

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program Gradbeništvo,
Konstrukcijska smer

Kandidat:

Marko Arlič

Projektiranje nosilnih elementov montažnega armiranobetonskega objekta

Diplomska naloga št.: 295

Mentor:
doc. dr. Jože Lopatič

Ljubljana, 26. 10. 2007

1. UVOD

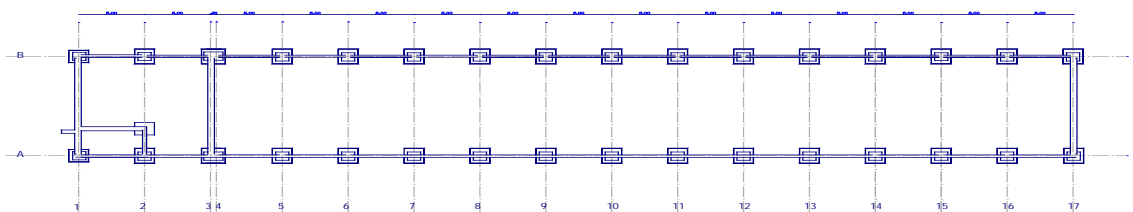
V toku zgodovine so ljudje zmeraj iskali lažje in hitrejše rešitve za nek problem tudi v gradbeništvu je bilo, je in bo tako.

Montažna gradnja predstavlja alternativen proces, ki povezuje dejavnike arhitekture, projektiranja, proizvodnje in montaže. Toda kaj so glavni dejavniki, ki naredijo montažno gradnjo tako zanimivo in uporabno. Montažna gradnja je hitrejša in bolj ekonomična kot monolitna gradnja. Montažni elementi so tako zaopazeni, armirani in zaliti pod bolj nadzorovanimi pogoji in tako so doseženi večja sprijemnost med betonom in armaturo v njem ter večje trdnost betona. Montažni elementi se nato pripeljejo na gradbišče, kar malo omejuje njihove dimenzije. Za večje gradnje pa se blizu gradbišč postavijo proizvodne hale in se tako zmanjšajo stroški zaradi prevoza. Marsikdo bi rekel, da so montažne konstrukcije šibkejše od monolitnih, zaradi šibkih mest, ki jih predstavljajo stiki. Vendar temu ni tako, saj se z pravilno izvedenimi detajli doseže skoraj enaka povezanost kot, če bi bil objekt monoliten. V Sloveniji je montažna gradnja precej uporabljena. Še posebej v zadnjem času ko se gradijo industrijske hale za trgovske centre, proizvodnjo in druge dejavnosti. Objekt je lahko na takšen način zelo hitro postavljen in lahko začne služiti svojemu namenu. Stroški gradnje so tako manjši in zaradi tega je taka gradnja zelo primerna.

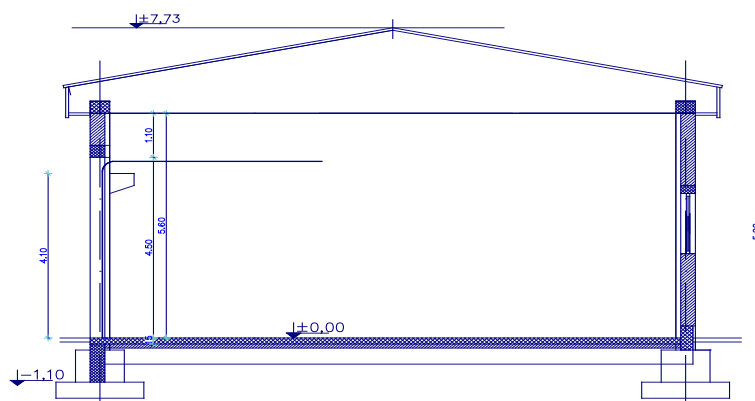
Montažna gradnja predstavlja pomemben del gradbeništva in ga bo še naprej v prihodnosti.

2. OPIS KONSTRUKCIJE

Objekt je montažna hala, sestavljena iz montažnih armiranobetonskih elementov. Hala je sestavljena iz dveh z dilatacijo ločenih enot. Prva ločena enota je namenjena pisarnam, te se nahajajo v zgornjem nadstropju, ter skladišču, ki se nahaja v pritličju. Druga dilatacijska enota služi kot garaža za tovorna vozila, lahko pa se tudi uporablja kot proizvodna hala, saj je tam predvidena tudi žerjavna proga. Objekt v dolžino meri 75 m (15 * 5 m) v širino pa 12 m.



Slika 2.1: Tloris konstrukcije



Slika 2.2: Prečni prerez konstrukcije

Streha:

Osnovni elementi strehe so armiranobetonske lege T prereza označene kot MLS-T razpetine 5 m. Krajne lege označene kot MLK-T v prvem in zadnjem polju so daljše tako, da dosežemo na čelu objekta 70 cm previsa preko prve oziroma zadnje osi stebrov. Na mestu dilatacije so lege (MLK-T) za 20 cm daljše. Lege so položene na strešni nosilec označen kot MAP 12. Strešni nosilec ima razpon 12 m in zgornji pas v naklonu 12°. Širina zgornjega in spodnjega pasu znaša 20 cm . Strešna kritina je Trimo SNV 150. Za strešne lege kot tudi za palični nosilec je uporabljen beton kvalitete C35/45 ter rebrasta armatura S400 in mrežna armatura MA 500/560.

Stebri.

Stebri imajo prečni prerez dimenzij 40/40 cm. Večina stebrov ima tudi kratko konzolo, na kateri je predvidena žerjavna proga. Stebri so računani kot konzolni stebri in imajo strižno povezavo s strešno konstrukcijo. Stebri so v vzdolžni smeri med seboj povezani z robnim nosilcem MRN-5. Za stebre in robne nosilce je uporabljen beton kvalitete C30/45. Za armiranje pa je uporabljena rebrasta armatura S400 in mrežna armatura MA 500/560.

Temelji:

Objekt je temeljen na točkovnih temeljih na koti terena -1,50 m, torej 150 cm pod koto tlaka in zunanje ureditve. Zidovi v oseh 1, 3 in 17 ter nosilni zidovi medetažne konstrukcije med osema 1 in 2 so temeljeni na pasovnih temeljih . Talne grede v oseh A in B med osmi 2 in 17 povezujejo točkovne temelje ter prenašajo obtežbo zidov na točkovne temelje. Pasovni temelji zidov medetaže so na koti -1,10 m. Dopustno obremenitev temeljnih tal je podal geomehanik in je izračunana po prirejenem obrazcu Brinch – Hansen-u in znaša $P_a = 350 \text{ kN/m}^2$.

3. OBTEŽBA

V izračunu montažne armiranobetonske hale je upoštevana vsa stalna obtežba montažnih armiranobetonskih elementov, občasna obtežba vetra in snega, obtežba žerjava ter potresna obtežba.

3.1 STALNA OBTEŽBA

Kot stalna obtežba je upoštevana lastna teža strešnih leg (MLS-T, MLK-T), lastna teža robnih nosilcev (MRN-5), lastna teža krovnih elementov, lastna teža strešnega nosilca (MAP-12) in lastna teža stebrov. Lastna teža montažnih armiranobetonskih elementov je izračunana na podlagi geometrijskih podatkov teh elementov. Kot prostorninska teža armiranega betona je za vse montažne armiranobetonske elemente upoštevana vrednost $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Element	Prostornina elementa [m ³]	Lastna teža elementa [kN/m]
Strešna lega MLS-T	0,215	1,073
Strešna lega MLK-T (5+0,2)	0,219	1,073 ; konzolni del: 1
Strešna lega MLK-T (5+0,7)	0,242	1,073 ; konzolni del: 1
Robni nosilec MRN 5	0,600	3,00
Strešni nosilec MAP 12	1,120	2,12
Stebri 40/40	1,135	4,27

Element	Lastna teža elementa [kN/m ²]
Strešna kritina Trimo SNV 150	0,3

Preglednica 3.1: Stalna obtežba

3.2 SPREMENLJIVA OBTEŽBA

3.2.1 Obtežba s snegom

Po slovenskem standardu ENV 1991-1-3.

$$S = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

S	Intenziteta obtežbe s snegom
C _e	Koeficient izpostavljenosti
C _t	Termični koeficient oblike obtežbe s snegom, odvisen od naklona strehe in geometrije konstrukcije
s _k	Karakteristična vrednost obtežbe s snegom, odvisna od lege in nadmorske višine

Izračun obtežbe s snegom

$s_k = 2,1 \text{ kN/m}^2$ (podatek velja za Slovenj Gradec z nadmorsko višino 400 m)

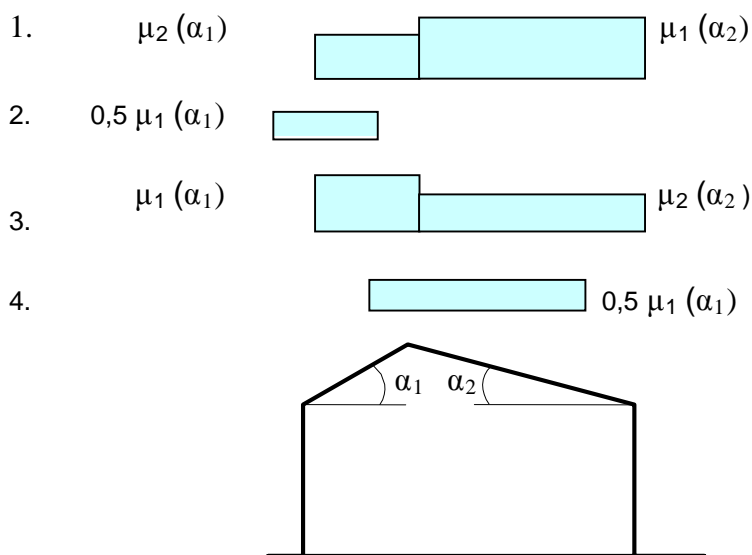
$C_e = 1,0$ (običajna vrednost)

$C_t = 1,0$ (običajna vrednost)

μ_i (odčitam ga v Preglednicah)

$\alpha = 12^\circ$

Shematski prikaz iz standarda:



Slika 3.1: Obtežni primeri

Z upoštevanjem naklona strehe $\alpha = 12^\circ$ dobimo naslednja obtežna primeri:

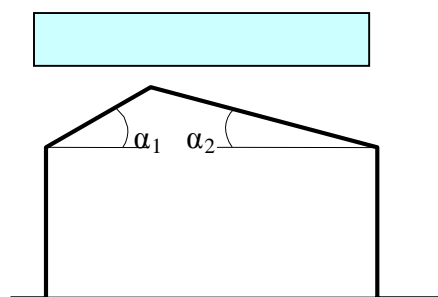
1. obtežni primer

$$0^\circ \leq \alpha = 12^\circ \leq 30^\circ \rightarrow \alpha_1 = \alpha_2 = 12^\circ \rightarrow \mu_1 = \mu_2 = 0,8$$

S_1

$$S_1 = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

$$S_1 = 0,8 * 1 * 1 * 2,1 = 1,68 \text{ kN/m}^2$$



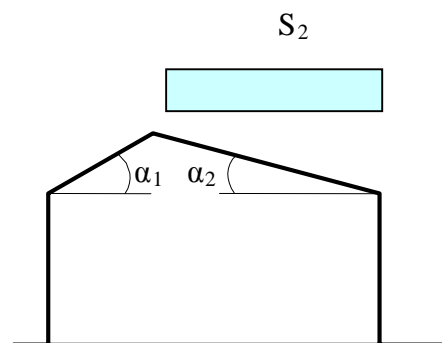
Slika 3.2: Obtežba s snegom-1. obtežni primer

2. obtežni primer

$$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \rightarrow \alpha_1 = \alpha_2 = 12^\circ \rightarrow 0,5\mu_1 = 0,4$$

$$S_2 = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

$$S_2 = 0,4 * 1 * 1 * 2,1 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$



Slika 3.3: Obtežba s snegom-2. obtežni primer

3.2.2 Obtežba zaradi vetra

Po slovenskem standardu ENV 1991-1-4.

Lokacija : Slovenj Gradec → Območje A

$$v_{ref,0} = v_{ref} = 25 \text{ m/s}$$

$$q_{ref} = (\rho * v_{ref}^2) / 2$$

$$\text{Zunanji vpliv : } W_e = q_{ref} * C_e(z_e) * C_{pe}$$

W_e pritisk vetra na zunanje površine objekta
 q_{ref} referenčni pritisk srednje hitrosti vetra
 $C_e(z_e)$ koeficient izpostavljenosti, odvisen od referenčne višine z_e
 C_{pe} koeficient pritiska vetra na zunanje površine
 ρ gostota zraka
 v_{ref} referenčna hitrost vetra

$$\text{Notranji vpliv : } W_i = q_{ref} * C_e(z_i) * C_{pi}$$

W_i pritisk vetra na notranje površine objekta
 q_{ref} referenčni pritisk srednje hitrosti vetra
 $C_e(z_i)$ koeficient izpostavljenosti, odvisen od referenčne višine z_i
 C_{pi} koeficient pritiska vetra na notranje površine
 ρ gostota zraka
 v_{ref} referenčna hitrost vetra

Skupni vpliv : $W = W_e + W_i$ (zunanji in notranji vpliv delujeta istočasno)

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

$$q_{ref} = (1,25 \text{ kg/m}^3 * 25^2 \text{ m}^2/\text{s}^2) / 2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

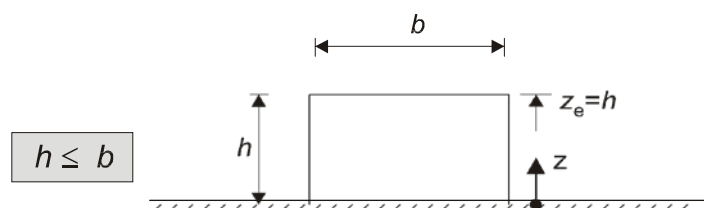
	Kategorija terena	k_T	z_0 [m]	z_{\min} [m]	ε
1	Gladka položna področja brez ovir	0,17	0,01	2	[0,13]
2	Področja , omejena z majhnimi kmetijskimi poslopji, hišami in drevesi	0,19	0,05	4	[0,26]
3	Predmestja ali industrijske Območje	0,22	0,30	8	[0,37]
4	Urbana področja n katerih je najmanj 15% površine zazidane s stavbami, katerih povprečna višina je večja od 15 m	0,24	1,00	16	[0,46]

Preglednica 3.2: Kategorije terena

Izračun obtežbe z vetrom

Zunanji vpliv:

1. z_e



Slika 3.4: Referenčna višina z_e , odvisna od b in h

$$z_e = h = 7,713 \text{ m}$$

2. Kategorija izpostavljenosti stavbe vetru

Montažna armiranobetonska hala bo postavljena na terenu 3. kategorije – industrijsko območje

$$k_T = 0,22$$

$$z_0 \text{ [m]} = 0,30$$

$$z_{\min} \text{ [m]} = 8$$

$$\varepsilon = [0,37]$$

3. Določitev $C_e(z_e)$ (Slika 8.3 SIST ENV 1991-2-4)

$$C_e(z_e) = 1,6$$

4. Določitev C_{pe}

$$e = b \text{ ali } e = 2 \cdot h \text{ (vzeti moramo manjšega)}$$

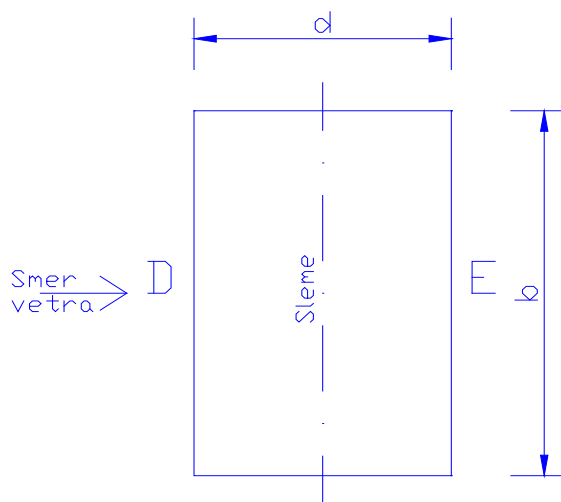
$$b = 12 \text{ m ; } 2 \cdot h = 15,426$$

Fasada – Stene:

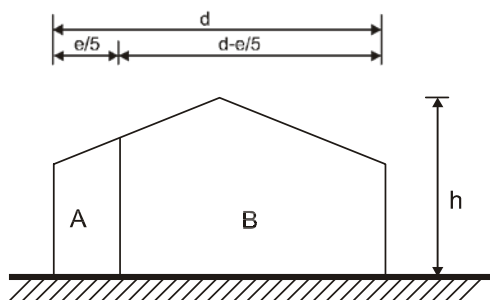
→ Veter v prečni smeri

$$A = h * b = 7,713\text{m} * 75,85\text{m} = 585,03 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2 \rightarrow C_{pe} = C_{pe,10}$$

$h = 7,713 \text{ m}$ – višina do slemena



Slika 3.5: Območja obtežbe z vetrom



$$d = 12 \text{ m}$$
$$b = 75,85 \text{ m}$$
$$h = 7,713 \text{ m}$$

$$e = 2 * 7,713 = 15,426 \text{ m}$$
$$e \geq d \rightarrow 15,426 \text{ m} \geq 12 \text{ m}$$

Slika 3.6: Območja obtežbe z vetrom-prečni prerez

$$z_e = h = 7,713\text{m}$$

$$h/d = 7,713 / 12 = 0,643 \rightarrow 0,25 \leq h/d \leq 1$$

ker je $0,25 < h/d < 1$ je potrebna linearna interpolacija, da dobim pravi $C_{pe,10}$

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

Preglednica 3.3: Koeficient pritiska vetra na zunanje površine za vertikalne stene

Območje D: $C_{pe,10} = 0,8 - (0,643 - 0,25) * (0,8 - 0,7) / (1 - 0,25) = 0,749$

Območje E: $C_{pe,10} = -0,5 - (0,643 - 0,25) * (-0,5 + 0,3) / (1 - 0,25) = -0,395$

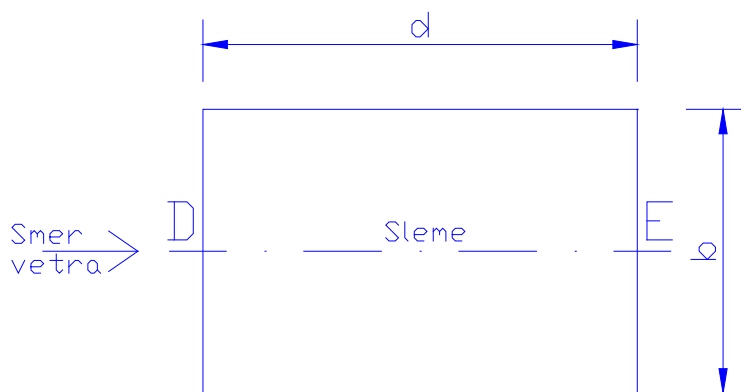
$We = q_{ref} * C_e(z_e) * C_{pe} = 0,39 * 1,6 * C_{pe}$

Območje D: $We = 0,467 \text{ kN/m}^2$

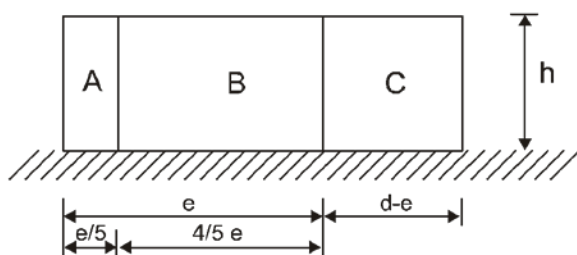
Območje E: $We = -0,247 \text{ kN/m}^2$

→ Veter v vzdolžni smeri

$A = 12 * 5,85 + 12 * (7,713 - 5,85) / 2 = 81,378 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2 \rightarrow C_{pe} = C_{pe,10}$
 $h = 7,713 \text{ m}$



Slika 3.7: Območja obtežbe z vetrom



Slika 3.8: Območja obtežbe z vetrom-prečni prerez

$$d = 75,85 \text{ m}$$

$$b = 12 \text{ m}$$

$$h = 7,713 \text{ m}$$

$$e = b = 12 \text{ m}$$

$$e \leq d \rightarrow 12 \text{ m} \leq 75,85 \text{ m}$$

$$z_e = h = 7,713 \text{ m}$$

$$h/d = 7,713 / 75,85 = 0,102 \rightarrow h/d \leq 0,25$$

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

Preglednica 3.4: Koeficient pritiska vetra na zunanje površine za vertikalne stene

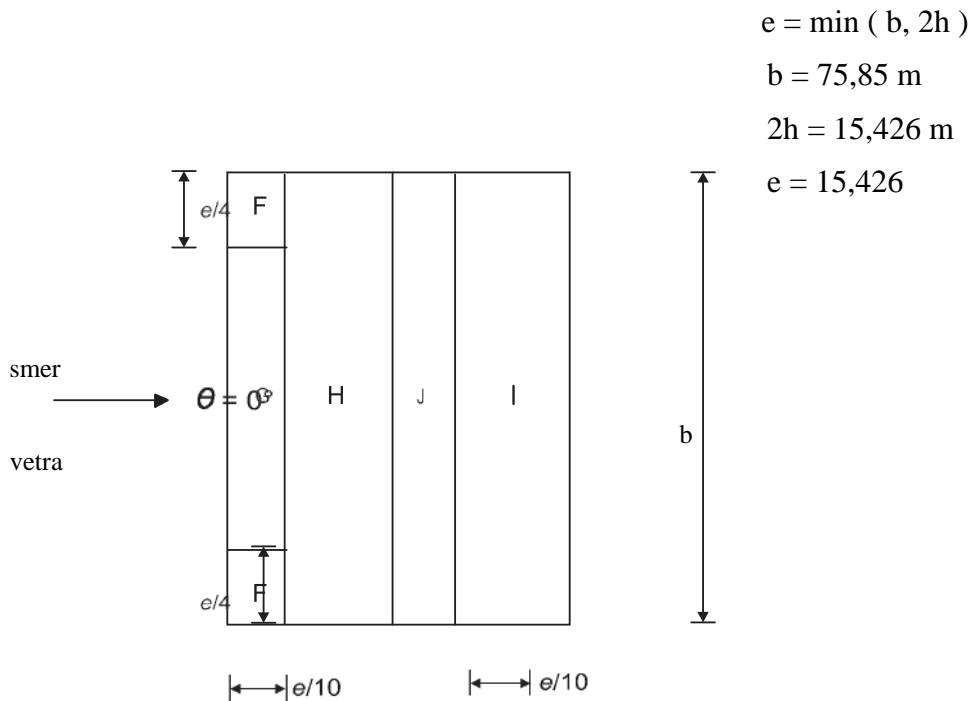
Območje D: $C_{pe,10} = 0,7$

Območje E: $C_{pe,10} = -0,3$

$$W_e = q_{ref} * C_e(z_e) * C_{pe} = 0,39 * 1,6 * C_{pe}$$

Območje D: $W_e = 0,437 \text{ kN/m}^2$

Območje E: $W_e = -0,187 \text{ kN/m}^2$

Streha:→ Veter v prečni smeri**Slika 3.9: Območje vetra**

$$C_{pe} = C_{pe,1} \quad \text{za } A \leq 1,0 \text{ m}^2$$

$$C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) * \log_{10} A \quad \text{za } 1,0 \text{ m}^2 \leq A \leq 10 \text{ m}^2$$

$$C_{pe} = C_{pe,10} \quad \text{za } A \geq 10 \text{ m}^2$$

Koeficiente za nagib strehe $\alpha = 12^\circ$ dobimo z linearno interpolacijo med pripadajočima vrednostima za nagiba $\alpha = 5^\circ$ in $\alpha = 15^\circ$.

Cone	F		G		H		I		J	
α	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,7	-2,5	-1,2	-2	-0,6	-1,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
15	-0,9	-2	-0,8	-1,5	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-1	-1,5
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-0,4	-0,4	-1	-1,5

12	-1,14	-2,15	-0,92	-1,65	-0,39	-0,57	-0,37	-0,37	-0,79	-1,14
	-0,37	-0,61	-0,22	-0,46	-0,04	-0,22	-0,37	-0,37	-0,79	-1,14

Preglednica 3.5: Koeficienti pritiska vetra za nagib strehe $\alpha = 12^\circ$

Območje F:

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

$$\theta = 0^\circ : \quad C_{pe} = -1,14 \\ C_{pe} = 0,14$$

Območje G:

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

$$\theta = 0^\circ : \quad C_{pe} = -0,92 \\ C_{pe} = 0,14$$

Območje H:

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

$$\theta = 0^\circ : \quad C_{pe} = -0,39 \\ C_{pe} = 0,14$$

Območje I:

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

$$\theta = 0^\circ : \quad C_{pe} = -0,46 \\ C_{pe} = -0,18$$

Območje J:

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

$$\theta = 0^\circ : \quad C_{pe} = -0,88 \\ C_{pe} = 0,06$$

Veter v prečni smeri [kN/m²]

$$W_e = q_{ref} * C_e(z_e) * C_{pe}$$

Območje F:

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-1,14) = -0,712 \text{ kN/m}^2$$

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * 0,14 = 0,087 \text{ kN/m}^2$$

Območje G:

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-0,92) = -0,574 \text{ kN/m}^2$$

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * 0,14 = 0,087 \text{ kN/m}^2$$

Območje H:

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-0,39) = -0,243 \text{ kN/m}^2$$

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * 0,14 = 0,087 \text{ kN/m}^2$$

Območje I:

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-0,46) = -0,287 \text{ kN/m}^2$$

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-0,18) = -0,112 \text{ kN/m}^2$$

Območje J:

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-0,88) = -0,549 \text{ kN/m}^2$$

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * 0,06 = 0,029 \text{ kN/m}^2$$

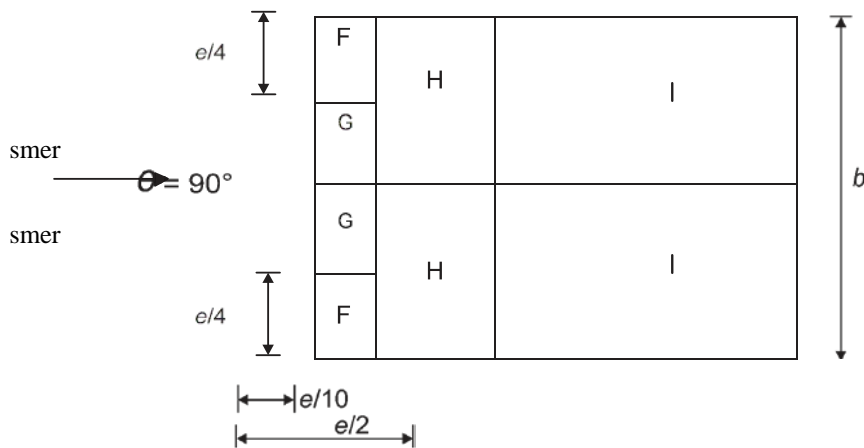
→ Veter v vzdolžni smeri

$$e = \min (b, 2h)$$

$$b = 12 \text{ m}$$

$$2h = 15,426 \text{ m}$$

$$e = 12 \text{ m}$$



Slika 3.10: Območje vetra

$$C_{pe} = C_{pe,1} \quad \text{za} \quad A \leq 1,0 \text{ m}^2$$

$$C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) * \log_{10} A \quad \text{za} \quad 1,0 \text{ m}^2 \leq A \leq 10 \text{ m}^2$$

$$C_{pe} = C_{pe,10} \quad \text{za} \quad A \geq 10 \text{ m}^2$$

Koeficiente za nagib strehe $\alpha = 12^\circ$ dobimo z linearno interpolacijo med vrednostima za nagiba $\alpha = 5^\circ$ in $\alpha = 15^\circ$.

