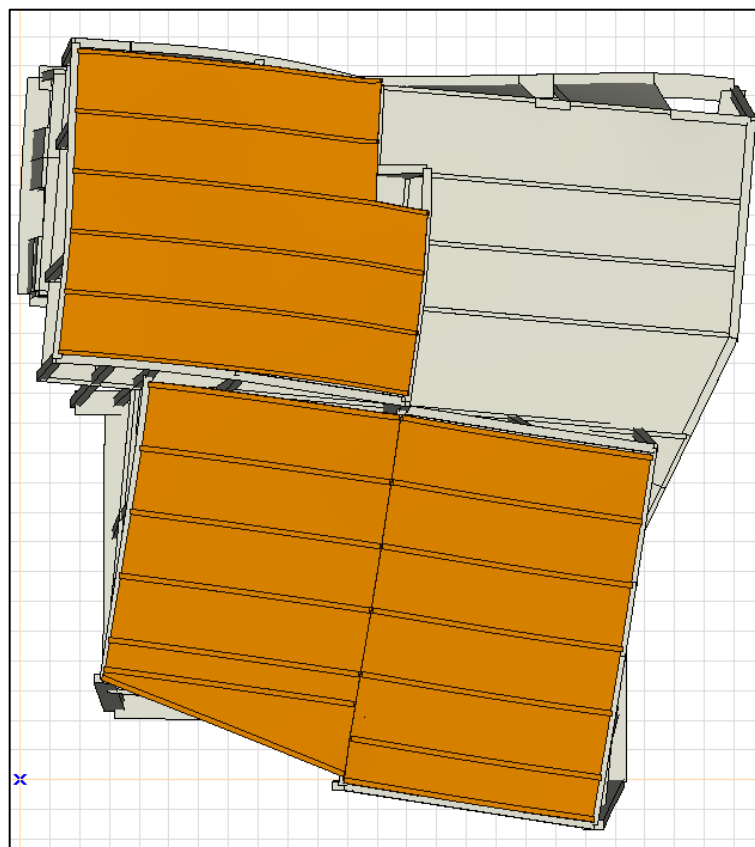
Slika 118: Nihajni časi



Slika 119: 1. nihajna oblika ( $T = 0,432$  s)



Slika 120: 2. nihajna oblika ( $T = 0,388$  s)



Slika 121: 3. nihajna oblika ( $T = 0,265$  s)

Modal mass factors (I.) [POTRES]						
	f [Hz]	$\epsilon_x$	$\epsilon_y$	$\epsilon_z$	Active	
1	2,32	0,051	0,614	0	✓	
2	2,58	0,332	0,106	0	✓	
3	3,77	0,411	0	0	✓	
4	4,93	0,039	0,064	0	✓	
5	4,94	0,016	0,317	0	✓	
6	5,83	0	0,045	0	✓	
7	6,71	0,035	0,004	0	✓	
8	7,12	0,011	0,052	0	✓	
9	8,03	0,003	0,004	0	✓	
10	8,62	0,001	0	0	✓	
10/10		0,899	1,206	0		

## 4.2 KONTROLA CELOTNE PREČNE SILE

Seismic sensitivity of stories, Eurocode												
Stories	X/Y	Z [m]	h [m]	$\Theta_{max}$	$P_{tot}$ [kN]	$V_{tot}$ [kN]	$V_{tot}/P_{tot}$	$d_{rmax}$ [mm]	S [m]	$G_m$ [m]	M [kg]	$I_{mz}$ [kgm <sup>2</sup> ]
Story 3	X	3,260	0	0,014	7371,026	2603,979	35%	15,989	10,283	10,954	751378,832	6,44E+7
	Y			0,019		3922,580	53%	32,169	22,397	13,386	751378,832	
Story 2	X	0	3,260	0,009	8244,230	2792,139	34%	3,915	8,370	6,025	89011,629	4,08E+6
	Y			0,009		4063,182	49%	5,138	19,696	18,969	89011,629	
Story 1	X	-1,220	1,220	0,005	10637,910	3010,694	28%	3,518	13,907	10,957	244003,683	2,3E+7
	Y			0,009		4215,199	40%	7,822	16,521	12,579	244003,683	
Ground floor	X	-3,480	2,260	—	—	—	—	—	—	5,501	56750,976	1,32E+6
	Y			—	—	—	—	—	—	19,767	56750,976	

V nadaljevanju je prikazana kontrola prečne sile.

Smer Y:

$$m_{tot} = 1141 \text{ t}; m_{eff,1} = 0,61$$

$$S_d(T_B = 0,15 < T_1 = 0,432 \text{ s} < T_C = 0,5) = a_g * S * \frac{2,5}{q} = 1,2 * 0,2 * 1,2 * \frac{2,5}{1,5} = 0,48$$

$$F_{b,min} = F_{b,1} = m_{eff,1} S_d(T_1) = 0,61 * 1141 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 3277 \text{ kN}$$

$$F_{b,max} = m S_d(T_1) = 1141 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 5373 \text{ kN}$$

Celotna potresna sila (Story 1:  $V_{tot,Y} = 4215 \text{ kN}$ ), izračunana z modalno analizo, se nahaja znotraj intervala ( $F_{b,min}, F_{b,max}$ ), zato sklepam, da je račun pravilen.

Smer X:

$$m_{tot} = 1141 \text{ t}; m_{eff,2} = 0,332$$

$$S_d(T_B = 0,15 < T_1 = 0,388 \text{ s} < T_C = 0,5) = a_g * S * \frac{2,5}{q} = 1,2 * 0,2 * 1,2 * \frac{2,5}{1,5} = 0,48$$

$$F_{b,min} = F_{b,1} = m_{eff,1} S_d(T_1) = 0,332 * 1141 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 1784 \text{ kN}$$

$$F_{b,max} = m S_d(T_1) = 1141 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 5372 \text{ kN}$$

Ker je celotna potresna sila (Story 1:  $V_{tot,X} = 3011 \text{ kN}$ ), izračunana z modalno analizo, znotraj intervala ( $F_{b,min}, F_{b,max}$ ), sklepam, da je račun pravilen.

## 4.3 OMEJITEV POŠKODB

Pogoj:  $v d_r \leq \alpha h$

$$d_{r,max} = 36,2 \text{ mm (že faktorirano s } q = 1,5)$$

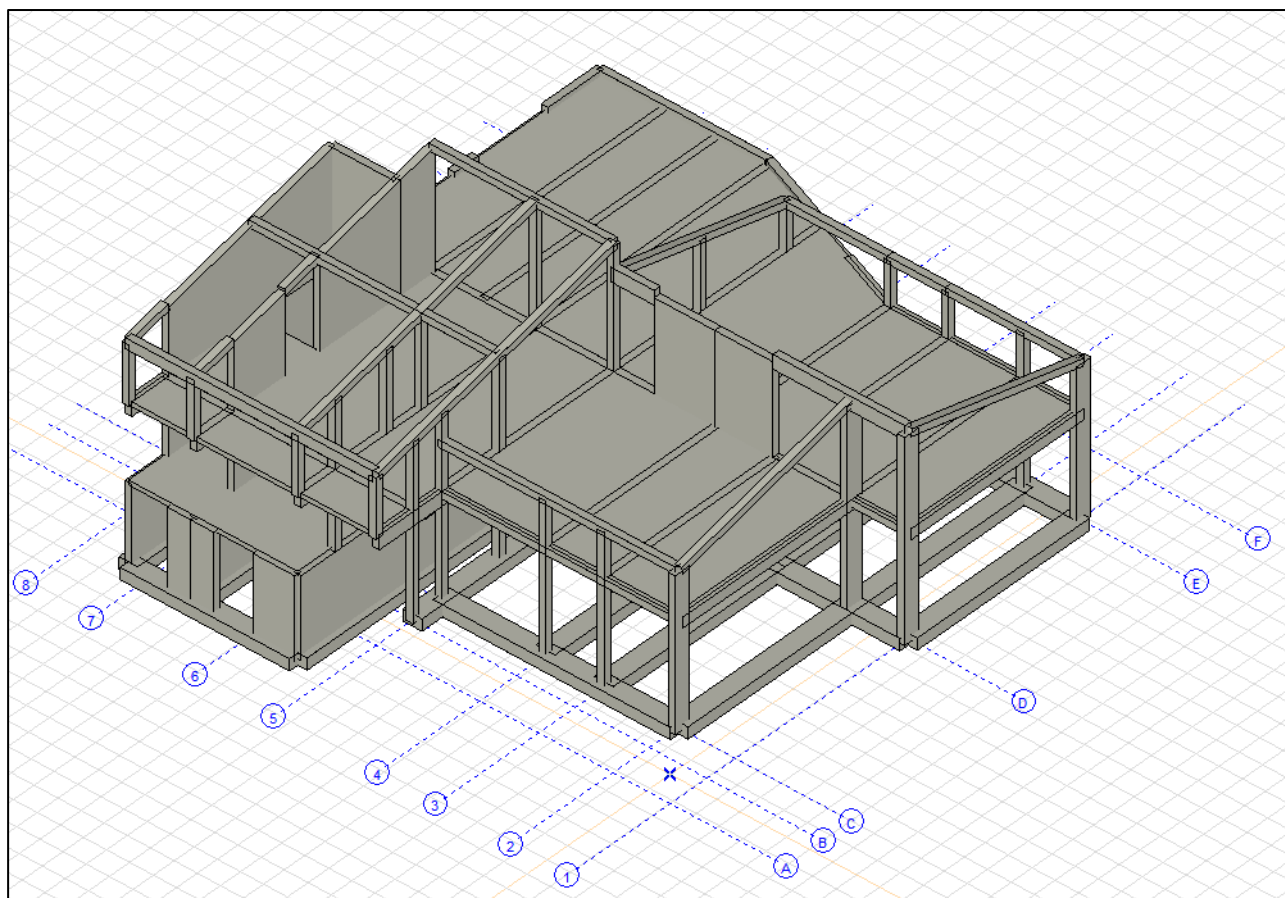
$$v = 0,4 \text{ (kategorija pomembnosti III)}$$

$$\alpha = 0,005 \text{ (neduktilni nekonstrukcijski elementi)}$$

$$0,4 * 3,62 \text{ cm} = 1,44 \text{ cm} \leq 0,005 * 448 \text{ cm} = 1,63 \text{ cm} \rightarrow \text{pogoj je izpolnjen.}$$

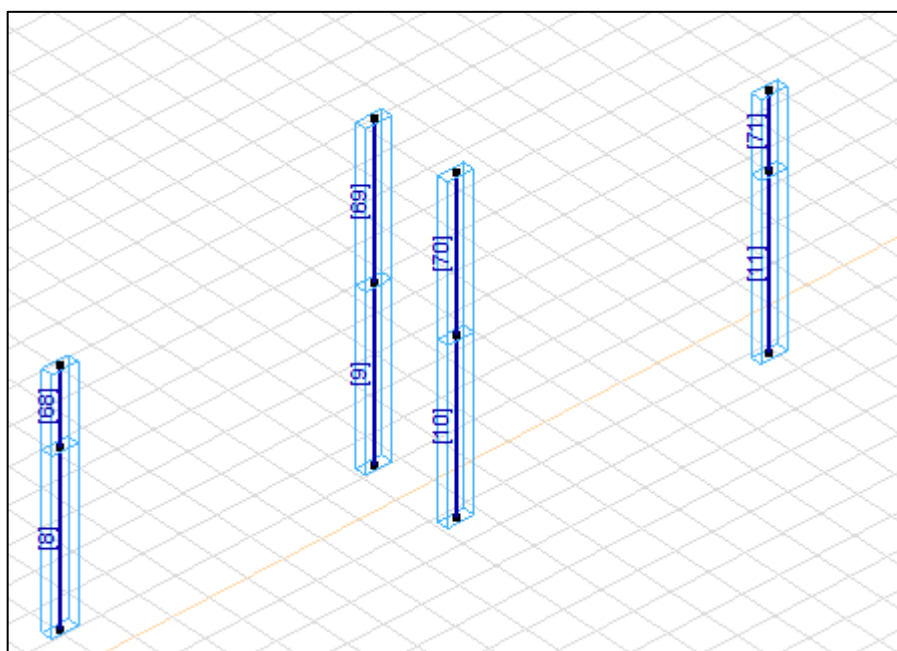


## 5 DIMENZIONIRANJE



Slika 122: AB nosilna konstrukcija:

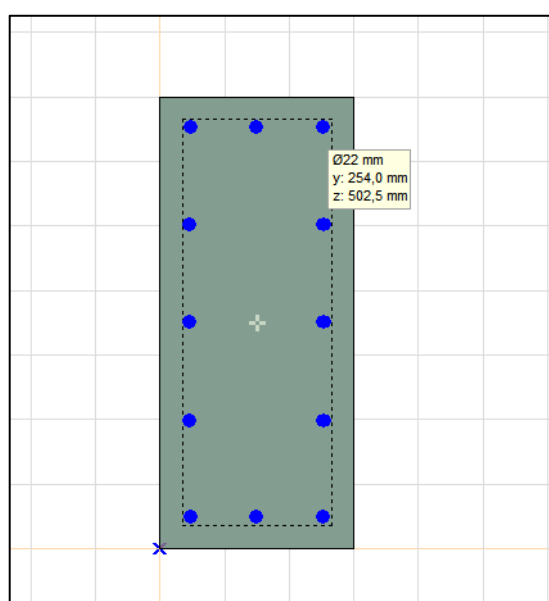
### 5.1 STEBRI 30/70 CM



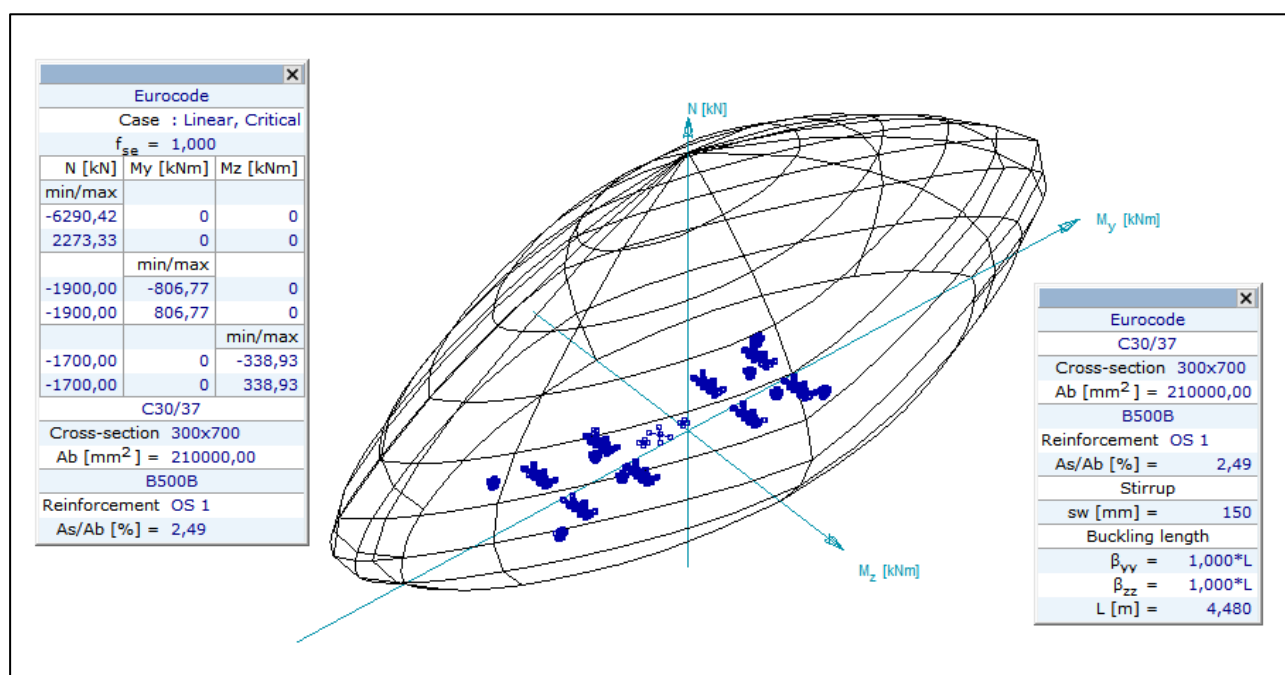
Slika 123: Stebri 30/70 cm

Beam internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Columns / 300x700]												
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
10	5	My	min	0	(67)	-206,068	-29,068	118,934	9,332	<b>-364,530</b>	-94,500	[Gk] {SM -} (0,6*Qm)
11	5		max	0	(69)	-198,041	-29,184	-80,686	8,993	<b>352,470</b>	-102,882	[Gk] {SM +} (0,6*Qm)
9	5	Mz	min	0	(65)	-493,107	59,976	122,564	18,810	-336,806	<b>-147,282</b>	[Gk] {SM -} (0,6*Qp)
9	5		max	0	(65)	-527,957	60,999	122,918	19,053	-339,490	<b>150,005</b>	[Gk] {SM +} (0,6*Qm)

Slika 124: Merodajni upogibni momenti



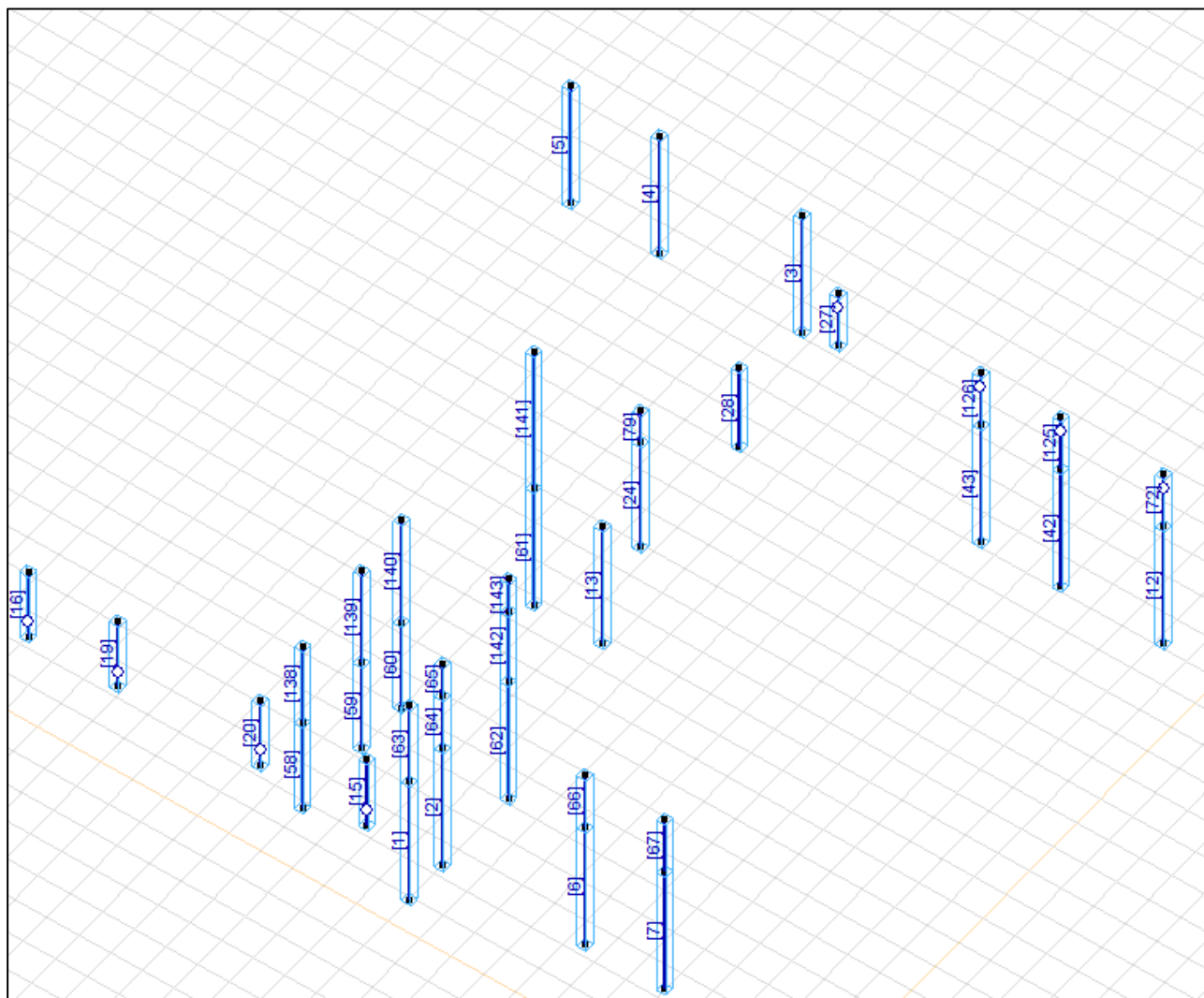
Slika 125: Steber



Slika 126: Interakcijski diagram (steber št. 10)



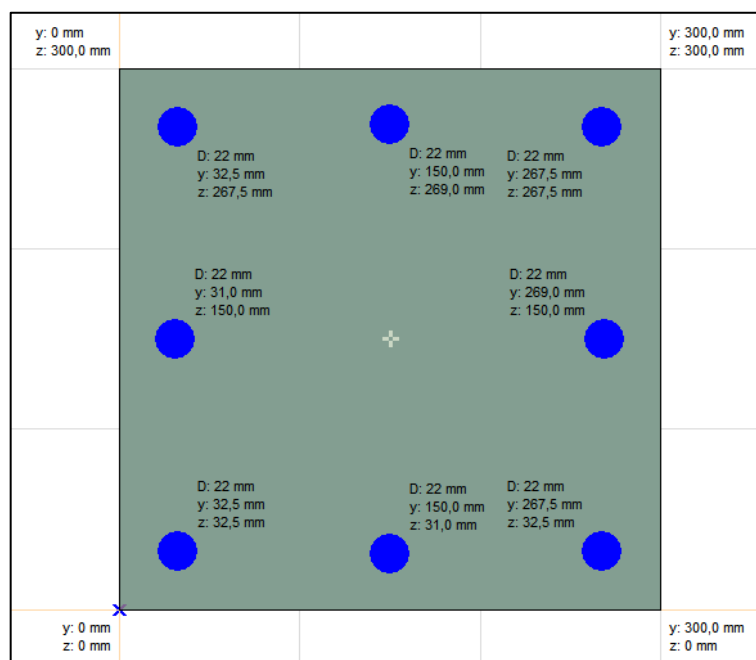
## 5.2 STEBRI 30/30 CM



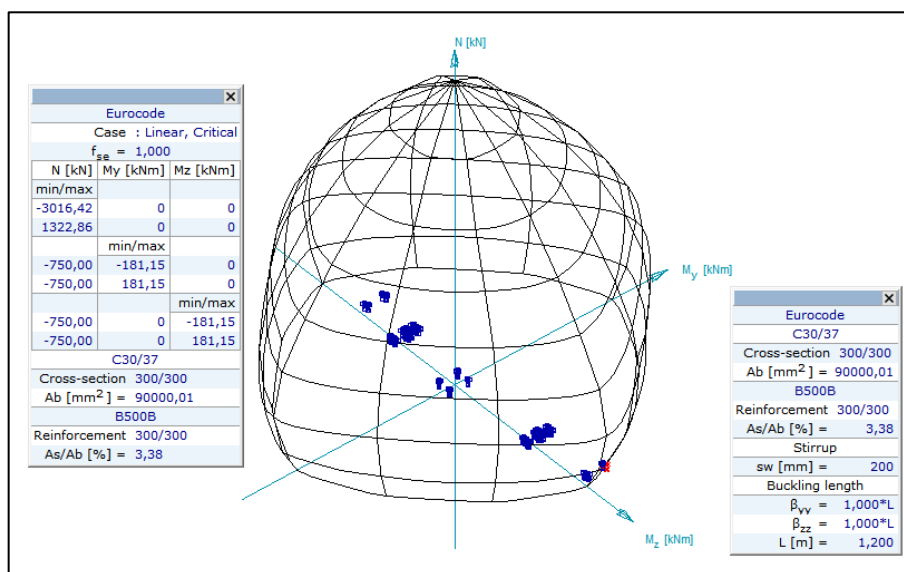
Slika 127: Stebri 30/30 cm

Beam internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]												
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
27	1	My	min	0	(123)	-34,143	41,478	43,155	-10,203	<b>-86,310</b>	82,956	[Gk] {SM -} (0,6*Qm)
28	1		max	0	(138)	11,652	25,481	-48,040	5,936	<b>81,920</b>	53,408	[Gk] {SM +} (0,6*Qm)
13	1	Mz	min	4,480	(85)	-455,752	54,868	-14,010	4,673	-36,912	<b>-121,182</b>	[Gk] {SM -} (0,6*Qm)
79	1		max	0	(128)	-45,394	124,678	-26,044	-17,030	24,779	<b>150,354</b>	[Gk] {SM +} (0,6*Qm)

