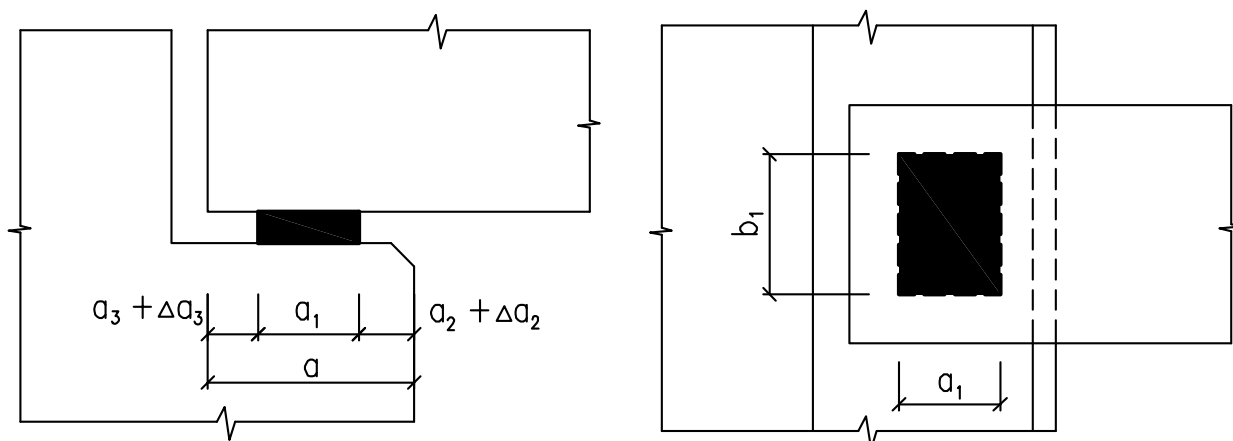


EC 2**Dimenzovanie**

Určenie rozmerov ložiska

Navrhovanie na základe EN 1992-1-1 odsek 10.9.5 pomocou tab. 10.2 - 10.5.

Geometria:**Údaje zaťažujúceho TT-panelu:**

reakcia z jednej stojiny panelu $R_{zd} = 267,66 \text{ kN}$
 dĺžka panelu $l_n = 21160 \text{ mm}$
 krytie betónom $c_3 = 25 \text{ mm}$

Trieda betónu:

Beton = SEL("concrete/EC"; Name; $f_{ck} \leq 50$) = **C40/50**
 $f_{ck} = \text{TAB}(\text{"concrete/EC"}; f_{ck}; \text{Name=Beton}) = 40,00 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_{cc} = 1,00$
 $f_{cd} = \frac{f_{ck} * \alpha_{cc}}{1,5} = 26,67 \text{ N/mm}^2$

Údaje podpernej konzoly:

zvolená hĺbka konzoly $t_k = 300 \text{ mm}$
 zvolená vertikálna škára $t_f = 20 \text{ mm}$
 krytie betónom $c_2 = 25 \text{ mm}$

Trieda betónu: (rozhodujúca, lebo trieda TT-panelu je vyššia):

Beton = SEL("concrete/EC"; Name; $f_{ck} \leq 50$) = **C25/30**
 $f_{ck} = \text{TAB}(\text{"concrete/EC"}; f_{ck}; \text{Name=Beton}) = 25,00 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_{cc} = 1,00$
 $f_{cd} = \frac{f_{ck} * \alpha_{cc}}{1,5} = 16,67 \text{ N/mm}^2$

Zvolené rozmery elastomérovej podložky:

hlbka a_1 =	140 mm
šírka b_1 =	140 mm
hrúbka t_1 =	10 mm

Vypočítané hodnoty:

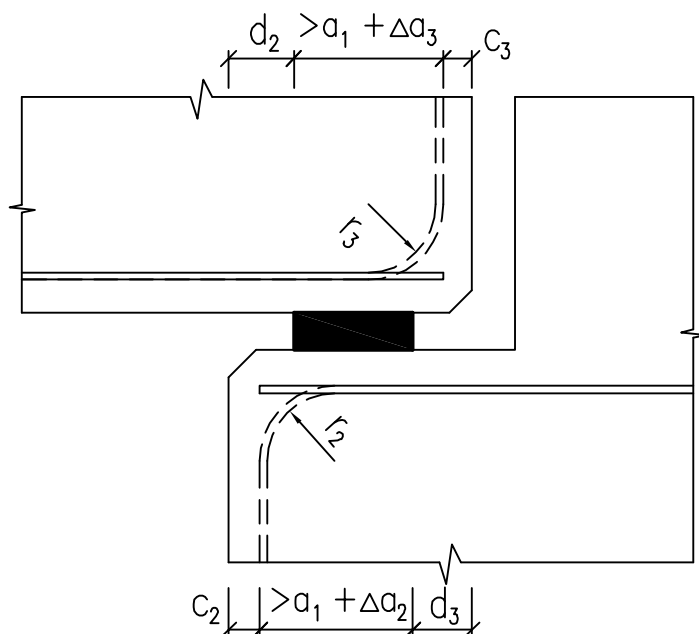
kontaktné napätie pod podložkou $\sigma_{Ed} = 1000 \cdot R_{zd} / (a_1 \cdot b_1)$	=	13,66 N/mm ²
"relatívne napätie" = σ_{Ed} / f_{cd}	=	0,82 > 0,4
zvolený rozmer podľa <u>tab.10.3</u> a_2 =		35 mm
zvolený rozmer podľa <u>tab.10.4</u> a_3 =		40 mm
zvolená hodnota podľa <u>tab.10.5</u> Δa_2 = IF(($l_n / 1200$)+5<40;($l_n / 1200$ +5);15)	=	22,63 mm
tolereančná hodnota Δa_3 = $l_n / 2500$	=	8,46 mm
potrebná hĺbka konzoly a = $a_1 + a_2 + a_3 + \sqrt{((\Delta a_2^2 + \Delta a_3^2))}$	=	<u>239 mm</u>

Kontrola zvolenej hĺbky konzoly:

$$a / (t_k - t_f) = \underline{0,85 < 1}$$

Ukotvenie výstuže pod podložkou

Podľa EN 1992-1-1 (10.9.4.7) :

**Výpočítané hodnoty:**

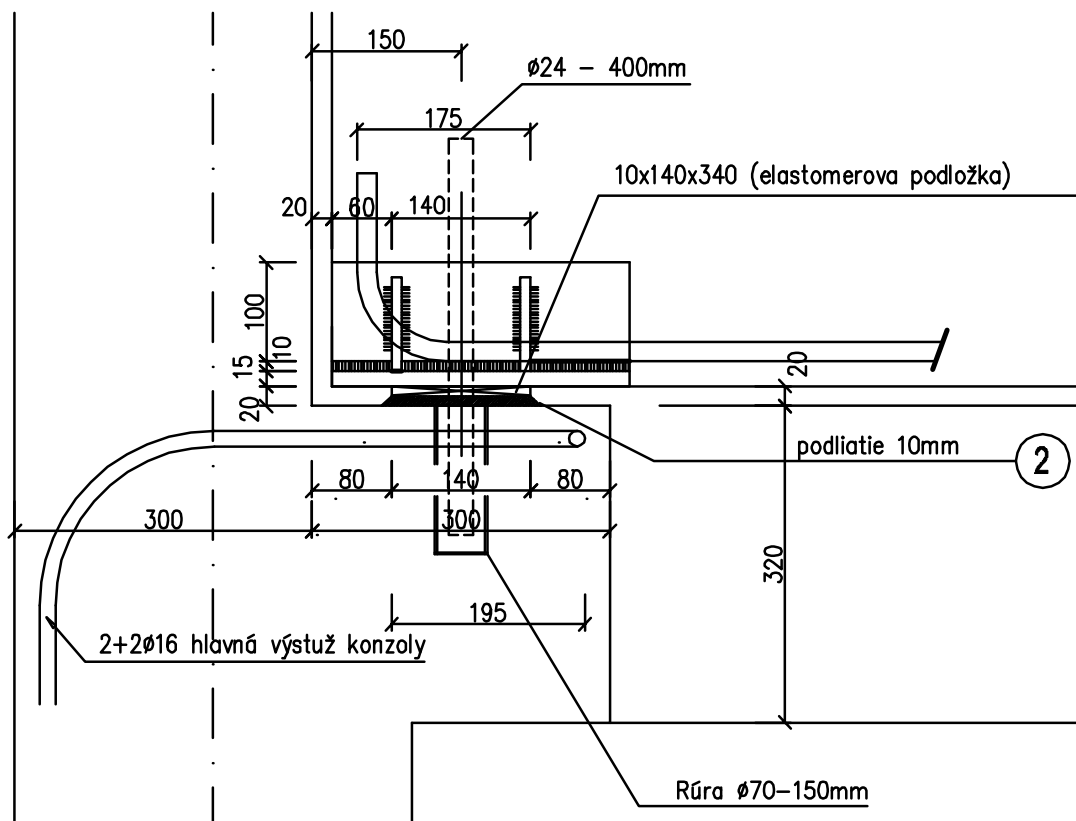
vzdialenosť podložky od voľného konca konzoly d_2 =	$a_2 + \Delta a_2$ =	57,6 mm
vzdialenosť podložky od voľného konca TT-panelu d_3 =	$a_3 + \Delta a_3$ =	48,5 mm

Posúdenie geometrie v TT-paneľi nad podložkou:

$$(a_1 + \Delta a_3) / (t_k - t_f - c_3 - d_2) = \underline{0,75 < 1}$$

Posúdenie geometrie v monolitickej konzole, pod podložkou:

$$(a_1 + \Delta a_2) / (t_k - t_f - c_2 - d_3) = \underline{0,79 < 1}$$

Detail uloženia:

Kontrola kotevnej dĺžky hlavnej výstuže 2+2 Ø16 pod podložkou:

ocel =		500 S
$f_{yk} =$	TAB("rein/Steel"; β_s ; Name=ocel)	= 500 N/mm ²
$f_{yd} =$	$f_{yk} / 1,15$	= 434,78 N/mm ²
zvolený priemer výstuže $d_s =$	SEL("rein/As"; d_s ;)	= 16 mm
beton =	SEL("concrete/EC"; Name; $f_{ck} \leq 50$)	= C25/30
návrhová pevnosť v trení $f_{bd} =$		2,7 N/mm ²
potrebná plocha výstuže, ktorú treba ukotviť $A_{s,requ} =$		5,20 cm ²
skutočná plocha výstuže $A_{s,prov} =$		8,04 cm ²

$$\text{základná kotevná dĺžka } l_b = d_s / 4 * (f_{yd} / f_{bd}) = 644 \text{ mm}$$

$$\text{súc. ukončenia výstuže } \alpha_a = 0,7$$

$$\text{kotevná dĺžka } l_{b,eq} = \alpha_a * l_b = 451 \text{ mm}$$

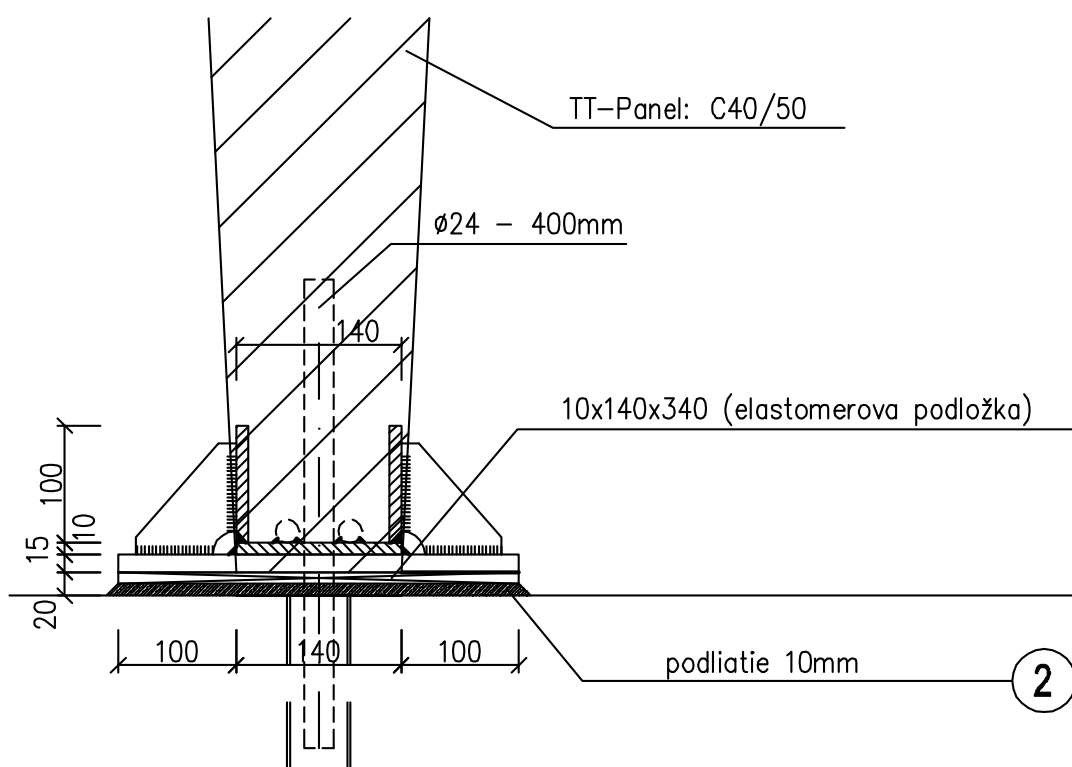
$$l_{b,min} = \text{MAX}(10 * d_s; 100) = 160 \text{ mm}$$

$$\text{návrhová hodnota kotevnej dĺžky } l_{bd} = \text{MAX}(l_{b,eq} * A_{s,requ} / A_{s,prov}; l_{b,min}) = 292 \text{ mm}$$

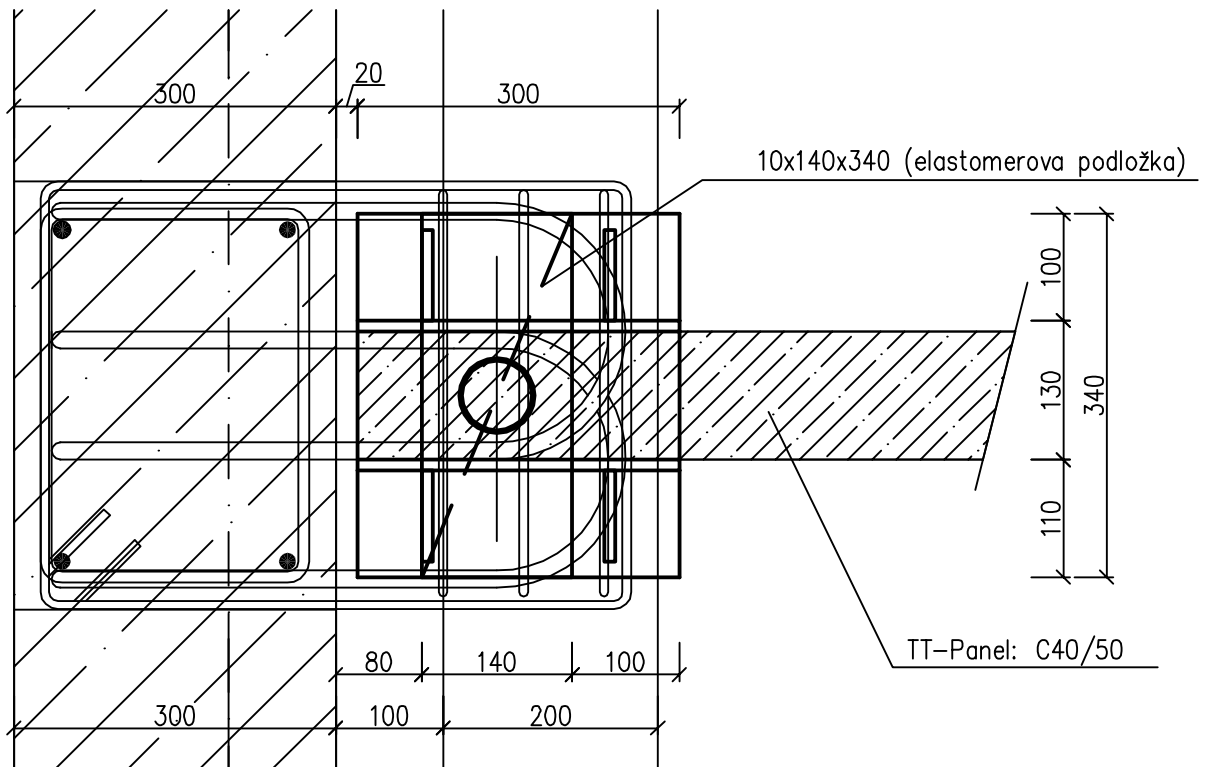
$$(2 * l_{bd} / 3) / (t_k - t_f - c_2 - d_3) = 0,94 < 1$$

Posúdenie vyhovuje, v prípade, že rozmiestnenie hlavnej výstuže 2+2 Ø16 je vyhovujúce, teda všetky 4 prúty sú pod podložkou.

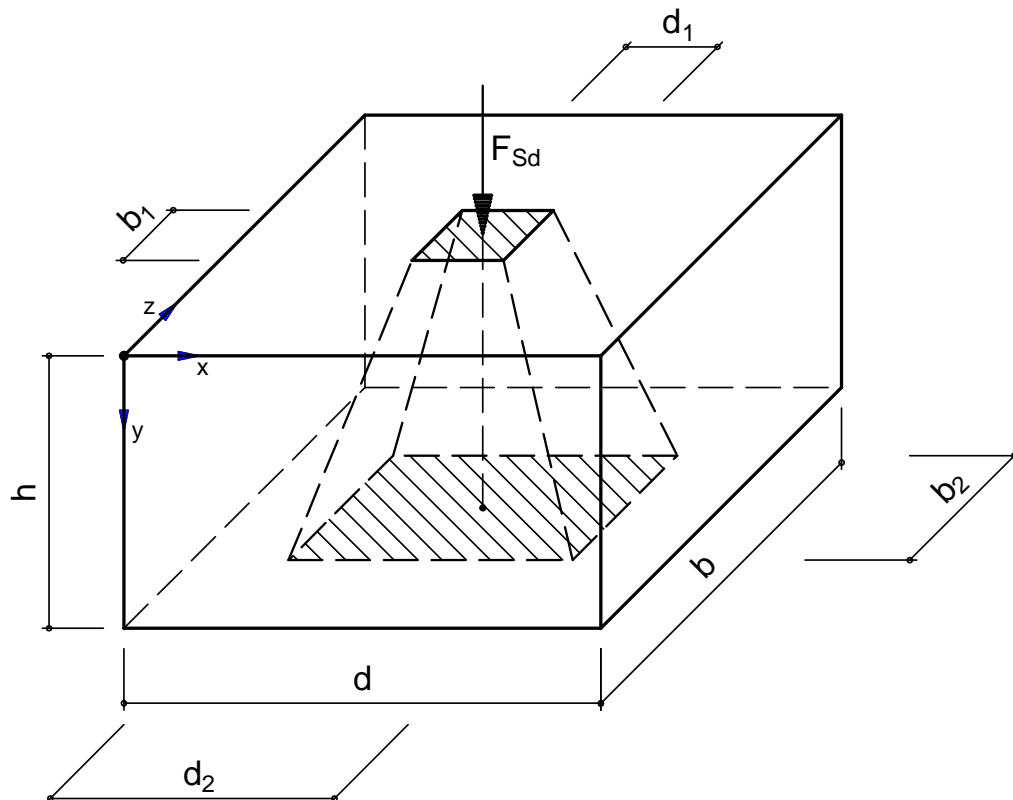
Z rozmiestnenia hlavnej výstuže 2+2 Ø16 vyplýva, že šírku ocelevej podložky TT-panelu treba zväčšiť:



V pôdoryse (vodorovný rez):



Sústredený tlak: TT- panel na žb. konzole



Spojité železobetónová konzola:

Geometria:

šírka bet.telesa $b =$	0,30 m
dĺžka bet.telesa $d =$	2,00 m
hrúbka bet.telesa $h =$	0,32 m
šírka ložiska $b_1 =$	0,14 m
dĺžka ložiska $d_1 =$	0,14 m

Reakcia z jednej stojiny TT-panelu:

vertikálna sila $F_{Sd} =$	267,60 kN
----------------------------	-----------

Materiálové súčinitele bezpečnosti:

$\gamma_s =$	1,15
$\gamma_c =$	1,50

Materiálové charakteristiky:

Beton =	SEL("concrete/EC" ; Name;)	=	C25/30
Vystuz =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Vystuz)	=	500,00 N/mm ²
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton) / 10	=	2,50 kN/cm ²
f_{cd} =	$0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$	=	1,417 kN/cm ²
f_{yd} =	$\frac{f_{yk}}{\gamma_s \cdot 10}$	=	43,48 kN/cm ²

Výsledky výpočtu:**Geometrické podmienky:**

b_2 =	MIN($b_1 + h$; $3 \cdot b_1$)	=	0,42 m
d_2 =	MIN($d_1 + h$; $3 \cdot d_1$)	=	0,42 m
min_h =	MAX($b_2 - b_1$; $d_2 - d_1$)	=	0,28 m

Plochy:

A_{C0} : plocha ložiska (elastomerová podložka) = "zatazená" plocha

A_{C1} : výpočítaná plocha = "návrhová" plocha

A_{C0} =	$b_1 \cdot d_1 \cdot 10^4$	=	196,00 cm ²
A_{C1} =	$b_2 \cdot d_2 \cdot 10^4$	=	1764,00 cm ²

Návrhová únosnosť:

$$F_{Rdu} = \text{MIN} \left(A_{C0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{C1}}{A_{C0}}}; 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{C0} \right) = 833,20 \text{ kN}$$

Posúdenie:

$$\frac{F_{Sd}}{F_{Rdu}} = \underline{\underline{0,321 < 1,0}}$$

Určenie ťahovej sily v priečnom smere (F. Leonhardt, Vorlesungen über Massivbau, 2. diel, 100. str)

Z_{xd} =	$0,25 \cdot F_{Sd} \cdot (1 - b_1/b_2)$	=	44,60 kN
Z_{zd} =	$0,25 \cdot F_{Sd} \cdot (1 - d_1/d_2)$	=	44,60 kN

Výstuž z horeuvedených síl treba zabudovať v smere X aj Z (pod ložiskom v pásme $0,9 \cdot h$):

$A_{s,req}$ =	Z_{xd} / f_{yd}	=	1,03 cm ²
d_s =	SEL("reinf/As"; d_s ;)	=	10 mm
V =	SEL("reinf/As"; Name; $A_s \geq A_{s,req}$; $d_s = d_s$)	=	2 Ø 10
$A_{s,prov}$ =	TAB("reinf/As" ; A_s ; Name=V)	=	1,57 cm ²

Zvolená vodorovná výstuž : 2Ø10

$$A_{s,req} / A_{s,prov} = \underline{\underline{0,66 < 1,0}}$$

Údaje TT- panelu:**Geometria:**

šírka bet.telesa	b =	0,14 m
dĺžka bet.telesa	d =	0,26 m
hrúbka bet.telesa	h =	1,05 m
šírka ložiska	b_1 =	0,14 m
dĺžka ložiska	d_1 =	0,14 m

Materiálové charakteristiky:

$$\begin{aligned}
 \text{Beton} &= \text{SEL}(\text{"concrete/EC"}; \text{Name};) &= & \text{C40/50} \\
 \text{Vystuz} &= \text{SEL}(\text{"reinf/steel"}; \text{Name};) &= & \text{500 S} \\
 f_{yk} &= \text{TAB}(\text{"reinf/steel"}; \beta_s; \text{Name}=\text{Vystuz}) &= & 500,00 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{ck} &= \text{TAB}(\text{"concrete/EC"}; f_{ck}; \text{Name}=\text{Beton}) / 10 &= & 4,00 \text{ kN/cm}^2 \\
 f_{cd} &= 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} &= & 2,267 \text{ kN/cm}^2 \\
 f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{\gamma_s \cdot 10} &= & 43,48 \text{ kN/cm}^2
 \end{aligned}$$

Výsledky výpočtu:**Geometrické podmienky:**

$$\begin{aligned}
 b_2 &= \text{MIN}(b_1 + h; 3 \cdot b_1) &= & 0,42 \text{ m} \\
 d_2 &= \text{MIN}(d_1 + h; 3 \cdot d_1) &= & 0,42 \text{ m} \\
 \text{min_h} &= \text{MAX}(b_2 - b_1; d_2 - d_1) &= & 0,28 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Plochy:

A_{C0} : plocha ložiska (elastomerová podložka) = "zatažená" plocha

A_{C1} : vypočítaná plocha = "návrhová" plocha

$$\begin{aligned}
 A_{C0} &= b_1 \cdot d_1 \cdot 10^4 &= & 196,00 \text{ cm}^2 \\
 A_{C1} &= b_2 \cdot d_2 \cdot 10^4 &= & 1764,00 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Návrhová únosnosť:

$$F_{Rdu} = \text{MIN} \left(A_{C0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{C1}}{A_{C0}}}; 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{C0} \right) = 1333,00 \text{ kN}$$

Posúdenie:

$$\frac{F_{Sd}}{F_{Rdu}} = \underline{\underline{0,201 < 1,0}}$$

Určenie ťahovej sily v priečnom smere (F. Leonhardt, Vorlesungen über Massivbau, 2. diel, 100. str)

$$\begin{aligned}
 Z_{xd} &= 0,25 \cdot F_{Sd} \cdot (1 - b_1/b_2) &= & 44,60 \text{ kN} \\
 Z_{zd} &= 0,25 \cdot F_{Sd} \cdot (1 - d_1/d_2) &= & 44,60 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Výstuž z horeuvedených síl treba zabudovať v smere X aj Z (pod ložiskom v pásme 0,9*h):

$$\begin{aligned}
 A_{s,req} &= Z_{xd} / f_{yd} &= & 1,03 \text{ cm}^2 \\
 d_s &= \text{SEL}(\text{"reinf/As"}; d_s;) &= & 8 \text{ mm} \\
 V &= \text{SEL}(\text{"reinf/As"}; \text{Name}; A_s \geq A_{s,req}; d_s = d_s) &= & \text{3 } \varnothing \text{ 8} \\
 A_{s,prov} &= \text{TAB}(\text{"reinf/As"}; A_s; \text{Name}=V) &= & 1,51 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

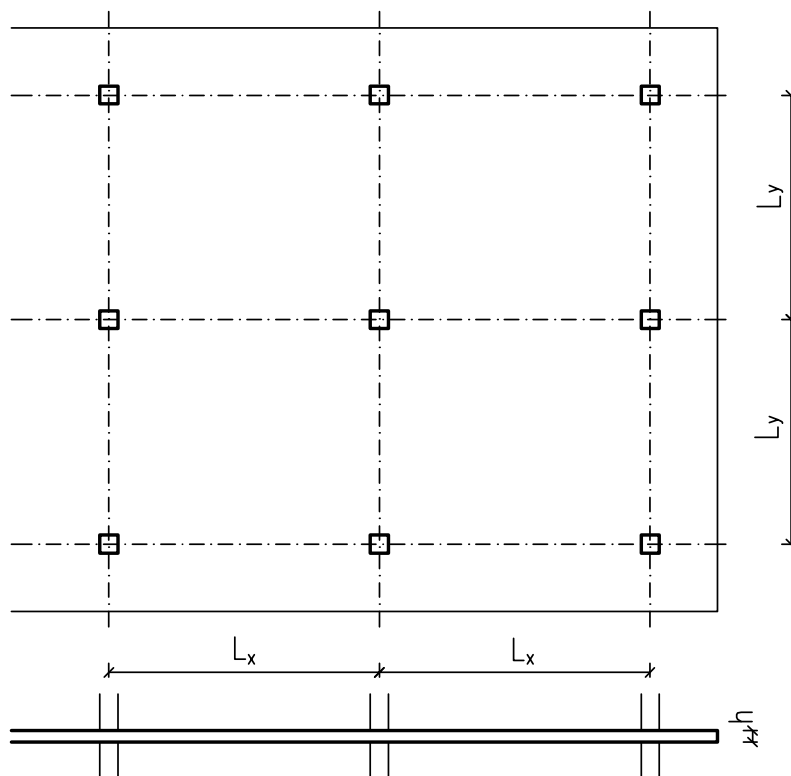
zvolená vodorovná výstuž: 3Ø8

$$A_{s,req} / A_{s,prov} = \underline{\underline{0,68 < 1,0}}$$

Dosky

Bodovo podopretá stropná doska

Urcenie hrúbky dosky podľa EC2, na základe obmedzenia priehybu.



Rozmery polí:

rozpätie v smere x $L_x = 5,00$ m
rozpätie v smere y $L_y = 6,00$ m

Hrana dosky je podopretá obvodovými nosníkmi.

Materiálové charakteristiky:

beton = SEL("concrete/EC"; Name;) = **C25/30**
ocel = SEL("reinf/steel"; Name;) = **500 S**
 $f_{ck} =$ TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=beton) = $25,00$ N/mm²
 $f_{yk} =$ TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=ocel) = $500,00$ N/mm²

Parciálne súc. bezpečnosti:

$\gamma_c = 1,50$
 $\gamma_s = 1,15$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_Q = 1,50$

Zvolená hrúbka dosky:

$h = 250$ mm
výpočtová šírka dosky $b = 1,0$ m

Zat'azenia:

vlastná tiaž žb.dosky $g_{k1} =$	$h * 25,0 / 1000$	=	6,25 kN/m²
tiaž podlahy $g_{k2} =$			2,50 kN/m²
priemerné zat. od priecok $g_{k3} =$			1,50 kN/m²
úžitkové zataženie $q_k =$			2,00 kN/m²
súc. zataženia $\psi_2 =$			0,3

Trieda prostredia:

suché prostredie			
minimálne krytie betónom $c_{nom} =$			20 mm

Kombinácie zatažení:

návrhové zataženie $p_{Ed} =$	$\gamma_G * (g_{k1} + g_{k2} + g_{k3}) + \gamma_Q * q_k =$		<u>16,84 kN/m²</u>
kvázistatická kombinácia zat. $p_{qp} =$	$g_{k1} + g_{k2} + g_{k3} + \psi_2 * q_k =$		<u>10,85 kN/m²</u>

V smere väčšieho rozpätia predpokladáme dolnú výstuž $\varnothing 20$:

$L =$	$MAX(L_x ; L_y)$	=	6,00 m
$d =$	$h - c_{nom} - 10$	=	220 mm

Žb. doska spĺňa podmienku obmedzenia priehybu $w < L / 250$, v prípade:

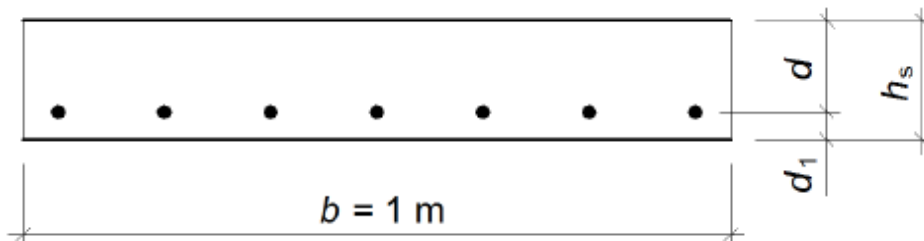
$(L / K) / d < \alpha * (L / d)_{eng}$			
pre bodovo podopreté dosky $K =$			1,2
prierezová plocha potrebnej výstuže $A_{s,requ} =$			10,0 cm ² /m
prierezová plocha zvolenej výstuže $A_{s,prov} =$			10,0 cm ² /m
$\beta =$	$(A_{s,prov} / A_{s,requ}) * (500 / f_{yk})$	=	1,0
$\alpha =$	$\sqrt{(0,5 * \beta * p_{Ed} / p_{qp})}$	=	0,88
pomocné hodnoty pre určenie $(L/d)_{eng}$:			
$p_0 =$	$110 * \sqrt{f_{ck}}$	=	550 N/mm ²
$p_{hviezd} =$	$\beta * p_{Ed} / b$	=	16,84 kN/m ²
$x =$	$(4,1 / \sqrt{f_{ck}}) * (p_0 / p_{hviezd})^{0,6}$	=	6,64
$y =$	$(0,2 * \sqrt{f_{ck}}) * ((p_0 / p_{hviezd}) - 1)^{0,6}$	=	7,95
tahaná výstuž $A_{s1} =$			10,00 cm ² /m
tlačená výstuž $A_{s2} =$			5,00 cm ² /m
$z =$	$18 * (A_{s2} / A_{s1}) * (p_0 / p_{hviezd} + 5)^{-0,9}$	=	0,34
$M = (L/d)_{eng} = 11 + x + y + z$			
dovolená hodnota $M =$	$11 + x + y + z$	=	25,93

Posúdenie zvolenej hrúbky dosky:

$$((1000 * L / K) / d) / (\alpha * M) = \underline{\underline{0,996 < 1}}$$

Doska prosto podopretá

STN EN 1992-1-2 Navrovanie konštrukcií na účinky požiariu



Vstupné údaje:

rozpätie $l =$			3,00 m
hrúbka $h_s =$			0,12 m
vlastná tiaž dosky $g_0 =$	$h_s \cdot 25,0$	=	3,00 kN/m ²
stále prítazenie dosky $g_1 =$			4,30 kN/m ²
stále zatazenie $g_k =$	$g_0 + g_1$	=	7,30 kN/m ²
premenné zatazenie $q_k =$			5,00 kN/m ²
požadovaná požiarna odolnosť REI:	90		
stupen vplyvu prostredia:	XC1		
návrhová životnosť:	50 rokov		

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
$f_{ck} =$	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	25,00 N/mm ²
Ocel =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
$f_{yk} =$	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Ocel)	=	500 N/mm ²

Súčinitele bezpečnosti (platí pri 20°C):

$\gamma_c =$	1,50
$\gamma_s =$	1,15
$\gamma_G =$	1,35
$\gamma_Q =$	1,50

Redukčný súčiniteľ (Tabulka A1.1 normy STN EN 1990):

pre obchodné priestory platí $\psi_{2,1} =$	0,6
---	------------

Návrh za beznej teploty podľa STN EN 1992-1-1:

súčiniteľ uvazujúci dlhodobé účinky na tlakovú pevnosť betónu $\alpha_{cc} =$			1,0
$f_{cd} =$	$\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	=	16,7 N/mm ²
$f_{ctm} =$	TAB("concrete/EC"; fctm; Name=Beton)	=	2,6 N/mm ²
$\epsilon_{cu,3} =$			$3,5 \cdot 10^{-3}$
$\eta =$			1,0
$\lambda =$			0,8
$f_{yd} =$	f_{yk} / γ_s	=	434,8 N/mm ²
$E_s =$			200000 N/mm ²
$\epsilon_{yd} =$	f_{yd} / E_s	=	$2,174 \cdot 10^{-3}$
$\xi_{bal,1} =$	$\epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd})$	=	0,617

Návrhová hodnota momentu od zatazenia:

$$m_{Ed} = (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k) \cdot l^2 / 8 = 19,5 \text{ kNm / m}$$

Krytie hlavnej nosnej výstuže:

$$\text{predpokladaný priemer hl. výstuže } d_s = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 10 \text{ mm}$$

Stupen vplyvu prostredia XC1, konstrukcia patrí do triedy S4, pre betón \geq C25/30 je možné znížiť zatriedenie o jednu triedu, pre dosky o ďalšiu triedu, takže konečné zatriedenie je S2.

$$\text{pre XC1 a S2 je } c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{ostatné } \Delta c_{dur} = 0$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$\text{prídavok na návrhovú odchytku uvádzame } \Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{zvolené krytie betónom } c = \underline{20 \text{ mm}}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot d_s = 25 \text{ mm}$$

$$d = h_s - (0,001 \cdot d_1) = 0,095 \text{ m}$$

$$\text{z návrhu vychádza } a_{s,req} = 509 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{m}$$

Navrhujeme $\varnothing 10/150\text{mm}$

$$\text{zvolená výstuž } a_{s,prov} = 524 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{m}$$

Kontrola vystuzenia:

$$\text{statická šírka prierezu } b = 1,0 \text{ m}$$

$$a_{s,min} = \text{MAX}(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 128 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$a_{s,min} / a_{s,prov} = \underline{0,24 < 1}$$

Maximálna osová vzdialenosť hlavnej nosnej výstuže:

$$s_{max,slab} = \text{MIN}(2 \cdot h_s; 1000; 250) = 240 \text{ mm}$$

$$s_{prov} = 150 \text{ mm}$$

$$s_{prov} / s_{max,slab} = \underline{0,63 < 1}$$

Posúdenie za beznej teploty:

$$x = a_{s,prov} \cdot f_{yd} / (b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0,017 \text{ m}$$

$$\xi = x / d = 0,179$$

$$\xi_{bal,1} = 0,617$$

$$\xi / \xi_{bal,1} = \underline{0,29 < 1}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 20,1 \text{ kNm / m}$$

$$m_{Ed} / m_{Rd} = \underline{0,97 < 1}$$

Posúdenie požiarinej odolnosti:**a) Overenie splnenia tabulkových hodnôt**

Hodnoty odcítané z **tabulky 5.8 (STN EN 1992-1-2)** pre dosky nosné v jednom smere:

$$h_{s,min} = 100 \text{ mm}$$

$$h_{s,min} / (1000 \cdot h_s) = \underline{0,83 < 1}$$

VYHOVUJE

$$a_{min} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{osová vzdialenosť od povrchu } a = d_1 = 25 \text{ mm}$$

$$a_{min} / a = \underline{1,20 < 1}$$

NEVYHOVUJE

Redukčný súčiniteľ pre kombináciu zatažený podľa vzťahu (2.5) normy STN EN 1992-1-2:

$$\eta_{fi} = (g_k + \Psi_{2,1} \cdot q_k) / (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k) = 0,593$$

Napätie vo výstuži:

$$\sigma_{s,fi} = (\eta_{fi} \cdot f_{yk} / \gamma_s) \cdot (a_{s,req} / a_{s,prov}) = 250,4 \text{ N/mm}^2$$

Stanovenie redukčného súčiniteľa $k_s(\Theta_{cr})$ pre odcítanie z grafu na **Obrázku 5.1** normy **STN EN**

1992-1-2:

$$k_s(\Theta_{cr}) = \sigma_{s,fi} / f_{yk} = 0,501$$

Kritická teplota sa odcítá z horného grafu ($\cong 540^\circ\text{C}$), alebo sa vypočíta pomocou referenčných vzťahov, ktoré sú definované pre dané rozpätie $500^\circ\text{C} < \Theta \leq 700^\circ\text{C}$ nasledovne:

$$\Theta_{cr} = 500 + 200 / 0,5 \cdot (0,61 - (\sigma_{s,fi} / f_{yk})) = 544 \text{ }^\circ\text{C}$$

Podľa odstavca 5.2 (8) pre $350^\circ\text{C} < \Theta_{cr} \leq 700^\circ\text{C}$ je možné upraviť osovú vzdialenosť výstuže od povrchu betónu podľa vzťahu:

$$a_{min,red} = a_{min} + 0,1 \cdot (500 - \Theta_{cr}) = 25,60 \text{ mm}$$

$$a_{min,red} / a = \underline{1,02 < 1}$$

NEVYHOVUJE

Na základe tabulkového posúdenia je možné konstatovať, že doska **nesplna** požadovanú požiarnu odolnosť **REI 90**.