Območja	F		G		H		I	
$\alpha [^\circ]$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,6	-2,2	-1,3	-2	-0,7	-1,2	-0,6	-0,6
15	-1,3	-2	-1,3	-2	-0,6	-1,2	-0,5	-0,5
12	-1,39	-2,06	-1,3	-2	-0,63	-1,2	-0,53	-0,53

Preglednica 3.6: Koeficienti pritiska vetra za nagib strehe $\alpha = 12^\circ$

Območje F:

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

$$\theta = 90^\circ : C_{pe} = -1,39$$

Območje G:

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

$$\theta = 90^\circ : C_{pe} = -1,3$$

Območje H:

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

$$\theta = 90^\circ : C_{pe} = -0,63$$

Območje I:

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

$$\theta = 90^\circ : C_{pe} = -0,53$$

Veter v vzdolžni smeri [kN/m^2]

$$W_e = q_{\text{ref}} * C_e(z_e) * C_{pe}$$

Območje F:

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-1,39) = -1,053 \text{ kN/m}^2$$

Območje G:

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-1,3) = -1,005 \text{ kN/m}^2$$

Območje H:

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-0,63) = -0,393 \text{ kN/m}^2$$

Območje I:

$$W_e = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-0,53) = -0,312 \text{ kN/m}^2$$

Notranji vpliv:

1. z_i

$$z_i = h = 7,713 \text{ m} - \text{višina slemena}$$

2. Določitev $C_e(z_i)$

$$C_e(z_i) = 1,6$$

3. Določitev C_{pi}

$$\text{Površina odprtín v osi A : } A = 227,81 \text{ m}^2$$

$$\text{Površina odprtín v osi B : } A = 36,96 \text{ m}^2$$

$$\text{Površina odprtín v fasade SZ : } A = 7,62 \text{ m}^2$$

$$\text{Površina odprtín v fasade JV : } A = 0 \text{ m}^2$$

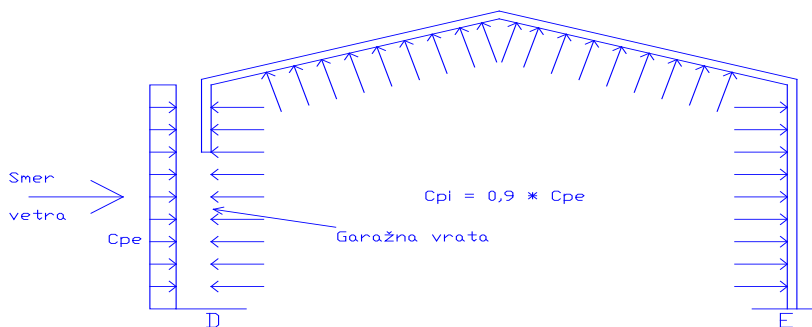
Površina odprtín v osi A je vsaj 3 krat večja od površine odprtín v ostalih straneh objekta:

$$C_{pi} = 0,9 * C_{pe}$$

4. $W_i = q_{ref} * C_e(z_i) * C_{pi}$

→ Veter v prečni smeri

1. primer:



Slika 3.11: Koefficient pritiska vetra na notranje površine za veter v prečni smeri - 1.primera

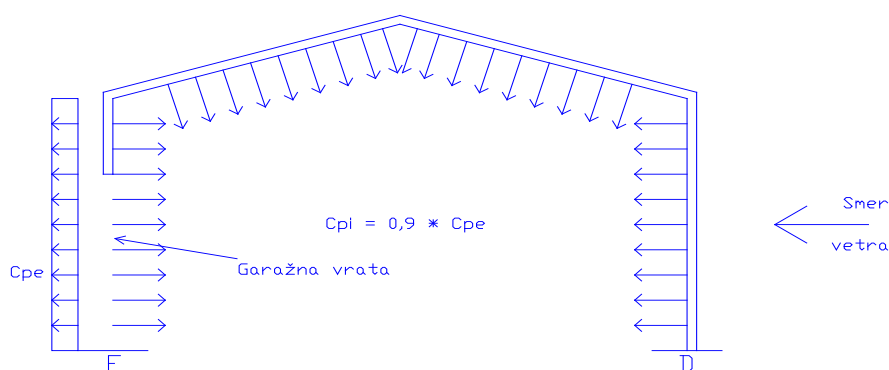
Območje D: $C_{pe,10} = 0,749$

$$C_{pi} = 0,9 * C_{pe} = 0,9 * 0,749 = 0,674$$

$$W_i = q_{ref} * C_e(z_i) * C_{pi}$$

$$W_i = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * 0,674 = 0,421 \text{ kN/m}^2$$

2. primer:



Slika 3.12: Koefficient pritiska vetra na notranje površine za veter v prečni smeri - 2.primera

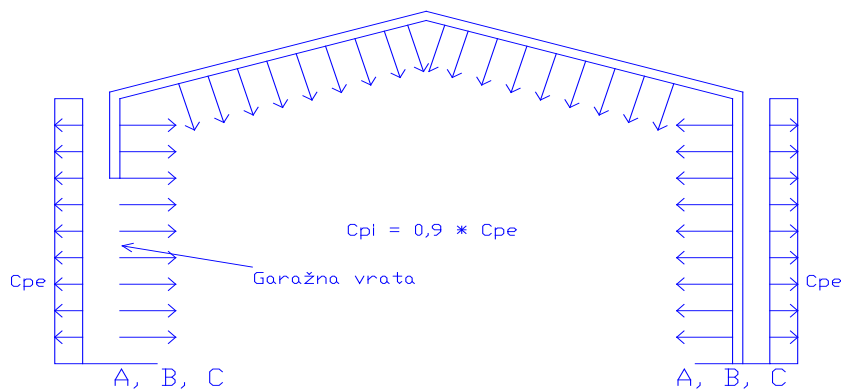
Območje E: $C_{pe,10} = -0,395$

$$C_{pi} = 0,9 * C_{pe} = 0,9 * (-0,395) = -0,356$$

$$W_i = q_{ref} * C_e(z_i) * C_{pi}$$

$$W_i = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-0,356) = -0,222 \text{ kN/m}^2$$

→ Veter v vzdolžni smeri



Slika 3.13: Koefficient pritiska vetra na notranje površine za veter v vzdolžni smeri

Območje A: $C_{pe,10} = -1,2$

Območje B: $C_{pe,10} = -0,8$

Območje C: $C_{pe,10} = -0,5$

Vzamemo povprečje vseh treh: $C_{pe,10} = -0,83$

$C_{pi} = 0,9 * C_{pe} = 0,9 * (-0,83) = -0,75$

$W_i = q_{ref} * C_e(z_i) * C_{pi}$

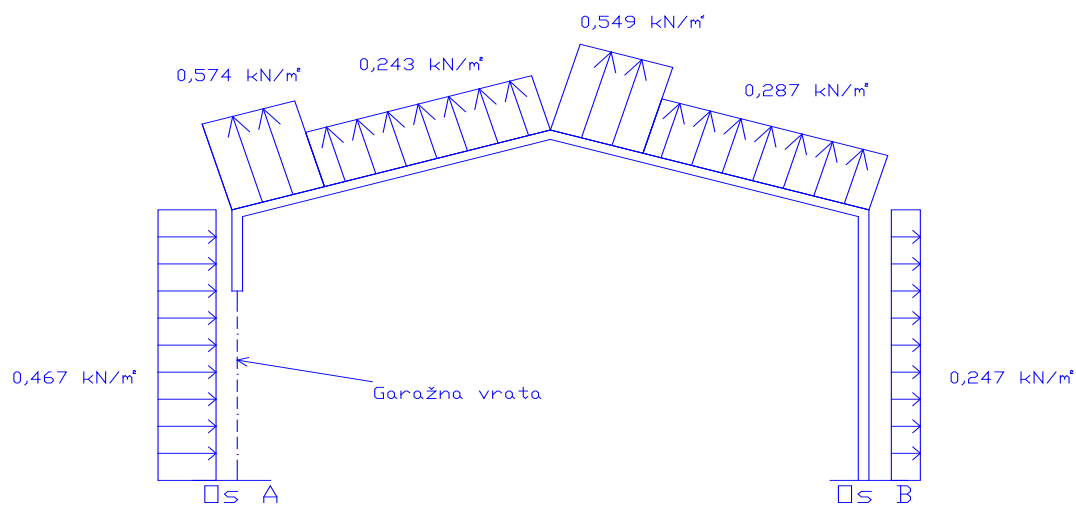
$W_i = 0,39 \text{ kN/m}^2 * 1,6 * (-0,75) = -0,468 \text{ kN/m}^2$

Skupni vpliv: $W = W_e + W_i$

→ Veter v prečni smeri

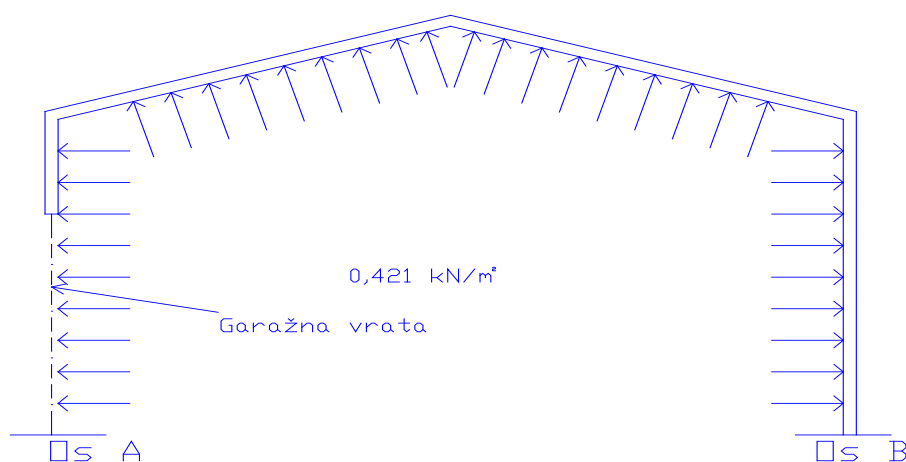
1.primer:

Zunanji vpliv:



Slika 3.14: Zunanji vpliv – 1. primer

Notranji vpliv:



Slika 3.15: Notranji vpliv – 1. primer

Skupni vpliv:

Fasada:

$$\text{Območje D: } W_e = 0,467 \text{ kN/m}^2 - 0,421 \text{ kN/m}^2 = 0,046 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Območje E: } W_e = -0,187 \text{ kN/m}^2 - 0,421 \text{ kN/m}^2 = 0,125 \text{ kN/m}^2$$

Streha:

Območje F:

$$W_e = -0,712 \text{ kN/m}^2 - 0,421 \text{ kN/m}^2 = -1,133 \text{ kN/m}^2$$

Območje G:

$$W_e = -0,574 \text{ kN/m}^2 - 0,421 \text{ kN/m}^2 = -0,995 \text{ kN/m}^2$$

Območje H:

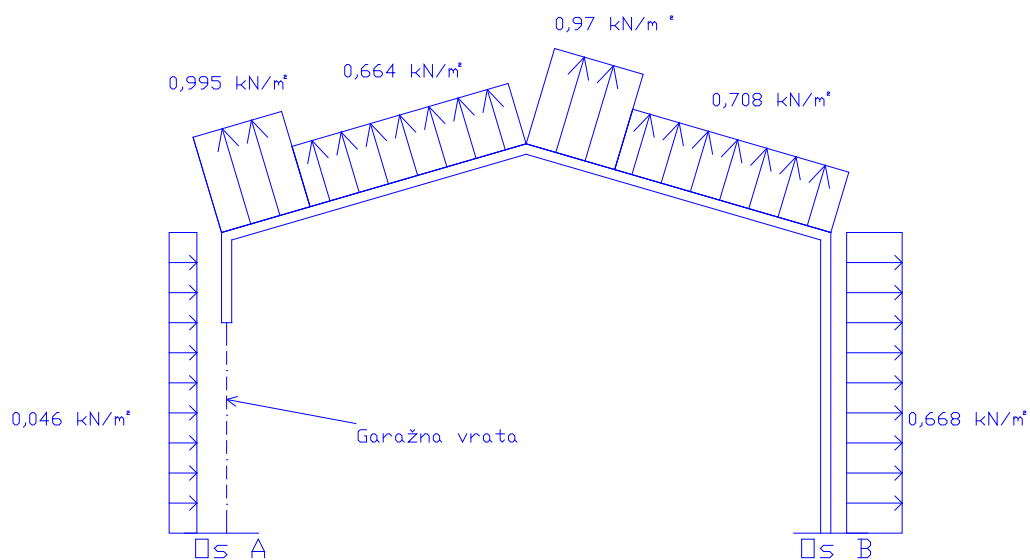
$$W_e = -0,243 \text{ kN/m}^2 - 0,421 \text{ kN/m}^2 = 0,664 \text{ kN/m}^2$$

Območje I:

$$W_e = -0,287 \text{ kN/m}^2 - 0,421 \text{ kN/m}^2 = 0,708 \text{ kN/m}^2$$

Območje J:

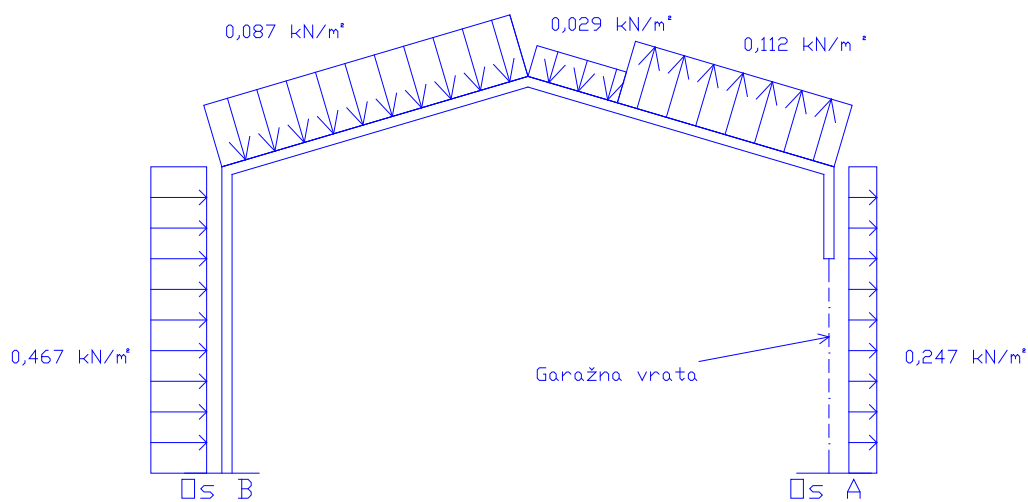
$$W_e = -0,549 \text{ kN/m}^2 - 0,421 \text{ kN/m}^2 = -0,970 \text{ kN/m}^2$$



Slika 3.16: Skupni vpliv – 1. primer

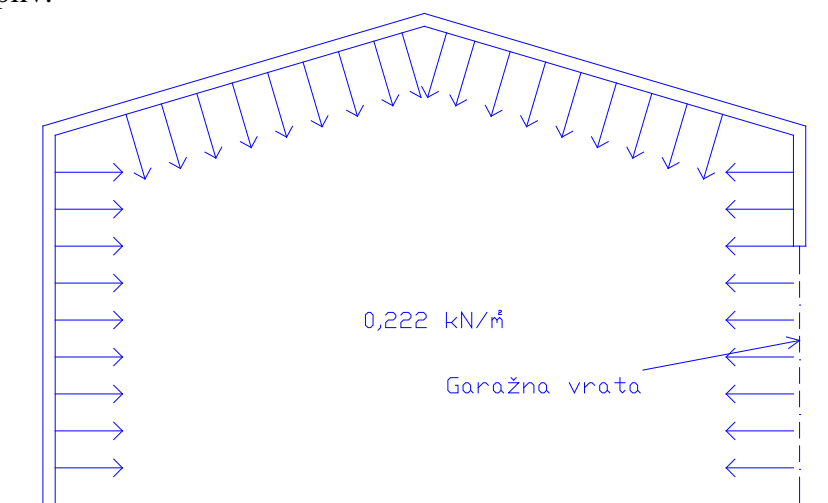
2.primera:

Zunanji vpliv:



Slika 3.17: Zunanji vpliv – 2. primer

Notranji vpliv:



Slika 3.18: Notranji vpliv – 2. primer

Skupni vpliv:

Fasada:

Območje D: $We = 0,467 \text{ kN/m}^2 + 0,222 \text{ kN/m}^2 = 0,689 \text{ kN/m}^2$

Območje E: $We = -0,247 \text{ kN/m}^2 + 0,222 \text{ kN/m}^2 = 0,025 \text{ kN/m}^2$

Streha:

Območje F:

$$We = 0,087 \text{ kN/m}^2 + 0,222 \text{ kN/m}^2 = 0,309 \text{ kN/m}^2$$

Območje G:

$$We = 0,087 \text{ kN/m}^2 + 0,222 \text{ kN/m}^2 = 0,309 \text{ kN/m}^2$$

Območje H:

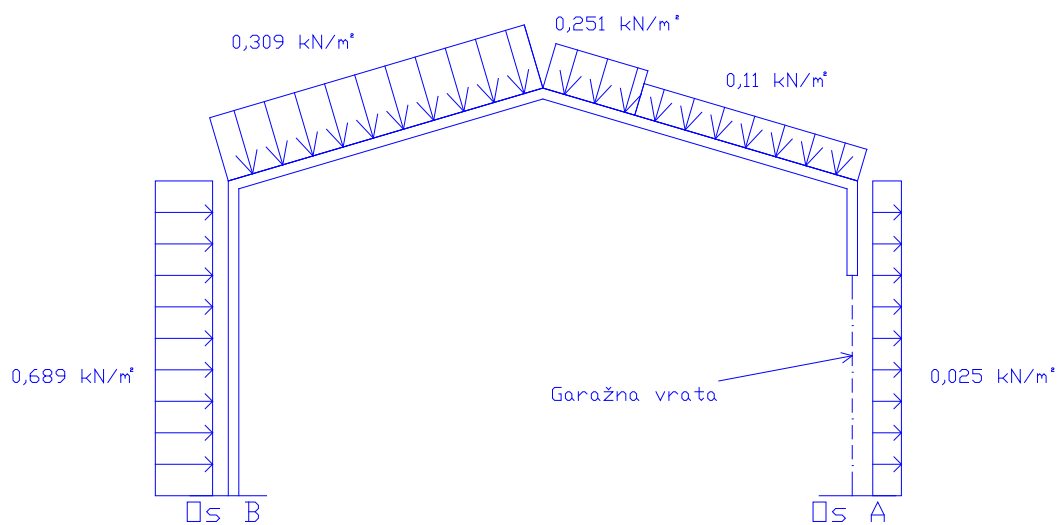
$$We = 0,087 \text{ kN/m}^2 + 0,222 \text{ kN/m}^2 = 0,309 \text{ kN/m}^2$$

Območje I:

$$We = -0,112 \text{ kN/m}^2 + 0,222 \text{ kN/m}^2 = 0,110 \text{ kN/m}^2$$

Območje J:

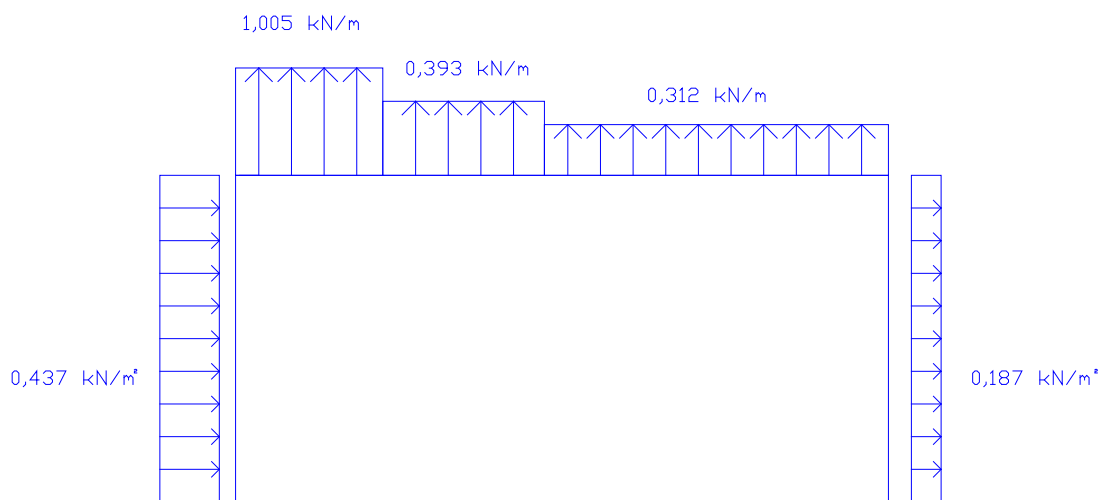
$$We = 0,029 \text{ kN/m}^2 + 0,222 \text{ kN/m}^2 = 0,251 \text{ kN/m}^2$$



Slika 3.19: Skupni vpliv – 2. primer

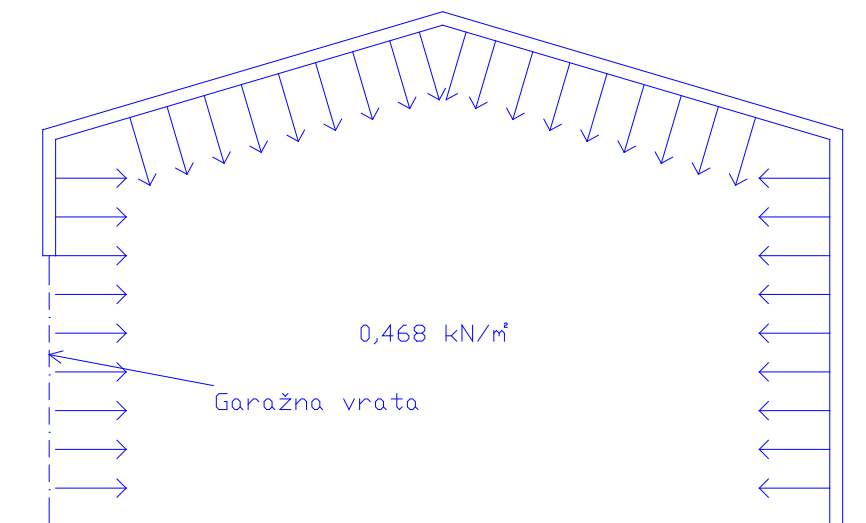
→ Veter v vzdolžni smeri

Zunanji vpliv:



Slika 3.20: Zunanji vpliv

Notranji vpliv:



Slika 3.21: Notranji vpliv

Skupni vpliv:

Fasada:

Območje D: $We = 0,437 \text{ kN/m}^2 + 0,468 \text{ kN/m}^2 = 0,905 \text{ kN/m}^2$

Območje E: $We = -0,187 \text{ kN/m}^2 + 0,468 \text{ kN/m}^2 = 0,281 \text{ kN/m}^2$

Streha:

Območje F:

$$We = -1,053 \text{ kN/m}^2 + 0,468 \text{ kN/m}^2 = -0,585 \text{ kN/m}^2$$

Območje G:

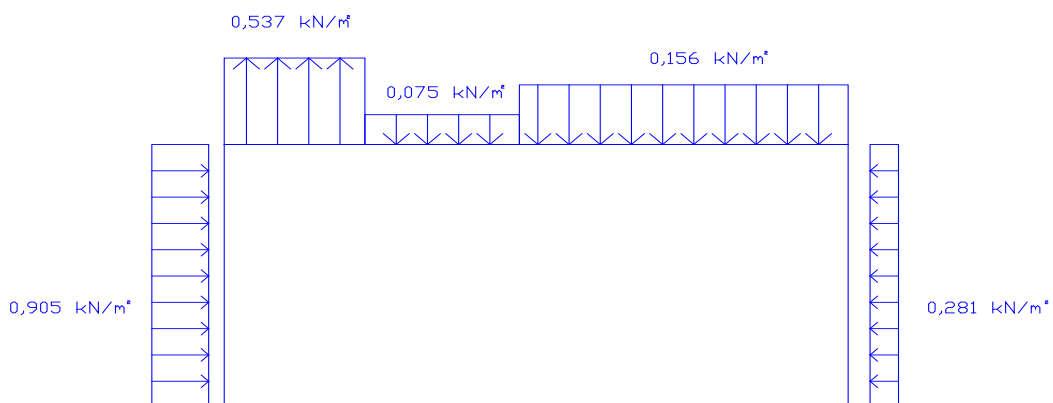
$$We = -1,005 \text{ kN/m}^2 + 0,468 \text{ kN/m}^2 = -0,537 \text{ kN/m}^2$$

Območje H:

$$We = -0,393 \text{ kN/m}^2 + 0,468 \text{ kN/m}^2 = 0,075 \text{ kN/m}^2$$

Območje I:

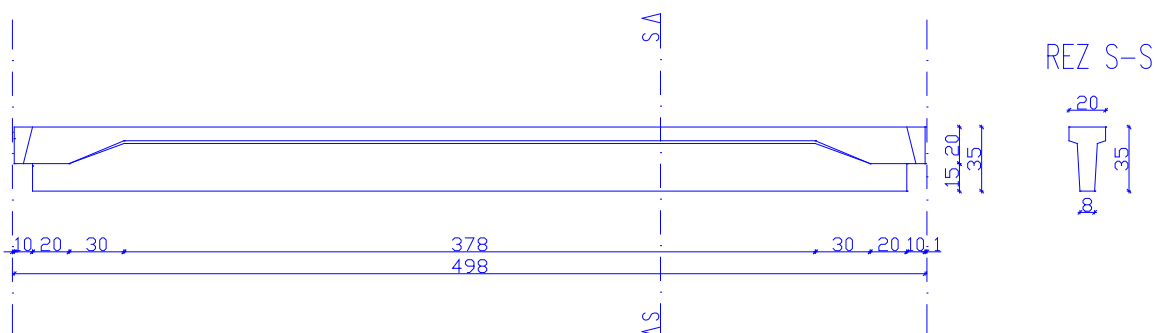
$$We = -0,312 \text{ kN/m}^2 + 0,468 \text{ kN/m}^2 = 0,156 \text{ kN/m}^2$$



Slika 3.22: Skupni vpliv

4. RAČUN MONTAŽNE ARMIRANOBETONSKE LEGE (MLS – T)

1.0 Zasnova



Slika 4.1: Opažni načrt montažne lege MLS - T



Slika 4.2: Model montažne lege MLS - T

Razpetina : $L = 5,0$ m

Razmak leg : $e = 2,0$ m

Kritina : TRIMO SNV 150

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba (G)

$$\text{Kritina TRIMO SNV 150 : } 0,3 \text{ kN/m}^2 * 2,045 \text{ m} = 0,61 \text{ kN/m}$$

$$\text{Lastna teža lege : } 25 \text{ kN/m}^3 * 0,043 \text{ m}^2 = 1,073 \text{ kN/m}$$

2.2 Spremenljiva obtežba (Q)

$$\text{Sneg : } 1,68 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} = 3,360 \text{ kN/m}$$

$$\text{Veter : } \text{pritisk: } 0,309 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} = 0,618 \text{ kN/m}$$

$$\text{srk: } -0,708 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} = -1,416 \text{ kN/m}$$

3.0 Obtežna kombinacija

$$1,35 * (G_{\text{las}} + G_{\text{krt}}) + 1,5 * S + 1,5 * 0,6 * w - \text{ za pritisk vetra}$$

$$1,0 * (G_{\text{las}} + G_{\text{krt}}) + 1,5 * w - \text{ za srk vetra}$$

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

$$N_{d,\text{max}} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{d,\text{max}} = 24,59 \text{ kNm} \quad ; \quad M_{d,\text{min}} = -1,38 \text{ kNm}$$

$$V_{d,\text{max}} = 19,67 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,\text{min}} = -19,67 \text{ kN}$$

5.0 Dimenzioniranje

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura

T prerez:

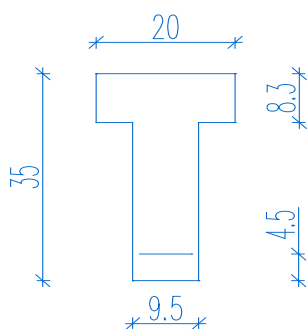
$$h_0 = 8,25 \text{ cm}$$

$$b_0 = 9,5 \text{ cm}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$a = 4,5 \text{ cm}$$



Slika 4.3: T - prerez

$$\frac{b_0}{b} = \frac{9,5}{20} = 0,475 \approx 0,5 \quad \frac{h_0}{h} = \frac{8,25}{35} = 0,236 \approx 0,2 \quad \frac{a}{h} = \frac{4,5}{35} = 0,13 \approx 0,15$$

Beton : C35/45 $\rightarrow f_{ck} = 3,5 \text{ kN/cm}^2$

Armatura : S400 $\rightarrow f_{yk} = 40 \text{ kN/cm}^2$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN/cm}^2}{1,5} = 2,33 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN/cm}^2}{1,15} = 34,8 \text{ kN/cm}^2$$

Armaturu določimo s pomočjo interakcijskih diagramov nosilnosti AB prečnih prerezov po EC2.

$$A_c = 20 \text{ cm} * 8,25 \text{ cm} + 26,75 \text{ cm} * 9,5 \text{ cm} = 419,13 \text{ cm}^2$$

$$n_d = \frac{N_d}{A_c f_{cd}} = \frac{0 \text{ kN/cm}^2}{419,13 \text{ cm}^2 * 2,33 \text{ kN/cm}^2} = 0$$

$$m_d = \frac{M_d}{A_c f_{cd} h} = \frac{2459 \text{ kNcm/cm}^2}{419,13 \text{ cm}^2 * 35 \text{ cm} * 2,33 \text{ kN/cm}^2} = 0,072$$

$$\mu = 0,075$$

$$\mu = \frac{\mu}{1 - k} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,075}{1 - 0} \cdot \frac{2,33 \text{ kNcm}^2}{34,8 \text{ kNcm}^2} = 0,00502$$

$$A_s = A_c \cdot \mu = 2,105 \text{ cm}^2 \rightarrow 1 \Phi 18$$

5.2 Strižna armatura

$$V_{d,max} = 19,67 \text{ kN}$$

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \left[\left(\frac{1}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{200}{d} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{200}{305} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{A_{sl}}{b_w d} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{N_{Ed}}{A_c} \right)^{1/4} \cdot C_{Rd,c} \cdot k_{min} \right] \cdot f_{ck}^{3/2} \cdot f_{ctk}^{1/2}$$

$$V_{Rd,c,min} = 14,60 \text{ kN}$$

$$k = 1,2 \cdot \frac{200}{d} = 2,0 \quad ; \quad k = 1,2 \cdot \frac{200}{305} = 1,81$$

$$\left(\frac{A_{sl}}{b_w d} \right)^{1/4} = 0,02 \quad ; \quad \left(\frac{2,54 \text{ cm}^2}{9,5 \text{ cm} \cdot 30,5 \text{ cm}} \right)^{1/4} = 0,0123 = 0,02$$

$$\left(\frac{N_{Ed}}{A_c} \right)^{1/4} = 0,2 \cdot f_{cd} \quad ; \quad \left(\frac{N}{\text{mm}^2} \right)^{1/4} = 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\eta} = C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \quad ; \quad k_{min} = 0,035 \cdot 1,81^{3/2} \cdot 35^{1/2} = 0,504 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} = \left[\left(\frac{1}{1,2} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{200}{35} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{200}{305} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{1,01 \text{ cm}^2}{9,5 \text{ cm} \cdot 30,5 \text{ cm}} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \right)^{1/4} \cdot 0,12 \cdot 0,504 \right] \cdot f_{ck}^{3/2} \cdot f_{ctk}^{1/2} = 22060 \text{ N} = 22,06 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = 14,60 \text{ kN}$$

$$V_{d,max} = 19,67 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 14,60 \text{ kN} \rightarrow \text{potrebno je namestiti strižno armaturo}$$

Izbremo navpična stremena:

$$\alpha = 90^\circ \quad ; \quad \theta = 45^\circ$$

$$\frac{A_{sw}}{s} \square \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z}$$

$$z = 0,9 * d \rightarrow z = 0,9 * 30,5 \text{ cm} = 27,45 \text{ cm}$$

$$f_{ywd} \square \frac{f_{yd}}{\gamma_s} \square \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} \square 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{wd} = V_d = 18,65 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} \square \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z} \square \frac{18,65 \text{ kN}}{34,8 \text{ kN/cm}^2 * 27,45 \text{ cm}} \square 0,0206 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Izberemo $s = 15 \text{ cm}$

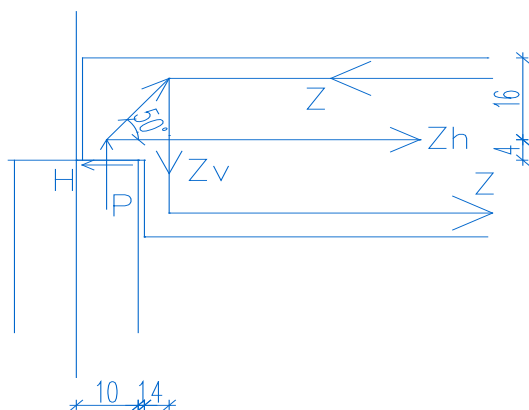
Izberemo 2 strižno streme : $A_{sw} = n * A_{sw1}$

$$A_{sw1} \square \frac{A_{sw}}{n} \square \frac{A_{sw}}{2}$$

$$A_{sw} = s * 0,0206 \text{ cm}^2/\text{cm} = 0,309 \text{ cm}^2 / 15 \text{ cm}$$

$$A_{sw1} = 0,1545 \text{ cm}^2 / 15 \text{ cm} \rightarrow \text{izberemo } \Phi 6 / 15 \text{ cm.}$$

6.0 Dvignjeno ležišče



Slika 4.4: Model armature v oslabljenem priključku

$$\alpha = 50^\circ$$

$$P = V_{d,max} = 19,67 \text{ kN}$$

$$H = 0 \text{ kN}$$

$$Z_h \approx \frac{H}{g} \approx Z_v \quad H \quad ; \quad Z_h \approx 23,44 \text{ kN}$$

$$Z_v \approx P \quad ; \quad Z_v \approx 19,67 \text{ kN}$$

Horizontalna armatura :

$$A_{s,h} \approx \frac{Z_h}{f_{yd}} \approx \frac{23,44 \text{ kNcm}^2}{34,8 \text{ kN}} \approx 0,674 \text{ cm}^2$$

Izberemo 2 zanki $\Phi 10$ ($A_s = 1,57 \text{ cm}^2$)

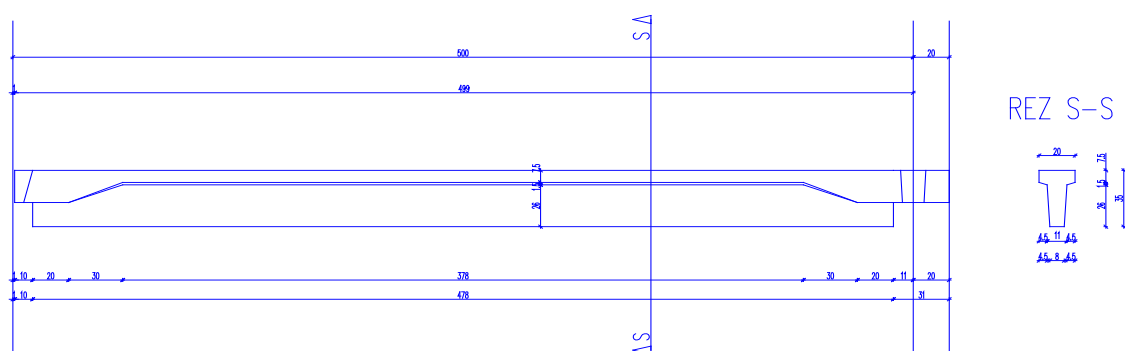
Vertikalna armatura :

$$A_{s,v} \approx \frac{Z_v}{f_{yd}} \approx \frac{19,67 \text{ kNcm}^2}{34,8 \text{ kN}} \approx 0,565 \text{ cm}^2$$

Izberemo 1 streme $\Phi 6$ ($A_s = 0,57$). Dodamo še konstrukcijska stremena $\Phi 6$.

