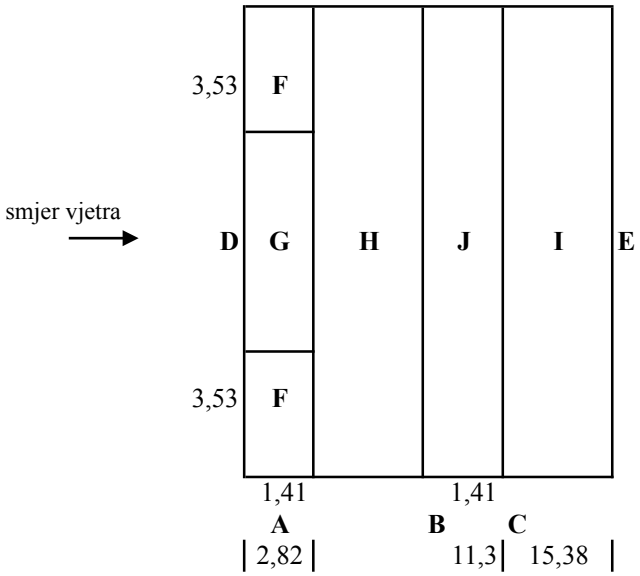
ANALIZA OPTEREĆENJA VJETROM

krov



d= 29,5 m
b= 60,10 m
h= 7,06 m
2h= 14,12 m
e= 14,12 m
h/d= 0,2393 < 0,25
e<d

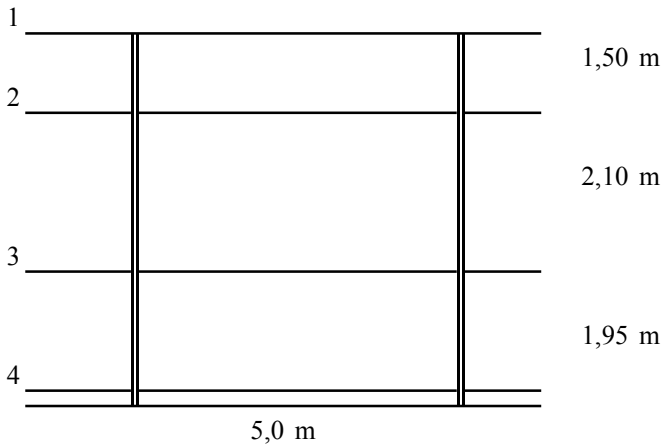
VJETAR

lokacija Križevci

osnovna vrijednost brzine vjetra (prema karti)		$v_{b,0}$ =	**20,00**	m/s
c_{dir}			**1,00**	
c_{season}			**1,00**	
usvojena bazna brzina vjetra	$v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0}$		**20,00**	m/s
tlak vjetra pri osnovnoj brzini		q_b=	**250,00**	N/m^2
kategorija terena	naselje		**3**	
duljina hrapavosti		$z_{(o)}$=	**0,30**	m
najmanja visina		z_{min}=	**5,00**	m
najveća visina		z_{max}=	**200,00**	m
duljina hrapavosti		$z_{(o)II}$=	**0,300**	m
faktor terena	$k_r = 0{,}19 \times (z(o)/z(o)0)^{0,07}$	k_r=	**0,190**	
visina građevine		z=	**7,35**	m
faktor povećanja		$c_r(z)$=	**0,61**	
faktor vertikalne razvedenosti		$c_o(z)$=	**1,40**	
koeficijent turbulencije		k_I=	**1,00**	
faktor turbulencije		I_v(z	**0,22**	
srednja brzina vjetra		v_m(	**17,02**	m/s
pritisak vjetra sa udarom		**$q_p(z)$=**	**0,46**	kN/m^2
koeficijent vanjskog pritiska površina F		c_{pe}=	**-0,90**	
koeficijent vanjskog pritiska površina G		c_{pe}=	**-0,80**	
koeficijent vanjskog pritiska površina H		c_{pe}=	**-0,30**	
koeficijent vanjskog pritiska površina D		c_{pe}=	**0,80**	
koeficijent vanjskog pritiska površina E		c_{pe}=	**-0,30**	
koeficijent unutarnjeg pritiska sve površine		c_{pi}=	**0,20**	
koeficijent unutarnjeg pritiska sve površine		c_{pi}=	**-0,30**	

NOSAČI OBLOGE PODUŽNOG ZIDA

Podužni zid će biti obložen sendvič panelima s poliuretanskom ispunom. Obloga se oslanja na parapetni zid tako da nosače obloge ne opterećuje vlastitom težinom. Nosači su kontrolirani na djelovanje vjetra.