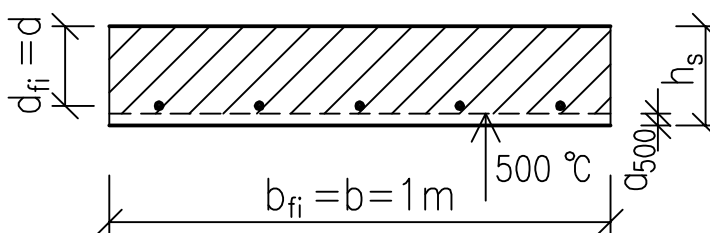
b) Posúdenie metódou izotermie 500°C

Kontrola možnosti použitia metódy izotermie podľa **Tabulky B.1**:

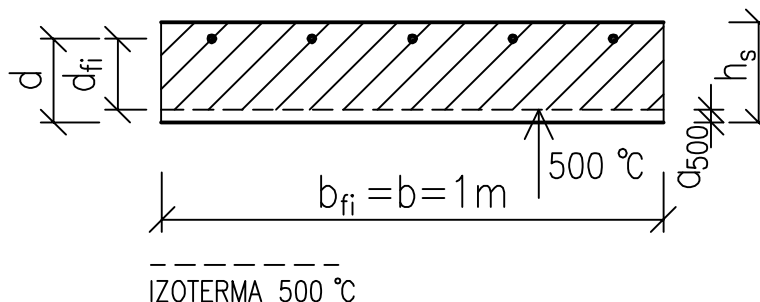
$$\text{hodnota odcítaná z tabulky B.1 } h_{min,B.1} = 120 \text{ mm}$$

$$h_{min,B.1} / (1000 \cdot h_s) = \underline{1,0 < 1}$$

VYHOVUJE, metódu izotermie 500°C je možné použiť



Efektívny betónový prierez pri požiarnej situácii a pri pôsobení záporného momentu (pre porovnanie):



V danom prípade, keď požiaru je vystavená spodná, tahaná časť prierezu sa teplota v osi betonárskej výstuže odcíta z grafu na **obr. A.2**:

$$\begin{aligned} \text{pre hodnotu } x &= & a &= & 25 \text{ mm} \\ \text{pri R90 sa odcíta hodnota } \Theta_s &= & &= & 560 \text{ °C} \end{aligned}$$

Redukčný súčiniteľ pevnosti výstuže sa určí buď odcítaním z **grafu 4.2a** normy alebo interpolovaním z **tabulky 3.2a** normy STN EN 1992-1-2:

$$\begin{aligned} \text{pre danú teplotu odcítaná hodnota red. súčiniteľa } k_s(\Theta) &= & 0,594 \\ \text{súčiniteľ bezpečnosti pre bet. výstuž pri požiaru } \gamma_{s,fi} &= & 1,0 \\ f_{yd,fi} &= & 0,594 \cdot f_{yk} / \gamma_{s,fi} = & 297,0 \text{ N/mm}^2 \\ \text{súčiniteľ bezpečnosti pre betón pri požiaru } \gamma_{c,fi} &= & 1,0 \\ \text{pevnosť betónu pri použití izotermy } 500\text{°C } f_{cd,fi} = f_{ck} / \gamma_{c,fi} &= & 25,0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

V ďalšom sa posudok prevedie ako pri teplote 20°C p ri uvážení rozmerov redukovaného prierezu a príslušných pevností betónu a výstuže:

$$\begin{aligned} b_{fi} &= & b &= & 1,00 \text{ m} \\ d_{fi} &= & d &= & 0,095 \text{ m} \end{aligned}$$

Poloha neutrálnej osy:

$$x_{fi} = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd,fi}}{(b_{fi} \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd,fi})} = 0,0078 \text{ m}$$

Moment únosnosti za požiaru:

$$m_{Rd,fi} = a_{s,prov} \cdot f_{yd,fi} \cdot 10^3 \cdot (d_{fi} - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{fi}) = 14,3 \text{ kNm / m}$$

Moment od zatazenia za požiaru:

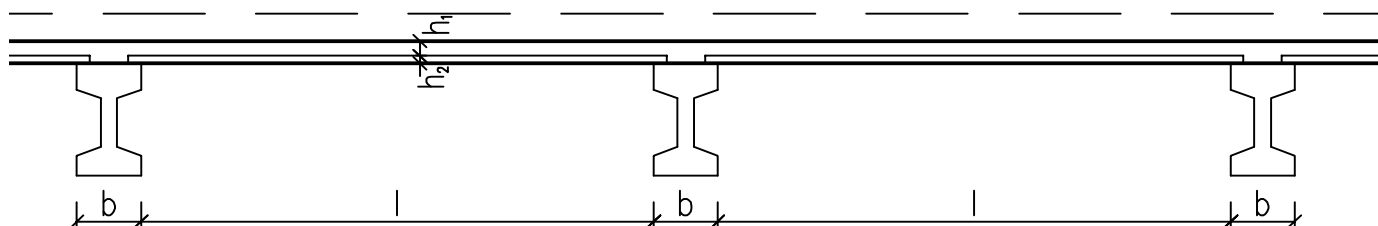
$$m_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot m_{Ed} = 11,6 \text{ kNm / m}$$

Podmienka spoľahlivosti za požiaru:

$$m_{Ed,fi} / m_{Rd,fi} = \underline{0,81} < 1$$

VYHOVUJE, doska splna požadovanú požiarnu odolnosť REI 90.

Filigránová doska

**Konštrukčné materiály:**

nadbeton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
$f_{ct,k0,05}$ =	TAB("concrete/EC"; fctk05; Name=nadbeton)	=	1,80 N/mm ²
α_{ct} =		=	1,0
beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C30/37
vystuz =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=beton)	=	30 N/mm ²
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=vystuz)	=	500 N/mm ²

Parciálne súčinitele bezpečnosti:

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15
γ_G =	1,35
γ_Q =	1,50

Trieda prostredia:

suché prostredie	
minimálne krytie výstuže betónom c_{nom} =	20 mm

Geometria:

hrúbka nadbetónu h_1 =		120 mm
hrúbka prefabrikovaného panelu h_2 =		60 mm
celková hrúbka h =	$h_1 + h_2$	= 180 mm
efektívne rozpätie l_{eff} =		4,68 m

Zataženie:

vlastná tiaž nadbetónu g_{1k} =	$h_1 * 25,0 / 1000$	=	3,00 kN/m²
vlastná tiaž panelu g_{2k} =	$h_2 * 25,0 / 1000$	=	1,50 kN/m²
podlaha, úžitkové zataženie - športová plocha q_k =		=	10,60 kN/m²
súčiniteľ zataženia ψ_2 =		=	1,0

Kombinácia celkového zataženia:

návrhová hodnota zataženia p_{Ed} =	$\gamma_G * (g_{1k} + g_{2k}) + \gamma_Q * q_k$	=	21,98 kN/m²
kvázistatická kombinácia zat. p_{qp} =	$g_{1k} + g_{2k} + \psi_2 * q_k$	=	15,10 kN/m²

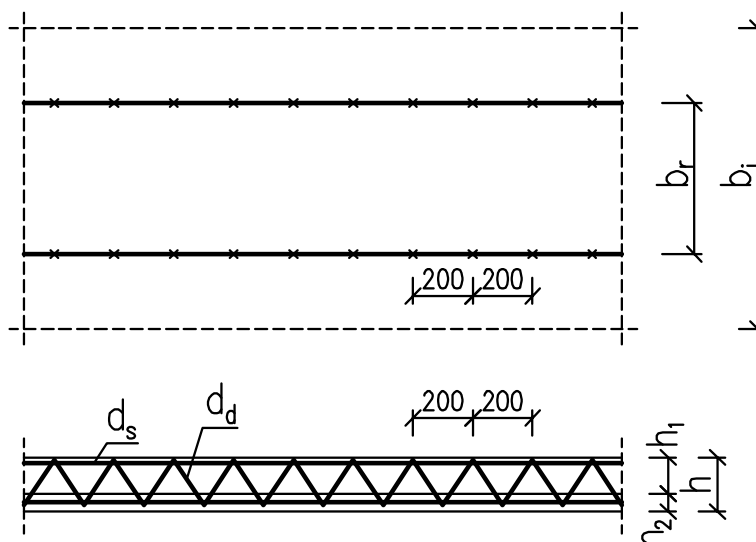
Viacpolovú železobetónovú dosku - namáhanie:

M_{Ed} =	$(p_{Ed} * l_{eff}^2) / 11,6$	=	41,50 kNm
V_{Ed} =	$p_{Ed} * l_{eff} / 2$	=	51,43 kN

Podmienka spoľahlivosti styku medzi panelom a nadbetónávkou podľa EC2 odsek 6.2.5.:

$$V_{Edi} \leq V_{Rdi}$$

zatažovacia šírka $b_i =$ **1000 mm**
 šírka pripadajúca na 1 priestorový priehradový nosník $b_r =$ **500 mm**



priemer tahaného prúta $d_s =$ **5 mm**
 priemer diagonály $d_d =$ **7 mm**
 vzdialenosť tahanej výstuže od hornej hrany tlacenej pásy
 $d =$ $h - c_{nom} - ((d_s + d_d)/2) =$ **154 mm**
 rameno síl $z =$ $0,9 \cdot d =$ **138,6 mm**
 $\beta =$ **1,0**

β pomer medzi silou ktorá vznikne jednak v priereze nadbetónu po dĺžke a silou ktorá vznikne v tlacenej alebo tiahanej páske (obidve platia pre daný prierez)

Návrhová hodnota šmykového napätia na styčnej ploche 2 betónov:

$$V_{Edi} = \beta \cdot 1000 \cdot V_{Ed} / (b_i \cdot z) = \underline{\underline{0,371 \text{ N/mm}^2}}$$

Šmyková únosnosť styku:

$$V_{Rdi} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \leq 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

návrhová hodnota pevnosti v tahu nadbetónu $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ct,k0,05} / \gamma_c =$ **1,2 N/mm²**

napätie v styčnej škáre od vonkajšej tlakovej sily $\sigma_n =$ **0,0 N/mm²**

Pre panely s drsným povrchom môžeme používať nasledujúce súčinitele podľa odseku 6.2.5.(2)

$$c = 0,45$$

$$\mu = 0,70$$

stupen vystuženia $\rho = A_s / A_i$

kde A_s je plocha výstuže

A_i je plocha ktorá pripadá k výstuži A_s v spoločnej rovine panelu a nadbetónu.

$$\text{stupen vystuženia } \rho = (2 \cdot 3,5^2 \cdot \pi) / (200 \cdot b_f) = 0,77 \cdot 10^{-3}$$

α je uhol medzi osou výstuže A_s a rovinou stycnej plochy ($45^\circ < \alpha < 90^\circ$), v našom prípade:

$$\alpha = 63,4^\circ$$

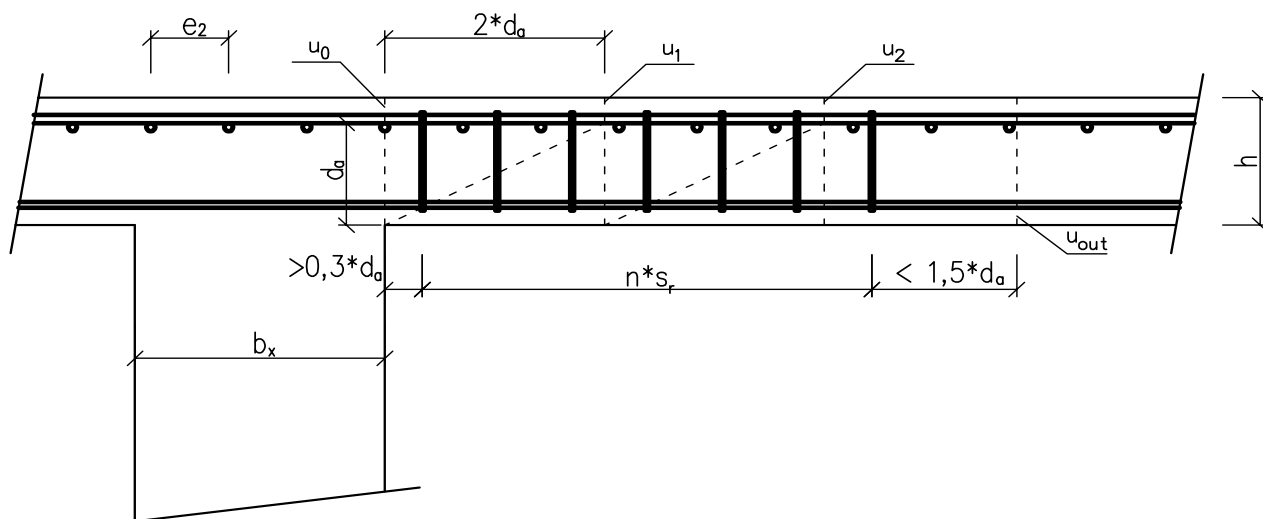
$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rdi} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) = \underline{0,900 \text{ N/mm}^2}$$

$$V_{Edi} / V_{Rdi} = \underline{0,41 < 1}$$

VYHOVUJE

Železobetónový strop - pretlačenie podla EC2



Vstupné údaje:

hrúbka dosky $h =$	26 cm
statická výška $d_x =$	23 cm
statická výška $d_y =$	22 cm
vzdialenosť stĺpov $l_x =$	7,20 m
vzdialenosť stĺpov $l_y =$	7,20 m
rozmer stĺpa $b_x =$	30 cm
rozmer stĺpa $b_y =$	20 cm

Zaťaženia:

vl.tiaž dosky, ďalšie stále zataženie $g_k =$	8 kN/m ²
náhodilé zataženie $q_k =$	2 kN/m ²
normálová sila v stĺpe nad stropom $N_{1f} =$	790 kN
normálová sila v stĺpe pod stropom $N_{1a} =$	1460 kN
moment okolo osi X $M_{1x} =$	60 kNm
moment okolo osi Y $M_{1y} =$	52 kNm

Materiály:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C30/37
Vystuz =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
$f_{ck} =$	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	30 N/mm ²
$\tau_{Rd} =$	TAB("concrete/ECtau"; τ_{Rd} ; Name=Beton)	=	0,28 N/mm ²
$f_{yk} =$	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Vystuz)	=	500 N/mm ²
$\gamma_s =$			1,15
$\gamma_c =$			1,50
$f_{yd} =$	f_{yk} / γ_s	=	435 N/mm ²
$f_{cd} =$	f_{ck} / γ_c	=	20 N/mm ²
podľa EC2 $\gamma_G =$			1,35
$\gamma_Q =$			1,50

Horná výstuž dosky:

$$\text{priemer výstuže } d_s = \text{SEL}(\text{"reinf/AsArea"; ds;}) = 10 \text{ mm}$$

$$\rho_{1x} = 0,0049$$

$$\rho_{1y} = 0,0098$$

Výpočet:

$$d_a = (d_x + d_y) / 2 = 22,50 \text{ cm}$$

Prierezová plocha stĺpa:

$$A_{O1} = b_x * b_y / 10000 = 0,06 \text{ m}^2$$

$$\text{obvod stĺpa } u_0 = 2 * (b_x + b_y) = 100 \text{ cm}$$

1. kritická plocha:

$$\text{vzdialenosť od hrany stĺpa } t_{k1} = 2 * d_a = 45,00 \text{ cm}$$

$$A_{k1} = ((2 * t_{k1} + b_x) * b_y + 2 * b_x * t_{k1} + t_{k1}^2 * \pi) / 10000 = 1,146 \text{ m}^2$$

1. kritický obvod - zaciatočná hodnota:

$$K_{k1} = (2 * (b_x + b_y) + 2 * t_{k1} * \pi) / 100 = 3,827 \text{ m}$$

Šmyková sila na vonkajšej hrane stĺpa (stav 0):

$$V_{Ed.0} = N_{1a} - N_{1f} = 670,00 \text{ kN}$$

Šmyková sila na hrane 1.kritického obvodu:

$$V_{Ed.1} = N_{1a} - N_{1f} - (A_{k1} - A_{O1}) * (g_k * \gamma_G + q_k * \gamma_Q) = 655,01 \text{ kN}$$

hodnota β - vnútorný obdĺžnikový stĺp:

Excentricity normálovej sily:

$$\text{excentricita v smere osi X } e_x = 100 * M_{1y} / V_{Ed.0} = 7,761 \text{ cm}$$

$$\text{excentricita v smere osi Y } e_y = 100 * M_{1x} / V_{Ed.0} = 8,955 \text{ cm}$$

(6.43)...moment okolo dvoch osí

$$\beta_1 = 1 + 1,8 * \sqrt{((e_x / (b_y + 2 * t_{k1}))^2 + (e_y / (b_x + 2 * t_{k1}))^2)} = 1,185 \text{ cm}$$

Posúdenie odolnosti šikmej tlačenej diagonály na hrane stĺpa (stav 0):

(6.6N)...betón s trhlinami v šmyku, redukčný súčiniteľ

$$v = 0,6 * (1 - f_{ck} / 250) = 0,528$$

(6.53)...odolnosť v šmyku

$$V_{Rdmax} = 0,5 * v * f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{napätie } V_{Ed.0} = \beta_1 * V_{Ed.0} / (u_0 * d_a) * 10 = 3,529 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed.0} / V_{Rdmax} = 0,67 < 1$$

$$\text{návrhová odolnosť } V_{Rdmax} = V_{Rdmax} * u_0 * d_a / 10 = 1188 \text{ kN}$$

$$\beta_1 * V_{Ed.0} / V_{Rdmax} = 0,67 < 1$$

vyhovuje, hodnota šmykovej odolnosti je vyššia ako ako max. napätie na hrane stĺpa**Posúdenie, či je potrebná šmyková výstuž v 1.pásme:**

$$\rho_1 = \text{MIN}(0,02; \sqrt{\rho_{1x} * \rho_{1y}}) = 0,00693$$

$$C_{Rdc} = 0,18 / \gamma_c = 0,1200$$

$$k_1 = 0,1$$

$$k = \text{MIN}(2; 1 + \sqrt{20 / d_a}) = 1,943$$

$$\text{normálove napätie zo zataženia, predpätia } \sigma_{cp} = 0 \text{ N/mm}^2$$

(6.3N)...únosnosť betónu v šmyku

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,519 \text{ N/mm}^2$$

(6.47)... odolnosť bez šmykovej výstuže

$$v_{Rd,c} = C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0,641 \text{ N/mm}^2$$

(6.2.b)...posúdenie min. hodnoty:

$$v_{\min} / v_{Rd,c} = \underline{0,81 < 1}$$

$$v_{Ed,1} = (\beta_1 \cdot V_{Ed,1} \cdot 1000) / (K_{k1} \cdot d_a \cdot 10000) = 0,9014 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Ed,1} / v_{Rd,c} = \underline{1,41 > 1}$$

nevychovuje ⇒ je potrebná šmyková výstuž proti pretlačeniu !!!**Únosnosť 1.šmykovej plochy v pretlačení so šmykovou výstužou:**

$$\text{návrhová hodnota medze klzu šmyk.výstuže } f_{ywd} = f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = \text{MIN}(f_{ywd}; 250 + 0,25 \cdot d_a \cdot 10) = 306,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{priemer prútov šmyk.výstuže } \Phi_w = 12 \text{ mm}$$

$$\text{vzájomná vzdialenosť šmykových prútov } s_r = 140 \text{ mm}$$

$$(s_r/10) / (0,75 \cdot d_a) = \underline{0,83 < 1}$$

Kontrolný obvod, kde betón vyhovuje bez šmykovej výstuže, to znamená $v_{Rd,c} > v_{Ed}$:

$$u_{out} = 10 \cdot \beta_1 \cdot V_{Ed,1} / (v_{Rd,c} \cdot d_a) = 538,2 \text{ cm}$$

$$n_{out} = (u_{out} - 2 \cdot (b_x + b_y)) / (2 \cdot d_a \cdot \pi) = 3,100$$

$$\text{vzdialenosť od stĺpa, kde už netreba šmyk.výstuž } x_{Rd,c} = (n_{out} - 1,5) \cdot d_a = 36,0 \text{ cm}$$

$$\text{tang. vzdialenosť šmykových vložiek } s_t = 450 \text{ mm}$$

$$\text{počet vložiek ktoré sú v 1.kritickom pásme } n_f = 1000 \cdot K_{k1} / s_t = 9 \text{ db}$$

$$\text{uhol medzi šmykovým prútom a rovinou dosky } \alpha_w = 90^\circ$$

$$A_{sw} = n_f \cdot \Phi_w^2 \cdot \pi / 4 = 1018 \text{ mm}^2$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot (10 \cdot d_a / s_r) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot (1 / (K_{k1} \cdot d_a \cdot 10000)) \cdot \text{SIN}(\alpha_w) = 1,3536 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Ed,1} / v_{Rd,cs} = \underline{0,67 < 1}$$

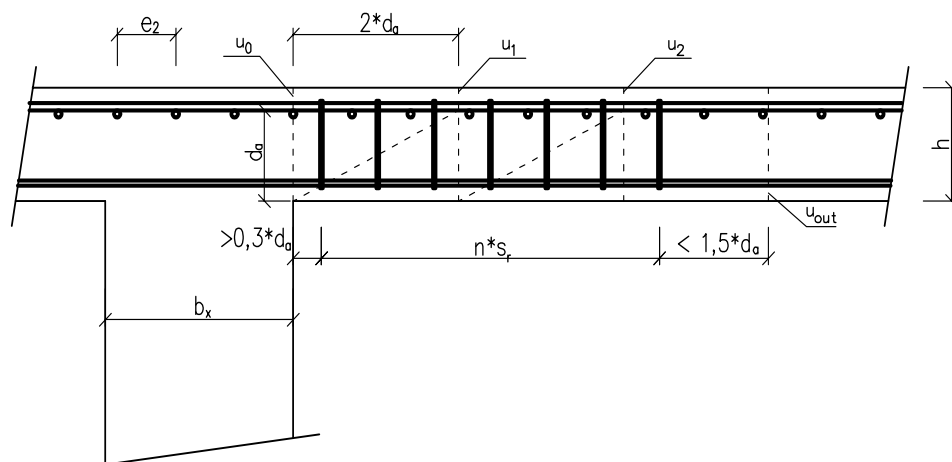
vyjadrené v silách:

$$V_{Rd,cs} = v_{Rd,cs} \cdot K_{k1} \cdot d_a \cdot 10 = 1165,55 \text{ kN}$$

$$\beta_1 \cdot V_{Ed,1} / V_{Rd,cs} = \underline{0,67 < 1}$$

vyhovuje

Železobetónový strop - pretlačenie - kruhový stĺp



Vstupné údaje:

hrúbka dosky $h =$	35 cm
statická výška $d_x =$	30 cm
statická výška $d_y =$	28 cm
vzdialenosť stĺpov $l_x =$	10,70 m
vzdialenosť stĺpov $l_y =$	4,35 m
priemer stĺpa $b =$	40 cm

Zaťaženia:

vlastná tiaž dosky, ďalšie stále zataženie $g_k =$	8,75 kN/m ²
náhodilé zataženie $q_k =$	2 kN/m ²
normálová sila v stĺpe nad stropom $N_{1f} =$	0 kN
normálová sila v stĺpe pod stropom $N_{1a} =$	900 kN
moment okolo osi X $M_{1x} =$	150 kNm
moment okolo osi Y $M_{1y} =$	200 kNm

Materiály:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
Vystuz =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
$f_{ck} =$	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	25 N/mm ²
$\tau_{Rd} =$	TAB("concrete/ECTau"; τ_{Rd} ; Name=Beton)	=	0,26 N/mm ²
$f_{yk} =$	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Vystuz)	=	500 N/mm ²
$\gamma_s =$			1,15
$\gamma_c =$			1,50
$f_{yd} =$	f_{yk} / γ_s	=	435 N/mm ²
$f_{cd} =$	f_{ck} / γ_c	=	17 N/mm ²
podľa EC2 $\gamma_G =$			1,35
$\gamma_Q =$			1,50

Horná výstuž dosky:

$$\text{priemer hlavnej výstuže } d_s = \text{SEL("reinf/AsArea"; ds;)} = 16 \text{ mm}$$

$$\rho_{1x} = 0,0055$$

$$\rho_{1y} = 0,0065$$

Výpocet:

$$d_a = (d_x + d_y) / 2 = 29,00 \text{ cm}$$

Prierezová plocha stĺpa:

$$A_{O1} = 10^{-4} \cdot \pi \cdot b^2 / 4 = 0,126 \text{ m}^2$$

$$\text{obvod stĺpa } u_0 = \pi \cdot b = 126 \text{ cm}$$

1. kritická plocha:

$$\text{vzdialenosť od hrany stĺpa } t_{k1} = 2 \cdot d_a = 58,00 \text{ cm}$$

$$A_{k1} = 10^{-4} \cdot \pi \cdot (b/2 + t_{k1})^2 = \underline{1,911 \text{ m}^2}$$

1. kritický obvod - zaciatočná hodnota:

$$K_{k1} = 0,01 \cdot 2 \cdot \pi \cdot (b/2 + t_{k1}) = \underline{4,90 \text{ m}}$$

Šmyková sila na vonkajšej hrane stĺpa (stav 0):

$$V_{Ed.0} = N_{1a} - N_{1f} = 900,00 \text{ kN}$$

Šmyková sila na hranici 1.kritického obvodu:

$$V_{Ed.1} = N_{1a} - N_{1f} - (A_{k1} - A_{O1}) \cdot (g_k \cdot \gamma_G + q_k \cdot \gamma_Q) = 873,560 \text{ kN}$$

hodnota β - vnútorný kruhový stĺp:

Excentricity normálovej sily:

$$\text{excentricita v smere osi X } e_x = 100 \cdot M_{1y} / V_{Ed.0} = 22,222 \text{ cm}$$

$$\text{excentricita v smere osi Y } e_y = 100 \cdot M_{1x} / V_{Ed.0} = 16,667 \text{ cm}$$

$$e = \text{MAX}(e_x; e_y) = 22,222 \text{ cm}$$

$$(6.42)... \beta_1 = \frac{e}{b + 4 \cdot t_{k1}} = \underline{1,154}$$

Posúdenie odolnosti šikmej tlačenej diagonály na hrane stĺpa (stav 0):

(6.6N)... betón s trhlinami v šmyku, redukčný súčiniteľ

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0,540$$

(6.53)...únosnosť v šmyku

$$V_{Rdmax} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 4,59 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{napätie } V_{Ed.0} = \beta_1 \cdot V_{Ed.0} / (u_0 \cdot d_a) \cdot 10 = 2,842 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed.0} / V_{Rdmax} = \underline{0,62 < 1}$$

únosnosť vyjadrená v silách

$$V_{Rdmax} = V_{Rdmax} \cdot u_0 \cdot d_a / 10 = 1677 \text{ kN}$$

$$\beta_1 \cdot V_{Ed.0} / V_{Rdmax} = \underline{0,62 < 1}$$

vyhovuje, hodnota šmykovej únosnosti je vyššia ako max. napätie na hrane stĺpa**Posúdenie, či je potrebná šmyková výstuž v 1.pásme:**

$$\rho_1 = \text{MIN}(0,02; \sqrt{\rho_{1x} \cdot \rho_{1y}}) = 0,00598$$

$$C_{Rdc} = 0,18 / \gamma_c = 0,1200$$

$$k_1 = 0,1$$

$$k = \text{MIN}(2; 1 + \sqrt{20/d_a}) = 1,830$$

$$\text{normálove napätie zo zataženia, predpätia } \sigma_{cp} = 0 \text{ N/mm}^2$$

(6.3N)...únosnosť betónu v šmyku

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,433 \text{ N/mm}^2$$

(6.47)... únosnosť bez šmykovej výstuže

$$v_{Rd,c} = C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0,541 \text{ N/mm}^2$$

(6.2.b)...posúdenie min. hodnoty:

$$v_{\min} / v_{Rd,c} = \underline{0,80 < 1}$$

$$v_{Ed,1} = (\beta_1 \cdot V_{Ed,1} \cdot 1000) / (K_{k1} \cdot d_a \cdot 10000) = 0,7094 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Ed,1} / v_{Rd,c} = \underline{1,31 > 1}$$

nevyhovuje ⇒ je potrebná šmyková výstuž proti pretlaceniu !!!**Únosnosť 1.šmykovej plochy v pretlačení so šmykovou výstužou:**

návrhová hodnota medze klzu šmyk. výstuže

$$f_{ywd} = f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = \text{MIN}(f_{ywd}; 250 + 0,25 \cdot d_a \cdot 10) = 322,50 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{priemer prútov šmyk. výstuže } \Phi_w = 12 \text{ mm}$$

$$\text{vzájomná vzdialenosť šmykových prútov } s_r = 140 \text{ mm}$$

$$(s_r/10) / (0,75 \cdot d_a) = \underline{0,64 < 1}$$

Kontrolný obvod, kde betón vyhovuje bez šmykovej výstuže, to znamená $v_{Rd,c} > v_{Ed}$:

$$u_{out} = 10 \cdot \beta_1 \cdot V_{Ed,1} / (v_{Rd,c} \cdot d_a) = 642,5 \text{ cm}$$

$$n_{out} = (u_{out} - \pi \cdot b) / (2 \cdot d_a \cdot \pi) = 2,836$$

vzdialenosť od stĺpa, kde už nepotrebujeme šmyk. výstuž

$$x_{Rd,c} = (n_{out} - 1,5) \cdot d_a = 38,7 \text{ cm}$$

$$\text{tang. vzdialenosť šmykových vložiek } s_t = 450 \text{ mm}$$

počet vložiek ktoré sú v 1.kritickom pásme

$$n_f = 1000 \cdot K_{k1} / s_t = 11 \text{ db}$$

$$\text{uhol medzi šmykovým prútom a rovinou dosky } \alpha_w = 90^\circ$$

$$A_{sw} = n_f \cdot \Phi_w^2 \cdot \pi / 4 = 1244 \text{ mm}^2$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot (10 \cdot d_a / s_r) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot (1 / (K_{k1} \cdot d_a \cdot 10000)) \cdot \text{SIN}(\alpha_w) = 1,2830 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Ed,1} / v_{Rd,cs} = \underline{0,55 < 1}$$

vyjadrené v silách:

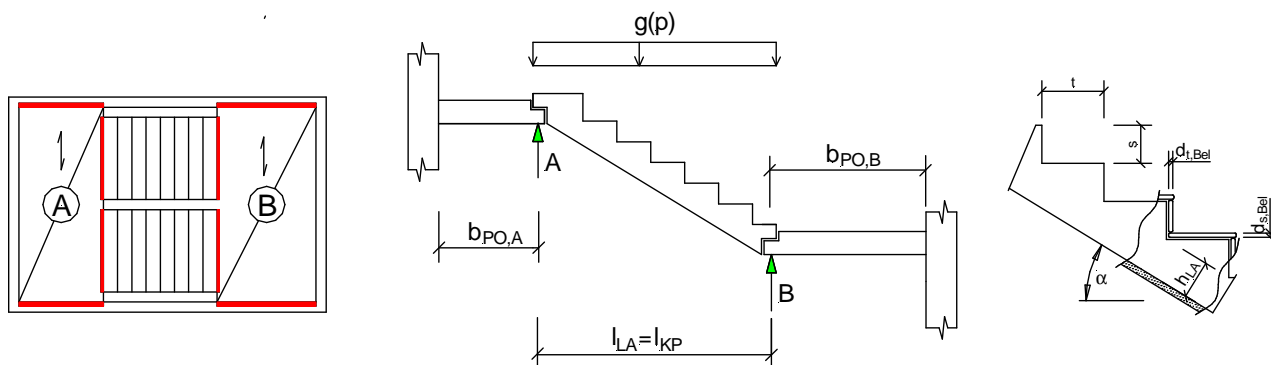
$$V_{Rd,cs} = v_{Rd,cs} \cdot K_{k1} \cdot d_a \cdot 10 = 1823,14 \text{ kN}$$

$$\beta_1 \cdot V_{Ed,1} / V_{Rd,cs} = \underline{0,55 < 1}$$

vyhovuje

Schody

Prefabrikované schodiskové rameno



Materiálové charakteristiky:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C50/60
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	50,0 N/mm ²
γ_c =			1,50
α_{cc} =			1,00
f_{cd} =	$\frac{f_{ck} \cdot \alpha_{cc}}{\gamma_c}$	=	33,3 N/mm ²
τ_{Rd} =	TAB("concrete/ECtau"; τ_{Rd} ; Name=Beton)	=	0,33 N/mm ²
Betonacel =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Betonacel)	=	500,0 N/mm ²
γ_s =			1,15
f_{yd} =	$\frac{f_{yk}}{\gamma_s}$	=	434,8 N/mm ²