5. RAČUN MONTAŽNE ARMIRANOBETONSKE LEGE MLK – T (5+0,2)

1.0 Zasnova



Slika 5.1: Opažni načrt montažne lege MLK - T (5 + 0,2)



Slika 5.2: Model montažne lege MLK - T (5 + 0,2)

Razpetina : $L = 5,0 \text{ m} + 0,2 \text{ m}$

Razmak leg : $e = 2,0 \text{ m}$

Kritina : TRIMO SNV 150

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba (G)

$$\text{Kritina TRIMO SNV 150 : } 0,3 \text{ kN/m}^2 * 2,045 \text{ m} = 0,61 \text{ kN/m}$$

$$\text{Lastna teža lege : } \begin{array}{l} \text{polje: } 25 \text{ kN/m}^3 * 0,043 \text{ m}^2 = 1,073 \text{ kN/m} \\ \text{Konzola: } 0,04 \text{ m}^2 * 25 \text{ kN/m}^3 = 1 \text{ kN/m} \end{array}$$

2.2 Spremenljiva obtežba (Q)

$$\text{Sneg : } 1,68 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} = 3,360 \text{ kN/m}$$

$$\text{Veter : } \text{pritisk: } 0,309 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} = 0,618 \text{ kN/m}$$

$$\text{srk: } -0,708 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} = -1,416 \text{ kN/m}$$

3.0 Obtežna kombinacija

$$1,35 * (G_{\text{las}} + G_{\text{krt}}) + 1,5 * S + 1,5 * 0,6 * w - \text{ za pritisk vetra}$$

$$1,0 * (G_{\text{las}} + G_{\text{krt}}) + 1,5 * w - \text{ za srk vetra}$$

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

Polje:

$$N_{d,\text{max}} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{d,\text{max}} = 24,51 \text{ kNm} ; \quad M_{d,\text{min}} = -1,37 \text{ kNm}$$

$$V_{d,\text{max}} = 19,64 \text{ kN} ; \quad V_{d,\text{min}} = -19,70 \text{ kN}$$

Konzolni del:

$$N_{d,\text{max}} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{d,\text{max}} = 0,01 \text{ kNm} ; \quad M_{d,\text{min}} = -0,16 \text{ kNm}$$

$$V_{d,\text{max}} = 1,55 \text{ kN} ; \quad V_{d,\text{min}} = -0,10 \text{ kN}$$

5.0 Dimenzioniranje

V polju ista armatura kot za lego MLS-T.

Konzola:

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura

Pravokotni prerez

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$a = 3 \text{ cm}$$

$$d = 17 \text{ cm}$$

$$\text{Beton : C35/45} \rightarrow f_{ck} = 3,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura : S400} \rightarrow f_{yk} = 40 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN/cm}^2}{1,5} = 2,33 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN/cm}^2}{1,15} = 34,8 \text{ kN/cm}^2$$

Armaturu določimo s pomočjo tabele za dimenzioniranje na upogib z osno silo.

$$M_{d,\min} = M_{us} = 0,16 \text{ kNm} = 16 \text{ kNcm}$$

$$N_{d,\max} = 0 \text{ kN}$$

$$k_h = \frac{M_s}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{16 \text{ kNcmcm}^2}{2,33 \text{ kN/cm}^2 \cdot 20 \text{ cm} \cdot 17^2 \text{ cm}^2} = 0,0012$$

→ izberemo $k_s = 1,067$ ($\epsilon_c = 2 \text{ ‰}$; $\epsilon_s = 10 \text{ ‰}$)

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_s}{d \cdot f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{16 \text{ kNcmcm}^2}{17 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN/cm}^2} = 0,029 \text{ cm}^2$$

→ izberemo 2 $\Phi 8$ ($A_s = 1,01 \text{ cm}^2$)

5.2 Strižna armatura

$$V_{d,max} = 1,55 \text{ kN}$$

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = k_1 \left[\alpha_{ct} \frac{200}{d} + \alpha_{sct} \frac{200}{170} \right] \left[\frac{A_{sl}}{b_w d} + \frac{1,01 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm} \cdot 17 \text{ cm}} \right] \left[1 - \frac{N_{Ed}}{A_c} \right] \leq \left[1 - \frac{N}{1,5 \text{ mm}^2} \right] \left[4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

$$V_{Rd,c,min} = 0,035 \cdot k_1^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} \geq 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} = 0,59 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 1,0 \leq 2,0 \quad ; \quad k_1 = 1,0 \leq 2,08 \leq k_1 \leq 2,0$$

$$\left[\frac{A_{sl}}{b_w d} \right] = 0,02 \quad ; \quad \left[\frac{1,01 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm} \cdot 17 \text{ cm}} \right] = 0,00297 \leq 0,02$$

$$\left[1 - \frac{N_{Ed}}{A_c} \right] = 0,2 \leq f_{cd} \quad ; \quad \left[1 - \frac{N}{1,5 \text{ mm}^2} \right] = 0,2 \leq \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{d} \leq C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\left[\min \left(0,035 \cdot k_1^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} \right) \right] \geq 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} = 0,59 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

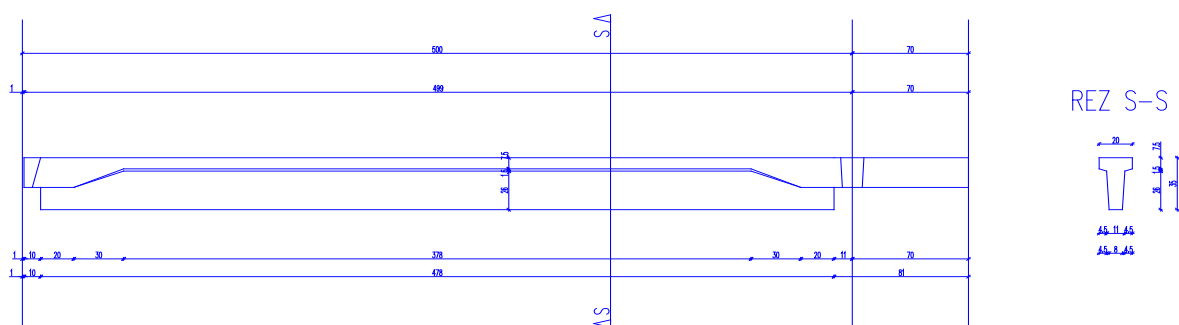
$$V_{Rd,c} = 0,15 \left[\alpha_{ct} \frac{200}{d} + \alpha_{sct} \frac{200}{170} \right] \left[\frac{A_{sl}}{b_w d} + \frac{1,01 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm} \cdot 17 \text{ cm}} \right] \left[1 - \frac{N_{Ed}}{A_c} \right] = 18490 \text{ N} = 18,49 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = 0,59 \cdot 0,15^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} = 20060 \text{ N} = 20,06 \text{ kN}$$

$V_{d,max} = 1,55 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 18,49 \text{ kN} \rightarrow$ zadošča strižna armatura $\Phi 6 / 20 \text{ cm}$.

6. RAČUN MONTAŽNE ARMIRANOBETONSKE LEGE MLK – T (5+0,7)

1.0 Zasnova



Slika 6.1: Opažni načrt montažne lege MLK - T (5 + 0,7)



Slika 6.2: Model montažne lege MLK - T (5 + 0,7)

Razpetina : $L = 5,0 \text{ m} + 0,7 \text{ m}$

Razmak leg : $e = 2,0 \text{ m}$

Kritina : TRIMO SNV 150

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba (G)

Kritina TRIMO SNV 150 : $0,3 \text{ kN/m}^2 * 2,045 \text{ m} = 0,61 \text{ kN/m}$

Lastna teža lege : polje: $25 \text{ kN/m}^3 * 0,043 \text{ m}^2 = 1,073 \text{ kN/m}$
konzolni del: $0,04 \text{ m}^2 * 25 \text{ kN/m}^3 = 1 \text{ kN/m}$

2.2 Spremenljiva obtežba (Q)

Sneg : $1,68 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} = 3,360 \text{ kN/m}$

Veter : pritisk: $0,309 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} = 0,618 \text{ kN/m}$

srk: $-0,708 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} = -1,416 \text{ kN/m}$

3.0 Obtežna kombinacija

$1,35 * (G_{\text{las}} + G_{\text{krt}}) + 1,5 * S + 1,5 * 0,6 * w$ – za pritisk vetra

$1,0 * (G_{\text{las}} + G_{\text{krt}}) + 1,5 * w$ – za srk vetra

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

Polje:

$N_{d,\text{max}} = 0 \text{ kN}$

$M_{d,\text{max}} = 23,64 \text{ kNm}$; $M_{d,\text{min}} = -1,32 \text{ kNm}$

$V_{d,\text{max}} = 19,29 \text{ kN}$; $V_{d,\text{min}} = -20,05 \text{ kN}$

Konzolni del:

$N_{d,\text{max}} = 0 \text{ kN}$

$M_{d,\text{max}} = 0,13 \text{ kNm}$; $M_{d,\text{min}} = -1,96 \text{ kNm}$

$V_{d,\text{max}} = 5,44 \text{ kN}$; $V_{d,\text{min}} = -0,36 \text{ kN}$

5.0 Dimenzioniranje

V polju ista armatura kot za lego MLS-T.

Konzola:

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura

Pravokotni prerez

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$a = 3 \text{ cm}$$

$$d = 17 \text{ cm}$$

$$\text{Beton : C35/45} \rightarrow f_{ck} = 3,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura : S400} \rightarrow f_{yk} = 40 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Armaturu določimo s pomočjo tabele za dimenzioniranje na upogib z osno silo.

$$M_{d,\min} = M_{us} = 1,96 \text{ kNm} = 196 \text{ kNcm}$$

$$N_{d,\max} = 0 \text{ kN}$$

$$k_h = \frac{M_s}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{196 \text{ kNcmcm}^2}{2,33 \text{ kN} \cdot 20 \text{ cm} \cdot 17^2 \text{ cm}^2} = 0,0146$$

→ izberemo $k_s = 1,067$ ($\epsilon_c = 2 \text{ ‰}$; $\epsilon_s = 10 \text{ ‰}$)

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_s}{d \cdot f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{196 \text{ kNcmcm}^2}{17 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 0,354 \text{ cm}^2$$

→ izberemo 2 $\Phi 8$ ($A_s = 1,01 \text{ cm}^2$)

5.2 Strižna armatura

$$V_{d,max} = 5,44 \text{ kN}$$

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \left[\left(\frac{200}{170} \right)^2 \cdot 0,08 + 1,0 \right] \cdot k \cdot \left(\frac{1,01 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm} \cdot 17 \text{ cm}} \right) \cdot \left(\frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \right) \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot C_{Rd,c} \cdot \frac{0,18}{1,5} \cdot \min \left(0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ; 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} \right) \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$V_{Rd,c,min} = 0,50 \cdot 0,15 \cdot 0,170 \cdot 200 = 20060 \text{ N} = 20,06 \text{ kN}$$

$$k = 1 + \frac{200}{170} = 2,08 \approx k = 2,0$$

$$\rho = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} = 0,02 \quad ; \quad \rho = \frac{1,01 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm} \cdot 17 \text{ cm}} = 0,00297 \approx 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,2 \cdot f_{cd} \quad ; \quad \sigma_{cp} = \frac{N}{\text{mm}^2} = 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\min \left(0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ; 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} \right) = 0,59 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

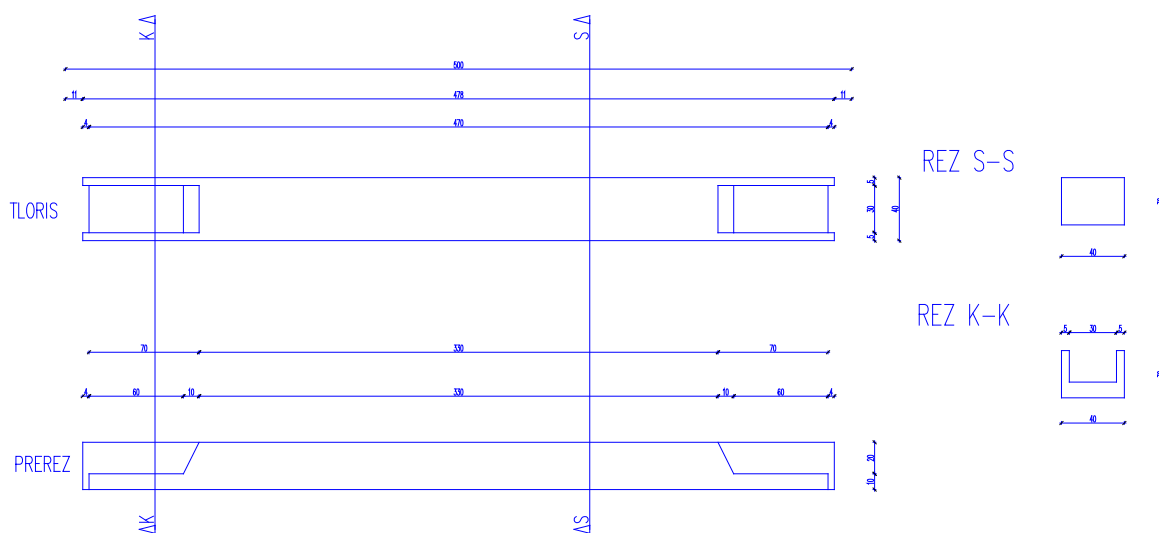
$$V_{Rd,c} = \left[\left(\frac{200}{170} \right)^2 \cdot 0,08 + 1,0 \right] \cdot k \cdot \left(\frac{1,01 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm} \cdot 17 \text{ cm}} \right) \cdot \left(\frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \right) \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot C_{Rd,c} \cdot \frac{0,18}{1,5} \cdot \min \left(0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ; 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} \right) \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} = 18490 \text{ N} = 18,49 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = 0,50 \cdot 0,15 \cdot 0,170 \cdot 200 = 20060 \text{ N} = 20,06 \text{ kN}$$

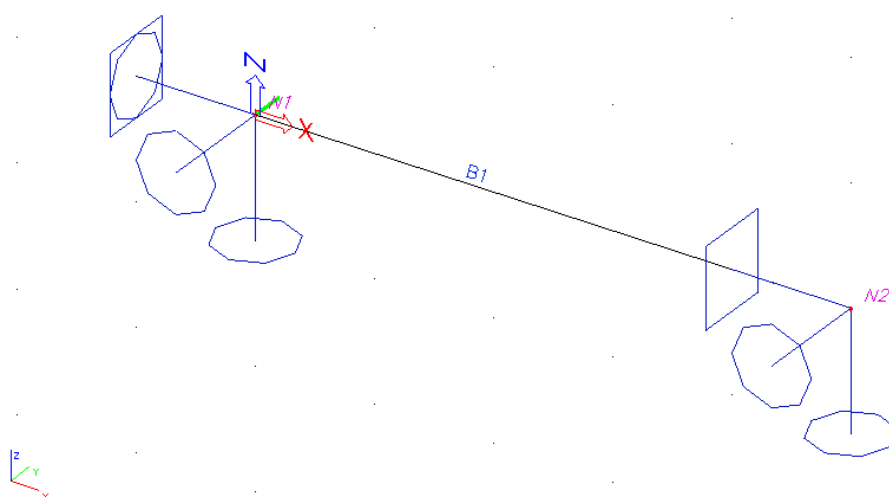
$V_d = 5,33 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 18,49 \text{ kN} \rightarrow$ zadošča strižna armatura $\Phi 6 / 20 \text{ cm}$.

7. RAČUN ROBNEGA NOSILCA MRN – 5

1.0 Zasnova



Slika 7.1: Opažni načrt robnega nosilca MRN - 5



Slika 7.2: Model robnega nosilca MRN - 5

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba (G)

Pozidava z opečnim zidakom 19 cm do kritine : $5 \text{ kN/m}^2 * 0,5 \text{ m} = 2,5 \text{ kN/m}$

Lastna teža : $25 \text{ kN/m}^3 * 0,12 \text{ m}^2 = 3,0 \text{ kN/m}$

2.2 Spremenljiva obtežba (Q)

$p = 1 \text{ kN/m}$

Veter: $0,689 \text{ kN/m}^2 * 0,8 \text{ m} = 0,551 \text{ kN/m}$

Obtežbi p in vetra se izključujeta!

3.0 Obtežna kombinacija

$$1,35 * (G_{\text{las}} + G_{\text{poz}}) + 1,5 * Q$$

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

$$N_{d,\text{max}} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{d,y,\text{max}} = 27,65 \text{ kNm} \quad ; \quad M_{d,z,\text{max}} = 2,58 \text{ kNm}$$

$$V_{d,y,\text{max}} = 2,07 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,z,\text{max}} = 22,12 \text{ kN}$$

$$V_{d,y,\text{min}} = -2,07 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,z,\text{min}} = -22,12 \text{ kN}$$

5.0 Dimenzioniranje

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura

Pravokotni prerez

$$b = 40 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$a = 3 \text{ cm}$$

$$d = 27 \text{ cm}$$

Beton : C30/37 $\rightarrow f_{ck} = 3,0 \text{ kN/cm}^2$

Armatura : S400 $\rightarrow f_{ck} = 40 \text{ kN/cm}^2$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} = 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Armaturο določimo s pomočjo tabele za dimenzioniranje na upogib z osno silo.

$$M_{d,y,max} = M_{us} = 27,65 \text{ kNm} = 2765 \text{ kNcm}$$

$$N_d = 0 \text{ kN}$$

$$k_h = \frac{M_s}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{2765 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 27^2 \text{ cm}^2} = 0,047$$

→ izberemo $k_s = 1,067$ ($\epsilon_c = 2 \text{ ‰}$; $\epsilon_s = 10 \text{ ‰}$)

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_s}{d \cdot f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{2765 \text{ kNcmcm}^2}{27 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 3,14 \text{ cm}^2$$

→ izberemo 4 $\Phi 12$ ($A_s = 4,52 \text{ cm}^2$)

5.2 Strižna armatura

$$V_{d,z,max} = 22,12 \text{ kN}$$

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$V_{Rdc} = \dots$$

$$V_{Rdc,min} = \dots$$

$$k = 1 + \frac{200}{d} = 2,0 \quad ; \quad k = 1 + \frac{200}{270} = 1,86$$

$$\rho = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} = 0,02 \quad ; \quad \rho = \frac{4,52 \text{ cm}^2}{40 \text{ cm} \cdot 27 \text{ cm}} = 0,0042 = 0,02$$

$$\rho_{ep} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,2 \cdot f_{cd} \quad ; \quad \rho_{ep} = 0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} = 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,18}{\gamma_c} = C_{Rdc} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ; \quad k_{\min} = 0,035 \cdot 1,86^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,486 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

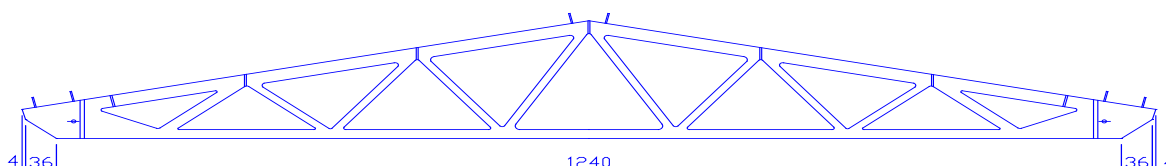
$$V_{Rd,c} = \left(0,486 \cdot 0,15 \cdot 0,994 \cdot 30 \cdot 0,15 \cdot 0 \right) \cdot 56090 \text{ N} = 56,09 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,\min} = \left(0,486 \cdot 0,15 \cdot 0,994 \cdot 30 \cdot 0,15 \cdot 0 \right) \cdot 52490 \text{ N} = 52,49 \text{ kN}$$

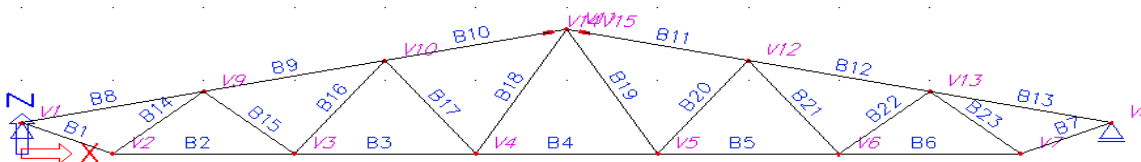
$V_d = 22,12 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 52,49 \text{ kN} \rightarrow$ zadošča strižna armatura $\Phi 6 / 15$.

8. RAČUN STREŠNEGA NOSILCA (MAP – 12)

1.0 Zasnova



Slika 8.1: Opažni načrt strešnega nosilca (MAP 12)



Slika 8.2: Model strešnega nosilca MAP 12

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba (G)

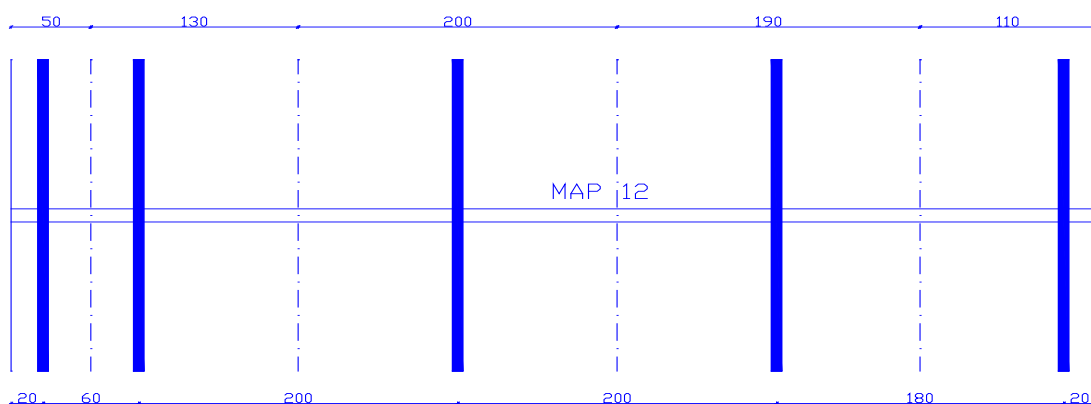
→ Lastna teža nosilca : $G_{nos} = 28 \text{ kN}$

Teža previsa $L_k = 0,6 \text{ m}$: $V_p = 0,0492 \text{ m}^3 \rightarrow G_p = 0,0492 \text{ m}^3 * 25 \text{ kN/m}^3 = 1,23 \text{ kN}$

Lastna teža preostalega dela : $G_{pd} = 28 \text{ kN} - 2 * 1,23 \text{ kN} = 25,54 \text{ kN}$

Podamo kot zvezno obtežbo $g_{pd} = 25,54 \text{ kN} / 12 \text{ m} = 2,13 \text{ kN/m}$

→ Obtežba leg



Slika 8.3: Shematski prikaz vplivnih površin leg na polovici strehe

Lastna teža leg : $g_{lege} = 1,073 \text{ kN/m}$

Dolžina lege: $L = 5\text{m}$

$P_{lege} = 1,073 \text{ kN/m} * 5\text{m} = 5,35 \text{ kN}$

Teža kritine TRIMO SNV 150 : $g_{kritine} = 0,3 \text{ kN/m}^2$

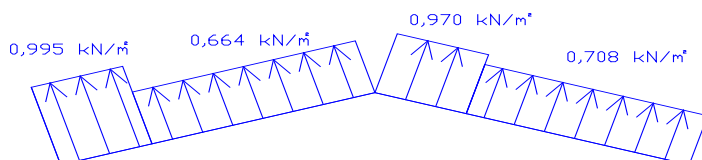
→ Inštalacije: $p = 0,20 \text{ kN/m}^2$

2.2 Spremenljiva obtežba (Q)

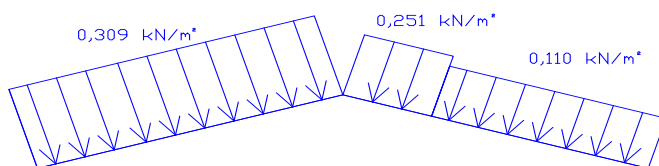
→ Sneg :

1.obtežni primer : $S_1 = 1,68 \text{ kN/m}^2$
2.obtežni primer : $S_2 = 0,84 \text{ kN/m}^2$

→ Veter :



Slika 8.4: Obtežba vetra na strešni nosilec-veter v prečni smeri- 1. primer



Slika 8.5: Obtežba vetra na strešni nosilec-veter v prečni smeri- 2. primer

Obtežbe so podane v vozliščih.

Vozlišče V1:

$$\text{Teža previsa (} L_k \text{ 0,6m) : } G_p = 1,23 \text{ kN}$$

$$\text{Lastna teža 2 leg : } G_{\text{lege}} = 2 * 1,073 \text{ kN/m} * 5 \text{ m} = 10,7 \text{ kN}$$

$$\text{Teža kritine: } G_{\text{kritine}} = 0,3 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * (0,5 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = 2,7 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_1 = 1,68 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * (0,5 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = 15,12 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_2 = 0,84 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * (0,5 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = 7,56 \text{ kN}$$

$$\text{Veter : } w_1 = -0,995 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * (0,5 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = -8,955 \text{ kN}$$

$$w_2 = 0,309 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * (0,5 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = 2,781 \text{ kN}$$

Vozlišče V8:

$$\text{Teža previsa (} L_k \text{ 0,6m) : } G_p = 1,23 \text{ kN}$$

$$\text{Lastna teža 2 leg : } G_{\text{lege}} = 2 * 1,073 \text{ kN/m} * 5 \text{ m} = 10,7 \text{ kN}$$

$$\text{Teža kritine: } G_{\text{kritine}} = 0,3 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * (0,5 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = 2,7 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_1 = 1,68 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * (0,5 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = 15,12 \text{ kN}$$

$$\text{Veter : } w_1 = -0,708 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * (0,5 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = -6,372 \text{ kN}$$

$$w_2 = 0,110 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * (0,5 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = 0,99 \text{ kN}$$

Vozlišče V9:

$$\text{Lastna teža lege : } G_{\text{lege}} = 1,073 \text{ kN/m} * 5 \text{ m} = 5,53 \text{ kN}$$

$$\text{Teža kritine: } G_{\text{kritine}} = 0,3 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2 \text{ m} = 3 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_1 = 1,68 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2 \text{ m} = 16,8 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_2 = 0,84 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2 \text{ m} = 8,4 \text{ kN}$$

$$\text{Veter : } w_1 = -0,664 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2 \text{ m} = -6,64 \text{ kN}$$

$$w_2 = 0,309 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2 \text{ m} = 3,09 \text{ kN}$$

Vozlišče V10:

$$\text{Lastna teža lege : } G_{\text{lege}} = 1,073 \text{ kN/m} * 5 \text{ m} = 5,53 \text{ kN}$$

$$\text{Teža kritine: } G_{\text{kritine}} = 0,3 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = 2,85 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_1 = 1,68 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = 15,96 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_2 = 0,84 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = 7,98 \text{ kN}$$

$$\text{Veter : } w_1 = -0,664 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = -6,308 \text{ kN}$$

$$w_2 = 0,309 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = 2,936 \text{ kN}$$

Vozlišče V12:

$$\text{Lastna teža lege : } G_{\text{lege}} = 1,073 \text{ kN/m} * 5 \text{ m} = 5,53 \text{ kN}$$

$$\text{Teža kritine: } G_{\text{kritine}} = 0,3 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = 2,85 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_1 = 1,68 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = 15,96 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_2 = 0,84 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = 7,98 \text{ kN}$$

$$\text{Veter : } w_1 = -0,708 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = -6,726 \text{ kN}$$

$$w_2 = 0,110 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,9 \text{ m} = 1,045 \text{ kN}$$

Vozlišče V13:

$$\text{Lastna teža lege : } G_{\text{lege}} = 1,073 \text{ kN/m} * 5 \text{ m} = 5,53 \text{ kN}$$

$$\text{Teža kritine: } G_{\text{kritine}} = 0,3 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2 \text{ m} = 3 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_1 = 1,68 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2 \text{ m} = 16,8 \text{ kN}$$

$$\text{Veter : } w_1 = -0,708 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2 \text{ m} = -7,08 \text{ kN}$$

$$w_2 = 0,110 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2 \text{ m} = 1,1 \text{ kN}$$

Vozlišče V14 (20 cm levo od V11):

$$\text{Lastna teža lege : } G_{\text{lege}} = 1,073 \text{ kN/m} * 5 \text{ m} = 5,53 \text{ kN}$$

$$\text{Teža kritine: } G_{\text{kritine}} = 0,3 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,1 \text{ m} = 1,65 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_1 = 1,68 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,1 \text{ m} = 9,24 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_2 = 0,84 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,1 \text{ m} = 4,62 \text{ kN}$$

$$\text{Veter : } w_1 = -0,664 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,1 \text{ m} = -3,652 \text{ kN}$$

$$w_2 = 0,309 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,1 \text{ m} = 1,7 \text{ kN}$$

Vozlišče V15 (20 cm desno od V11):

$$\text{Lastna teža lege : } G_{\text{lege}} = 1,073 \text{ kN/m} * 5 \text{ m} = 5,53 \text{ kN}$$

$$\text{Teža kritine: } G_{\text{kritine}} = 0,3 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,1 \text{ m} = 1,65 \text{ kN}$$

$$\text{Sneg : } S_1 = 1,68 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,1 \text{ m} = 9,24 \text{ kN}$$

$$\text{Veter : } w_1 = -0,97 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,1 = -5,335 \text{ kN}$$

$$w_2 = 0,251 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,1 \text{ m} = 1,381 \text{ kN}$$

Vozlišče V2, V3, V4, V5, V6, V7

$$\text{Inštalacije : } G_{\text{inst}} = 0,20 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} * 5 \text{ m} = 2 \text{ kN}$$

3.0 Obtežna kombinacija

MSN in MSU

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

5.0 Dimenzioniranje

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura

5.1.1 Spodnja pasnica (Elementi 2,3,4,5,6)

$$N_{d,\text{max}} = 305,45 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 1,23 \text{ kNm} \quad ; \quad M_{d,min} = -0,22 \text{ kNm}$$

$$V_{d,max} = 1,30 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,min} = -1,31 \text{ kN}$$

Natezne sile prevzame samo armatura.

$$f_{cd} = \frac{f_{dk}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{20 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} \quad ; \quad A_c = b \cdot h = 20 \cdot 14 = 280 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{N_d}{f_{yd}} = \frac{305,45 \text{ kNcm}^2}{34,8 \text{ kN}} = 8,78 \text{ cm}^2$$

→ izberemo 4 Φ 18 ($A_s = 10,18 \text{ cm}^2$)

5.1.2 Zgornja pasnica (Elementi 8,9,10,11,12, 13)

$$N_{d,min} = -305,15 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 2,78 \text{ kNm} \quad ; \quad M_{d,min} = -4,92 \text{ kNm}$$

$$V_{d,max} = 2,60 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,min} = -26,38 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{dk}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{20 \text{ cm}}{18 \text{ cm}} \quad ; \quad A_c = b \cdot h = 20 \cdot 18 = 360 \text{ cm}^2$$

Armaturu določimo s pomočjo interakcijskih diagramov nosilnosti AB prečnih prerezov po EC.

$$a = 3,5 \text{ cm}$$

$$\frac{a}{h} = \frac{3,5 \text{ cm}}{18 \text{ cm}} = 0,195 < 0,20$$

$$k = 1$$

$$n_d = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{305,15 \text{ kN cm}^2}{360 \text{ cm}^2 \cdot 2,33 \text{ kN}} = 0,364$$

$$m_d = \frac{M_d}{A_c \cdot f_{cd} \cdot h} = \frac{492 \text{ kN cm cm}^2}{360 \text{ cm}^2 \cdot 18 \text{ cm} \cdot 2,33 \text{ kN}} = 0,033$$

$$\xi < 0,1$$

$$\frac{\xi}{1-k} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,1}{1-1} \cdot \frac{2,33 \text{ kN cm}^2}{34,8 \text{ kN cm}^2} = 0,0034$$

$$A_s = A_c \cdot \mu = 1,21 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \Phi 18 \quad (A_s = 5,09 \text{ cm}^2)$$

$$A_s' = k \cdot A_s = 1,21 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \Phi 18 \quad (A_s = 5,09 \text{ cm}^2)$$