Slika 128: Merodajni upogibni momenti



Slika 129: Steber

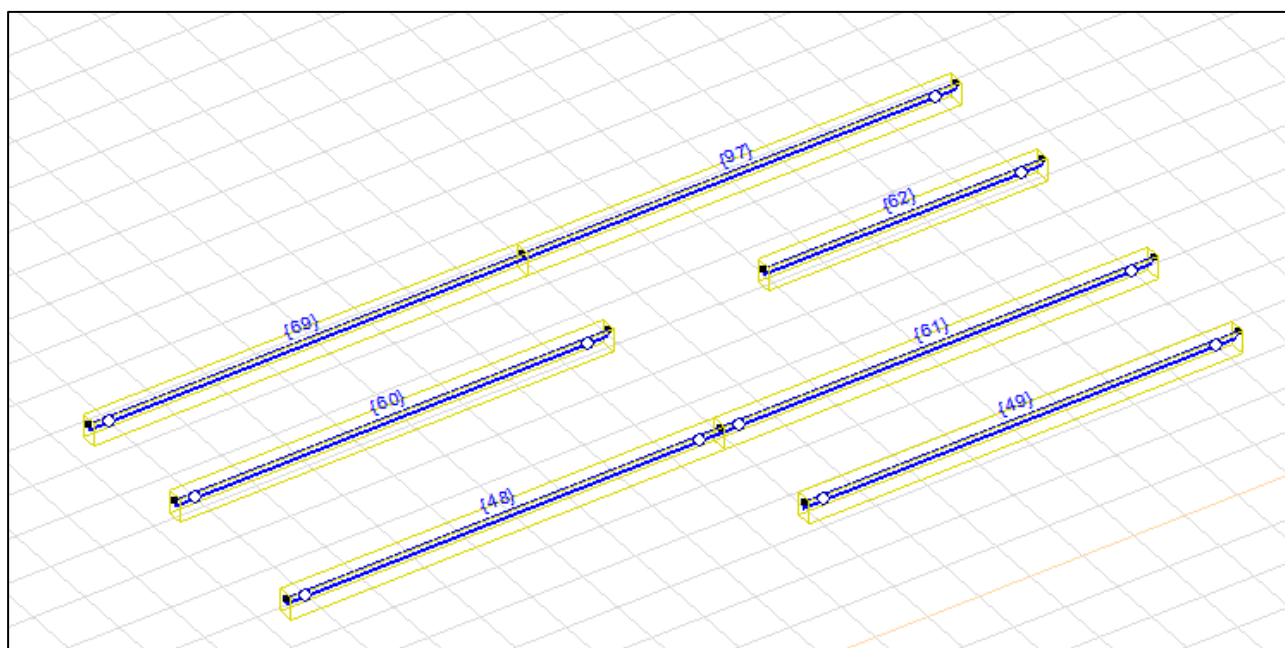


Slika 130: Interakcijski diagram (steber št. 79)

### 5.3 NOSILCI 30/45 CM

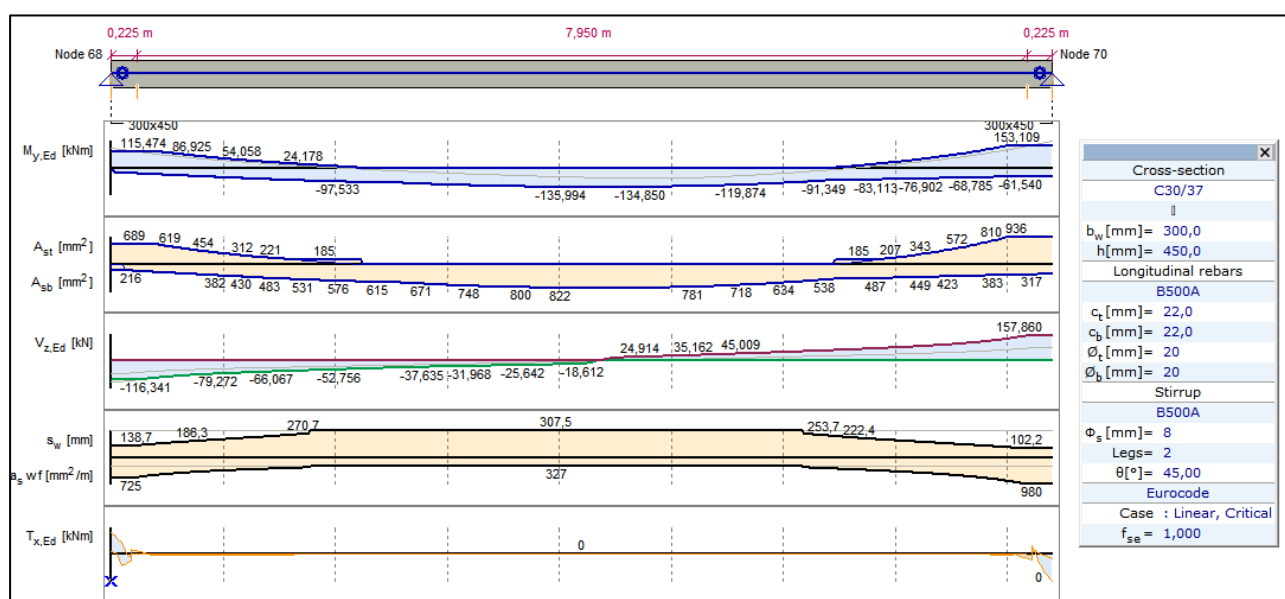
Rib internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]													
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	MyD [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.													
49	8	My	min	4,200	(4956)	393,812	0	-3,215	0	-86,767	-135,994	0	[1,35*1*Gk] {1,5*Qm} (1,5*0,5*Qs)
61	8		max	0,175	(5433)	-408,118	18,793	-133,446	0	120,596	172,736	-10,539	[Gk] {SM +} (0,6*Qm)

Slika 131: Merodajni upogibni momenti

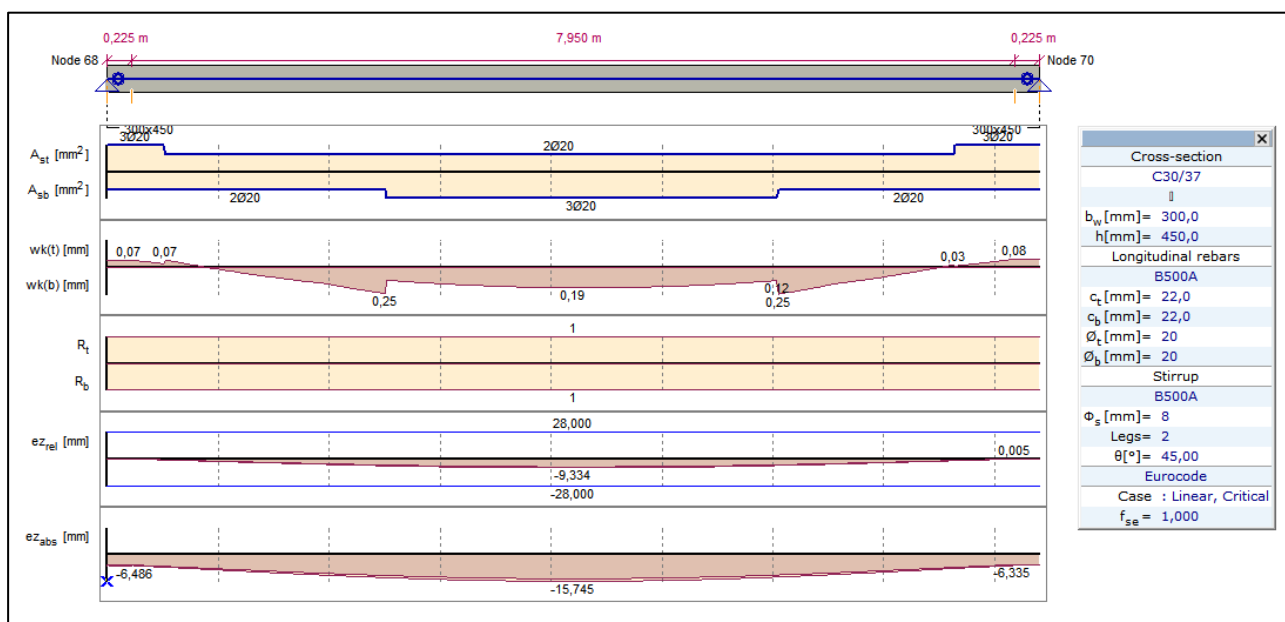


Slika 132: Nosilci 30/45 cm

### NOSILEC št. 49

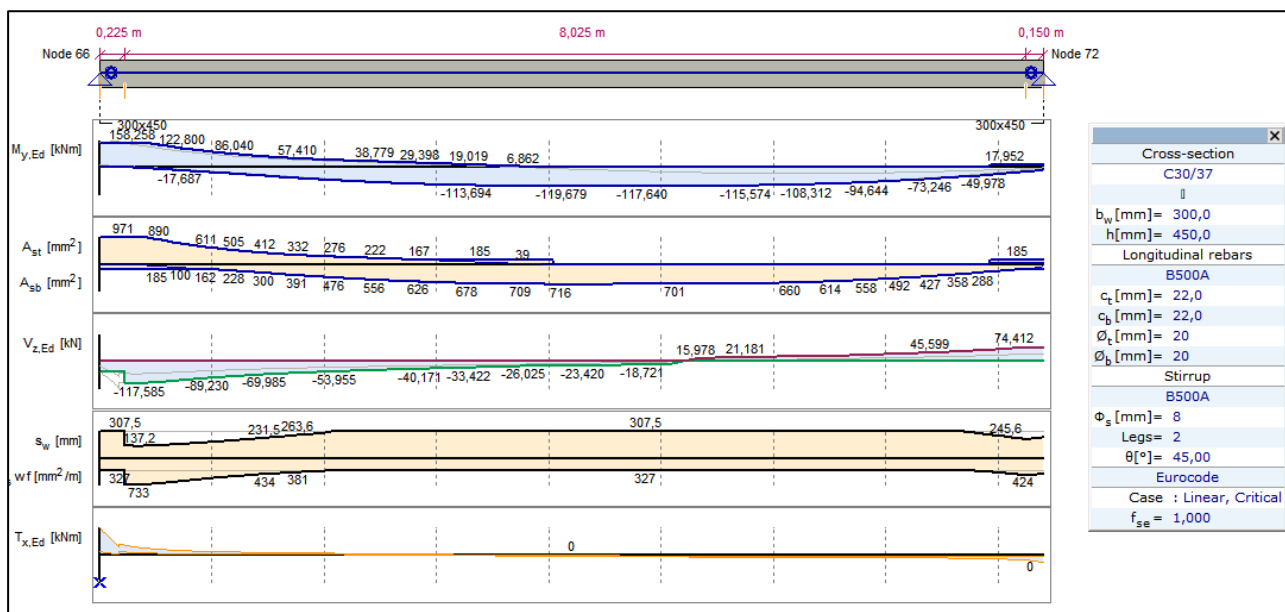


Slika 133: NSK (Nosilec št. 49)

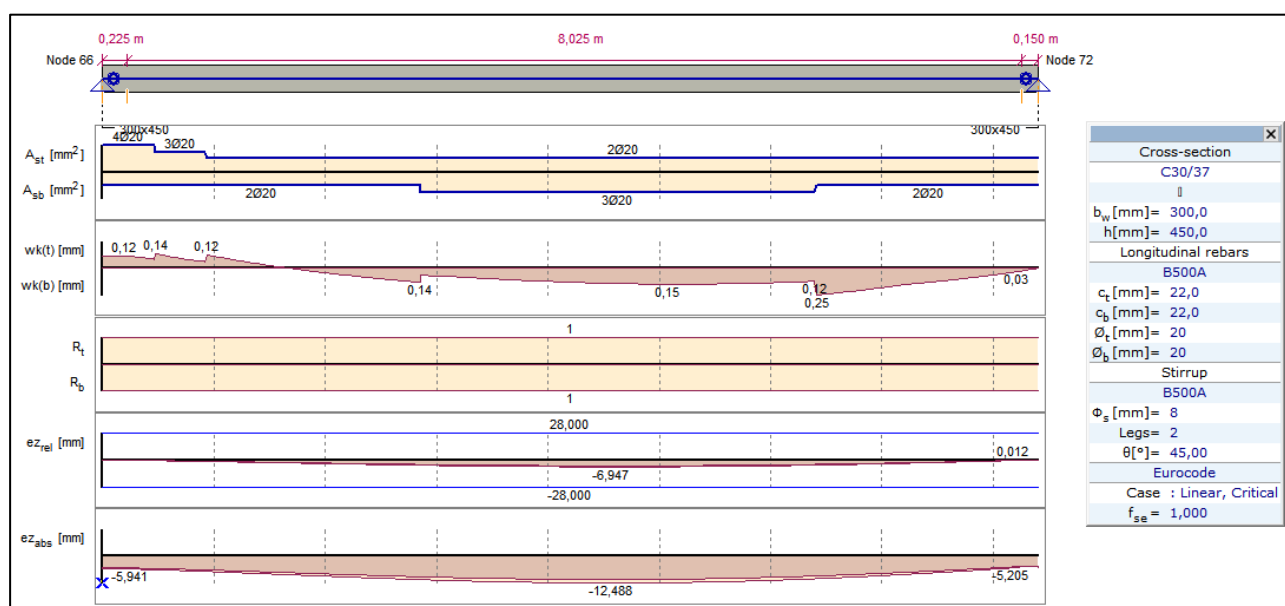


Slika 134: Potrebna armatura (Nosilec št. 49)

## NOSILEC št. 61

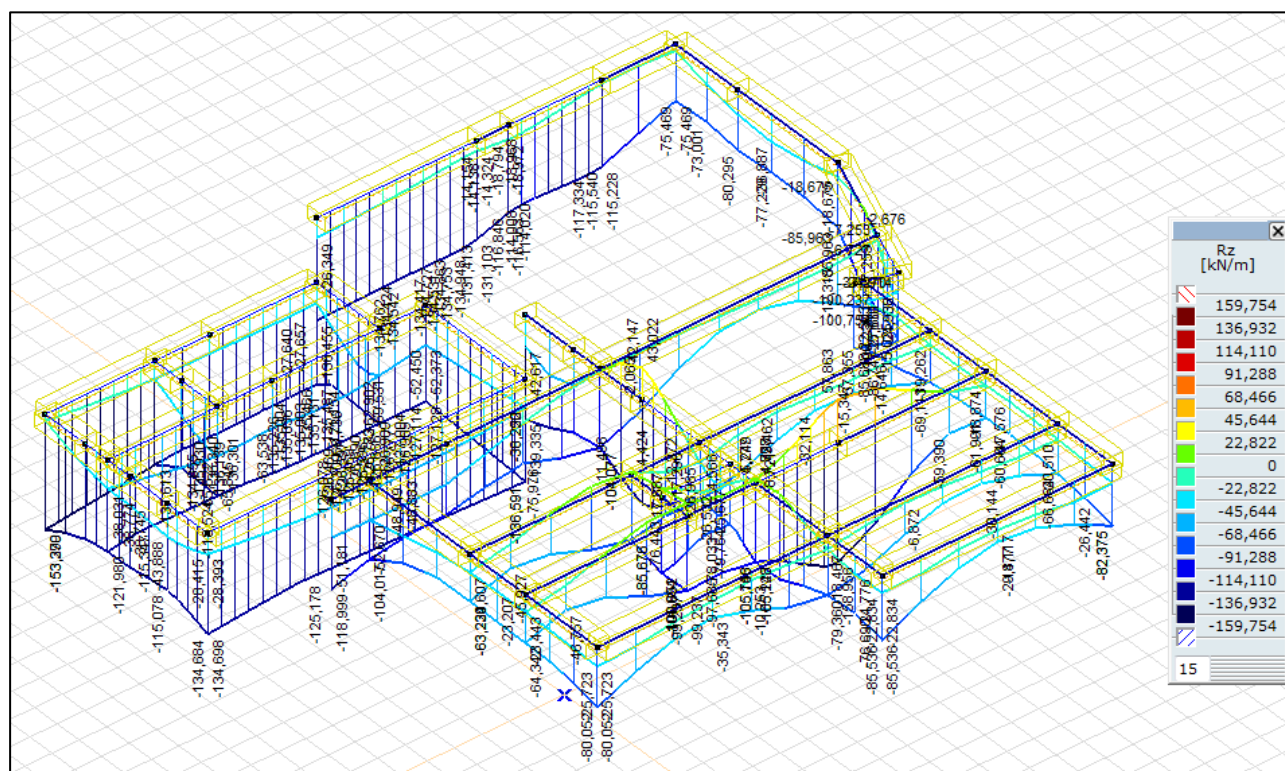


Slika 135: NSK (nosilec št. 61)



Slika 136: Potrebna armatura (nosilec št. 61)

## 5.4 TEMELJI

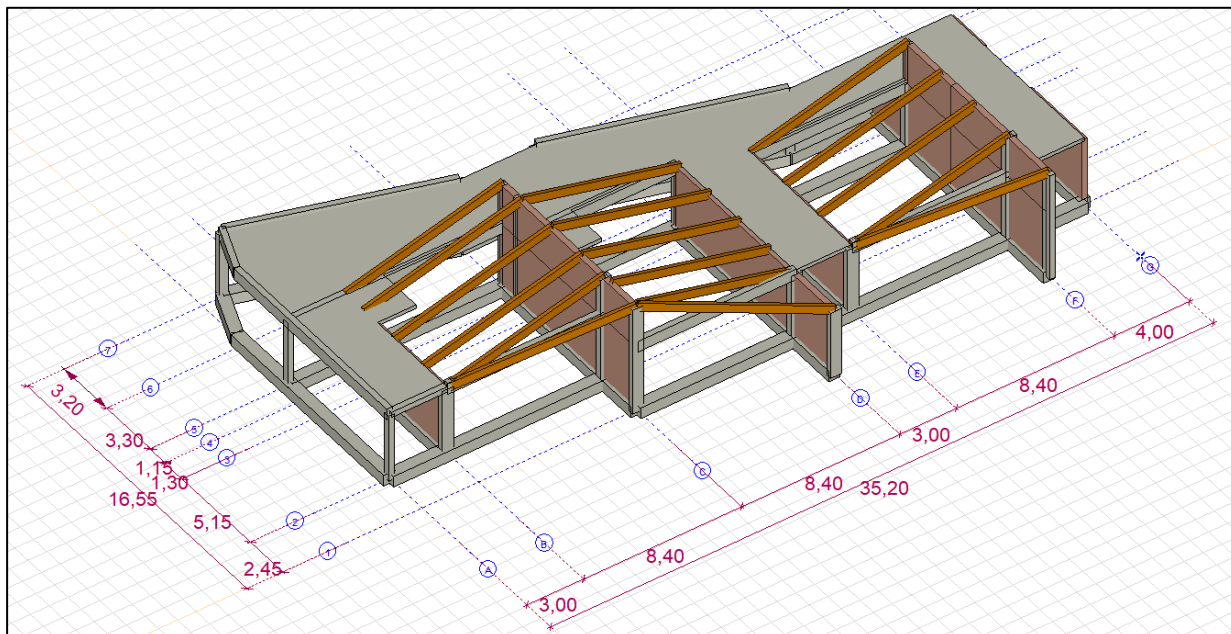


Slika 137: Reakcije

Temeljni nosilci so dimenzij 80x60 cm. Maksimalna napetost torej znaša  $159 \text{ kN}/0,8 \text{ m} = 198 \text{ kN/m}^2$ .



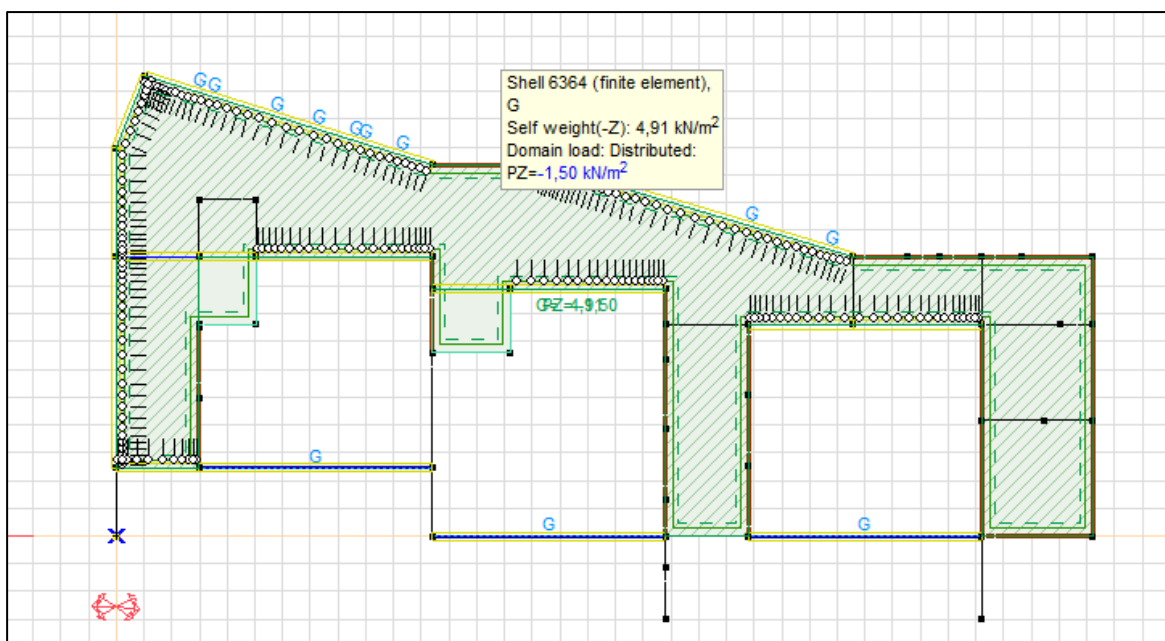
### 3/1.4.4 STATIČNI RAČUN VRTCA – 2. DILATACIJSKA ENOTA