sudjelujuća širina nosača 1	B=	0,75 m
sudjelujuća širina nosača 2	B=	1,80 m
sudjelujuća širina nosača 3	B=	2,03 m
sudjelujuća širina nosača 4	B=	0,98 m

opterećenje vjetrom

w_0= 0,46 kN/m^2
c_{pe}= 1,1

opterećenje vjetrom nosača 1	w_z=	0,38 kN/m
opterećenje vjetrom nosača 2	w_z=	0,91 kN/m
opterećenje vjetrom nosača 3	w_z=	1,03 kN/m
opterećenje vjetrom nosača 4	w_z=	0,50 kN/m

nosači su računati kao proste grede raspona 4,90 m

vlastita težina

vlastita težina nosača	0,12 kN/m
težina prozora	1,20 kN/m
	1,32 kN/m

Nosač Poz 1

Učinak djelovanja

$M_{y,Ed}$ = 5,45 kNm $M_{z,Ed}$ = 4,73 kNm
$V_{z,Ed}$ = 4,41 kN $V_{y,Ed}$ = 3,82 kN

Osnovni materijal S235 *Odabrani profil:* **100 x 100 x 4**

Granica popuštanja	f_y =	235	N/mm²
Modul elastičnosti	E =	210000	N/mm²
Parcijalni faktori	γ_{M0} =	1,00	
	γ_{M1} =	1,00	

Klasifikacija poprečnog presjeka

hrbat Klasa 1
pojasnica Klasa 1 → Klasa 1

Otpornost poprečnog presjeka

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{pl,y,Rd}$ = 12,5 kNm > 5,45 kNm **0,44** < **1**
$M_{pl,z,Rd}$ = 12,5 kNm > 4,73 kNm **0,38** < **1**

$\frac{h_w}{t_w} > 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\mu}$ h_w = 92 mm μ = 1,20 ε = 1,00

23,00 < 60,00 ***nije potrebna provjera izbočavanja hrpta na posmik***

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$A_{V,z} = A \cdot h / (b + h)$
$A_{V,z}$ = 7,45 cm^2 > 4,42 cm^2

$V_{pl,z,Rd}$ = 101 kN **0,04** < **1,0**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$A_{V,y} = A \cdot h / (b + h)$
$A_{V,y}$ = 7,45 cm^2

$V_{pl,y,Rd}$ = 101 kN **0,04** < **1,0**

Interakcija M-V

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right)^{\beta} \le 1$$

α = 2 β = 1

$0,5 \cdot V_{pl,z,Rd}$ = 51 kN > 4,41 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}$ = 12,5 kNm **0,44** < **1,0**

$0,5 \cdot V_{pl,y,Rd}$ = 51 kN > 3,82 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd}$ = 12,5 kNm **0,38** < **1,0**

0,19 + 0,38 = 0,57 < 1,0 ***Odabrani profil zadovoljava***

Stup Poz 2

Učinak djelovanja

$M_{y,Ed}$ = 14,47 kNm
$V_{z,Ed}$ = 10,43 kN

Osnovni materijal S235 *Odabrani profil:* **HE 120 A**

Granica popuštanja	f_y =	235	N/mm²
Modul elastičnosti	E =	210000	N/mm²
Parcijalni faktori	γ_{M0} =	1,00	
	γ_{M1} =	1,00	

Klasifikacija poprečnog presjeka

hrbat	Klasa 1		
pojasnica	Klasa 1	→	Klasa 1

Otpornost poprečnog presjeka

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{pl,Rd}$ = 28,1 kNm > 14,47 kNm **0,52** < **1**

$\frac{h_w}{t_w} > 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\mu}$ h_w = 98 mm μ = 1,20 ε = 1,00

19,60 < **60** ***nije potrebna provjera izbočavanja hrpta na posmik***

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}} \qquad A_{V,z} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f \geq \mu \cdot h_w \cdot t_w$$

A_{Vz} = 8,46 cm^2 > 5,88 cm^2

$V_{pl,z,Rd}$ = 115 kN **0,09** < **1,0**

Interakcija M-V

$0,5 \cdot V_{pl,z,Rd}$ = 57 kN > 10,43 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{y,V,Rd} = M_{pl,Rd}$ = 28,1 kNm **0,52** < **1,0**

Otpornost elementa na savijanje

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g)^2} - C_2 \cdot z_g \right]$$

L = 555 cm k = 1 C_1 = 1,127
G = 8077 kN/cm^2 k_w = 1 C_2 = 0,454
z_g = 5,7 cm
M_{cr} = 2804 kNcm = 28,044 kNm

$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$ = 1,001 h/b = 0,95 < 2
krivulja izvijanja **a** α_{LT} = 0,21

$\Phi_{LT} = 0,5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$ = 1,085

$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}}$ = 0,665

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$ = 18,7 kNm

0,77 < **1,0** ***Odabrani profil zadovoljava***

Nosač Poz 3

Učinak djelovanja

$M_{y,Ed}$ = 5,35 kNm $M_{z,Ed}$ = 5,05 kNm
$V_{z,Ed}$ = 4,36 kN $V_{y,Ed}$ = 4,08 kN

Osnovni materijal S235 *Odabrani profil:* **100 x 100 x 4**

Granica popuštanja	f_y =	235	N/mm²
Modul elastičnosti	E =	210000	N/mm²
Parcijalni faktori	γ_{M0} =	1,00	
	γ_{M1} =	1,00	

Klasifikacija poprečnog presjeka

hrbat Klasa 1
pojasnica Klasa 1 → Klasa 1

Otpornost poprečnog presjeka

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{pl,y,Rd}$ = 12,5 kNm > 5,35 kNm **0,43** < **1**
$M_{pl,z,Rd}$ = 12,5 kNm > 5,05 kNm **0,40** < **1**