5.1.3 Diagonale

5.1.3.1 (Elementi 14,23)

$$N_{d,\min} = -119,01 \text{ kN}$$

$$M_{d,\max} = 0,52 \text{ kNm} \quad ; \quad M_{d,\min} = -0,03 \text{ kNm}$$

$$V_{d,\max} = 0,45 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,\min} = -0,41 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{14 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} \quad ; \quad A_c = b \cdot h = 14 \cdot 14 = 196 \text{ cm}^2$$

Armaturu določimo s pomočjo interakcijskih diagramov nosilnosti AB prečnih prerezov po EC2.

$$a = 3,5 \text{ cm}$$

$$\frac{a}{h} = \frac{3,5 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} = 0,25$$

$$k = 1$$

$$n_d = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{119,01 \text{ kN cm}^2}{196 \text{ cm}^2 \cdot 2,33 \text{ kN}} = 0,261$$

$$m_d = \frac{M_d}{A_c \cdot f_{cd} \cdot h} = \frac{52 \text{ kN cm cm}^2}{196 \text{ cm}^2 \cdot 14 \text{ cm} \cdot 2,33 \text{ kN}} = 0,008$$

$$\eta = 0,1$$

$$\frac{\eta}{1} \cdot \frac{f_{cd}}{k} = \frac{0,1}{1} \cdot \frac{2,33 \text{ kN cm}^2}{34,8 \text{ kN cm}^2} = 0,0034$$

$$A_s = A_c \cdot \mu = 0,67 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \Phi 10 \text{ (} A_s = 1,57 \text{ cm}^2 \text{)}$$

$$A_s' = k \cdot A_s = 0,67 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \Phi 10 \text{ (} A_s = 1,57 \text{ cm}^2 \text{)}$$

5.1.3.2 (Elementi 15,22)

$$N_{d,max} = 23,12 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 0,48 \text{ kNm} ; \quad M_{d,min} = -0,13 \text{ kNm}$$

$$V_{d,max} = 0,69 \text{ kN} ; \quad V_{d,min} = -0,70 \text{ kN}$$

Natezne sile prevzame samo armatura.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{10 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} ; \quad A_c = b \cdot h = 10 \cdot 14 = 140 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{N_d}{f_{yd}} = \frac{23,12 \text{ kN cm}^2}{34,8 \text{ kN}} = 0,664 \text{ cm}^2$$

→ izberemo 4 $\Phi 10$ ($A_s = 3,14 \text{ cm}^2$)

5.1.3.3 (Elementi 16, 17, 20, 21)

$$N_{d,min} = -36,13 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 0,25 \text{ kNm} ; \quad M_{d,min} = -0,06 \text{ kNm}$$

$$V_{d,max} = 0,38 \text{ kN} ; \quad V_{d,min} = -0,38 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{10 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} ; \quad A_c = b \cdot h = 140 \text{ cm}^2$$

Armaturu določimo s pomočjo interakcijskih diagramov nosilnosti AB prečnih prerezov po EC2.

$$a = 3,5 \text{ cm}$$

$$\frac{a}{h} = \frac{3,5 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} = 0,25$$

$$k = 1$$

$$n_d = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{36,13 \text{ kN}}{140 \text{ cm}^2 \cdot 2,33 \text{ kN}} = 0,111$$

$$m_d = \frac{M_d}{A_c \cdot f_{cd} \cdot h} = \frac{25 \text{ kNcm}}{140 \text{ cm}^2 \cdot 14 \text{ cm} \cdot 2,33 \text{ kN}} = 0,006$$

$$\eta = 0,1$$

$$\frac{\eta}{1-k} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,1}{1-1} \cdot \frac{2,33 \text{ kNcm}^2}{34,8 \text{ kNcm}^2} = 0,0034$$

$$A_s = A_c \cdot \mu = 0,48 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \Phi 10 \text{ (} A_s = 1,57 \text{ cm}^2 \text{)}$$

$$A_s' = k \cdot A_s = 0,48 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \Phi 10 \text{ (} A_s = 1,57 \text{ cm}^2 \text{)}$$

5.1.3.2 (Elementi 18,19)

$$N_{d,max} = 39,72 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 0,10 \text{ kNm} ; \quad M_{d,min} = -0,18 \text{ kNm}$$

$$V_{d,max} = 0,34 \text{ kN} ; \quad V_{d,min} = -0,27 \text{ kN}$$

Natezne sile prevzame samo armatura.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{10 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} ; \quad A_c = b \cdot h = 10 \cdot 14 = 140 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{N_d}{f_{yd}} = \frac{39,72 \text{ kNcm}^2}{34,8 \text{ kN}} = 1,14 \text{ cm}^2$$

→ izberemo 4 Φ 10 ($A_s = 3,14 \text{ cm}^2$)

5.1.3.2 (Elementi 1, 7)

$$N_{d,max} = 208,10 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 0,75 \text{ kNm} ; \quad M_{d,min} = -0,06 \text{ kNm}$$

$$V_{d,max} = 0,62 \text{ kN} ; \quad V_{d,min} = -0,91 \text{ kN}$$

Natezne sile prevzame samo armatura.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

$$\frac{b}{h} = \frac{20 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} ; \quad A_c = b \cdot h = 20 \cdot 14 = 280 \text{ cm}^2$$

$$A_s \square \frac{N_d}{f_{yd}} \square \frac{208,10 \text{ kNcm}^2}{34,8 \text{ kN}} \square 5,98 \text{ cm}^2$$

→ izberemo 2 Φ 20 ($A_s = 6,28 \text{ cm}^2$)

5.2 Strižna armatura

5.2.1 Spodnja pasnica (Elementi 2,3,4,5,6)

$$V_{d,\min} = -1,31 \text{ kN} \quad ; \quad N_{d,\text{prip}} = 305,45 \text{ kN}$$

$$f_{cd} \square \frac{f_{ck}}{\gamma} \square \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} \square 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} \square \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \square \frac{40 \text{ kN}}{1,15} \square 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} \square \frac{20 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} \quad ; \quad A_c \square b \cdot h \square 20 \cdot 14 \square 280 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rdc} \square \dots$$

$$V_{Rdc,\min} \square \dots$$

$$d = h - a = 140 \text{ mm} - 35 \text{ mm} = 105 \text{ mm}$$

$$b_w = 200 \text{ mm}$$

$$k \square 1 + \frac{200}{d} \square 2,0 \quad ; \quad k \square 1 + \frac{200}{105} \square 2,38 \square k \square 2,0$$

$$\gamma \square \frac{A_{sl}}{b_w d} \square 0,02 \quad ; \quad \gamma \square \frac{5,09 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm} \cdot 10,5 \text{ cm}} \square 0,024 \square \gamma \square 0,02$$

$$\sigma_{cp} \square \frac{N_{Ed}}{A_c} \square 0,2 \cdot f_{cd} \quad ; \quad \sigma_{cp} \square 0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rdc} \square \frac{0,18}{\gamma} \square C_{Rdc} \square \frac{0,18}{1,5} \square 0,12$$

$$\sigma_{min} \square 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad \sigma_{min} \square 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} \square 0,59 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} \square \frac{1,0 \cdot 0,02 \cdot 35 \cdot 20771 \text{ N}}{1,5} \square 20,77 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} \square \frac{1,0 \cdot 0,15 \cdot 12390 \text{ N}}{1,5} \square 12,39 \text{ kN}$$

$V_{d,min} = 1,31 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 12,39 \text{ kN} \rightarrow$ zadošča strižna armatura $\Phi 6 / 15$.

5.2.2 Zgornja pasnica (Elementi 2,3,4,5,6)

$$V_{d,min} = -26,38 \text{ kN} ; N_{d,prisp} = -284,86 \text{ kN}$$

$$f_{cd} \square \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \square \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} \square 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} \square \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \square \frac{40 \text{ kN}}{1,15} \square 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} \square \frac{20 \text{ cm}}{18 \text{ cm}} ; A_c \square b \cdot h \square 20 \cdot 18 \square 360 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd,c} \square \frac{1,0 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d \cdot p}{1,5}$$

$$V_{Rd,c,min} \square \frac{1,0 \cdot f_{yd} \cdot b \cdot d \cdot p}{1,5}$$

$$d = h - a = 180 \text{ mm} - 35 \text{ mm} = 145 \text{ mm}$$

$$b_w = 200 \text{ mm}$$

$$k_1 \square 1 + \frac{200}{d} \square 2,0 ; k_1 \square 1 + \frac{200}{145} \square 2,17 \square k_1 \square 2,0$$

$$\eta \square \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \square 0,02 ; \eta \square \frac{5,09 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm} \cdot 14,5 \text{ cm}} \square 0,018$$

$$\sigma_{cp} \square \frac{N_{Ed}}{A_c} \square 0,2 \cdot f_{cd} ; \sigma_{cp} \square \frac{284860}{36000} \square 7,91 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \square 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \square 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} ; \sigma_{cp} \square 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} \square \frac{0,18}{\eta} \square C_{Rd,c} \square \frac{0,18}{1,5} \square 0,12$$

$$\eta_{min} \square 0,035 \cdot k_1^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ; \eta_{min} \square 0,035 \cdot 2,2^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} \square 0,59 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} \square \frac{0,016}{35} \cdot 48009 \square 48,01 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} \square 37,42 \text{ kN}$$

$V_{d,min} = 26,38 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 37,42 \text{ kN} \rightarrow$ zadošča strižna armatura $\Phi 6 / 20$.

5.2.3 Diagonale (Elementi 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22)

$$V_{d,min} = -0,70 \text{ kN} \quad ; \quad N_{d,prip} = 21,67 \text{ kN}$$

$$f_{cd} \square \frac{f_{ck}}{\gamma_d} \square \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} \square 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} \square \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \square \frac{40 \text{ kN}}{1,15} \square 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} \square \frac{10 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} \quad ; \quad A_c \square b \cdot h \square 10 \cdot 14 \square 140 \text{ cm}^2$$

$$d = h - a = 140 \text{ mm} - 35 \text{ mm} = 105 \text{ mm}$$

$$b_w = 100 \text{ mm}$$

$$k \square 1 + \frac{200}{d} \square 2,0 \quad ; \quad k \square 1 + \frac{200}{105} \square 2,38 \square k \square 2,0$$

$$\rho \square \frac{A_{sl}}{b_w d} \square 0,02 \quad ; \quad \rho \square \frac{1,57 \text{ cm}^2}{10 \text{ cm} \cdot 10,5 \text{ cm}} \square 0,015$$

$$\sigma_{cp} \square \frac{N_{Ed}}{A_c} \square 0,2 f_{cd} \quad ; \quad \sigma_{cp} \square \frac{N}{\text{mm}^2} \square 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \square 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad ; \quad \sigma_{cp} \square \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} \square \frac{0,18}{\gamma_d} \square C_{Rd,c} \square \frac{0,18}{1,5} \square 0,12$$

$$\rho_{min} \square 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad \rho_{min} \square 0,035 \cdot 2,2^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} \square 0,59 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} \square \frac{0,015}{35} \cdot 9436 \square 9,43 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = 0,50 \cdot 0,15 \cdot 0,195 \cdot 100 \cdot 6195 \text{ N} = 6,19 \text{ kN}$$

$V_{d,min} = 0,70 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 6,19 \text{ kN} \rightarrow$ zadošča strižna armatura $\Phi 6 / 15$.

5.2.3 Diagonale (Elementi 14, 23)

$$V_{d,max} = 0,45 \text{ kN} ; N_{d,prp} = -119,01 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{14 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} ; A_c = b \cdot h = 14 \cdot 14 = 196 \text{ cm}^2$$

$$d = h - a = 140 \text{ mm} - 35 \text{ mm} = 105 \text{ mm}$$

$$b_w = 140 \text{ mm}$$

$$k_1 = \frac{200}{d} = 2,0 ; k_2 = \frac{200}{105} = 2,38 ; k = 2,0$$

$$\eta = \frac{A_{sl}}{b_w d} = 0,02 ; \eta = \frac{1,57 \text{ cm}^2}{14 \text{ cm} \cdot 10,5 \text{ cm}} = 0,011$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,2 f_{cd} ; \sigma_{cp} = \frac{119010}{19600} = 6,07 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} ; \sigma_{cp} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\sigma_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ; \sigma_{min} = 0,035 \cdot 2,2^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} = 0,59 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

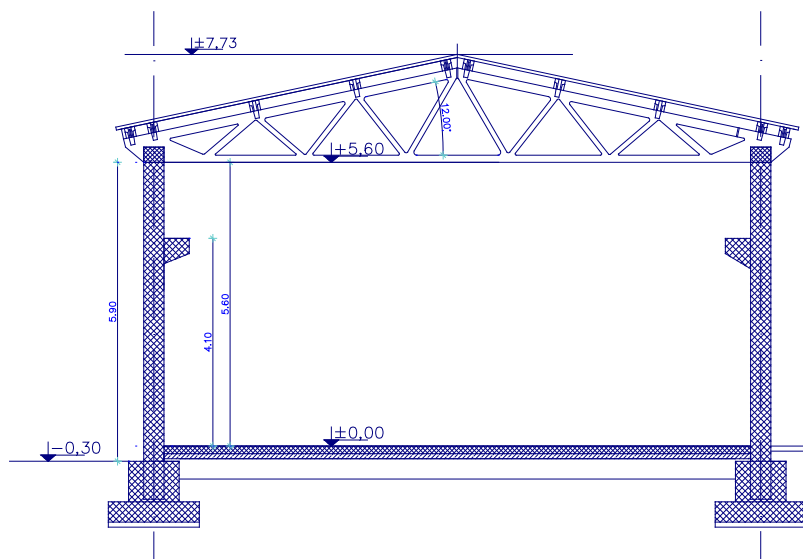
$$V_{Rd,c} = 0,95 \cdot 0,15 \cdot 35 \cdot 0,15 \cdot 4,67 \cdot 2210 \text{ N} = 22,21 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = 0,50 \cdot 0,15 \cdot 4,67 \cdot 0,195 \cdot 140 \cdot 18970 \text{ N} = 18,97 \text{ kN}$$

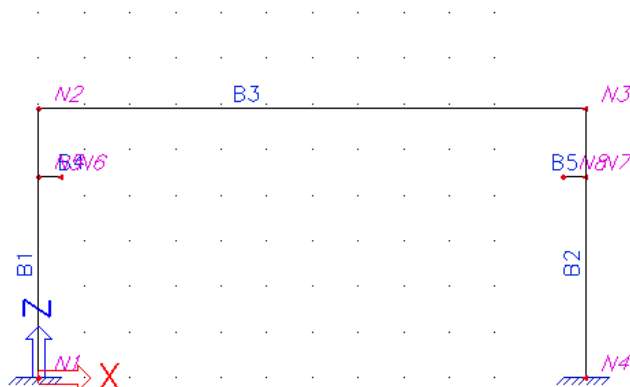
$V_d = 0,95 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 20,78 \text{ kN} \rightarrow$ zadošča strižna armatura $\Phi 6 / 15$.

9. RAČUN STEBROV DIMENZIJ $b/h = 40/40$ cm

1.0 Zasnova

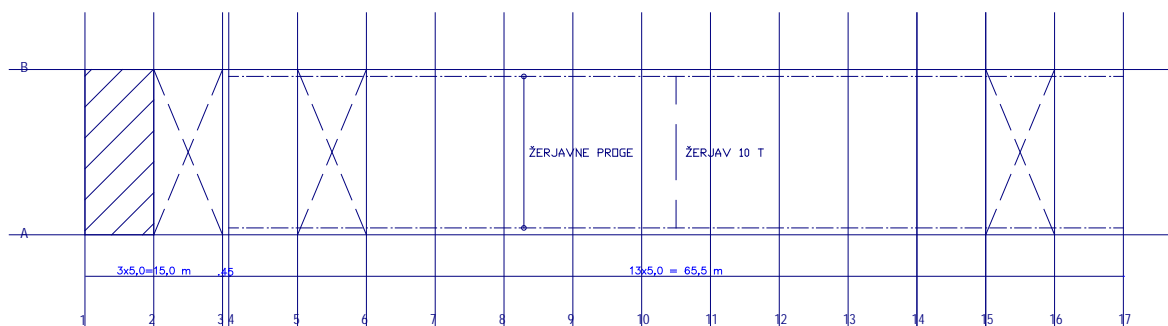


Slika 9.1: Prerez konstrukcije



Slika 9.2: Model prečnega okvirja

Analizo izvršimo na karakterističnem prečnem okvirju. Vezava stebrov z strešnim nosilcem je členkasta. Stebri so vpeti v čaše točkovnih temeljev.



Slika 9.3: Tloris konstrukcije

Imamo dve dilatacijski enoti med osema 1 in 3 ter med osema 4 in 17.

V dilatacijski enoti 4-17 je predviden žerjav ATMOS – INSEM nosilnosti 10 T. žerjavne proge so jeklene.

2.0 Obtežba

2.1 Vertikalna obtežba

2.1.1 Stalna obtežba (G)

→ Lastna teža stebra : $G_{nos} = 23,6 \text{ kN}$

→ lastna teža (MAP 12, previs, leg, kritine) : $G_{MAP 12} = 56,65 \text{ kN}$

→ 2 x MRN - 5 : $G_{MRN-5} = 2 * 13,61 \text{ kN} = 27,22 \text{ kN}$

2.1.2 Spremenljiva obtežba (Q)

→ Sneg : $G_{sneg} = 57,12 \text{ kN}$

→ Veter : $G_{w1} = -26,05 \text{ kN}$

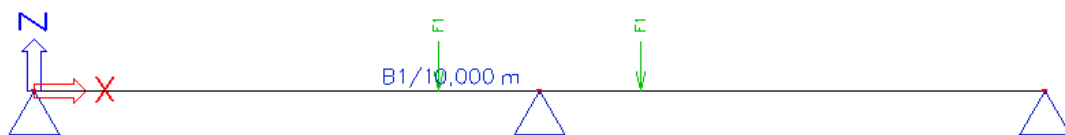
$$G_{w2} = 9,14 \text{ kN}$$

→ 2 x MRN - 5 : $G_{MRN-5} = 2 * 2,5 \text{ kN} = 5 \text{ kN}$

2.2 Obtežba žerjava

Upoštevamo MŽ 10 T x 11 m INSEM – ATMOS HOČE.

Žerjavne proga : kontinuiran nosilec preko dveh polj, $L = 10 \text{ m}$



Slika 9.4: Model žerjavne proge

Kolesni pritiski za eno kolo (z dinamičnimi koeficienti). Podatke je priskrbel proizvajalec žerjava.

$F_{k,max} = 84 \text{ kN}$ – maksimalna sila žerjava

$F_{k,min} = 13 \text{ kN}$ – minimalna sila žerjava

Teža AB konzole: $G_{konzole} = 0,5 \text{ m} * 0,4 \text{ m} * 0,375 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 1,88 \text{ kN}$

Tirnica + pritrdilni material + žerjavna proga + podlitje: $g = 1 \text{ kN/m}$

Žerjavna proga : HEA 300 ($g_{HEA 300} = 0.88 \text{ kN/m}$)

Maksimalno in minimalno obtežbo žerjava na konzolo in s tem tudi na steber dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT. V tem programu tudi preverimo nosilnost žerjavne proge HEA 300.

Krajna podpora:

$R_{p,max} = 129,39 \text{ kN}$

$R_{p,min} = 21,61 \text{ kN}$

Srednja podpora:

$$R_{p_{\max}} = 164,15 \text{ kN}$$

$$R_{p_{\min}} = 30,61 \text{ kN}$$

ZA vpliv bočnega sunka žerjava upoštevam, da je ta sila 1/10 vertikalne sile, ki jo povzroča žerjav.

$$\text{Krajna podpora: } R_1 = 129,39 \text{ kN} * 0,1 = 12,94 \text{ kN}$$

$$\text{Srednja podpora: } R_2 = 164,15 \text{ kN} * 0,1 = 16,42 \text{ kN}$$

2.3 Horizontalna obtežba

2.3.1 Obtežba vetra

Upoštevamo tako zunanji vpliv vetra kakor tudi notranji vpliv.

Veter v prečni smeri – 1. primer:

$$\text{Os A: } W = 0,046 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 0,23 \text{ kN/m}$$

$$\text{Os B: } W = -0,668 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = -3,34 \text{ kN/m}$$

Veter v prečni smeri – 2. primer:

$$\text{Os A: } W = -0,025 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 0,125 \text{ kN/m}$$

$$\text{Os B: } W = 0,689 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = -3,445 \text{ kN/m}$$

2.3.2 Potresna obtežba

Potresno obtežbo računamo samo za drugo dilatacijsko enoto, ki je obremenjena tudi z pomičnim žerjavom.

2.3.2.1 Račun mase konstrukcije

Pri določanju projektne potresne obtežbe je upoštevana verjetnost, da bo v času potresa na konstrukciji deloval samo del spremenljive obtežbe. Teža konstrukcije se računa po pravilu:

$$W = G + \sum \psi_{Ei} * Q_{ki}$$

G Karakteristična vrednost stalne obtežbe

Q_{ki} Karakteristična vrednost spremenljive obtežbe

ψ_{Ei} Kombinacijski koeficient

Maso konstrukcije dobimo tako, da seštejem mase posameznih elementov te konstrukcije. Upoštevamo geometrijske karakteristike posameznih elementov, njihovo specifično gostoto in število teh elementov. Od površine zidov odštejemo površino oken in vrat. Tako dobimo približno težo, ki jo predstavlja ta konstrukcija.

Element	število elementov	skupna teža
Strešna lega MLS-T	110	590,15 kN
Strešna lega MLK-T (5+0,2)	10	55,65 kN
Strešna lega MLK-T (5+0,7)	10	60,65 kN
Robni nosilec MRN 5	26	390 kN
Strešni nosilec MAP 12	14	392 kN
Stebri 40/40	28	660,80 kN
Strešna kritina Trimo SNV 150	1	260,17 kN
Stena v osi A	1	624,63 kN
Stena v osi B	1	1457,67 kN
Stena v osi 3	1	366,82 kN
Stena v osi 17	1	330,34 kN
Konzola za žerjav	28	52,64 kN
Tirnica za žerjav	2	130 kN
	W =	4710,72 kN

Preglednica 9.1: Teža konstrukcije

Če od ocenjene teže celotne stavbe odštejemo polovico teže stebrov in sten, dobimo težo za račun nihajnih časov:

$$G = 3651,4 \text{ kN}$$

2.3.2.1 Račun nihajnega časa konstrukcije T

a = b = 40 cm ... stranici stebra

$$I \square \frac{a \cdot b}{12} \square \frac{40 \cdot 40^3}{12} \square 213333,34 \text{ cm}^4$$

$$I = I_x = I_y = 213333,34 \text{ cm}^4 \dots \text{ vztrajnostni moment stebra}$$

h = 590 cm ... višina stebra

$$E_{\text{betona}} = 34 \text{ kN/mm}^2 = 3400 \text{ kN/mm}^2 \dots \text{ elastični modul betona}$$

$$k \square \frac{3 \cdot E_{\text{betona}} \cdot I}{h^3} \square \frac{3 \cdot 3400 \cdot 213333,34}{590^3} \square 10,6 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

$k = k_x = k_y = 10,6 \text{ kN/cm}$... togost enega stebra

$K = k \cdot \text{število stebrov} = 10,6 \text{ kN/cm} \cdot 28 = 296,8 \text{ kN/cm} = 29680000 \text{ N/m}$

$K = K_x = K_y = 29680000 \text{ N/m}$... skupna togost

$$m \square \frac{G}{g} \square \frac{3651400}{9,81} \square 372212,03 \text{ kg}$$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$... težnostni pospešek

$$T \square 2 \cdot \frac{m}{K} \square 2 \cdot \frac{372212,03}{29680000} \square 0,70 \text{ s}$$

$T = 0,70 \text{ s}$... nihajni čas konstrukcije

2.3.2.3 Določitev faktorja obnašanja q

$$q \square q_0 \cdot k_d \cdot k_r \cdot k_w \square 1,5$$

q_0 ... osnovni redukcijski faktor: konstrukcijski sistem-obrnjeno nihalo: $q_0 = 2,0$

k_d ... stopnja zahtevnosti konstrukcijskih detajlov: DCL: $k_d = 0,5$

k_r ... faktor regularnosti konstrukcije: za regularne konstrukcije: $k_r = 1,0$

k_w ... za konstrukcije, ki ne vsebujejo nizkih sten: $k_w = 1,0$

$$q = 2 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1 \geq 1,5 \rightarrow q = 1,5$$

2.3.2.3 Poenostavljena modalna analiza

Poenostavljena modalna analiza je namenjena konstrukcijam, ki so pravilne tako po tlorisu kot tudi po višini in imajo osnovni nihajni čas T manjši od 1,6 sek (pri temeljenju na dobrih tleh) oziroma 2 sek.

Potresni spekter po EC 8 dobimo tako, da elastični spekter delimo s konstantnim faktorjem obnašanja q za vse periode, ki so večje od T_B .

Projektni spekter:



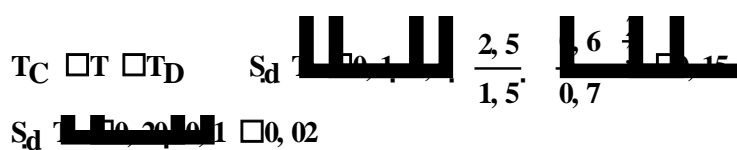
Izberemo kategorijo tal B (srednja tla):

- Normiran pospešek tal (Dravograd) $\alpha = 0,10$
- Parameter tal $S = 1,0$
- Amplifikacijski faktor $\beta_0 = 2,5$
- Vrednost eksponentov za projektni spekter: $k_{d1} = 2/3$
 $k_{d2} = 5/3$
- Karakteristični nihajni časi spektra: $T_B = 0,15$ s
 $T_C = 0,60$ s
 $T_D = 3,0$ s

$$\frac{a_g}{g} = 0,10 \quad \dots \text{normiran pospešek tal}$$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$... težnostni pospešek

$$a_g = 0,10 \cdot g = 0,10 \cdot 9,81 = 0,981 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \dots \text{projektni pospešek tal}$$



2.3.2.3 Potresne sile, ki delujejo na stebre:

$$\text{Teža konstrukcije: } W = G + \sum \Psi_{Ei} \cdot Q_{ki}$$

$\Psi_2 = 0,3$... za pomično navpično obtežbo (žerjav)

$$W = 3651,4 \text{ kN} + 0,3 \cdot 140 \text{ kN} = 3691,4 \text{ kN}$$

$$E_x = E_y = S_d(T) \cdot W = 0,15 \cdot 3693,4 \text{ kN} = 554,01 \text{ kN}$$

Potresna sila na en steber znaša:

$$E_x^1 \square E_y^1 \square \frac{E_x}{\text{št. stebrov}} \square \frac{554,01 \text{ kN}}{28} \square 19,79 \text{ kN}$$

3.0 Obremenitev na potresne sile

Pri potresu je potrebno upoštevati, da potres deluje v vseh smereh.

1.) $E_x + 0,3 \cdot E_y$

2.) $0,3 \cdot E_x + E_y$

V programu DIAS določimo armature, ki je potrebna za prevzem potresne obtežbe.

Potresna obtežba ni merodajna.

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

5.0 Dimenzioniranje

5.1 Steber z konzolo

5.1.1 Vzdržna – upogibna armatura

Os A:

$$N_{d,\min} = -491,28 \text{ kN}$$

$$M_{d,\max} = 80,90 \text{ kNm} , \quad N_{\text{prip}} = -285,97 \text{ kN}$$

$$M_{d,\min} = -123,33 \text{ kNm} , \quad N_{\text{prip}} = -321,50 \text{ kN}$$

$$V_{d,\max} = 21,33 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,\min} = -18,39 \text{ kN}$$

Os B:

$$N_{d,\min} = -494,50 \text{ kN}$$

$$M_{d,\max} = 102,62 \text{ kNm} , \quad N_{\text{prip}} = -465,72 \text{ kN}$$

$$M_{d,\min} = -205,28 \text{ kNm} , \quad N_{\text{prip}} = -265,41 \text{ kN}$$

$$V_{d,\max} = 56,88 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,\min} = -14,27 \text{ kN}$$

Izberemo najbolj neugodno varianto in izračunamo upogibno armaturo.

$$f_{cd} \square \frac{f_{ck}}{\gamma} \square \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} \square 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Armaturο določimo s pomočjo interakcijskih diagramov nosilnosti AB prečnih prerezov po EC2.

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{40 \text{ cm}}{40 \text{ cm}}$$

$$A_c = b \cdot h = 40 \cdot 40 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$\frac{a}{h} = \frac{6 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} = 0,15$$

a=6 cm

k = 1

$$n_d = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{265,41 \text{ kN}}{1600 \text{ cm}^2 \cdot 2,0 \text{ kN/cm}^2} = 0,083$$

$$m_d = \frac{M_d}{A_c \cdot f_{cd} \cdot h} = \frac{20528 \text{ kNcm}}{1600 \text{ cm}^2 \cdot 40 \text{ cm} \cdot 2,0 \text{ kN/cm}^2} = 0,16$$

$$\mu = 0,35$$

$$\mu = \frac{\mu}{1 - k} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,35}{1 - 1} \cdot \frac{2,0 \text{ kN/cm}^2}{34,8 \text{ kN/cm}^2} = 0,01006$$

$$A_s = A_c \cdot \mu = 16,1 \text{ cm}^2 \rightarrow 5 \Phi 22 \text{ (} A_s = 19,01 \text{ cm}^2 \text{)}$$

$$A_s' = k \cdot A_s = 16,1 \text{ cm}^2 \rightarrow 5 \Phi 22 \text{ (} A_s = 19,01 \text{ cm}^2 \text{)}$$

5.1.2 Strižna armatura

$$V_{d,max} = 56,88 \text{ kN} ; N_{prip} = -265,41 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN/cm}^2}{1,5} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{40 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} ; A_c = b \cdot h = 40 \cdot 40 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \left[k_1 \cdot \frac{200}{d} + \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \right] \cdot \left[\frac{N_{Ed}}{A_c} + \sigma_{cp} \right] \cdot C_{Rd,c} \cdot k_2 \cdot f_{ctd}$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[\frac{1}{1,5} \cdot k_1 \cdot \frac{200}{d} \right] \cdot \left[\frac{N_{Ed}}{A_c} + \sigma_{cp} \right] \cdot C_{Rd,c} \cdot k_2 \cdot f_{ctd}$$

$$d = h - a = 400 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 340 \text{ mm}$$

$$b_w = 400 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1 - \frac{200}{d} = 2,0 ; k_1 = 1 - \frac{200}{340} = 1,77$$

$$\frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} = 0,02 ; \frac{19,01 \text{ cm}^2}{40 \text{ cm} \cdot 34 \text{ cm}} = 0,14$$

$$\left[\frac{N_{Ed}}{A_c} + \sigma_{cp} \right] = 0,2 \cdot f_{cd} ; \left[\frac{265410}{160000} + 1,66 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right] = 0,2 \cdot \frac{30 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\left[\frac{N_{Ed}}{A_c} + \sigma_{cp} \right] = 1,66 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\alpha} = C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k_2 = 0,035 \cdot k_1^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ; k_2 = 0,035 \cdot 1,77^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,014 \cdot 30 + 0,15 \cdot 1,66 \right] \cdot 250190 \text{ N} = 250,19 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[0,45 \cdot 0,15 \cdot 1,66 \right] \cdot 250190 \text{ N} = 95,06 \text{ kN}$$

$$V_{d,max} = 56,88 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 95,06 \text{ kN} \rightarrow \text{strižna armatura } \Phi 8 / 15.$$

5.2 Steber brez konzole

5.2.1 Vzdolžna – upogibna armatura

Os A:

$$N_{d,min} = -235,77 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{d,min} = -36,43 \text{ kNm}, \quad N_{prip} = -106,01 \text{ kN}$$

$$V_{d,max} = 7,09 \text{ kN}$$

Os B:

$$N_{d,min} = -238,99 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 2,92 \text{ kNm}, \quad N_{prip} = -157,79 \text{ kN}$$

$$M_{d,min} = -57,21 \text{ kNm}, \quad N_{prip} = -157,79 \text{ kN}$$

$$V_{d,max} = 23,43 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,min} = -5,51 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} = 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Armaturο določimo s pomočjo interakcijskih diagramov nosilnosti AB prečnih prerezov po EC2.