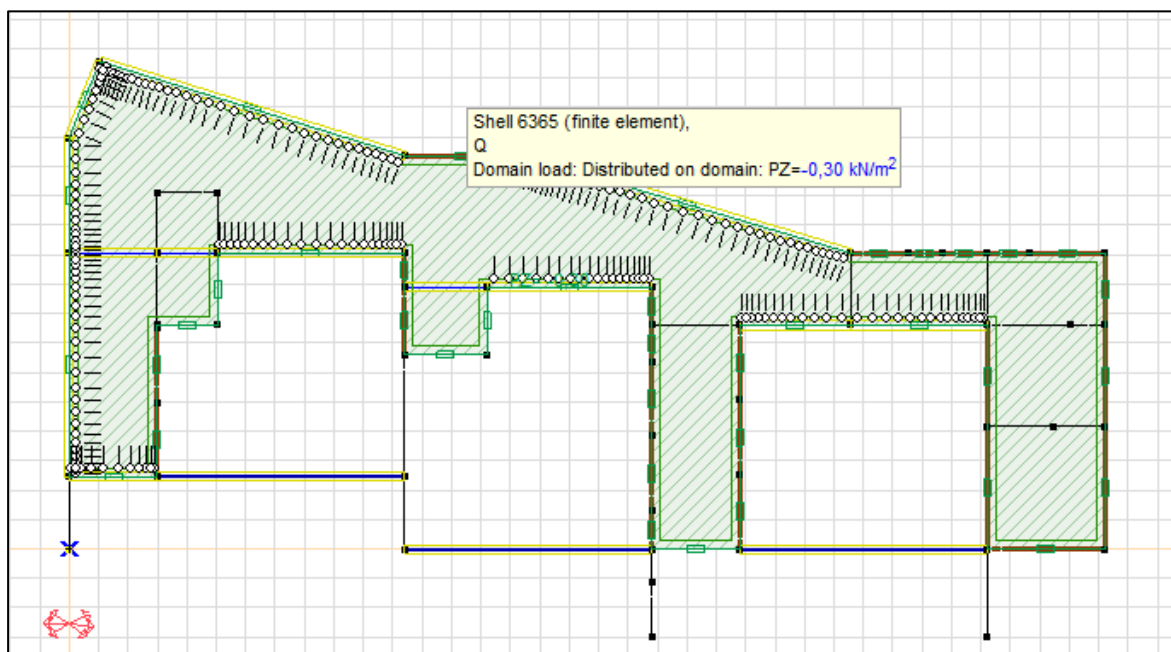
Slika 138: Model

## 1 STREŠNA PLOŠČA

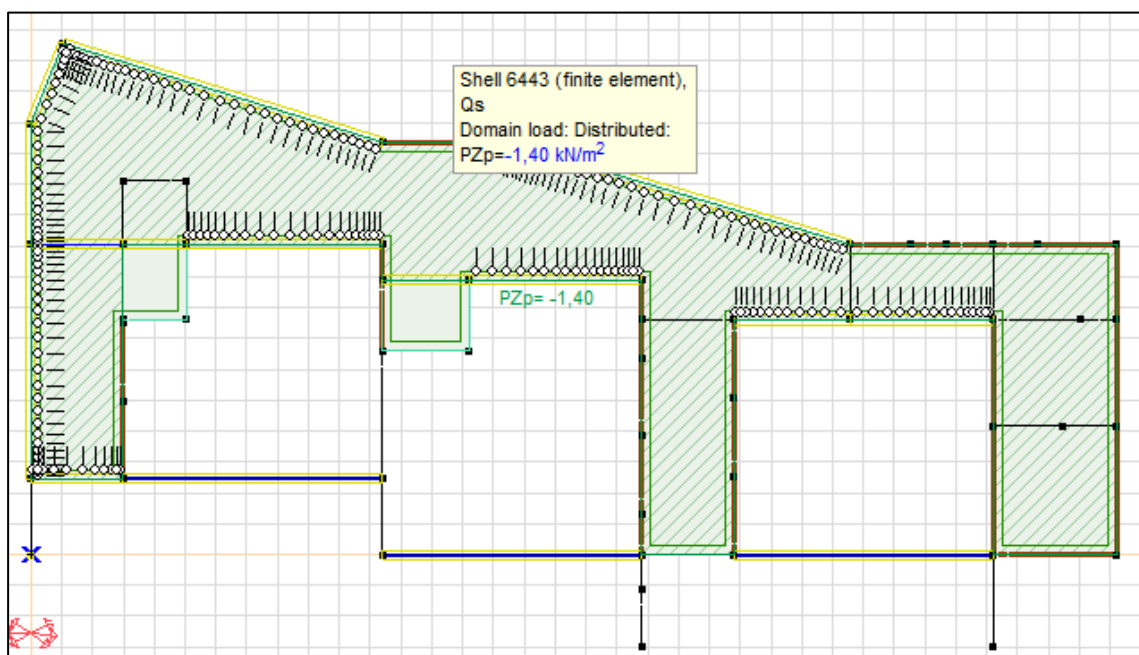
**Obtežba:**



Slika 139: Lastna in stalna

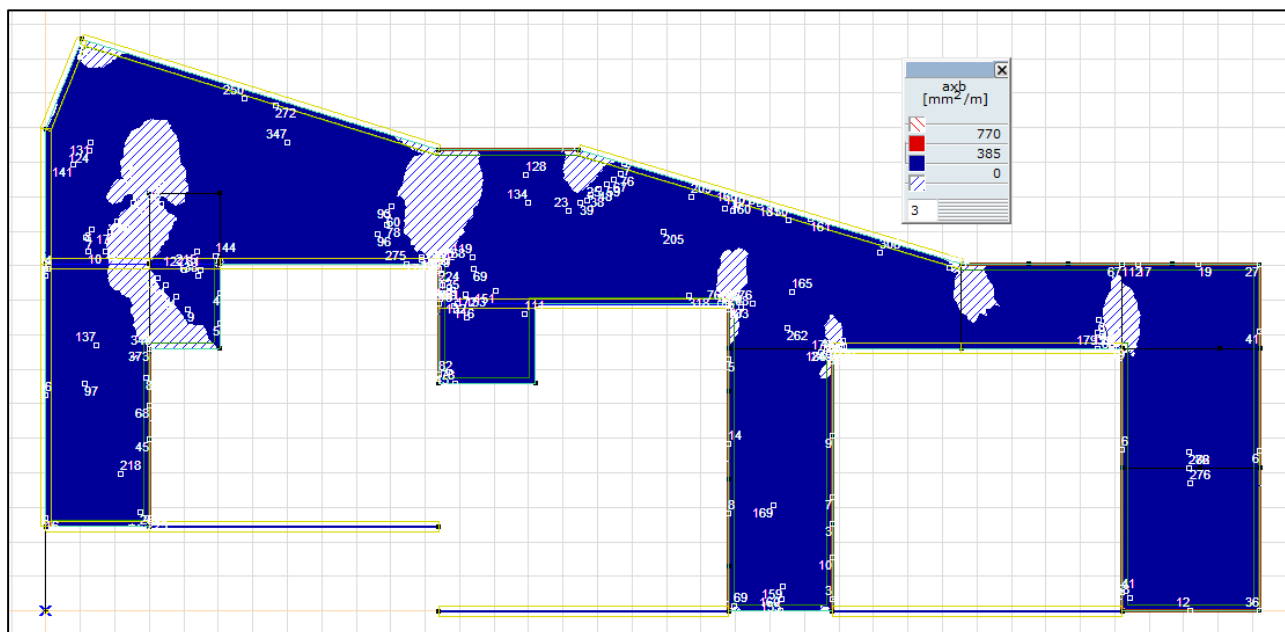


Slika 140: Koristna

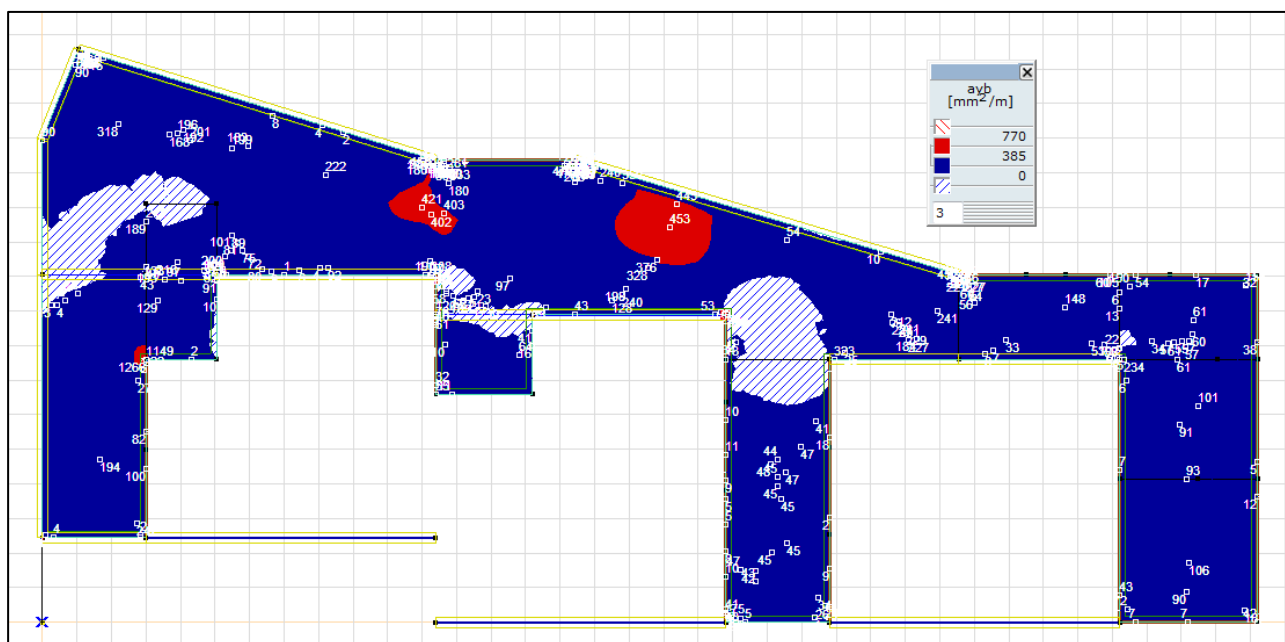


Slika 141: Obtežba snega

## Potrebna armatura:

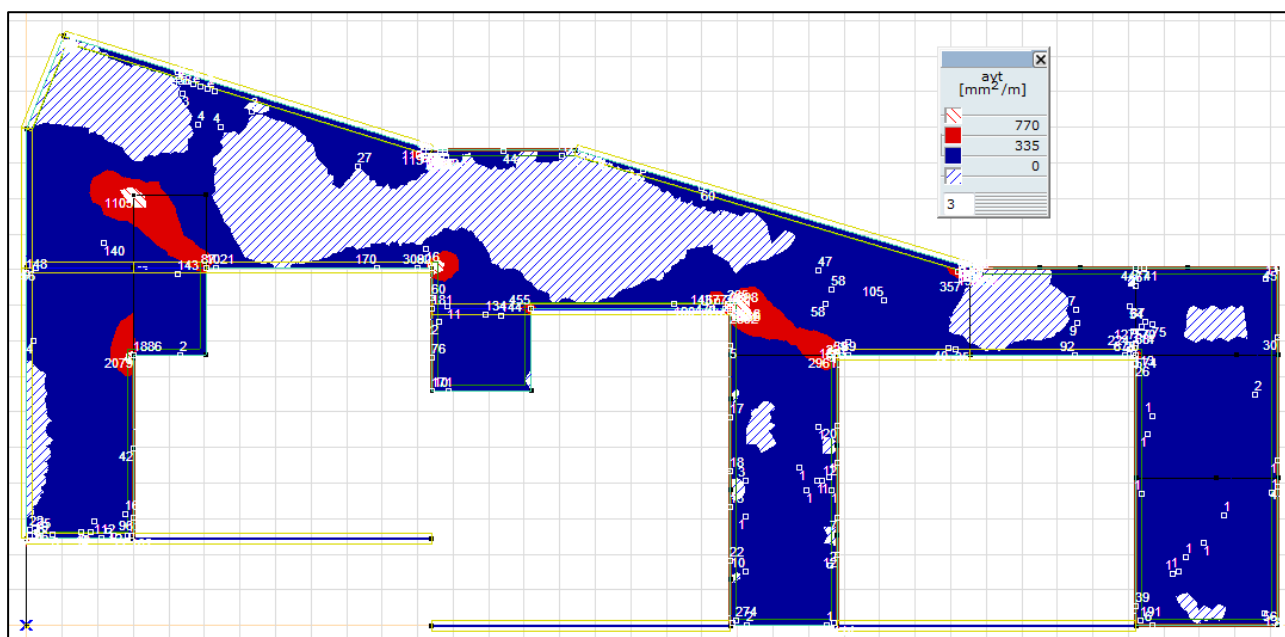
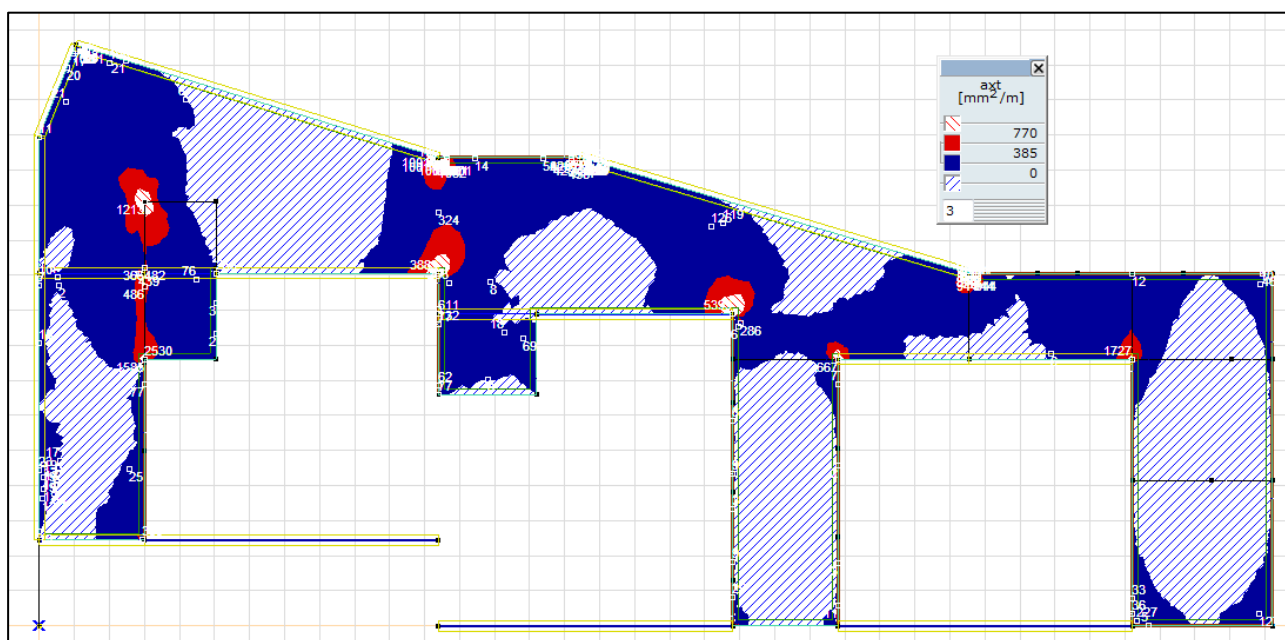


Slika 142: ax,spodaj

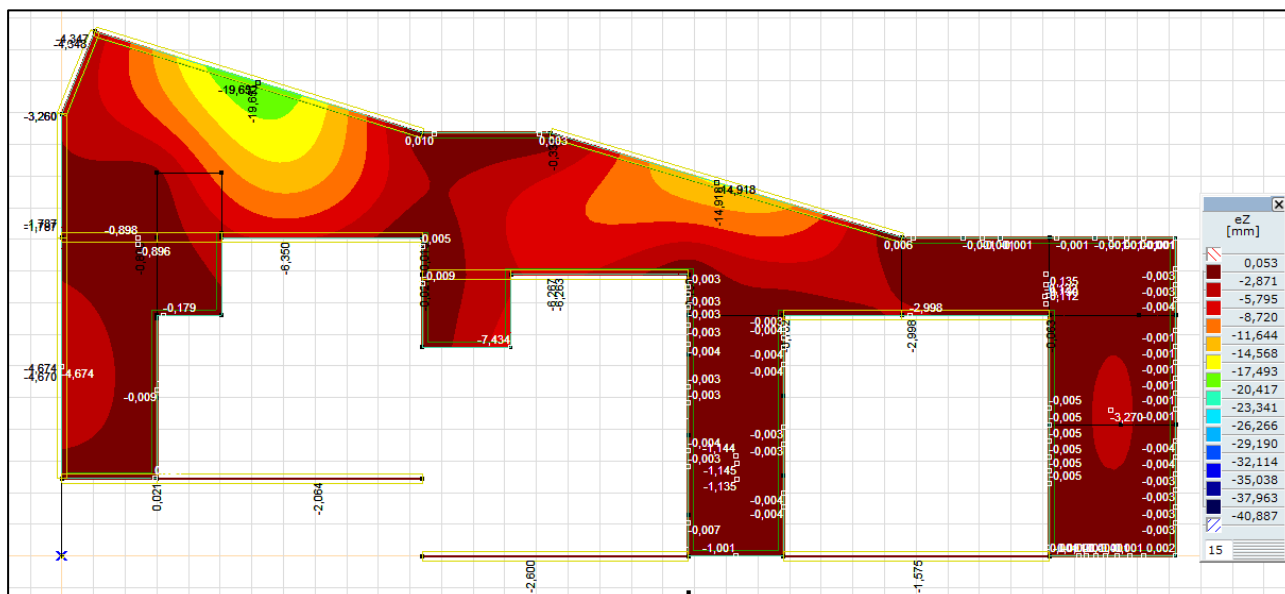


Slika 143: ay,spodaj





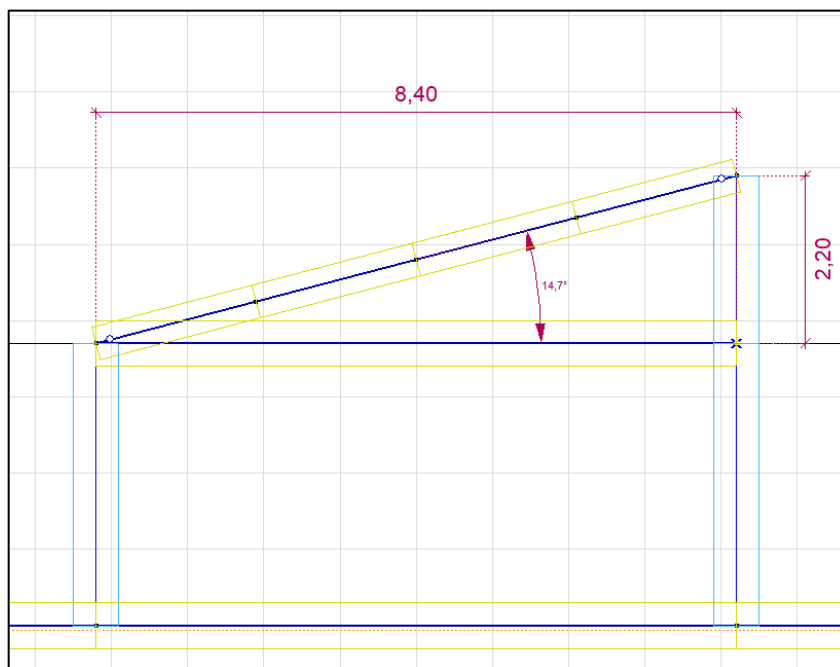
## Kontrola MSU:



Slika 146:  $u_{z,max}$

$$u_{z,max} = 19,65 \text{ mm} < \frac{5000}{250} = 20 \text{ mm} \rightarrow \text{pogoj je izpolnjen}$$

## 2 OSTREŠJE



Slika 147: Geometrija

## GEOMETRIJA

nosilec:

$L = 8,4 \text{ m}$   
 $H = 2,20 \text{ m}$   
 $\alpha = 14,7^\circ$   
 $e = 2,5 \text{ m}$

prerez:

$b = 18 \text{ cm}$   
 $h = 44 \text{ cm}$

## MATERIAL

GL28c:

$f_{m,k} = 2,8 \text{ kN/cm}^2$   
 $f_{v,k} = 0,27 \text{ kN/cm}^2$   
 $E_{0,mean} = 1260 \text{ kN/cm}^2$   
 $\rho_{mean} = 460 \text{ kg/m}^3$

$\gamma_M = 1,25$  (lepljen lameliran les)  
 $k_{def} = 0,8$  (2. uporabnostni razred; lepljen lameliran les)

## OBTEŽBA

Konstrukcijski sklop nad primarnim nosilecem:

sloj:	obtežba (kN/m <sup>2</sup> ):
pločevina	0,3
prečne letve (5x4 / 30 cm)	0,028
vzdolžne letve (5x8 / 50 cm)	0,034
lesen opaz (2 cm)	0,084
špirovec (8x12 / 80 cm)	0,050
lega (10x16 / 220 cm)	0,031
kamena volna (30 cm)	0,210
<b>0,74</b>	

	kN/m <sup>2</sup>	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
stalna $g =$	0,80	1	1	1
sneg $q_s =$	1,15	0,5	0,2	0
veter $q_w =$	0,19	0,6	0,2	0

Obtežba pravokotno na špirovce:

$g' = (b h \rho_{mean} / 100 + g e) \cos \alpha = 2,29 \text{ kN/m}$  ; prišteta je lastna teža nosilca

$q_s' = g e \cos^2 \alpha = 2,69 \text{ kN/m}$

$q_w' = g e = 0,48 \text{ kN/m}$

Projektna obtežba:

MSN:

$$\text{Srednjetrajna } M: q_{Ed,M} = 1,35g' + 1,5q_s' = 7,12 \text{ kN/m} \quad k_{mod,M} = 0,8$$

$$\text{Kratkotrajna } S: q_{Ed,S} = 1,35g' + 1,5q_s' + 1,5 \cdot 0,6 \cdot q_w' = 7,55 \text{ kN/m} \quad k_{mod,S} = 0,9$$

$$q_{Ed,M}/q_{Ed,S} = 0,94 > k_{mod,M}/k_{mod,S} = 0,89$$

MSU:

$$q_{Ed,MSU} = g' + q_s' + q_w' = 5,45 \text{ kN/m}$$

MSN:

$$\text{merodajna obtežba } q_{Ed} = 7,12 \text{ kN/m} \quad (M)$$

Obremenitev:

$$M_{Ed} = q_{Ed} L^2 / 8 = 67,14 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = q_{Ed} L / 2 = 30,93 \text{ kN}$$

**DIMENZIONIRANJE (MSN)**kontrola upogibnih napetosti

$$\sigma_{md} = M_{d,MAX} / W_y = 1,16 < f_{md} = 1,792 \text{ kN/cm}^2$$

$$W_y = b h^2 / 6 = 5808,0 \text{ cm}^3$$

kontrola strižnih napetosti

$$\tau_{vd} = V_{d,MAX} / A_s = 0,059 < f_{vd} = 0,173 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_s = 2/3 b h = 528,00 \text{ cm}^2$$

**DIMENZIONIRANJE (MSU)**poves v začetnem stanju  $w_{inst}$ :

$$w = 5 L^4 q / (384 E I_y)$$

$$w_{inst,g'} = 1,05 \text{ cm}$$

$$w_{inst,q_s} = 1,24 \text{ cm}$$

$$w_{inst,q_w'} = 0,22 \text{ cm}$$

$$w_{inst} = 2,51 \text{ cm} < L/300 = 2,89 \text{ cm}$$

poves v končnem stanju  $w_{net,fin}$ :

$$w = 5 L^4 q / (384 E I_y)$$

$$w_{fin,g'} = w_{inst,g'} (1 + k_{def}) = 1,89 \text{ cm}$$

$$w_{fin,q_s'} = w_{inst,q_s'} (1 + \psi_2 k_{def}) = 1,24 \text{ cm}$$

$$w_{fin,q_w'} = w_{inst,q_w'} (\psi_0 + \psi_2 k_{def}) = 0,13 \text{ cm}$$

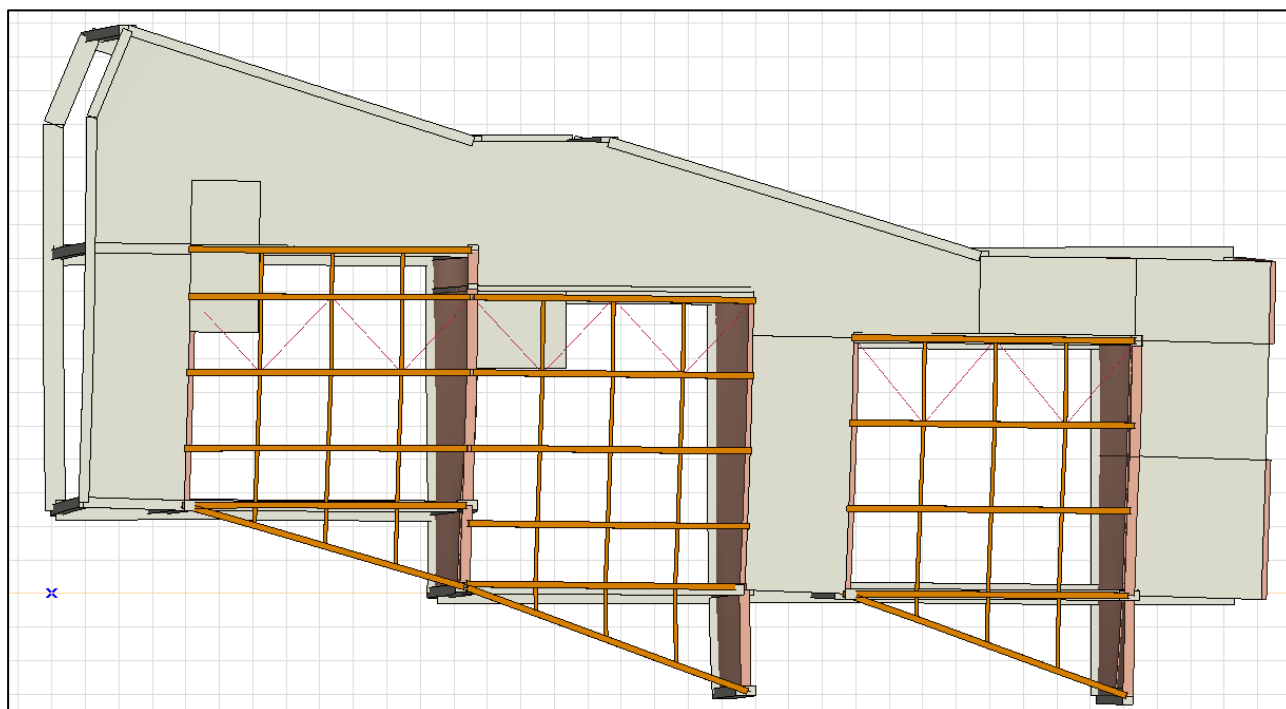
$$w_{net,fin} = 3,26 \text{ cm} < L/250 = 3,47 \text{ cm}$$