$\frac{h_w}{t_w} > 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\mu}$ h_w = 92 mm μ = 1,20 ε = 1,00

23,00 < **60,00** ***nije potrebna provjera izbočavanja hrpta na posmik***

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$A_{V,z} = A \cdot h / (b + h)$
$A_{V,z}$ = 7,45 cm^2 > 4,42 cm^2

$V_{pl,z,Rd}$ = 101 kN **0,04** < **1,0**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$A_{V,y} = A \cdot h / (b + h)$
$A_{V,y}$ = 7,45 cm^2

$V_{pl,y,Rd}$ = 101 kN **0,04** < **1,0**

Interakcija M-V

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right)^{\beta} \le 1$$

α = 2 β = 1

$0,5 \cdot V_{pl,z,Rd}$ = 51 kN > 4,36 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}$ = 12,5 kNm **0,43** < **1,0**

$0,5 \cdot V_{pl,y,Rd}$ = 51 kN > 4,08 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd}$ = 12,5 kNm **0,40** < **1,0**

0,18 + **0,40** = **0,59** < **1,0** ***Odabrani profil zadovoljava***

Nosač Poz 4

Učinak djelovanja

$M_{y,Ed}$ = 6,74 kNm $M_{z,Ed}$ = 5,75 kNm
$V_{z,Ed}$ = 2,81 kN $V_{y,Ed}$ = 2,40 kN

Osnovni materijal S235 *Odabrani profil:* **100 x 100 x 4**

Granica popuštanja	f_y =	235	N/mm²
Modul elastičnosti	E =	210000	N/mm²
Parcijalni faktori	γ_{M0} =	1,00	
	γ_{M1} =	1,00	

Klasifikacija poprečnog presjeka

hrbat Klasa 1
pojasnica Klasa 1 → Klasa 1

Otpornost poprečnog presjeka

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{pl,y,Rd}$ = 12,5 kNm > 6,74 kNm **0,54** < **1**
$M_{pl,z,Rd}$ = 12,5 kNm > 5,75 kNm **0,46** < **1**

$\frac{h_w}{t_w} > 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\mu}$ h_w = 92 mm μ = 1,20 ε = 1,00

23,00 < 60,00 ***nije potrebna provjera izbočavanja hrpta na posmik***

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$A_{V,z} = A \cdot h / (b + h)$
$A_{V,z}$ = 7,45 cm^2 > 4,42 cm^2

$V_{pl,z,Rd}$ = 101 kN **0,03** < **1,0**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$A_{V,y} = A \cdot h / (b + h)$
$A_{V,y}$ = 7,45 cm^2

$V_{pl,y,Rd}$ = 101 kN **0,02** < **1,0**

Interakcija M-V

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right)^{\beta} \le 1$$

α = 2 β = 1

$0,5 \cdot V_{pl,z,Rd}$ = 51 kN > 2,81 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}$ = 12,5 kNm **0,54** < **1,0**

$0,5 \cdot V_{pl,y,Rd}$ = 51 kN > 2,4 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd}$ = 12,5 kNm **0,46** < **1,0**

0,29 + 0,46 = 0,75 < 1,0 ***Odabrani profil zadovoljava***

Nosač Poz 5

Učinak djelovanja

$M_{y,Ed}$ = 11,92 kNm $M_{z,Ed}$ = 10,23 kNm
$V_{z,Ed}$ = 4,97 kN $V_{y,Ed}$ = 4,26 kN

Osnovni materijal S235 *Odabrani profil:* **120 x 100 x 6**

Granica popuštanja	f_y =	235	N/mm²
Modul elastičnosti	E =	210000	N/mm²
Parcijalni faktori	γ_{M0} =	1,00	
	γ_{M1} =	1,00	

Klasifikacija poprečnog presjeka

hrbat Klasa 1
pojasnica Klasa 1 → Klasa 1

Otpornost poprečnog presjeka

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{pl,y,Rd}$ = 22,6 kNm > 11,92 kNm **0,53** < **1**
$M_{pl,z,Rd}$ = 19,9 kNm > 10,23 kNm **0,51** < **1**

$\frac{h_w}{t_w} > 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\mu}$ h_w = 108 mm μ = 1,20 ε = 1,00

18,00 < 60,00 ***nije potrebna provjera izbočavanja hrpta na posmik***

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$A_{V,z} = A \cdot h / (b + h)$
$A_{V,z}$ = 12,93 cm^2 > 7,78 cm^2

$V_{pl,z,Rd}$ = 175 kN **0,03 < 1,0**

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$A_{V,y} = A \cdot h / (b + h)$
$A_{V,y}$ = 12,93 cm^2

$V_{pl,y,Rd}$ = 175 kN **0,02 < 1,0**

Interakcija M-V

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right)^{\beta} \le 1$$

α = 2 β = 1

$0,5 \cdot V_{pl,z,Rd}$ = 88 kN > 4,97 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}$ = 22,6 kNm **0,53 < 1,0**