Rozmery ramena:

dĺžka l_{LA} =		2,35 m
šírka b_{LA} =		1,00 m
hrúbka h_{LA} =		14,0 cm
krytie výstuže c =		2,5 cm

Schodiskové stupne:

šírka stupna t =		29,20 cm
výška stupna s =		18,75 cm
uhol α =	ATAN(s/t)	= 32,7 °

Podlaha:

obklad vertikálne $d_{t,Bel}$ =		6,0 cm
obklad horizontálne $d_{s,Bel}$ =		6,0 cm

Zataženie:

súčiniteľa bezpečnosti:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

stále zataženia (charakteristické hodnoty):

$$\text{vl.tiaž ramena: } h_{LA} * 25,0/100/\cos(\alpha) = 4,16 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{stupne: } \frac{s}{2} * 24,0/100 = 2,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{obklad: } (d_{t,BeI} + d_{s,BeI} * s/t) * 25,0/100 = 2,46 \text{ kN/m}$$

$$\text{omietka (2,5cm): } 0,025 * 22,0/\cos(\alpha) = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{LA} = 9,52 \text{ kN/m}^2$$

úžitkové zataženie (charakteristické hodnoty):

$$q_{LA} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

Návrhové zataženie:

$$q_d = \gamma_G * g_{LA} + \gamma_Q * q_{LA} = 17,35 \text{ kN/m}^2$$

Vnútorne sily: jednotková dĺžka **1,0m**

$$A_{LA,q,d} = q_d * l_{LA}/2 = 20,4 \text{ kN/m}$$

$$B_{LA,q,d} = q_d * l_{LA}/2 = 20,4 \text{ kN/m}$$

$$M_{LA,d,max} = 1/8 * q_d * l_{LA}^2 = 12,0 \text{ kNm/m}$$

Dimenzovanie výstuže: so šírkou ramena b_{LA} (1.rad=rozdelovacia výstuž; 2.rad=hlavná výstuž)

$$d_{s,LA} = 12 \text{ mm}$$

$$d_{s1,LA} = 8 \text{ mm}$$

$$d_{LA} = h_{LA} - c - d_{s,LA}/10 - 0,5 * d_{s1,LA}/10 = 9,9 \text{ cm}$$

$$\mu = b_{LA} * M_{LA,d,max} / (b_{LA} * d_{LA}^2 * f_{cd} / 10) = 0,037$$

$$\omega = \text{TAB}(\text{"reinf/Ecm"}; \omega; \mu = \mu) = 0,038$$

$$A_{S,LA,req} = \omega * b_{LA} * 100 * d_{LA} * f_{cd} / f_{yd} = 2,88 \text{ cm}^2$$

$$A_{S,LA,min} = 0,0028 * b_{LA} * 100 * h_{LA} / 2 = 1,96 \text{ cm}^2$$

$$A_{S,LA} = \text{MAX}(A_{S,LA,req}; A_{S,LA,min}) = 2,88 \text{ cm}^2$$

$$n_{S,LA} = A_{S,LA} / (\pi * d_{s,LA}^2 * 0,01/4) + 0,495 = 3 \text{ ks}$$

Zvolená výstuž:

$$\text{hlavná výstuž } \emptyset: d_{s,LA} = 12 \text{ mm}$$

$$\text{pocet prútov } n_{LA} = 5 \text{ ks}$$

$$\text{prierezová plocha } A_{S,LA,prov} = n_{LA} * \pi * (d_{s,LA}/10)^2 / 4 = 5,65 \text{ cm}^2$$

$$\text{využitie: } A_{S,LA} / A_{S,LA,prov} = 0,51 \leq 1$$

rozdelovacia výstuž

$$\varnothing: d_{s1,LA} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{vzdialenosť prútov } e_{s1,LA} = 20 \text{ cm}$$

prierezová plocha

$$A_{S1,LA,prov} = 1/e_{s1,LA} * 100 * \pi * (d_{s1,LA}/10)^2 / 4 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Šmykové posúdenie:

$$\kappa_c = \text{MAX}((1,6 - d_{LA}/100); 1) = 1,501$$

$$\rho = \text{MIN}(A_{S,LA,prov} / (b_{LA} * 100 * d_{LA}); 0,02) = 0,0057$$

$$V_{Rd1} = \tau_{Rd} / 10 * \kappa_c * (1,2 + 40 * \rho) * b_{LA} * 100 * d_{LA} = 70,0 \text{ kN}$$

$$V_{Sd,d} = \text{MAX}(A_{LA,q,d} ; B_{LA,q,d}) = 20,4 \text{ kN}$$

$$\text{Posúdenie: } V_{Sd,d} / V_{Rd1} = 0,29 \leq 1$$

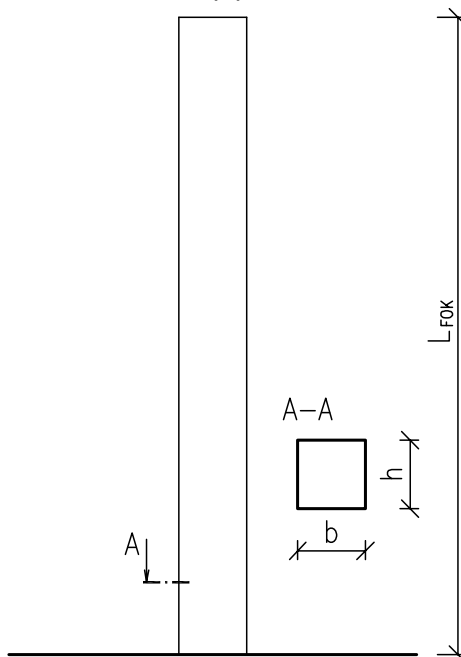
vyhovuje, nie je potrebná prídavná šmyková výstuž

Stlpy

Posúdenie vnútorného stĺpa haly

Norma STN EN 1992-1-1, odsek 5.8.3

Cielom posúdenia je zistiť, či je potrebné skúmať stĺp podľa teórie 2.rádu.



Geometria stĺpa:

šírka prierezu b =		0,55 m
výška prierezu h =		0,55 m
výška stĺpa od hornej hrany základu L_{FOK} =		7,35 m
statická dĺžka stĺpa $L = L_{FOK} + b$	=	7,90 m
vzperná dĺžka $L_0 = 2,28 * L$	=	18,01 m
štíhlosť $\lambda = L_0 / (0,289 * b)$	=	<u>113,3</u>

Materiálové charakteristiky betónu triedy **C40/50**:

charakteristická hodnota pevnosti v tlaku f_{ck} =		40 N/mm ²
súc. bezpečnosti pre betón γ_C =		1,50
návrhová hodnota pevnosti v tlaku $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C$	=	26,7 N/mm ²
char. hodnota medze klzu výstuže f_{yk} =		500 N/mm ²
súc. bezpečnosti pre výstuž γ_S =		1,15
návrhová hodnota medze klzu výstuže $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S$	=	434,8 N/mm ²
modul pružnosti výstuže E_s =		200000 N/mm ²
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$	=	0,002174

Alternatívou pre odsek 5.8.2 (6) je overenie podmienky podľa odseku 5.8.3.1(1):

$\lambda \leq \lambda_{lim} < 75 \Rightarrow$ pri posúdení stĺpa excentricita z 2.rádu je zanedbatelná.

Zaťaženie typického vnútorného stĺpa:

zatažovacia plocha stĺpa $A_{ST} =$	20*20	=	400 m ²
vlastná tiaž ocelevej konštrukcie:			0,35 kN/m ²
strecha:			0,65 kN/m ²
		$g_{k,1} =$	<u>1,00 kN/m²</u>
tiaž žb. nosníka $g_{k,2} =$	307,92/20	=	<u>15,40 kN/m</u>
súc. zataženia $\gamma_G =$			1,35
zataženie od snehu:			1,00 kN/m ²
tlak od vetra:			0,435 kN/m ²
		$p_{k,1} =$	<u>1,435 kN/m²</u>
súc. zataženia $\gamma_Q =$			1,50
návrhová hodnota normálovej sily			
$N_{Ed} = (g_{k,1} \cdot \gamma_G + p_{k,1} \cdot \gamma_Q) \cdot A_{ST} + g_{k,2} \cdot 20 \cdot \gamma_G + b \cdot h \cdot 25 \cdot L \cdot \gamma_G =$			1897 kN
ohybový moment od vetra $M_{y,Ed} =$			528 kNm

Keď nemáme presnejšie údaje, môžeme zvoliť podľa odseku 5.8.3.1 (1) nasledujúce hodnoty:

A =	0,7		
B =	1,1		
C =	0,7		
prierezová plocha betónu $A_C =$	$b \cdot h$	=	0,30 m ²
n =	$N_{Ed} / (A_C \cdot f_{cd} \cdot 1000)$	=	0,2368
limitná štíhlosť $\lambda_{lim} =$	$20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n}$	=	22,15
λ / λ_{lim}		=	<u>5,12 < 1</u>

Posúdenie **nevyhovuje** \Rightarrow pri posúdení stĺpa musíme brať do úvahy aj vplyv excentricity e_2 z teórie 2.rádu!

Excentricitu e_2 vypočítame podľa odseku 5.8.8.3:

excentricita 1.rádu (nezdeformovaný stĺp)			
$e_1 =$	$MAX(M_{y,Ed} / N_{Ed} \cdot h / 30; 0,02)$	=	<u>0,278 m</u>
pocet tlacných stĺpov $m =$			4
redukčný súc. spolupôsobenia			
$\alpha_m =$	$\sqrt{0,5 \cdot (1 + 1/m)}$	=	0,7906
redukčný súc. výšky stĺpa			
$\alpha_h =$	$MAX(2/3; 2/\sqrt{L_{FOK}})$	=	0,7377 < 1
zaciatočné zakrivenie (imperfekcia)			
$\Theta_i =$	$\alpha_h \cdot \alpha_m / 200$	=	0,00291613
excentricita zo zaciatočného zakrivenia			
$e_i =$	$\Theta_i \cdot L_0 / 2$	=	<u>0,026 m</u>

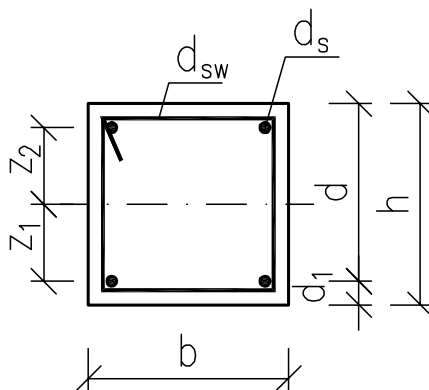
statická výška železobetónového prierezu	$d = 0,9 \cdot h$	=	0,50 m
plocha hlavnej výstuže (zvolená hodnota)	A_S	=	0,016286 m ²
mech. stupeň vystuženia			
ω	$A_S \cdot f_{yd} / (A_C \cdot f_{cd})$	=	0,8840
n_u	$1 + \omega$	=	1,8840
n_{bal}		=	0,4
súčiniteľ normálovej sily			
K_r	$\text{MIN}((n_u - n) / (n_u - n_{bal}); 1)$	=	1,00
β	$0,35 + (f_{ck} / 200) - (\mathcal{N} / 150)$	=	-0,2053
Ohybový moment (charakteristická hodnota):			
M_{0Eqp}	$((g_{k,1} + p_{k,1}) \cdot A_{ST} + (b \cdot h \cdot 25 \cdot L)) \cdot (e_1 + e_i)$	=	314,26 kNm
Ohybový moment (návrhová hodnota):			
M_{0Ed}	$((g_{k,1} \cdot \gamma_G + p_{k,1} \cdot \gamma_Q) \cdot A_{ST} + (b \cdot h \cdot 25 \cdot L \cdot \gamma_G)) \cdot (e_1 + e_i)$	=	450,42 kNm
súčiniteľ dotvarovania (zvolená hodnota) ϕ			
		=	1,53
efektívny súčiniteľ dotvarovania			
ϕ_{ef}	$M_{0Eqp} / M_{0Ed} \cdot \phi$	=	1,07
vplyv dotvarovania			
K_ϕ	$\text{MAX}((1 + \beta \cdot \phi_{ef}); 1)$	=	1,00
excentricita z ohybového momentu 2.rádu			
e_2	$1/10 \cdot L_0^2 \cdot K_r \cdot K_\phi \cdot \epsilon_{yd} / (0,45 \cdot d)$	=	<u>0,3134 m</u>
súčet excentricít			
e_{tot}	$e_1 + e_i + e_2$	=	<u>0,6174 m</u>
Vnútročné sily na stĺpe (posúdime kritický prierez s vplyvom z teórie 2.rádu):			
N_{Ed}	N_{Ed}	=	<u>1897 kN</u>
M_{Ed}	$N_{Ed} \cdot e_{tot}$	=	<u>1171 kNm</u>

Excentrický tlak- veľká excentricita

Obdĺžnikový prierez- nesymetrická výstuž

STN EN 1992-1-1 Navrhovanie betónových konštrukcií

Geometria:



Vstupné údaje:

výška stĺpa $l = 2,80 \text{ m}$

výška prierezu $h = 0,50 \text{ m}$

šírka prierezu $b = 0,30 \text{ m}$

požadovaná požiarna odolnosť **REI:**

stupen vplyvu prostredia:

XC1

návrhová životnosť:

50 rokov

Zat'azenie stĺpa:

tlaková normálová sila $N_{Ed} =$

-700 kN

ohybový moment $M_{Ed} =$

290 kNm

Materiály:

Beton = SEL("concrete/EC"; Name;) =

C25/30

$f_{ck} =$ TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton) =

25,00 N/mm²

Ocel = SEL("reinf/steel"; Name;) =

500 S

$f_{yk} =$ TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Ocel) =

500 N/mm²

Súcinitele bezpecnosti (platí pri 20°C):

$\gamma_c = 1,50$

$\gamma_s = 1,15$

$\gamma_G = 1,35$

$\gamma_Q = 1,50$

Betón:

súciniteľ uvazujúci dlhodobé účinky na tlakovú pevnosť betónu $\alpha_{cc} =$

1,0

$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c =$

16,7 N/mm²

$f_{ctm} =$ TAB("concrete/EC"; fctm; Name=Beton) =

2,6 N/mm²

$\epsilon_{cu,3} =$

$3,5 * 10^{-3}$

$\eta =$

1,0

$\lambda =$

0,8

Výstuz:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,8 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 2,174 \cdot 10^{-3}$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd}) = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} - \epsilon_{yd}) = 2,640$$

Krytie výstuže:

predpokladaný priemer hl. výstuže $d_s = 20 \text{ mm}$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 20 \text{ mm}$$

prostredie: XC1 (beton vo vnútri budovy, min.trieda betónu C20/25)

konštrukcia: trieda S4 (pri C30/37 mozeme redukovať o 1 triedu \Rightarrow trieda S3)

pre XC1 a S4 je $c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$

ostatné $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \underline{20 \text{ mm}}$$

predpokladaný priemer strmenov $d_{sw} = 6 \text{ mm}$

$$c_{min,b,sw} = d_{sw} = 6 \text{ mm}$$

ostatné $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min,sw} = \text{MAX}(c_{min,b,sw}; c_{min,dur}; 10) = 15 \text{ mm}$$

$$c_{min,sw} + d_{sw} = \underline{21 \text{ mm}}$$

$$c_{min} + d_{sw} > c_{min} \text{ rozhoduje krytie strmenov}$$

$$c_{min} = \underline{21 \text{ mm}}$$

prídavok na návrhovú odchylku uvažujeme $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 31 \text{ mm}$$

zvolené krytie betónom $c = \underline{30 \text{ mm}}$

$$d_1 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_s = 0,040 \text{ m}$$

$$d_2 = d_1 = 0,040 \text{ m}$$

$$d = h - d_1 = 0,460 \text{ m}$$

$$z_1 = (h/2) - d_1 = 0,210 \text{ m}$$

$$z_2 = (h/2) - d_2 = 0,210 \text{ m}$$

$$z_s = z_1 + z_2 = 0,420 \text{ m}$$

Návrh výstuže:

$$\begin{aligned} \text{excentricita } e_{Ed} &= M_{Ed} / \text{ABS}(N_{Ed}) &= & 0,414 \text{ m} \\ \text{min. excentricita } e_{0,\min} &= \text{MAX}(h/30; 0,020) &= & 0,020 \text{ m} \end{aligned}$$

$$e_{Ed} < e_{0,\min}$$

$$\begin{aligned} e &= \text{MAX}(e_{Ed}; e_{0,\min}) &= & 0,414 \text{ m} \\ \text{výsledný návrhový moment } M_{Ed} &= \text{ABS}(N_{Ed}) * e &= & \mathbf{289,8 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{c,\text{bal}} &= \lambda * \xi_{\text{bal},1} * b * d * \eta * f_{cd} * 10^3 &= & 1137,6 \text{ kN} \\ \text{ABS}(N_{Ed}) & &= & 700,0 \text{ kN} \\ \text{ABS}(N_{Ed}) / \text{ABS}(N_{c,\text{bal}}) & &= & \underline{0,62 < 1} \end{aligned}$$

prevláda tah (veľká

exc.)

$$\begin{aligned} M_{Ed1} &= M_{Ed} - N_{Ed} * z_1 &= & 436,8 \text{ kNm} \\ x &= \frac{d}{\lambda} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{Ed1}}{b * d^2 * \eta * f_{cd} * 10^3}} \right) &= & 0,334 \text{ m} \end{aligned}$$

$$h/\lambda = 0,625 \text{ m}$$

$$x_{\text{bal},1} = \xi_{\text{bal},1} * d = 0,284 \text{ m}$$

$$x_{\text{bal},2} = \xi_{\text{bal},2} * d_2 = 0,106 \text{ m}$$

$$(\xi_{\text{bal},1} * d) / x = \underline{0,85 < 1}$$

$$(\xi_{\text{bal},2} * d_2) / x = \underline{0,32 < 1}$$

oblast 1

$$x = x_{\text{bal},1} = \mathbf{0,284 \text{ m}}$$

navrhujeme tlacenu aj tahanu výstuž

$$F_c = \lambda * b * \xi_{\text{bal},1} * d * \eta * f_{cd} * 10^3 = 1137,6 \text{ kN}$$

$$M_c = \lambda * b * \xi_{\text{bal},1} * d * \eta * f_{cd} * 10^3 * 0,5 * (h - \lambda * \xi_{\text{bal},1} * d) = 155,2 \text{ kNm}$$

$$\Delta N = -N_{Ed} - F_c = -437,6 \text{ kN}$$

$$\Delta M = M_{Ed} - M_c = 134,6 \text{ kNm}$$

$$A_{s1,\text{req}} = (\text{ABS}((\Delta N/2) - (\Delta M/z_s))) / (f_{yd} * 10^3) = 1240 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s2,\text{req}} = (\text{ABS}((\Delta N/2) + (\Delta M/z_s))) / (f_{yd} * 10^3) = 234 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{Návrh: } A_{s2} \quad \mathbf{2 \text{ } \varnothing 14}$$

$$\text{Návrh: } A_{s1} \quad \mathbf{4 \text{ } \varnothing 20}$$

$$\text{zvolená výstuž } A_{s2,\text{prov}} = \mathbf{308 * 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$\text{zvolená výstuž } A_{s1,\text{prov}} = \mathbf{1257 * 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$\text{spolu } A_{s,\text{prov}} = A_{s2,\text{prov}} + A_{s1,\text{prov}} = \mathbf{1565 * 10^{-6} \text{ m}^2}$$

Kontrola vystuženia:**tlacená výstuž:**

$$A_{s2,\min} = \text{MAX}(0,05 * \text{ABS}(N_{Ed}) / (f_{yd} * 10^3); 0,001 * b * h) = 150 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,\max} = 0,04 * b * h = 6000 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s2,\min} / A_{s2,\text{prov}} = \underline{0,49 < 1}$$

$$A_{s,\text{prov}} / A_{s,\max} = \underline{0,26 < 1}$$

VYHOVUJE

tahaná výstuž:

$$A_{s1,min} = \text{MAX}(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot 10^3 \cdot b \cdot d / (f_{yk} \cdot 10^3); 0,0013 \cdot b \cdot d) = 187 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s1,min} / A_{s1,prov} = \underline{0,15 < 1}$$

VYHOVUJE

Posúdenie vystuženia:

skutocný priemer vystuže $d_{s1} =$ **20 mm**
 skutocný priemer vystuže $d_{s2} =$ **14 mm**
 krytie $c =$ **30 mm**
 $d_1 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_{s1} = 0,040 \text{ m}$
 $d_2 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_{s2} = 0,037 \text{ m}$
 $d = h - d_1 = 0,460 \text{ m}$
 $z_1 = (h/2) - d_1 = 0,210 \text{ m}$
 $z_2 = (h/2) - d_2 = 0,213 \text{ m}$

$$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + (A_{s2,prov} - A_{s1,prov}) \cdot f_{yd} \cdot 10^3 = 724,9 \text{ kN}$$

$$\text{ABS}(N_{Ed}) = 700,0 \text{ kN}$$

$$\text{ABS}(N_{Ed}) / \text{ABS}(N_{Rd,bal}) = \underline{0,97 < 1}$$

prevláda tah

$$\varepsilon_{c3} = 2 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_s = \varepsilon_{c3} \cdot E_s = 400,0 \text{ N/mm}^2$$

predpokladáme $\sigma_{s2} = f_{yd}$

$$x = (\text{ABS}(N_{Ed}) - A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 + A_{s1,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3) / (\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3) = 0,278 \text{ m}$$

$$x_{bal,2} = \xi_{bal,2} \cdot d_2 = 0,098 \text{ m}$$

$$x_{bal,2} / x = \underline{0,35 < 1}$$

$$\sigma_{s2} = f_{yd}$$

$$M_{Rd} = \lambda \cdot b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot x) + (A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot z_2) + (A_{s1,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot z_1) = 298,0 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 289,8 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = \underline{0,97 < 1}$$

VYHOVUJE

Výstuz:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,8 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 2,174 \cdot 10^{-3}$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd}) = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} - \epsilon_{yd}) = 2,640$$

Krytie výstuže:

predpokladaný priemer hl. výstuže $d_s = 25 \text{ mm}$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 25 \text{ mm}$$

prostredie: XC1 (beton vo vnútri budovy, min.trieda betónu C20/25)

konštrukcia: trieda S4 (pri C30/37 mozeme redukovať o 1 triedu \Rightarrow trieda S3)

pre XC1 a S3 je $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$

ostatné $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = 25 \text{ mm}$$

predpokladaný priemer strmenov $d_{sw} = 8 \text{ mm}$

$$c_{min,b,sw} = d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

ostatné $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min,sw} = \text{MAX}(c_{min,b,sw}; c_{min,dur}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,sw} + d_{sw} = 18 \text{ mm}$$

$c_{min} + d_{sw} < c_{min}$ rozhoduje krytie nosnej výstuže

prídavok na návrhovú odchylku uvažujeme $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 \text{ mm}$$

zvolené krytie betónom $c = 35 \text{ mm}$

$$d_1 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_s = 0,048 \text{ m}$$

$$d_2 = d_1 = 0,048 \text{ m}$$

$$d = h - d_1 = 0,352 \text{ m}$$

$$z_1 = (h/2) - d_1 = 0,152 \text{ m}$$

$$z_2 = (h/2) - d_2 = 0,152 \text{ m}$$

Návrh výstuže:

$$\begin{aligned} \text{excentricita } e_{Ed} &= M_{Ed} / \text{ABS}(N_{Ed}) &= & 0,014 \text{ m} \\ \text{min. excentricita } e_{0,\min} &= \text{MAX}(h/30; 0,020) &= & 0,020 \text{ m} \end{aligned}$$

$$e_{Ed} < e_{0,\min}$$

$$\begin{aligned} e &= \text{MAX}(e_{Ed}; e_{0,\min}) &= & 0,020 \text{ m} \\ \text{výsledný návrhový moment } M_{Ed} &= \text{ABS}(N_{Ed}) * e &= & \mathbf{72,0 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{c,bal} &= \lambda * \xi_{bal,1} * b * d * \eta * f_{cd} * 10^3 &= & 1390,0 \text{ kN} \\ \text{ABS}(N_{Ed}) & &= & 3600,0 \text{ kN} \\ \text{ABS}(N_{Ed}) / \text{ABS}(N_{c,bal}) & &= & \underline{2,59 > 1} \end{aligned}$$

prevláda tlak

$$M_{Ed2} = M_{Ed} + N_{Ed} * z_2 = -475,2 \text{ kNm}$$

$$x = \frac{d_2}{\lambda} * \left(1 + \sqrt{1 - \frac{2 * M_{Ed2}}{b * d_2^2 * \eta * f_{cd} * 10^3}} \right) = 0,495 \text{ m}$$

$$h/\lambda = 0,5 \text{ m}$$

 $x < h/\lambda \Rightarrow$ oblasť II

$$\xi_{bal,1} * d = 0,217 \text{ m}$$

$$\xi_{bal,2} * d_2 = 0,127 \text{ m}$$

$$(\xi_{bal,1} * d) / x = \underline{0,44 < 1}$$

$$(\xi_{bal,2} * d_2) / x = \underline{0,26 < 1}$$

podmienky sú splnené - navrhujeme tlacnú výstuž

$$A_{s2,req} = \frac{-N_{Ed} - \lambda * b * x * \eta * f_{cd} * 10^3}{f_{yd} * 10^3} = 994 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Návrh: 2 Ø 28

$$\text{zvolená výstuž } A_{s2,prov} = 1232 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{zvolená výstuž } A_{s1,prov} = 1232 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{spolu } A_{s,prov} = A_{s2,prov} + A_{s1,prov} = 2464 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Kontrola vystuženia:

tláčaná výstuž:

$$A_{s,\min} = \text{MAX}(0,1 * \text{ABS}(N_{Ed}) / (f_{yd} * 10^3); 0,002 * b * h) = 828 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,\max} = 0,04 * b * h = 6400 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,\min} / A_{s,prov} = \underline{0,34 < 1}$$

$$A_{s,prov} / A_{s,\max} = \underline{0,39 < 1}$$

VYHOVUJE

Posúdenie vystuženia:

skutocný priemer vystuže d_s =		28 mm
krytie c =		38 mm
$d_1 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_s$	=	0,052 m
$d_2 = d_1$	=	0,052 m
$d = h - d_1$	=	0,348 m
$z_1 = (h/2) - d_1$	=	0,148 m
$z_2 = (h/2) - d_2$	=	0,148 m

$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + (A_{s2,prov} + A_{s1,prov}) \cdot f_{yd} \cdot 10^3$	=	2445,5 kN
$ABS(N_{Ed})$	=	3600,0 kN
$ABS(N_{Ed}) / ABS(N_{Rd,bal})$	=	<u>1,47 > 1</u>

prevláda tlak

$\varepsilon_{c3} = 2 \cdot 10^{-3}$	=	$2 \cdot 10^{-3}$
$\sigma_s = \varepsilon_{c3} \cdot E_s$	=	400,0 N/mm ²

interakčný diagram - bod 0

$N_{Rd0} = b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + A_{s,prov} \cdot \sigma_s \cdot 10^3$	=	4185,6 kN
$M_{Rd0} =$	=	0 kNm

interakčný diagram - bod 1

$N_{Rd1} = b \cdot \lambda \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3$	=	2762,9 kN
$M_{Rd1} = b \cdot \lambda \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot d) + A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot z_2$	=	214,7 kNm

$N_{Rd0} > N_{Ed} > N_{Rd1} \Rightarrow$ nachádzame sa v časti 0-1 interakčného diagramu

$M_{Rd} = M_{Rd0} + (M_{Rd1} - M_{Rd0}) \cdot (ABS(N_{Rd0}) - ABS(N_{Ed})) / (ABS(N_{Rd0}) - ABS(N_{Rd1}))$	=	88,4 kNm
M_{Ed}	=	72,0 kNm

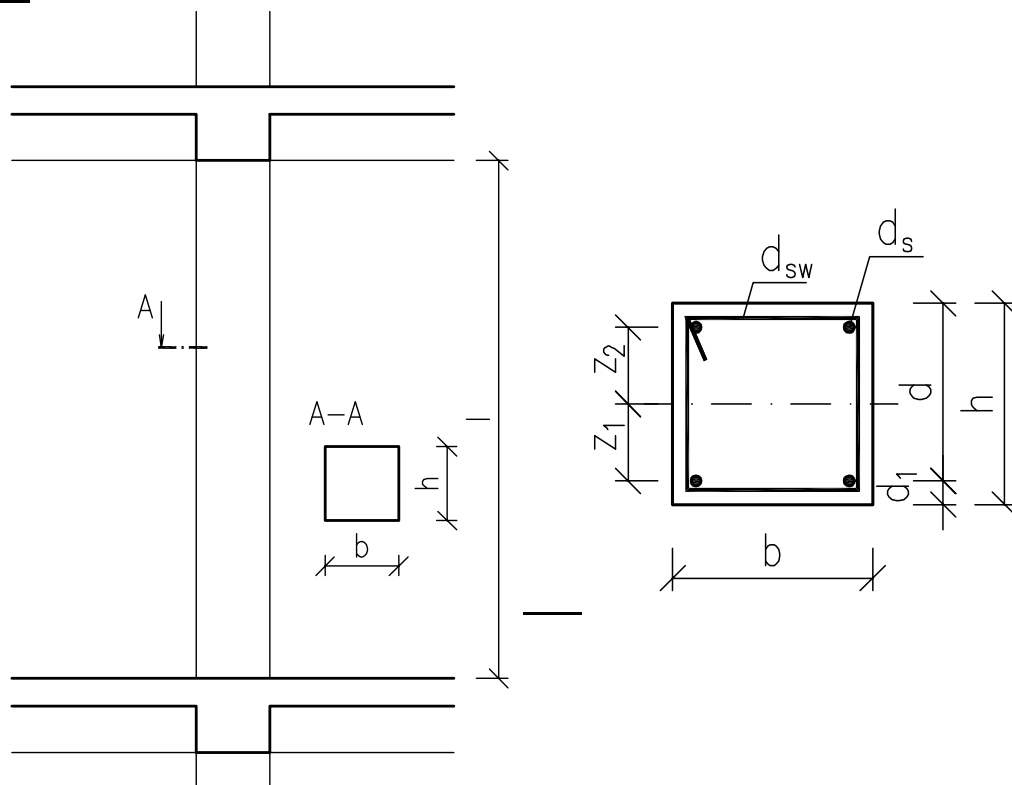
M_{Ed} / M_{Rd}	=	<u>0,81 < 1</u>
-------------------	---	---------------------------

VYHOVUJE

Stĺp rámovej konštrukcie - metóda A

STN EN 1992-1-2 Navrhovanie konštrukcií na účinky požiariu

Geometria:



Vstupné údaje:

výška stĺpa $l = 2,80 \text{ m}$
 výška prierezu $h = 0,40 \text{ m}$
 šírka prierezu $b = 0,40 \text{ m}$

požadovaná požiarna odolnosť: **R 60**

stupen vplyvu prostredia:

XC1

návrhová životnosť:

50 rokov

Zaťaženie stĺpa:

tlaková normálová sila $N_{Ed} =$

-2600 kN

ohybový moment $M_{Ed} =$

65 kNm

Materiály:

Beton = SEL("concrete/EC"; Name;)

= **C25/30**

$f_{ck} =$ TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton)

= **25,00 N/mm²**

Ocel = SEL("reinf/steel"; Name;)

= **500 S**

$f_{yk} =$ TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Ocel)

= **500 N/mm²**

Súčinitele bezpečnosti (platí pri 20°C):

$\gamma_c =$	1,50
$\gamma_s =$	1,15
$\gamma_G =$	1,35
$\gamma_Q =$	1,50

Betón:

súčiniteľ uvádzajúci dlhodobé účinky na tlakovú pevnosť betónu $\alpha_{cc} =$	1,0
$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c =$	16,7 N/mm ²
$f_{ctm} =$ TAB("concrete/EC"; fctm; Name=Beton) =	2,6 N/mm ²
$\epsilon_{cu,3} =$	3,5*10 ⁻³
$\eta =$	1,0
$\lambda =$	0,8

Výstuž:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	434,8 N/mm ²
$E_s =$	200000 N/mm ²
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	2,174*10 ⁻³
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd}) =$	0,617
$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} - \epsilon_{yd}) =$	2,640

Krytie výstuže:

predpokladaný priemer hl. výstuže $d_s =$ 20 mm

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 20 \text{ mm}$$

Stupen vplyvu prostredia XC1 \Rightarrow podľa **NA Tab. E.1SK** platí min. C16/20 čo je splnené
Konstrukcia patrí do triedy **S4** (50 rokov životnosti) \Rightarrow podľa **NA Tab. 4.3N** pre betón \geq C25/30 je
možné znížiť zatriedenie o jednu triedu, takže konečné zatriedenie je S3.

podľa Tab.4.4N pre XC1 a S3 je $c_{min,dur} =$ 10 mm

ostatné $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = 20 \text{ mm}$$

predpokladaný priemer strmenov $d_{sw} =$ 8 mm

$$c_{min,b,sw} = d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

ostatné $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min,sw} = \text{MAX}(c_{min,b,sw}; c_{min,dur}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,sw} + d_{sw} = 18 \text{ mm}$$