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{40 \text{ cm}}{40 \text{ cm}}$$

$$A_c = b \cdot h = 40 \cdot 40 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$\frac{a}{h} = \frac{6 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} = 0,15$$

$$a = 6 \text{ cm}$$

$$k = 1$$

$$n_d = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{158,79 \text{ kN}}{1600 \text{ cm}^2 \cdot 2,0 \text{ kN}} = 0,05$$

$$m_d \square \frac{M_l}{A_c f_{cd} h} \square \frac{5721 \text{ kNcmcm}^2}{1600 \text{ cm}^2 \cdot 40 \text{ cm} \cdot 2,0 \text{ kN}} \square 0,045$$

$$\xi \square 0,1$$

$$\mu \square \frac{\xi}{1 - \xi} \cdot \frac{f_{cd}}{k \cdot f_{yd}} \square \frac{0,1}{1 - 0,1} \cdot \frac{2,0 \text{ kNcm}^2}{34,8 \text{ kNcm}^2} \square 0,00287$$

$$A_s = A_c \cdot \mu = 4,6 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \Phi 20 \text{ (} A_s = 6,28 \text{ cm}^2 \text{)}$$

$$A_s' = k \cdot A_s = 4,6 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \Phi 20 \text{ (} A_s = 6,28 \text{ cm}^2 \text{)}$$

5.2.2 Strižna armatura

$$V_{\max} = 23,43 \text{ kN} ; N_{\text{prip}} = -158,79 \text{ kN}$$

$$f_{cd} \square \frac{f_{ck}}{\xi} \square \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} \square 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} \square \frac{f_{yk}}{\xi} \square \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} \square 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} \square \frac{40 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} ; A_c \square b \cdot h \square 40 \cdot 40 \square 1600 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd,c} \square \dots$$

$$V_{Rd,c,\min} \square \dots$$

$$d = h - a = 400 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 340 \text{ mm}$$

$$b_w = 400 \text{ mm}$$

$$k \square 1 + \frac{200}{d} \square 2,0 ; k \square 1 + \frac{200}{340} \square 1,77$$

$$\xi \square \frac{A_{sl}}{b_w d} \square 0,02 ; \xi \square \frac{6,28 \text{ cm}^2}{40 \text{ cm} \cdot 34 \text{ cm}} \square 0,00462$$

$$\sigma_{ep} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,2 f_{cd} ;$$

$$\sigma_{ep} = \frac{158790}{160000} = 0,99 \frac{N}{mm^2} < 0,2 \cdot \frac{35 N}{1,5 mm^2} = 4,67 \frac{N}{mm^2} ; \sigma_{ep} = 0,99 \frac{N}{mm^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\eta} = C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\sigma_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ; \sigma_{min} = 0,035 \cdot 1,77^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,45 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} = \left[\frac{0,99}{1,5} \cdot \left(1 + \frac{0,99}{2,30} \right) \cdot \left(1 + \frac{0,15}{0,99} \right) \right] \cdot 89583 N = 89,58 kN$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[\frac{0,45}{1,5} \cdot \left(1 + \frac{0,45}{2,30} \right) \cdot \left(1 + \frac{0,15}{0,45} \right) \right] \cdot 81396 N = 81,396 kN$$

$V_d = 23,43 kN < V_{Rd,c} = 81,396 kN \rightarrow$ strižna armatura $\Phi 8 / 15$

5.3 Račun armature v konzoli

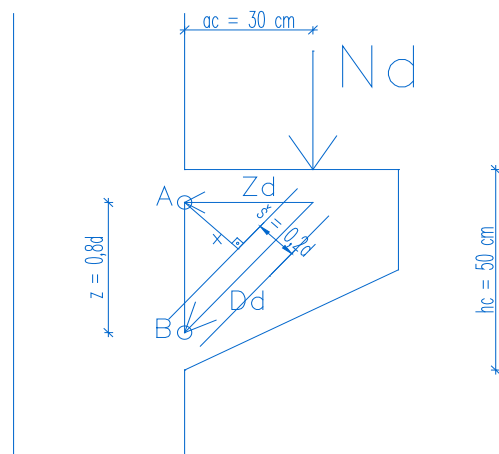
$N_d = 255,51 kN$ – odčitamo iz diagrama napetosti iz programa SCIA ESA PT.

$$0,4 \leq \frac{a_c}{h_c} \leq 1,0 ; \frac{a_c}{h_c} = \frac{30}{50} = 0,6$$

$$d \leq h_c - a = 50 cm - 5 cm = 45 cm$$

$$a = 5 cm$$

$$\tan \alpha = \frac{a_c}{z} = \frac{a_c}{0,8 \cdot d} = \frac{30 cm}{0,8 \cdot 45 cm} = 0,789 \Rightarrow \alpha = 39,81^\circ$$



Slika 9.5: Model kratke konzole

→Natezna vez (momenni pogoj na točko B)

$$Z_d \square \frac{N_d \cdot a_c}{0,8 \cdot d} \square \frac{256,51 \text{ kN} \cdot 0,3 \text{ m}}{0,8 \cdot 0,45 \text{ m}} \square 213 \text{ kN}$$

$$f_{ywd} \square \frac{f_{yd}}{\gamma_s} \square \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} \square 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$A_s \square \frac{Z_d}{f_{yd}} \square \frac{213 \text{ kNcm}^2}{34,8 \text{ kN}} \square 6,12 \text{ cm}^2$$

Izberemo dve zanki 2 Φ 18

→Tlačna opora (momenni pogoj na točko A)

$$D_d \square \frac{N_d \cdot a_c}{x} \square \frac{N_d \cdot a_c}{a_c \cdot \cos \square} \square \frac{256,51 \text{ kN}}{\cos 39,81^\circ} \square 332,62 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cd} \square \frac{D_d}{h_{\text{stebra}} \cdot \text{š}} \square \frac{D_d}{h_{\text{stebra}} \cdot 0,2 \text{ d}} \square \frac{332,62 \text{ kN}}{40 \text{ cm} \cdot 0,2 \cdot 45 \text{ cm}} \square 0,922 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{cd} \square f_{cd} \square \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \square \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} \square 2,0 \text{ kN}$$

→Stremena

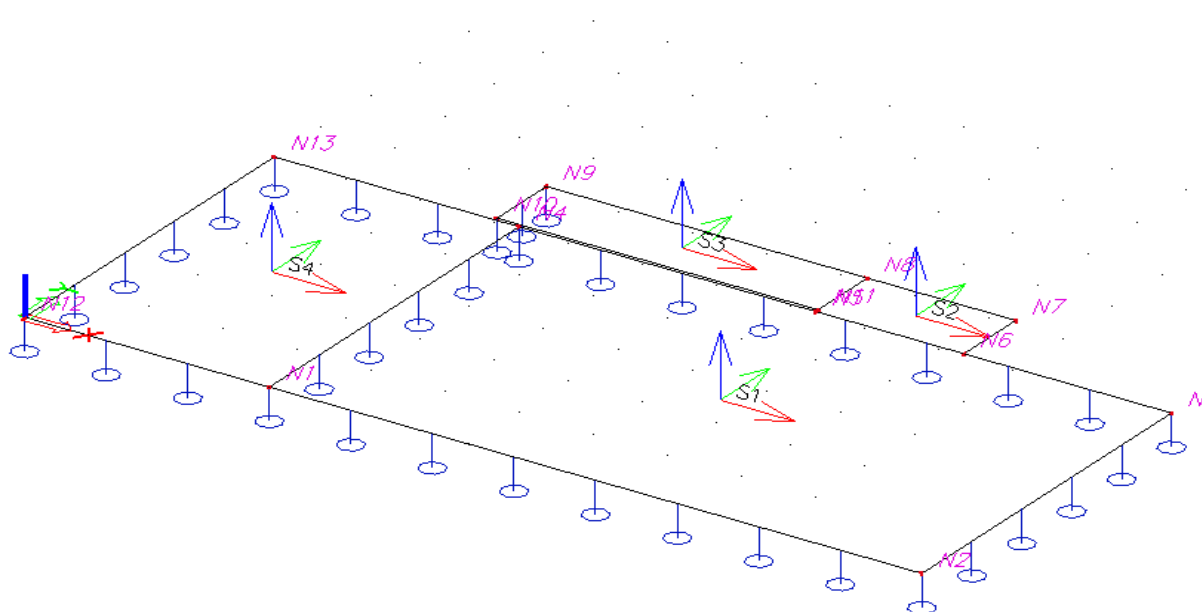
$$A_s^{\text{str}} \square A_s^{\text{hor}} \cdot 0,4 \square 0,4 \cdot 6,14 \text{ cm}^2 \square 2,46 \text{ cm}^2$$

Izberemo stremena Φ 10 / 10 cm.

10. MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA, NOSILEC IN PREKLADA

10.1 MEDETAŽA - P01

1.0 Zasnova



Slika 10.1: Model medetažne konstrukcije

V zgornjih prostorih prve dilatacijske enote so pisarne. Dostop do njih je omogočen po stopnicah, ki se nahajajo zunaj stavbe. Podest je konzolno vpet v ploščo medetaže. Plošče so podprte z nosilnimi zidovi.

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba

→ Plošči S1 in S4:

- keramika + estrih : $0,07 \text{ m} * 22 \text{ kN/m}^3 = 1,54 \text{ kN/m}^2$
 - izolacija : $0,03 \text{ m} * 1,0 \text{ kN/m}^3 = 0,03 \text{ kN/m}^2$
 - AB plošča : $0,15 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 3,75 \text{ kN/m}^2$
- $g_1 = 5,32 \text{ kN/m}^2$

- Predelni zid ($d=30\text{cm}$) : $0,3 \text{ m} * 2,75\text{m} * 16 \text{ kN/m}^3 = 3,75 \text{ kN/m}^2$
- $g_2 = 3,75 \text{ kN/m}^2$

→ Podest S2 :

- keramika + estrih : $0,07 \text{ m} * 22 \text{ kN/m}^3 = 1,54 \text{ kN/m}^2$

$$\begin{aligned}
 & - \text{izolacija} : && 0,03 \text{ m} * 1,0 \text{ kN/m}^3 = 0,03 \text{ kN/m}^2 \\
 & - \text{AB plošča} : && 0,15 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 3,75 \text{ kN/m}^2 \\
 &&& g_3 = 5,32 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

→ Stopnice S3 :

$$\text{tg} \alpha = \frac{17,4}{28} \Rightarrow \alpha = 31,86^\circ \Rightarrow \cos \alpha = 0,85$$

$$\begin{aligned}
 & - \text{dodelava} : && 0,02 \text{ m} * 27 \text{ kN/m}^3 + 0,02 \text{ m} * 22 \text{ kN/m}^3 = 0,98 \text{ kN/m}^2 \\
 & - \text{stopnice (28 x 17,4)} : && \frac{1}{2} (0,28 * 0,174) * 25 \text{ kN/m}^3 * \frac{1}{0,28} = 2,18 \text{ kN/m}^2 \\
 & - \text{AB plošča} : && 0,15 \text{ m} * \frac{1}{0,85} * 25 \text{ kN/m}^3 = 4,41 \text{ kN/m}^2 \\
 &&& g_4 = 7,57 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

2.2 Sprmenljiva obtežba

→ Plošči S1 in S4:

$$\begin{aligned}
 & - \text{pisarne + predelne stene} : && 2 \text{ kN/m}^2 + 1,25 \text{ kN/m}^2 = 3,25 \text{ kN/m}^2 \\
 &&& p_1 = 3,25 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

→ Podest S2 :

$$\begin{aligned}
 & - \text{stopnišče} : && p_2 = 3,0 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

→ Stopnice S3 :

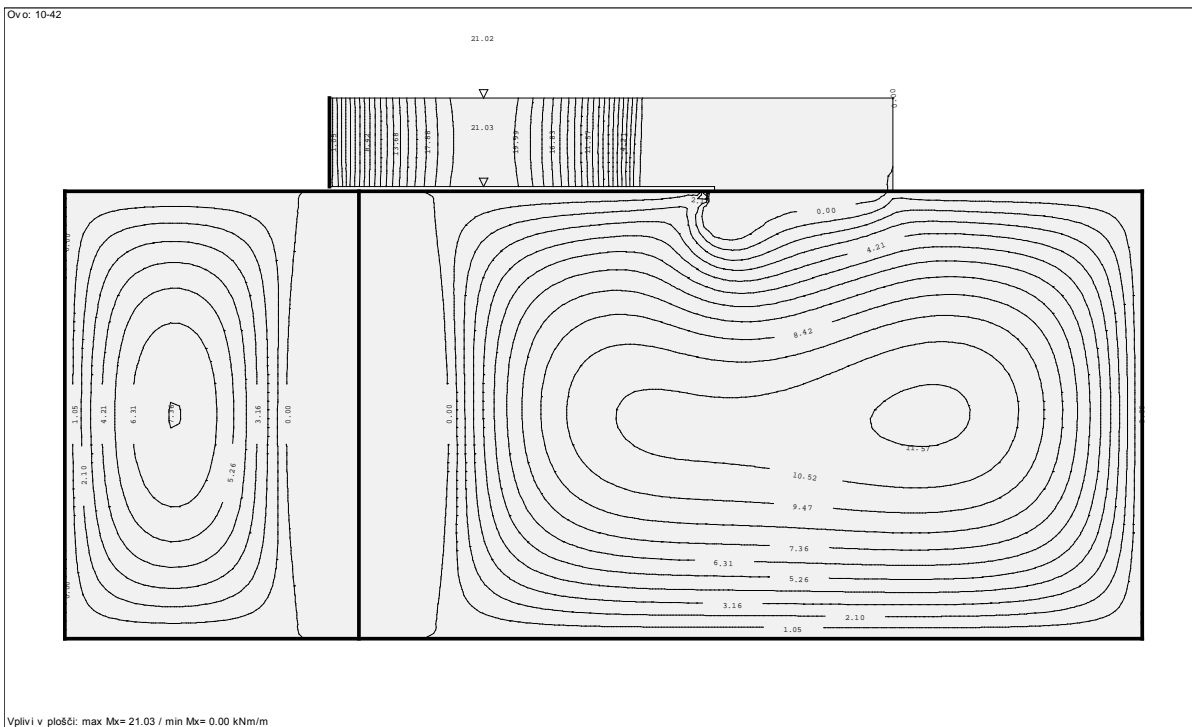
$$\begin{aligned}
 & - \text{stopnišče} : && p_3 = 3,0 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

3.0 Obtežna kombinacija

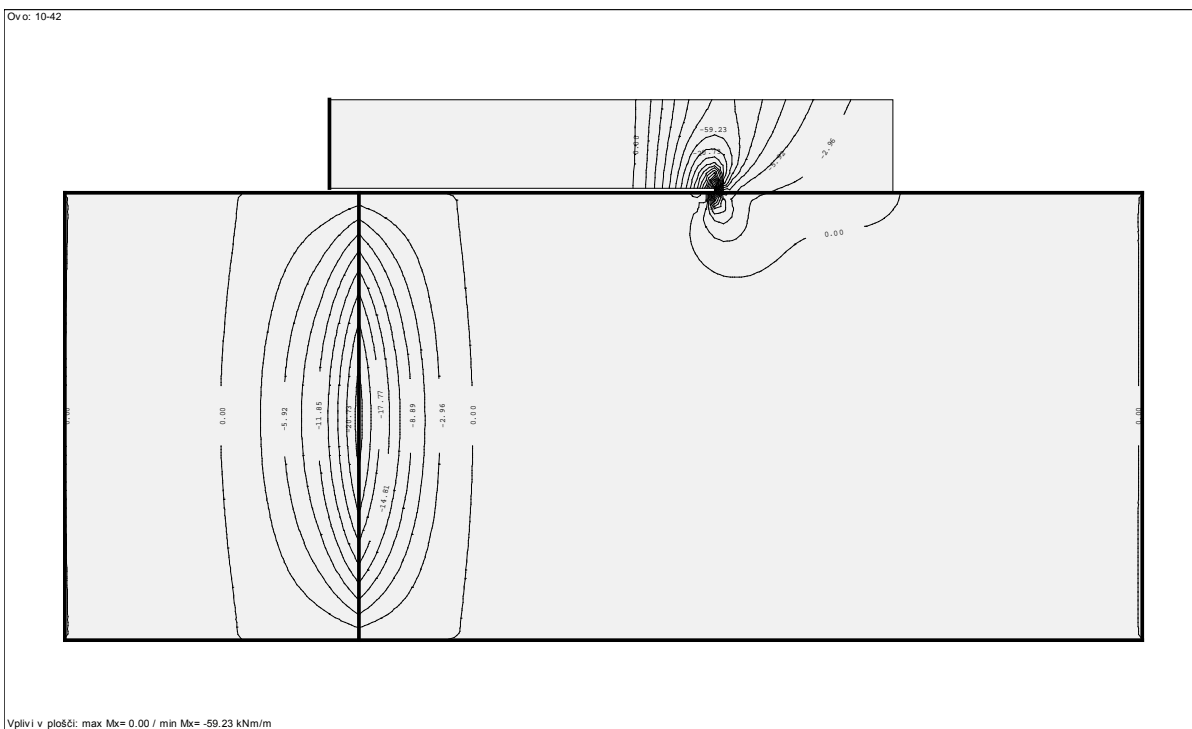
MSN

4.0 Notranje sile

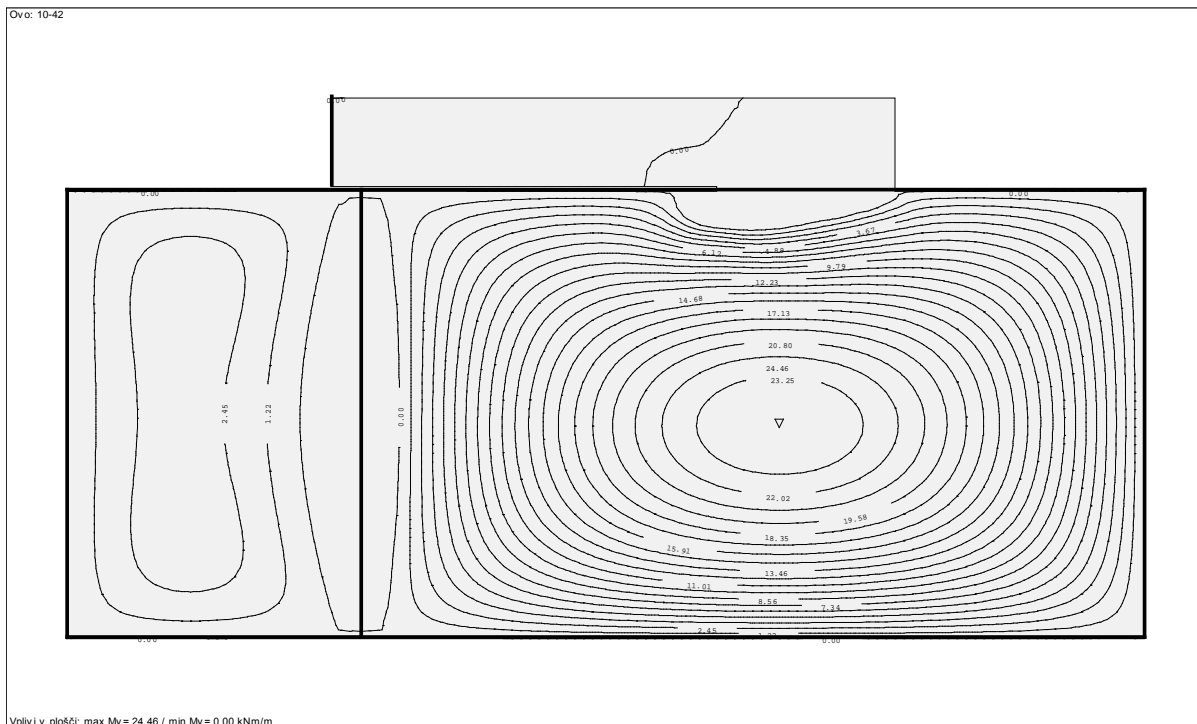
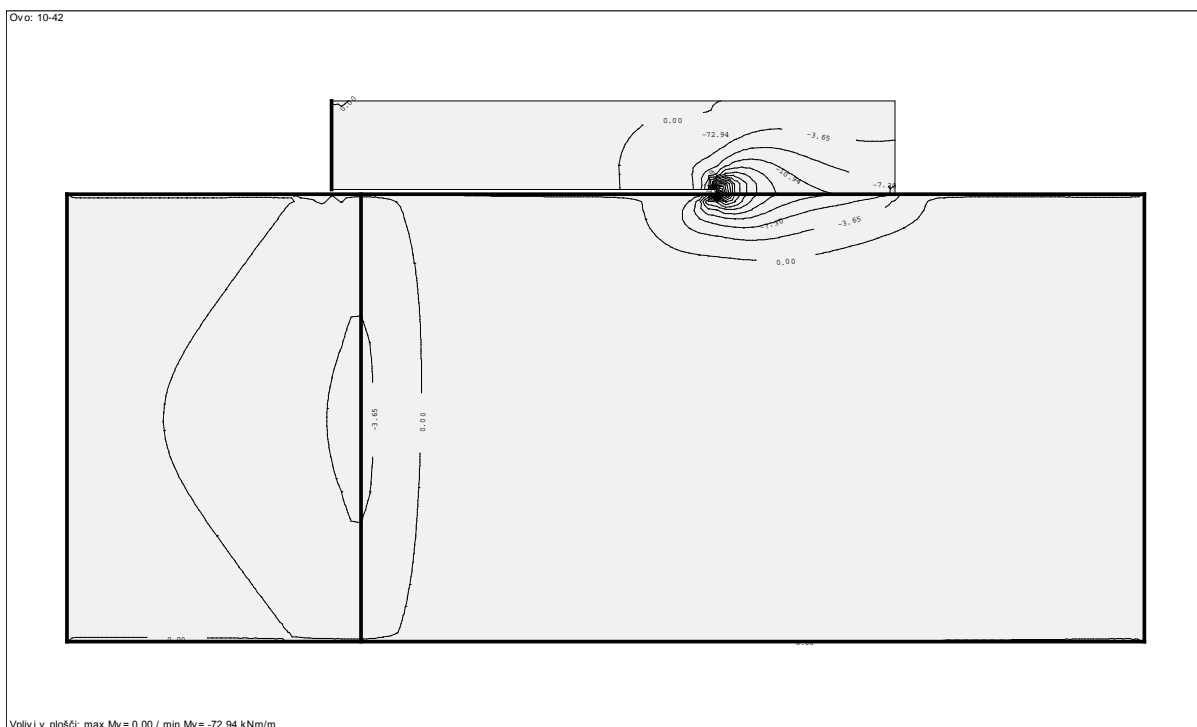
Notranje sile in armaturo dobimo s pomočjo programa TOWER.



Slika 10.2: Vplivi v plošči: max M_x



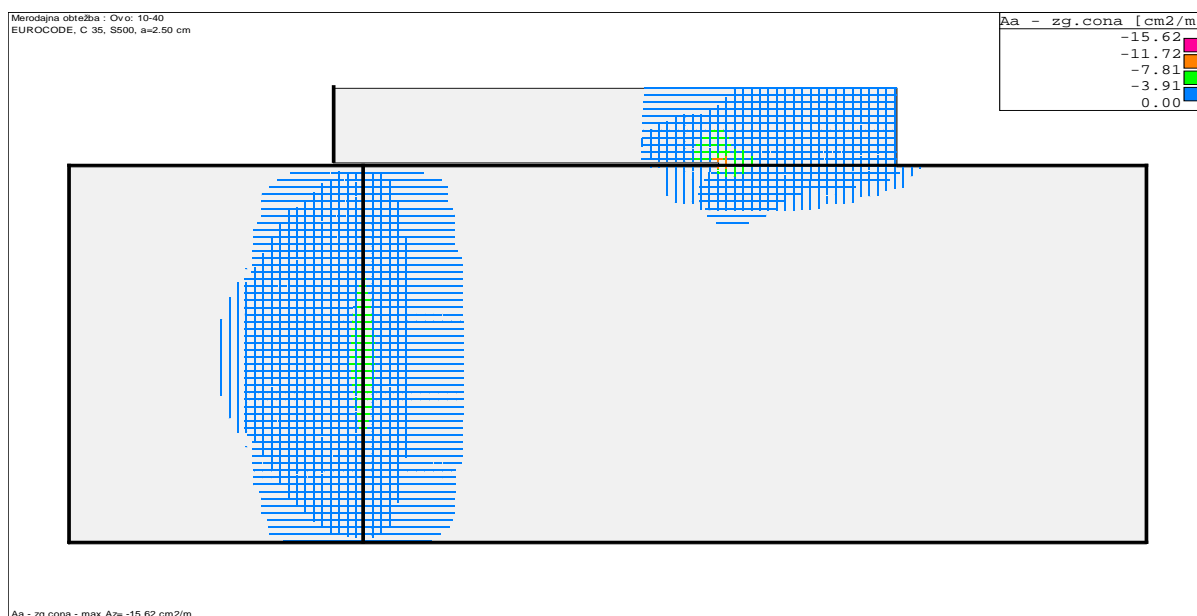
Slika 10.3: Vplivi v plošči: min M_x

Slika 10.4: Vplivi v plošči: max M_y Slika 10.5: Vplivi v plošči: min M_y

5.0 Dimenzioniranje

Armatura:

Zgornja armatura



Slika 10.6: Zgornja armatura

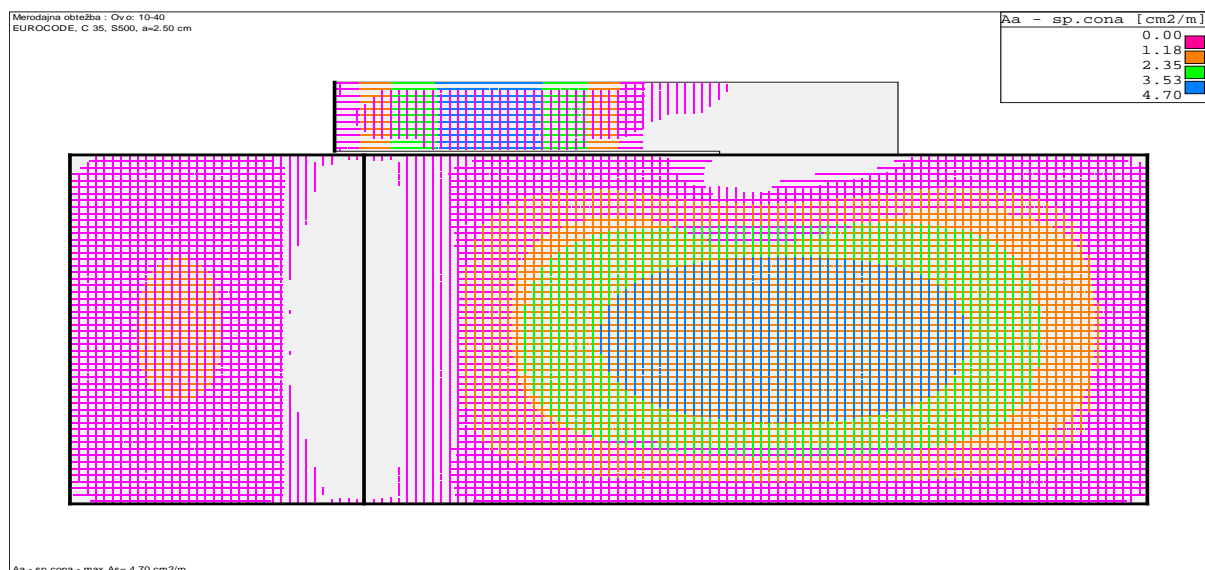
Stopnice S3: Smer X → $\Phi 12 / 8 / 10\text{cm}$
Smer Y → $\Phi 8 / 25\text{cm}$

Podest S2: Smer X → $\Phi 12 / 8 / 10\text{cm}$
Smer Y → $\Phi 16 / 10\text{cm} + \Phi 12 / 10 / 20\text{cm}$

Plošča S1: → čez celo polje Q226 + v smeri X: $\Phi 12 / 15 / 20\text{cm}$

Plošča S4: → čez celo polje Q226 + v smeri X: $\Phi 12 / 15 / 20\text{cm}$

Spodnja armatura:



Slika 10.7: Spodnja armatura

Stopnice S3: Smer X → $\Phi 12 / 15\text{cm}$
 Smer Y → $\Phi 8 / 25\text{cm}$

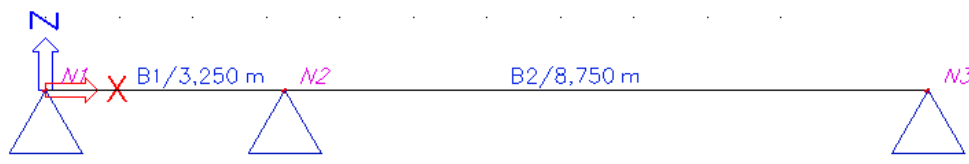
Podest S2: Smer X → $\Phi 8 / 25\text{cm}$
 Smer Y → $\Phi 8 / 25\text{cm}$

Plošča S1: → čez celo polje Q385 + v smeri Y: $\Phi 10 / 20 / 25\text{cm}$

Plošča S4: → čez celo polje Q226

10.2 ROBNi NOSILEC - P02

1.0 Zasnova



Slika 10.8: Model robnega nosilca

2.0 Obtežba

- Lastna teža: $0,3\text{m} * 0,95\text{m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 7,13 \text{ kN/m}$
- Horizontalna vez: $0,3\text{m} * 0,3\text{m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 2,25\text{kN/m}$
- Zid strešnega nosilca : $0,3\text{m} * 1,65\text{m} * 16 \text{ kN/m}^3 = 7,92 \text{ kN/m}$
 $g_1 = 17,06 \text{ kN/m}$

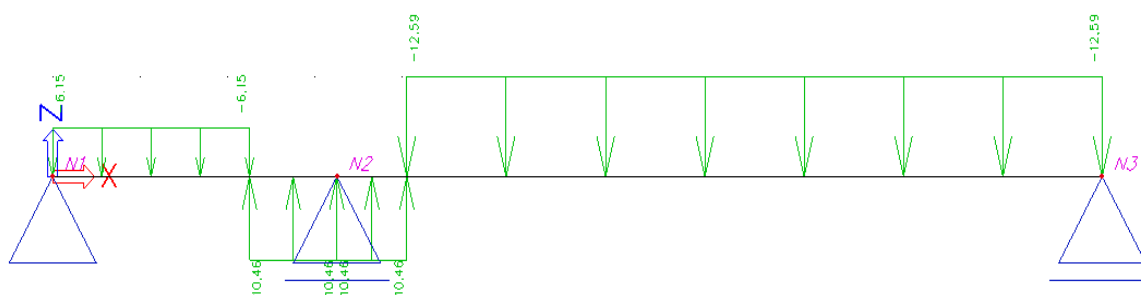
→ Vplivi monolitnih plošč:

Stalna obtežba :

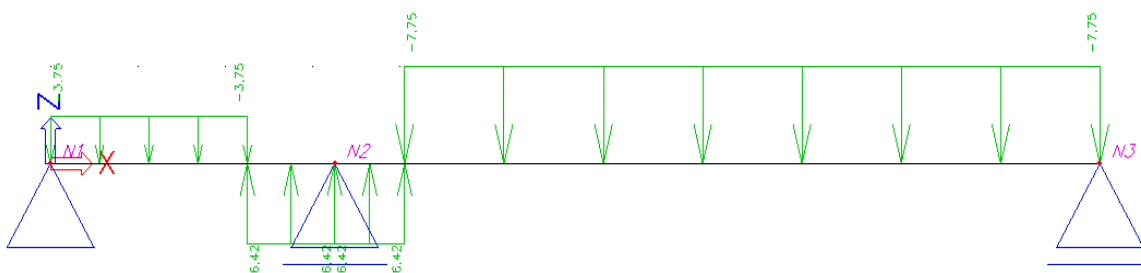
- $g_2 = 12,59 \text{ kN/m}$
- $g_3 = -10,46 \text{ kN/m}$
- $g_4 = 6,15 \text{ kN/m}$

Spremenljiva obtežba :

- $q_2 = 7,75 \text{ kN/m}$
- $q_3 = -6,42 \text{ kN/m}$
- $q_4 = 3,75 \text{ kN/m}$



Slika 10.9: Vpliv stalne obtežbe monolitnih plošč na robni nosilec



Slika 10.10: Vpliv spremenljive obtežbe monolitnih plošč na robni nosilec

3.0 Obtežna kombinacija

$$1,35 * G + 1,5 * Q$$

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

5.0 Dimenzioniranje

$$N_{d,min} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 327,54 \text{ kNm} ; M_{d,min} = -351,83 \text{ kNm}$$

$$M_{d,max} = 227,16 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,min} = -184,44 \text{ kN}$$

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura spodaj

$$M_{d,max} = 327,54 \text{ kNm} = 32754 \text{ kNcm} = M_{us}$$

Pravokotni prerez

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 95 \text{ cm}$$

$$a = 7 \text{ cm}$$

$$d = 88 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} = 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$k_h = \frac{M_s}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{32754 \text{ kNmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 30 \text{ cm} \cdot 88^2 \text{ cm}^2} = 0,071 ; \quad k_s = 1,067$$

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_s}{d \cdot f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{32754 \text{ kNmcm}^2}{88 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 10,70 \text{ cm}^2$$

Izberemo 4 Φ 20.