$0,5 \cdot V_{pl,y,Rd}$ = 88 kN > 4,26 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd}$ = 19,9 kNm **0,51 < 1,0**

0,28 + 0,51 = 0,79 < 1,0 ***Odabrani profil zadovoljava***

ANALIZA OPTEREĆENJA HALE

OPTEREĆENJE KROVA HALE

STALNO

trapezni "sendvič" panel	0,15	kN/m^2
podrožnice	0,08	kN/m^2
glavni nosač	0,05	kN/m^2
instalacije	0,05	kN/m^2
UKUPNO: g =	**0,33**	kN/m^2

SNIJEG

tip krovišta	jednostrešno	
nadmorska visina	**128,00**	m.n.m.
zona "I" s_0 =	**1,16**	kN/m^2
nagib krovne plohe α =	**5,4**	°
koeficijent oblika μ_1 =	**0,80**	
s =	**0,93**	kN/m^2

PODROŽNICE POZ 6

OPTEREĆENJE KROVA HALE

STALNO

trapezni "sendvić" panel	0,15	kN/m^2
podrožnice	0,08	kN/m^2
instalacije	0,05	kN/m^2
UKUPNO: g =	**0,28**	kN/m^2

SNIJEG

opterećenje snijegom $s =$ **0,93** KN/m^2

VJETAR

$w =$ **0,46** kN/m^2

krovna kosina $\alpha =$ **5,4**

$\sin \alpha =$ **0,0941**

$\cos \alpha =$ **0,9956**

sudjelujuća širina za podrožnice $B =$ 1,29 m

opterećenje okomito na ravninu krova (stalno)
g= 1,29 x 0,28 x 0,9956 = 0,36 kN/m

opterećenje okomito na ravninu krova (snijeg)
s = 1,284 x 0,93 x 0,9956 = 1,19 kN/m

opterećenje okomito na ravninu krova (vjetar iznutra)
w = 1,29 x 0,46 x 0,20 = 0,12 kN/m

opterećenje u ravnini krova (stalno)
g= 1,29 x 0,28 x 0,0941 = 0,03 kN/m

opterećenje u ravnini krova (snijeg)
s = 1,284 x 0,93 x 0,0941 = 0,11 kN/m

KOMBINACIJE OPTEREĆENJA

Kombinacija 1 1,35 * stalno + 1,5 * snijeg

Kombinacija 2 1,35 * stalno + 1,5 * snijeg + 1,5 * 0,6 * vjetar

SISTEM

Prosta greda raspona 4,59 m

Podrožnica Poz 6

Učinak djelovanja

$M_{y,Ed}$ = 6,27 kNm
$V_{z,Ed}$ = 5,46 kN

Osnovni materijal S235 *Odabrani profil:* **UPN 80**

Granica popuštanja	f_y =	235	N/mm²
Modul elastičnosti	E =	210000	N/mm²
Parcijalni faktori	γ_{M0} =	1,00	
	γ_{M1} =	1,00	

Klasifikacija poprečnog presjeka

hrbat Klasa 1
pojasnica Klasa 1 → Klasa 1

Otpornost poprečnog presjeka

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{pl,Rd}$ = 7,5 kNm > 6,27 kNm **0,84** < **1**

$\frac{h_w}{t_w} > 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\mu}$ h_w = 64 mm μ = 1,20 ε = 1,00

10,67 < **60** ***nije potrebna provjera izbočavanja hrpta na posmik***

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}} \qquad A_{V,z} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f \geq \mu \cdot h_w \cdot t_w$$

$A_{V,z}$ = 4,92 cm^2 > 4,61 cm^2

$V_{pl,z,Rd}$ = 67 kN **0,08** < **1,0**

Interakcija M-V

$0,5 \cdot V_{pl,z,Rd}$ = 33 kN > 5,46 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{y,V,Rd} = M_{pl,Rd}$ = 7,5 kNm **0,84** < **1,0**

Otpornost elementa na savijanje

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g)^2} - C_2 \cdot z_g \right]$$

L =	10 cm	k =	1	C_1 =	1,127
G =	8077 kN/cm^2	k_w =	1	C_2 =	0,454
z_g =	4 cm				
M_{cr} =	77887 kNcm	=	778,87 kNm		

$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$ = 0,098 h/b = 1,78 < 2
krivulja izvijanja **a** α_{LT} = 0,21

$\Phi_{LT} = 0,5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$ = 0,494

$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}}$ = 1,022

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$ = 7,6 kNm

0,82 < **1,0** ***Odabrani profil zadovoljava***

ANALIZA OPTEREĆENJA KROVNOG NOSAČA Poz 7

sudjelujuća širina hale koja djeluje na jedan glavni nosač B= 4,59 m

STALNO

trapezni "sendvić" panel	0,15	KN/m2
podrožnice	0,08	KN/m2
nosač	0,05	KN/m2
instalacije	0,05	KN/m2
UKUPNO: g =	**0,33**	KN/m2
opterećenje po m' g =	**1,52**	KN/m