### 3 POTRESNA ANALIZA

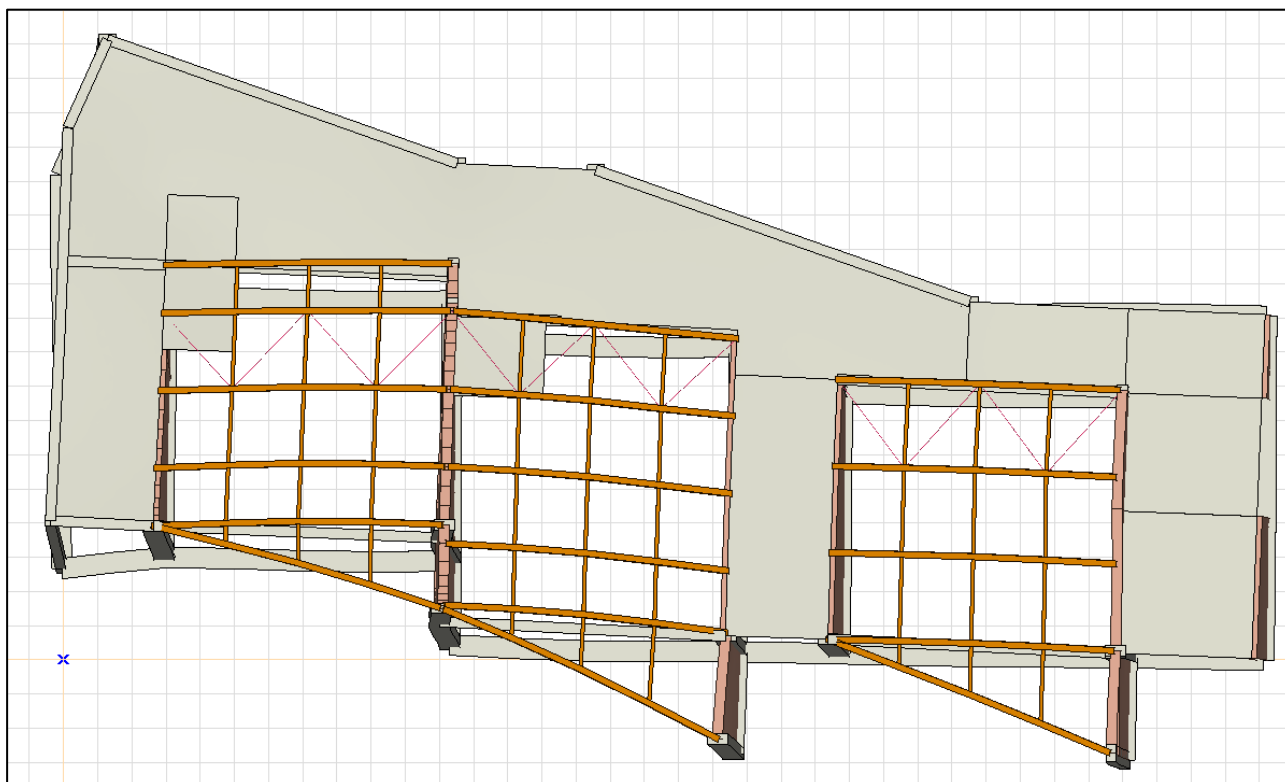
#### 3.1 NIHAJNI ČASI, NIHAJNE OBLIKE IN EFEKTIVNE MASE

Frequencies (I.) [POTRES (ULS) Mode 1 (2,94 Hz)]					
	f [Hz]	T [s]	$\omega$ [rad/s]	EVal	Error
1	2,94	0,340	18,49	341,74	1,58E-6
2	4,56	0,219	28,64	820,38	2,06E-7
3	5,37	0,186	33,71	1136,49	1,98E-7
4	8,00	0,125	50,29	2528,64	1,44E-7
5	9,40	0,106	59,09	3491,31	1,08E-7
6	9,60	0,104	60,29	3635,08	4,36E-9
7	10,52	0,095	66,10	4369,15	2,56E-8
8	10,61	0,094	66,69	4447,55	5,26E-8
9	12,20	0,082	76,67	5878,85	1,11E-8
10	12,25	0,082	77,00	5928,62	6,08E-8
11	12,66	0,079	79,56	6329,78	3,62E-8
12	13,21	0,076	83,02	6893,07	9,18E-7
13	13,35	0,075	83,90	7039,53	2,66E-7
14	13,90	0,072	87,32	7625,06	6,55E-6
15	13,97	0,072	87,78	7705,56	3,31E-6

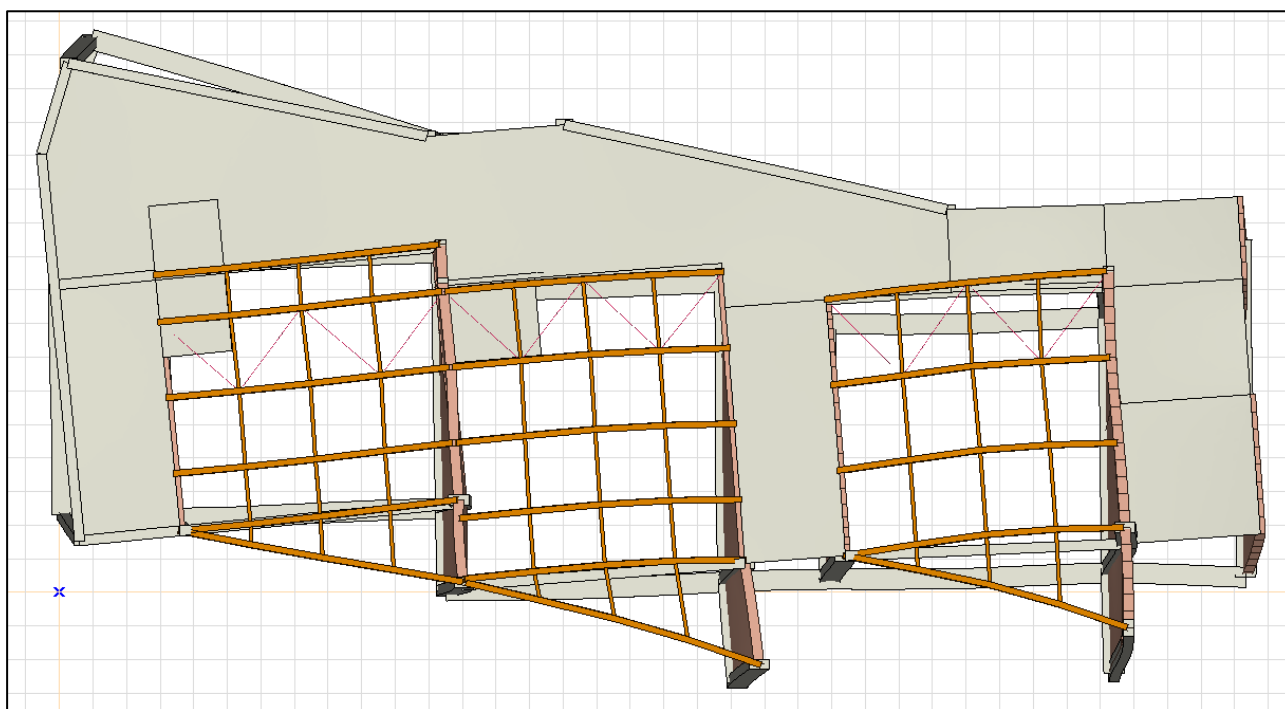
Slika 148: Nihajni časi



Slika 149: 1. nihajna oblika ( $T = 0,34$  s)



Slika 150: 2. nihajna oblika ( $T = 0,219$  s)



Slika 151: 3. nihajna oblika ( $T = 0,186$  s)

Modal mass factors (I.) [POTRES]					
	f [Hz]	$\varepsilon_X$	$\varepsilon_Y$	$\varepsilon_Z$	Active
1	2,94	0,656	0,004	0	✓
2	4,56	0,015	0,565	0	✓
3	5,37	0,006	0,218	0	✓
4	8,00	0,004	0,005	0	✓
5	9,40	0,013	0,003	0	✓
6	9,60	0,002	0,044	0	✓
7	10,52	0,001	0	0	✓
8	10,61	0	0	0	✓
9	12,20	0,078	0,007	0	✓
10	12,25	0,004	0,001	0	✓
11	12,66	0,109	0,002	0	✓
12	13,21	0,035	0,003	0	✓
13	13,35	0,003	0,004	0	✓
14	13,90	0,007	0,002	0	✓
15	13,97	0,002	0,064	0	✓
15/15		0,935	0,922	0	

### 3.2 KONTROLA CELOTNE PREČNE SILE

Seismic sensitivity of stories, Eurocode												
Stories	X/Y	Z [m]	h [m]	$\Theta_{max}$	$P_{tot}$ [kN]	$V_{tot}$ [kN]	$V_{tot}/P_{tot}$	$d_{rmax}$ [mm]	S [m]	$G_m$ [m]	M [kg]	$I_{mz}$ [kgm <sup>2</sup> ]
Story 1	X	3,700	0	0,013	3046,916	1405,944	46%	22,361	19,861	16,855	310592,846	4,28E+7
	Y			0,006		1290,640	42%	8,449	4,121	6,797	310592,846	
Ground floor	X	0,100	3,600	—	—	—	—	—	—	16,993	165346,206	2,5E+7
	Y			—	—	—	—	—	—	6,544	165346,206	

V nadaljevanju je prikazana kontrola prečne sile.

Smer X:

$$m_{tot} = 310,6 + 165,3 = 475,9 \text{ t}; m_{eff,1} = 0,656$$

$$S_d(T_B = 0,15 < T_1 = 0,34 \text{ s} < T_C = 0,5) = a_g * S * \frac{2,5}{q} = 1,2 * 0,2 * 1,2 * \frac{2,5}{1,5} = 0,48$$

$$F_{b,min} = F_{b,1} = m_{eff,1} S_d(T_1) = 0,656 * 475,9 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 1470 \text{ kN}$$

$$F_{b,max} = m S_d(T_1) = 475,9 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 2241 \text{ kN}$$

Celotna potresna sila (Story 1:  $V_{tot,X} = 1405,64 \text{ kN}$ ), izračunana z modalno analizo, se nahaja zunaj intervala ( $F_{b,min}, F_{b,max}$ ), vendar sklepam, da je račun pravilen. Odstopanje namreč nastane zaradi mase temeljev, ki pri potresu ne sodeluje, pri skupni masi pa je vseeno upoštevana.

Smer Y:

$$m_{tot} = 310,6 + 165,3 = 475,9 \text{ t}; m_{eff,2} = 0,656$$

$$S_d(T_B = 0,15 < T_1 = 0,219 \text{ s} < T_C = 0,5) = a_g * S * \frac{2,5}{q} = 1,2 * 0,2 * 1,2 * \frac{2,5}{1,5} = 0,48$$

$$F_{b,min} = F_{b,1} = m_{eff,1} S_d(T_1) = 0,565 * 475,9 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 1266 \text{ kN}$$

$$F_{b,max} = m S_d(T_1) = 475,9 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 2241 \text{ kN}$$

Ker je celotna potresna sila (Story 1:  $V_{tot,Y} = 1291 \text{ kN}$ ), izračunana z modalno analizo, znotraj intervala ( $F_{b,min}, F_{b,max}$ ), sklepam, da je račun pravilen.

### 3.3 OMEJITEV POŠKODB

Nodal displacements [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]											
	C	min. max.	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]	Critical combination
Ext.											
65	eX	min	-24,079	15,032	-13,559	31,458	0,00168	0,00627	-0,00044	0,00650	[G] {SM -} (0,6*Q)
3637		min	-24,067	15,043	-13,571	31,459	0,00158	0,00622	-0,00044	0,00644	[G] {SM -} (0,6*Q)
8644		min	-24,070	14,928	-14,189	31,678	0,00193	0,00596	-0,00045	0,00628	[G] {SM -} (0,6*Q)
8645		min	-24,065	14,886	-14,554	31,820	0,00203	0,00584	-0,00046	0,00620	[G] {SM -} (0,6*Q)
8646		min	-24,059	14,841	-15,004	32,003	0,00213	0,00570	-0,00046	0,00610	[G] {SM -} (0,6*Q)
8676		min	-24,078	15,011	-13,646	31,484	0,00173	0,00621	-0,00044	0,00646	[G] {SM -} (0,6*Q)
8677		min	-24,074	14,968	-13,885	31,566	0,00183	0,00608	-0,00044	0,00637	[G] {SM -} (0,6*Q)
65		max	25,747	15,032	-13,559	32,752	0,00168	0,00627	-0,00044	0,00650	[G] {SM +} (0,6*Q)
3637		max	25,730	15,043	-13,571	32,749	0,00158	0,00622	-0,00044	0,00644	[G] {SM +} (0,6*Q)
8644		max	25,731	14,928	-14,189	32,958	0,00193	0,00596	-0,00045	0,00628	[G] {SM +} (0,6*Q)
8645		max	25,723	14,886	-14,554	33,092	0,00203	0,00584	-0,00046	0,00620	[G] {SM +} (0,6*Q)
8676		max	25,744	15,011	-13,646	32,776	0,00173	0,00621	-0,00044	0,00646	[G] {SM +} (0,6*Q)
8677		max	25,737	14,968	-13,885	32,852	0,00183	0,00608	-0,00044	0,00637	[G] {SM +} (0,6*Q)
82	eY	min	19,986	-11,236	-16,346	28,158	-0,00324	0,00344	-0,00082	0,00480	[G] {SM -} (0,6*Q)
3631		min	20,032	-11,237	-16,310	28,170	-0,00322	0,00347	-0,00084	0,00481	[G] {SM -} (0,6*Q)
8713		min	21,179	-11,228	-15,651	28,628	-0,00260	0,00408	-0,00087	0,00491	[G] {SM -} (0,6*Q)
8714		min	20,956	-11,232	-15,790	28,542	-0,00276	0,00396	-0,00088	0,00491	[G] {SM -} (0,6*Q)
8715		min	20,754	-11,235	-15,902	28,457	-0,00289	0,00385	-0,00088	0,00490	[G] {SM -} (0,6*Q)
8716		min	20,573	-11,236	-15,996	28,379	-0,00300	0,00376	-0,00089	0,00489	[G] {SM -} (0,6*Q)
8717		min	20,412	-11,237	-16,080	28,310	-0,00308	0,00367	-0,00088	0,00488	[G] {SM -} (0,6*Q)
8718		min	20,267	-11,237	-16,159	28,252	-0,00315	0,00360	-0,00088	0,00486	[G] {SM -} (0,6*Q)
8719		min	20,139	-11,237	-16,236	28,204	-0,00319	0,00353	-0,00086	0,00484	[G] {SM -} (0,6*Q)
82		max	19,986	15,745	-16,346	30,241	-0,00324	0,00344	-0,00082	0,00480	[G] {SM +} (0,6*Q)
3631		max	20,032	15,746	-16,310	30,253	-0,00322	0,00347	-0,00084	0,00481	[G] {SM +} (0,6*Q)
8713		max	21,179	15,734	-15,651	30,676	-0,00260	0,00408	-0,00087	0,00491	[G] {SM +} (0,6*Q)
8714		max	20,956	15,739	-15,790	30,597	-0,00276	0,00396	-0,00088	0,00491	[G] {SM +} (0,6*Q)
8715		max	20,754	15,742	-15,902	30,519	-0,00289	0,00385	-0,00088	0,00490	[G] {SM +} (0,6*Q)
8716		max	20,573	15,744	-15,996	30,447	-0,00300	0,00376	-0,00089	0,00489	[G] {SM +} (0,6*Q)
8717		max	20,412	15,746	-16,080	30,383	-0,00308	0,00367	-0,00088	0,00488	[G] {SM +} (0,6*Q)
8718		max	20,267	15,746	-16,159	30,329	-0,00315	0,00360	-0,00088	0,00486	[G] {SM +} (0,6*Q)
8719		max	20,139	15,746	-16,236	30,284	-0,00319	0,00353	-0,00086	0,00484	[G] {SM +} (0,6*Q)

Pogoj:  $v d_r \leq \alpha h$

$d_{r,max} = 25 \text{ mm}$

$v = 0,4$  (kategorija pomembnosti III)

$\alpha = 0,005$  (neduktilni nekonstrukcijski elementi)

$0,4 * 2,5 \text{ cm} = 1 \text{ cm} \leq 0,005 * 3,70 \text{ cm} = 1,85 \text{ cm} \rightarrow \text{pogoj je izpolnjen.}$



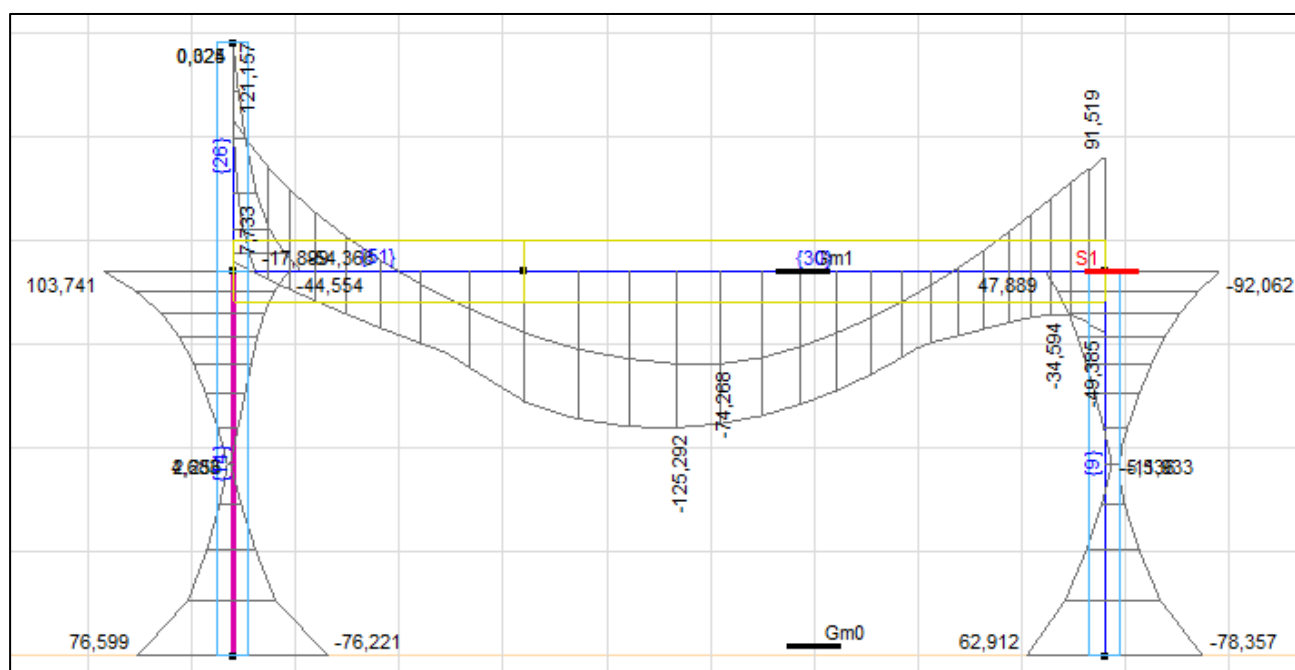
## 4 DIMENZIONIRANJE

### 4.1.1 STEBRI

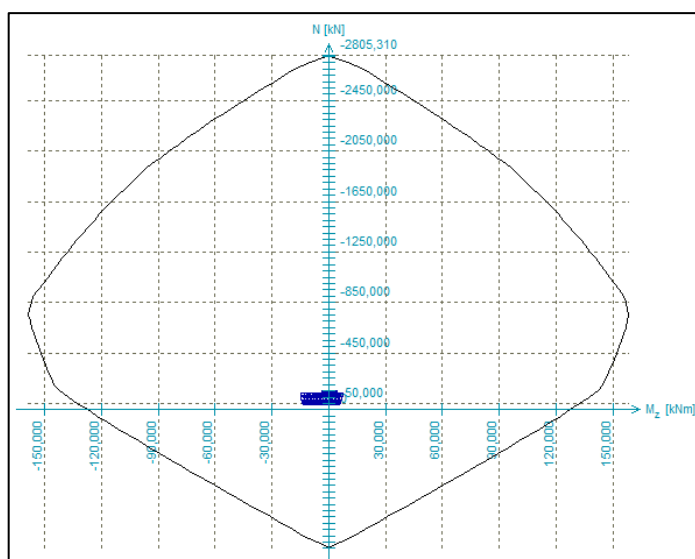
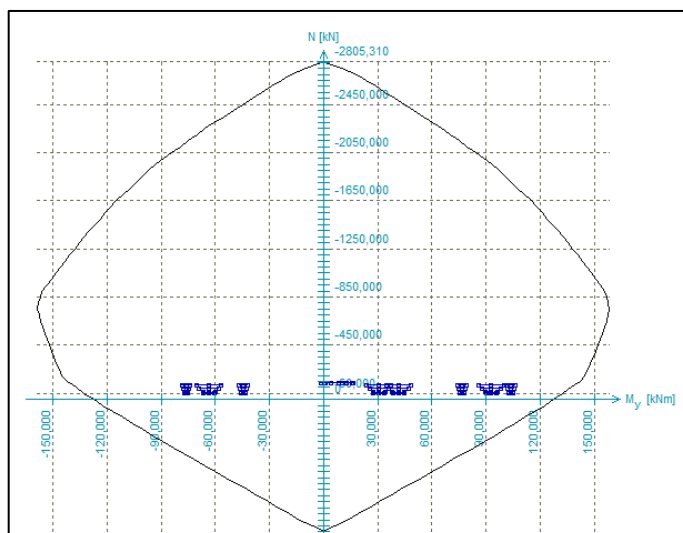
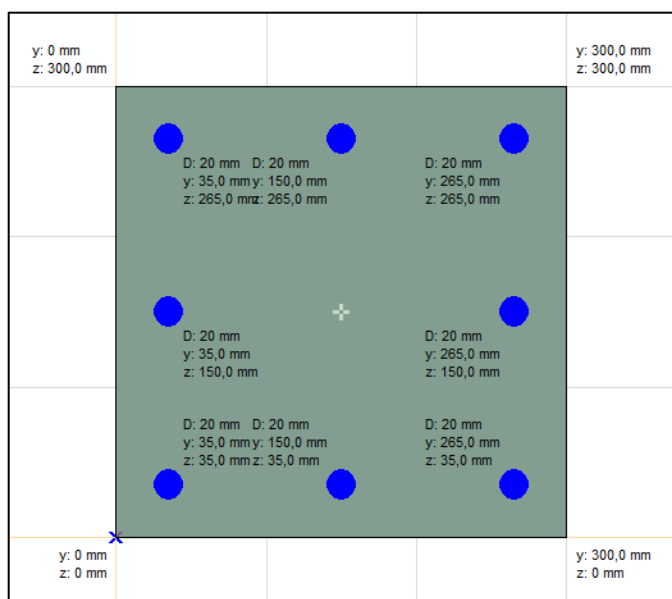
STEBRI 30/30 cm:

Kritični steber (14):

	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	MyD [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.													
14	8	My	min	0	(18)	-117,220	-15,615	131,712	-0,928	-76,221	-76,221	3,949	[G] {SM -} (0,6*Q)
14	8		max	3,700	(79)	-90,967	38,377	145,308	-0,928	103,741	103,741	-11,732	[G] {SM +} (0,6*Q)
14	8	Mz	min	3,700	(79)	-90,967	38,377	145,308	-0,928	103,741	-44,554	-11,732	[G] {SM -} (0,6*Q)
14	8		max	0	(18)	-117,220	-15,615	131,712	-0,928	76,599	76,599	3,949	[G] {SM +} (0,6*Q)