$c_{min} + d_{sw} < c_{min}$ rozhoduje krytie nosnej výstuže

prídavok na návrhovú odchylku uvádzame $\Delta c_{dev} =$ 10 mm

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 \text{ mm}$$

zvolené krytie betónom $c =$ 30 mm

(krytie hlavnej výstuže)

$$d_1 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_s = 0,040 \text{ m}$$

$$d_2 = d_1 = 0,040 \text{ m}$$

$$d = h - d_1 = 0,360 \text{ m}$$

$$z_1 = (h/2) - d_1 = 0,160 \text{ m}$$

$$z_2 = (h/2) - d_2 = 0,160 \text{ m}$$

Návrh výstuže:

$$e_{Ed} = M_{Ed} / ABS(N_{Ed}) = 0,025 \text{ m}$$

$$e_{0,min} = \text{MAX}(h/30; 0,020) = 0,020 \text{ m}$$

 $e_{Ed} < e_{0,min}$

$$e = \text{MAX}(e_{Ed}; e_{0,min}) = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{výsledný návrhový moment } M_{Ed} = ABS(N_{Ed}) \cdot e = \mathbf{65,0 \text{ kNm}}$$

$$N_{c,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 = 1187,0 \text{ kN}$$

$$ABS(N_{Ed}) = 2600,0 \text{ kN}$$

$$ABS(N_{Ed}) / ABS(N_{c,bal}) = \underline{2,19 > 1}$$

prevláda tlak

$$M_{Ed2} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_2 = -351,0 \text{ kNm}$$

$$x = \frac{d_2}{\lambda} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed2}}{b \cdot d_2^2 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3}} \right) = 0,458 \text{ m}$$

$$h/\lambda = 0,5 \text{ m}$$

 $x < h/\lambda \Rightarrow$ oblasť II

$$\xi_{bal,1} \cdot d = 0,222 \text{ m}$$

$$\xi_{bal,2} \cdot d_2 = 0,106 \text{ m}$$

$$(\xi_{bal,1} \cdot d) / x = \underline{0,48 < 1}$$

$$(\xi_{bal,2} \cdot d_2) / x = \underline{0,23 < 1}$$

podmienky sú splnené - navrhujeme tlacnú výstuž

$$A_{s2,req} = \frac{-N_{Ed} - \lambda \cdot b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3}{f_{yd} \cdot 10^3} = 351 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Návrh: 2 Ø 20 (k 1 povrchu)

$$\text{zvolená výstuž } A_{s2,prov} = 628 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{zvolená výstuž } A_{s1,prov} = 628 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{spolu } A_{s,prov} = A_{s2,prov} + A_{s1,prov} = 1256 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Kontrola vystuženia:

tlacná výstuž:

$$A_{s,min} = \text{MAX}(0,1 \cdot ABS(N_{Ed}) / (f_{yd} \cdot 10^3); 0,002 \cdot b \cdot h) = 598 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 6400 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} / A_{s,prov} = \underline{0,48 < 1}$$

$$A_{s,prov} / A_{s,max} = \underline{0,20 < 1}$$

VYHOVUJE

Posúdenie vystuženia:

$$\begin{aligned} \text{skutocný priemer vystuže } d_s &= & 20 \text{ mm} \\ \text{krytie } c &= & 35 \text{ mm} \\ d_1 &= c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_s &= & 0,045 \text{ m} \\ d_2 &= d_1 &= & 0,045 \text{ m} \\ d &= h - d_1 &= & 0,355 \text{ m} \\ z_1 &= (h/2) - d_1 &= & 0,155 \text{ m} \\ z_2 &= (h/2) - d_2 &= & 0,155 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd,bal} &= \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + (A_{s2,prov} + A_{s1,prov}) \cdot f_{yd} \cdot 10^3 &= & 1716,6 \text{ kN} \\ \text{ABS}(N_{Ed}) & &= & 2600,0 \text{ kN} \\ \text{ABS}(N_{Ed}) / \text{ABS}(N_{Rd,bal}) & &= & \underline{1,51 > 1} \end{aligned}$$

prevláda tlak

$$\begin{aligned} \varepsilon_{c3} &= 2 \cdot 10^{-3} &= & 2 \cdot 10^{-3} \\ \sigma_s &= \varepsilon_{c3} \cdot E_s &= & 400,0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

interakčný diagram - bod 0

$$\begin{aligned} N_{Rd0} &= b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + A_{s,prov} \cdot \sigma_s \cdot 10^3 &= & 3174,4 \text{ kN} \\ M_{Rd0} & &= & 0 \text{ kNm} \end{aligned}$$

interakčný diagram - bod 1

$$\begin{aligned} N_{Rd1} &= b \cdot \lambda \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 &= & 2170,2 \text{ kN} \\ M_{Rd1} &= b \cdot \lambda \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot d) + A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot z_2 &= & 152,4 \text{ kNm} \end{aligned}$$

 $N_{Rd0} > N_{Ed} > N_{Rd1} \Rightarrow$ nachádzame sa v časti 0-1 interakčného diagramu

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= M_{Rd0} + (M_{Rd1} - M_{Rd0}) \cdot (\text{ABS}(N_{Rd0}) - \text{ABS}(N_{Ed})) / (\text{ABS}(N_{Rd0}) - \text{ABS}(N_{Rd1})) &= & 87,2 \text{ kNm} \\ M_{Ed} & &= & 65,0 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = \underline{0,75 < 1}$$

VYHOVUJE

Posúdenie štíhlosti:

$$\begin{aligned} \beta &= & 0,75 \\ \text{účinná dĺžka stĺpa } l_0 &= \beta \cdot l &= & 2,10 \text{ m} \\ \text{štíhlosť stĺpa } \lambda_1 &= \frac{l_0 \cdot \sqrt{12}}{h} &= & 18,19 \\ A &= & 0,70 \\ B &= & 1,10 \\ M_{0Ed,1} &= & -65,0 \text{ kNm} \\ M_{0Ed,2} &= & 65,0 \text{ kNm} \\ C &= 1,7 - (M_{0Ed,1} / M_{0Ed,2}) &= & 2,70 \\ \text{pomerná normálová sila } n &= \text{ABS}(N_{Ed}) / (b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot 1000) &= & 0,973 \\ \text{limitná štíhlosť } \lambda_{1,lim} &= \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} &= & 42,2 \\ \lambda_1 / \lambda_{1,lim} & &= & \underline{0,43 < 1} \end{aligned}$$

Posúdenie požiarinej odolnosti: (metóda A)**1) Overenie splnenia podmienok pre metódu A**

$$\begin{aligned} \text{účinná dĺžka stĺpa } l_{0,fi} &= l_0 &= & 2,10 \text{ m} \\ l_{0,fi,max} &= & & 3 \text{ m} \\ l_{0,fi}/l_{0,fi,max} &= & & \underline{0,70 < 1} \end{aligned}$$

VYHOVUJE

$$\begin{aligned} \text{výstrednosť } e_{0,fi} &= M_{Ed}/ABS(N_{Ed}) &= & 0,025 \text{ m} \\ \text{max.výstrednosť } e_{max} &= 0,15 \cdot h &= & 0,060 \text{ m} \\ e_{0,fi}/e_{max} &= &= & \underline{0,42 < 1} \end{aligned}$$

VYHOVUJE

$$\begin{aligned} A_{s,max} &= 0,04 \cdot b \cdot h &= & 6400 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \\ A_{s,prov} &= &= & 1256 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \\ A_{s,prov}/A_{s,max} &= &= & \underline{0,20 < 1} \end{aligned}$$

VYHOVUJE**Podmienky sú splnené \Rightarrow metódu A je možné použiť**

$$\begin{aligned} \text{redukčný súčiniteľ } \eta_{fi} &= & & 0,70 \\ \text{návrhová hodnota normálovej sily pri požiarinej situácii:} \\ N_{Ed,fi} &= \eta_{fi} \cdot N_{Ed} &= & -1820,0 \text{ kN} \\ \text{únosnosť stĺpa pri bežnej teplote:} \\ N_{Rd} &= ABS(N_{Rd0}) - (M_{Ed} - M_{Rd0}) \cdot (ABS(N_{Rd0}) - ABS(N_{Rd1})) / (M_{Rd1} - M_{Rd0}) &= & 2746,1 \text{ kN} \\ \text{stupen využitia pri požiarinej situácii:} \\ \mu_{fi} &= ABS(N_{Ed,fi}) / ABS(N_{Rd}) &= & 0,66 \end{aligned}$$

Hodnoty odcítané z tabulky pre stlpy (STN EN 1992-1-2 tab.5.2a):

$$\begin{aligned} b_{min} &= & & 350 \text{ mm} \\ b_{min} / (10^3 \cdot b) &= & & \underline{0,88 < 1} \end{aligned}$$

VYHOVUJE

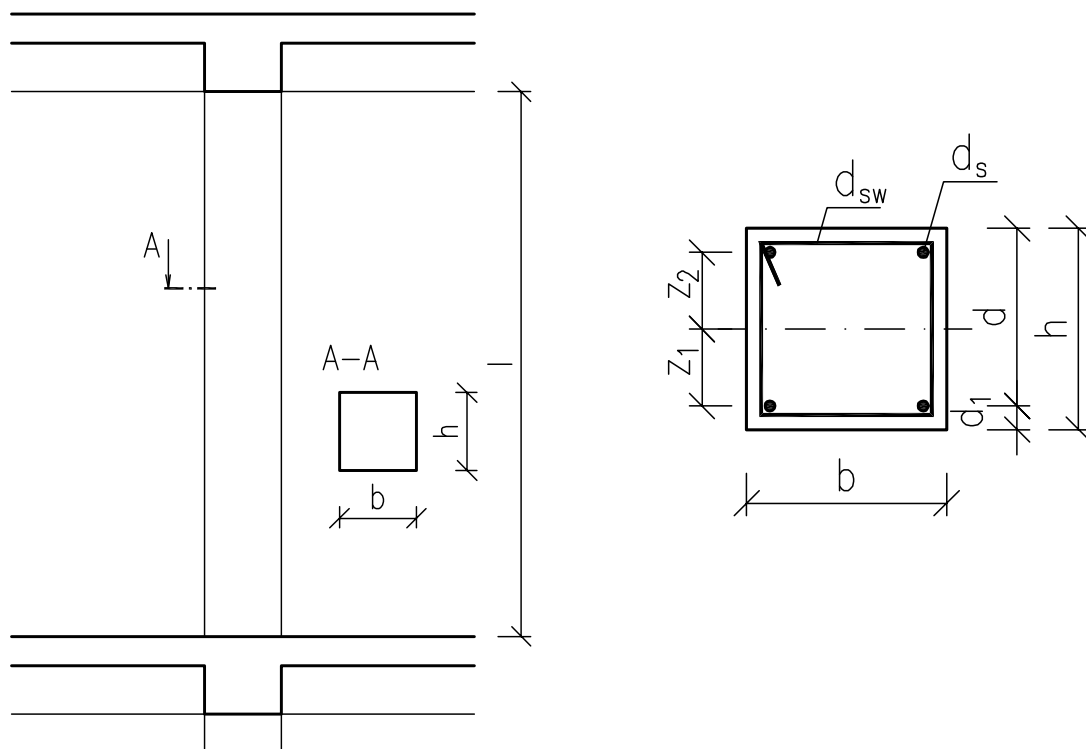
$$\begin{aligned} a_{min} &= & & 40 \text{ mm} \\ \text{osová vzdialenosť vystuže od povrchu } a = d_1 &= & & 0,045 \text{ m} \\ a_{min} / (a \cdot 1000) &= & & \underline{0,89 < 1} \end{aligned}$$

VYHOVUJE**Stĺp spĺňa požadovanú požiarnu odolnosť R 60.**

Stĺp rámovej konštrukcie - metóda B

STN EN 1992-1-2 Navrhovanie konštrukcií na účinky požiariu

Geometria:



Vstupné údaje:

výška stĺpa $l = 5,50$ m
 výška prierezu $h = 0,45$ m
 šírka prierezu $b = 0,45$ m

požadovaná požiarna odolnosť: **R 90**

stupen vplyvu prostredia:

XC1
50 rokov

návrhová životnosť:

Zaťaženie stĺpa:

tlaková normálová sila $N_{Ed} = -1200$ kN

ohybový moment $M_{Ed} = 120$ kNm

Materiály:

Beton = SEL("concrete/EC"; Name;) = **C30/37**
 $f_{ck} =$ TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton) = $30,00$ N/mm²

Ocel = SEL("reinf/steel"; Name;) = **500 S**
 $f_{yk} =$ TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Ocel) = 500 N/mm²

Súčinitele bezpečnosti (platí pri 20°C):

$\gamma_c =$	1,50
$\gamma_s =$	1,15
$\gamma_G =$	1,35
$\gamma_Q =$	1,50

Betón:

súčiniteľ uvádzajúci dlhodobé účinky na tlakovú pevnosť betónu $\alpha_{cc} =$		1,0
$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c =$		20,0 N/mm ²
$f_{ctm} =$ TAB("concrete/EC"; fctm; Name=Beton) =		2,9 N/mm ²
$\epsilon_{cu,3} =$		3,5*10 ⁻³
$\eta =$		1,0
$\lambda =$		0,8

Výstuž:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$		434,8 N/mm ²
$E_s =$		200000 N/mm ²
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$		2,174*10 ⁻³
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd}) =$		0,617
$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} - \epsilon_{yd}) =$		2,640

Krytie výstuže:

predpokladaný priemer hl. výstuže $d_s =$ 20 mm

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 20 \text{ mm}$$

Stupen vplyvu prostredia XC1 \Rightarrow podľa NA Tab. E.1SK platí min. C16/20 čo je splnené
Konštrukcia patrí do triedy S4 (50 rokov životnosti) \Rightarrow podľa NA Tab. 4.3N pre betón \geq C25/30 je možné znížiť zatriedenie o jednu triedu, takže konečné zatriedenie je S3.

podľa Tab.4.4N pre XC1 a S3 je $c_{min,dur} =$ 10 mm

ostatné $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = 20 \text{ mm}$$

predpokladaný priemer strmenov $d_{sw} =$ 8 mm

$$c_{min,b,sw} = d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

ostatné $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min,sw} = \text{MAX}(c_{min,b,sw}; c_{min,dur}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,sw} + d_{sw} = 18 \text{ mm}$$

$c_{min} + d_{sw} < c_{min}$ rozhoduje krytie nosnej výstuže

$$c_{min} = 20 \text{ mm}$$

prídavok na návrhovú odchýlku uvádzame $\Delta c_{dev} =$ 10 mm

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 \text{ mm}$$

zvolené krytie betónom $c =$ 35 mm

(krytie hlavnej výstuže)

$d_1 =$	$c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_s$	=	0,045 m
$d_2 =$	d_1	=	0,045 m
$d =$	$h - d_1$	=	0,405 m
$z_1 =$	$(h/2) - d_1$	=	0,180 m
$z_2 =$	$(h/2) - d_2$	=	0,180 m
$z_s =$	$z_1 + z_2$	=	0,360 m

Návrh výstuže:

excentricita $e_{Ed} =$	$M_{Ed} / ABS(N_{Ed})$	=	0,100 m
min. excentricita $e_{0,min} =$	$MAX(h/30; 0,020)$	=	0,020 m
$e_{Ed} > e_{0,min}$			
$e =$	$MAX(e_{Ed}; e_{0,min})$	=	0,100 m
výsledný návrhový moment $M_{Ed} =$	$ABS(N_{Ed}) \cdot e$	=	120,0 kNm

$N_{c,bal} =$	$\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3$	=	1799,2 kN
$ABS(N_{Ed})$		=	1200,0 kN
$ABS(N_{Ed}) / ABS(N_{c,bal})$		=	<u>0,67 < 1</u>

prevláda tah (veľká)

exc.)

$$M_{Ed1} = \frac{M_{Ed} - N_{Ed} \cdot z_1}{\lambda} = 336,0 \text{ kNm}$$

$$x = \frac{d}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed1}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3}} \right) = 0,133 \text{ m}$$

$$h/\lambda = 0,563 \text{ m}$$

$$x_{bal,1} = \xi_{bal,1} \cdot d = 0,250 \text{ m}$$

$$x_{bal,2} = \xi_{bal,2} \cdot d_2 = 0,119 \text{ m}$$

$$x / (\xi_{bal,1} \cdot d) = \underline{0,53 < 1}$$

$$(\xi_{bal,2} \cdot d_2) / x = \underline{0,89 < 1}$$

$$x = 0,133 \text{ m}$$

navrhujeme tlacnú aj tahanú výstuž

$$F_c = \lambda \cdot b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 = 957,6 \text{ kN}$$

$$M_c = \lambda \cdot b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot x) = 164,5 \text{ kNm}$$

$$\Delta N = -N_{Ed} - F_c = 242,4 \text{ kN}$$

$$\Delta M = M_{Ed} - M_c = -44,5 \text{ kNm}$$

$$A_{s1,req} = (ABS((\Delta N/2) - (\Delta M/z_s))) / (f_{yd} \cdot 10^3) = 563 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s2,req} = (ABS((\Delta N/2) + (\Delta M/z_s))) / (f_{yd} \cdot 10^3) = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Návrh: A_{s2} 2 Ø 20**Návrh: A_{s1} 2 Ø 20**

$$\text{zvolená výstuž } A_{s2,prov} = 628 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{zvolená výstuž } A_{s1,prov} = 628 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{spolu } A_{s,prov} = A_{s2,prov} + A_{s1,prov} = 1256 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Kontrola vystuženia:**tlačená výstuž:**

$$A_{s2,min} = \text{MAX}(0,05 \cdot \text{ABS}(N_{Ed}) / (f_{yd} \cdot 10^3); 0,001 \cdot b \cdot h) = 203 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 8100 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s2,min} / A_{s2,prov} = \underline{0,32 < 1}$$

$$A_{s,prov} / A_{s,max} = \underline{0,16 < 1}$$

VYHOVUJE**tahaná výstuž:**

$$A_{s1,min} = \text{MAX}(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot 10^3 \cdot b \cdot d / (f_{yk} \cdot 10^3); 0,0013 \cdot b \cdot d) = 275 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s1,min} / A_{s1,prov} = \underline{0,44 < 1}$$

VYHOVUJE**Posúdenie vystuženia:**

$$\text{skutocný priemer vystuze } d_{s1} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{skutocný priemer vystuze } d_{s2} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{krytie } c = 35 \text{ mm}$$

$$d_1 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_{s1} = 0,045 \text{ m}$$

$$d_2 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_{s2} = 0,045 \text{ m}$$

$$d = h - d_1 = 0,405 \text{ m}$$

$$z_1 = (h/2) - d_1 = 0,180 \text{ m}$$

$$z_2 = (h/2) - d_2 = 0,180 \text{ m}$$

$$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + (A_{s2,prov} - A_{s1,prov}) \cdot f_{yd} \cdot 10^3 = 1799,2 \text{ kN}$$

$$\text{ABS}(N_{Ed}) = 1200,0 \text{ kN}$$

$$\text{ABS}(N_{Ed}) / \text{ABS}(N_{Rd,bal}) = \underline{0,67 < 1}$$

prevláda tah

$$\epsilon_{c3} = 2 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_s = \epsilon_{c3} \cdot E_s = 400,0 \text{ N/mm}^2$$

predpokladáme $\sigma_{s2} = f_{yd}$

$$x = (\text{ABS}(N_{Ed}) - A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 + A_{s1,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3) / (\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3) = 0,167 \text{ m}$$

$$x_{bal,2} = \xi_{bal,2} \cdot d_2 = 0,119 \text{ m}$$

$$x_{bal,2} / x = \underline{0,71 < 1}$$

$$\sigma_{s2} = f_{yd}$$

$$M_{Rd} = \lambda \cdot b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot x) + (A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot z_2) + (A_{s1,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot z_1) = 288,5 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 120,0 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = \underline{0,42 < 1}$$

VYHOVUJE

Posúdenie požiarinej odolnosti:**1) Overenie splnenia podmienok pre metódu A**účinná dĺžka stĺpa v najvyšších podlažiach $0,5 \cdot l \leq l_{0,fi} \leq 0,7 \cdot l$

$$l = 5,50 \text{ m}$$

$$l_{0,fi} = 0,6 \cdot l = 3,30 \text{ m}$$

$$l_{0,fi,max} = 3 \text{ m}$$

$$l_{0,fi} / l_{0,fi,max} = \underline{1,10 < 1}$$

NEVYHOVUJE, metódu A nie je možné používať**2) Overenie splnenia podmienok pre metódu B**

$$e_{0,fi} = M_{Ed} / ABS(N_{Ed}) = 0,100 \text{ m}$$

$$e_{max} = 0,100 \text{ m}$$

$$e_{0,fi} / b = \underline{0,22 < 0,25}$$

$$e_{0,fi} / e_{max} = \underline{1,00 < 1}$$

VYHOVUJE

$$\lambda_{fi} = \frac{l_{0,fi} \cdot \sqrt{12}}{b} = 25,4$$

$$\lambda_{fi,max} = 30$$

$$\lambda_{fi} / \lambda_{fi,max} = \underline{0,85 < 1}$$

VYHOVUJE**Podmienky sú splnené \Rightarrow metódu B je možné použiť**

$$\eta_{fi} = 0,70$$

$$N_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot N_{Ed} = -840,0 \text{ kN}$$

$$n = \frac{ABS(N_{Ed,fi})}{(0,7 \cdot (b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3))} = 0,261$$

$$\omega = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{(b \cdot h \cdot f_{cd})} = 0,135$$

Hodnoty odcítané z **tabulky** pre stĺpy (**STN EN 1992-1-2 tab.5.2b**):

$$b_{min} = 400 \text{ mm}$$

$$b = 0,45 \text{ m}$$

$$b_{min} / (10^3 \cdot b) = \underline{0,89 < 1}$$

VYHOVUJE

$$a_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$a = d_1 = 0,045 \text{ m}$$

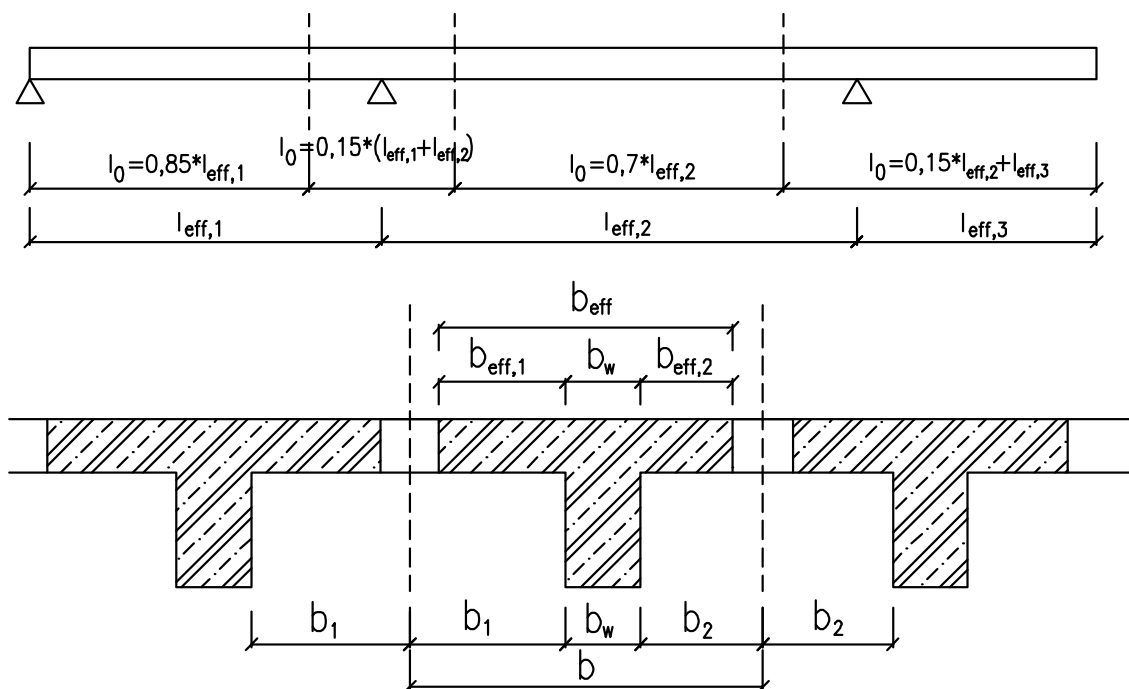
$$a_{min} / (10^3 \cdot a) = \underline{0,56 < 1}$$

VYHOVUJE**Stĺp spĺňa požadovanú požiarnu odolnosť R 90.**

T-prierez

Železobetónový trámový strop - určenie spolupôsobiacej šírky dosky podľa STN EN 1992-1-1

Nosná konštrukcia - všeobecne:



Vstupné údaje:

vzdialenosť medzi podperami $l_1 =$	6,26 m
dĺžka uloženia $t_1 =$	0,30 m
dĺžka uloženia $t_2 =$	0,30 m
výška trámu $h =$	0,50 m
šírka trámu $b_w =$	0,30 m
šírka dosky pripadajúca k trámu $b_1 =$	1,75 m
šírka dosky pripadajúca k trámu $b_2 =$	1,37 m
hrúbka dosky $h_f =$	0,15 m

$a_1 =$	$\text{MIN}(1/2 \cdot h ; 1/2 \cdot t_1)$	$=$	0,15 m
$a_2 =$	$\text{MIN}(1/2 \cdot h ; 1/2 \cdot t_2)$	$=$	0,15 m

Určenie spolupôsobiacej šírky dosky (b_{eff}):

1. Vnútročné pole

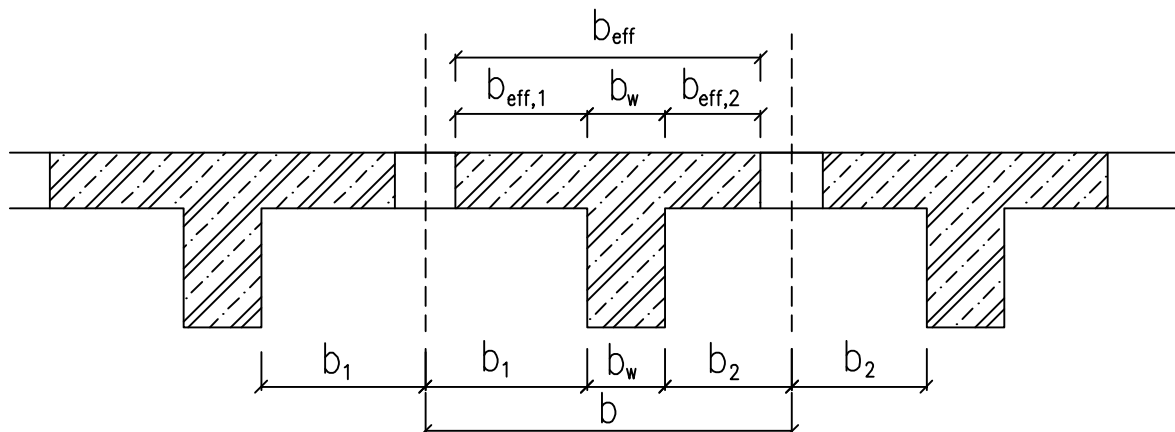
$l_{\text{eff}2} =$	$l_1 + a_1 + a_2$	$=$	6,56 m
vnútročné pole $l_0 =$	$0,7 \cdot l_{\text{eff}2}$	$=$	4,59 m
$b =$	$b_1 + b_2 + b_w$	$=$	3,42 m
$b_{\text{eff}1} =$	$\text{MIN}(0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 ; 0,2 \cdot l_0 ; b_1)$	$=$	0,81 m
$b_{\text{eff}2} =$	$\text{MIN}(0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot l_0 ; 0,2 \cdot l_0 ; b_2)$	$=$	0,73 m
$b_{\text{eff}} =$	$\text{MIN}(b_{\text{eff}1} + b_{\text{eff}2} + b_w ; b)$	$=$	1,84 m

2. Krajně pole

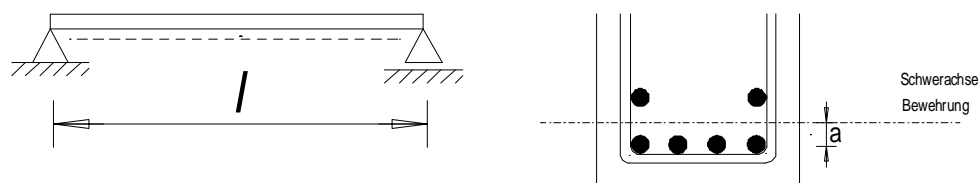
$l_{\text{eff1}} =$	$l_1 + a_1 + a_2$	=	6,56 m
krajně pole $l_0 =$	$0,85 \cdot l_{\text{eff1}}$	=	5,58 m
$b =$	$b_1 + b_2 + b_w$	=	3,42 m
$b_{\text{eff1}} =$	$\text{MIN}(0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0; 0,2 \cdot l_0; b_1)$	=	0,91 m
$b_{\text{eff2}} =$	$\text{MIN}(0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot l_0; 0,2 \cdot l_0; b_2)$	=	0,83 m
$b_{\text{eff}} =$	$\text{MIN}(b_{\text{eff1}} + b_{\text{eff2}} + b_w; b)$	=	2,04 m

Železobetónový trám - dimenzovanie výstuže podľa EN 1992-1-1

Geometria - prierez nosnej konštrukcie:



Prosto podopretý trám:



Vstupné údaje:

rozpätie $l_1 =$			6,26 m
dĺžka uloženia $t_1 =$			0,30 m
dĺžka uloženia $t_2 =$			0,30 m
výška trámu $h =$			0,45 m
šírka trámu $b_w =$			0,30 m
šírka dosky pripadajúca k trámu $b_1 =$			1,75 m
šírka dosky pripadajúca k trámu $b_2 =$			1,37 m
hrúbka dosky $h_f =$			0,15 m
vzdialenosť prútov k osi hlavnej výstuže $a =$			0,02 m
predpokladaný priemer prútov výstuže $d_{s1} =$			0,025 m
normálové napätia po dĺžke nosníka $\sigma_{cp} =$			0,00
krytie betónom $c =$			0,035 m
$a_1 =$	$\text{MIN}(1/2 \cdot h ; 1/2 \cdot t_1)$	$=$	0,15 m
$a_2 =$	$\text{MIN}(1/2 \cdot h ; 1/2 \cdot t_2)$	$=$	0,15 m

Určenie spolupôsobiacej šírky dosky:

teoretické rozpätie	$l_{eff1} = l_1 + a_1 + a_2$	=	6,56 m
$l_0 =$	l_{eff1}	=	6,56 m
$b =$	$b_1 + b_2 + b_w$	=	3,42 m
$b_{eff1} =$	$MIN(0,2 * b_1 + 0,1 * l_0; 0,2 * l_0; b_1)$	=	1,01 m
$b_{eff2} =$	$MIN(0,2 * b_2 + 0,1 * l_0; 0,2 * l_0; b_2)$	=	0,93 m
$b_{eff} =$	$MIN(b_{eff1} + b_{eff2} + b_w; b)$	=	2,24 m
$L =$	l_{eff1}	=	6,56 m

Zat'azenia:

vlastná tiaž:	$(b * h_f + b_w * (h - h_f)) * 25$	=	15,07 kN/m
ostatné stále zataženia:	$b * 1,50$	=	5,13 kN/m
	max $q_g =$		20,20 kN/m

úžitkové zataženie:	$b * 1,50$	=	5,13 kN/m
priecky:	$b * 1,25$	=	4,28 kN/m
	max $q_q =$		9,41 kN/m

Priečne sily:

$$V_G = \frac{q_g * L}{2} = 66,26 \text{ kN}$$

$$V_Q = \frac{q_q * L}{2} = 30,86 \text{ kN}$$

Ohybové momenty:

$$M_G = \frac{q_g * L^2}{8} = 108,66 \text{ kNm}$$

$$M_Q = \frac{q_q * L^2}{8} = 50,62 \text{ kNm}$$

Súčinitele bezpečnosti:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

Dimenzovanie hlavnej výstuže:**Materiálové charakteristiky:**

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name; $f_{ck} \leq 50$)	=	C20/25
Vystuz =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
$f_{ck} =$	TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton)	=	20,00 N/mm ²
$f_{yk} =$	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Vystuz)	=	500,00 N/mm ²
$f_{yd} =$	$f_{yk} / 1,15$	=	434,78 N/mm ²
$\alpha_{cc} =$		=	1,00
$f_{cd} =$	$\frac{f_{ck} * \alpha_{cc}}{1,5}$	=	13,33 N/mm ²

Výpočet:

$$\begin{aligned}
 \text{návrhový moment } M_{Ed} &= \gamma_G * M_G + \gamma_Q * M_Q &= & 222,62 \text{ kNm} \\
 \text{statická výška } d &= h - c - a - d_{s1} / 2 &= & 0,383 \text{ m} \\
 M_{Ed,s} &= \text{ABS}(M_{Ed}) &= & 222,62 \text{ kNm} \\
 \mu_{Ed,s} &= \frac{M_{Ed,s} * 10^{-3}}{b_{eff} * d^2 * f_{cd}} &= & 0,051 \\
 \omega &= \text{TAB}(\text{"reinf/Ecmy"; } \omega; \mu = \mu_{Ed,s}) &= & 0,053 \\
 \zeta &= \text{TAB}(\text{"reinf/Ecmy"; } \zeta; \mu = \mu_{Ed,s}) &= & 0,971 \\
 \xi &= \text{TAB}(\text{"reinf/Ecmy"; } \xi; \mu = \mu_{Ed,s}) &= & 0,077 \\
 A_{s1_req} &= \frac{\omega * d * b_{eff} * f_{cd}}{f_{yd}} * 10^4 &= & 13,94 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

zvolená výstuž: 4 Ø 25

$$\begin{aligned}
 \text{priemere hlavnej výstuže } d_s &= \text{SEL}(\text{"reinf/As"; } ds;) &= & 25 \text{ mm} \\
 A_s &= \text{SEL}(\text{"reinf/As"; Name; } d_s = d_s; A_s \geq A_{s1_req}) &= & 4 \text{ Ø } 25 \\
 A_{s1_prov} &= \text{TAB}(\text{"reinf/As"; As; Name=A_s}) &= & 19,63 \text{ cm}^2 \\
 A_{s1_req} / A_{s1_prov} & &= & \underline{0,71 < 1}
 \end{aligned}$$

Kontrola tlačenej zóny betónu:

$$\begin{aligned}
 x &= \zeta * d &= & 0,029 \text{ m} \\
 x/h_f & &= & \underline{0,19 < 1}
 \end{aligned}$$

Dimenzovanie šmykovej výstuže:

$$\begin{aligned}
 \max_V_{Ed} &= V_G * \gamma_G + V_Q * \gamma_Q &= & 135,74 \text{ kN} \\
 V_{Ed} &= \max_V_{Ed} - (q_g * \gamma_G + q_q * \gamma_Q) * (a_1 + d) &= & 113,68 \text{ kN} \\
 v_1 &= 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) &= & 0,55 \\
 \alpha_{cw} & &= & 1,00 \\
 z &= \zeta * d &= & 0,37 \text{ m} \\
 \text{Uhol tlačenej diagonály betónu (} 1 \leq \cot \Theta \leq 2,5 \text{ , } 21,8^\circ \leq \Theta \leq 45^\circ \text{)} \\
 \text{zvolená hodnota } \cot \Theta & x = & & 1,50 \\
 \Theta &= \text{atan} \left(\frac{1}{x} \right) &= & 33,69^\circ
 \end{aligned}$$

Uhol medzi šmykovou výstužou a osou trámu:

$$\alpha = 90,00^\circ$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} * b_w * z * f_{cd} * v_1}{\left(\frac{1}{\tan(\Theta)} + \tan(\Theta)\right)} * 10^3 = 375,60 \text{ kN}$$

$$\max_{V_{Ed}} / V_{Rd,max} = 0,36 < 1$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$a_{sw,req} = \frac{V_{Ed}}{z * f_{yd} * \sin(\alpha) * \left(\frac{1}{\tan(\Theta)} + \frac{1}{\tan(\alpha)}\right)} * 10 = 4,71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

zvolená výstuž: strmene Ø 8-15 2-strižné

$$d_s = \text{SEL}(\text{"reinf/AsArea"; ds; }) = 8 \text{ mm}$$

$$a_s = \text{SEL}(\text{"reinf/AsArea"; Name;d_s=d_s;a_s \ge a_{sw,req}/2}) = \text{Ø 8 / e = 15}$$

$$a_{sw,prov} = 2 * \text{TAB}(\text{"reinf/AsArea"; as; Name=a_s}) = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

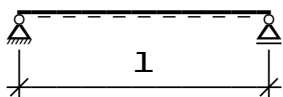
$$a_{sw,req} / a_{sw,prov} = 0,70 < 1$$

vyhovuje

Trámy

Trám prosto podopretý

STN EN 1992-1-2 Navrhovanie konštrukcií na účinky požiaru



Vstupné údaje:

rozpätie l =		6,00 m
výška h =		0,60 m
šírka b =		0,30 m
vlastná tiaž trámu g_0 =	$h \cdot b \cdot 25,0$	= 4,50 kN/m
stále pritazenie trámu g_1 =		20,50 kN/m
stále zatazenie g_k =	$g_0 + g_1$	= 25,00 kN/m
premenné zatazenie q_k =		15,00 kN/m
požadovaná požiarne odolnosť:	R90	
stupeň vplyvu prostredia:	XC1	
návrhová životnosť:	50 rokov	
Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	= C25/30
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	= 25,00 N/mm ²
Ocel =	SEL("reinf/steel"; Name;)	= 500 S
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Ocel)	= 500 N/mm ²