SNIJEG

opterećenje snijegom s =	**0,93**	KN/m2
opterećenje po m' s =	**4,27**	KN/m

VJETAR

w =	**0,46**	KN/m2
krovna kosina α =	**5,4**	
sin α =	**0,0941**	
cos α =	**0,9956**	

KOMBINACIJE OPTEREĆENJA

Kombinacija 1	1,35 * stalno + 1,5 * snijeg
Kombinacija 2	1,35 * stalno + 1,5 * snijeg + 1,5 * 0,6 * vjetar unutar
Kombinacija 3	1,00 * stalno + 1,5 vjetar izvana

Glavni nosač Poz 7

Učinak djelovanja

$M_{y,Ed}$ = 13,83 kNm
$V_{z,Ed}$ = 15,37 kN

Osnovni materijal S235 *Odabrani profil:* **UPN 140**

Granica popuštanja	f_y =	235	N/mm²
Modul elastičnosti	E =	210000	N/mm²
Parcijalni faktori	γ_{M0} =	1,00	
	γ_{M1} =	1,00	

Klasifikacija poprečnog presjeka

hrbat Klasa 1
pojasnica Klasa 1 → Klasa 1

Otpornost poprečnog presjeka

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{pl,Rd}$ = 24,2 kNm > 13,83 kNm **0,57** < **1**

$$\frac{h_w}{t_w} > 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\mu}$$

h_w = 120 mm μ = 1,20 ε = 1,00

17,14 < **60** ***nije potrebna provjera izbočavanja hrpta na posmik***

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot \left(f_y / \sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$$A_{V,z} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f \geq \mu \cdot h_w \cdot t_w$$

A_{Vz} = 10,1 cm^2 > 10,08 cm^2

$V_{pl,z,Rd}$ = 137 kN **0,11** < **1,0**

Interakcija M-V

$0,5 \cdot V_{pl,z,Rd}$ = 69 kN > 15,37 kN ***nema redukcije poprečnog presjeka***

$M_{y,V,Rd} = M_{pl,Rd}$ = 24,2 kNm **0,57** < **1,0**

Otpornost elementa na savijanje

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g)^2} - C_2 \cdot z_g \right]$$

L = 119 cm k = 1 C_1 = 1,127
G = 8077 kN/cm^2 k_w = 1 C_2 = 0,454
z_g = 7 cm
M_{cr} = 6459 kNcm = 64,591 kNm

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0,612$$

h/b = 2,33 < 2
krivulja izvijanja **a** α_{LT} = 0,21

$$\Phi_{LT} = 0,5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right] = 0,731$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = 0,885$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 21,4 \text{ kNm}$$

0,65 < **1,0** ***Odabrani profil zadovoljava***

Poz. 301 Ploča iznad kata

OPTEREĆENJE

stalno opterećenje

vlastita tež. ploče	14	x	100		3,50 kN/m
podgled (žbuka)	1,5	x	100		0,27 kN/m
				g_k=	3,77 kN/m

Korisno opterećenje

korisno q_k= 1,50 kN/m

Rezne sile - stalno opterećenje



A l= 3,60 m B

A=B= (3,77) x 1,8 = 6,79 kN

M= (3,77) x 1,62 = 6,11 kNm

Rezne sile - korisno opterećenje



A l= 3,60 m B

A=B= (1,50) x 1,8 = 2,70 kN

M= (1,50) x 1,62 = 2,43 kNm

DIMENZIONIRANJE PRESJEKA

BETON **C 25/30** f_{ck}= 25,0 N/mm²

ARMATURA **B500B** f_{yk}= 500,0 N/mm²

Osnovna kombinacija opterećenja

beton g_c= 1,50 f_{cd}= 16,67 N/mm²

betonski čelik g_s= 1,15 f_{yd}= 434,78 N/mm²

POPREČNI PRESJEK

b= **100,00** cm a= **3,00** cm

h= **14,00** cm d= **11,00** cm

M_{Ed}= 11,89 kNm μ_{Ed}= 0,059 < μ_{lim}= 0,296

Za μ_{Rd}= 0,059 **očitano:**

ε_c = -2,00 ‰ ζ= 0,966

ε_{s1} = 20,00 ‰

ARMATURA A_{s1} = 2,57 cm²

minimalna armatura

$A_{s1,min}$ = 1,43 cm² $A_{s1,min}$ = 1,49 cm²

ODABRANO: **Q 257** 2,57 cm²

Poz. 201 Ploča iznad kotlovnice i spremišta

OPTEREĆENJE

stalno opterećenje

vlastita tež. ploče	14	x	100		2,10 kN/m
podgled (žbuka)	1,5	x	100		0,27 kN/m
				g_k=	2,37 kN/m