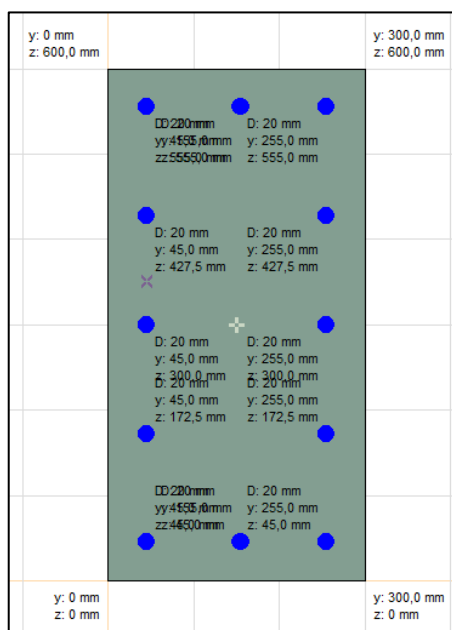
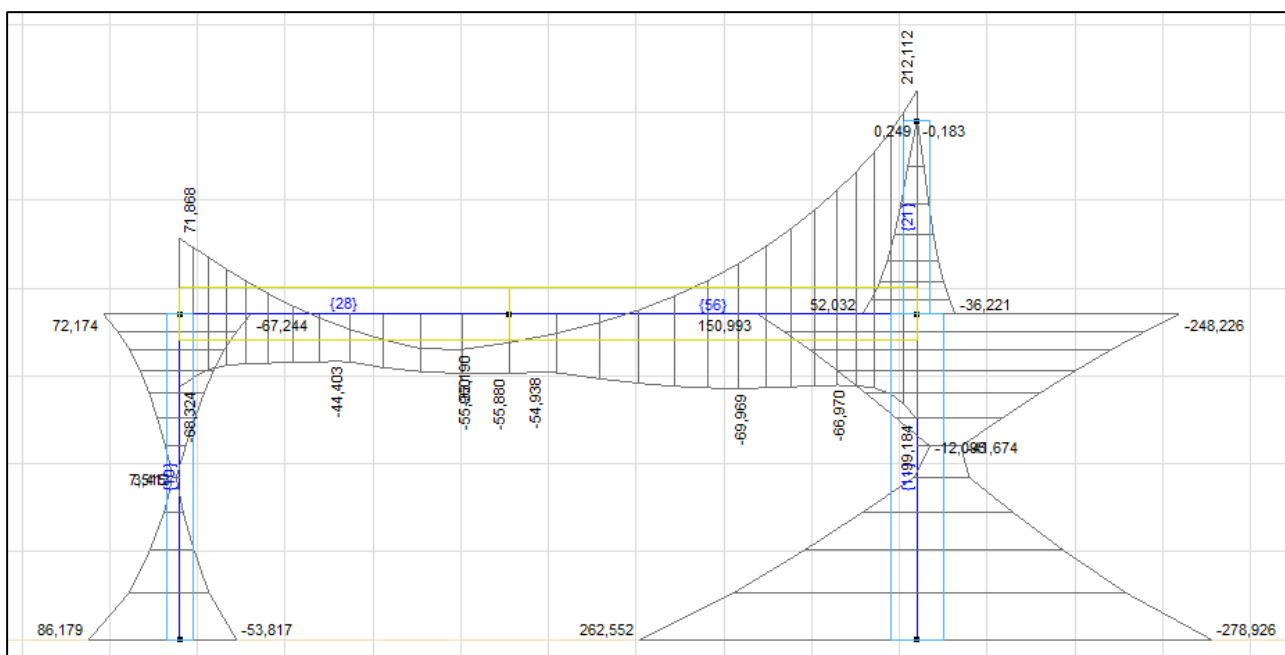
Slika 152: okvir v osi 4

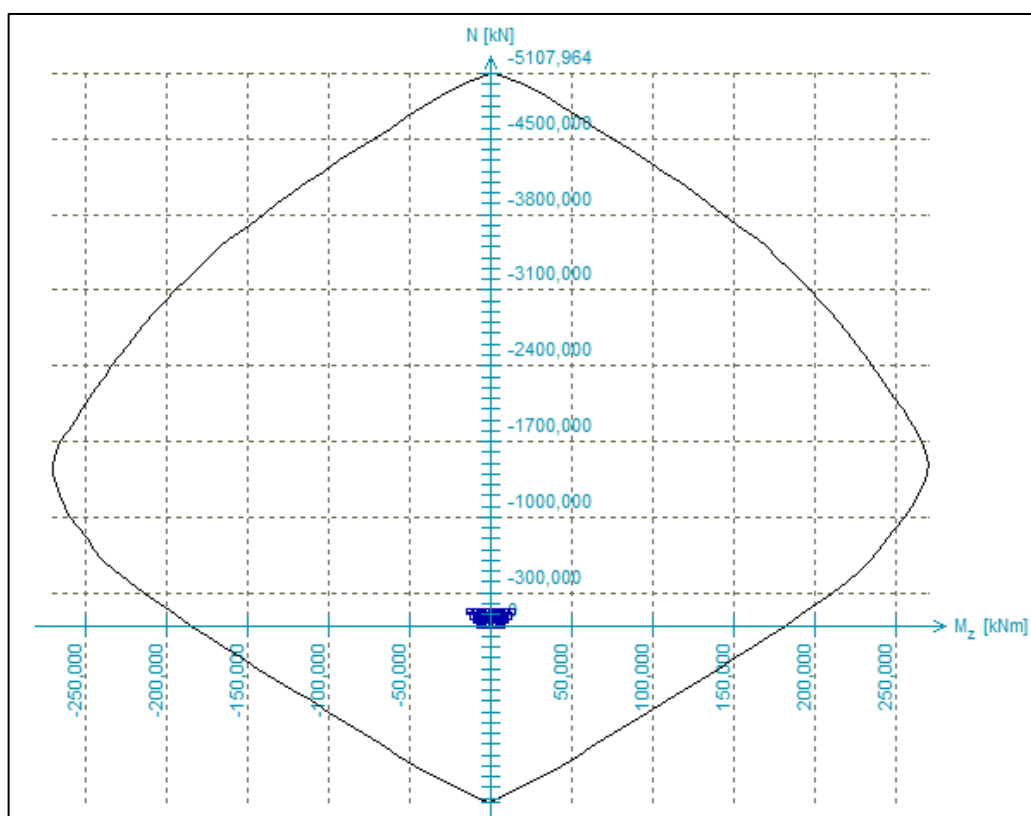
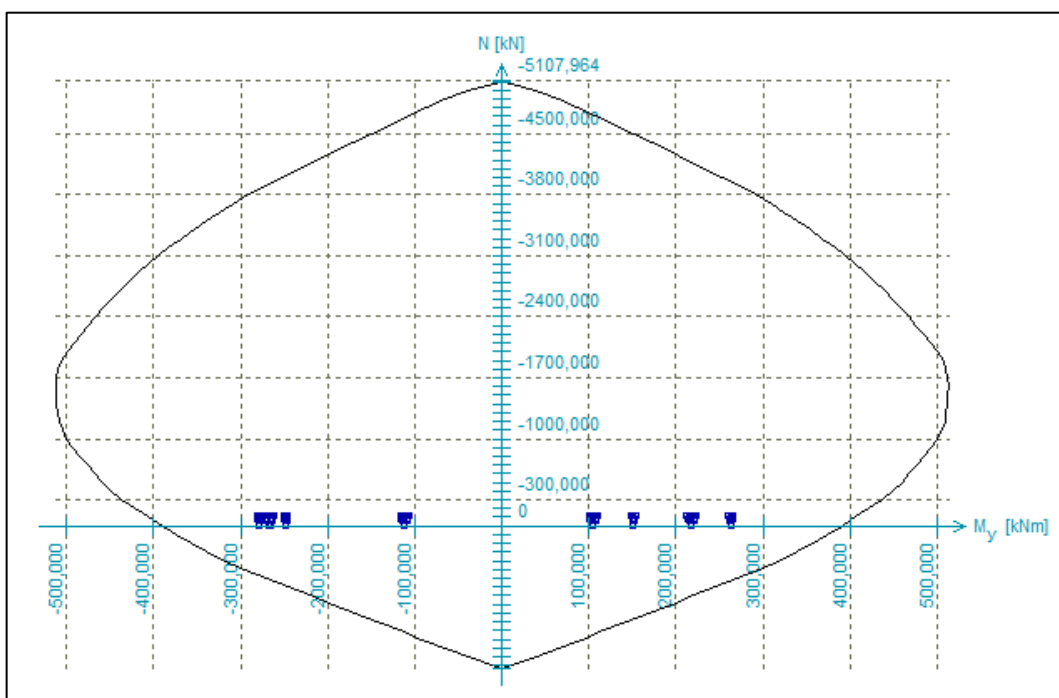


# **STEBRI 30/60 cm:**

Kritični steber (11):

Rib internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]													
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	MyD [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.													
11	3	My	min	0	(25)	-86,783	14,339	-189,952	-6,337	<b>-278,926</b>	-278,926	4,858	[G] {SM -} (0,6*Q)
11	3		max	0	(25)	-86,783	14,339	-189,952	-6,337	<b>262,552</b>	262,552	4,858	[G] {SM +} (0,6*Q)
14	8	Mz	min	3,700	(79)	-90,967	38,377	145,308	-0,928	103,741	-44,554	<b>-11,732</b>	[G] {SM -} (0,6*Q)
15	3		max	0	(10)	-165,354	38,449	133,751	-8,242	-222,564	221,873	<b>16,191</b>	[G] {SM +} (0,6*Q)

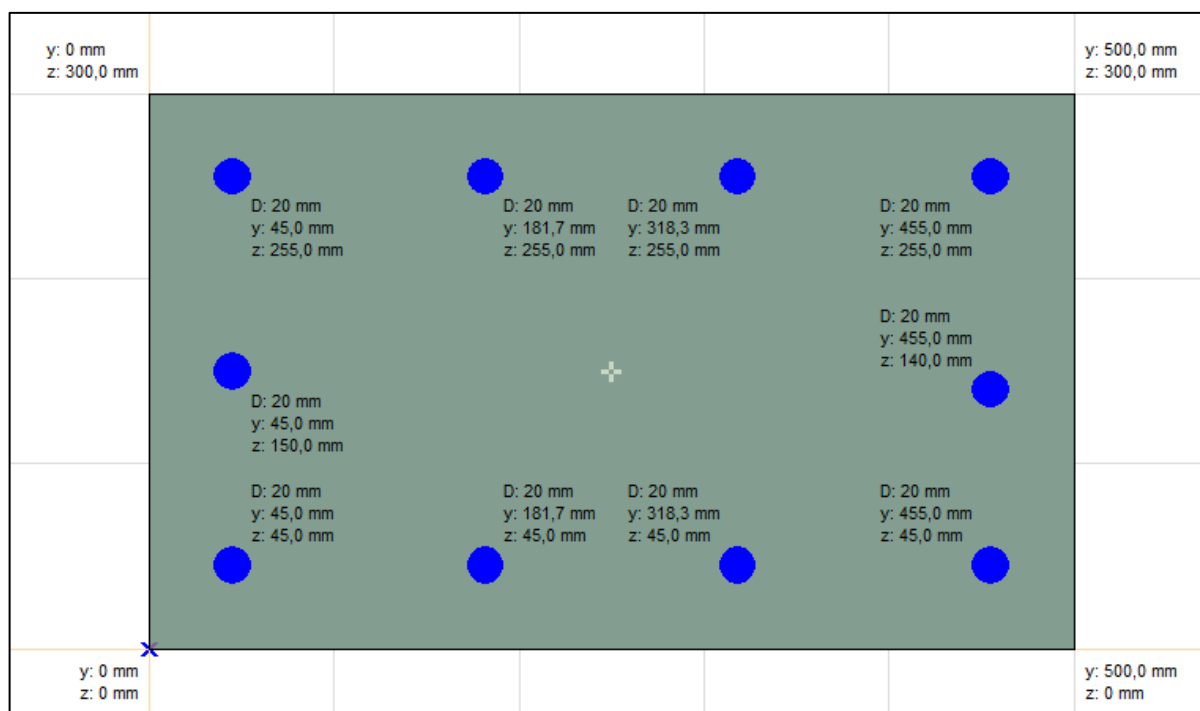


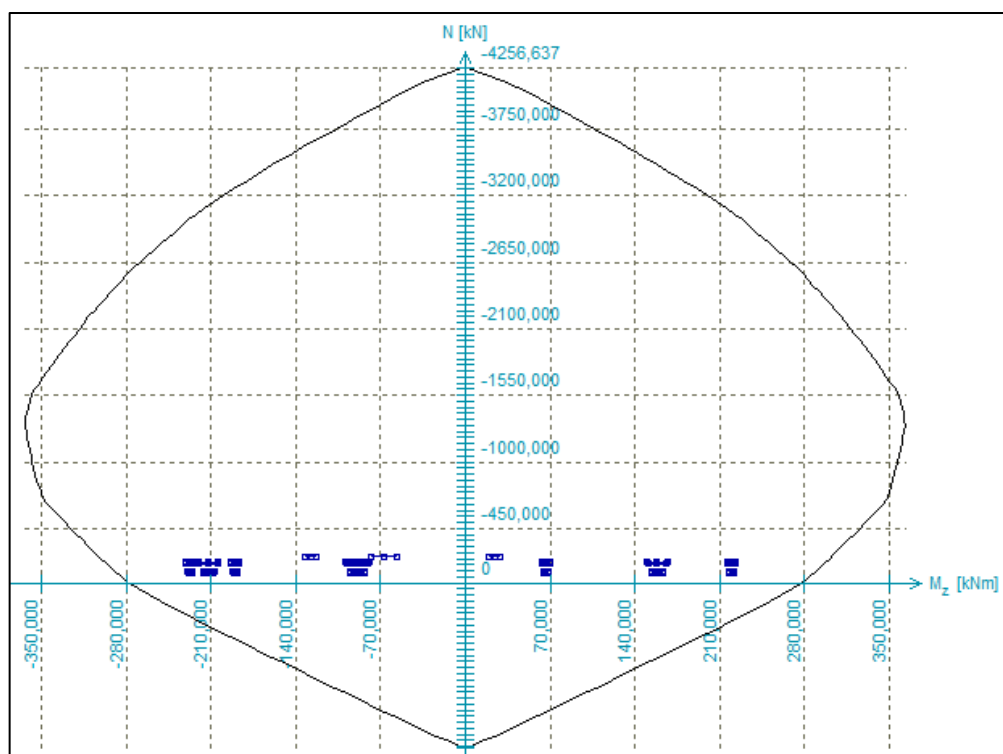
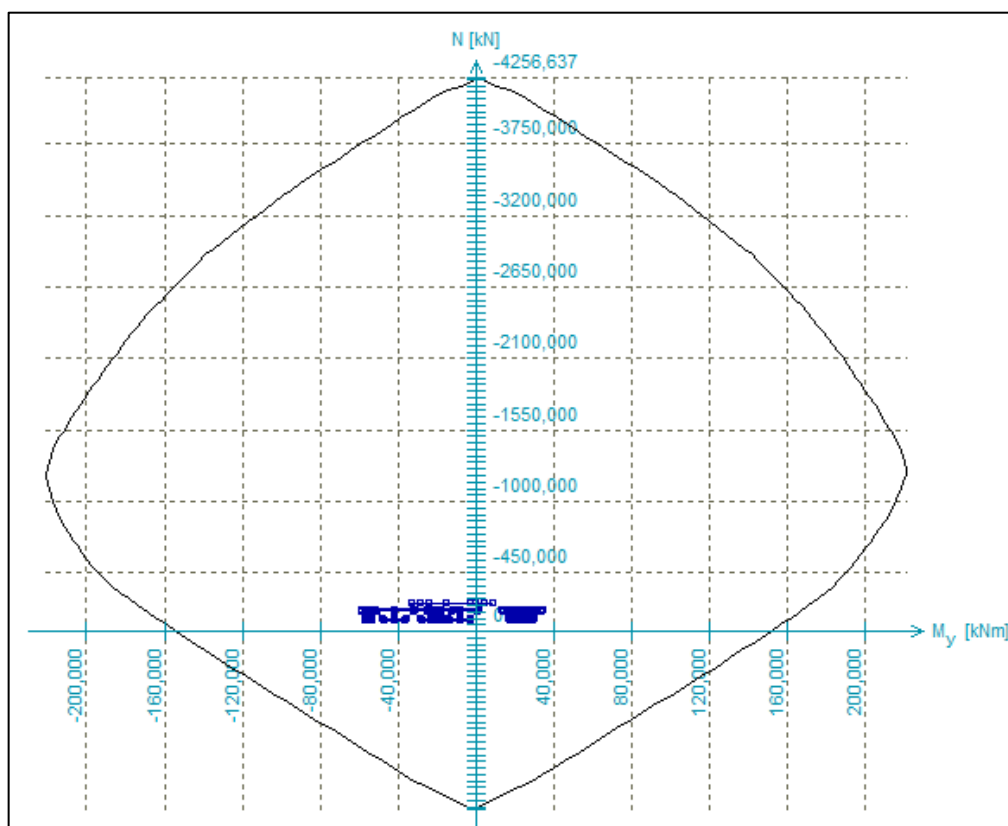


**STEBRI 30/50 cm:**

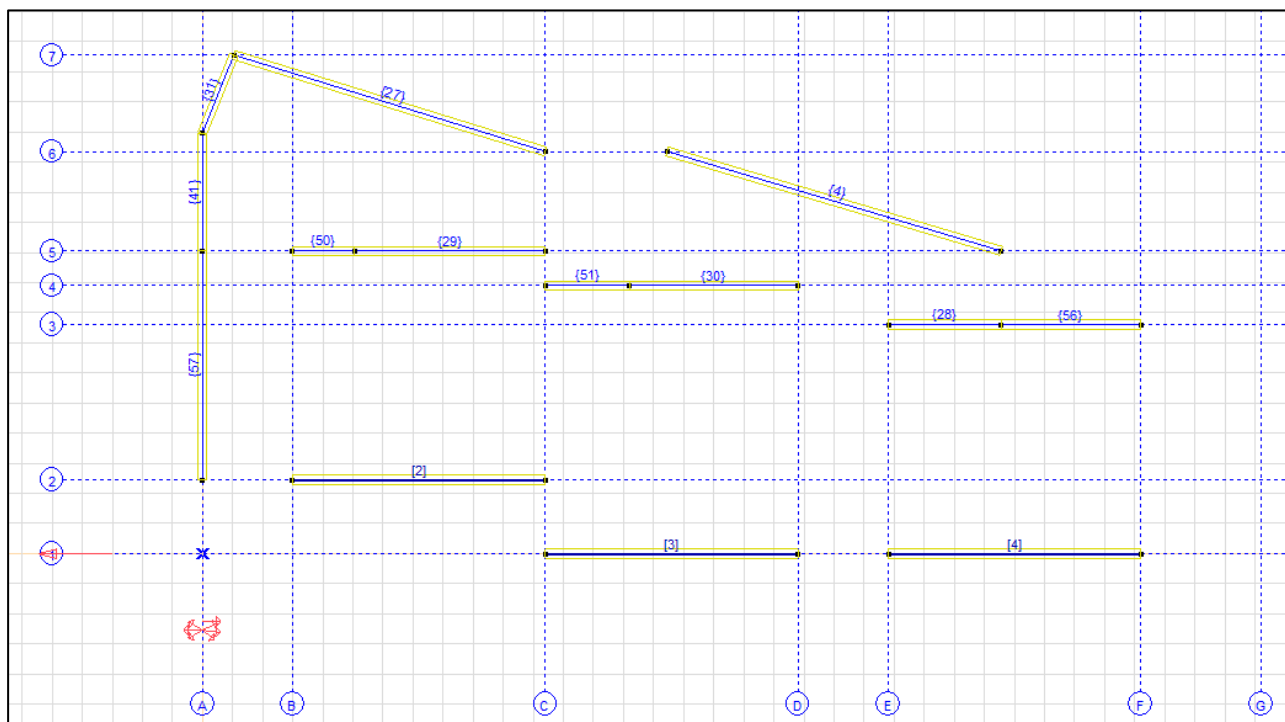
Kritični steber (16):

Beam internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]												
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
1	1	My	min	3,700	(65)	-126,155	-32,592	-100,752	-2,522	-204,084	70,225	[G] {SM -} (0,6*Q)
1	1		max	0	(2)	-139,766	-32,592	-100,752	-2,522	168,835	-50,413	[G] {SM +} (0,6*Q)
16	2	Mz	min	3,700	(51)	-160,676	120,744	-21,905	-3,910	-55,297	-227,025	[G] {SM -} (0,6*Q)
16	2		max	0	(3)	-174,287	120,744	-21,905	-3,910	27,053	219,768	[G] {SM +} (0,6*Q)