Súčinitele bezpečnosti (platí pri 20°C):

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15
γ_G =	1,35
γ_Q =	1,50

Redukčný súčiniteľ (Tabulka A1.1 normy STN EN 1990):

pre administratívne budovy platí $\psi_{2,1} =$ **0,3**

Návrh za bežnej teploty podľa STN EN 1992-1-1:

súčiniteľ uvazujúci dlhodobé účinky na tlakovú pevnosť betónu α_{cc} =		1,0
f_{cd} =	$\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 16,7 N/mm ²
f_{ctm} =	TAB("concrete/EC"; fctm; Name=Beton)	= 2,6 N/mm ²
$\epsilon_{cu,3}$ =		$3,5 \cdot 10^{-3}$
η =		1,0
λ =		0,8
f_{yd} =	f_{yk} / γ_s	= 434,8 N/mm ²
E_s =		200000 N/mm ²
ϵ_{yd} =	f_{yd} / E_s	= $2,174 \cdot 10^{-3}$
$\xi_{bal,1}$ =	$\epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd})$	= 0,617

Návrhová hodnota momentu od zatazenia:

$$M_{Ed} = (\gamma_G * g_k + \gamma_Q * q_k) * l^2 / 8 = 253,1 \text{ kNm}$$

Krytie výstuže:

$$\text{predpokladaný priemer hl. výstuže } d_s = 20 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 20 \text{ mm}$$

Stupen vplyvu prostredia **XC1** \Rightarrow podľa NA **Tab. E.1SK** platí min. C16/20 čo je splnené
 Kontrukcia patrí do triedy **S4** (50 rokov zivotnosti) \Rightarrow podľa NA **Tab. 4.3N** pre betón \geq C25/30 je
 možné znížiť zatriedenie o jednu triedu, takže konečné zatriedenie je **S3**.

$$\text{podľa Tab. 4.4N pre XC1 a S3 je } c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{ostatné } \Delta c_{dur} = 0$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = 20 \text{ mm}$$

$$\text{predpokladaný priemer strmenov } d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

$$c_{min,b,sw} = d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{ostatné } \Delta c_{dur} = 0$$

$$c_{min,sw} = \text{MAX}(c_{min,b,sw}; c_{min,dur}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,sw} + d_{sw} = 18 \text{ mm}$$

$$c_{min} + d_{sw} < c_{min} \text{ rozhoduje krytie nosnej výstuže}$$

$$\text{prídavok na návrhovú odchylku uvažujeme } \Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} - d_{sw} + \Delta c_{dev} = 22 \text{ mm}$$

$$\text{zvolené krytie betónom } c = \underline{25 \text{ mm}}$$

$$d_1 = c + d_{sw} + 0,5 * d_s = 43 \text{ mm}$$

$$d = h - (0,001 * d_1) = 0,557 \text{ m}$$

Návrh výstuže:

$$\mu = M_{Ed} / (b * d^2 * \eta * f_{cd} * 10^3) = 0,163$$

$$\mu_{d,hr} = 0,371$$

$$\mu / \mu_{d,hr} = \underline{0,439 < 1}$$

Vyhovuje

$$\zeta = 1/2 * (1 + \sqrt{1 - 2,0554 * \mu}) = 0,9077$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / (\zeta * d * f_{yd} * 10^3) = 1151 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Navrhujeme **4 Ø 20**

$$\text{zvolená výstuz } A_{s,prov} = 1257 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Kontrola vystuzenia:

kontrola šírky trámy:

$$\text{pocet prútov } n = 4$$

$$b_{min} = 2 * c + 2 * d_{sw} + n * d_s + (n-1) * 1,2 * d_s = 218 \text{ mm}$$

$$b_{min} / (1000 * b) = \underline{0,73 < 1}$$

Vyhovuje

kontrola stupna vystuzenia:

$$A_{s,min} = \text{MAX}(0,26 * f_{ctm} * b * d / f_{yk}; 0,0013 * b * d) = 226 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 * b * h = 7200 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} / A_{s,prov} = \underline{0,18 < 1}$$

Vyhovuje

Posúdenie za beznej teploty:

$$x = A_{s,prov} * f_{yd} / (b * \lambda * \eta * f_{cd}) = 0,136 \text{ m}$$

$$\xi = x / d = 0,244$$

$$\xi / \xi_{bal,1} = \underline{0,40 < 1}$$

Vyhovuje

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * 10^3 * (d - 0,5 * \lambda * x) = 274,7 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = \underline{0,92 < 1}$$

Vyhovuje

Posúdenie požiarenej odolnosti:**a) Overenie splnenia tabulkových hodnot**Hodnoty odcítané z **tabulky** pre prosto podopreté nosníky (**STN EN 1992-1-2 tab.5.5**):

$$b_{min} = 300 \text{ mm}$$

$$b_{min} / (1000 * b) = \underline{1,00 < 1}$$

VYHOVUJE, nakoľko stací vyhoviet aspon jednej kombinácie zo stĺpcov 2 az 5

$$a_{min} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{osová vzdialenosť výstuže od povrchu } a = d_1 = 43 \text{ mm}$$

$$a_{min} / a = \underline{0,93 < 1}$$

VYHOVUJE

minimálna osová vzdialenosť výstuže od bocneho povrchu trámy:

$$a_{sd,min} = a_{min} + 10 = 50 \text{ mm}$$

$$a_{sd} = a = 43 \text{ mm}$$

$$a_{sd,min} / a_{sd} = \underline{1,16 < 1}$$

NEVYHOVUJE

Redukčný súčiniteľ pre kombináciu zatažení podľa vzťahu (2.5) normy STN EN 1992-1-2:

$$\eta_{fi} = (g_k + \psi_{2,1} * q_k) / (\gamma_G * g_k + \gamma_Q * q_k) = 0,524$$

Napätie vo výstuži:

$$\sigma_{s,fi} = (\eta_{fi} * f_{yk} / \gamma_s) * (A_{s,req} / A_{s,prov}) = 208,6 \text{ N/mm}^2$$

Stanovenie redukčného súčiniteľa $k_s(\Theta_{cr})$ pre odcítanie z grafu na **Obrázku 5.1** normy **STN EN 1992-1-2**:

$$k_s(\Theta_{cr}) = \sigma_{s,fi} / f_{yk} = 0,417$$

Kritická teplota sa odcítá z **obr.5.1** ($\cong 570^\circ\text{C}$), alebo sa vypočíta pomocou referenčných vzťahov, ktorédefinované pre dané rozpätie $500^\circ\text{C} < \Theta \leq 700^\circ\text{C}$ nasledovne:

$$\Theta_{cr} = 500 + 200 / 0,5 * (0,61 - (\sigma_{s,fi} / f_{yk})) = 577^\circ\text{C}$$

Podľa odstavca **5.2 (8)** pre $350^\circ\text{C} < \Theta_{cr} \leq 700^\circ\text{C}$ je možné upraviť osovú vzdialenosť výstuže od povrchu betónu podľa vzťahu:

$$a_{min,red} = a_{min} + 0,1 * (500 - \Theta_{cr}) = 32,3 \text{ mm}$$

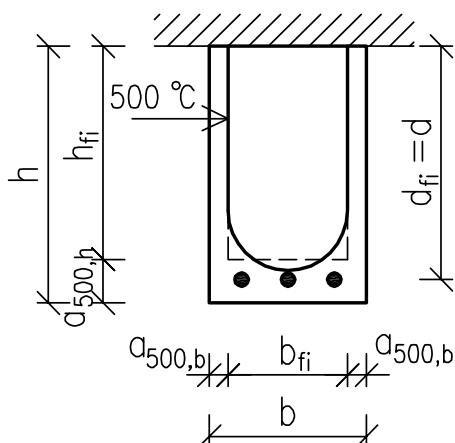
$$a_{sd,min,red} = a_{min,red} + 10 = 42,3 \text{ mm}$$

$$a_{sd,min,red} / a_{sd} = \underline{0,98 < 1}$$

VYHOVUJENa základe tabulkového posúdenia je možné konstatovať, že trám **splna** požadovanú požiarnu odolnosť **R 90**.

b) Posúdenie metódou izotermie 500°CKontrola možnosti použitia metódy izotermie podľa **Tabulky B.1 (STN EN 1992-1-2)**:

$$\begin{aligned} \text{hodnota odcítaná z tabulky B.1 } b_{\min,B.1} &= 120 \text{ mm} \\ b_{\min,B.1} / (1000 \cdot b) &= \underline{0,40 < 1} \end{aligned}$$

VYHOVUJE, metódu izotermie 500°C je možné použiť**Redukcia prierezu:**Teplota v osi betonárskej výstuže sa odcíta z **grafu A.7b (STN EN 1992-1-2)** podľa polohy prútov v danom priereze:

$$\begin{aligned} \text{pre hodnotu } a &= d_1 = 43 \text{ mm} \\ \text{teplota rohových prútov } \Theta_{s,1} &= 590 \text{ °C} \\ \text{teplota stredných prútov } \Theta_{s,2} &= 400 \text{ °C} \\ \text{vzdialenosť izotermie } 500 \text{ °C od bočného lica trámu } a_{500,b} &= 0,030 \text{ m} \end{aligned}$$

Redukčný súčiniteľ pevnosti výstuže sa určí buď odcítaním z **grafu 4.2a** normy alebo interpolovaním z **tabulky 3.2a** normy STN EN 1992-1-2:redukčné súčinitele pre teploty Θ_s :

$$\text{pre } 500 < \Theta_{s,1} \leq 600 \quad k_{s1} = 0,47 - 0,31 \cdot ((\Theta_{s,1} - 600) / 100) = 0,501$$

$$\text{pre } \Theta_{s,2} \leq 400 \quad k_{s2} = 1,000$$

$$n = 4$$

$$\text{priemerný súčiniteľ } k_{s,v} = (2 \cdot k_{s1} + 2 \cdot k_{s2}) / n = 0,750$$

$$\text{súčiniteľ bezpečnosti pre bet. výstuž pri požiari } \gamma_{s,fi} = 1,0$$

$$\text{redukovaná pevnosť výstuže } f_{yd,fi} = k_{s,v} \cdot (f_{yk} / \gamma_{s,fi}) = 375,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{súčiniteľ bezpečnosti pre betón pri požiari } \gamma_{c,fi} = 1,0$$

$$\text{pevnosť betónu pri použití izotermie } 500 \text{ °C } f_{cd,fi} = f_{ck} / \gamma_{c,fi} = 25,0 \text{ N/mm}^2$$

V dalsom sa posudok prevedie ako pri teplote 20°C p ri uvázení rozmerov redukovaného prierezu a príslušných pevností betónu a výstuže:

$$b_{fi} = b - 2 \cdot a_{500,b} = 0,24 \text{ m}$$

$$d_{fi} = d = 0,557 \text{ m}$$

Poloha neutrálnej osy:

$$x_{fi} = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd,fi}}{(b_{fi} \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd,fi})} = 0,098 \text{ m}$$

Moment únosnosti za poziaru:

$$M_{Rd,fi} = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd,fi} \cdot 10^3 \cdot (d_{fi} - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{fi})}{\gamma_c} = 244,1 \text{ kNm}$$

Moment od zatazenia za poziaru:

$$M_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{Ed} = 132,6 \text{ kNm}$$

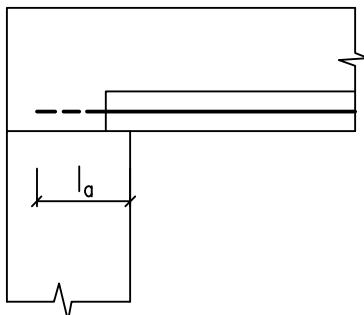
Podmienka spoľahlivosti za poziaru:

$$\frac{M_{Ed,fi}}{M_{Rd,fi}} = \underline{0,54 < 1}$$

VYHOVUJE, trám splna požadovanú poziarnu odolnosť R90.

Výstuz

Kotevná dĺžka výstuže panelu pri podpere



navrhovaná kotevná dĺžka $l_a = 125 \text{ mm}$

Namáhania:

vertikálna reakcia $V_{Ed} = 29,33 \text{ kN/m}$
 uhol šikmých trhlín $\Theta = 45^\circ$
 uhol šmykovej výstuže s horizontálnou rovinou $\alpha = 90^\circ$
 horizontálna tahová sila
 $F_{Ed} = 0,5 \cdot V_{Ed} \cdot (1/\tan(\Theta) - 1/\tan(\alpha)) = 14,7 \text{ kN/m}$

Materiály:

Beton = SEL("concrete/EC"; Name;) = **C25/30**
 Výstuž = SEL("reinf/steel"; Name;) = **500 S**
 $f_{ctk,0,05} = \text{TAB}(\text{"concrete/EC"; fctk05; Name=Beton}) = 1,80 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_c = 1,50$

Prierezové hodnoty:

priemer prúta $d_s = 12 \text{ mm}$
 plocha výstuže v podpere $A_{s,prov} = 7,54 \text{ cm}^2 / \text{m}$
 súc. pevnosti betónu v tahu (pri dlhodobom zatažení) $\alpha_{ct} = 1,00$

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,20 \text{ N/mm}^2$$

súčiniteľ trenia (dobré podmienky = 1, zlé podmienky = 0,7):

$\eta_1 = 1,0$

súc. priemeru hlavnej výstuže:

$\eta_2 = \text{IF}(d_s \leq 32; 1,0; (132-d_s)/100) = 1,0$

f_{bd} návrhová hodnota trenia

$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,70 \text{ N/mm}^2$

napätie vo výstuži $f_s = 10 \cdot F_{Ed} / A_{s,prov} = 19,5 \text{ N/mm}^2$

základná kotevná dĺžka $l_{b,rqd} = \frac{d_s}{4} \cdot \frac{f_s}{f_{bd}} = 22 \text{ mm}$

minimálna kotevná dĺžka $l_{b,min} = \text{MAX}(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot d_s; 10) = 120 \text{ mm}$

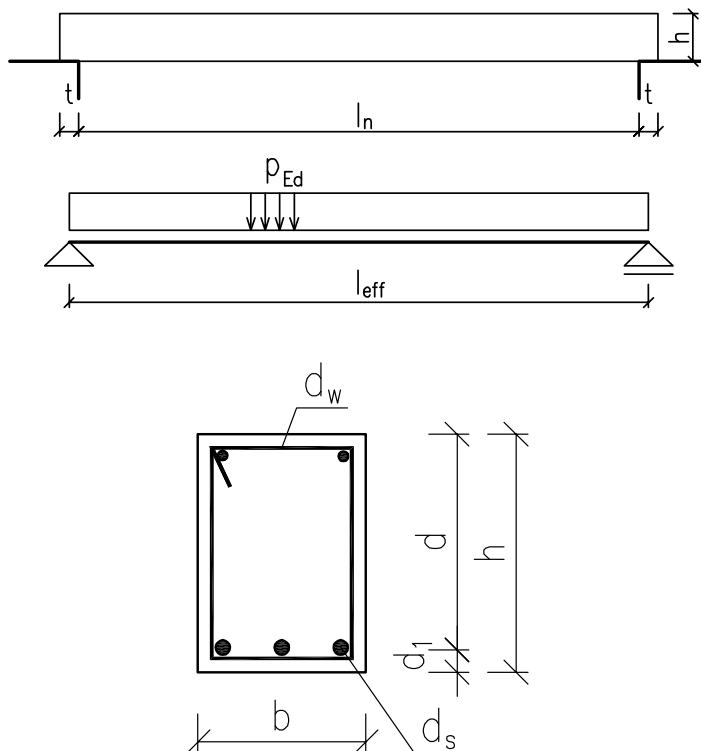
Spôsob ukotvenia výstuže:

- $\alpha_1 =$ 0,70 koniec pod uhlom $\alpha < 90^\circ$
 $\alpha_1 =$ 0,70 koniec 90°
 $\alpha_1 =$ 0,70 hák
 $\alpha_1 =$ 0,70 min. 1 privarená vložka v priecnom smere
 $\alpha_1 =$ 1,00 rovný koniec prúta

$$\text{návrhová hodnota } l_{b,eq} = \alpha_1 \cdot \text{MAX}(l_{b,rqd}; l_{b,min}) = \underline{120 \text{ mm}}$$
$$l_{b,eq} / l_a = \underline{0,96 < 1}$$

VYHOVUJE

Železobetónový ohybaný prierez podľa EC2

**Materiály:**

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
Výstuž =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S

Geometria:

dĺžka nosníka l_n =	5,80 m
uloženie t =	0,20 m
krytie výstuže c =	20 mm
priemer strmenov d_w =	8 mm

Určenie rozmerov prierezu:

teoretické rozpätie $l_{eff} = l_n + 2 \cdot t/2$	=	6,00 m
výška prierezu $h = l_{eff} / 12$	=	0,50 m
šírka prierezu $b = h / 1,5$	=	0,33 m

Určenie návrhového ohybového momentu:

- vlastná tiaž, stále zataženia:			
objemová hmotnosť žb. ρ_{rc} =			25,00 kN/m ³
vlastná tiaž $g_{0,k}$ =	$b \cdot h \cdot \rho_{rc}$	=	4,13 kN/m
stále rovnomerné zataženie (okrem vl.tiaže) $g_{1,k}$ =			15,0 kN/m
súc. bezpečnosti pre stále zataženia γ_G =			1,35
- rovnomerné náhodilé zataženia:			
rovnomerné úžitkové zataženie $p_{1,k}$ =			40,0 kN/m
súc. bezpečnosti pre náhodilé zataženia γ_Q =			1,50
- návrhová hodnota zataženia:			
$P_{Ed} = (g_{0,k} + g_{1,k}) \cdot \gamma_G + p_{1,k} \cdot \gamma_Q$		=	85,83 kN/m

- návrhový ohybový moment:

$$M_{Ed} = 0,125 \cdot p_{Ed} \cdot l_{eff}^2 = \underline{386,24 \text{ kNm}}$$

Návrh hlavnej výstuže:

- pevnostné charakteristiky betónu:

charak. hodnota pevnosti v tlaku
 $f_{ck} = \text{TAB}(\text{"concrete/EC"}; f_{ck}; \text{Name=Beton}) = 25,00 \text{ N/mm}^2$

súc. bezpecnosti pre betón $\gamma_c = 1,50$

návrhová hodnota pevnosti v tlaku

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

medzné pomerné pretvorenie betónu v tlaku $\epsilon_{cu} = 3,50 \text{ ‰}$

súc. vplyvu dlhodobého zataženia na pevnosť betónu v tlaku $\alpha = 0,85$

- pevnostné charakteristiky výstuže:

charak. hodnota medze klzu

$$f_{yk} = \text{TAB}(\text{"reinf/steel"}; \beta_s; \text{Name=Vystuz}) = 500 \text{ N/mm}^2$$

súc. bezpecnosti pre výstuž $\gamma_s = 1,15$

návrhová hodnota medze klzu

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

modul pružnosti ocele $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

medzné pomerné pretvorenie ocele

$$\epsilon_{sy} = 1000 \cdot f_{yd} / E_s = 2,17 \text{ ‰}$$

relatívna výška tlačenej časti betónu z pohľadu **tahaných** prútov:

$$\xi_{c0} = 560 / (700 + f_{yd}) = 0,493$$

relatívna výška tlačenej časti betónu z pohľadu **tlacených** prútov:

$$\xi'_{c0} = 560 / (700 - f_{yd}) = 2,111$$

Výpočet potrebnej plochy výstuže:

- účinná výška prierezu s predpokladaným priemerom prútov:

$$d_s = 28 \text{ mm}$$

$$d = 1000 \cdot h - c - d_w - (d_s / 2) = 458,0 \text{ mm}$$

- momentová rovnováha v ťažisku tahaných prútov (predpokladáme, že v priereze nemáme tlacnú výstuž)

$$M_{Ed} = b \cdot x_c \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot (d - x_c / 2)$$

- výška tlačenej zóny betónu vyjadrená z predchádzajúcej rovnice:

$$x_c = d - \sqrt{(d^2 - (2 \cdot 1000 \cdot M_{Ed}) / (b \cdot \alpha \cdot f_{cd}))} = 246,9 \text{ mm}$$

- relatívna výška tlačenej zóny betónu:

$$\xi_c = x_c / d = 0,539$$

- miesto relatívnej výšky tlačenej zóny betónu:

keď $\xi_c / \xi_{c0} < 1,0 \Rightarrow$ prúty sú v plastickom stave.

$$\xi_c / \xi_{c0} = 1,093 > 1$$

to znamená že prúty sú v pružnom stave.

Keď v priereze máme len tahanú výstuž, z rovnice rovnováhy vyplýva:

$$A_s = 1000 \cdot b \cdot x_c \cdot \alpha \cdot f_{cd} / f_{yd} = \underline{2655 \text{ mm}^2}$$

Keď potrebujeme aj tlacnú výstuž, uvažujeme s ťahanou výstužou na hranici medze klzu. Maximálny moment, ktorý preniesie daný prierez aj bez tlacenej výstuže, keď ťahané prúty sú na hranici medze klzu:

$$M_0 = \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 \cdot \xi_{c0} \cdot (1 - \xi_{c0} / 2) / 1000 = 364,36 \text{ kNm}$$

Potrebné množstvo tlacenej výstuže na vykryvanie rozdielu medzi M_0 a M_{Sd} :

$$A_{sc} = (M_{Ed} - M_0) \cdot 1000 \cdot 1000 / (f_{yd} \cdot (d - 50)) = 123 \text{ mm}^2$$

Potrebné množstvo ťahanej výstuže:

$$A_{st} = A_{sc} + (1000 \cdot b \cdot d \cdot \xi_{c0} \cdot \alpha \cdot f_{cd}) / f_{yd} = 2551 \text{ mm}^2$$

Keď $M_{Ed} < M_{c0}$ je potrebná tlacná výstuž:

$$\text{pre výstuž B500B } x_{c0} = 0,5 \cdot d = 229,00 \text{ mm}$$

$$M_{c0} = x_{c0} \cdot b \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_{c0} / 2)) / 1000 = 367,82 \text{ kNm}$$

$$A_{s,req} = IF(M_{Ed} < M_{c0}; A_s; A_{st}) / 100 = 25,51 \text{ cm}^2$$

Určenie potrebného množstva a priemeru výstuže:

zvolené vystuženie

$$B = \text{TAB}(\text{"reinf/As"; Name; } d_s = d_s; A_s > A_{s,req}) = 5 \text{ } \varnothing 28$$

prierezová plocha zvolenej výstuže

$$A_s = \text{TAB}(\text{"reinf/As"; } A_s; \text{ Name=B}) = 30,79 \text{ cm}^2$$

zvolený počet prútov

$$n = \text{TAB}(\text{"reinf/As"; n; } d_s = d_s; A_s > A_{s,req}) = 5$$

$$\text{využitie: } A_{s,req} / A_s = 0,83 < 1$$

Rozmiestnenie prútov, kontrola šírky prierezu:

$$\min_b = (2 \cdot n - 1) \cdot d_s + 2 \cdot (d_w + c) = 308 \text{ mm}$$

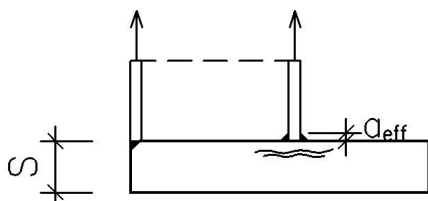
$$\min_b / (1000 \cdot b) = 0,93 < 1$$

zvolená hlavná výstuž	5Ø 28	$A_s = 30,79 \text{ cm}^2$
-----------------------	-------	----------------------------

EC 3

Materiál

Lamelárne porušenie EN 1993-1-10



Kritériá vplyvajúce na výslednú hodnotu Z_{Ed} (STN EN 1993-1-10 tab. 3.2, str.16):

$$\text{posudzovaná hrúbka plechu } s = 35 \text{ mm}$$

a) Hĺbka zvaru podliehajúca deformácii zo zmršťovania kovu:

$$\text{hrúbka zvaru } a_w = 5 \text{ mm}$$

$$a_{eff} = a_w \cdot \sqrt{2} = 7 \text{ mm}$$

$$Z_A = 3$$

b) Vplyv tvaru a umiestnenia zvaru:

$$Z_B = 0$$

c) Vplyv hrúbky materiálu na tuhosť upnutia z hľadiska zmrašťovania:

$$Z_C = 8$$

d) Úhrnná tuhosť pri zmrašťovaní vplyvom zvarania ostatných častí konštrukcie:

$$Z_D = 3$$

e) Vplyv predhrevu:

S235 - bez predhrievania ($Z=0$); S355 - predhrev ($Z= -8$):

$$Z_E = -8$$

Výsledná hodnota Z_{Ed} :

$$\Sigma Z_{Ed} = Z_A + Z_B + Z_C + Z_D + Z_E = \underline{6,0}$$

Voľba triedy kvality podľa EN 10164 (STN EN 1993-1-1 tab. 3.2, str.29):

$\Sigma Z_{Ed} < 10 \Rightarrow$ lamelárne porušenie materiálu možno zanedbať

$11 < \Sigma Z_{Ed} < 20 \Rightarrow$ návrhová hodnota **kontrakcie Z_{Rd}** \Rightarrow **ocel' Z 15**

$21 < \Sigma Z_{Ed} < 30 \Rightarrow$ návrhová hodnota **kontrakcie Z_{Rd}** \Rightarrow **ocel' Z 25**

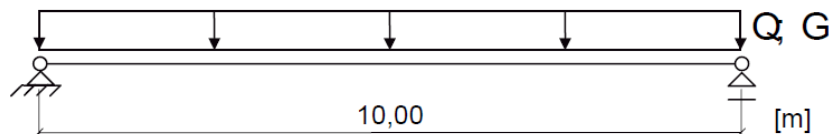
$30 < \Sigma Z_{Ed} \Rightarrow$ návrhová hodnota **kontrakcie Z_{Rd}** \Rightarrow **ocel' Z 35**

Bez predhrievania \Rightarrow ocel' s triedou kvality Z 15 podľa EN 10164!

Výber kvality ocele - nosník viacpodlažnej budovy

EN 1993-1-10

Geometria:



Vstupné údaje:

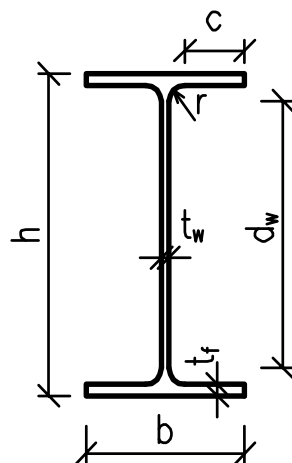
rozpätie l =	10,00 m
vzájomná vzdialenosť nosníkov l_1 =	6,00 m
hrúbka betónovej dosky h_0 =	0,15 m
zataženie od priečok g_{pr} =	0,75 kN/m ²
úžitkové zataženie q_k =	2,50 kN/m ²
objemová hmotnosť betónu γ =	24,0 kN/m ³

Materiálové charakteristiky nosníka:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
f_y =	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	355 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
ϵ =	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81
λ_1 =	$93,90 * \epsilon$	=	76,06

Prierezové charakteristiky nosníka:

prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	IPe
Profil =	SEL("steel/Typ; Name;)	=	IPE 500
A =	TAB("steel/Typ; A; Name=Profil)	=	116,0 cm ²
h =	TAB("steel/Typ; h; Name=Profil)	=	500,0 mm
t_w =	TAB("steel/Typ; s; Name=Profil)	=	10,2 mm
výška stojiny d_w =	TAB("steel/Typ; h1; Name=Profil)	=	426,0 mm
b =	TAB("steel/Typ; b; Name=Profil)	=	200,0 mm
t_f =	TAB("steel/Typ; t; Name=Profil)	=	16,0 mm
r =	TAB("steel/Typ; r; Name=Profil)	=	21,0 mm
I_y =	TAB("steel/Typ; Iy; Name=Profil)	=	48200,0 cm ⁴
I_z =	TAB("steel/Typ; Iz; Name=Profil)	=	2140,0 cm ⁴
I_t =	TAB("steel/Typ; IT; Name=Profil)	=	89,3 cm ⁴
$W_{el,y}$ =	TAB("steel/Typ; Wy; Name=Profil)	=	1930,0 cm ³
tiaž g =	TAB("steel/Typ; g; Name=Profil)	=	0,907 kN/m

**Výpocet zatazenia:**

vlastná tiaž betónovej dosky $g_0 = h_0 \cdot \gamma$	=	3,60 kN/m ²
vlastná tiaž ocelového nosníka $g = g$	=	0,907 kN/m
stále zatazenie $G_k = g + (g_0 + g_{pr}) \cdot l_1$	=	27,01 kN/m
náhodilé zatazenie $Q_k = q_k \cdot l_1$	=	15,00 kN/m

Stanovenie referencnej teploty T_{Ed} (EN 1993-1-10, 2.2)

najnižšia teplota vzduchu (EN 1991-1-5, NA) $T_{md} =$	-25 °C
najnižšia strata vyžarovaním (EN 1991-1-5, NA) $\Delta T_r =$	-5 °C
korekcia pre napätie a medzu klzu (EN 1993-1-10, 2.2) $\Delta T_\sigma =$	0 °C
poziadavka bezpecnosti (EN 1993-1-10, 2.2) $\Delta T_R =$	0 °C
rychlost rastu pom.deformácie (EN 1993-1-10, 2.2) $\Delta T_\varepsilon =$	0 °C
profil nie je tvarovaný za studena (EN 1993-1-10, 2.2) $\Delta T_{\varepsilon,cf} =$	0 °C

$T_{Ed} = T_{md} + \Delta T_r + \Delta T_\sigma + \Delta T_R + \Delta T_\varepsilon + \Delta T_{\varepsilon,cf}$	=	-30 °C
--	---	---------------

Výpocet ohybového momentu:

súc. kombinácie (EN 1990, A1.2.2) $\psi_1 =$	0,5	
$M_{y,Ed} = \frac{(G_k + \psi_1 \cdot Q_k) \cdot l^2}{8}$	=	431,4 kNm

Výpocet najväčšieho napätia od momentu:

$\sigma_{Ed} = (M_{y,Ed} \cdot 10^{-3}) / (W_{el,y} \cdot 10^{-6})$	=	223,5 N/mm²
---	---	-------------------------------

Úroveň napätia vzhľadom k menovitej medzi klzu:

$t_0 =$	1 mm	
$f_{y,t} = f_y - 0,25 \cdot (t_f / t_0)$	=	351 N/mm ²
$\sigma_{Ed} / f_{y,t}$	=	0,64

VÝBER KVALITY OCELE**1.Konzervatívna metóda:**

$$\begin{aligned} \sigma_{Ed} / f_{y,t} &= \underline{0,64 < 0,75} \\ T_{Ed} &= \underline{-30 \text{ } ^\circ\text{C}} \\ \text{hrúbka prvku } t_f = t_f &= \underline{16 \text{ mm}} \end{aligned}$$

podľa **tabulky 2.1 (STN EN 1993-1-10)**:

podľa tabulky kvalita ocele **S355J0** umožňuje medznú hrúbku $t = 25 \text{ mm}$
 $t_f / t = \underline{0,64 < 1}$

VYHOVUJE kvalita ocele S355J0

2.Presná metóda:

V **tabulke 2.1** (STN EN 1993-1-10) je možné lineárne interpolovať pre skutočnú hodnotu podielu napätí.

max.pripustné hrúbky prvku pre **S355JR**:

pre $\sigma_{Ed}/f_{y,t}=0,75$:

$$t_a = 15 \text{ mm}$$

pre $\sigma_{Ed}/f_{y,t}=0,50$:

$$t_b = 30 \text{ mm}$$

pre $\sigma_{Ed}/f_{y,t}=0,64$ (lineárna interpolácia):

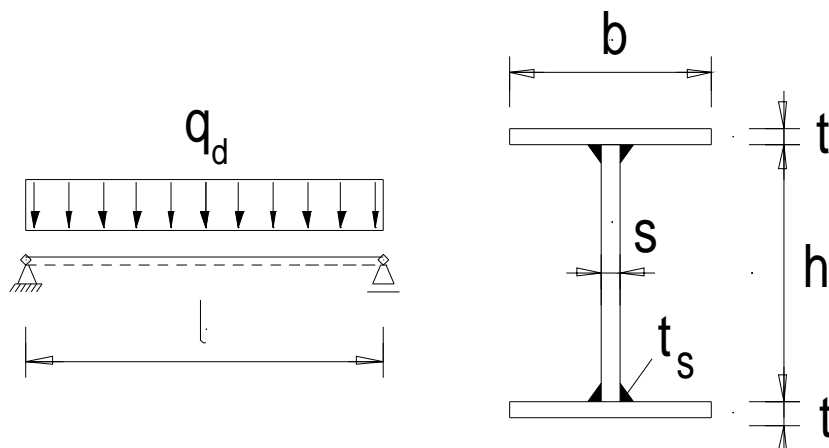
$$t = t_a + \left(\frac{t_b - t_a}{0,75 - 0,50} \right) * (0,75 - 0,64) = 21,6 \text{ mm}$$

$$t_f / t = \underline{0,74 < 1}$$

VYHOVUJE kvalita ocele S355JR

Nosníky

Prostý nosník, posúdenie na klopenie, zaťažený spodný pás:
Uloženie vidlicovité v podporách.



Geometria:

Rozpätie l =	8,00 m
Sírka príruby b =	20,00 cm
Výška stojiny h =	50,00 cm
Hrúbka príruby t =	2,50 cm
Hrúbka stojiny s =	1,20 cm
Hrúbka zvarov t_s =	0,50 cm

Výpočtové zaťaženie:

q_d =	50,00 kN/m
---------	-------------------

Materiály a napätia:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
E_s =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
G =	TAB("steel/EC"; G; NameEN=ocel)	=	81000 N/mm ²
f_y =	TAB("steel/EC"; f_y ; NameEN=ocel)	=	355 N/mm ²
ε =	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81

Parciálny súčiniteľ materiálu:

γ_M =	1,10
--------------	------

Klasifikácia prierezu podľa Tabuľky 5.2 (vid str. 43-44 normy STN EN 1993-1-1) :

Príruba:

c =	$\frac{b}{2} - t_s \cdot \sqrt{2}$	=	3,72 cm
$\frac{c}{9 \cdot \varepsilon}$		=	0,51 < 1

Prierez triedy 1

Stojina:

$$d = h - 2 * t_s * \sqrt{2} = 48,59 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{s * 72 * \epsilon} = 0,69 < 1$$

Prierez triedy 1

Posúdenie na ohybový moment:

$$W_{pl} = \left(b * t * \frac{h+t}{2} + \frac{h}{2} * s * \frac{h}{4} \right) * 2 = 3375,00 \text{ cm}^3$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_M * 10^3} = 1089,20 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{q_d * l^2}{8} = 400,00 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \underline{0,37 < 1}$$

Posúdenie na šmykovú silu:

$$A_v = h * s = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_M * 10} = 1117,96 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = q_d * \frac{l}{2} = 200,00 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \underline{0,18 < 1}$$

Posúdenie na klopenie:

$$I_z = 2 * t * \frac{b^3}{12} = 3333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_w = I_z * \frac{(h+t)^2}{4} = 2,297 * 10^6 \text{ cm}^6$$

$$I_t = \frac{1}{3} * (2 * b * t^3 + h * s^3) = 237,13 \text{ cm}^4$$

Súčinitele pre stanovenie kritického momentu (podľa STN EN 1993-1-1 / NA, Tab. NB.3.2, str. 15)

súc. vzp. dĺžky podľa Tab. NB.4.1 k =	1,00
súc. vzp. dĺžky podľa Tab. NB.4.1 k_w =	1,00
podľa Tab. NB.3.2 C_1 =	1,13
podľa Tab. NB.3.2 C_2 =	0,46
podľa Tab. NB.3.2 C_3 =	0,53
pre zataženie hornej príruby platí súradnica z_a =	-27,50 cm
vzdialenosť bodu ťažiska od stredu otáčania z_s =	0,00 cm
pre dvojsoú symetriu platí z_j =	0,00 cm
$z_g = z_a - z_s$	= -27,50 cm

Kritický moment vzpernej odolnosti pri strate stability klopením M_{cr} :

$$P_1 = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z}{(k \cdot l \cdot 100)^2} = 12198,18$$

$$P_2 = \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot l \cdot 100)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2} = 51,27$$

$$P_3 = C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j = -12,65$$

$$M_{cr} = P_1 \cdot \frac{P_2 - P_3}{10^3} = 779,71 \text{ kNm}$$

Pre triedu prierezu 1 platí $\beta_w = 1,00$

$$\lambda_{\text{trans,LT}} = \sqrt{\beta_w \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{10^3 \cdot M_{cr}}} = 1,240$$

Použijem vzpernú krivku klopenia podľa Tabuľky 6.4 (strana 61) "c" \Rightarrow odčítam si z Tabuľky 6.3 :

$$\alpha_{LT} = 0,49$$

$$\varphi_{LT} = \frac{0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{\text{trans,LT}} - 0,2) + \lambda_{\text{trans,LT}}^2)}{1} = 1,524$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{\text{trans,LT}}^2}} = 0,415$$

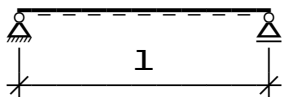
$$M_{b,Rd} = \beta_w \cdot \chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_M \cdot 10^3} = 452,02 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \underline{0,88 < 1}$$

Prostý nosník nechránený za požiaru

STN EN 1993-1-2 Navrhovanie konštrukcií na účinky požiaru

Ocelový nosník je súčasťou stropnej konštrukcie administratívnej budovy. Nosník je zatažený rovnomerným spojitým zatažením a je zaistený proti klopeniu zelezobetónovú doskou. Pozaduje sa, aby nosník mal požiaru odolnosť R15.