Korisno opterećenje

korisno q_k= 1,50 kN/m

Rezne sile - stalno opterećenje



A l= 4,90 m B

A=B= (2,37) x 2,45 = 5,81 kN

M= (2,37) x 3,001 = 7,11 kNm

Rezne sile - korisno opterećenje



A l= 4,90 m B

A=B= (1,50) x 2,45 = 3,68 kN

M= (1,50) x 3,001 = 4,50 kNm

DIMENZIONIRANJE PRESJEKA

BETON **C 25/30** f_{ck}= 25,0 N/mm²

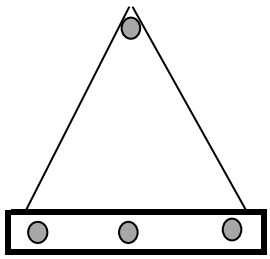
ARMATURA **B500B** f_{yk}= 500,0 N/mm²

Osnovna kombinacija opterećenja

beton g_c= 1,50 f_{cd}= 16,67 N/mm²

betonski čelik g_s= 1,15 f_{yd}= 434,78 N/mm²

POPREČNI PRESJEK



b= **100,00** cm a= **4,00** cm

h= **14,00** cm d= **10,00** cm

M_{Ed}= 16,36 kNm μ_{Ed}= 0,098 < μ_{lim}= 0,296

Za μ_{Rd}= 0,030 **očitano:**

ε_c= -2,50 ‰ ζ= 0,957

ε_{s1}= 20,00 ‰

ARMATURA A_{s1} = 3,93 cm²

minimalna armatura

$A_{s1,min}$ = 1,30 cm² $A_{s1,min}$ = 1,35 cm²

ODABRANO: minimalna arm. po jednoj gredici 1,97 cm²

Poz. 202 Ploča iznad prizemlja

OPTEREĆENJE

stalno opterećenje

gotovi pod						0,18 kN/m
armirano cementni estrih		5	x	100		1,00 kN/m
toplinska izolacija	EPS-P	4	x	100		0,16 kN/m
vlastita tež. ploče		16	x	100		4,00 kN/m
podgled (žbuka)		1,5	x	100		0,27 kN/m
					g_k=	5,61 kN/m

Korisno opterećenje

korisno q_k= 2,00 kN/m

Rezne sile - stalno opterećenje



A l= 3,60 m B

A=B= (5,61) x 1,8 = 10,10 kN

M= (5,61) x 1,62 = 9,09 kNm

Rezne sile - korisno opterećenje



A l= 3,60 m B

A=B= (2,00) x 1,8 = 3,60 kN

M= (2,00) x 1,62 = 3,24 kNm

DIMENZIONIRANJE PRESJEKA

BETON **C 25/30** f_{ck}= 25,0 N/mm²

ARMATURA **B500B** f_{yk}= 500,0 N/mm²

Osnovna kombinacija opterećenja

beton g_c= 1,50 f_{cd}= 16,67 N/mm²

betonski čelik g_s= 1,15 f_{yd}= 434,78 N/mm²

POPREČNI PRESJEK

b= **100,00** cm a= **3,00** cm

h= **16,00** cm d= **13,00** cm

M_{Ed}= 17,13 kNm μ_{Ed}= 0,061 < μ_{lim}= 0,296

Za μ_{Rd}= 0,059 **očitano:**

ε_c= -2,10 ‰ ζ= 0,964

ε_{s1}= 20,00 ‰

ARMATURA A_{s1} = 3,14 cm²

minimalna armatura

$A_{s1,min}$ = 1,69 cm² $A_{s1,min}$ = 1,76 cm²

ODABRANO: **Q 335** 3,35 cm²

Poz. 203 AB - serklaž

OPTEREĆENJE

stalno opterećenje

težina zida				13,65 kN/m
vlastita tež. grede	25	x	20	1,25 kN/m
			g_k=	14,90 kN/m

Korisno opterećenje

snijeg				1,88 kN/m
vjetar				1,08 kN/m
			q_k=	2,96 kN/m

Rezne sile - stalno opterećenje



l= 1,80 m

A=B= (14,90) x 0,9 = 13,41 kN

M_g= (14,90) x 0,405 = 6,03 kNm

Rezne sile - korisno opterećenje



l= 1,80 m

A=B= (2,96) x 0,9 = 2,66 kN

M_q= (2,96) x 0,405 = 1,20 kNm

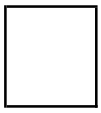
DIMENZIONIRANJE POPREČNE ARMATURE

BETON	**C 25/30**		f_{ck}=	25,0 N/mm²	f_{ctm}=	2,6 N/mm²
ARMATURA	**B500B**		f_{yk}=	500,0 N/mm²		
Osnovna kombinacija opterećenja						
beton	g_c=	1,50	f_{cd}=	16,67 N/mm²		
betonski čelik	g_s=	1,15	f_{yd}=	434,78 N/mm²		

POPREČNI PRESJEK

b= **25,00** cm c= **2,50** cm

h= **20,00** cm d= **16,00** cm



M_{Ed}= 9,94 kNm

μ_{Ed}= 0,093 < μ_{lim} = 0,296

Za μ_{Rd}= 0,223 **očitano:**

ε_c= -3,50 ‰ **z** = 0,868

ε_{s1}= 7,50 ‰

ARMATURA $A_{s1,rqd}$ = 1,65 cm²

minimalna armatura $A_{s1,min}$ = 0,52 cm² $A_{s1,min}$ = 0,54 cm²

ODABRANO: 2 Φ 12 = 2,26 cm²

DIMENZIONIRANJE POPREČNE ARMATURE

V_{Ed} = 22,10 kN

nosivost grede na poprečnu silu bez armature

$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d \geq (\nu_{min} + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$