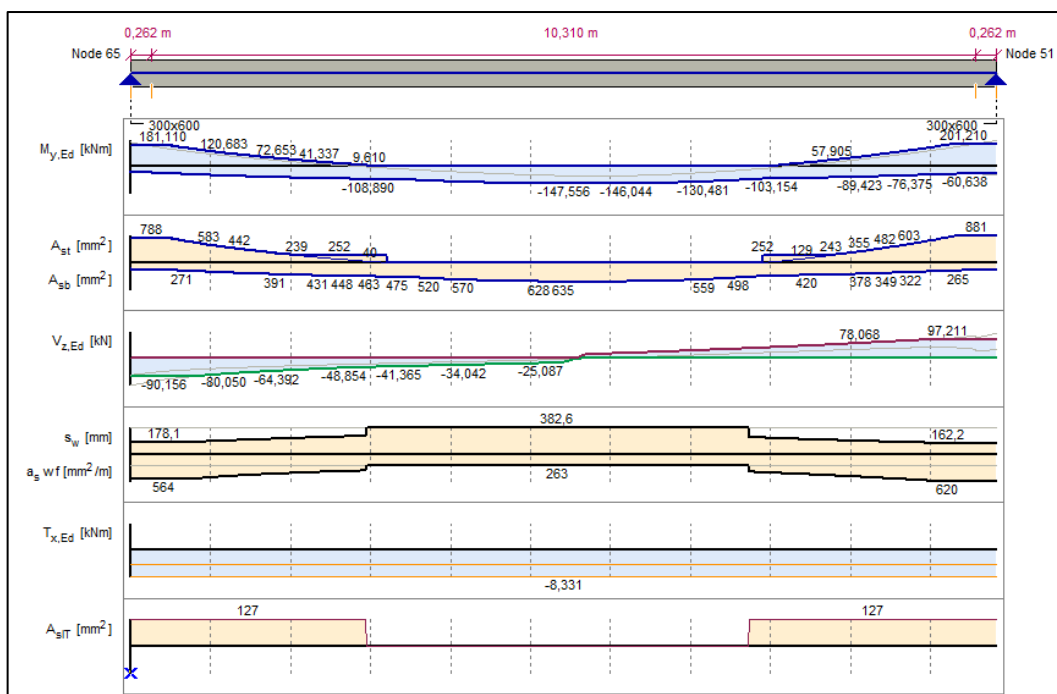


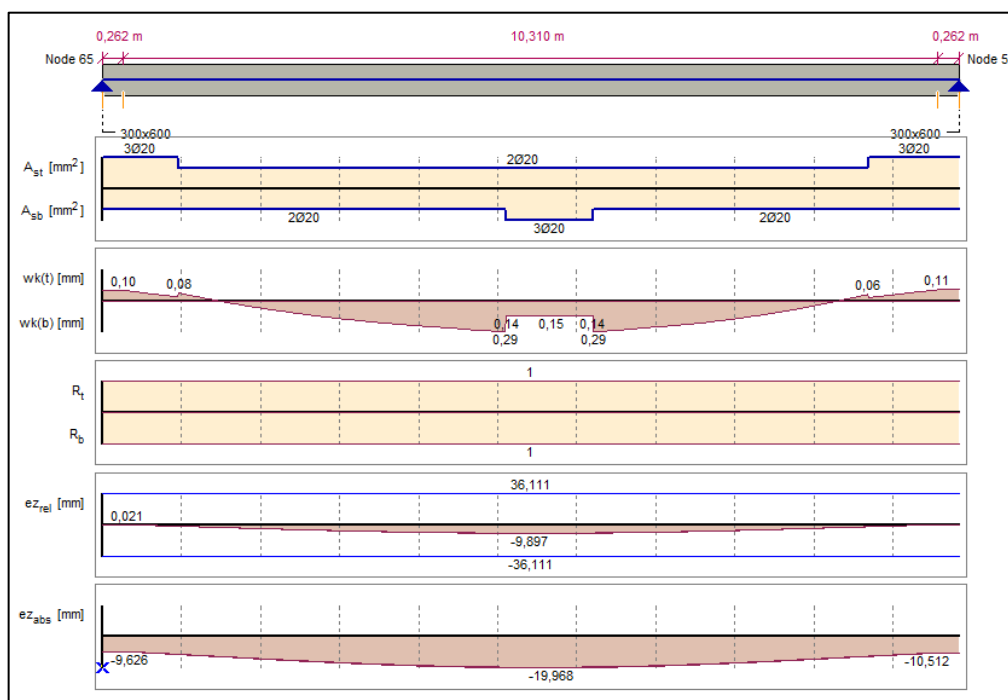
## 4.1.2 NOSILCI



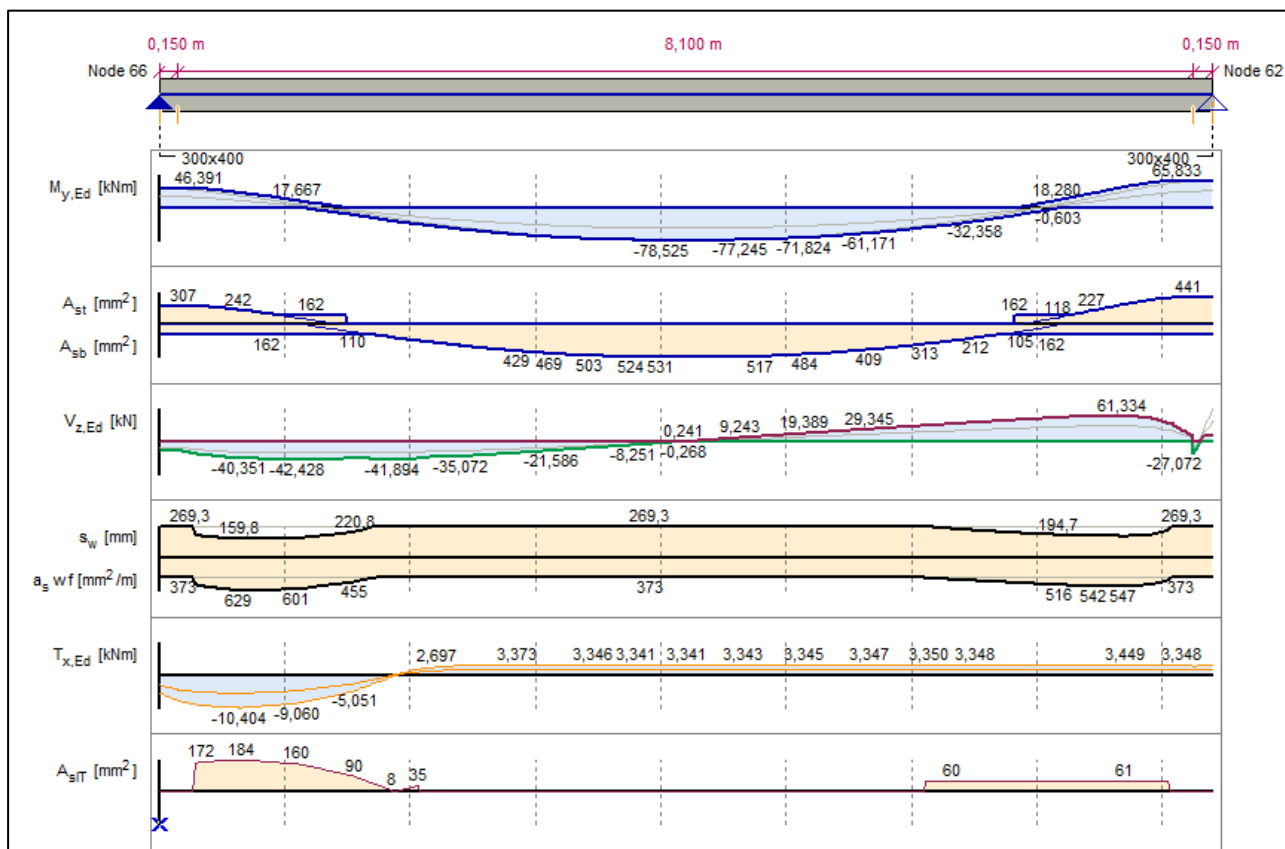
Slika 153: Tloris

### NOSILEC 27:

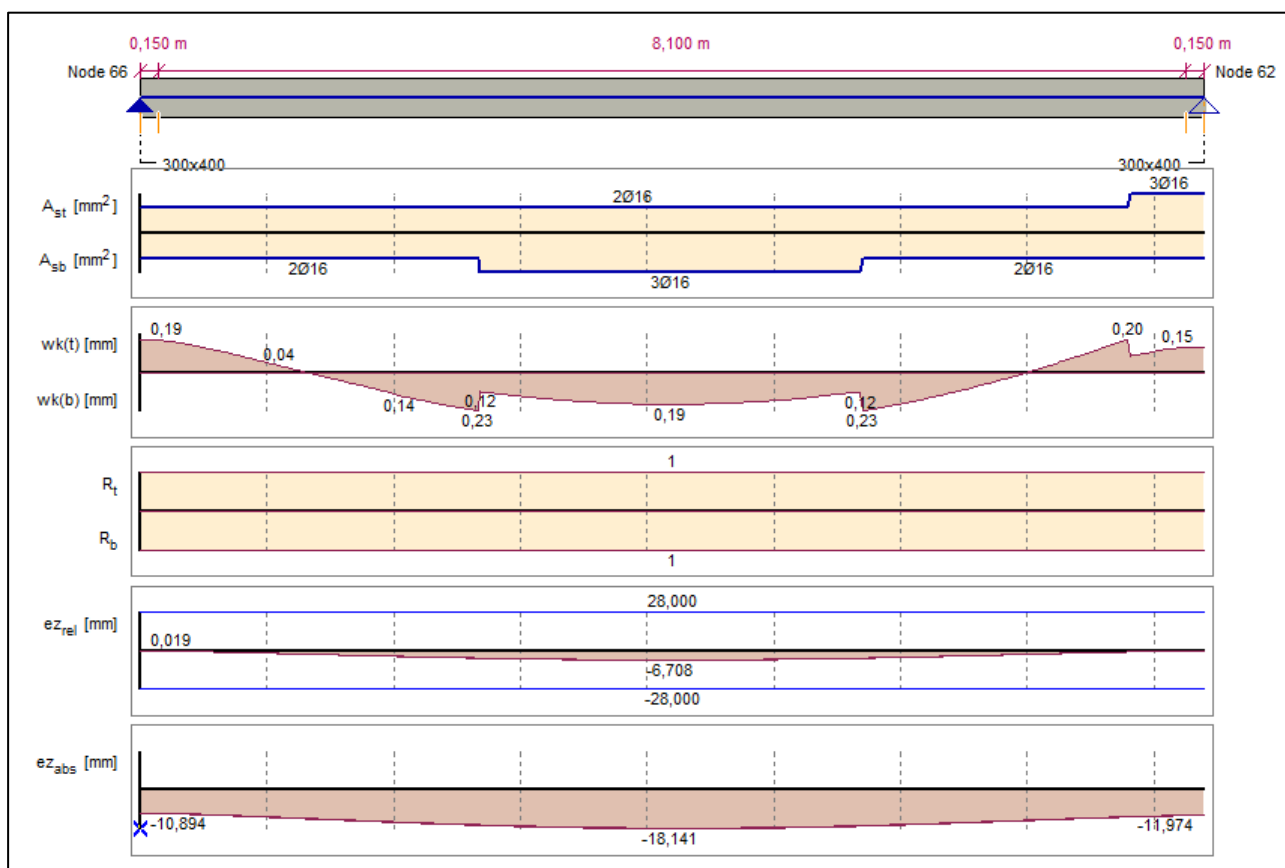




## NOSILEC 50,29







### 4.1.3 ZIDOVI

MATERIALI	
Skupina zidakov:	2
Tip malte M:	10

Zidovi so sezidani iz opečnih votlakov M10, s tovarniško pripravljeno oz. projektirano malto za splošno uporabo trdnostnega razreda M10

MEHANSKE LASTNOSTI ZIDOVJA	
Karakteristična tlačna trdnost zidovja	
K	0,45
$\alpha$	0,7
$\beta$	0,3
$f_b$ (MPa)	10
$f_m$ (MPa)	10
$f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta$ (MPa)	<b>4,50</b>

Modul elastičnosti zidovja	
$K_E$	1000
$f_k$ (MPa)	4,50
$E = K_E f_k$ (MPa)	<b>4500</b>

Karakteristična strižna trdnost zidovja	
$f_{vk0}$ (trdnostni razred malte M10)	0,3

Karakteristična strižna trdnost  $f_{vk}$  je odvisna tlačnih napetosti v zidovju, zato bo v nadaljevanju izračunana za vsak zid posebej, omejena z vrednostjo  $0,065 f_b$ . Za karakteristično tlačno trdnost je privzeta vrednost po točki 3.6.2 (6) SIST EN 1996-1-1.

Strižni modul zidovja	
$G = 0,4 E$ (MPa)	<b>1800</b>

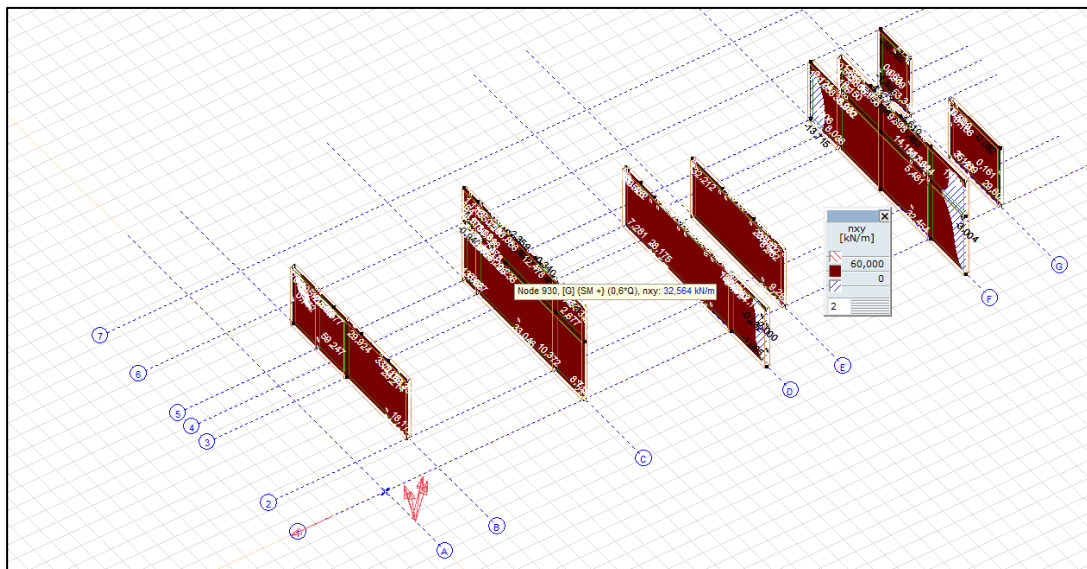
Delni faktor za materiale	
$\gamma_M$ (mej. in norm. proj. stanje)	<b>2,0</b>
$\gamma_M$ (potres)	<b>1,5</b>

Po točki 2.4.3 EC6 je upoštevan razred nadzora 3, tovarniško projektirana malta ter certificirani zidaki kategorije I.

Kontrola strižne nosilnosti:  $f_{vk} = f_{vk,0} + 0,4\sigma_d$

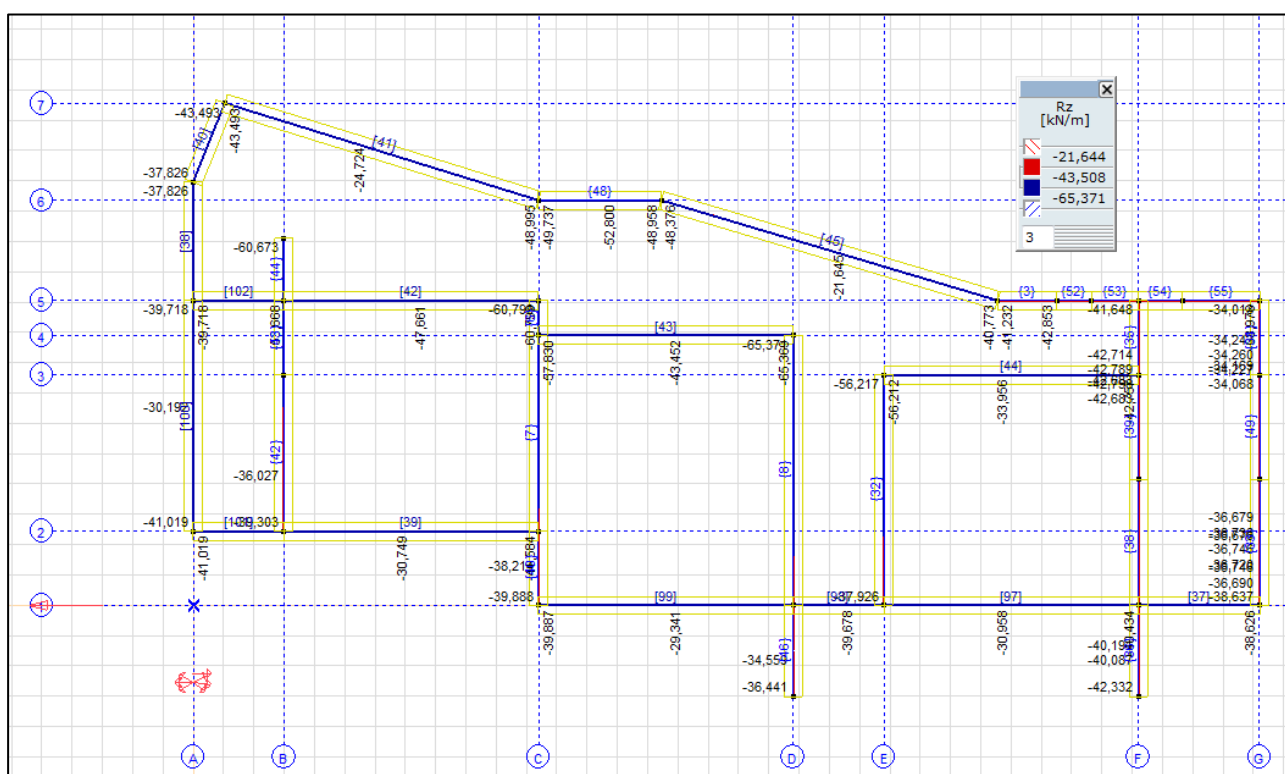
Pri kontroli je upoštevana strižna trdnost betona pri ničelni tlačni napetosti  $f_{vk,0} = 0,3 \text{ MPa}$ .

$$n_{xy,Rd} = f_{vk,0} * \frac{t}{\gamma_{M,E}} = 0,03 \text{ kN/cm}^2 * 30 \text{ cm} * 1/1,5 = 0,6 \text{ kN/cm} = 60 \text{ kN/m}$$



Slika 154: nxy

#### 4.1.4 TEMELJI



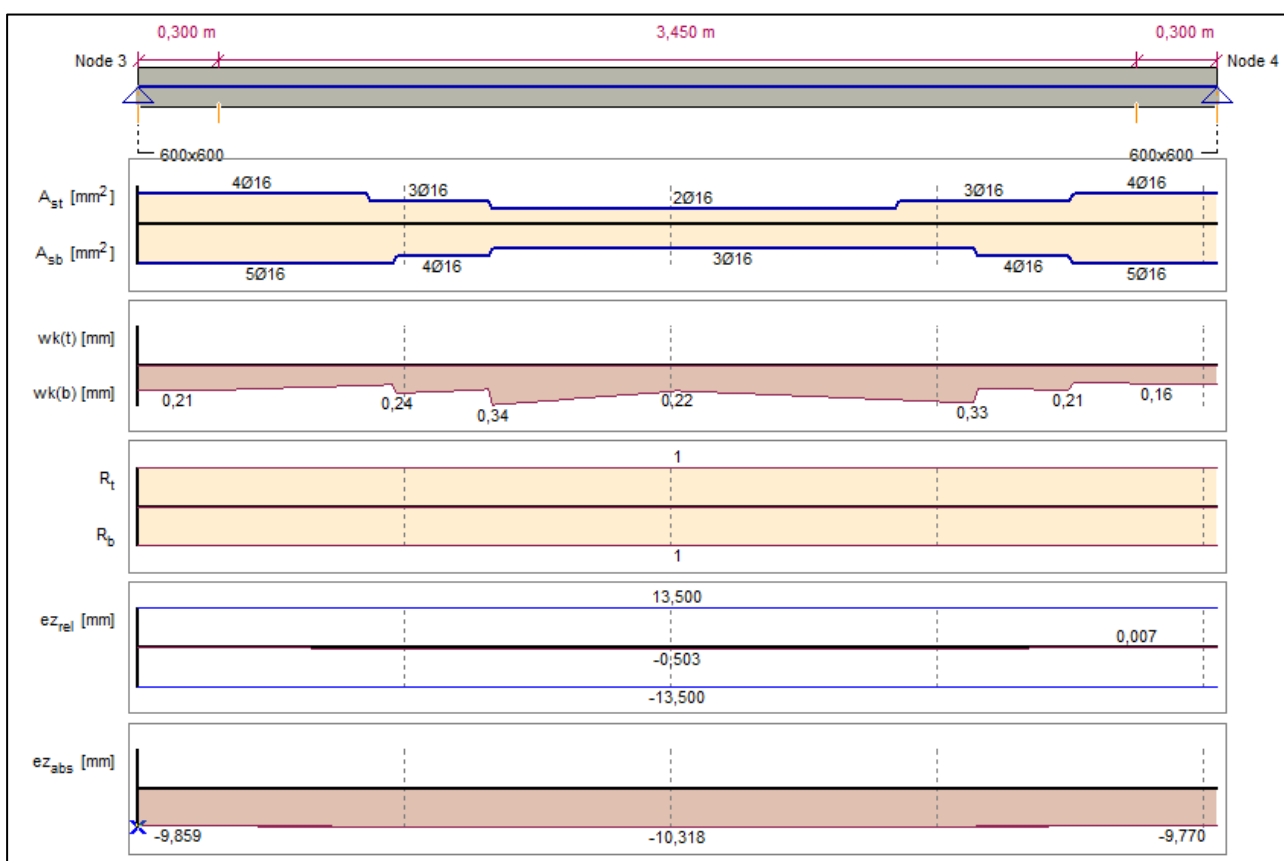
Slika 155: Reakcije

Temeljni nosilci so dimenzij 80x60 cm. Maksimalna napetost torej znaša  $65,37 \text{ kN}/0,8 \text{ m} = 81 \text{ kN/m}^2$ .

## DIMENZIONIRANJE:

Merodajne obremenitve (nosilec 48):

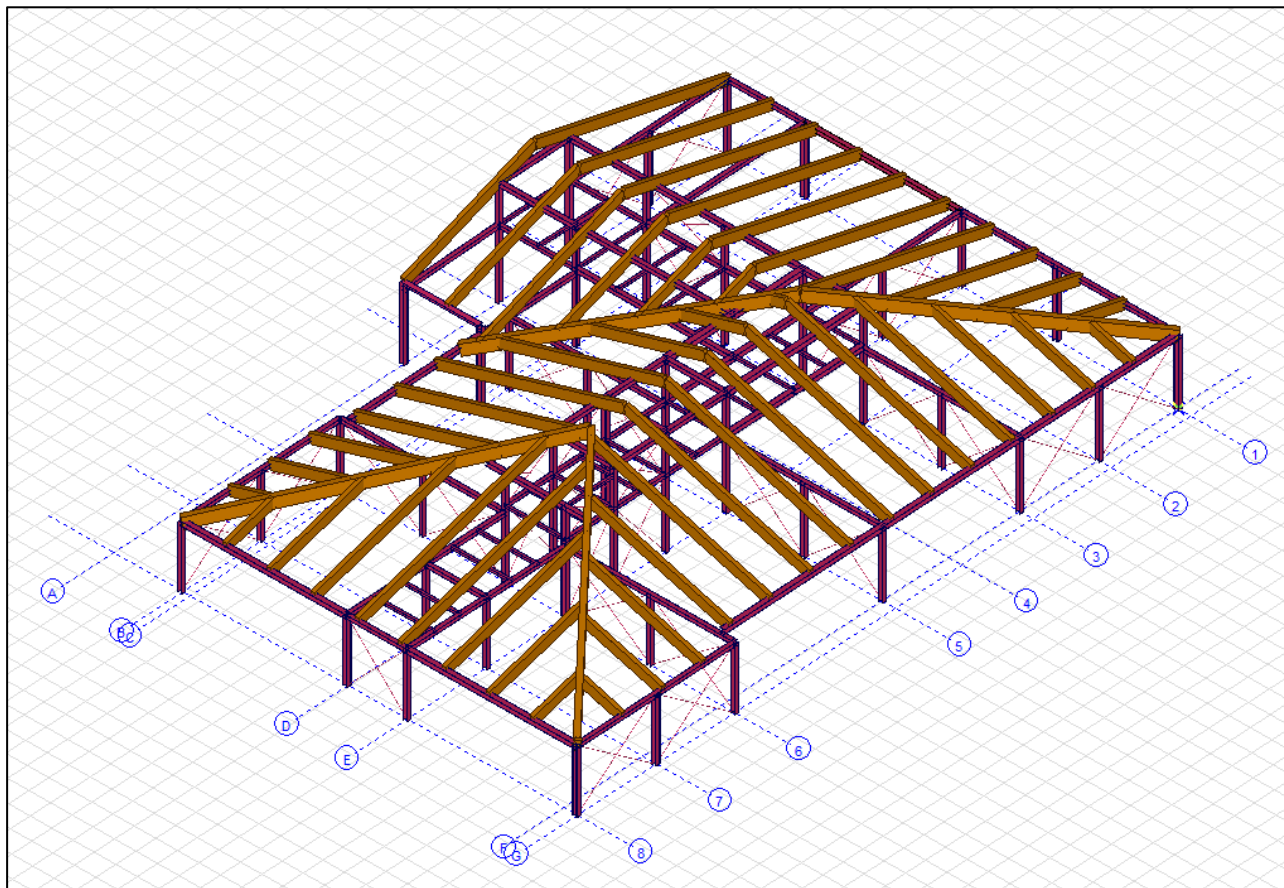
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	MyD [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.													
48	9	My	min	0	(3)	-42,200	5,104	115,316	-32,092	-222,430	-222,430	4,878	[G] {SM -} (0,6*Q)
44	9		max	0	(11)	-46,945	-21,597	-119,086	0	90,641	90,641	-6,062	[G] {SM +} (0,6*Q)
48	9	MyD	min	0	(3)	-42,200	5,104	115,316	-32,092	-222,430	-222,430	4,878	[G] {SM -} (0,6*Q)
44	9		max	0	(11)	-46,945	-21,597	-119,086	0	90,641	90,641	-6,062	[G] {SM +} (0,6*Q)
46	9	Mz	min	3,000	(20)	-39,925	-8,661	8,054	94,338	11,530	-5,562	-44,419	[G] {SM -} (0,6*Q)
46	9		max	3,000	(20)	-39,925	-8,661	8,054	94,338	11,530	11,530	52,953	[G] {SM +} (0,6*Q)