Vstupné údaje:

$$\text{Rozpätie } l = 7,40 \text{ m}$$

Zaťaženie:

$$\text{Stále } g_k = 4,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Náhodilé } q_k = 7,8 \text{ kN/m}$$

Materiál:

$$\text{Ocel} = \text{SEL}(\text{"steel/EC"; NameEN; }) = \text{S275}$$

$$E_s = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; E; NameEN=Ocel}) = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=Ocel}) = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,924$$

Súčinitele spoľahlivosti:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,00$$

Redukčný súčiniteľ (Tabulka A1.1 normy STN EN 1990):

$$\text{pre administratívne budovy platí } \psi_{2,1} = 0,3$$

Návrh za bežnej teploty podľa STN EN 1993-1-1:

Charakteristická hodnota zataženia je

$$v_k = g_k + q_k = 12,60 \text{ kN/m}$$

Návrhová hodnota zataženia je

$$v_d = g_k * \gamma_G + q_k * \gamma_Q = 18,18 \text{ kN/m}$$

Ohybový moment a posúvajúca sila:

$$M_{Ed} = v_d * l^2 / 8 = 124,4 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = v_d * l / 2 = 67,3 \text{ kNm}$$

Posúdenie na ohyb pri bežnej teplote:

Profil Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	IPe
Zvolený Profil =	SEL("steel/"Typ; Name; Mplyd≥M _{Ed})	=	IPe 300
plast. moment pre S235 M _{pl,yd} =	TAB("steel/"Typ; Mplyd; Name=Profil)	=	139,00 kNm
plast. moment pre S275 M _{pl,yd} =	f _y *M _{pl,yd} /235	=	162,66 kNm

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,yd}} = \underline{0,76 < 1}$$

VYHOVUJE, nakoľko žb. doska zaisťuje nosník proti klopeniu.

Prierezové charakteristiky:

Výška h =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	300,0 mm
Výška stojiny d _w =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	248,0 mm
Hrúbka stojiny t _w =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	7,1 mm
Sírka pása b =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	150,0 mm
Hrúbka pása t _f =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	10,7 mm
Polomer r =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	15,0 mm
Plocha A =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	53,8 cm ²
Moment zotrvačnosti I =	TAB("steel/"Typ; Iy; Name=Profil)	=	8360,0 cm ⁴

Zatriedenie prierezu podľa Tab. 5.2 (vid str. 43-44 normy STN EN 1993-1-1):

Stojina:

$$\frac{d_w}{t_w} = 0,53 < 1$$

Pás:

$$\frac{b}{2 * t_f} = 0,76 < 1$$

⇒ Prierez triedy 1.

Posúdenie na šmyk pri bežnej teplote:

$$A_v = 1,04 * h * t_w / 100 = 22,15 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0} * 10} = 351,68 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \underline{0,19 < 1}$$

Posúdenie priehybu:

$$\delta_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{v_k \cdot (l \cdot 100)^4}{E_s \cdot I \cdot 10} = 2,80 \text{ cm}$$

$$\frac{\delta_{\max}}{l \cdot \frac{100}{250}} = 0,95 < 1$$

Prierez za bežnej teploty **VYHOVUJE**

Posúdenie únosnosti v prípade požiaru podľa STN EN 1993-1-2:

Redukčný súčiniteľ pre kombináciu zaťaženií podľa vzťahu (2.5) normy STN EN 1992-1-2:

$$\eta_{fi} = \frac{(g_k + \psi_{2,1} \cdot q_k)}{(\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k)} = 0,393$$

Ohybový moment a priecna sila:

$$M_{fi,Ed} = \eta_{fi} \cdot M_{Ed} = 48,9 \text{ kNm}$$

$$V_{fi,Ed} = \eta_{fi} \cdot V_{Ed} = 26,4 \text{ kN}$$

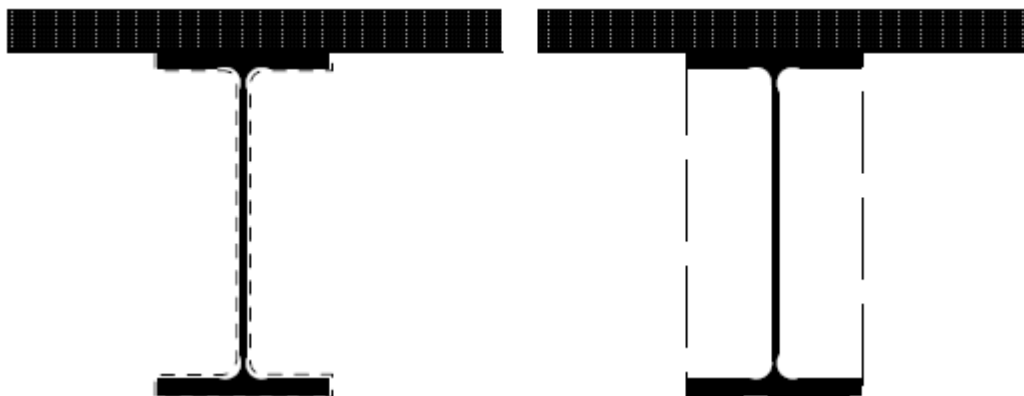
Výpočet teploty plynu v požiarom úseku:

Použije sa normalizovaná telotná krivka podľa §3.2.1 normy STN EN 1991-1-2:

$$\Theta_g = 20 + 345 \cdot \log_{10}(\delta \cdot t + 1) \text{[}^\circ\text{C]} \text{ kde } t \text{ je čas [min.]}$$

Určenie teploty nosníka:

Pre určenie súčiniteľa prierezu se použije obvod prierezu vystavený účinkom požiaru, ktorý je vyznačený bodkovanou čiarou, vid' obrázok:



Pomocná hodnota pre súčiniteľ prierezu nechránených oceľových prútov : $X = A_m / V$

$$X = \frac{3 \times b + 2 \times (h - t_w - 4 \times r) + 2 \times \pi \times r}{A \times 100} = 0,188 \text{ mm}^{-1}$$

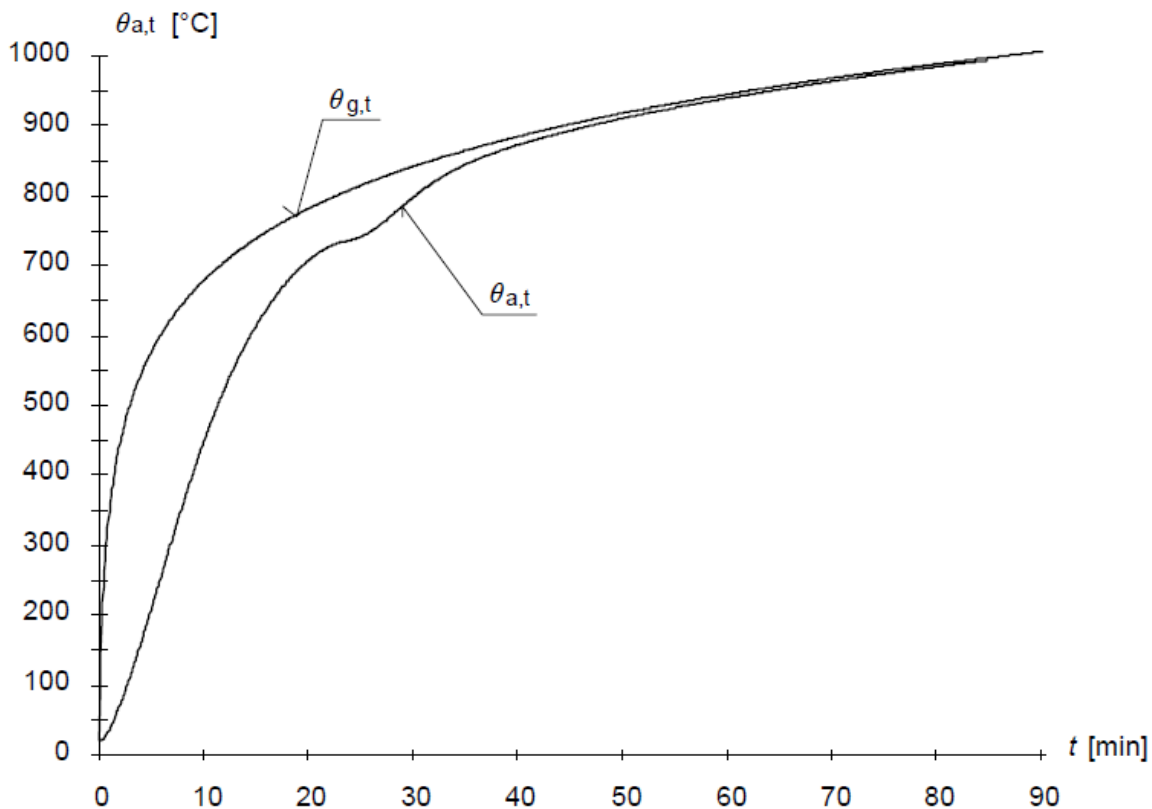
Opravný faktor tienenia pre I- prierezy sa určí nasledovne:

$$k_{sh} = 0,9 \times \frac{b + 2 \times h}{A \times 100} = 0,667$$

Prírastok teploty nechráneného prierezu sa určí zo vzťahu (vid' § 4.2.5.1 normy EN 1993-1-2):

$$\Delta\Theta_{a,t} = k_{sh} \times \frac{X \times h_{net} \times \Delta t}{c_a \times \rho_a}$$

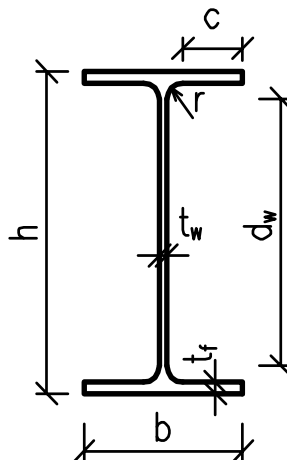
Teplota prierezu v case t = 15 minút sa odcíta z grafu:



Teplota prierezu v case 15minút je $\Theta_a = 614 \text{ } ^\circ\text{C}$

Výpočet únosnosti

Klasifikácia prierezu za zvýšenej teploty:



$$c = \frac{b - (2 \cdot r + t_w)}{2} = 56,45 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = 5,28 < 9$$

V **tabulke 5.2** pre normálne teploty je hranicná stíhlosť pásnice $9 \cdot \epsilon$ Pre zatriedenie pri požiari sa hodnota ϵ redukuje na 85% hodnoty pri bežnej teplote.

Cize posúdenie stíhlosti tlačenej pásnice v nasom prípade bude:

$$(c/t_f) / (9 \cdot 0,85 \cdot \epsilon) = \underline{0,75 < 1}$$

⇒ VYHOVUJE, pásnica je **triedy 1**.V **tabulke 5.2** pre normálne teploty je hranicná stíhlosť stojiny $72 \cdot \epsilon$ Pre zatriedenie pri požiari sa hodnota ϵ redukuje na 85% hodnoty pri bežnej teplote.

Cize posúdenie stíhlosti tlačenej stojiny v nasom prípade bude:

$$(c/t_w) / (72 \cdot 0,85 \cdot \epsilon) = \underline{0,14 < 1}$$

⇒ VYHOVUJE, stojina je **triedy 1**.Redukčný súčiniteľ $k_{y,\theta}$ pre teplotu prierezu $\Theta_a = 614 \text{ °C}$ sa interpoluje z **Tabulky 3.1** (STN EN 1993-1-2):

$$k_{y,\theta} = 0,436$$

Pokial je nosník vystavený účinkom z troch strán a zhora chránený betónovou doskou, nerovnomerné rozdelenie teploty po priereze zohľadnený súčiniteľom - vid § **4.2.3.3** (7):

$$\kappa_1 = 0,7$$

Súčiniteľ, ktorý vyjadruje nerovnomerné rozdelenie teploty pozdĺž nosníka - vid § **4.2.3.3** (8):

$$\kappa_2 = 1,0$$

Momentová únosnosť pri teplote $\Theta_a = 614 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{1}{\kappa_1 * \kappa_2} * (k_{y,\Theta} * M_{pl,yd} / \gamma_{M,fi}) = 101,3 \text{ kNm}$$

$$M_{fi,Ed} / M_{fi,t,Rd} = \underline{0,5 < 1}$$

VYHOVUJE

$$\text{plocha stojiny } A_{V,z} = (h-t_f) * t_w = 2054 \text{ mm}^2$$

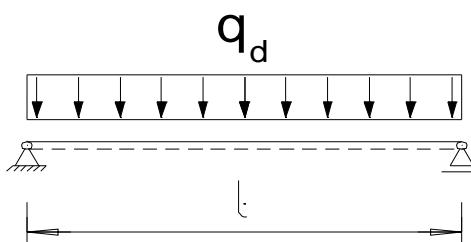
Šmyková únosnosť pri teplote $\Theta_a = 614 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$V_{fi,t,Rd} = k_{y,\Theta} * \frac{A_{V,z} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M,fi} * 1000} = 142 \text{ kN}$$

$$V_{fi,Ed} / V_{fi,t,Rd} = \underline{0,19 < 1}$$

VYHOVUJE

Prostý nosník:



Rozpätie $l = 7,50$ m

Zaťaženie:

Vlastná tiaž nosníka $g_{0,k} = 0,36$ kN/m

Vlastná tiaž skladby podlahy $g_{1,k} = 2,64$ kN/m

Užitocné $q_{1,k} = 5,00$ kN/m

Materiál:

Ocel = SEL("Steel/EC"; NameEN;) = **S235**

$E_s =$ TAB("Steel/EC"; E; NameEN=Ocel) = 210000 N/mm²

$f_y =$ TAB("Steel/EC"; f_y ; NameEN=Ocel) = 235 N/mm²

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 1,00$

Súčinitele bezpečnosti:

$\gamma_G = 1,35$

$\gamma_Q = 1,50$

$\psi = 0,90$

$\gamma_{M0} = 1,10$

Výpočtová hodnota zaťaženia:

$q_{ULS} = \gamma_G \cdot (g_{0,k} + g_{1,k}) + \gamma_Q \cdot q_{1,k} = 11,55$ kN/m

Výpočtová hodnota ohybového momentu:

$M_{Ed} = \frac{q_{ULS} \cdot l^2}{8} = 81,21$ kNm

Profil Typ = SEL("steel/Profils"; Name;) = IPE

Zvolený Profil = SEL("steel/"Typ; Name; Mplyd $\geq M_{Ed}$) = **IPE 270**

plastický moment prierezu

$M_{pl,yd} =$ TAB("steel/"Typ; Mplyd; Name=Profil) = 107,00 kNm

$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,yd}} = \underline{\underline{0,76 < 1}}$

Prierezové charakteristiky:

Plocha A =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	45,90 cm ²
Výška h =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	270,00 mm
Výška stojiny d_w =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	219,00 mm
Hrúbka stojiny t_w =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	6,60 mm
Sírka pása b =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	135,00 mm
Hrúbka pása t_f =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	10,20 mm
Polomer zaoblenia r =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	15,00 mm
Moment zotravnosti I =	TAB("steel/"Typ; Iy; Name=Profil)	=	5790,00 cm ⁴

Zatriedenie prierezu podľa Tab. 5.2 (vid str. 43-44 normy STN EN 1993-1-1):**Stojina:**

$$\frac{d_w}{t_w} = 72 * \epsilon = 0,46 < 1$$

Pás:

$$\frac{b}{2 * t_f} = 9 * \epsilon = 0,74 < 1$$

⇒ Prierez triedy 1.

Posúdenie na šmyk:

$$V_{Ed} = 0,5 * q_{ULS} * l = 43,31 \text{ kN}$$

$$A_v = A * 10^2 - 2 * b * t_f + (t_w + 2 * r) * t_f = 2209,3 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} * 10^{-3} = 272,50 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = 0,16 < 1$$

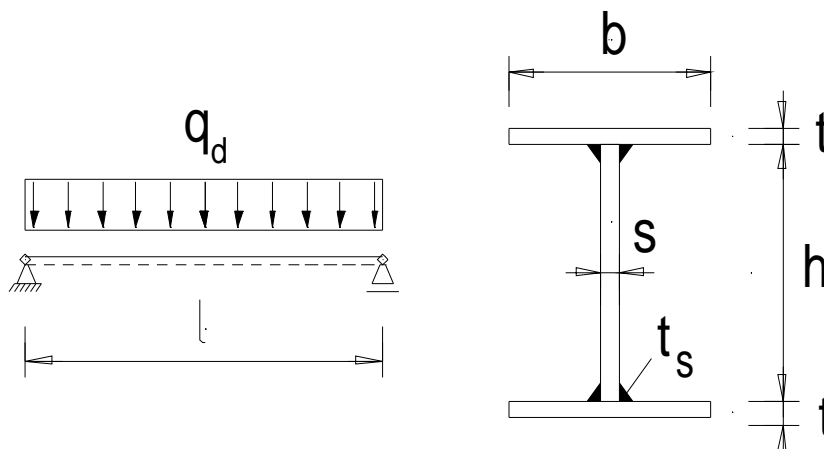
Posúdenie na použiteľnosť:

$$q_{SLS} = g_{0,k} + g_{1,k} + q_{1,k} = 8,00 \text{ kN/m}$$

$$\delta_{max} = \frac{5}{384} * \frac{q_{SLS} * (l * 100)^4}{E_s * I * 10} = 2,71 \text{ cm}$$

$$\frac{\delta_{max}}{l * \frac{100}{250}} = 0,90 < 1$$

Prostý nosník, posúdenie na klopenie, zaťaženie v ťažisku:
Uloženie vidlicovité v podporách.

**Geometria:**

Rozpätie $l =$	8,00 m
Sírka prírubby $b =$	20,00 cm
Výška stojiny $h =$	50,00 cm
Hrúbka prírubby $t =$	2,50 cm
Hrúbka stojiny $s =$	1,20 cm
Hrúbka zvarov $t_s =$	0,50 cm

Výpočtové zaťaženie:

$q_d =$	45,00 kN/m
---------	-------------------

Materiály a napätia:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$E_s =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
$G =$	TAB("steel/EC"; G; NameEN=ocel)	=	81000 N/mm ²
$f_y =$	TAB("steel/EC"; f _y ; NameEN=ocel)	=	355 N/mm ²
$\varepsilon =$	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81
Parciálny súčiniteľ materiálu:			
$\gamma_M =$			1,10

Klasifikácia prierezu podľa Tabuľky 5.2 (vid str. 43-44 normy STN EN 1993-1-1) :

Príruba:

$c =$	$\frac{\frac{b}{2} - t_s \cdot \sqrt{2}}{t}$	=	3,72 cm
$\frac{c}{9 \cdot \varepsilon}$		=	0,51 < 1
Prierez triedy 1			

Stojina:

$$d = h - 2 * t_s * \sqrt{2} = 48,59 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{s * 72 * \epsilon} = 0,69 < 1$$

Prierez triedy 1

Posúdenie na ohybový moment:

$$W_{pl} = \left(b * t * \frac{h+t}{2} + \frac{h}{2} * s * \frac{h}{4} \right) * 2 = 3375,00 \text{ cm}^3$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_M * 10^3} = 1089,20 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{q_d * l^2}{8} = 360,00 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = 0,33 < 1$$

Posúdenie na šmykovú silu:

$$A_v = h * s = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_M * 10} = 1117,96 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = q_d * \frac{l}{2} = 180,00 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = 0,16 < 1$$

Posúdenie na klopenie:

$$I_z = 2 * t * \frac{b^3}{12} = 3333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_w = I_z * \frac{(h+t)^2}{4} = 2,297 * 10^6 \text{ cm}^6$$

$$I_t = \frac{1}{3} * (2 * b * t^3 + h * s^3) = 237,13 \text{ cm}^4$$

Súčinitele pre stanovenie kritického momentu (podľa STN EN 1993-1-1 / NA, Tab. NB.3.2, str. 15)

súc. vzp. dĺžky podľa Tab. NB.4.1 k =	1,00
súc. vzp. dĺžky podľa Tab. NB.4.1 k_w =	1,00
podľa Tab. NB.3.2 C_1 =	1,13
podľa Tab. NB.3.2 C_2 =	0,46
podľa Tab. NB.3.2 C_3 =	0,53
pre zataženie hornej príruby platí súradnica z_a =	0,00 cm
vzdialenosť bodu ťažiska od stredu otáčania z_s =	0,00 cm
pre dvojsoú symetriu platí z_j =	0,00 cm

Kritický moment vzpernej odolnosti pri strate stability klopením M_{cr} :

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z}{(k \cdot l \cdot 10^2)^2} \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot l \cdot 10^2)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z}}}{10^3} = 606,05 \text{ kNm}$$

Pre triedu prierezu 1 platí $\beta_w = 1,00$

$$\lambda_{trans,LT} = \sqrt{\beta_w \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{10^3 \cdot M_{cr}}} = 1,406$$

Použijem vzpernú krivku klopenia podľa Tabuľky 6.4 (strana 61) "c" \Rightarrow odčítam si z Tabuľky 6.3 :

$$\alpha_{LT} = 0,49$$

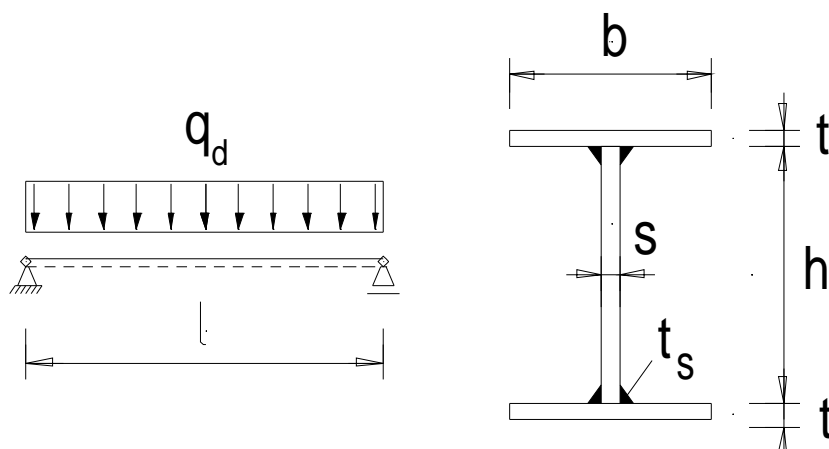
$$\phi_{LT} = \frac{0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{trans,LT} - 0,2) + \lambda_{trans,LT}^2)}{1} = 1,784$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{trans,LT}^2}} = 0,347$$

$$M_{b,Rd} = \beta_w \cdot \chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_M \cdot 10^3} = 377,95 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \underline{0,95 < 1}$$

Prostý nosník, posúdenie na klopenie, zaťažený horný pás:
Uloženie vidlicovité v podporách.

**Geometria:**

Rozpätie l =	8,00 m
Sírka príruby b =	20,00 cm
Výška stojiny h =	50,00 cm
Hrúbka príruby t =	2,50 cm
Hrúbka stojiny s =	1,20 cm
Hrúbka zavrov t_s =	0,50 cm

Výpočtové zaťaženie:

q_d =	36,00 kN/m
---------	-------------------

Materiály a napätia:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
E_s =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
G =	TAB("steel/EC"; G; NameEN=ocel)	=	81000 N/mm ²
f_y =	TAB("steel/EC"; f_y ; NameEN=ocel)	=	355 N/mm ²
ε =	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81
Parciálny súčiniteľ materiálu:			
γ_M =			1,10

Klasifikácia prierezu podľa Tabuľky 5.2 (vid str. 43-44 normy STN EN 1993-1-1) :

Príruba:

c =	$\frac{\frac{b}{2} - t_s \cdot \sqrt{2}}{t}$	=	3,72 cm
	$\frac{c}{9 \cdot \varepsilon}$	=	0,51 < 1
Prierez triedy 1			

Stojina:

$$d = h - 2 * t_s * \sqrt{2} = 48,59 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{s * 72 * \epsilon} = 0,69 < 1$$

Prierez triedy 1

Posúdenie na ohybový moment:

$$W_{pl} = \left(b * t * \frac{h+t}{2} + \frac{h}{2} * s * \frac{h}{4} \right) * 2 = 3375,00 \text{ cm}^3$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_M * 10^3} = 1089,20 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{q_d * l^2}{8} = 288,00 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \underline{0,26 < 1}$$

Posúdenie na šmykovú silu:

$$A_v = h * s = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_M * 10} = 1117,96 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = q_d * \frac{l}{2} = 144,00 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \underline{0,13 < 1}$$

Posúdenie na klopenie:

$$I_z = 2 * t * \frac{b^3}{12} = 3333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_w = I_z * \frac{(h+t)^2}{4} = 2,297 * 10^6 \text{ cm}^6$$

$$I_t = \frac{1}{3} * (2 * b * t^3 + h * s^3) = 237,13 \text{ cm}^4$$

Súčinitele pre stanovenie kritického momentu (podľa STN EN 1993-1-1 / NA, Tab. NB.3.2, str. 15)

súc. vzp. dĺžky podľa Tab. NB.4.1 k =	1,00
súc. vzp. dĺžky podľa Tab. NB.4.1 k_w =	1,00
podľa Tab. NB.3.2 C_1 =	1,13
podľa Tab. NB.3.2 C_2 =	0,46
podľa Tab. NB.3.2 C_3 =	0,53
pre zataženie hornej príruby platí súradnica z_a =	27,50 cm
vzdialenosť bodu ťažiska od stredu otáčania z_s =	0,00 cm
pre dvojsoú symetriu platí z_j =	0,00 cm
$z_g = z_a - z_s$	= 27,50 cm

Kritický moment vzpernej odolnosti pri strate stability klopením M_{cr} :

$$P_1 = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z}{(k \cdot l \cdot 100)^2} = 12198,18$$

$$P_2 = \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot l \cdot 100)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2} = 51,27$$

$$P_3 = C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j = 12,65$$

$$M_{cr} = P_1 \cdot \frac{P_2 - P_3}{10^3} = 471,09 \text{ kNm}$$

Pre triedu prierezu 1 platí $\beta_w = 1,00$

$$\lambda_{trans,LT} = \sqrt{\beta_w \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{10^3 \cdot M_{cr}}} = 1,595$$

Použijem vzpernú krivku klopenia podľa Tabuľky 6.4 (strana 61) "c" \Rightarrow odčítam si z Tabuľky 6.3 :

$$\alpha_{LT} = 0,49$$

$$\varphi_{LT} = \frac{0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{trans,LT} - 0,2) + \lambda_{trans,LT}^2)}{1} = 2,114$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{trans,LT}^2}} = 0,286$$

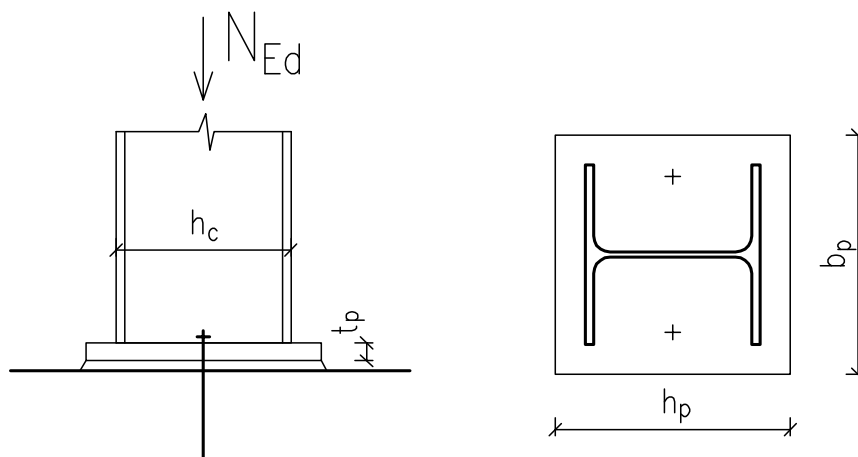
$$M_{b,Rd} = \beta_w \cdot \chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_M \cdot 10^3} = 311,51 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \underline{0,92 < 1}$$

Pätky_stlpov

Pätka oceľového stĺpa - kĺbové uloženie

Geometria:



Materiál a napätia:

Stlp a pätná doska:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
f_y =	TAB("steel/EC"; f_y ; NameEN=ocel)	=	235 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E ; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
ε =	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	1,00
parc.súc. bezpecnosti γ_{M5} =			1,00
parc.súc. bezpecnosti γ_{M0} =			1,00
λ_1 =	$93,90 * \varepsilon$	=	93,90

Základ:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton)	=	25,0 N/mm ²
súc.uvaz.dlhod.úcinke na tlak.pevnost bet. α_{cc} =			1,0
súcinitel spolahlivosti γ_c =			1,5
f_{cd} =	$\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$	=	16,7 N/mm ²
f_{ctm} =	TAB("concrete/EC"; f_{ctm} ; Name=Beton)	=	2,6 N/mm ²

Návrhová osová sila v päte stĺpa:

$N_{j,Ed}$ =		=	1500,0 kN
--------------	--	---	------------------

Prierez:

prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 360
A_0 =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	143,00 cm ²
h_c =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	350,00 mm
t_{wc} =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	10,00 mm
výška stojiny d_{wc} =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	261,00 mm
b_{fc} =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	300,00 mm
t_{fc} =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	17,50 mm
r =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	27,00 mm
i_y =	TAB("steel/"Typ; iy; Name=Profil)	=	15,20 cm
i_z =	TAB("steel/"Typ; iz; Name=Profil)	=	7,43 cm

Pevnosť základu v uložení:

súčiniteľ materiálu β_j =	$\frac{2}{3}$	=	0,667
súčiniteľ zvýšenia pevnosti $\alpha = \sqrt{A_{c1}/A_{c0}}$			
rozmery základu nie sú známe $\Rightarrow \alpha =$			1,5
návrhová pevnosť základu v uložení $f_{jd} = \alpha \cdot \beta_j \cdot f_{cd}$		=	16,7 N/mm ²

Urcenie plochy pätnjej dosky:

$$A_{c0} = \text{MAX}\left(\frac{1}{h_c \cdot b_{fc}} \cdot \left(\frac{N_{j,Ed} \cdot 10^3}{f_{cd}}\right)^2; \frac{N_{j,Ed} \cdot 10^3}{f_{cd}}\right) = 89820 \text{ mm}^2$$

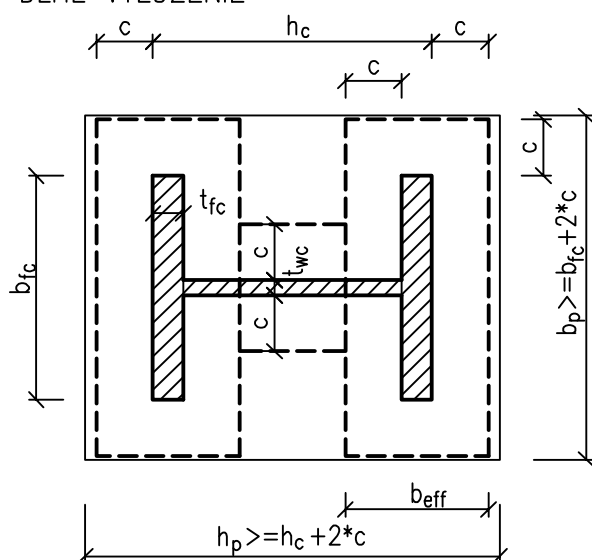
$$0,95 \cdot h_c \cdot b_{fc} = 99750 \text{ mm}^2$$

$$A_{c0} / (0,95 \cdot h_c \cdot b_{fc}) = \mathbf{0,90 < 1}$$

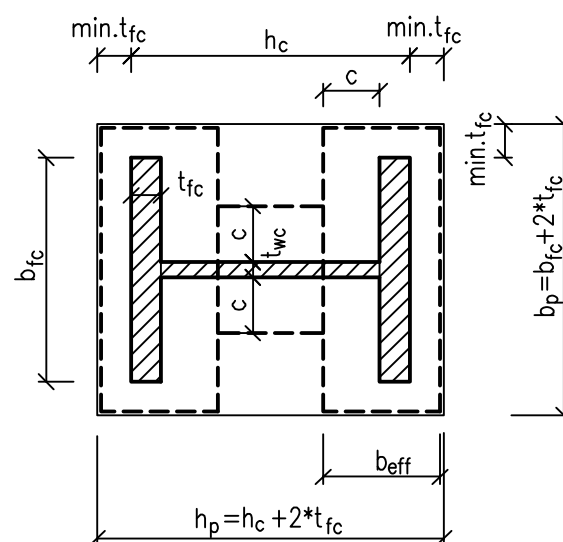
$A_{c0} < 0,95 \cdot h_c \cdot b_{fc} \Rightarrow$ krátke vyloženie pätnjej dosky

$A_{c0} \geq 0,95 \cdot h_c \cdot b_{fc} \Rightarrow$ dlhé vyloženie pätnjej dosky

DLHÉ VYLOŽENIE



KRÁTKE VYLOŽENIE



rozmary pätnej dosky s krátkym vyložením:

$$b_p = b_{fc} + 2 \cdot t_{fc} = 335 \text{ mm}$$

$$h_p = h_c + 2 \cdot t_{fc} = 385 \text{ mm}$$

$$\text{zvolená šírka } b_p = \underline{340 \text{ mm}}$$

$$\text{zvolená výška } h_p = \underline{390 \text{ mm}}$$

$$A_{c0} = b_p \cdot h_p = 132600 \text{ mm}^2$$

Posúdenie únosnosti v uložení:

$$N_{j,Rd} = f_{jd} \cdot (2 \cdot (b_{fc} + 2 \cdot t_{fc}) \cdot (c + 2 \cdot t_{fc}) + (h_c - 2 \cdot c - 2 \cdot t_{fc}) \cdot (2 \cdot c + t_{wc}))$$

$$\text{prídavná nosná šírka } c = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A}$$

Konštanta	Krátke vyloženie pätnej dosky	Dlhé vyloženie pätnej dosky	
	T-profily sa neprekrývajú	T-profily sa neprekrývajú	T-profily s prekrývaním
A	2	2	2
B	$-(b_{fc} - t_{wc} + h_c)$	$+(2 \cdot b_{fc} - t_{wc} + h_c)$	$+(b_{fc} + h_c)$
C	$+(N_{j,Ed}/2 \cdot f_{jd}) - (2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + 4 \cdot t_{fc}^2 + 0,5 \cdot h_c \cdot t_{wc} - t_{fc} \cdot t_{wc})$	$+(b_{fc} \cdot t_{fc} + 0,5 \cdot h_c \cdot t_{wc} - t_{fc} \cdot t_{wc}) - (N_{j,Ed}/2 \cdot f_{jd})$	$+(b_{fc} \cdot h_c)/2 - (N_{j,Ed}/2 \cdot f_{jd})$

pre krátke vyloženie dosky:

$$A = 2$$

$$B = -(b_{fc} - t_{wc} + h_c) = -640,0 \text{ mm}$$

$$C = 0,5 \cdot N_{j,Ed} \cdot 10^3 / f_{jd} - (2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + 4 \cdot t_{fc}^2 + 0,5 \cdot h_c \cdot t_{wc} - t_{fc} \cdot t_{wc}) = 31610 \text{ mm}^2$$

$$c = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} = 61 \text{ mm}$$

kontrola rozmerov dosky:

$$(h_c - 2 \cdot t_{fc})/2 = 157,5 \text{ mm}$$

$$c / ((h_c - 2 \cdot t_{fc})/2) = 0,39 < 1$$

VYHOVUJE

$$(b_p - t_{wc})/2 = 165,0 \text{ mm}$$

$$c / ((b_p - t_{wc})/2) = 0,37 < 1$$

VYHOVUJE

$$N_{j,Rd} = f_{jd} \cdot 10^{-3} \cdot \left(2 \cdot \left(b_p \cdot \left(\frac{h_p - h_c}{2} + t_{fc} + c \right) \right) + (h_c - 2 \cdot c - 2 \cdot t_{fc}) \cdot (2 \cdot c + t_{wc}) \right) = 1544,0 \text{ kN}$$

$$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} = \underline{0,97 < 1}$$

VYHOVUJE

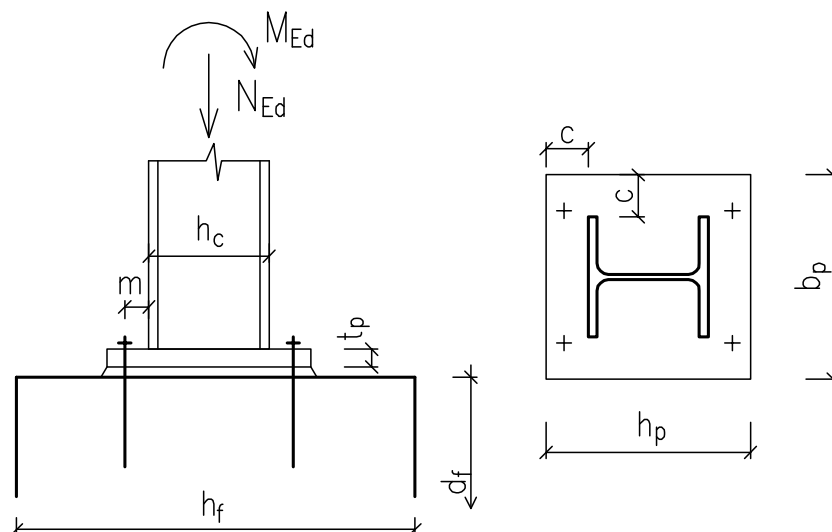
Stanovenie hrúbky pätnej dosky:

$$\text{min. hrúbka } t_{p,min} = \frac{c}{\sqrt{f_y / (3 \cdot f_{jd} \cdot \gamma_{M0})}} = 28,2 \text{ mm}$$

$$\text{zvolená hrúbka pätnej dosky } t_p = \underline{30 \text{ mm}}$$

Pätka oceľového stípa - votknutie

Úlohou je stanoviť moment únosnosti kotvenia pri danej osovej sile.