$C_{Rd,c} = 0,18/1,5 =$ 0,12 $k = 1+\sqrt{200/d} =$ 1,3536 < 2

$A_s =$ 1,13 cm^2

$\rho_l = A_{sl}/b_w \times d =$ 0,0028 < 0,02 $\sigma_{cp} = 0$

$V_{Rd,c} =$ 12465,3 N = 12,47 kN > 11,02 kN

$\nu_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} =$ 0,2756

$(\nu_{min} + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d =$ 11023,2873 N

maksimalna vrijednost poprečne sile

$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times \nu_1 \times f_{cd} \times (1/ctg\Theta + tg\Theta) =$ 162000 N = 162,00 kN

$\nu_1 =$ 0,54 $z =$ 144,00 mm

$V_{Rd,C} =$ 12,47 kN < $V_{Ed} =$ 22,1 kN < $V_{Rd,max} =$ 162,00 kN

proračun poprečne armature

pretpostavljaju se dvorezne m= 2 A_{sw}= 1,01 cm^2 Θ= 39,8°

$s_l = (A_{sw} \times z \times f_{ywd} \times \cot\Theta) / V_{Ed} =$ 34,34 cm **s_l = 34,0 cm** odabrani razmak spona

kontrola naprezanja u odabranoj poprečnoj armaturi

$(A_{sw,max} \times f_{ywd}) / (b_w \times s) \leq 1/2 \times \alpha_{cw} \times \nu_1 \times f_{cd}$

0,52 N/mm^2 < 4,5 N/mm^2

maksimalni razmak spona (minimalna poprečna armatura)

a) prema EN1992-1-1

$\rho_{w,min} = 0,08 \times \sqrt{f_{ck}}/f_{yk} =$ 0,0008

b) prema hrvatskom nacionalnom dodatku

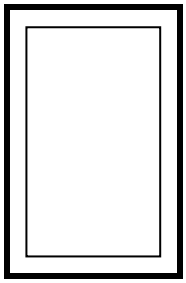
$\rho_{w,min} = 0,15 \times (f_{ctm}/f_{yd}) =$ 0,000897

$s_l = A_{sw} / \rho_{w,min} \times b_w \times \sin\alpha =$ 45,039 cm

c) najveći uzdužni razmak spona

$V_{Ed} =$ 22,1 kN < $0,3 \times V_{Rd,max} =$ 48,60 kN

$s_{l,max} = 0,75 \times d =$ 12 cm



Odabrano: **Vilice** **Φ** **8 / 20** **cm**

Poz. 204 stubište

OPTEREĆENJE

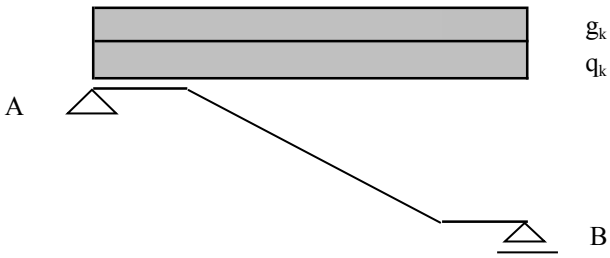
stalno opterećenje

keramika					0,30 kN/m²
armirano cementni estrih	2	x	100		0,40 kN/m²
vlastita tež. ploče	14	x	100		3,50 kN/m²
podgled (žbuka)	1,5	x	100		0,27 kN/m²
			UKUPNO:	g_k=	**4,47 kN/m²**

Korisno opterećenje

korisno opterećenje se sastoji od pješačkog opterećenja ljudi
korisno q_k= **3,00 kN/m²**

Rezne sile



l= 4,20 m

A=B=	4,47	x	2,1	=	9,39 kN	stalno
A=B=	3,00	x	2,1	=	6,30 kN	korisno
M_g=	4,47	x l^2 / 8		=	9,86 kNm	
M_q=	3,00	x l^2 / 8		=	6,62 kNm	

DIMENZIONIRANJE PRESJEKA

BETON	**C 25/30**		**f_{ck}=**	25,0 N/mm²
ARMATURA	**B500B**		**f_{yk}=**	500,0 N/mm²
Osnovna kombinacija opterećenja				
beton	g_c=	1,50	**f_{cd}=**	16,67 N/mm²
betonski čelik	g_s=	1,15	**f_{yd}=**	434,78 N/mm²

POPREČNI PRESJEK

b=	**100,00** cm	c=	**3,20** cm
h=	**14,00** cm	d=	**10,80** cm

M_{Ed}= 23,23 kNm

μ_{Ed}= 0,119 < **μ_{lim}=** 0,296

Za μ_{Rd}= 0,120 očitano:

ε_c= -3,50 ‰ **z =** 0,934

ε_{s1}= 20,00 ‰

ARMATURA

A_{s1} = 5,30 cm²/m

ODABRANO:	**Φ**	**12 / 20**	**cm**	=	5,65 cm²	uzdužna
	Φ	**8 / 25**	**cm**			razdjelna