5.2 Vzдолžna – upogibna armatura zgoraj

$$M_{d,\min} = 351,83 \text{ kNm} = 35183 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h = \frac{M_s}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{35183 \text{ kNmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 30 \text{ cm} \cdot 88^2 \text{ cm}^2} = 0,076 ; \quad k_s = 1,067$$

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_s}{d \cdot f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{35183 \text{ kNmcm}^2}{88 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 11,49 \text{ cm}^2$$

Izberemo 4 Φ 20.

5.3 Strižna armatura

$$V_{d,\max} = 227,16 \text{ kN} ; N_{\text{pripr}} = 0 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{30 \text{ cm}}{95 \text{ cm}} ; A_c = b \cdot h = 30 \cdot 95 = 2850 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \dots$$

$$V_{Rd,c,min} = \min \left\{ \frac{1}{\gamma_f} V_{Ed}, \frac{1}{\gamma_f} V_{Ed} \right\}$$

$$d = h - a = 950 \text{ mm} - 70 \text{ mm} = 880 \text{ mm}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \frac{200}{d} = 2,0 \quad ; \quad k = 1 + \frac{200}{880} = 1,48$$

$$\rho = \frac{A_{sl}}{b_w d} = 0,02 \quad ; \quad \rho = \frac{11,49 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm} \cdot 88 \text{ cm}} = 0,0044$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,2 f_{cd} \quad ; \quad \sigma_{cp} = \frac{N}{\text{mm}^2} = 0,2 \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad ; \quad \sigma_{cp} = \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\rho} = C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k_{min} = 0,035 k^{\frac{3}{2}} f_{ck}^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad k_{min} = 0,035 \cdot 1,48^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} = \left[\frac{1}{\gamma_f} V_{Ed} \right] \left[\frac{1}{\gamma_f} V_{Ed} \right] \left[\frac{1}{\gamma_f} V_{Ed} \right] \left[\frac{1}{\gamma_f} V_{Ed} \right] = 110808 \text{ N} = 110,81 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[\frac{1}{\gamma_f} V_{Ed} \right] \left[\frac{1}{\gamma_f} V_{Ed} \right] \left[\frac{1}{\gamma_f} V_{Ed} \right] \left[\frac{1}{\gamma_f} V_{Ed} \right] = 92400 \text{ N} = 92,4 \text{ kN}$$

$$V_{d,max} = 227,16 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 92,4 \text{ kN} \rightarrow \text{potrebno je izračunati strižno armaturo}$$

Izbrem navpična stremena:

$$\alpha = 90^\circ \quad ; \quad \theta = 45^\circ$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z}$$

$$z = 0,9 \cdot d \rightarrow z = 0,9 \cdot 88 \text{ cm} = 79,2 \text{ cm}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{wd} = V_{d,max} = 227,16 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} \leq \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z} \leq \frac{227,16 \text{ kNcm}^2}{79,2 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} \leq 0,082 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Izberemo $s = 10 \text{ cm}$

Izberemo 2 strižno streme : $A_{sw} = n \cdot A_{sw1}$

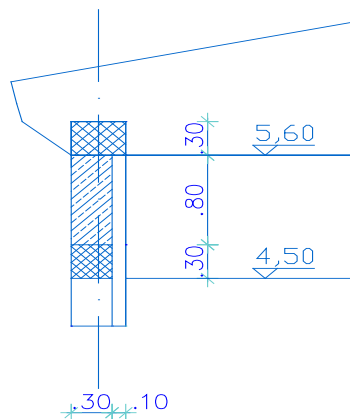
$$A_{sw1} \leq \frac{A_{sw}}{n} \leq \frac{A_{sw}}{2}$$

$$A_{sw} = s \cdot 0,082 \text{ cm}^2/\text{cm} = 0,82 \text{ cm}^2/10 \text{ cm}$$

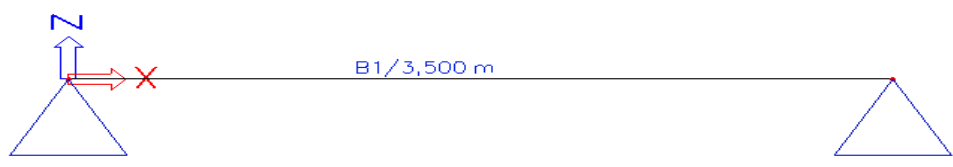
$A_{sw1} = 0,41 \text{ cm}^2/10 \text{ cm} \rightarrow$ izberemo $\Phi 8 / 10 \text{ cm}$
 \rightarrow drugje $\Phi 8 / 15 \text{ cm}$

10.3 PREKLADA NAD VRATI - P03

1.0 Zasnova



Slika 10.11: Prečni prerez preklade nad vrati



Slika 10.12: Model preklade nad vrati

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba (G)

Pozidava z opečnim zidakom: $5 \text{ kN/m}^2 * 0,3 \text{ m} * 0,8 \text{ m} = 4,8 \text{ kN/m}$

Lastna teža : $25 \text{ kN/m}^3 * 0,3 \text{ m} * 0,3 \text{ m} = 2,25 \text{ kN/m}$

2.2 Spremenljiva obtežba (Q)

$$\text{Vrata : } p = 4,5 \text{ m} * 0,40 \text{ kN/m}^2 = 1,80 \text{ kN/m}$$

3.0 Obtežna kombinacija

$$1,35 * (G_{\text{las}} + G_{\text{poz}}) + 1,5 * p$$

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

$$N_{d,\text{min}} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{d,\text{max}} = 18,62 \text{ kNm}$$

$$V_{d,\text{max}} = 21,28 \text{ kN}$$

5.0 Dimenzioniranje

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura

Pravokotni prerez

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$d = 24 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} = 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$M_{d,\text{max}} = 18,62 \text{ kNm} = 1862 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h = \frac{M_{is}}{f_{cd} b d^2} = \frac{1862 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 30 \text{ cm} \cdot 24^2 \text{ cm}^2} = 0,054$$

$$A_s = k_s \frac{M_{is}}{d f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{1862 \text{ kNcmcm}^2}{24 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 2,4 \text{ cm}^2$$

Izberemo 3 Φ 12 ; skozi montažni steber 2 Φ 14

5.2 Strižna armatura

$$V_{d,max} = 21,28 \text{ kN} ; N_{d,prp} = 0 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,5 \text{ kN}}{1,5} = 2,33 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{30 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} ; A_c = b \cdot h = 30 \cdot 30 = 900 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \left[k_1 \cdot \left(1 + \frac{200}{d} \right) \cdot \left(1 + \frac{200}{240} \right) \cdot \left(\frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \right) \cdot \left(0,2 \cdot \frac{N_{Ed}}{A_c} \right) \cdot C_{Rd,c} \cdot k_{min} \cdot k^2 \cdot f_{ck} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \left(0,035 \cdot 1,91^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} \right) \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$V_{Rd,c,min} = 0,51 \cdot 0,15 \cdot 0,004 \cdot 30 \cdot 0,15 \cdot 0 = 39870 \text{ N} = 39,87 \text{ kN}$$

$$d = h - a = 300 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1 \cdot \frac{200}{d} = 2,0 ; k_1 = 1 \cdot \frac{200}{240} = 1,91$$

$$\left(\frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \right) = 0,02 ; \left(\frac{3,39 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} \right) = 0,0047$$

$$\left(0,2 \cdot \frac{N_{Ed}}{A_c} \right) = 0,2 \cdot f_{cd} ; \left(0,2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \right) = 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} ; \left(0,2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \right)$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ; k_{min} = 0,035 \cdot 1,91^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} = \left[1 \cdot \left(1 + \frac{200}{240} \right) \cdot \left(1 + \frac{200}{240} \right) \cdot \left(\frac{3,39 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} \right) \cdot \left(0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \right) \cdot 0,12 \cdot 0,51 \cdot 1,91^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} = 39870 \text{ N} = 39,87 \text{ kN}$$

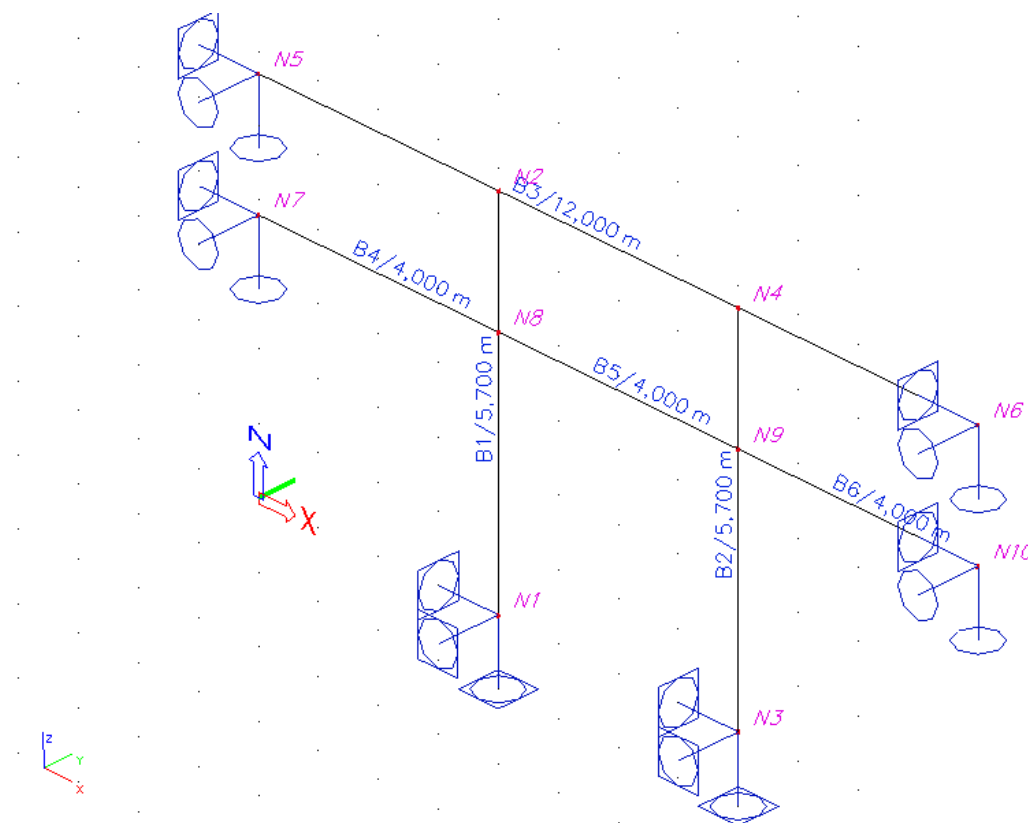
$$V_{Rd,c,min} = 0,51 \cdot 0,15 \cdot 0,004 \cdot 30 \cdot 0,15 \cdot 0 = 36720 \text{ N} = 36,72 \text{ kN}$$

$$V_{d,max} = 21,28 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 36,72 \text{ kN} \rightarrow \text{zadošča strižna armatura } \Phi 8 / 30.$$

11. STENA V OSI 17

V stenah so vertikalne in horizontalne vezi, ki prenašajo obtežbe na stebre in v temelje.

1.0 Zasnova



Slika 11.1: Model vertikalnih in horizontalnih vezi v steni

2.0 Obtežba

Stena v osi 17 je obremenjena z pritiskom vetra na njeno površino. Na elemente B3, B4, B5 in B6 podamo veter kot linijsko obtežbo s tem, da smo upoštevali vplivne površine za posamezen element.

$$w = 0,905 \text{ kN/m}^2 \approx 0,91 \text{ kN/m}^2$$

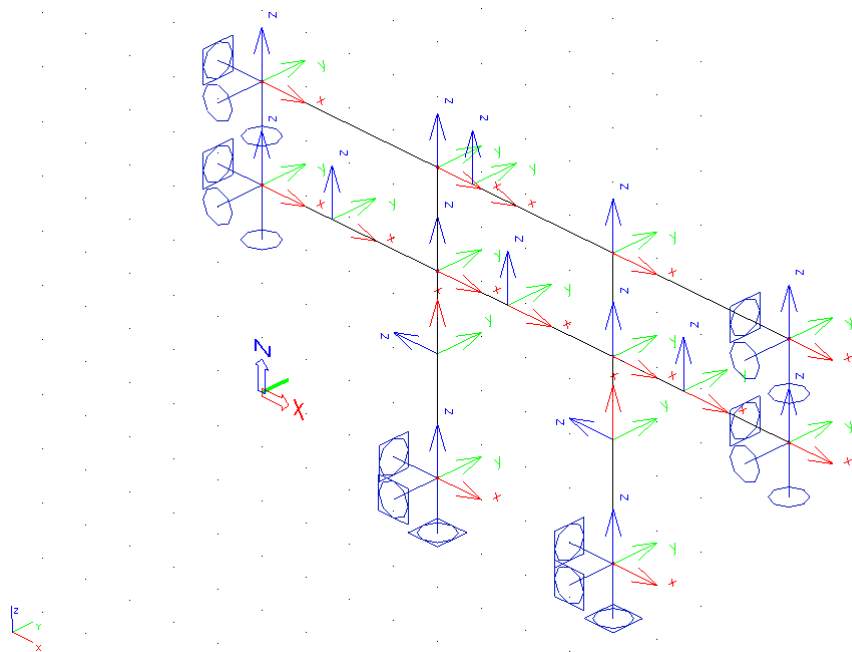
$$w_{B4} = w_{B5} = w_{B6} = 0,91 \text{ kN/m}^2 * (4,0 \text{ m} + 1,7 \text{ m}) / 2 = 2,60 \text{ kN/m}$$

$$w_{B3}^{\text{LEVO}} = w_{B3}^{\text{DESNO}} = 0,91 \text{ kN/m}^2 * (1,7 \text{ m} + 1,0 \text{ m}) / 2 = 1,23 \text{ kN/m}$$

$$w_{B3}^{\text{SREDINA}} = 0,91 \text{ kN/m}^2 * (1,7 \text{ m} + 2,26 \text{ m}) / 2 = 1,80 \text{ kN/m}$$

3.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.



Slika 11.2: Lokalni koordinatni sistemi na elementih

4.0 Dimenzioniranje

4.1 Horizontalna vez na koti 3,80 m

$$M_{d,x,max} = 6,09 \text{ kNm} ; M_{d,x,min} = -6,09 \text{ kNm}$$

$$M_{d,z,max} = 0 \text{ kNm} ; M_{d,z,min} = -13,80 \text{ kNm}$$

$$V_{d,y,max} = 9,20 \text{ kN} ; V_{d,y,min} = -9,20 \text{ kN}$$

4.1.1 Upogibna armatura

$$M_{d,z,min} = 13,80 \text{ kNm} = 1380 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} = 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Pravokotni prerez:

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$d = 24 \text{ cm}$$

$$k_h \leq \frac{M_{Ed}}{f_{cd} b d^2} \leq \frac{1380 \text{ kNmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 20 \text{ cm} \cdot 24^2 \text{ cm}^2} \leq 0,06; \quad k_s \leq 1,067$$

$$A_s \leq k_s \frac{M_{Ed}}{d \cdot f_{yd}} \leq 1,067 \cdot \frac{1380 \text{ kNmcm}^2}{24 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} \leq 1,76 \text{ cm}^2$$

Izberemo $\pm 2 \Phi 12$ ($A_s = 2,26 \text{ cm}^2$); skozi montažni steber $2 \Phi 14$

4.1.2 Strižna armatura

$$V_{d,y,max} = 9,20 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} \leq \frac{20 \text{ cm}}{30 \text{ cm}}; \quad A_c \leq b \cdot h \leq 20 \cdot 30 \leq 600 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd,c} \leq \left[\frac{1}{\lambda} \left(1 + \frac{100 \rho_w}{d} \right) \left(1 + \frac{16}{25} \frac{f_{ct}}{f_{cd}} \right) \right] \cdot \lambda \cdot b \cdot d \cdot \rho_{sp}$$

$$V_{Rd,c,min} \leq \left[\frac{1}{\lambda} \left(1 + \frac{100 \rho_w}{d} \right) \right] \cdot \lambda \cdot b \cdot d \cdot \rho_{sp}$$

$$d = h - a = 300 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

$$b_w = 200 \text{ mm}$$

$$k \leq 1 + \frac{200}{d} \leq 2,0; \quad k \leq 1 + \frac{200}{240} \leq 1,91$$

$$\lambda \leq \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0,02; \quad \lambda \leq \frac{2,26 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} \leq 0,0047$$

$$\rho_{sp} \leq \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0,2 \cdot f_{cd}; \quad \rho_{sp} \leq \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \leq 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}; \quad \rho_{sp} \leq \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} \leq \frac{0,18}{\lambda} \leq C_{Rd,c} \leq \frac{0,18}{1,5} \leq 0,12$$

$$\lambda_{min} \leq 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}}; \quad \lambda_{min} \leq 0,035 \cdot 1,91^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} \leq 0,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} \square \left[\frac{0,0947}{30} \cdot 30 \cdot 0,15 \cdot 0 \right] \square 26580 \text{ N} \square 26,58 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} \square \left[\frac{51 \cdot 0,5}{0,99} \cdot 240 \right] \square 24480 \text{ N} \square 24,48 \text{ kN}$$

$V_d = 9,20 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 24,48 \text{ kN} \rightarrow$ zadošča strižna armatura $\Phi 8 / 20$.

4.2 Horizontalna vez na koti 5,55 m

$$M_{d,x,max} = 11,88 \text{ kNm} ; M_{d,x,min} = -11,88 \text{ kNm}$$

$$M_{d,z,max} = 0 \text{ kNm} ; M_{d,z,min} = -28,82 \text{ kNm}$$

$$V_{d,y,max} = 11,73 \text{ kN} ; V_{d,y,min} = -11,73 \text{ kN}$$

4.1.1 Upogibna armatura

$$f_{cd} \square \frac{f_{ck}}{\alpha} \square \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} \square 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} \square \frac{f_{yd}}{\alpha} \square \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} \square 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Pravokotni prerez

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$d = 24 \text{ cm}$$

$$M_{d,z,min} = 28,82 \text{ kNm} = 2882 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h \square \frac{M_{us}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} \square \frac{2882 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 30 \text{ cm} \cdot 24^2 \text{ cm}^2} \square 0,083 ; \quad k_s \square 1,067$$

$$A_s \square k_s \cdot \frac{M_{us}}{d \cdot f_{yd}} \square 1,067 \cdot \frac{2882 \text{ kNcmcm}^2}{24 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} \square 3,68 \text{ cm}^2$$

Izberemo $\pm 2 \Phi 14$ ($A_s = 3,08 \text{ cm}^2$) ; skozi montažni steber $2 \Phi 14$

4.2.2 Strižna armatura

$$V_{d,y,max} = 11,73 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{30 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} ; A_c = b \cdot h = 30 \cdot 30 = 900 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \left[k \cdot \left(1 + \frac{200}{d} \right) \cdot \left(1 + \frac{3,08 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} \right) \cdot \left(0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \right) \cdot \left(0,035 \cdot k_1^2 \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \cdot A_c$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[\left(0,035 \cdot k_1^2 \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \cdot A_c$$

$$d = h - a = 300 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \frac{200}{d} = 2,0 ; k = 1 + \frac{200}{240} = 1,91$$

$$\left(1 + \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \right) = 1,02 ; \left(1 + \frac{3,08 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} \right) = 1,0043$$

$$\left(0,2 \cdot \frac{N_{Ed}}{A_c} \right) = 0,2 \cdot f_{cd} ; \left(0,2 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \right) = 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} ; \left(0,035 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \right)$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{d} = C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\left(0,035 \cdot k_1^2 \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{2}} ; \left(0,035 \cdot 1,91^2 \cdot 30^{\frac{1}{2}} \right) = 0,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} = \left[1,91 \cdot \left(1 + \frac{3,08 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} \right) \cdot \left(0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \right) \cdot \left(0,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \right] \cdot 900 \text{ cm}^2 = 38700 \text{ N} = 38,70 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[\left(0,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \right] \cdot 900 \text{ cm}^2 = 36720 \text{ N} = 36,72 \text{ kN}$$

$$V_{d,y,max} = 11,73 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 36,72 \text{ kN} \rightarrow \text{zadošča strižna armatura } \Phi 8 / 20.$$

4.2 Vertikalna vez

$$M_{d,x,max} = 6,64 \text{ kNm} ; M_{d,x,min} = -6,64 \text{ kNm}$$

$$M_{d,z,max} = 55,62 \text{ kNm} ; M_{d,z,min} = -11,88 \text{ kNm}$$

$$V_{d,y,min} = -17,65 \text{ kN}$$

4.1.1 Upogibna armatura

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} = 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Pravokotni prerez

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$d = 24 \text{ cm}$$

$$M_{d,z,max} = 55,62 \text{ kNm} = 5562 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h = \frac{M_{us}}{f_{cd} b d^2} = \frac{5562 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 30 \text{ cm} \cdot 24^2 \text{ cm}^2} = 0,161 ; \quad k_s = 1,067$$

$$A_s = k_s \frac{M_{us}}{d f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{5562 \text{ kNcmcm}^2}{24 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 7,11 \text{ cm}^2$$

Izberemo $\pm 4 \Phi 16$ ($A_s = 8,04 \text{ cm}^2$)

4.2.2 Strižna armatura

$$V_{d,y,min} = 17,65 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{30 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} ; \quad A_c = b \cdot h = 30 \cdot 30 = 900 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rdc} = \dots$$

$$V_{Rdc,min} = \dots$$

$$d = h - a = 300 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$k_1 = \frac{200}{d} = 2,0 \quad ; \quad k_1 = \frac{200}{240} = 1,91$$

$$\eta = \frac{A_{sl}}{b_w d} = 0,02 \quad ; \quad \eta = \frac{8,04 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}} = 0,011$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,2 \cdot f_{cd} \quad ; \quad \sigma_{cp} = \frac{N}{\text{mm}^2} = 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad ; \quad \sigma_{cp} = 0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\eta} = 0,12 \quad ; \quad C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad v_{min} = 0,035 \cdot 1,91^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} = \left[\frac{0,9 \cdot 0,15}{1,5} + \frac{0,9 \cdot 0,15}{1,5} \right] \cdot 52932 \text{ N} = 52,93 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[\frac{0,51 \cdot 0,15}{1,5} + 0 \right] \cdot 300 \cdot 240 = 36720 \text{ N} = 36,72 \text{ kN}$$

$V_{d,y,min} = 17,65 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 36,72 \text{ kN} \rightarrow$ zadošča strižna armatura $\Phi 8 / 20$.

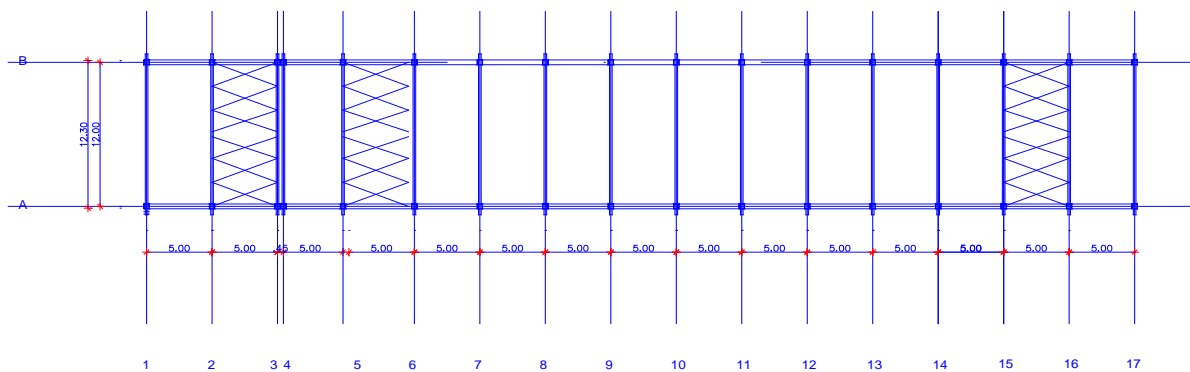
12. STENA V OSI 3

Stena ni neposredno izpostavljena vetru, torej je manj obremenjena kot stena v osi 17.

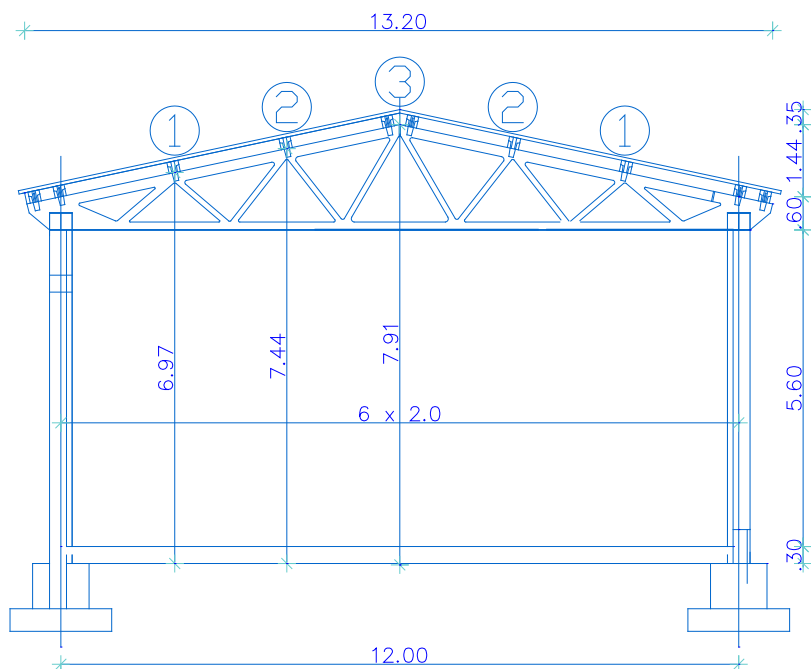
Vezi amiramo enako kot za steno v osi 17.

13. ZAVETROVANJE

1.0 Zasnova



Slika 13.1: Tloris konstrukcije-prikaz zavetrovanja



Slika 13.2: Prerez konstrukcije-prikaz vplivnih površin

2.0 Obtežba

2.1 Obtežba vetra:

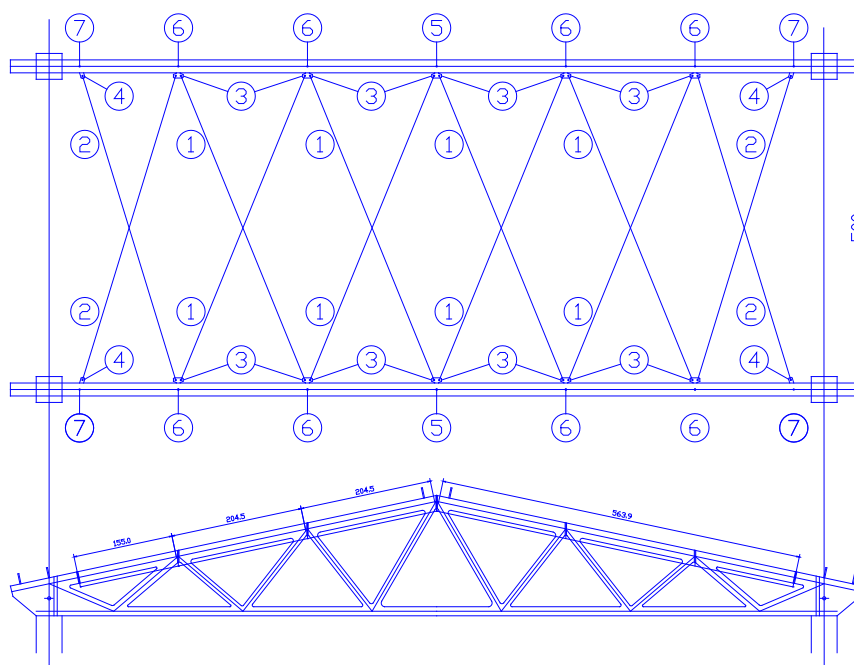
$$w = 0,905 \text{ kN/m}^2 \approx 0,91 \text{ kN/m}^2$$

Razdalja me legami: $e = 2,0 \text{ m}$

$$W_1 = 0,91 \text{ kN/m}^2 * (6,97\text{m} / 2 + 0,35 \text{ m}) * 2,0 \text{ m} = 6,98 \text{ kN}$$

$$W_2 = 0,91 \text{ kN/m}^2 * (7,44\text{m} / 2 + 0,35 \text{ m}) * 2,0 \text{ m} = 7,41 \text{ kN}$$

$$W_3 = 0,91 \text{ kN/m}^2 * (7,91\text{m} / 2 + 0,35 \text{ m}) * 2,0 \text{ m} = 7,84 \text{ kN}$$



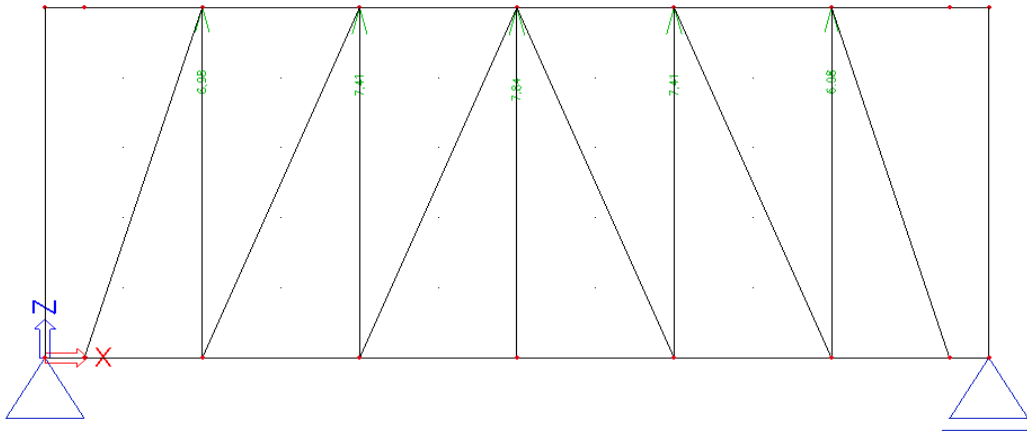
Slika 13.3: Elementi zavetrovanja

$$\alpha_1 = \arctg \frac{2,045}{5,0} = 22,24^\circ ; \quad \cos \alpha_1 = 0,926$$

$$\alpha_2 = \arctg \frac{1,555}{5,0} = 17,28^\circ ; \quad \cos \alpha_2 = 0,955$$

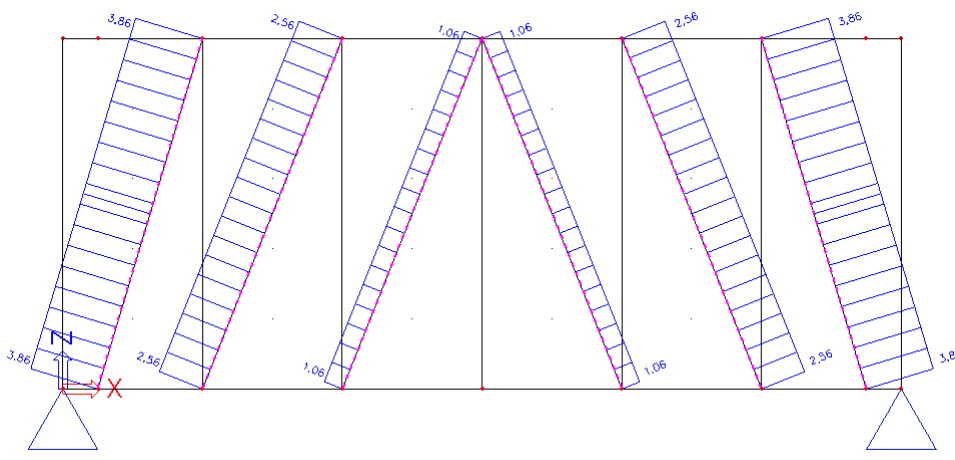
3.0 Notranje sile

Določimo jih s pomočjo programa SCIA ESA PT.