Geometria:Vstupné údaje:Zataženie:

$N_{Ed} = 500,0 \text{ kN}$

Rozmery pätnnej dosky:

hrúbka $t_p = 30 \text{ mm}$
 šírka $b_p = 340 \text{ mm}$
 výška $h_p = 340 \text{ mm}$

Základ:

šírka $b_f = 1600 \text{ mm}$
 dĺžka $h_f = 1600 \text{ mm}$
 hĺbka $d_f = 1000 \text{ mm}$

Materiál a napätia:Stĺp a pätná doska:

ocel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S235**
 $f_y = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=ocel}) = 235 \text{ N/mm}^2$
 $E = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } E; \text{ NameEN=ocel}) = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 1,00$
 parc.súc. bezpecnosti $\gamma_{M0} = 1,10$
 parc.súc. bezpecnosti $\gamma_{M2} = 1,25$
 $\lambda_1 = 93,90 * \epsilon = 93,90$

Základ:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C12/15
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	12,0 N/mm ²
α_{cc} =		=	1,0
súčiniteľ spoľahlivosti γ_c =		=	1,5
f_{cd} =	$\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$	=	8,0 N/mm ²
f_{ctm} =	TAB("concrete/EC"; fctm; Name=Beton)	=	1,6 N/mm ²

Prierezové hodnoty stĺpa:

prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEB
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEB 200
A_0 =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	78,10 cm ²
h_c =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	200,00 mm
t_{wc} =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	9,00 mm
výška stojiny d_{wc} =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	134,00 mm
b_{fc} =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	200,00 mm
t_{fc} =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	15,00 mm
r =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	18,00 mm
i_y =	TAB("steel/"Typ; iy; Name=Profil)	=	8,54 cm
i_z =	TAB("steel/"Typ; iz; Name=Profil)	=	5,07 cm

Kotevné skrutky:

kotevná skrutka KS =	SEL("steel/bolt"; BS;)	=	M 24
trieda skrutiek SC =	SEL("steel/bolt"; SC;)	=	4.6
f_{ub} =	TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC)	=	400 N/mm ²
A_s =	TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100	=	353 mm ²

únosnosť skrutiek v tahu:

$$F_{2s,Rd} = \frac{2 * 0,9 * f_{ub} * 10^{-3} * A_s}{\gamma_{M2}} = \mathbf{203,3 \text{ kN}}$$

únosnosť pätnjej dosky v ohybe:

m =		=	40 mm
W_{el} =	$b_p * t_p^2 / 6$	=	51000 mm ³
$F_{p,Rd}$ =	$\frac{W_{el} * f_y * 10^{-3}}{m * \gamma_{M0}}$	=	272,4 kN
$F_{2s,Rd} / F_{p,Rd}$		=	0,75 < 1

Tlacená časť:

umiestnenie pätnjej dosky:

e_h =	$(h_f - h_p) / 2$	=	630 mm
e_b =	$(b_f - b_p) / 2$	=	630 mm
súčiniteľ materiálu podliatia β_j =	2/3	=	0,667

súčiniteľ zvýšenia pevnosti $\alpha = \sqrt{A_{c1} / A_{c0}}$

$$\alpha = \text{MIN}(1 + (d_f / \text{MAX}(h_p, b_p)) ; 1 + 2 * (e_h / h_p) ; 1 + 2 * (e_b / b_p) ; 3) = 3,0$$

(ked rozmery základu **nie sú známe** $\Rightarrow \alpha = 1,5$)

$$\text{návrhová pevnost základu v uložení } f_{jd} = \alpha * \beta_j * f_{cd} = 16,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{prídavná nosná šírka } c = t_p * \sqrt{\frac{f_y}{3 * f_{jd} * \gamma_{M0}}} = 63,3 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = A_{eff} * f_{jd} - F_{2s,Rd}$$

$$A_{eff} = \frac{N_{Ed} + F_{2s,Rd}}{f_{jd} * 10^{-3}} = 43956 \text{ mm}^2$$

$$b_{eff} = \frac{A_{eff}}{b_{fc} + 2 * c} = 134,6 \text{ mm}$$

$$d_b = h_c / 2 + m = 140 \text{ mm}$$

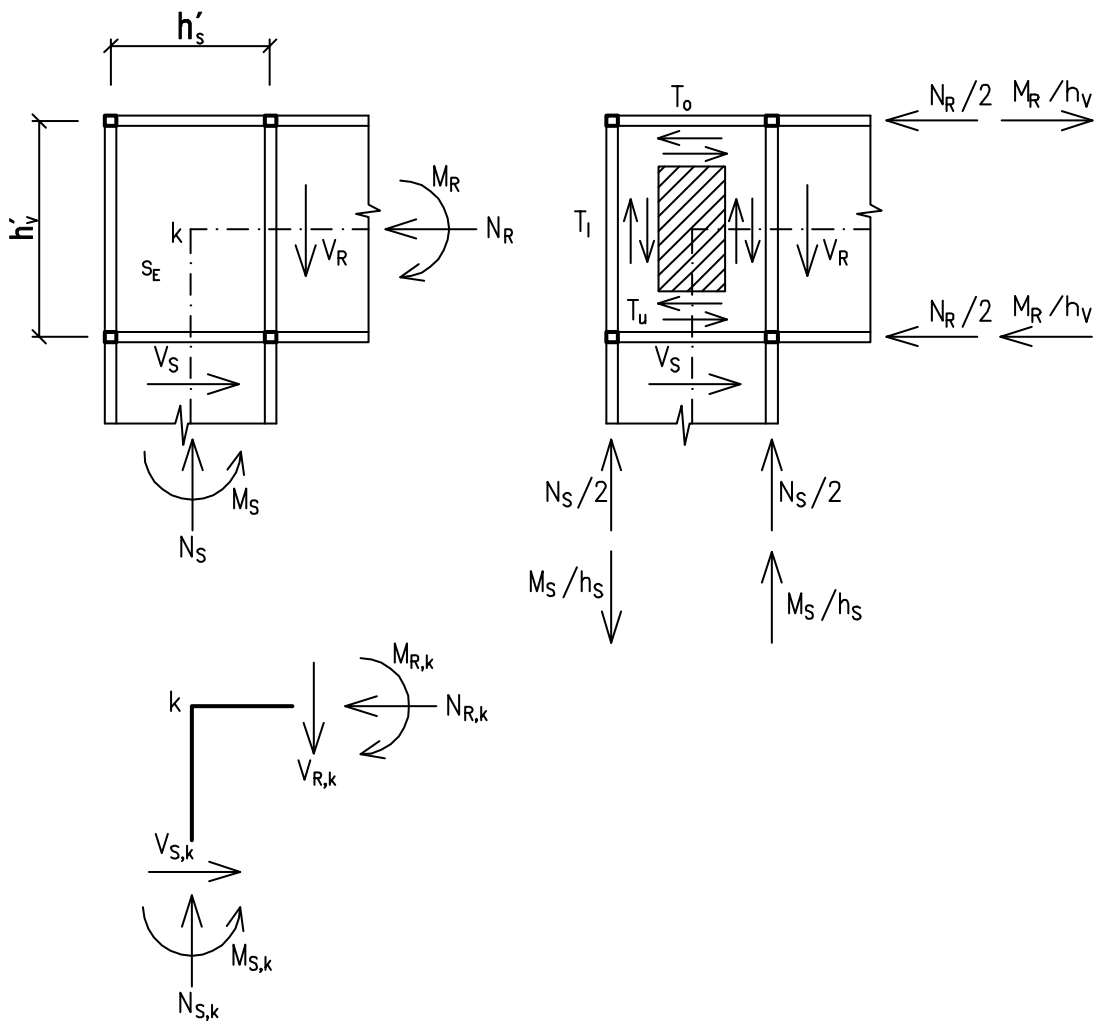
$$d_c = \frac{h_c}{2} + c - \frac{b_{eff}}{2} = 96,0 \text{ mm}$$

momentová únosnosť pätky stĺpa pri danom priereze a N_{Ed} :

$$M_{Rd} = F_{2s,Rd} * d_b * 10^{-3} + A_{eff} * 10^{-6} * f_{jd} * d_c = \underline{\underline{96,0 \text{ kNm}}}$$

Zvary:

hrúbka zvaru $a_1 =$	0,40 cm
hrúbka zvaru $a_2 =$	0,40 cm
hrúbka zvaru $a_3 =$	0,30 cm
hrúbka zvaru na výstuhe $a_4 =$	0,80 cm
hrúbka zvaru $a_5 =$	0,80 cm

Statická schémaNamáhania v uzle:

$N_{R,k} =$	80,0 kN
$V_{R,k} =$	166,0 kN
$M_{R,k} =$	460,0 kNm
$N_{S,k} =$	198,0 kN
$V_{S,k} =$	79,0 kN
$M_{S,k} =$	464,0 kNm

Materiálové charakteristiky:

pevnost v tahu ocele:

$$f_u = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_u; \text{ NameEN=ocel})/10 = 51,0 \text{ kN/cm}^2$$

medza klzu:

$$f_{y,k} = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=ocel})/10 = 35,5 \text{ kN/cm}^2$$

súč. bezpecnosti (STN EN 1993-1-1):

$$\gamma_{M0} = 1,10$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{y,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_{M0}} = 32,27 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{Rd} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_{M0}} = 32,27 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}} = 18,63 \text{ kN/cm}^2$$

Prierezové charakteristiky:Stĺp (S) (HEB 320):

$$h_S = \text{TAB}(\text{"steel/Typ1; } h; \text{ NH=NH1})/10 = 32,00 \text{ cm}$$

$$b_S = \text{TAB}(\text{"steel/Typ1; } b; \text{ NH=NH1})/10 = 30,00 \text{ cm}$$

$$t_S = \text{TAB}(\text{"steel/Typ1; } t; \text{ NH=NH1})/10 = 2,05 \text{ cm}$$

$$s_S = \text{TAB}(\text{"steel/Typ1; } s; \text{ NH=NH1})/10 = 1,15 \text{ cm}$$

$$r_S = \text{TAB}(\text{"steel/Typ1; } r; \text{ NH=NH1})/10 = 2,70 \text{ cm}$$

$$A_S = \text{TAB}(\text{"steel/Typ1; } A; \text{ NH=NH1}) = 161,00 \text{ cm}^2$$

$$I_{y,S} = \text{TAB}(\text{"steel/Typ1; } I_y; \text{ NH=NH1}) = 30820,00 \text{ cm}^4$$

Nábeh (V):

$$h = h_V - 2 * t_1 = 35,20 \text{ cm}$$

$$A_V = s * h + 2 * b_1 * t_1 = 152,72 \text{ cm}^2$$

$$A_{Vz} = s * h = 38,72 \text{ cm}^2$$

$$I_{y,V} = s * \frac{h^3}{12} + 2 * \left(b_1 * \frac{t_1^3}{12} + b_1 * t_1 * \frac{(h + t_1)^2}{4} \right) = 43259,95 \text{ cm}^4$$

$$W_{y,V} = 2 * \frac{I_{y,V}}{h_V} = 2218,46 \text{ cm}^3$$

$$W_{y,1} = 2 * \frac{I_{y,V}}{h} = 2457,95 \text{ cm}^3$$

$$W_{y,2} = 2 * \frac{I_{y,V}}{h} = 2457,95 \text{ cm}^3$$

$$S_{y,a1} = b_1 * t_1 * \frac{h + t_1}{2} = 1057,35 \text{ cm}^3$$

Vnútorne sily:

$$\begin{aligned}
 h_S' &= h_S - t_S &= & 29,95 \text{ cm} \\
 h_V' &= h_V - t_1 &= & 37,10 \text{ cm} \\
 N_R &= N_{R,k} &= & 80,00 \text{ kN} \\
 V_R &= V_{R,k} &= & 166,00 \text{ kN} \\
 N_S &= N_{S,k} &= & 198,00 \text{ kN} \\
 V_S &= V_{S,k} &= & 79,00 \text{ kN} \\
 M_R &= M_{R,k} - \frac{V_{R,k} * h_S'}{2 * 100} &= & 435,14 \text{ kNm} \\
 M_S &= M_{S,k} - \frac{V_{S,k} * h_V'}{2 * 100} &= & 449,35 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Nábeh - posúdenie prierezu:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_R}{A_V} + \frac{M_R * 100}{W_{y,V}} = 20,14 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{Rd}} = \underline{\underline{0,62 < 1}}$$

vyhovuje

$$\tau_m = \frac{V_R}{A_{Vz}} = 4,29 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau_m}{\tau_{Rd}} = \underline{\underline{0,23 < 1}}$$

vyhovuje

$$\sigma_1 = \frac{N_R}{A_V} + \frac{M_R * 100}{W_{y,1}} = 18,23 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{N_R}{A_V} - \frac{M_R * 100}{W_{y,2}} = -17,18 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_x = \text{MAX}(\text{ABS}(\sigma_1); \text{ABS}(\sigma_2)) = 18,23 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 * \tau_m^2} = 19,69 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_{Rd}} = \underline{\underline{0,61 < 1}}$$

vyhovuje

Posúdenie kútového zvaru a₁:

$$\tau_w = \frac{V_R * S_{y,a1}}{I_{y,V} * 2 * a_1} = 5,07 \text{ kN/cm}^2$$

podľa tabulky 4.1 (EN 1993-1-8):

$$\beta_w = 0,9$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = 26,17 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau_w}{f_{vw,d}} = 0,19 < 1$$

vyhovuje

Posúdenie hrúbky stojiny:

$$\text{erf.s}_1 = 0,07 * \sqrt{\frac{V_R}{\sqrt{f_{y,k}}}} = 0,37 \text{ cm}$$

$$\text{erf.s}_2 = \frac{h * \sqrt{f_{y,k}}}{670} = 0,31 \text{ cm}$$

$$\text{erf.s} = \text{MAX}(\text{erf.s}_1 ; \text{erf.s}_2) = 0,37 \text{ cm}$$

$$\frac{\text{erf.s}}{s} = 0,34 < 1$$

Posúdenie rohového plechu:

Šmykové sily: ($T_o = T_u$, $T_l = T_r$)

$$T_o = \frac{M_R}{h_{V'}} * 100 - \frac{N_R}{2} = 1132,88 \text{ kN}$$

$$T_r = \frac{M_S}{h_{S'}} * 100 - \frac{N_S}{2} = 1401,33 \text{ kN}$$

Šmykové napätie:

s_E : hrúbka rohového plechu = hrúbka stojiny stĺpa

$$s_E = s_S = 1,15 \text{ cm}$$

zvolená hrúbka:

$$s_E = 2,20 \text{ cm}$$

$$\tau_E = \frac{T_o}{h_{S'} * s_E} = 17,19 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{kontrola } \tau_r = \frac{T_r}{h_{V'} * s_E} = 17,17 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau_E}{\tau_{Rd}} = 0,92 < 1$$

vyhovuje

Normálové napätia:

$$W_{y,S'} = \frac{I_{y,S}}{0,5 \cdot (h_S - 2 \cdot t_S - 2 \cdot r_S)} = 2739,56 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_x = \frac{N_R}{A_V} + \frac{M_R \cdot 100}{W_{y,1}} = 18,23 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_z = \frac{N_S}{A_S} + \frac{M_S \cdot 100}{W_{y,S'}} = 17,63 \text{ kN/cm}^2$$

Zrovnávacie napätie:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \cdot \sigma_z + 3 \cdot (0,75 \cdot \tau_E)^2} = 28,64 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_{Rd}} = \underline{\underline{0,89 < 1}}$$

vyhovuje

$$\alpha = \text{IF}(h_V' > h_S'; \frac{h_V'}{h_S'}; \frac{h_S'}{h_V'}) = 1,239$$

$$V_{z,d} = \text{IF}(h_V' > h_S'; T_o; T_r) = 1132,88 \text{ kN}$$

$$\text{erf.} s_E = \sqrt{\frac{V_{z,d} \cdot \alpha}{80 \cdot \sqrt{(5,34 \cdot \alpha^2 + 4,0)} \cdot f_{y,k}}} = 0,92 \text{ cm}$$

$$\frac{\text{erf.} s_E}{s_E} = \underline{\underline{0,42 < 1}}$$

vyhovuje

Posúdenie zvaru na stojine nábehu a_3 :

$$A_{w3} = 2 \cdot a_3 \cdot (h - 2 \cdot a_1) = 20,64 \text{ cm}^2$$

$$\tau_w = \frac{V_R}{A_{w3}} = 8,04 \text{ kN/cm}^2$$

tabulka 4.1 (EN 1993-1-8):

$$\beta_w = 0,9$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 26,17 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau_w}{f_{vw,d}} = \underline{\underline{0,31 < 1}}$$

vyhovuje

Posúdenie zvarov na výstuhe:

D - tlaková sila v pásnici

$$D = \frac{M_R}{h_V'} \cdot 100 + \frac{N_R}{2} = 1212,88 \text{ kN}$$

$$\text{dĺžka zvaru } l_5 = 2 \cdot b_1 - s = 58,90 \text{ cm}$$

$$A_{w5} = l_5 \cdot a_5 = 47,12 \text{ cm}^2$$

Posúdenie - 1.metóda:

Návrhová odolnosť zvaru:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \cdot A_{w5}}{\sqrt{2} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1510,5 \text{ kN}$$

$$\frac{D}{F_{w,Rd}} = 0,80 < 1$$

vyhovuje

Posúdenie- 2.metóda:

$$\sigma_{kol} = \frac{D}{A_{w5} \cdot \sqrt{2}} = 18,20 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{kol} = \sigma_{kol} = 18,20 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{par} = 0,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 \cdot (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)} = 36,40 \text{ kN/cm}^2$$

Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}} = 0,50 < 1$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 \cdot (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})} = 0,80 < 1$$

vyhovuje

Posúdenie zvaru a₄ :

$$\Delta D = D \cdot 2 \cdot \frac{b-c}{2 \cdot b + s_E} = 883,55 \text{ kN}$$

$$\Delta M = \Delta D \cdot \frac{b+c}{4} = 3755,09 \text{ kNcm}$$

$$A_{w4} = 2 \cdot a_4 \cdot (l-c) = 38,40 \text{ cm}^2$$

$$W_{w4} = 2 \cdot a_4 \cdot (l-c)^2 / 6 = 153,60 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{mer} = \Delta M / (\sqrt{2} \cdot W_{w4}) = 17,29 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{mer} = \sigma_{mer} = 17,29 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{par} = \Delta D / (2 \cdot A_{w4}) = 11,50 \text{ kN/cm}^2$$

Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}} = 0,47 < 1$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 \cdot (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})} = 0,88 < 1$$

vyhovuje

Šmykové napätie:

$$\tau = \Delta D / ((l - c) \cdot s_E) = 16,73 \text{ kN/cm}^2$$

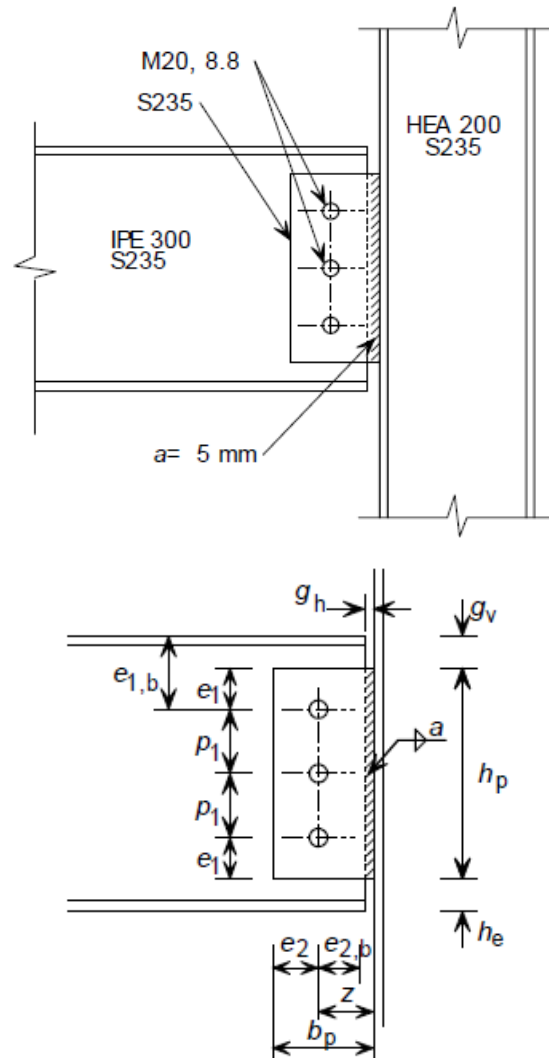
$$\frac{\tau}{\tau_{Rd}} = 0,90 < 1$$

vyhovuje

Skrutkové_spoje

Prípoj nosníka na stĺp

Geometria:



Vstupné údaje:

rozpätie $l =$	6,0 m
návrhové zatazenie $q_{Ed} =$	33,3 kN/m
Návrhová šmyková sila: $V_{Ed} =$	100,0 kN

Materiál a napätia:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
f_y =	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	235 N/mm ²
f_u =	TAB("steel/EC"; fu; NameEN=ocel)	=	360 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
ε =	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	1,00
parc.súc. bezpecnosti γ_{M0} =			1,00
parc.súc. bezpecnosti γ_{M2} =			1,25

Stĺp:

prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 200
A_c =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	53,8 cm ²
h_c =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	190,0 mm
b_{fc} =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	200,0 mm
t_{wc} =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	6,5 mm
výška stojiny d_{wc} =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	134,0 mm
t_{fc} =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	10,0 mm
r =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	18,0 mm
I_{yc} =	TAB("steel/"Typ; Iy; Name=Profil)	=	3690,0 cm ⁴
medza klzu f_{yc} =	f_y	=	235 N/mm ²
medza pevnosti f_{uc} =	f_u	=	360 N/mm ²

Nosník:

prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	IPE
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	IPE 300
A_{b1} =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	53,8 cm ²
h_{b1} =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	300,0 mm
b_{b1} =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	150,0 mm
t_{wb1} =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	7,1 mm
výška stojiny d_{wb1} =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	248,0 mm
t_{fb1} =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	10,7 mm
r =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	15,0 mm
I_{yb1} =	TAB("steel/"Typ; Iy; Name=Profil)	=	8360,0 cm ⁴
medza klzu f_{yb1} =	f_y	=	235 N/mm ²
medza pevnosti f_{ub1} =	f_u	=	360 N/mm ²

Styčkový plech:

výška h_p =		=	230 mm
šírka b_p =		=	110 mm
hrúbka t_p =		=	10 mm
zvislá medzera g_v =		=	35 mm
vodorovná medzera g_h =		=	10 mm
medza klzu f_{yp} =	f_y	=	235 N/mm ²
medza pevnosti f_{up} =	f_u	=	360 N/mm ²

Skrutky:

nepredpäté, kategória: A

kotevná skrutka KS =	SEL("steel/bolt"; BS;)	=	M 20
trieda skrutiek SC =	SEL("steel/bolt"; SC;)	=	8.8
účinná plocha v tahu A_s =	TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100	=	245 mm ²
priemer závitú d =	TAB("steel/bolt"; d; BS=KS)	=	20 mm
priemer otvoru d_0 =		=	22 mm
medza klzu f_{yb} =	TAB("steel/bolt"; fybk; SC=SC)	=	640 N/mm ²
medza pevnosti f_{ub} =	TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC)	=	800 N/mm ²

rozmiestnenie skrutiek:

v smere zataženia (1):

pocet radov skrutiek n_1 =		=	3
vzdialenosť hrany plechu k prvému radu skrutiek e_1 =		=	45 mm
vzdialenosť skrutiek od hornej hrany nosníka $e_{1,b}$ =		=	80 mm
vzájomná vzdialenosť skrutiek p_1 =		=	70 mm

kolmo na smer zataženia (2):

pocet zvislých radov skrutiek n_2 =		=	1
vzdialenosť hrany plechu k prvému radu skrutiek e_2 =		=	50 mm
vzdialenosť skrutiek od hrany nosníka $e_{2,b}$ =		=	50 mm
rameno síl z =		=	60 mm

$$\text{celkový počet skrutiek } n = n_1 * n_2 = 3$$

Posúdenie rotacnej kapacity:1.poziadavka: $h_p \leq d_{wb1}$

$$d_{wb1} = 248,0 \text{ mm}$$

$$h_p = 230,0 \text{ mm}$$

$$\frac{h_p}{d_{wb1}} = \underline{\underline{0,93 < 1}}$$

2. požiadavka: $\Phi_{available} > \Phi_{required}$
pre proste podopretý nosník:

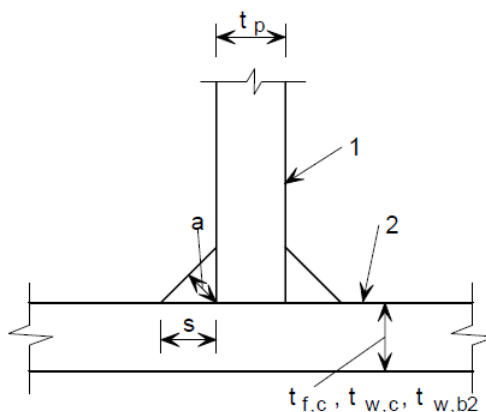
$$\begin{aligned} \text{požadované natocenie } \Phi_{req} &= \frac{q_{Ed} * l^3}{24 * E * 10^3 * I_{yb1} * 10^{-8}} = 0,017 \\ h_e &= \frac{h_{b1} - g_v - h_p}{\sqrt{(z - g_h)^2 + \left(\frac{h_p}{2} + h_e\right)^2}} = 35 \text{ mm} \\ \frac{h_e}{z} &= 158,1 \text{ mm} \\ \frac{\sqrt{(z - g_h)^2 + \left(\frac{h_p}{2} + h_e\right)^2}}{z} &= 0,38 < 1 \\ \Phi_{avail} &= \text{asin} \left(\frac{z}{\sqrt{(z - g_h)^2 + \left(\frac{h_p}{2} + h_e\right)^2}} \right) - \text{atan} \left(\frac{z - g_h}{\frac{h_p}{2} + h_e} \right) = 3,866 \\ \Phi_{req} / \Phi_{avail} &= \underline{0,004 < 1} \end{aligned}$$

podmienky sú splnené \Rightarrow **rotacná kapacita je dostatočná**

Návrh zvaru:

účinná hrúbka zvaru $a =$

5 mm



pre styčkový plech z S235 sa požaduje účinná výška zvaru $a \geq 0,46 * t_p$

$$0,46 * t_p = 4,6 \text{ mm}$$

$$(0,46 * t_p) / a = \underline{0,92 < 1}$$

Únosnosť prípoja v šmyku: (rozhodujúce porušenia)**Šmyková únosnosť skrutiek:**

šmyková únosnosť 1 skrutky:

$$\alpha_v = \text{TAB}(\text{"steel/bolt"; } \alpha_{\text{phaa}}; \text{SC=SC}) = 0,60$$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * 10^{-3} * A_s}{\gamma_{M2}} = 94,1 \text{ kN}$$

pre 1 zvislý rad skrutiek:

$$\alpha = 0$$

$$\beta = \frac{6 * z}{n * (n + 1) * p_1} = 0,43$$

$$V_{Rd,1} = \frac{n * F_{v,Rd}}{\sqrt{(1 + \alpha * n)^2 + (\beta * n)^2}} = \underline{\underline{173,0 \text{ kN}}}$$

Stycníkový plech v otlacení:

únosnosť 1 skrutky v otlacení v stycníkovom plechu v zvislom smere:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{p_1}{3 * d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1,0\right) = 0,68$$

$$k_1 = \text{MIN}(2,8 * e_2 / d_0 - 1,7; 2,5) = 2,50$$

$$F_{b,Rd,ver} = \frac{\alpha_b * k_1 * f_{up} * 10^{-3} * d * t_p}{\gamma_{M2}} = 97,9 \text{ kN}$$

únosnosť 1 skrutky v otlacení v stycníkovom plechu v horizontálnom smere:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_2}{3 * d_0}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(\frac{2,8 * e_1}{d_0} - 1,7; \frac{1,4 * p_1}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd,hor} = \frac{\alpha_b * k_1 * f_{up} * 10^{-3} * d * t_p}{\gamma_{M2}} = 109,4 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,2} = \frac{n}{\sqrt{\left(\frac{1 + \alpha * n}{F_{b,Rd,ver}}\right)^2 + \left(\frac{\beta * n}{F_{b,Rd,hor}}\right)^2}} = \underline{\underline{192,3 \text{ kN}}}$$

Stena nosníka v otlacení:

únosnosť 1 skrutky v otlacení v stycníkovom plechu v zvislom smere:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{ub1}}; 1,0\right) = 0,81$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(\frac{2,8 \cdot e_{2,b}}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd,ver} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_{ub1} \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot t_{wb1}}{\gamma_{M2}} = 82,8 \text{ kN}$$

únosnosť 1 skrutky v otlacení v stycníkovom plechu v horizontálnom smere:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_{2,b}}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_{ub1}}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(\frac{1,4 \cdot p_1}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd,hor} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_{ub1} \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot t_{wb1}}{\gamma_{M2}} = 77,7 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,8} = \frac{n}{\sqrt{\left(\frac{1 + \alpha \cdot n}{F_{b,Rd,ver}}\right)^2 + \left(\frac{\beta \cdot n}{F_{b,Rd,hor}}\right)^2}} = \underline{\underline{146,1 \text{ kN}}}$$

únosnosť prípoja na šmyk:

$$V_{Rd} = \text{MIN}(V_{Rd,1}; V_{Rd,2}; V_{Rd,8}) = \underline{\underline{146,1 \text{ kN}}}$$

$$V_{Ed} / V_{Rd} = \underline{\underline{0,68 < 1}}$$

Únosnosť prípoja na väzbové sily: (rozhodujúce porušenia)

$$\gamma_{M,u} = 1,1$$

Skutky v strihu:

$$F_{v,Rd,u} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot 10^{-3} \cdot A_s}{\gamma_{M,u}} = 106,9 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u,1} = n \cdot F_{v,Rd,u} = \underline{\underline{320,7 \text{ kN}}}$$

Stycníkový plech v otlacení:

únosnosť 1 skrutky v otlacení v stycníkovom plechu v horizontálnom smere:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_2}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(\frac{2,8 \cdot e_1}{d_0} - 1,7; \frac{1,4 \cdot p_1}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd,u,hor} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_{up} \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M,u}} = 124,4 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u,2} = n \cdot F_{b,Rd,u,hor} = \underline{\underline{373,2 \text{ kN}}}$$

Stena nosníka v otlacení:

únosnosť 1 skrutky v otlacení v stycníkovom plechu v horizontálnom smere:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_{2,b}}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_{ub1}}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(\frac{1,4 \cdot p_1}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

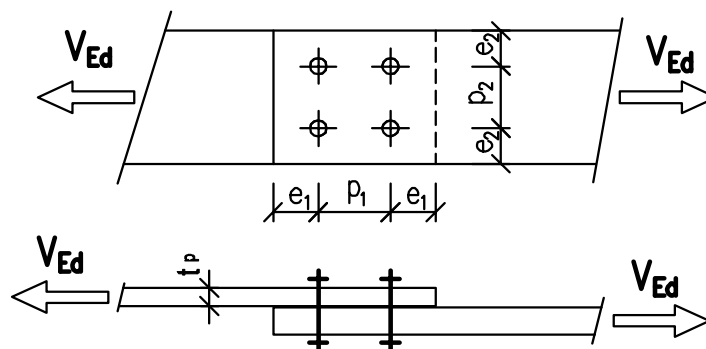
$$F_{b,Rd,u,hor} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_{ub1} \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot t_{wb1}}{\gamma_{M,u}} = 88,3 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u,5} = n \cdot F_{b,Rd,u,hor} = \underline{\underline{264,9 \text{ kN}}}$$