AB - ploča Poz. 101

DIMENZIONIRANJE PRESJEKA

BETON **C 25/30** f_{ck}= 25,0 N/mm²
ARMATURA **B500B** f_{yk}= 500,0 N/mm²
Osnovna kombinacija opterećenja
beton g_c= 1,50 f_{cd}= 16,67 N/mm²
betonski čelik g_s= 1,15 f_{yd}= 434,78 N/mm²

POPREČNI PRESJEK

b= **100,00** cm a= **3,00** cm
h= **15,00** cm d= **12,00** cm
M_{Ed}= 42,57 kNm

Bezdimenzijske veličine proračunskog momenta savijanja i uzdužne sile
$\mu_{Ed} = M_{Ed}/(b \times d^2 \times f_{cd})$ = 0,177 **z**= 0,957 ε_c= -2,50 ‰
A_c= 1500,00 cm² ε_{s1}= 20,00 ‰
potrebna površina armature
$A_{s,rqd} = M_{Ed} / (\zeta \times d \times f_{yd})$ = 8,53 cm²
minimalna armatura
$A_{s,min} = 0{,}002 \times A_c$ = 3,00 cm²
maksimalna armatura
$A_{s,max} = 0{,}04 \times A_c$ = 60,00 cm²

ODABRANO: **F** 12/10 cm = 11,31 cm² u gornjoj zoni

ODABRANA ARMATURA DONJE ZONE:
Osnovna: **Q 257**

ODABRANA ARMATURA GORNJE ZONE:
Ležaj s konzolom: **Φ12/10 cm**

Φ12/10 cm

Q 257

Trakasti temelji TT 1

za dopušteno opt. Tla od 170 KN/m^2
beton C 25/30, armatura B500B
OPTEREĆENJE

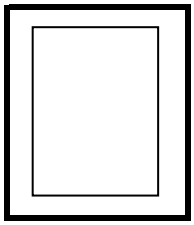
zid atike					8,54 kN/m
krov					0,64 kN/m
snijeg					1,81 kN/m
pozicija 301 stalno					6,79 kN/m
pozicija 301 korisno					2,70 kN/m
zid kata					8,68 kN/m
pozicija 202 stalno					10,10 kN/m
pozicija 202 korisno					3,60 kN/m
zid prizemlja					8,68 kN/m
težina nadtemeljnog zida	25	x	10		0,60 kN/m
V.T. temelja	40	x	80		7,68 kN/m
			UKUPNO:	g=	**51,28 kN/m**

Υ_{tla} = 5128 / 50 x 100 = 12,82 N/cm^2

12,82 N/cm^2 < $\Upsilon_{tla,dop}$ = 17,00 N/cm^2

Odabire se širina temelja od 40 cm

Dubina temelja 80 cm



Trakasti temelji TT 2

za dopušteno opt. Tla od 170 KN/m^2
beton C 25/30, armatura B500B
OPTEREĆENJE

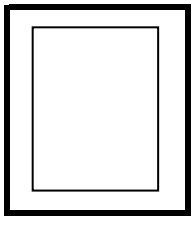
zidni panel					2,83 kN/m
zid					20,65 kN/m
težina nadtemeljnog zida	25	x	10		0,60 kN/m
V.T. temelja	40	x	80		7,68 kN/m
			UKUPNO:	g=	**31,76 kN/m**

Υ_{tla} = 3176 / 50 x 100 = 7,94 N/cm^2

7,94 N/cm^2 < $\Upsilon_{tla,dop}$ = 17,00 N/cm^2

Odabire se širina temelja od 40 cm

Dubina temelja 80 cm



Trakasti temelji TT 3

za dopušteno opt. Tla od 170 KN/m^2
beton C 25/30, armatura B500B
OPTEREĆENJE

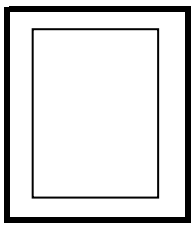
pozicija 201 stalno					5,81	kN/m
pozicija 201 korisno					3,68	kN/m
zid					10,15	kN/m
težina nadtemeljnog zida	25	x	10		0,60	kN/m
V.T. temelja	40	x	80		7,68	kN/m
			UKUPNO:	g=	**27,92**	**kN/m**

Υ_{tla} = 2792 / 50 x 100 = 6,98 N/cm^2

6,98 N/cm^2 < $\Upsilon_{tla,dop}$ = 17,00 N/cm^2

Odabire se širina temelja od 40 cm

Dubina temelja 80 cm



Trakasti temelji TT 4

za dopušteno opt. Tla od 170 KN/m^2
beton C 25/30, armatura B500B
OPTEREĆENJE

zid					10,15	kN/m
težina nadtemeljnog zida	25	x	10		0,60	kN/m
V.T. temelja	30	x	80		5,76	kN/m
			UKUPNO:	g=	**16,51**	**kN/m**

Υ_{tla} = 1651 / 50 x 100 = 5,50 N/cm^2

5,50 N/cm^2 < $\Upsilon_{tla,dop}$ = 17,00 N/cm^2

Odabire se širina temelja od 30 cm
Dubina temelja 80 cm