Slika 13.4: Model zavetrovanja-obtežba z vetrom

4.0 Dimenzioniranje



Slika 13.5: Osne sile -obtežba z vetrom

Diagonala 1:

$$N_1 = 2,56 \text{ kN}$$

$$N_1 \leq N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \leq d_1 \cdot \frac{4 \cdot N_1}{\gamma_{M0}}$$

$$d_1 \approx \frac{4 N_1}{M_0} \approx \frac{4 \cdot 2,56 \cdot 1,1}{M_0} \approx 0,39 \text{ m}$$

Izberemo $\Phi 12 - M12$ - priključni vijak M20 5.6

Diagonala 2:

$$N_1 = 3,86 \text{ kN}$$

$$N_2 \approx N_{p,Rd} \approx \frac{A_y f_y}{M_0} \approx d_2 \approx \frac{4 N_2}{M_0}$$

$$d_2 \approx \frac{4 N_2}{M_0} \approx \frac{4 \cdot 3,86 \cdot 1,1}{M_0} \approx 0,48 \text{ m}$$

Izberemo $\Phi 16 - M16$ - priključni vijak M20 5.6

Izbrane so tipske vrednosti.

2.1 Potresna obtežba:

Potresna obtežba na drugo dilatacijsko enoto je 554,01 kN.

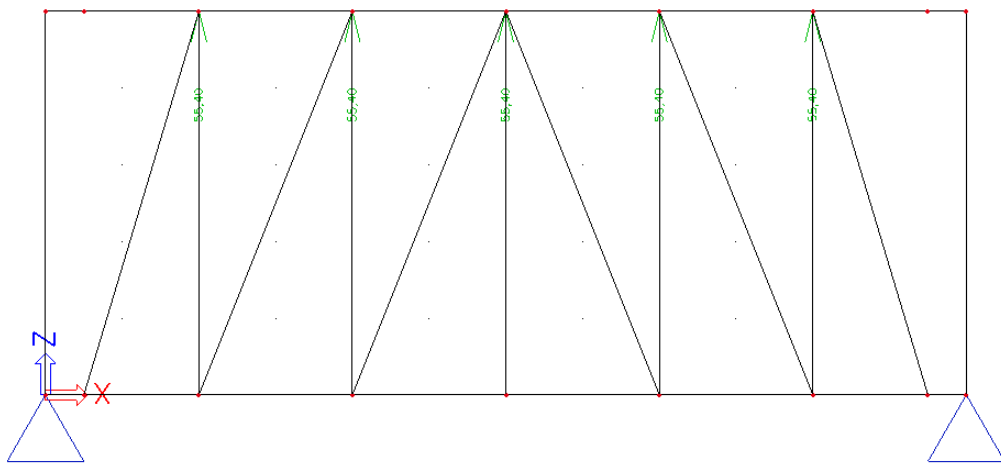
Imamo dve zavetrovanji zato na eno odpade samo polovica te obtežbe.

$$F_{\text{potres}} = 554,01 \text{ kN}$$

$$F_{\text{potres},1} = 554,01 \text{ kN} / 2 = 277 \text{ kN}$$

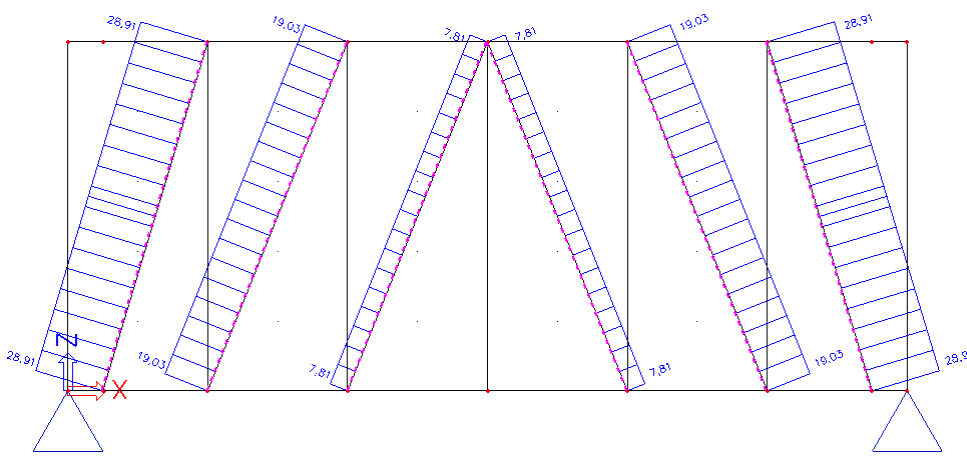
To obtežbo porazdelimo na 5 prijemaš – ležišč leg na strešnem nosilcu. Tako pride na eno ležišče sila:

$$F^1_{\text{potres},1} = F_{\text{potres},1} / 2 = 55,4 \text{ kN}$$



Slika 13.6: Model zavetrovanja-potresna obtežba

4.0 Dimenzioniranje



Slika 13.7: Osne sile – potresna obtežba

Diagonala 1:

$$N_1 = 19,03 \text{ kN}$$

$$N_1 \leq N_{pl,Rd} \leq \frac{A_s f_y}{\gamma_{M0}} \leq d_1 \leq \frac{4 N_1 \gamma_{M0}}{\dots}$$

$$d_1 \leq \frac{4 N_1 \gamma_{M0}}{\dots} \leq \frac{4 \cdot 19,03 \cdot 1,1}{\dots} \leq 1,07 \text{ cm}$$

Izberemo $\Phi 12 - M12$ - priključni vijak M20 5.6

Diagonala 2:

$$N_2 = 28,91 \text{ kN}$$

$$N_2 \leq N_{pl,Rd} = \frac{A_s f_y}{M_0} \leq d_2 \leq \frac{4 N_2 M_0}{M_0}$$

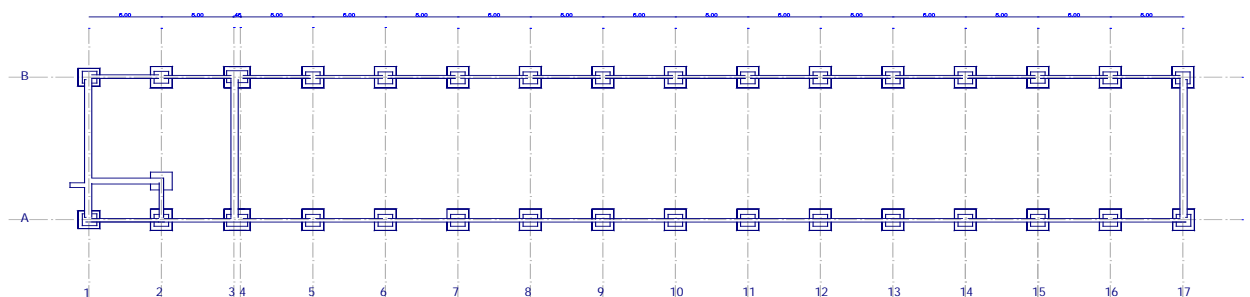
$$d_2 \leq \frac{4 N_2 M_0}{M_0} = \frac{4 \cdot 28,91 \cdot 1,1}{M_0} \leq 1,31 \text{ cm}$$

Izberemo $\Phi 16 - M16$ - priključni vijak M20 5.6

Izbrane so tipske vrednosti.

14. TEMELJENJE

14.0 Zasnova



Slika 14.1: Tloris temeljev

Stebre montažne konstrukcije temeljimo na točkovnih temeljih na koti temeljenja -1,50 m , kar znaša 150 cm pod koto tlaka in zunanje ureditve. Zidove v oseh 1, 3 in 17 ter nosilne zidove medetaže med osmi 1 in 2 temeljimo na pasovnih temeljih. Talne grede v oseh A in B med osmi 2 in 17 povezujejo točkovne temelje ter prenašajo obtežbo zidov na točkovne temelje.

14.1 Talne grede

14.1.1 TP1

1.0 Zasnova



Slika 14.2: Model talne grede TP1

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba (G)

Teža tlaka: $25 \text{ kN/m}^3 * 0,50 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 1,875 \text{ kN/m}$

Lastna teža grede : $25 \text{ kN/m}^3 * 0,95 \text{ m} * 0,30 \text{ m} = 7,125 \text{ kN/m}$

2.2 Spremenljiva obtežba (Q)

Vozilo (7 t) : $P = 70 \text{ kN}$

3.0 Obtežna kombinacija

$$1,35 * \sum G + 1,5 * Q$$

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

5.0 Dimenzioniranje

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 128,93 \text{ kNm} ;$$

$$V_{d,max} = 128,93 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,min} = -128,93 \text{ kN}$$

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura

Pravokotni prerez

b = 30 cm
 h = 95 cm
 a = 5 cm
 d = 95 cm

Beton : C35/45 → $f_{ck} = 3,5 \text{ kN/cm}^2$

Armatura : S400 → $f_{yk} = 40 \text{ kN/cm}^2$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} = 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Armaturu določimo s pomočjo tabele za dimenzioniranje na upogib z osno silo.

$$M_{d,max} = 128,93 \text{ kNm} = 12893 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$k_h = \frac{M_{us}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{12893 \text{ kNcm}}{2,0 \text{ kN} \cdot 30 \text{ cm} \cdot 90^2 \text{ cm}^2} = 0,027 ; \quad k_s = 1,067$$

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_{us}}{d \cdot f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{12893 \text{ kNcm}}{90 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 4,39 \text{ cm}^2$$

Izberemo 3 Φ 16 ; skozi montažni steber 2 Φ 14

5.2 Strižna armatura

$$V_{d,max} = 128,93 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{30 \text{ cm}}{95 \text{ cm}} ; \quad A_c = b \cdot h = 30 \cdot 95 = 2850 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd,c} = \dots$$

$$V_{Rd,c,min} = \dots$$

$$d = h - a = 950 \text{ mm} - 50 \text{ mm} = 900 \text{ mm}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$k_1 = \frac{200}{d} = 2,0 \quad ; \quad k_1 = \frac{200}{900} = 1,47$$

$$\sigma_s = \frac{A_{s1}}{b_w d} = 0,02 \quad ; \quad \sigma_s = \frac{6,03 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm} \cdot 90 \text{ cm}} = 0,0022$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,2 \cdot f_{cd} \quad ; \quad \sigma_{cp} = \frac{N}{\text{mm}^2} = 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad ; \quad \sigma_{cp} = \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\sigma_s} = C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\sigma_{min} = 0,035 \cdot k_1^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad \sigma_{min} = 0,035 \cdot 1,47^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,34 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} = \left[\frac{100}{100} \cdot 0,003 \cdot 30 \cdot 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 89340 \text{ N} = 89,34 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[\frac{24}{100} \cdot 0,15 \cdot 0 \cdot 0,003 \cdot 0 \right] \cdot 1800 \text{ N} = 1,8 \text{ kN}$$

$$V_{d,max} = 128,93 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 89,34 \text{ kN} \rightarrow \text{potrebno je izračunati strižno armaturo}$$

Izbremo navpična stremena:

$$\alpha = 90^\circ \quad ; \quad \theta = 45^\circ$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z}$$

$$z = 0,9 \cdot d \rightarrow z = 0,9 \cdot 90 \text{ cm} = 81 \text{ cm}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{yd}}{\sigma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{wd} = V_{d,max} = 128,93 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z} = \frac{128,93 \text{ kN cm}^2}{81 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 0,457 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Izberemo $s = 20 \text{ cm}$

Izberemo 2 strižno streme : $A_{sw} = n \cdot A_{sw1}$

$$A_{sw1} \square \frac{A_{sw}}{n} \square \frac{A_{sw}}{2}$$

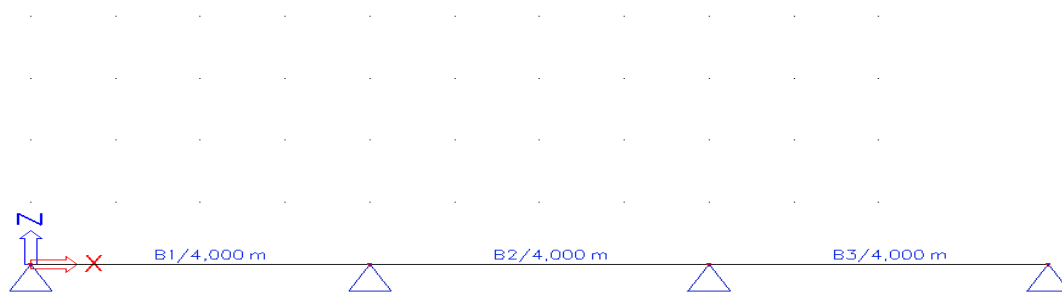
$$A_{sw} = s * 0,0457 \text{ cm}^2/\text{cm} = 0,915 \text{ cm}^2 / 20 \text{ cm}$$

$$A_{sw1} = 0,457 \text{ cm}^2 / 20 \text{ cm} \rightarrow \text{izberemo } \Phi 8 / 20 \text{ cm.}$$

Talna gredi TP1^x in TP3 sta enako armirani kot talna greda TP1.

14.1.2 TP2

1.0 Zasnova



Slika 14.3: Model talne grede TP2

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba (G)

$$\text{Teža zidu: } 20 \text{ kN/m}^3 * 0,3 \text{ m} * (5,3 \text{ m} * 4,0 \text{ m} - 1,6 \text{ m} * 1,5 \text{ m}) / 4,0 \text{ m} = 28,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{Vez : } 25 \text{ kN/m}^3 * 0,30 \text{ m} * 0,20 \text{ m} = 1,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{Lastna teža grede : } 25 \text{ kN/m}^3 * 0,60 \text{ m} * 0,25 \text{ m} = 3,75 \text{ kN/m}$$

3.0 Obtežna kombinacija

$$1,35 * \sum G$$

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

5.0 Dimenzioniranje

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 57,86 \text{ kNm} ; M_{d,min} = -71,63 \text{ kNm}$$

$$V_{d,max} = 108,03 \text{ kN} ; V_{d,min} = -108,03 \text{ kN}$$

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura

Pravokotni prerez

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$a = 5 \text{ cm}$$

$$d = 55 \text{ cm}$$

$$\text{Beton : C35/45} \rightarrow f_{ck} = 3,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura : S400} \rightarrow f_{yk} = 40 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} = 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Armaturu določimo s pomočjo tabele za dimenzioniranje na upogib z osno silo.

5.1.1 Spodnja armatura

$$M_{d,max} = 57,86 \text{ kNm} = 5786 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$k_h = \frac{M_{us}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{5786 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 25 \text{ cm} \cdot 55^2 \text{ cm}^2} = 0,038 ; \quad k_s = 1,067$$

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_{us}}{d \cdot f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{5786 \text{ kNcmcm}^2}{55 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 3,23 \text{ cm}^2$$

Izberemo 3 Φ 14

5.1.2 Zgornja armatura

$$M_{d,min} = 71,63 \text{ kNm} = 7163 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$k_h \leq \frac{M_{is}}{f_{cd} b d^2} \leq \frac{7163 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN/cm}^2 \cdot 25 \text{ cm} \cdot 55^2 \text{ cm}^2} \leq 0,05; \quad k_s \leq 1,067$$

$$A_s \leq k_s \frac{M_{is}}{d f_{yd}} \leq 1,067 \cdot \frac{7163 \text{ kNcmcm}^2}{55 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN/cm}^2} \leq 3,99 \text{ cm}^2$$

Izberemo 2 Φ 16

5.2 Strižna armatura

$$V_{d,max} = 108,03 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} \leq \frac{25 \text{ cm}}{60 \text{ cm}}; \quad A_c \leq b \cdot h \leq 25 \cdot 55 \leq 1375 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rdc} \leq \dots$$

$$V_{Rdc,min} \leq \dots$$

$$d = h - a = 600 \text{ mm} - 50 \text{ mm} = 550 \text{ mm}$$

$$b_w = 250 \text{ mm}$$

$$k \leq 1 + \frac{200}{d} \leq 2,0; \quad k \leq 1 + \frac{200}{550} \leq 1,6$$

$$\lambda \leq \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0,02; \quad \lambda \leq \frac{4,02 \text{ cm}^2}{25 \text{ cm} \cdot 55 \text{ cm}} \leq 0,003$$

$$\sigma_{cp} \leq \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0,2 f_{cd}; \quad \sigma_{cp} \leq \frac{N}{\text{mm}^2} \leq 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \leq 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}; \quad \sigma_{cp} \leq \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rdc} \leq \frac{0,18}{\lambda} \leq C_{Rdc} \leq \frac{0,18}{1,5} \leq 0,12$$

$$\sigma_{min} \leq 0,035 k^2 f_{ck}^{\frac{1}{2}}; \quad \sigma_{min} \leq 0,035 \cdot 1,6^2 \cdot 30^{\frac{1}{2}} \leq 0,39 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{Rd,c} = \left[\left(1,0 + 0,009 \sqrt{30} \right) \cdot 30 \cdot \left(1 + 0,15 \right) \cdot 0 \right] \cdot 65900 \text{ N} = 65,9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[\left(1,0 + 0,15 \right) \cdot 0 \cdot \left(1,50 + 550 \right) \right] \cdot 64350 \text{ N} = 64,35 \text{ kN}$$

$$V_{d,max} = 108,03 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 64,35 \text{ kN} \rightarrow \text{potrebno je izračunati strižno armaturo}$$

Izberemo navpična stremena:

$$\alpha = 90^\circ ; \theta = 45^\circ$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z}$$

$$z = 0,9 \cdot d \rightarrow z = 0,9 \cdot 55 \text{ cm} = 49,5 \text{ cm}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{wd} = V_{d,max} = 108,03 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z} = \frac{108,03 \text{ kN cm}^2}{49,5 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 0,0627 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Izberemo $s = 15 \text{ cm}$

Izberemo 2 strižno streme : $A_{sw} = n \cdot A_{sw1}$

$$A_{sw1} = \frac{A_{sw}}{n} = \frac{A_{sw}}{2}$$

$$A_{sw} = s \cdot 0,0627 \text{ cm}^2/\text{cm} = 0,941 \text{ cm}^2 / 15 \text{ cm}$$

$$A_{sw1} = 0,47 \text{ cm}^2 / 15 \text{ cm} \rightarrow \text{izberemo } \Phi 8 / 15 \text{ cm.}$$

$$\rightarrow \text{drugje } \Phi 8 / 20 \text{ cm}$$

Talna greda TP2^x je enako armirana kot talna greda TP2.

14.1.3 TP4

1.0 Zasnova



Slika 14.4: Model talne grede TP4

2.0 Obtežba

2.1 Stalna obtežba (G)

Teža zidu: $5 \text{ kN/m}^2 * 2,85 \text{ m} = 14,25 \text{ kN/m}$

Lastna teža grede : $25 \text{ kN/m}^3 * 0,95 \text{ m} * 0,3 \text{ m} = 7,13 \text{ kN/m}$

3.0 Obtežna kombinacija

$$1,35 * \sum G$$

4.0 Notranje sile

Notranje sile dobimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

5.0 Dimenzioniranje

$$N_{d,max} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{d,max} = 16,18 \text{ kNm} ;$$

$$V_{d,max} = 30,47 \text{ kN} \quad ; \quad V_{d,min} = -30,47 \text{ kN}$$

5.1 Vzdolžna – upogibna armatura

Pravokotni prerez

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 95 \text{ cm}$$

$$a = 5 \text{ cm}$$

$$d = 90 \text{ cm}$$

$$\text{Beton : C35/45} \rightarrow f_{ck} = 3,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Armatura : S400} \rightarrow f_{yk} = 40 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{3,0 \text{ kN}}{1,5} = 2,0 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{40 \text{ kN}}{1,15} = 34,8 \text{ kN}$$

Armaturu določimo s pomočjo tabele za dimenzioniranje na upogib z osno silo.

$$M_{d,max} = 16,18 \text{ kNm} = 1618 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h = \frac{M_{us}}{f_{cd} b d^2} = \frac{1618 \text{ kNcm}}{2,0 \text{ kN} \cdot 30 \text{ cm} \cdot 90^2 \text{ cm}^2} = 0,0033 ; \quad k_s = 1,067$$

$$A_s = k_s \frac{M_{us}}{d f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{1618 \text{ kNcm}}{90 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 0,55 \text{ cm}^2$$

Potrebna je minimalna armatura.

5.2 Strižna armatura

$$V_{d,max} = 30,47 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{30 \text{ cm}}{95 \text{ cm}} ; \quad A_c = b \cdot h = 30 \cdot 95 = 2850 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rdc} = \dots$$

$$V_{Rdc,min} = \dots$$

$$d = h - a = 950 \text{ mm} - 50 \text{ mm} = 900 \text{ mm}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$k_1 = \frac{200}{d} = 2,0 \quad ; \quad k_1 = \frac{200}{900} = 1,47$$

$$\eta = \frac{A_{sl}}{b_w d} = 0,02 \quad ; \quad \eta = \frac{4,62 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm} \cdot 90 \text{ cm}} = 0,0017$$

$$\sigma_{ep} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,2 \cdot f_{cd} \quad ; \quad \sigma_{ep} = \frac{N}{\text{mm}^2} = 0,2 \cdot \frac{35 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad ; \quad \sigma_{ep} = \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\eta} = 0,12 \quad ; \quad C_{Rd,c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\sigma_{min} = 0,035 \cdot k_1^2 \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad \sigma_{min} = 0,035 \cdot 1,47^2 \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,34 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$k_1 = 0,15$

$$V_{Rd,c} = \left[\frac{0,09}{\eta} + 0,0001 \cdot \frac{N_{Ed}}{b_w d} \right] \cdot 30 \cdot \left[1 + 0,15 \cdot \frac{N_{Ed}}{b_w d} \right] = 81980 \text{ N} = 81,98 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = \left[\frac{0,09}{\eta} + 0,0001 \cdot \frac{N_{Ed}}{b_w d} \right] \cdot 30 = 91800 \text{ N} = 91,8 \text{ kN}$$

$V_{d,max} = 30,47 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 81,98 \text{ kN} \rightarrow$ potrebno je minimalna strižna armatura.

14.2 Točkovni temelji (člašasti temelji)

14.2.1 Točkovni temelj T01

1.0 Obtežba

Vertikalna obtežba na temelje:

→ Stalna obtežba

steber-stalna obtežba	107,47	kN
akcije talnih gred	146,79	kN

→ Spremenljiva obtežba

steber-koristna obtežba	66,26	kN
žerjav	164,15	kN

Opomba: Vpliva žerjava in tovornega vozila na talni gredi se izključujeta, saj ko objekt ne bo več namenjen garažam, bo v njem proizvodnja z žerjavom.

Horizontalna obtežba na temelje:

Upoštevamo vpliv vetra in bočni sunek žerjava

2.0 Notranje sile

Notranje sile določimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

3.0 Obtežna kombinacija

MSN kombinacije narejene v programu SCIA ESA PT.

4.0 Dimenzioniranje

4.1 Določitev armature pete temelje

Notranje sile na dnu stebra:

$$N_{d,min} = -719,67 \text{ kN}$$

$$M_{d,min} = -205,28 \text{ kNm}$$

$$V_{d,min} = -56,88 \text{ kN}$$

$$\sigma_{d,max} = \frac{N}{A_c} = \frac{719,67}{1,5 \cdot 1,8} = 266,54 \text{ kN} \quad \sigma_{d,min} = 350 \text{ kN}$$

$$\text{če je } e \leq \frac{M}{N} \leq \frac{L}{6} \quad \sigma \leq 1,2 \frac{N}{A} \leq \frac{M}{W}$$

$$\text{če je } e \leq \frac{M}{N} \leq \frac{L}{6} \quad \sigma \leq \max \left\{ \frac{2}{3} \frac{N}{e \cdot B} \right\}$$

$$e = \frac{205,28 \text{ kNm}}{719,67 \text{ kN}} = 0,285 \text{ m}$$

$$\frac{L}{6} = \frac{1,8}{6} = 0,3$$

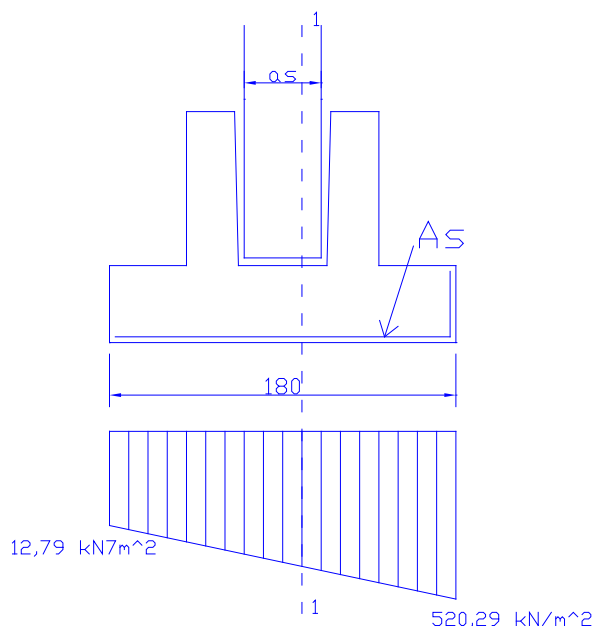
$$W = \frac{L \cdot B^2}{6}, \quad A = L \cdot B$$

$$W = \frac{1,5 \cdot 1,8^2}{6} = 0,81 \text{ m}^2, \quad A = 1,5 \cdot 1,8 = 2,7 \text{ m}^2$$

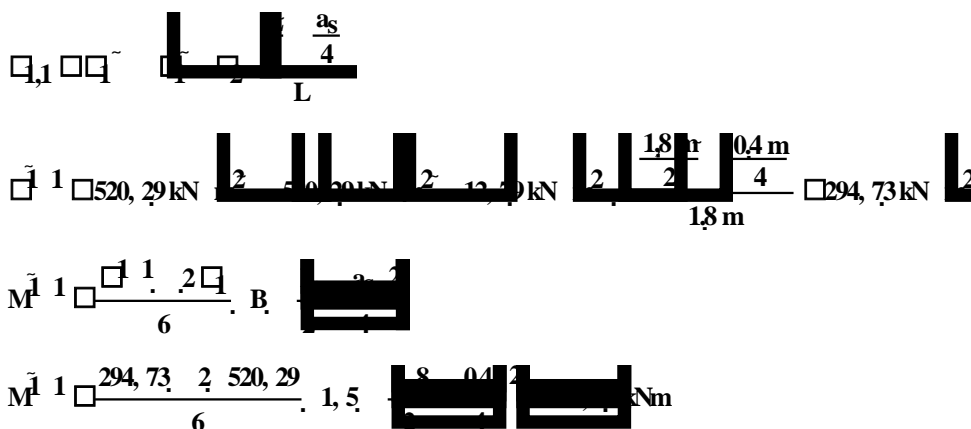
$$1,2 \frac{N}{A} = \frac{813,12}{2,7} = 301,15$$

$$\sigma = 520,29 \text{ kN}$$

$\sigma \approx 12,79 \text{ kN}$



Slika 14.5: Napetosti pod temeljem T01



$$M^{1-1} = 221,33 \text{ kNm} = 21365 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h = \frac{M_{is}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{21365 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 150 \text{ cm} \cdot 35^2 \text{ cm}^2} = 0,06 \quad , \quad k_s = 1,067$$

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_{is}}{d \cdot f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{21365 \text{ kNcmcm}^2}{35 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 18,73 \text{ cm}^2$$

Izberemo $\Phi 14 / 7,5 \text{ cm}$

4.2 Čaša temelja T01

4.2.1 Horizontalna armatura

Predpostavimo gladke stene čaše in stebre.

$$M_{d,min} = -205,28 \text{ kNm} = M$$

$$V_{d,min} = -56,88 \text{ kN} = H$$

$$H_0 \square \frac{3}{2} \cdot \frac{M}{t} \cdot \frac{5}{4} \cdot H$$

$$H_u \square \frac{3}{2} \cdot \frac{M}{t} \cdot \frac{1}{4} \cdot H$$

$$t = h_{\text{čaše}} - 5 \text{ cm} = 80 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 75 \text{ cm}$$

$$H_0 \square \frac{3}{2} \cdot \frac{205,28}{0,75} \cdot \frac{5}{4} \cdot 56,88 \square 482,44 \text{ kN}$$

$$H_u \square \frac{3}{2} \cdot \frac{205,28}{0,75} \cdot \frac{1}{4} \cdot 56,88 \square 424,78 \text{ kN}$$

Sili H_0 in H_u podam na modelu v programu kot zvezno obtežbo. Vedndar takšna obtežba je pretirana, tako da podam samo 2/3 zvezne obtežbe.

Zgoraj:

$$M_{d,max} = 33,25 \text{ kNm} = 3325 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h \square \frac{M_{us}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} \square \frac{3363 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 19^2 \text{ cm}^2} \square 0,115 ; \quad k_s \square 1,067$$

$$A_s \square k_s \cdot \frac{M_{us}}{d \cdot f_{yd}} \square 1,067 \cdot \frac{3363 \text{ kNcmcm}^2}{19 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} \square 5,43 \text{ cm}^2$$

Izberemo zanke: 4 Φ 14 .

Spodaj:

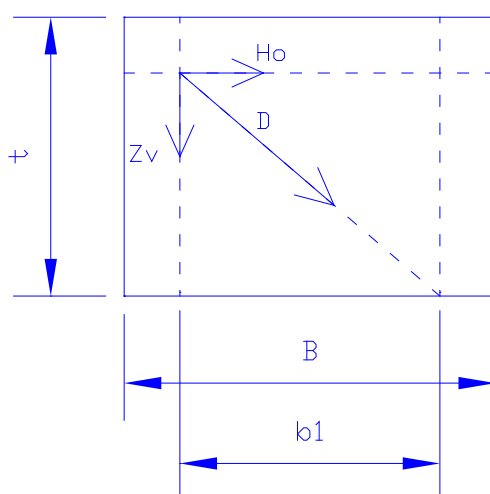
$$M_{d,max} = 29,61 \text{ kNm} = 2961 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h \square \frac{M_s}{f_{cd} b d^2} \square \frac{2961 \text{ kNmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 19^2 \text{ cm}^2} \square 0,103 ; \quad k_s \square 1,067$$

$$A_s \square k_s \frac{M_s}{d f_{yd}} \square 1,067 \cdot \frac{2961 \text{ kNmcm}^2}{19 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} \square 4,78 \text{ cm}^2$$

Izberemo zanke: 4 Φ 14 .