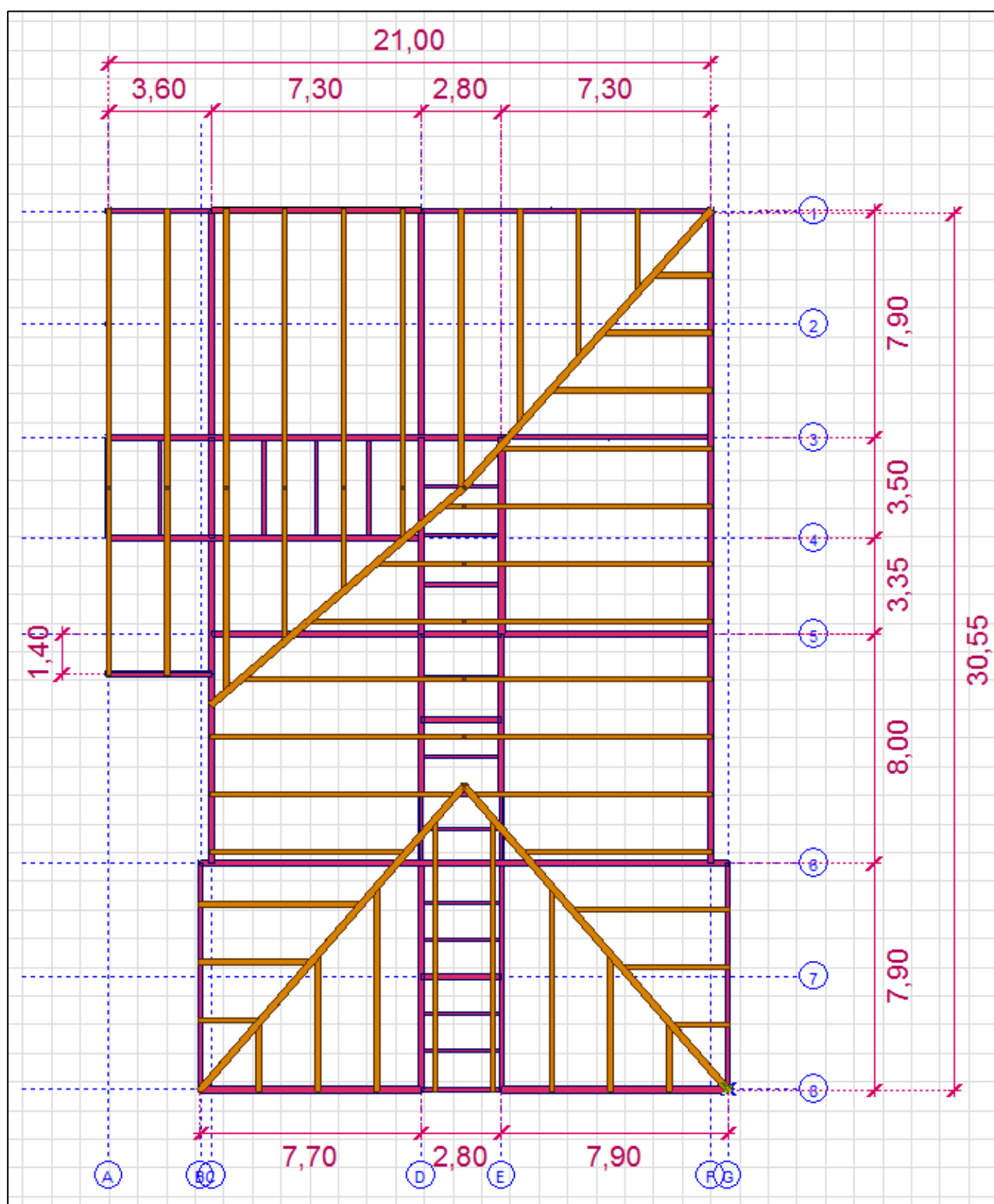
### 3/1.4.5 REKONSTRUKCIJA MANSARDE – STATIČNI RAČUN

#### 1 OPIS MODELA

##### 1.1 GEOMETRIJA



Slika 156: MODEL



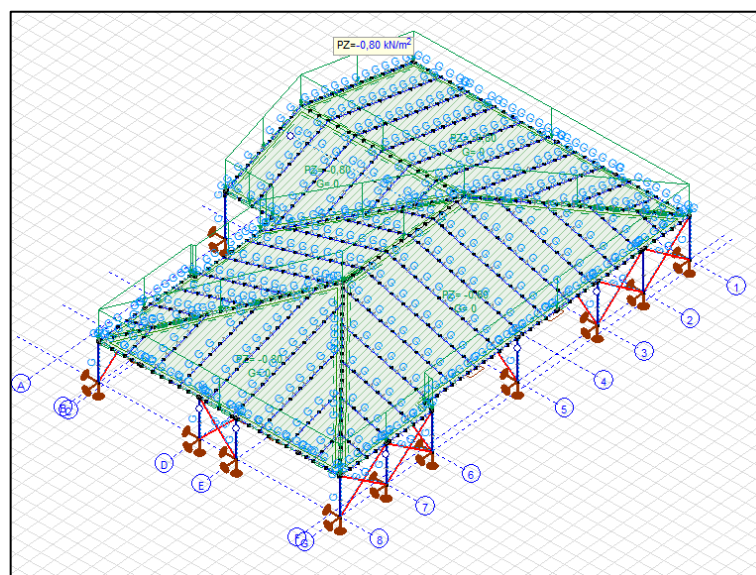
Slika 157: Tloris

## 1.2 MATERIAL

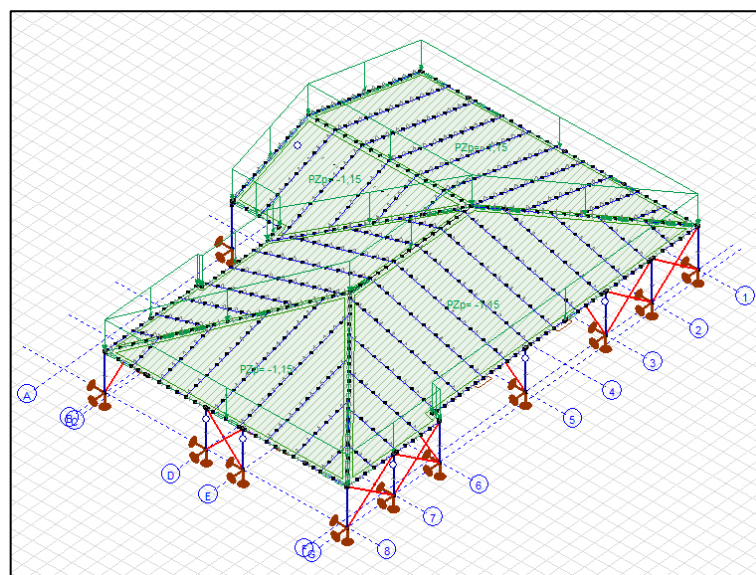
Materials								
	Name	Type	Model	$E_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\alpha_T$ [1/°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	S 355	Steel	Linear	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850
2	GL 28c	Timber	Linear	12600	390	0,20	8E-6	460

Slika 158: Material

## 1.3 OBTEŽBA

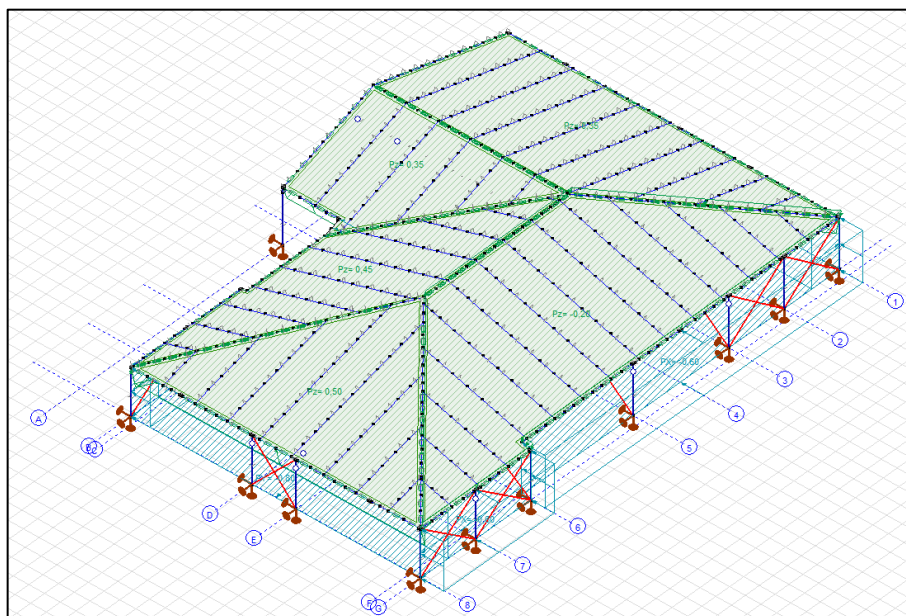


Slika 159: Lastna in stalna

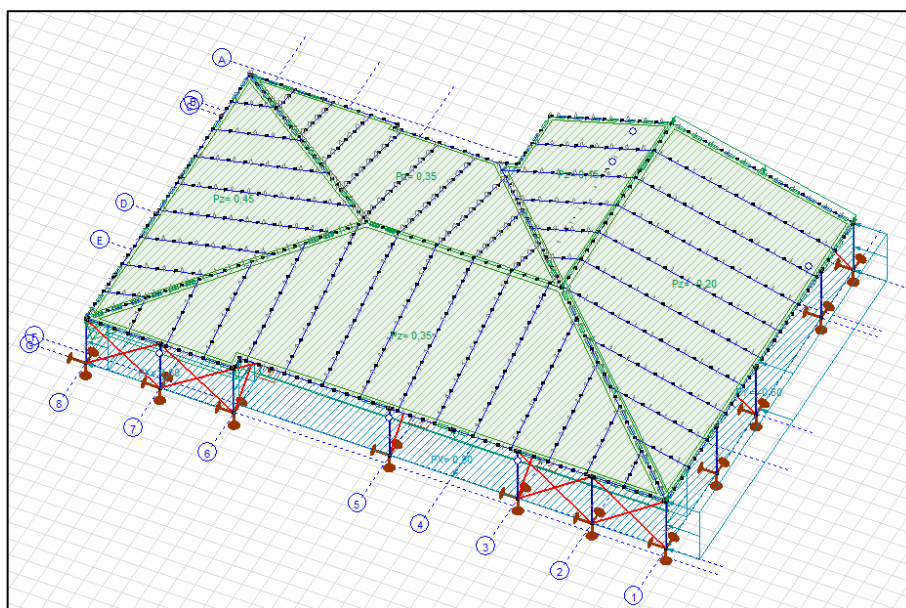


Slika 160: Obtežba snega



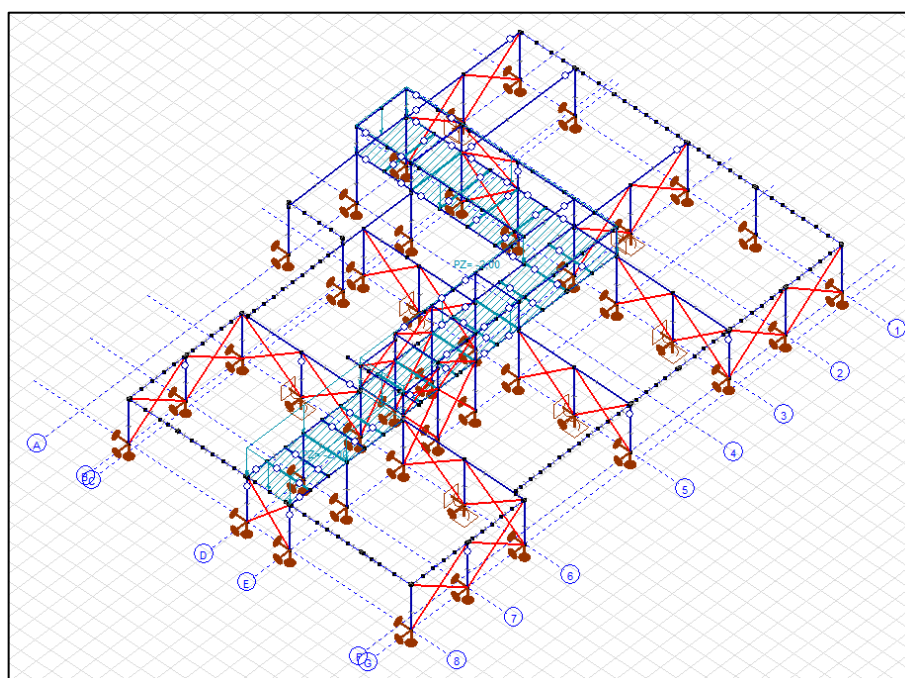


Slika 161: Obtežba vetra  $W_x$



Slika 162: Obtežba vetra  $W_y$

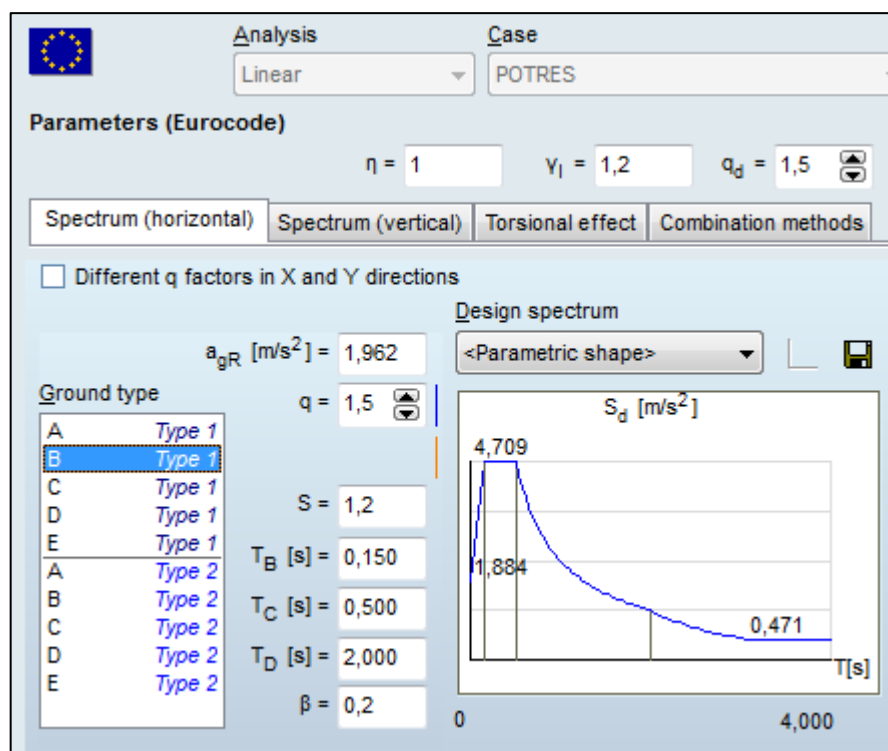




Slika 163: Koristna obtežba

## 1.4 POTRESNA ANALIZA

### 1.4.1 SPEKTER



Slika 164: Spekter pospeškov

## 1.4.2 NIHAJNI ČASI IN EFEKTIVNE MASE

Modal mass factors (I.) [POTRES]					
	f [Hz]	$\epsilon_x$	$\epsilon_y$	$\epsilon_z$	Active
1	2,93	0,037	0	0	✓
2	3,26	0	0,049	0	✓
3	3,50	0,104	0	0	✓
4	3,89	0,039	0	0	✓
5	5,66	0,463	0,012	0	✓
6	6,73	0,073	0,231	0	✓
7	6,88	0	0,031	0	✓
8	6,96	0,003	0,003	0	✓
9	7,44	0,140	0,075	0	✓
10	7,77	0,047	0,439	0	✓
11	7,82	0,007	0,025	0	✓
12	7,91	0,003	0,003	0	✓
13	8,16	0	0	0	✓
14	8,30	0	0,002	0	✓
15	8,32	0,001	0,001	0	✓
16	8,39	0,005	0,014	0	✓
17	8,45	0,011	0,022	0	✓
18	9,74	0,002	0,001	0	✓
19	9,95	0	0,009	0	✓
20	9,99	0	0	0	✓
20/20		0,934	0,917	0	

Slika 165: Efektivne mase

Frequencies (I.) [POTRES (ULS) Mode 1 (2,93 Hz)]					
	f [Hz]	T [s]	$\omega$ [rad/s]	EVal	Error
1	2,93	0,341	18,41	339,04	4,22E-5
2	3,26	0,307	20,50	420,07	3,27E-5
3	3,50	0,286	22,00	484,07	2,48E-5
4	3,89	0,257	24,45	597,87	8,68E-5
5	5,66	0,177	35,59	1266,52	4,88E-4
6	6,73	0,149	42,27	1786,49	1,49E-4
7	6,88	0,145	43,26	1871,09	6,60E-5
8	6,96	0,144	43,72	1911,22	2,56E-5
9	7,44	0,134	46,74	2184,80	3,17E-4
10	7,77	0,129	48,83	2384,40	3,89E-4
11	7,82	0,128	49,14	2414,60	6,74E-5
12	7,91	0,126	49,71	2471,17	2,42E-5
13	8,16	0,123	51,25	2626,44	4,29E-5
14	8,30	0,120	52,17	2721,60	2,22E-5
15	8,32	0,120	52,26	2731,30	3,69E-5
16	8,39	0,119	52,72	2778,98	1,13E-4
17	8,45	0,118	53,09	2818,89	1,33E-4
18	9,74	0,103	61,19	3744,04	1,69E-5
19	9,95	0,101	62,52	3908,64	5,13E-5
20	9,99	0,100	62,77	3940,54	1,15E-5

Slika 166: Nihajni časi

### 1.4.3 KONTROLA CELOTNE PREČNE SILE

Seismic sensitivity of stories, Eurocode												
Stories	X/Y	Z [m]	h [m]	$\Theta_{max}$	$P_{tot}$ [kN]	$V_{tot}$ [kN]	$V_{tot}/P_{tot}$	$d_{rmax}$ [mm]	S [m]	$G_m$ [m]	M [kg]	$I_{mz}$ [kgm <sup>2</sup> ]
Story 1	X	3,000	0	0,005	903,281	256,177	28%	4,260	80,388	81,974	92077,551	9,81E+6
	Y			0,002		292,147	32%	2,318	32,735	33,431	92077,551	
Ground floor	X	0	3,000	—	—	—	—	—	—	81,717	2481,018	3,29E+5
	Y			—	—	—	—	—	—	33,043	2481,018	

V nadaljevanju je prikazana kontrola prečne sile.

Smer X:

$$m_{tot} = 95 \text{ t}; m_{eff,5} = 0,463$$

$$S_d(T_B = 0,15 < T_5 = 0,177 \text{ s} < T_c = 0,5) = a_g * S * \frac{2,5}{q} = 1,2 * 0,2 * 1,2 * \frac{2,5}{1,5} = 0,48$$

$$F_{b,min} = F_{b,1} = m_{eff,1} S_d(T_1) = 0,463 * 95 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 207 \text{ kN}$$

$$F_{b,max} = m S_d(T_1) = 95 \text{ t} * 0,48 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 447 \text{ kN}$$

Celotna potresna sila (Story 1:  $V_{tot,X} = 256,18 \text{ kN}$ ), izračunana z modalno analizo, se nahaja znotraj intervala ( $F_{b,min}, F_{b,max}$ ), zato sklepam, da je račun pravilen.

Smer Y:

$$m_{tot} = 95 \text{ t}; m_{eff,10} = 0,439$$

$$S_d(T_1 = 0,129 \text{ s} < T_B = 0,15) = 0,44$$

$$F_{b,min} = F_{b,1} = m_{eff,1} S_d(T_1) = 0,439 * 95 \text{ t} * 0,44 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 180 \text{ kN}$$

$$F_{b,max} = m S_d(T_1) = 95 \text{ t} * 0,44 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 410 \text{ kN}$$

Ker je celotna potresna sila (Story 1:  $V_{tot,Y} = 292,15 \text{ kN}$ ), izračunana z modalno analizo, znotraj intervala ( $F_{b,min}, F_{b,max}$ ), sklepam, da je račun pravilen.

### 1.4.4 OMEJITEV POŠKODB

Nodal displacements [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]											
	C	min. max.	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]	Critical combination
Ext.											
250	eX	min	-29,493	-2,222	-0,099	29,577	0,00074	-0,00336	-0,00013	0,00344	[G] {±SM -} (0,6*Q)
698		min	-29,492	-2,079	-0,099	29,566	0,00069	0,00336	-0,00013	0,00343	[G] {±SM -} (0,6*Q)
250		max	29,492	-2,222	-0,099	29,576	0,00074	-0,00336	-0,00013	0,00344	[G] {±SM +} (0,6*Q)
698		max	29,493	-2,079	-0,099	29,566	0,00069	0,00336	-0,00013	0,00343	[G] {±SM +} (0,6*Q)
133	eY	min	-4,792	-27,154	-0,564	27,580	0,10562	0,00011	-0,00026	0,10562	[G] {±SM -} (0,6*Q)
133		max	-4,792	26,657	-0,564	27,090	0,10562	0,00011	-0,00026	0,10562	[G] {±SM +} (0,6*Q)

Pogoj:  $v d_r \leq \alpha h$

$$d_{r,max} = 29,5 \text{ mm (že faktorirano s } q = 1,5)$$

$$v = 0,4 \text{ (kategorija pomembnosti III)}$$

$$\alpha = 0,005 \text{ (neduktilni nekonstrukcijski elementi)}$$

$$0,4 * 2,95 \text{ cm} = 1,18 \text{ cm} \leq 0,005 * 300 \text{ cm} = 1,5 \text{ cm} \rightarrow \text{pogoj je izpolnjen.}$$

## 1.5 ANALIZA NOSILNIH ELEMENTOV

### 1.5.1 LEPLJEN LAMELIRAN NOSILEC 18/44 CM

#### GEOMETRIJA

nosilec:

$$\begin{aligned} L &= 7,9 & m \\ H &= & m \\ \alpha &= 15 & ^\circ \\ e &= 2,25 & m \end{aligned}$$

prerez:

$$\begin{aligned} b &= 18 & cm \\ h &= 44 & cm \end{aligned}$$

#### MATERIAL

GL28c:

$$\begin{aligned} f_{m,d} &= 2,8 & kN/cm^2 \\ f_{v,d} &= 0,27 & kN/cm^2 \\ E_{0,mean} &= 1260 & kN/cm^2 \\ \rho_{mean} &= 456 & kg/m^3 \\ \gamma_M &= 1,25 & (\text{masivni les}) \\ k_{def} &= 0,8 & (2. \text{ uporabnostni razred; masivni les}) \end{aligned}$$

#### OBTEŽBA

	$kN/m^2$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
stalna $g$	0,80	1	1	1
sneg $q_s$	1,15	0,5	0,2	0
veter $q_w$	0,2	0,6	0,2	0

Obtežba pravokotno na špirovce:

$$\begin{aligned} g' &= (b \cdot h \cdot \rho_{mean} / 100 + g \cdot e) \cos \alpha = 2,09 & kN/m & ; \text{prišteta je lastna teža nosilca} \\ q_s' &= g \cdot e \cos^2 \alpha = 2,41 & kN/m \\ q_w' &= g \cdot e = 0,45 & kN/m \end{aligned}$$

Projektna obtežba:

MSN:

$$\begin{aligned} \text{Srednjetrjna } M: & \quad q_{Ed,M} = 1,35g' + 1,5q_s' = 6,44 & kN/m & \quad k_{mod,M} = 0,8 \\ \text{Kratkotrajna } S: & \quad q_{Ed,S} = 1,35g' + 1,5q_s' + 1,5 \cdot 0,6 \cdot q_w' = 6,84 & kN/m & \quad k_{mod,S} = 0,9 \\ q_{Ed,M}/q_{Ed,S} &= 0,94 & > & \quad k_{mod,M}/k_{mod,S} = 0,89 \end{aligned}$$

MSU:

$$q_{Ed,MSU} = g' + q_s' + q_w' = 4,95 \quad \text{kN/m}$$

$$\text{merodajna obtežba } q_{Ed} = 6,44 \quad \text{kN/m} \quad (M)$$

Obremenitev:

$$M_{Ed} = q_{Ed} L^2 / 8 = 53,84 \quad \text{kNm}$$

$$V_{Ed} = q_{Ed} L / 2 = 26,33 \quad \text{kN}$$

### DIMENZIONIRANJE (MSN)

kontrola upogibnih napetosti

$$\sigma_{md} = M_{d,MAX} / W_y = 0,93 < f_{md} = 1,792 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$W_y = b h^2 / 6 = 5808,0 \quad \text{cm}^3$$

kontrola strižnih napetosti

$$\tau_{vd} = V_{d,MAX} / A_s = 0,050 < f_{vd} = 0,173 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$A_s = 2/3 b h = 528,00 \quad \text{cm}^2$$