4.2.2 Vertikalna armatura



Slika 14.6: Prikaz poteka napetosti v čaši

$$Z_v \square \frac{H_0 \cdot t}{b_1}$$

$$b_1 = B - 2 \cdot 0,15 = 1 \text{ m} - 0,3 \text{ m} = 0,70 \text{ m}$$

$$Z_v \square \frac{482,44 \cdot 0,75}{0,70} \square 516,9 \text{ kN}$$

$$A_{sv} \square \frac{Z_v}{f_{yd}} \square \frac{516,9}{34,8} \square 14,85 \text{ cm}^2$$

Izberemo 10 Φ 14.

4.2.3 Preverjanje na strig

$$V_{d,max} = 160,81 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{40 \text{ cm}}{22,5 \text{ cm}}$$

Imamo navpična stremena: $10 \Phi 14 \rightarrow \Phi 14/10 \text{ cm}$.

$$\alpha = 90^\circ ; \theta = 45^\circ$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z}$$

$$z = 0,9 * d \rightarrow z = 0,9 * 19 \text{ cm} = 17,1 \text{ cm}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{wd} = V_{d,max} = 160,81 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z} = \frac{160,81 \text{ kN cm}^2}{17,1 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 0,27 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Imamo $s = 10 \text{ cm}$

Imamo 2 strižno streme : $A_{sw} = n * A_{sw1}$

$$A_{sw1} = \frac{A_{sw}}{n} = \frac{A_{sw}}{2}$$

$$A_{sw} = s * 0,27 \text{ cm}^2/\text{cm} = 2,7 \text{ cm}^2 / 10 \text{ cm}$$

$A_{sw1} = 1,35 \text{ cm}^2 / 10 \text{ cm} \rightarrow$ potrebujemo torej $\Phi 14 / 10 \text{ cm}$ ($A_{sw,dej} = 1,54 / 10 \text{ cm}$).

Stremena, ki jih imamo zadostujejo za prevzem stižnih sil.

5.0 Račun nevarnosti preboja

Račun je narejen v programu Schöck Bole in v skladu z predpisi Eurocode 2 – EN 1992-1-1

Projekt Primer 10 Gradbeni element Temelj - pravokotni notranji opornik	Stran 1 Datum 11.10.2007
Schöck BOLE Dimenzioniranje v skladu z EC 2 - EN 1992-1-1	
Materiali Kakovost betona = C 30/37 $\gamma_c = 1,50$ Kakovost jekla v armaturi plošče = RSt 500 $\gamma_s = 1,15$ Kakovost jekla BOLE = RSt 500	Karakteristike materialov [N/mm ²] Kakovost betona C 30/37 $f_{ck} = 30,0$ $f_{ck,cube} = 33,0$ $f_{cm} = 38,0$
Geometrija plošč in opornikov Vrsta plošče - strop / temelj: Temeljna plošča Debelina plošče h = 400 mm Betonsko pokritje c = 50 mm Koristna višina d = 350 mm Opora: Dolžina v smeri x - a = 400 mm Dolžina v smeri y - b = 400 mm	Jeklo v armaturi plošče RSt 500 $f_{yk} = 500$ $f_{yk} = 434,783$ $E_s = 200.000$ Jeklo BOLE RSt 500 $f_{yk} = 500$ $f_{yk} = 435$ $E_s = 200.000$
Ekscentriciteta nosilnosti za izračun b Ekscentricitete so upoštevane! ex = 0,000 m ey = 0,285 m	Tloris opornikov
Obstoječe upogibne armature plošče <input type="checkbox"/> Neposredni vnos odstotka armature asx = 20,52 cm/m Odstotek armature asy = 20,52 cm/m 0,586 %	
Učinki vpliva Stalna obtežba VG = 720 kN Koristna obtežba VQ = 0 kN Dinamični delež obtežbe Vdyn = 0 kN Vrednost dimenzioniranja talnega pritiska = 0 kN/m ² Delni varnostni faktorji gG gQ = 1,00 1,00 Dimenzioniranje prečne sile VSd = 719,7 kN	
Rezultati Prečni prezek opornikov	
Armatura ni potrebna	
$V_{Ed} = 924,8 \text{ kN} \leq V_{Rdc}$ $\beta = 1,29$ $V_{Rdc} = 1.150,4 \text{ kN}$ $VR_{d,s, maks.} = 2.956,8 \text{ kN}$ $V_{Ed} / VR_{d,s, maks.} = 0,80 \leq 0,31$ Število letev = 0 Število sornikov na letev znotraj zunanaj = 0 0 Razmik med sorniki na letev znotraj zunanaj = 0 mm 0 mm $u_1 \quad u_2, zaht \leq u_2, razp = 0 mm \quad 0 mm \leq 0 mm$ $\bar{R}_{sorniki} = 0 mm$ Dolžina letve $l_s, zaht \leq l_s, razp = 525 mm \leq 525 mm$ Razmerje dolžine letve do koristne višine $l_s/d = 1,50$ $As_v, zaht \leq As_v, obst = 0 mm^2 \leq 0 mm^2$ $VR_{d,s, obst} = 0,00$ $VR_{d,s, obst} / V_{Ed} = 0,00$ Delna površina talnega pritiska = 1,44 m ² Skupna teža letev s sorniki = 0,00 kg	Nastavitve parametrov Prefabricirani BOLE <input type="checkbox"/> Notranji krožni prezek $u_1 = d * 2,0$ Notranji odmik od roba v $u_1 = d * 0,35$ Zunanji odmik od roba v $u_1 = d * 0,50$ Maks. razmik med sorniki = $d * 0,75$ Maks. razmik med letvami v $u_1 = d * 1,5$ Maks. razmik med letvami v $u_2 = d * 2,0$ Maks. dolžina letve v $u_2 = d * 6,0$ <input type="radio"/> β σταθερά <input type="radio"/> β константно (ε _{yk} по нормативу ε _{yk} β _{yk}) <input checked="" type="radio"/> β परिवर्तमान (ε _{yk} по формуле) $\beta = 1,29$
Izrezi <input type="checkbox"/> Ni upoštevano! <input type="checkbox"/> Δα. νεκασρεθνο ανεσττ?	
Verzija 3.0.4 - 05/2007	Pisarna civilnega inženirja Dr. Pech - Dunaj

Slika 14.7: Račun nevarnosti preboja temeljne plošče temelja T01

14.2.2 Točkovni temelj T02

Točkovni temelj je skupni temelj dveh stebrov. Tukaj se tudi objekt deli na dve dilatacijski enoti. Steber brez žerjavne proge je manj obremenjen kot steber z žerjavno progo.

1.0 Obtežba

V programu SCIA ESA PT napravimo model stebra z žerjavno progo, da bi lahko dobil obremenitve v temelju. Za širino obremenitev vzamemo samo polovico stene oziroma strehe. Naredimo še model stebra brez žerjavne proge in ga enako obremenil samo z polovično širino stene oziroma strehe. Tako dobimo jasen prikaz koliko obremenitev prinese posamezen steber v temelj T02.

2.0 Notranje sile

Notranje sile določimo s pomočjo programa SCIA ESA PT.

Steber z žerjavno progo:

$$N_{d,\min} = -343,39 \text{ kN}$$

$$M_{d,\min} = -173,27 \text{ kNm}$$

$$V_{d,\min} = -48,72 \text{ kN}$$

Steber brez žerjavne proge:

$$N_{d,\min} = -144,67 \text{ kN}$$

$$M_{d,\min} = -28,61 \text{ kNm}$$

$$V_{d,\min} = -11,72 \text{ kN}$$

Vplive obeh stebrov seštejemo in na to obremenitev dimenzioniramo temelj. K vertikalni obremenitvi na temelj prištejemo še:

akcije talnih gred : 146,79 kN

3.0 Obtežna kombinacija

MSN kombinacije narejene v programu SCIA ESA PT.

4.0 Dimenzioniranje

4.1 Določitev armature pete temelje

$$N_{d,\min} = -343,39 \text{ kN} - 144,67 \text{ kN} - 146,79 \text{ kN} = -634,85 \text{ kN}$$

$$M_{d,\min} = -173,27 \text{ kNm} - 28,61 \text{ kNm} = -201,88 \text{ kNm}$$

$$V_{d,\min} = -48,72 \text{ kN} - 11,72 \text{ kN} = 60,44 \text{ kN}$$

$$d_{\max} = \frac{N}{A_c} = \frac{634,85}{1,8 \cdot 1,8} = 195,94 \text{ kN} \quad \mathbf{2} \quad \mathbf{350 \text{ kN}} \quad \mathbf{2}$$

$$\text{če je } e \leq \frac{M}{N} \leq \frac{L}{6} \quad \text{in} \quad \frac{N}{A} \leq \frac{M}{W}$$

$$\text{če je } e \leq \frac{M}{N} \leq \frac{L}{6} \quad \text{in} \quad \frac{N}{A} \leq \frac{2}{3} \frac{N}{e B}$$

$$e \leq \frac{201,88}{634,85} = 0,318$$

$$\frac{L}{6} \leq \frac{1,8}{6} = 0,3$$

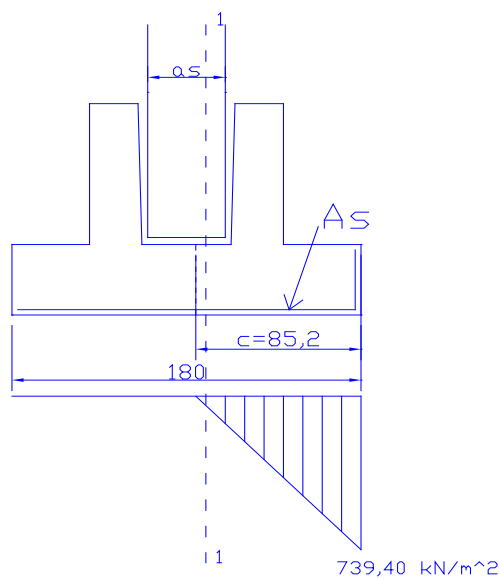
$$\frac{N}{A} \leq \frac{2}{3} \frac{N}{e B}$$

$$\frac{N}{A} \leq \frac{2}{3} \frac{634,85 \text{ kN}}{0,318 \text{ m} \cdot 1,8 \text{ m}} = 739,4 \text{ kN} \quad \mathbf{2}$$

$$c \leq \frac{L}{2} \quad e \leq \frac{L}{5}$$

$$c \leq \frac{L}{2} \quad e \leq \frac{1,8 \text{ m}}{2} = 0,9 \text{ m} \leq 0,582 \text{ m}$$

$$\frac{L}{5} \leq 0,36 \text{ m}$$



Slika 14.8: Napetosti pod temeljem T02

$$M^1 = \frac{1 \cdot 1 \cdot 2}{6} \cdot B \cdot \text{[Diagram]}$$

$$1 \cdot 1 \cdot 0 \text{ kN} \cdot \text{[Diagram]}$$

$$M^1 = \frac{0 \cdot 2 \cdot 739,4}{6} \cdot 1,8 \cdot \text{[Diagram]} \text{ kNm}$$

$$M^{1-1} = 283,94 \text{ kNm} = 28394 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h = \frac{M_{us}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{28394 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 180 \text{ cm} \cdot 35^2 \text{ cm}^2} = 0,06 \quad k_s = 1,067$$

$$A_s = k_s \cdot \frac{M_{us}}{d \cdot f_{yd}} = 1,067 \cdot \frac{28394 \text{ kNcmcm}^2}{35 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 24,87 \text{ cm}^2$$

Izberemo $\Phi 16 / 7,5 \text{ cm}$

4.2 Čaša temelja T02

4.2.1 Horizontalna armatura

Predpostavimo gladke stene čaše in stebre.

$$M^3_{d,min} = -28,61 \text{ kNm}$$

$$H^3_{d,min} = -11,72 \text{ kN}$$

$$M^4_{d,min} = -173,27 \text{ kNm}$$

$$H^4_{d,min} = 48,72 \text{ kN}$$

$$H_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{M}{t} = \frac{5}{4} \cdot H$$

$$H_u = \frac{3}{2} \cdot \frac{M}{t} = \frac{1}{4} \cdot H$$

$$t = h_{\text{čaše}} - 5 \text{ cm} = 80 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 75 \text{ cm}$$

$$H_0^3 = \frac{3}{2} \cdot \frac{28,61}{0,75} = \frac{5}{4} \cdot 11,72 = 71,87 \text{ kN}$$

$$H_u^3 = \frac{3}{2} \cdot \frac{28,61}{0,75} = \frac{1}{4} \cdot 11,72 = 60,15 \text{ kN}$$

$$H_0^4 \square \frac{3}{2} \cdot \frac{173,27}{0,75} \cdot \frac{5}{4} \cdot 48,72 \square 407,44 \text{ kN}$$

$$H_u^4 \square \frac{3}{2} \cdot \frac{173,27}{0,75} \cdot \frac{1}{4} \cdot 48,72 \square 358,72 \text{ kN}$$

Sili H_0 in H_u podam na modelu v programu kot zvezno obtežbo. Vedndar takšna obtežba je pretirana tako, da podam samo $2/3$ zvezne obtežbe.

Zgoraj:

$$M_{\max} = 45,99 \text{ kNm} = 4599 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h \square \frac{M_{is}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} \square \frac{4599 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 19^2 \text{ cm}^2} \square 0,16 \quad ; \quad k_s \square 1,067$$

$$A_s \square k_s \cdot \frac{M_{is}}{d \cdot f_{yd}} \square 1,067 \cdot \frac{4599 \text{ kNcmcm}^2}{19 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} \square 7,42 \text{ cm}^2$$

Izberemo zanke: $5 \Phi 14$.

Spodaj:

$$M_{\max} = 40,29 \text{ kNm} = 4029 \text{ kNcm} = M_{us}$$

$$k_h \square \frac{M_{is}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} \square \frac{4029 \text{ kNcmcm}^2}{2,0 \text{ kN} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 19^2 \text{ cm}^2} \square 0,14$$

$$A_s \square k_s \cdot \frac{M_{is}}{d \cdot f_{yd}} \square 1,067 \cdot \frac{4029 \text{ kNcmcm}^2}{19 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} \square 6,50 \text{ cm}^2$$

Izberemo zanke: $5 \Phi 14$.

4.2.1 Vertikalna armatura

$$Z_v \square \frac{H_0 \cdot t}{b_1}$$

$$b_1 = B - 2 \cdot 0,15 \cdot 1,45 \text{ m} = 1,45 \text{ m} - 0,435 \text{ m} = 1,015 \text{ m}$$

$$Z_v \square \frac{407,44 \cdot 0,75}{1,015} \square 301,06 \text{ kN}$$

$$A_{sv} \square \frac{Z_v}{f_{yd}} \square \frac{301,06}{34,8} \square 8,65 \text{ cm}^2$$

Izberemo 18 Φ 14.

4.2.3 Preverjanje na strig

$$V_{d,max} = 198,01 \text{ kN}$$

Pravokotni prerez

$$\frac{b}{h} = \frac{40 \text{ cm}}{22,5 \text{ cm}}$$

Imamo navpična stremena: 18 Φ 14 \rightarrow Φ 14 / 7,5cm.

$$\alpha = 90^\circ ; \theta = 45^\circ$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z}$$

$$z = 0,9 \cdot d \rightarrow z = 0,9 \cdot 19 \text{ cm} = 17,1 \text{ cm}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_s} = \frac{40 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,15} = 34,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{wd} = V_{d,max} = 198,01 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{wd}}{f_{ywd} z} = \frac{198,01 \text{ kN cm}^2}{17,1 \text{ cm} \cdot 34,8 \text{ kN}} = 0,333 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Imamo $s = 7,5 \text{ cm}$

Imamo 2 strižno streme : $A_{sw} = n \cdot A_{sw1}$

$$A_{sw1} = \frac{A_{sw}}{n} = \frac{A_{sw}}{2}$$


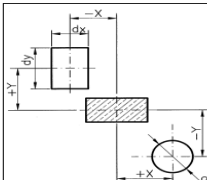
$$A_{sw} = s \cdot 0,333 \text{ cm}^2/\text{cm} = 2,5 \text{ cm}^2 / 7,5 \text{ cm}$$

$A_{sw1} = 1,25 \text{ cm}^2 / 7,5 \text{ cm} \rightarrow$ potrebujemo torej Φ 14 / 7,5 cm ($A_{sw,dej} = 1,54 / 10 \text{ cm}$).

Stremena, ki jih imamo zadostujejo za prevzem strižnih sil.

5.0 Račun nevarnosti preboja

Račun je narejen v programu Schöck Bole in v skladu z predpisi Eurocode 2 – EN 1992-1-1

Projekt Primer 10			
Gradbeni element Temelj - pravokotni notranji opornik		Stran 1 Datum 11.10.2007	
Schöck BOLE		Dimenzioniranje v skladu z EC 2 - EN 1992-1-1	
Materiali	Kakovost betona = C 30/37 $\gamma_c = 1,50$ Kakovost jekla v armaturi plošče = RST 500 $\gamma_s = 1,15$ Kakovost jekla BOLE = RST 500	Karakteristike materialov	[N/mm ²] Kakovost betona C 30/37 $f_{ck} = 30,0$ $f_{ck,cube} = 33,0$ $f_{cm} = 38,0$
Geometrija plošč in opornikov	Pravokotni - notranji opornik Vrstna plošče - strop / temelj: Temeljna plošča Debelina plošče h = 400 mm Betonsko pokritje c = 50 mm Koristna višina d = 350 mm Opora: Dolžina v smeri x - a = 800 mm Dolžina v smeri y - b = 400 mm	Jeklo v armaturi plošče RSt 500 $f_{yk} = 500$ $f_{yd} = 434,783$ $E_s = 200.000$	Jeklo BOLE RSt 500 $f_{yk} = 500$ $f_{yd} = 435$ $E_s = 200.000$
Ekscentriciteta nosilnosti za izračun b	ex = 0,000 m ey = 0,318 m Ekscentricitete so upoštevane!	Tloris opornikov	
Obstoječe upogibne armature plošče	asx = 26,81 cm/m asy = 26,81 cm/m Odstotek armature 0,766 %	Prečni prerez opornikov	
Učinki vpliva	Stalna obtežba VG = 635 kN Koristna obtežba VQ = 0 kN Dinamični delež obtežbe Vdyn = 0 kN Vrednost dimenzioniranja talnega pritiska = 0 kN/m ₂ Delni varnostni faktorji gG gQ = 1,00 1,00 Dimenzioniranje prečne sile VSd = 634,9 kN	Nastavitve parametrov Prefabricirani BOLE <input type="checkbox"/> Notranji krožni prerez u1 = d * 2,0 Notranji odmik od roba v u1 = d * 0,35 Zunanji odmik od roba v u1 = d * 0,50 Maks. razmik med somiki = d * 0,75 Maks. razmik med letvami v u1 = d * 1,5 Maks. razmik med letvami v u2 = d * 2,0 Maks. dolžina letve v u2 = d * 6,0 <input type="radio"/> β σταθερά <input type="radio"/> β константно (ξ μόνωστο το ζβ1ρε) <input checked="" type="radio"/> β परिवално (ξρoλuνuλoтmо) β = 1,26	
Rezultati	Armatura ni potrebna		
	$V_{Ed} = 800,0$ kN $\leq V_{Rdc}$ $\beta = 1,26$ $V_{Rdc} = 1.425,4$ kN $VRds, maks. = 4.435,2$ kN VED / VRdc = 0,56 0,18 Število letev = 0 Število somikov na letev znotraj zunaj = 0 0 Razmik med somiki na letev znotraj zunaj = 0 mm 0 mm u1 u2, zaht ≤ u2, razp = 0 mm 0 mm ≤ 0 mm Rsomiki = 0 mm Dolžina letve ls, zaht ≤ ls, razp = 525 mm ≤ 525 mm Razmerje dolžine letve do koristne višine ls/d = 1,50 Asv, zaht ≤ Asv, obst = 0 mm ≤ 0 mm VRds, obst = 0,00 VRds, obst / VED = 0,00 Delna površina talnega pritiska = 1,92 m ₂ Skupna teža letev s somiki = 0,00 kg	Nastavitve parametrov Prefabricirani BOLE <input type="checkbox"/> Notranji krožni prerez u1 = d * 2,0 Notranji odmik od roba v u1 = d * 0,35 Zunanji odmik od roba v u1 = d * 0,50 Maks. razmik med somiki = d * 0,75 Maks. razmik med letvami v u1 = d * 1,5 Maks. razmik med letvami v u2 = d * 2,0 Maks. dolžina letve v u2 = d * 6,0 <input type="radio"/> β σταθερά <input type="radio"/> β константно (ξ μόνωστο το ζβ1ρε) <input checked="" type="radio"/> β परिवално (ξρoλuνuλoтmо) β = 1,26	
Izrezi	<input type="checkbox"/> Ni upoštevano! <input type="checkbox"/> Δα. vezοορeδno πνεσtι?		
			
Verzija 3.0.4 - 05/2007	Pisarna civilnega inženirja Dr. Pech - Dunaj		

Slika 14.9: Račun nevarnosti preboja temeljne plošče temelja T02

15. ZAKLUČEK

V diplomu je prikazano dimenzioniranje proizvodnje hale, ki lahko služi tako kot garaža ali kot proizvodna hala z žerjavom. Montažni elementi so dimenzionirani v skladu z evropskimi predpisi Eurocode, ki bodo kmalu veljavni tudi v Sloveniji. Največjo težavo je predstavljala obtežba z vetrom, saj je z uvedbo Eurocode predpisov postal izračun precej kompleksen. Hala bo postavljena v Dravogradu, kjer potres ne predstavlja merodajne obtežbe na konstrukcijo. Če temu ne bi bilo tako bi morali elemente dimenzionirati po EC8, ki predstavlja strožje predpise kar se tiče armiranja elementov.

Projektiranje in dimenzioniranje je resno delo in zahteva zbranost in ne dopušča mesta za napake.

VIRI

EUROCODE 1: Actions on structures – Part 1-1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings, EN 1991-1-1:2002.

EUROCODE 1: Actions on structures – Part 1-3: General actions – Snow loads, EN 1991-1-3: 2003.

EUROCODE 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind actions, EN 1991-1-4:2005.

EUROCODE 2: Design of concrete structures – Part 1: General rules and rules for buildings, EN 1992-1-1:2004.

EUROCODE 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, EN 1998-1:2004.

Planinc, I., Bratina, S. 2005. Interakcijski diagrami nosilnosti AB prečnih prerezov po EC 2. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

STRAN ZA POPRAVKE

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisan **MARKO ARLIČ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»**PROJEKTIRANJE NOSILNIH ELEMENTOV ARMIRANOBETONSKEGA
MONTAŽNEGA OBJEKTA**«.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 12.10.07

IZJAVE O PREGLEDU NALOGE

Nalogo so si ogledali učitelji iz konstrukcijske smeri:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

- UDK:** 624.012.45:624.072.2(043.2)
- Avtor:** Marko Arlič
- Mentor:** doc. dr. Jože Lopatič
- Naslov:** Projektiranje nosilnih elementov armiranobetonskega objekta
- Obseg in oprema:** 120 str., 7 pregl., 74 sl.
- Ključne besede:** montažni objekti, dimenzioniranje, nosilni elementi

Izvleček:

Diplomska naloga zajema statični račun armiranobetonskega objekta. Objekt je armiranobetonska montažna hala, ki bo postavljena na parceli gradbenega podjetja IGEM d.o.o v Selovcu pri Dravogradu. Hala bo v prvi fazi namenjena kot garaža za tovorna vozila in pisarne, v drugi fazi pa lahko tudi kot proizvodna hala z žerjavno progo. V diplomu je natančno prikazan način dimenzioniranja nosilnih elementov objekta v skladu z evropskimi standardi Eurocode. Za statične izračune so bili uporabljeni programi SCIA ESA PT, RADIMPEX TOWER in DIAS. V prilogi lahko najdete računalniške izpise poteka notranjih sil in tabelarni izpis teh. Podani so tudi montažni in armaturni načrti montažnih elementov ter izvleček armature.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTLISTIC INFORMATION

- UDC:** 624.012.45:624.072.2(043.2)
- Author:** Marko Arlič
- Supervisor:** assist. prof. dr. Jože Lopatič
- Title:** Design of structural members of the prefabricated reinforced concrete building
- Notes:** 120 p., 7 tab., 74 fig.
- Key words:** prefabricated reinforced concrete buildings, design, structural member

Abstract:

The thesis contains the static calculation of a structural steel building, which is a prefabricated reinforced concrete building and will be located on the plot of the building company IGEM d.o.o in Selovec, Dravograd. Its first phase the prefabricated reinforced concrete hall will serve as a garage for lorries as well as office space. In its second phase it may as well be used as a production hall with a crane runway. The thesis accurately presents the dimensioning of supporting elements of the structure in compliance with the European standards determined by Eurocode. The following computer programs were used for the static calculation: SCIA ESA PT, RADIMPEX TOWER and DIAS. The Annex contains computer documentation of internal tension, including charts. Enclosed are also modular and reinforcement details designs of prefabricated elements and reinforcement recapitulation.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. J. Lopatiču.

Zahvalil bi se tudi svojim staršem, ki sta mi vsa leta študija nudila pomoč, ter Alini, ki mi je vedno stala ob strani, ko sem jo potreboval.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	1
2. OPIS KONSTRUKCIJE	1
3. OBTEŽBA	3
3.1 STALNA OBTEŽBA	3
3.2 SPREMENLJIVA OBTEŽBA	3
3.2.1 Obtežba s snegom	3
3.2.2 Obtežba zaradi vetra	5
4. RAČUN MONTAŽNE ARMIRANOBETONSKE LEGE (MLS – T)	23
5. RAČUN MONTAŽNE ARMIRANOBETONSKE LEGE MLK – T (5+0,2)	29
6. RAČUN MONTAŽNE ARMIRANOBETONSKE LEGE MLK – T (5+0,7)	33
7. RAČUN ROBNEGA NOSILCA MRN – 5	37
8. RAČUN STREŠNEGA NOSILCA (MAP – 12)	41
9. RAČUN STEBROV DIMENZIJ B/H = 40/40 CM	55
10. MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA, NOSILEC IN PREKLADA	69
10.1 MEDETAŽA - P01	69
10.2 ROBNI NOSILEC - P02	75
10.3 PREKLADA NAD VRATI - P03	80
11. STENA V OSI 17	83
12. STENA V OSI 3	89
13. ZAVETROVANJE	90
14. TEMELJENJE	95
14.0 ZASNOVA	95
14.1 TALNE GREDE	96
14.1.1 TP1	96
14.1.2 TP2	99
14.1.3 TP4	103
14.2 TOČKOVNI TEMELJI (ČAŠASTI TEMELJI)	105
14.2.1 Točkovni temelj T01	105
14.2.2 Točkovni temelj T02	112
15. ZAKLUČEK	118
VIRI	119

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 3.1: Stalna obtežba

Preglednica 3.2: Kategorije terena

Preglednica 3.3: Koeficient pritiska vetra na zunanje površine za vertikalne stene

Preglednica 3.4: Koeficient pritiska vetra na zunanje površine za vertikalne stene

Preglednica 3.5: Koeficienti pritiska vetra za nagib strehe $\alpha = 12^\circ$

Preglednica 3.6: Koeficienti pritiska vetra za nagib strehe $\alpha = 12^\circ$

Preglednica 9.1: Teža konstrukcije

KAZALO SLIK

- Slika 2.1: Tloris konstrukcije
- Slika 2.2: Prečni prerez konstrukcije
- Slika 3.1: Obtežni primeri
- Slika 3.2: Obtežba s snegom-1. obtežni primer
- Slika 3.3: Obtežba s snegom-2. obtežni primer
- Slika 3.4: Referenčna višina z_e , odvisna od b in h
- Slika 3.5: Območja obtežbe z vetrom
- Slika 3.6: Območja obtežbe z vetrom-prečni prerez
- Slika 3.7: Območja obtežbe z vetrom
- Slika 3.8: Območja obtežbe z vetrom-prečni prerez
- Slika 3.9: Območje vetra
- Slika 3.10: Območje vetra
- Slika 3.11: Koeficient pritiska vetra na notranje površine za veter v prečni smeri - 1.primer
- Slika 3.12: Koeficient pritiska vetra na notranje površine za veter v prečni smeri - 2.primer
- Slika 3.13: Koeficient pritiska vetra na notranje površine za veter v vzdolžni smeri
- Slika 3.14: Zunanji vpliv – 1. primer
- Slika 3.15: Notranji vpliv – 1. primer
- Slika 3.16: Skupni vpliv – 1. primer
- Slika 3.17: Zunanji vpliv – 2. primer
- Slika 3.18: Notranji vpliv – 2. primer
- Slika 3.19: Skupni vpliv – 2. primer
- Slika 3.20: Zunanji vpliv
- Slika 3.21: Notranji vpliv
- Slika 3.22: Skupni vpliv
- Slika 4.1: Opažni načrt montažne lege MLS - T
- Slika 4.2: Model montažne lege MLS - T
- Slika 4.3: T - prerez
- Slika 4.4: Model armature v oslabiljenem priključku
- Slika 5.1: Opažni načrt montažne lege MLK - T (5 + 0,2)
- Slika 5.2: Model montažne lege MLK - T (5 + 0,2)
- Slika 6.1: Opažni načrt montažne lege MLK - T (5 + 0,7)
- Slika 6.2: Model montažne lege MLK - T (5 + 0,7)
- Slika 7.1: Opažni načrt robnega nosilca MRN -
- Slika 7.2: Model robnega nosilca MRN - 5
- Slika 8.1: Opažni načrt strešnega nosilca (MAP 12)
- Slika 8.2: Model strešnega nosilca MAP 12
- Slika 8.3: Shematski prikaz vplivnih površin leg na polovici strehe
- Slika 8.4: Obtežba vetra na strešni nosilec-veter v prečni smeri- 1. primer
- Slika 8.5: Obtežba vetra na strešni nosilec-veter v prečni smeri- 2. primer
- Slika 9.1: Prerez konstrukcije
- Slika 9.2: Model prečnega okvirja
- Slika 9.3: Tloris konstrukcije
- Slika 9.4: Model žerjavne proge

- Slika 9.5: Model kratke konzole**
- Slika 10.1: Model medetažne konstrukcije**
- Slika 10.2: Vplivi v plošči: max M_x**
- Slika 10.3: Vplivi v plošči: min M_x**
- Slika 10.4: Vplivi v plošči: max M_y**
- Slika 10.5: Vplivi v plošči: min M_y**
- Slika 10.6: Zgornja armatura**
- Slika 10.7: Spodnja armatura**
- Slika 10.8: Model robnega nosilca**
- Slika 10.9: Vpliv stalne obtežbe monolitnih plošč na robni nosilec**
- Slika 10.10: Vpliv spremenljive obtežbe monolitnih plošč na robni nosilec**
- Slika 10.11: Prečni prerez preklade nad vrati**
- Slika 10.12: Model preklade nad vrati**
- Slika 11.1: Model vertikalnih in horizontalnih vezi v steni**
- Slika 11.2: Lokalni koordinatni sistemi na elementih**
- Slika 13.1: Tloris konstrukcije-prikaz zavetrovanja**
- Slika 13.2: Prerez konstrukcije-prikaz vplivnih površin**
- Slika 13.3: Elementi zavetrovanja**
- Slika 13.4: Model zavetrovanja-obtežba z vetrom**
- Slika 13.5: Osne sile -obtežba z vetrom**
- Slika 13.6: Model zavetrovanja-potresna obtežba**
- Slika 13.7: Osne sile – potresna obtežba**
- Slika 14.1: Tloris temeljev**
- Slika 14.2: Model talne grede TP1**
- Slika 14.3: Model talne grede TP2**
- Slika 14.4: Model talne grede TP4**
- Slika 14.5: Napetosti pod temeljem T01**
- Slika 14.6: Prikaz poteka napetosti v čaši**
- Slika 14.7: Račun nevarnosti preboja temeljne plošče temelja T01**
- Slika 14.8: Napetosti pod temeljem T02**
- Slika 14.9: Račun nevarnosti preboja temeljne plošče temelja T02**