### DIMENZIONIRANJE (MSU)

poves v začetnem stanju  $w_{inst}$ :

$$w = 5 L^4 q / (384 E I_y)$$

$$w_{inst,g'} = 0,76 \quad \text{cm}$$

$$w_{inst,q_s'} = 0,87 \quad \text{cm}$$

$$w_{inst,q_w'} = 0,16 \quad \text{cm}$$

$$w_{inst} = 1,79 \quad \text{cm} < L/300 = 2,73 \quad \text{cm}$$

poves v končnem stanju  $w_{net,fin}$ :

$$w = 5 L^4 q / (384 E I_y)$$

$$w_{fin,g'} = w_{inst,g'} (1 + k_{def}) = 1,36 \quad \text{cm}$$

$$w_{fin,q_s'} = w_{inst,q_s'} (1 + \psi_2 k_{def}) = 0,87 \quad \text{cm}$$

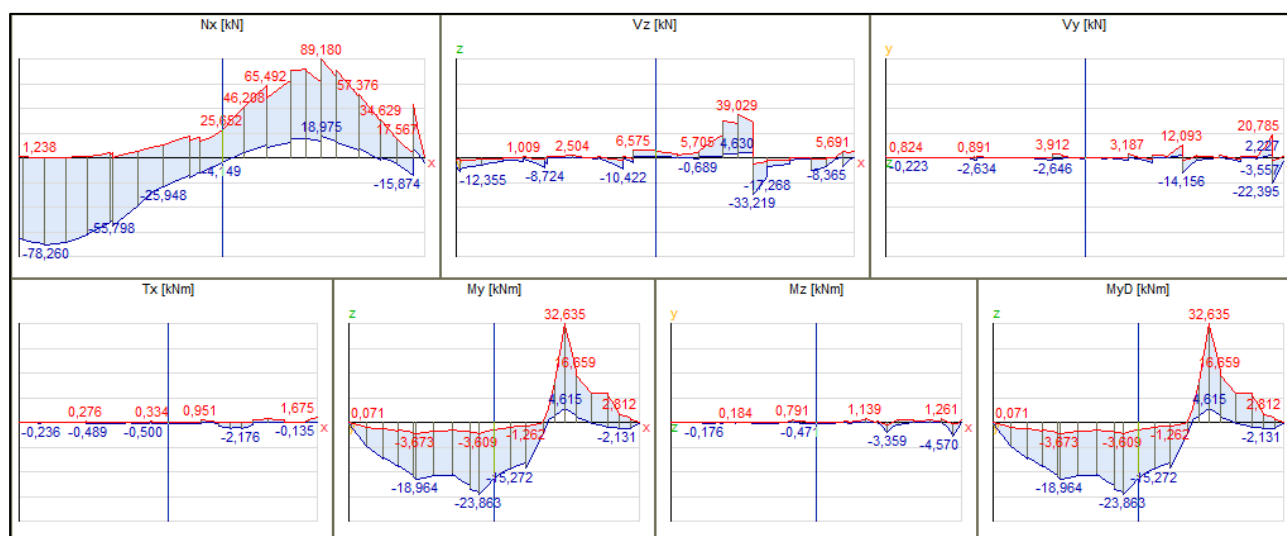
$$w_{fin,q_w'} = w_{inst,q_w'} (\psi_0 + \psi_2 k_{def}) = 0,10 \quad \text{cm}$$

$$w_{net,fin} = 2,33 \quad \text{cm} < L/250 = 3,27 \quad \text{cm}$$

## 1.5.2 VOGALNI NOSILEC 18/52 CM

	Sh.	C	min.	Loc.	Node	Nx	Vy	Vz	Tx	My	MyD	Mz	Critical combination
Ext.			max.	[m]		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
128	5	Nx	min	0,984	(432)	-90,685	0,076	5,210	0,502	-6,027	-6,027	-0,083	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,6*Wx)
139	5		max	0	(175)	115,831	20,093	-30,327	-1,561	28,458	28,458	6,196	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,6*Wx+1,5*0,7*Q)
107	5	My	min	0	(110)	1,359	1,066	6,574	-0,190	-23,863	-23,863	-0,471	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Q)
112	5		max	0,550	(149)	67,796	12,090	31,851	-1,718	32,635	32,635	-3,359	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Q)
118	5	Mz	min	0	(61)	48,275	-22,369	-7,879	1,026	0,845	0,845	-4,570	[1,35*1*G] {1,5*Qs}
140	5		max	0,135	(175)	18,775	-26,125	19,393	-2,102	28,595	28,595	7,762	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,6*Wx+1,5*0,7*Q)

Slika 167: Merodajne obremenitve



**Kontrola nosilnosti (upogib z natezno osno silo):**

Material: GL28 c

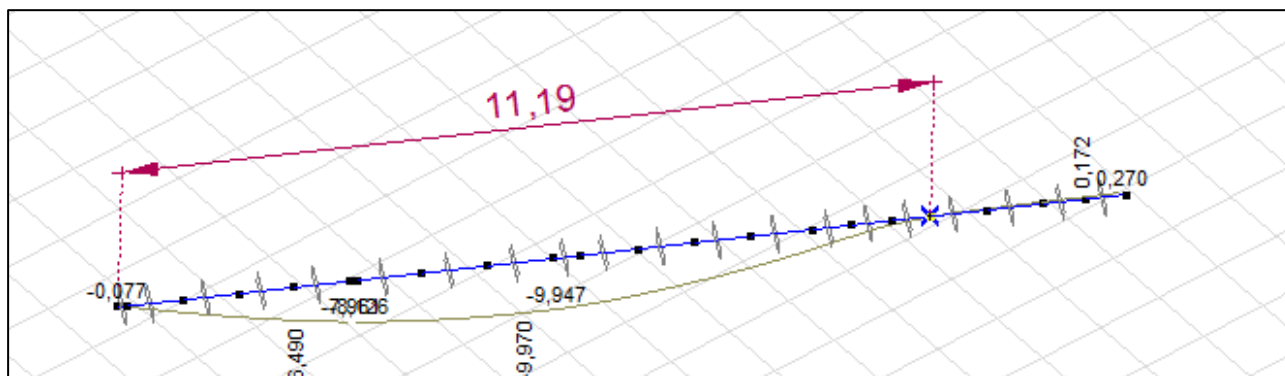
Prerez: 18/52 cm

$$N_x = 68 \text{ kN}; M_y = 33 \text{ kNm}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{68}{1,056 * 18 * 52} + \frac{3300 * 6}{1,792 * 18 * 52^2} = 0,3 < 1,0 \rightarrow OK$$

$$f_{t,0,d} = 0,8 * \frac{\sigma_{t,0,g,k}}{1,25} = 0,8 * \frac{1,65}{1,25} = 1,056 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{m,y,d} = 0,8 * \frac{\sigma_{m,g,k}}{1,25} = 0,8 * \frac{2,8}{1,25} = 1,792 \text{ kN/cm}^2$$

**Povesi:**

Slika 168: Vogalni nosilec

Nodal displacements [Linear,(SLS Characteristic) Critical, Selected]											
	C	min. max.	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]	Critical combination
Ext.											
1272	eZ	min	0,265	1,837	-9,970	10,141	0,00157	0,00188	0,00048	0,00250	[G] {Qs} (0,7*Q)
1282		max	-0,161	-0,487	1,411	1,502	0,00034	-0,00064	-0,00021	0,00075	[G] {Qs}

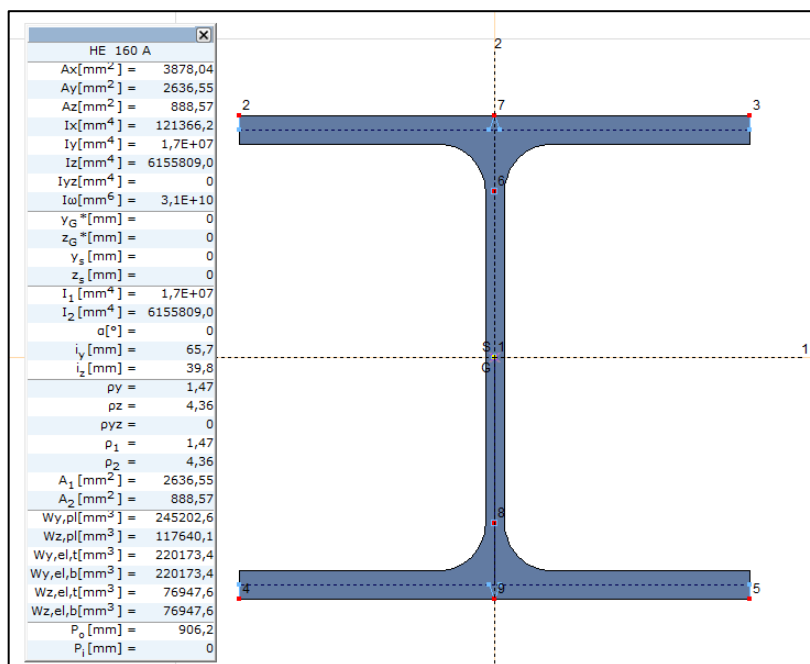
Slika 169: Povesi: Karakteristična kombinacija vplivov

Kontrola:

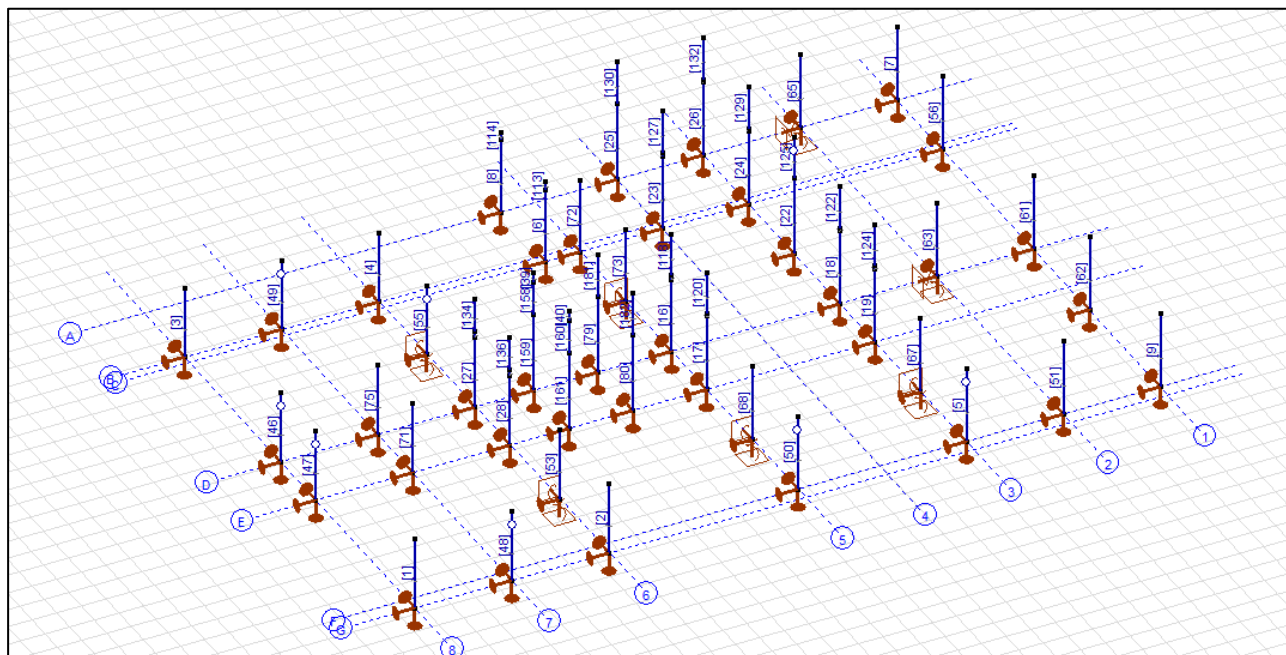
$$9,97 \text{ mm} < \frac{L}{300} = \frac{11900}{300} = 39,7 \text{ mm} \rightarrow i = 0,25 ; (\text{Prerez se lahko zmanjša})$$

## 1.5.3 JEKLENA KONSTRUKCIJA

### STEBRI



Slika 170: Stebri (HE 160 A)

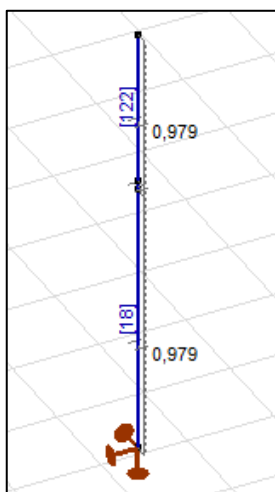


Slika 171: Stebri

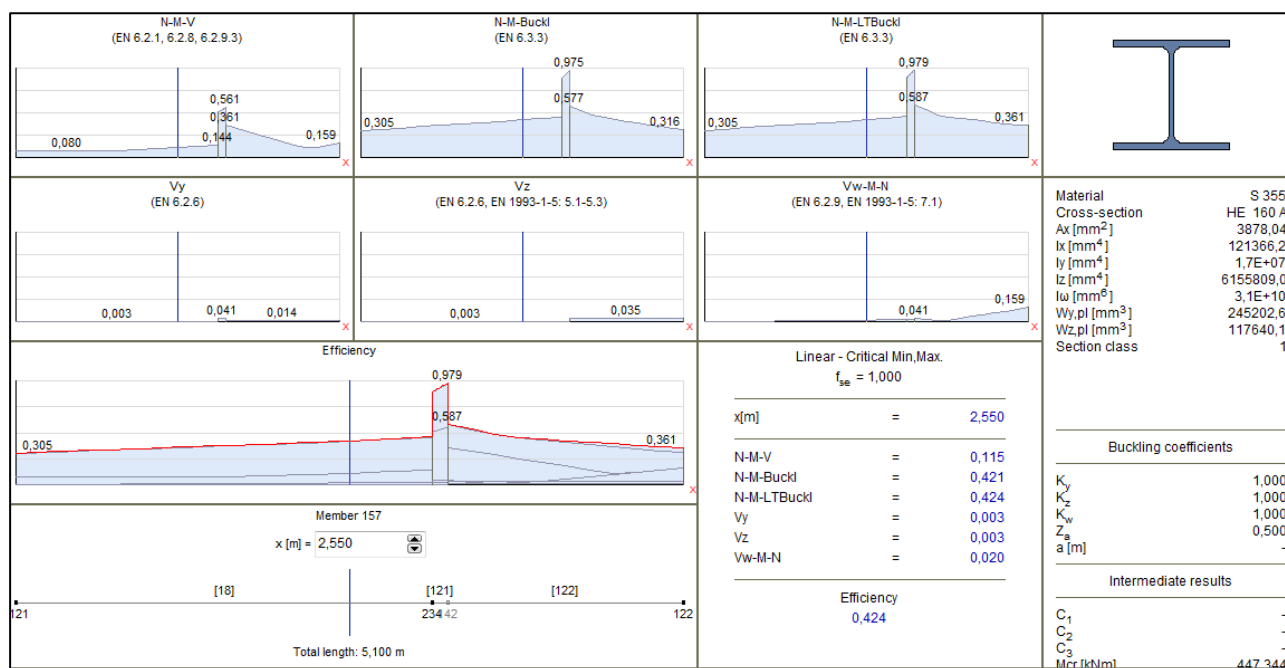


Beam internal forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]												
	Sh.	C	min. max.	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Critical combination
Ext.												
123	10	Nx	min	0	(243)	-144,835	-1,157	-16,880	-0,010	-0,624	3,712	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,6*Wx+1,5*0,7*Q)
72	10		max	3,122	(252)	25,050	0,445	-0,989	0	-3,087	-1,388	[1,35*1*G] {1,5*Qs} (1,5*0,7*Q)
75	10	My	min	3,000	(698)	-20,771	0	-5,444	0	-16,332	0	[G] {±SM -} (0,6*Q)
71	10		max	3,000	(250)	-20,771	0	5,444	0	16,332	0	[G] {±SM +} (0,6*Q)
122	10	Mz	min	0	(142)	-50,253	-8,409	-6,427	0	2,605	-15,033	[1,35*1*G] {1,5*Q} (1,5*0,6*Wx+1,5*0,5*Qs)
121	10		max	0,117	(142)	-97,660	-24,305	0,505	0,002	1,694	23,407	[1,35*1*G] {1,5*Q} (1,5*0,5*Qs+1,5*0,6*Wy)

Slika 172: Merodajne obremenitve

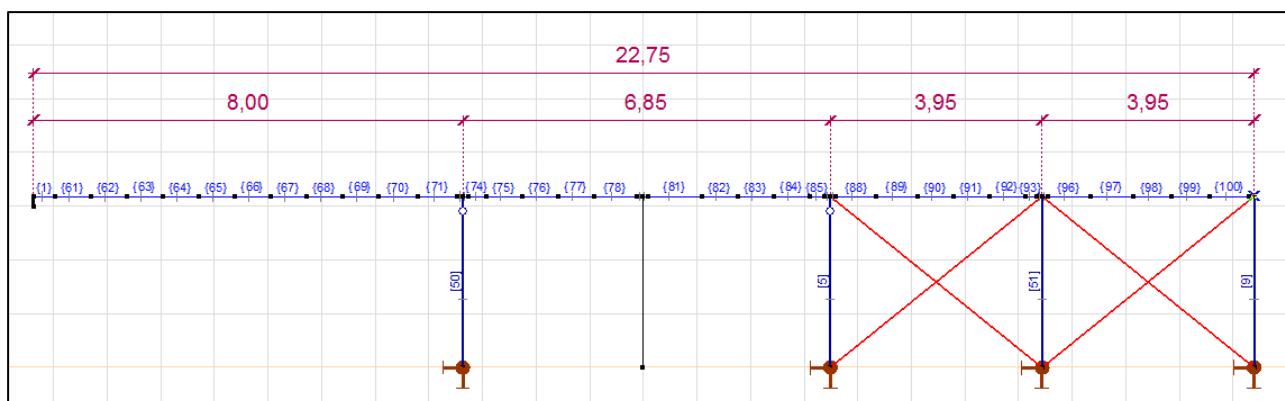


Slika 173: Izkoriščenost kritičnega stebra

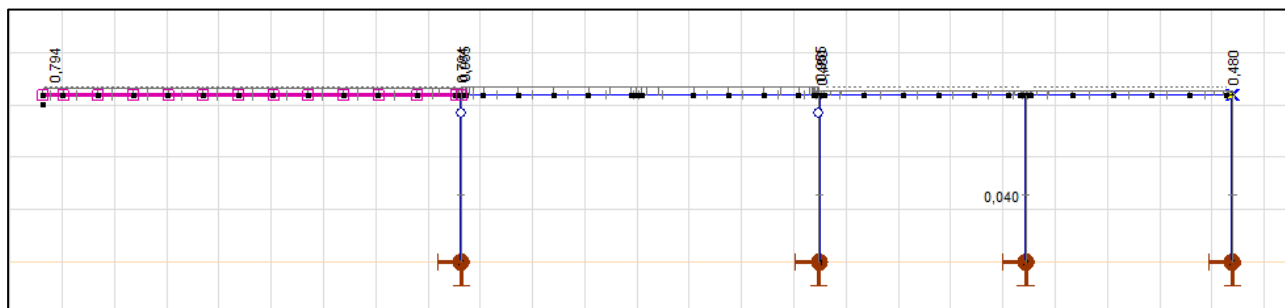


## NOSILCI

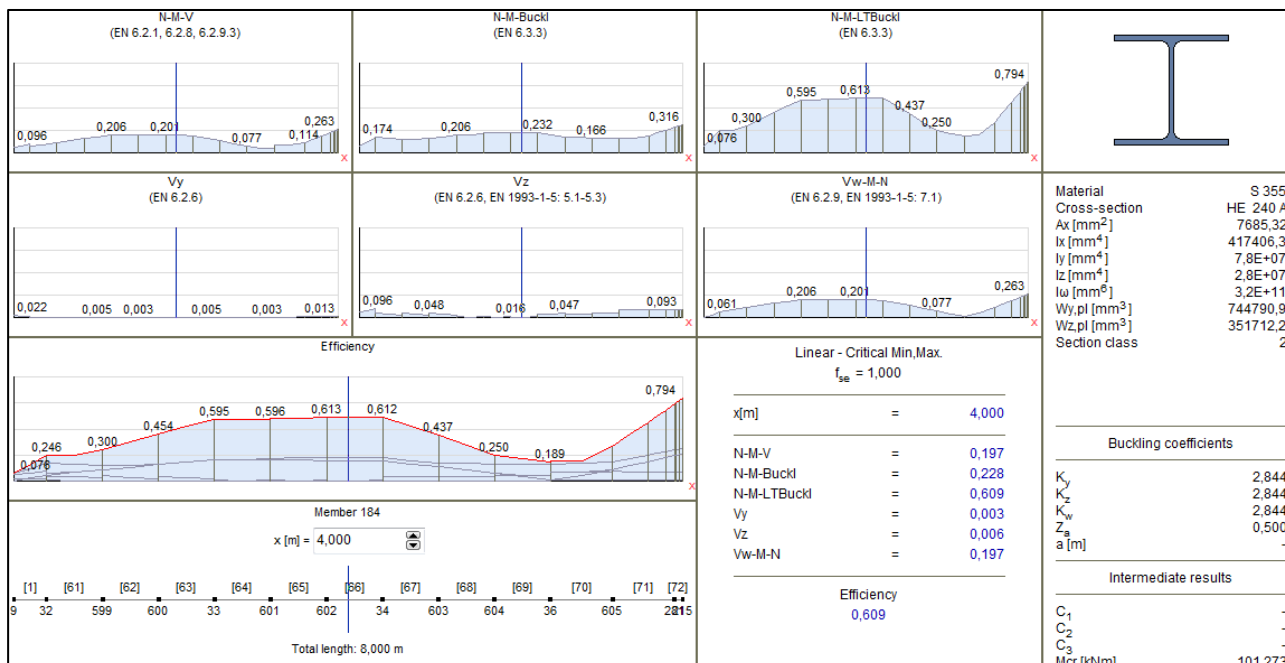
Kritične obremenitve se pojavijo v nosilcu osi F.

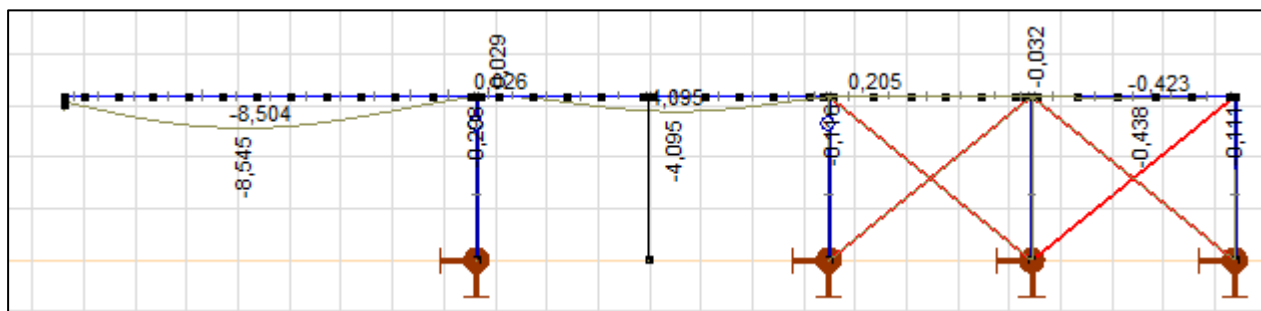


Slika 174: OS F



Slika 175: Izkoriščenost



**POVESI:**

Slika 176: Povesi nosilca (pogosta kombinacija vplivov)

$$8,55 \text{ mm} < \frac{L}{300} = \frac{8000}{300} = 26,7 \text{ mm} \rightarrow OK$$

**DIAGONALE**

Truss forces [Linear,(All ULS (a, b)) Critical, Selected]					
	Sh.	Length [m]	min. max.	Nx [kN]	Critical combination
Ext.					
38	7	4,843	Nx min	-30,433	[G] {±SM -} (0,6*Q)
35	7	4,843	Nx max	29,786	[G] {±SM +} (0,6*Q)

Slika 177: Merodajne obremenitve

$$N_{x,max} = 2 * 30,45 = 61 \text{ kN} \rightarrow A_{x,potr} = 61 \frac{\text{kN}}{35,5} = 1,7 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{izberem palico } D = 16 \text{ mm} (A_{x,dej} = 2,0 \text{ cm}^2)$$