únosnosť prípoja na väzbové sily:

$$N_{Rd,u} = \text{MIN}(N_{Rd,u,1}; N_{Rd,u,2}; N_{Rd,u,5}) = \underline{\underline{264,9 \text{ kN}}}$$

Skrutkový spoj - namáhanie v strihu

Vstupné údaje:

hrúbka plechu $t_p = 20 \text{ mm}$
 $V_{Ed} = 360 \text{ kN}$

ocel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S235**
 $f_y = \text{TAB("steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=ocel)} = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = \text{TAB("steel/EC"; } f_u; \text{ NameEN=ocel)} = 360 \text{ N/mm}^2$

Parc. súčinitele bezpečnosti:

$\gamma_{M0} = 1,10$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

Skrutky:

skrutky KS = SEL("steel/bolt"; BS;) = **M 20**
 trieda skrutiek SC = SEL("steel/bolt"; SC;) = **10.9**
 počet skrutiek $n = 4$

plocha jadra skrutky $A_s = \text{TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100} = 245 \text{ mm}^2$
 prierezová plocha $A = \text{TAB("steel/bolt"; Asch; BS=KS)*100} = 314 \text{ mm}^2$
 priemer skrutky $d = \text{TAB("steel/bolt"; d; BS=KS)} = 20 \text{ mm}$
 priemer diery $d_0 = d+2 = 22 \text{ mm}$
 medza klzu $f_{yb} = \text{TAB("steel/bolt"; fybk; SC=SC)} = 900 \text{ N/mm}^2$
 pevnosť v tahu $f_{ub} = \text{TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC)} = 1000 \text{ N/mm}^2$

Odolnosť skrutky proti strihu:

Namáhanie skrutky:

$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{n} = 90,0 \text{ kN}$
 počet strihových rovín $n_1 = 1$

1) strihová rovina prechádza závitom skrutky:

$$\alpha_v = 0,6 \quad (\text{pre pevnostné triedy } 4.6, 5.6, 8.8)$$

$$\alpha_v = 0,5 \quad (\text{pre pevnostné triedy } 4.8, 5.8, 6.8, 10.9)$$

$$\alpha_v = IF(f_{ub} < 1000 ; 0,6 ; 0,5) = 0,5$$

$$F_{v,Rd,1} = n_1 \cdot \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 98,0 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,1}} = 0,92 < 1$$

$F_{v,Rd,1}$

vyhovuje

2) strihová rovina prechádza cez plný driek skrutky:

$$\alpha_v = 0,6$$

$$F_{v,Rd,2} = n_1 \cdot \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 150,7 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,2}} = 0,60 < 1$$

$F_{v,Rd,2}$

vyhovuje

Odolnosť skrutky proti otláčeniu:**Rozmiestnenie skrutiek:**

minimálne rozostupy a vzdialenosti od koncov a okrajov:

$$e_1 = 1,2 \cdot d_0 = 26,4 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,2 \cdot d_0 = 26,4 \text{ mm}$$

$$p_1 = 2,2 \cdot d_0 = 48,4 \text{ mm}$$

$$p_2 = 2,4 \cdot d_0 = 52,8 \text{ mm}$$

optimálne rozmiestnenie:

$$e_1 = 2 \cdot d_0 = 44,0 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5 \cdot d_0 = 33,0 \text{ mm}$$

$$p_1 = 3 \cdot d_0 = 66,0 \text{ mm}$$

$$p_2 = 3 \cdot d_0 = 66,0 \text{ mm}$$

Zvolené hodnoty:

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$\text{min. hrúbka plechu } t = t_p = 20 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 218,9 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = 0,41 < 1$$

vyhovuje

Výsledná odolnosť skrutky pri namáhaní v strihu:

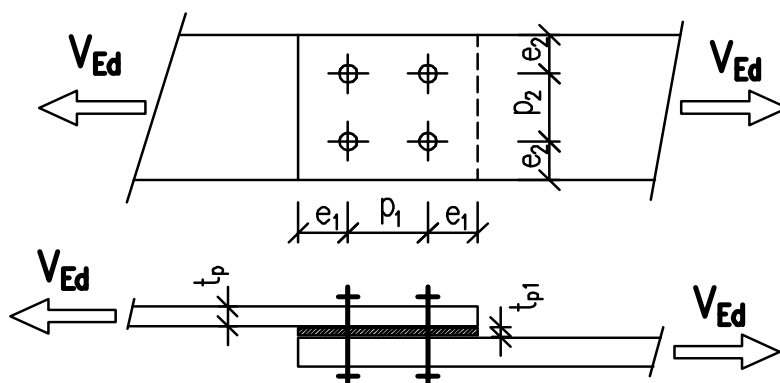
$$F_{v,Rd} = \text{MIN}(F_{v,Rd,1}; F_{v,Rd,2}; F_{b,Rd}) = 98,0 \text{ kN}$$

Posúdenie kombinácie strihu a ťahu:

v prípade keď skrutky sú namáhané súčasne **v ťahu a v strihu**, musí byť splnená aj nasledujúca podmienka:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1,0$$

Skrutkový spoj - namáhanie v strihu

**Vstupné údaje:**hrúbka plechu $t_p = 20 \text{ mm}$ $V_{Ed} = 320 \text{ kN}$ ocel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S235** $f_y = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=ocel}) = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_u = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_u; \text{ NameEN=ocel}) = 360 \text{ N/mm}^2$ **Parc. súčinitele bezpečnosti:** $\gamma_{M0} = 1,10$ $\gamma_{M2} = 1,25$ **Skrutky:**skrutky KS = SEL("steel/bolt"; BS;) = **M 20**trieda skrutiek SC = SEL("steel/bolt"; SC;) = **10.9**pocet skrutiek n = **4**plocha jadra skrutky $A_s = \text{TAB}(\text{"steel/bolt"; } A_s; \text{ BS=KS}) * 100 = 245 \text{ mm}^2$ prierezová plocha $A = \text{TAB}(\text{"steel/bolt"; } A; \text{ BS=KS}) * 100 = 314 \text{ mm}^2$ priemer skrutky $d = \text{TAB}(\text{"steel/bolt"; } d; \text{ BS=KS}) = 20 \text{ mm}$ priemer diery $d_0 = d + 2 = 22 \text{ mm}$ medza klzu $f_{yb} = \text{TAB}(\text{"steel/bolt"; } f_{yb}; \text{ SC=SC}) = 900 \text{ N/mm}^2$ pevnosť v tahu $f_{ub} = \text{TAB}(\text{"steel/bolt"; } f_{ub}; \text{ SC=SC}) = 1000 \text{ N/mm}^2$ **Negatívny vplyv vložiek na odolnosť v strihu: (EN 1993-1-8, 3.6.1 (12)):**hrúbka vložky $t_{p1} = 8 \text{ mm}$

$$\frac{d/3}{t_{p1}} = 0,83 < 1$$

 $t_{p1} > d/3 \Rightarrow$ netreba privariť vložku k plechu

Redukčný faktor:

$$\beta_p = \text{MIN}\left(\frac{9 \cdot d}{8 \cdot d + 3 \cdot t_{p1}}; 1,0\right) = 0,98$$

Odolnosť skrutky proti strihu:

Namáhanie skrutky:

$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{n} = 80,0 \text{ kN}$$

$$\text{počet strihových rovín } n_1 = 1$$

1) strihová rovina prechádza závitom skrutky:

$$\alpha_v = 0,6 \text{ (pre pevnostné triedy 4.6, 5.6, 8.8)}$$

$$\alpha_v = 0,5 \text{ (pre pevnostné triedy 4.8, 5.8, 6.8, 10.9)}$$

$$\alpha_v = IF(f_{ub} < 1000 ; 0,6 ; 0,5) = 0,5$$

$$F_{v,Rd,1} = \beta_p * n_1 * \frac{\alpha_v * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} * 0,001 = 96,0 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,1}} = 0,83 < 1$$

vyhovuje

2) strihová rovina prechádza cez plný driek skrutky:

$$\alpha_v = 0,6$$

$$F_{v,Rd,2} = \beta_p * n_1 * \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} * 0,001 = 147,7 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,2}} = 0,54 < 1$$

vyhovuje

Odolnosť skrutky proti otláčeniu:**Rozmiestnenie skrutiek:**mimimálne rozostupy a vzdialenosti od koncov a okrajov:

$$e_1 = 1,2 * d_0 = 26,4 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,2 * d_0 = 26,4 \text{ mm}$$

$$p_1 = 2,2 * d_0 = 48,4 \text{ mm}$$

$$p_2 = 2,4 * d_0 = 52,8 \text{ mm}$$

optimálne rozostupy:

$$e_1 = 2 * d_0 = 44,0 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5 * d_0 = 33,0 \text{ mm}$$

$$p_1 = 3 * d_0 = 66,0 \text{ mm}$$

$$p_2 = 3 * d_0 = 66,0 \text{ mm}$$

Zvolené hodnoty:

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$\text{min. hrúbka plechov v spoji } t = t_{p1} = 8 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \cdot \beta_p \cdot 0,001 = 85,8 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = 0,93 < 1$$

vyhovuje

Výsledná odolnosť skrutky pri namáhaní v strihu:

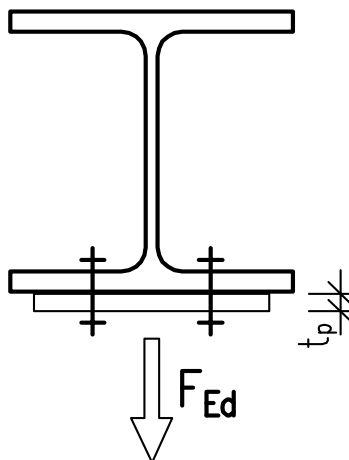
$$F_{v,Rd} = \text{MIN}(F_{v,Rd,1}; F_{v,Rd,2}; F_{b,Rd}) = 85,8 \text{ kN}$$

Posúdenie kombinácie strihu a ťahu:

v prípade keď skrutky sú namáhané súčasne **v ťahu a v strihu**, musí byť splnená aj nasledujúca podmienka:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1,0$$

Skrutkový spoj - namáhanie ťahom

**Vstupné údaje:**

hrúbka plechu $t_p =$ **15 mm**
 $F_{Ed} =$ **600 kN**

ocel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S235**
 $f_y =$ TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel) = **235 N/mm²**
 $f_u =$ TAB("steel/EC"; fu; NameEN=ocel) = **360 N/mm²**

Parc. súčinitele bezpečnosti:

$\gamma_{M0} =$ **1,10**
 $\gamma_{M2} =$ **1,25**

Skrutky:

skrutky KS = SEL("steel/bolt"; BS;) = **M 20**
 trieda skrutiek SC = SEL("steel/bolt"; SC;) = **10.9**
 pocet skrutiek n = **4**

plocha jadra skrutky $A_s =$ TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100 = **245 mm²**
 prierezová plocha $A =$ TAB("steel/bolt"; Asch; BS=KS)*100 = **314 mm²**
 priemer skrutky $d =$ TAB("steel/bolt"; d; BS=KS) = **20 mm**
 priemer diery $d_0 =$ d+2 = **22 mm**
 medza klzu $f_{yb} =$ TAB("steel/bolt"; fybk; SC=SC) = **900 N/mm²**
 pevnost v tahu $f_{ub} =$ TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC) = **1000 N/mm²**

Odolnosť skrutky proti ťahu:

Namáhanie skrutky v ťahu:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_{Ed}}{n} = 150,0 \text{ kN}$$

súč. pre tahané skrutky:

$$k_2 = 0,9$$

$$k_2 = 0,63 \text{ pre zapustené skrutky}$$

$$k_2 = 0,9$$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} * 0,001 = 176,4 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = 0,85 < 1$$

vyhovuje

Odolnosť proti pretlačeniu hlavy alebo matice skrutky:

$$\text{min. hrúbka plechu } t_p = 15 \text{ mm}$$

$$s = 32 \text{ mm}$$

$$\text{max. rozmer hlavy skrutky } e_{\min} = 35,0 \text{ mm}$$

$$d_m = \frac{s + e_{\min}}{2} = 33,50 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 * \pi * d_m * t_p * f_u}{\gamma_{M2}} * 0,001 = 272,8 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = 0,55 < 1$$

vyhovuje

Výsledná odolnosť skrutky pri namáhaní v ťahu:

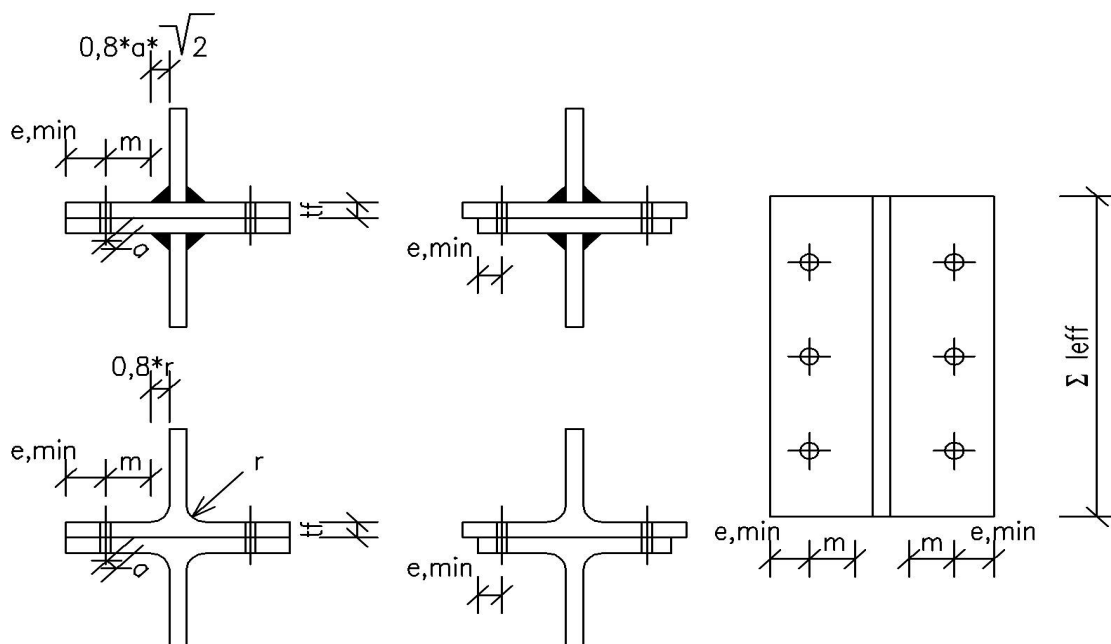
$$F_{t,Rd} = \text{MIN}(F_{t,Rd}; B_{p,Rd}) = 176,4 \text{ kN}$$

Posúdenie kombinácie strihu a ťahu:

v prípade keď skrutky sú namáhané súčasne v ťahu a v strihu, musí byť splnená aj nasledujúca podmienka:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 * F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1,0$$

Únosnosť T-prierezu pri páčení skrutiek (EN 1993-1-8)

 $F_{T,Ed} =$

300,0 kN

parc. súc. bezpečnosti $\gamma_{M0} =$

1,10

parc. súc. bezpečnosti $\gamma_{M2} =$

1,25

ocel =

SEL("steel/EC"; NameEN;)

=

S355

 $f_u =$

TAB("steel/EC"; fu; NameEN=ocel)

=

510 N/mm² $f_y =$

TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)

=

355 N/mm²**Skrutky:**

skrutky KS =

SEL("steel/bolt"; BS;)

=

M 20

trieda skrutiek SC =

SEL("steel/bolt"; SC;)

=

10.9

plocha jadra skrutky $A_s =$ TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100

=

245 mm²prierezová plocha $A =$ TAB("steel/bolt"; Asch; BS=KS)*100

=

314 mm²priemer skrutky $d =$ TAB("steel/bolt"; d; BS=KS)

=

20 mm

priemer diery $d_0 =$ d+2

=

22 mm

medza klzu $f_{yb} =$ TAB("steel/bolt"; fybk; SC=SC)

=

900 N/mm²pevnosť v tahu $f_{ub} =$ TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC)

=

1000 N/mm²

T - prierez:

účinná šírka L_{eff} =		110 mm
vzdialenosť skrutky od steny p =		50,25 mm
hrúbka plechu t_f =		40 mm
vzdialenosť od okraja plechu e_{min} =		40 mm
polomer zaoblenia r =		0,0 mm
hrúbka zvaru a =		5,0 mm

$$m = p - 0,8 \cdot r - 0,8 \cdot \sqrt{(2) \cdot a} = 44,59 \text{ mm}$$

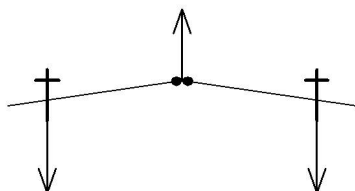
$$n = e_{min} = 40,0 \text{ mm}$$

$$\text{Pocet skrutiek / rad } n_{skr} = 2$$

$$s = 32 \text{ mm}$$

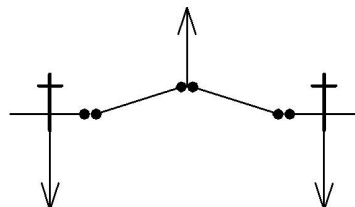
$$\text{max. rozmer hlavy skrutky } e_{min,b} = 35,0 \text{ mm}$$

$$d_m = \frac{s + e_{min,b}}{2} = 33,5 \text{ mm}$$

1. úplná plastizácia pásnice (EN 1993-1-8, Tab.6.2)

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot L_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y / \gamma_{M0} / 10^6 = 14,20 \text{ kNm}$$

$$F_{t,Rd,1} = 1000 \cdot 4 \cdot M_{pl,1,Rd} / m = \underline{1273,8 \text{ kN}}$$

2. porušenie skrutiek a platizácia pásnice (EN 1993-1-8, Tab.6.2)**Odolnosť skrutky proti ťahu:**

súč. ťahaných skrutiek:

$$k_2 = 0,9$$

$k_2 = 0,63$ pre zapustené skrutky

$$k_2 = 0,9$$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 176,4 \text{ kN}$$

Posúdenie pretlačenia hlavy skrutky:

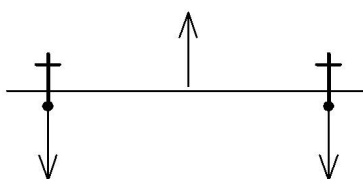
$$\text{min. hrúbka plechu } t_p = t_f = 40 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 1030,5 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,Ed}}{n_{skr} \times B_{p,Rd}} = 0,15 < 1$$

$$M_{pl.2,Rd} = 0,25 \cdot L_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y / \gamma_{M0} / 10^6 = 14,20 \text{ kNm}$$

$$F_{t,Rd.2} = 2 \cdot (M_{pl.2,Rd} + 10^{-3} \cdot n \cdot F_{t,Rd}) / (10^{-3} \cdot (m+n)) = 502,6 \text{ kN}$$

3. porušenie skrutiek (EN 1993-1-8, Tab 6.2)

$$F_{t,Rd.3} = n_{skr} \cdot F_{t,Rd} = 352,8 \text{ kN}$$

Posúdenie:

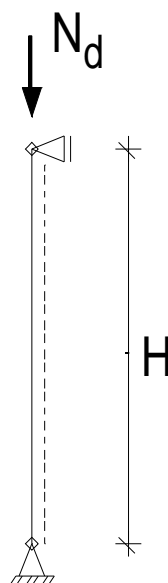
$$F_{t,Rd} = \text{MIN}(F_{t,Rd.1}; F_{t,Rd.2}; F_{t,Rd.3}) = 352,8 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,Ed}}{F_{t,Rd}} = 0,85 < 1$$

VYHOVUJE

Stĺpy

Stĺp namáhaný osovou silou:



Výška stĺpa H =		=	7,50 m
l_y =	H/2	=	3,75 m
l_z =	H/3	=	2,50 m

Materiál a napätia:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S275
f_y =	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	275 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
ϵ =	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,92

Prierez:

Prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	IPE
Zvolený Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	IPE 300
Prierezová plocha A =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	53,80 cm ²
Výška prierezu h =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	300,00 mm
Výška stojiny h₁ =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	248,00 mm
Hrúbka stojiny s =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	7,10 mm
Sírka pásu b =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	150,00 mm
Hrúbka pásu t =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	10,70 mm
Polomer zotrvacnosti i_y =	TAB("steel/"Typ; iy; Name=Profil)	=	12,50 cm
Polomer zotrvacnosti i_z =	TAB("steel/"Typ; iz; Name=Profil)	=	3,35 cm

Klasifikácia prierezu podľa Tabulky 5.2 (vid str. 43-44 STN EN 1993-1-1):

Stojina:

$$\frac{h_1}{s * 33 * \epsilon} = 1,15 < 1$$

$$\frac{h_1}{s * 38 * \epsilon} = 1,00 < 1$$

Prierez triedy 2.

Pásnica:

$$\frac{b}{2 * t * 10 * \epsilon} = 0,76 < 1$$

Prierez triedy 1.

Rozhoduje vyssia trieda, cize platí **prierez triedy 2.****Posúdenia:**

$$\text{súciniteľ efektivity prierezu } \beta_A = 1,00$$

$$\text{súciniteľ spoľahlivosti stabilitný } \gamma_{M1} = 1,10$$

Posúdenie vzperu, strata stability kolmo na os Y-Y:

$$\begin{aligned} h/b &= 2,00 > 1,2 \\ t/10 &= 1,07 \text{ cm} < 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

podľa Tabulky 6.2 (strana 58) sa použije **vzperná krivka "a"**

$$\lambda_y = l_y * \frac{100}{i_y} = 30,00$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \epsilon = 86,39$$

$$\lambda_{\text{trans},y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} * \sqrt{\beta_A} = 0,347$$

$$\text{Podľa tab 6.1(str. 57) } \alpha = 0,21$$

$$\varphi = \frac{0,5 * (1 + \alpha * (\lambda_{\text{trans},y} - 0,2) + \lambda_{\text{trans},y}^2)}{1} = 0,576$$

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda_{\text{trans},y}^2}} = 0,9655$$

$$N_{b,y,Rd} = \chi * \beta_A * A * \frac{f_y}{10 * \gamma_{M1}} = 1298,60 \text{ kN}$$

Posúdenie vzperu, strata stability kolmo na os Z-Z:

$$\begin{aligned} h/b &= 2,00 > 1,2 \\ t/10 &= 1,07 \text{ cm} < 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

podľa Tabulky 6.2 (strana 58) sa použije **vzperná krivka "b"**

$$\lambda_z = l_z * 100 / i_z = 74,63$$

$$\lambda_{\text{trans},z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} * \sqrt{\beta_A} = 0,864$$

$$\text{Podľa tab 6.1(str. 57) } \alpha = 0,34$$

$$\varphi = \frac{0,5 * (1 + \alpha * (\lambda_{\text{trans},z} - 0,2) + \lambda_{\text{trans},z}^2)}{1} = 0,986$$

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda_{\text{trans},z}^2}} = 0,6844$$

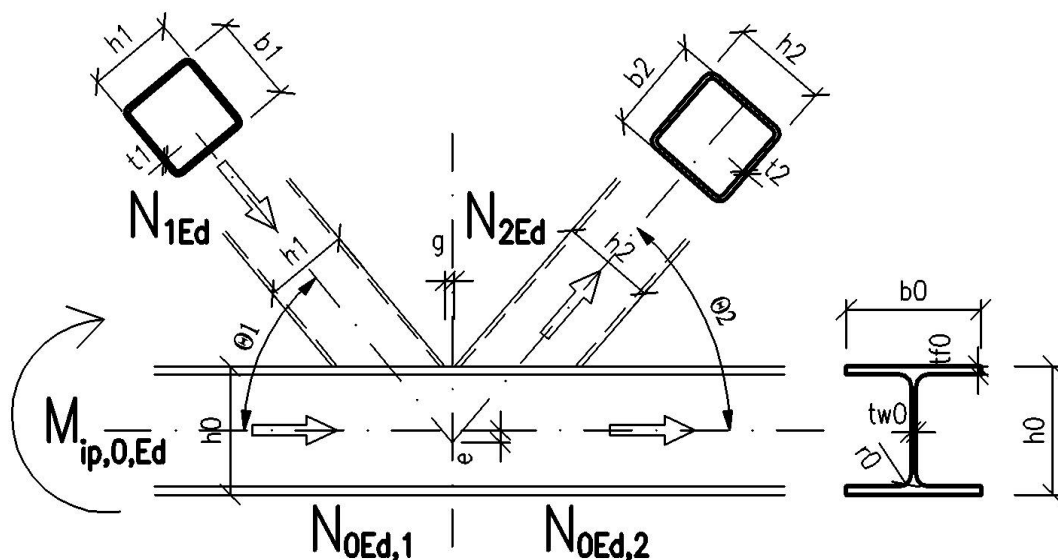
$$N_{b,z,Rd} = \chi * \beta_A * A * \frac{f_y}{10 * \gamma_{M1}} = 920,52 \text{ kN}$$

$$\text{max}_N_d = \text{MIN}(N_{b,y,Rd}; N_{b,z,Rd}) = \underline{\underline{920,52 \text{ kN}}}$$

Vážníky

Priehradový vážník - kontrola uzlov

STN EN 1993-1-8



Uzol:

typ uzla: **zváraný uzol typu N , s medzerou**

medzera **g** = 34,0 mm

excentricita **e** = 0,0 mm

parc.súc. bezpecnosti γ_{M5} = 1,00

parc.súc. bezpecnosti γ_{M0} = 1,10

Pásový prút:

$N_{0,Ed}$ = 238,2 kN

$M_{ip,0,Ed}$ = 0,0 kNm

$V_{0,Ed}$ = 1,6 kN

ocel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = S235

f_{y0} = TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel) = 235 N/mm²

E = TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel) = 210000 N/mm²

ϵ_0 = $\sqrt{\frac{235}{f_{y0}}}$ = 1,00

$\lambda_{1,0}$ = $93,90 * \epsilon_0$ = 93,90

prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 120
$A_0 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	25,30 cm ²
$h_0 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	114,00 mm
$t_w =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	5,00 mm
výška stojiny $d_w =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	74,00 mm
$b_0 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	120,00 mm
$t_f =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	8,00 mm
$r =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	12,00 mm
$i_y =$	TAB("steel/"Typ; iy; Name=Profil)	=	4,89 cm
$i_z =$	TAB("steel/"Typ; iz; Name=Profil)	=	3,02 cm

Medzipásové prúty:**1.medzipásový prút:**

$N_{1,Ed} =$	-60,0 kN
$M_{ip,1,Ed} =$	1,3 kNm
$V_{1,Ed} =$	0,0 kN

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
$f_{y1} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	235 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\frac{235}{f_{y1}}} = 1,00$$

$$\lambda_{1,1} = 93,90 * \varepsilon_1 = 93,90$$

profil1 =	SEL("steel/SHS"; Name;)	=	SHS 80x4
$A_1 =$	TAB("steel/SHS"; A; Name=profil1)	=	12,00 cm ²
$h_1 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=profil1)	=	80,00 mm
$b_1 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=profil1)	=	80,00 mm
$t_1 =$	TAB("steel/SHS"; t; Name=profil1)	=	4,00 mm
$i_1 =$	TAB("steel/SHS"; i; Name=profil1)	=	3,09 cm

$$\text{uhol s pásovým prútom } \Theta_1 = \mathbf{90^\circ}$$

2.medzipásový prút:

$N_{2,Ed} =$	-114,4 kN
$M_{ip,2,Ed} =$	1,5 kN
$V_{2,Ed} =$	0,0 kN

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
$f_{y2} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	235 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²

$$\varepsilon_2 = \sqrt{\frac{235}{f_{y2}}} = 1,00$$

$$\lambda_{1,2} = 93,90 * \varepsilon_2 = 93,90$$

profil2 =	SEL("steel/SHS"; Name;)	=	SHS 100x4
$A_2 =$	TAB("steel/SHS"; A; Name=profil2)	=	15,20 cm ²
$h_2 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=profil2)	=	100,00 mm
$b_2 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=profil2)	=	100,00 mm
$t_2 =$	TAB("steel/SHS"; t; Name=profil2)	=	4,00 mm
$i_2 =$	TAB("steel/SHS"; i; Name=profil2)	=	3,91 cm
uhol s pásovým prútom $\Theta_2 =$	41 °		

Geometrické podmienky: (STN EN 1993-1-8 tab. 7.20)

klasifikácia prierezu: (tab. 5.2 STN EN 1993-1-1)

pás:

$$d_w / (t_w * 33 * \epsilon_0) = 0,45 < 1$$

1.trieda, vyhovuje

$$b_0 / (2 * t_f * 9 * \epsilon_0) = 0,83 < 1$$

1.trieda, vyhovuje

$$d_w / 400 = 0,19 < 1$$

 $d_w \leq 400$ mm, vyhovuje

medzipásové prúty:

$$\frac{h_1 - 2 * t_1}{t_1 * 33 * \epsilon_1} = 0,55 < 1$$

1.trieda, vyhovuje

$$\frac{h_2 - 2 * t_2}{t_2 * 33 * \epsilon_2} = 0,70 < 1$$

1.trieda, vyhovuje

$$h_1 / t_1 = 20,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ vyhovuje

$$b_1 / t_1 = 20,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ vyhovuje

$$h_2 / t_2 = 25,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ vyhovuje

$$b_2 / t_2 = 25,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ vyhovuje

$$h_1 / b_1 = 1,0$$

vyhovuje

$$h_2 / b_2 = 1,0$$

vyhovuje

KONTROLA UZLOVEJ ODOLNOSTI (STN EN 1993-1-8 tab. 7.21)**Plastizácia steny pásu:**

$$b_{w,1} = \text{MIN}\left(\frac{h_1}{\sin(\Theta_1)} + 5 \cdot (t_f + r); 2 \cdot t_1 + 10 \cdot (t_f + r)\right) = 180,0 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd,1} = f_{y0} \cdot 10^{-3} \cdot t_w \cdot b_{w,1} / (\sin(\Theta_1) \cdot \gamma_{M5}) = 211,5 \text{ kN}$$

$$b_{w,2} = \text{MIN}\left(\frac{h_2}{\sin(\Theta_2)} + 5 \cdot (t_f + r); 2 \cdot t_2 + 10 \cdot (t_f + r)\right) = 208,0 \text{ mm}$$

$$N_{2,Rd,1} = f_{y0} \cdot 10^{-3} \cdot t_w \cdot b_{w,2} / (\sin(\Theta_2) \cdot \gamma_{M5}) = 372,5 \text{ kN}$$

Porušenie medzipásových prútov:

ked nasledujúce podmienky sú splnené \Rightarrow netreba brať do úvahy porušenie medzipásových prútov

$$\gamma = b_0 / (2 \cdot t_f) = 7,50$$

$$\beta = 1,0 - 0,03 \cdot \gamma = 0,775$$

$$20 - 28 \cdot \beta = -1,70$$

$$g / t_f = 4,25$$

$g / t_f \leq 20 - 28 \cdot \beta \Rightarrow$ nevyhovuje

$$b_1 / b_2 = 0,80$$

$$0,75 / (b_1 / b_2) = 0,94 < 1$$

$$(b_1 / b_2) / 1,33 = 0,60 < 1$$

vyhovuje

Pásový prút bez výstuhu:

$$p_{eff,1} = \text{MIN}(t_w + 2 \cdot r + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y1}; b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1) = 85,0 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd,2} = 2 \cdot f_{y1} \cdot 10^{-3} \cdot t_1 \cdot p_{eff,1} / \gamma_{M5} = 159,8 \text{ kN}$$

$$p_{eff,2} = \text{MIN}(t_w + 2 \cdot r + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y2}; b_2 + h_2 - 2 \cdot t_2) = 85,0 \text{ mm}$$

$$N_{2,Rd,2} = 2 \cdot f_{y2} \cdot 10^{-3} \cdot t_2 \cdot p_{eff,2} / \gamma_{M5} = 159,8 \text{ kN}$$

Pásový prút s výstuhou:

$$\text{hrúbka výstuhu } t_s = 8,0 \text{ mm}$$

$$t_w / t_s = 0,63 < 1$$

megfelel

$$\text{hrúbka zvarov } a = 4,0 \text{ mm}$$

$$b_{eff,1} = \text{MIN}(t_w + 2 \cdot r + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y1}; b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1) = 85,0 \text{ mm}$$

$$b_{eff,s,1} = \text{MIN}(t_s + 2 \cdot a + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y1}; b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1) = 72,0 \text{ mm}$$

$$b_{EFF,1} = \text{MIN}(b_{eff,1} + b_{eff,s,1}; b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1) = 152,0 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd,3} = 2 \cdot f_{y1} \cdot 10^{-3} \cdot t_1 \cdot (b_{EFF,1}) / \gamma_{M5} = 285,8 \text{ kN}$$

$$b_{eff,2} = \text{MIN}(t_w + 2 \cdot r + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y2}; b_2 + h_2 - 2 \cdot t_2) = 85,0 \text{ mm}$$

$$b_{eff,s,2} = \text{MIN}(t_s + 2 \cdot a + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y2}; b_2 + h_2 - 2 \cdot t_2) = 72,0 \text{ mm}$$

$$b_{EFF,2} = \text{MIN}(b_{eff,2} + b_{eff,s,2}; b_2 + h_2 - 2 \cdot t_2) = 157,0 \text{ mm}$$

$$N_{2,Rd,3} = 2 \cdot f_{y2} \cdot 10^{-3} \cdot t_2 \cdot (b_{EFF,2}) / \gamma_{M5} = 295,2 \text{ kN}$$

Šmykové porušenie pásu:

pre medzipásových prútov z RHS:

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{(1 + 4 \cdot g^2 / (3 \cdot t_f^2))}} = 0,200$$

$$A_v = A_0 \cdot 10^2 - (2 - \alpha) \cdot b_0 \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 1034,0 \text{ mm}^2$$

$$N_{1,Rd_4} = \frac{f_{y0} \cdot 10^{-3} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin(\Theta_1) \cdot \gamma_{M5}} = 140,3 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd_4} = \frac{f_{y0} \cdot 10^{-3} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin(\Theta_2) \cdot \gamma_{M5}} = 213,8 \text{ kN}$$

Pásový prút:

$$A_{v0} = A_0 \cdot 10^2 - 2 \cdot b_0 \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 842,0 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{v0} \cdot f_{y0} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 103,9 \text{ kN}$$

$$N_{0,Rd} = \left((A_0 \cdot 10^2 - A_v) \cdot f_{y0} \cdot 10^{-3} + A_v \cdot f_{y0} \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,Rd}} \right)^2} \right) / \gamma_{M5} = 594,5 \text{ kN}$$

KONTROLA MOMENTOVEJ ODOLNOSTI (STN EN 1993-1-8 tab. 7.22)Plastizácia steny pásu:

$$M_{ip,1,Rd_1} = (0,5 \cdot f_{y0} \cdot 10^{-6} \cdot t_w \cdot b_{w,1} \cdot (h_1 - t_1)) / \gamma_{M5} = 8,04 \text{ kNm}$$

$$M_{ip,2,Rd_1} = (0,5 \cdot f_{y0} \cdot 10^{-6} \cdot t_w \cdot b_{w,2} \cdot (h_2 - t_2)) / \gamma_{M5} = 11,73 \text{ kNm}$$

Porušenie medzipásových prútov:

$$h_{z,1} = h_1 - t_1 = 76,0 \text{ mm}$$

$$h_{z,2} = h_2 - t_2 = 96,0 \text{ mm}$$

$$M_{ip,1,Rd_2} = f_{y1} \cdot 10^{-6} \cdot t_1 \cdot \rho_{eff,1} \cdot h_{z,1} / \gamma_{M5} = 6,07 \text{ kNm}$$

$$M_{ip,2,Rd_2} = f_{y2} \cdot 10^{-6} \cdot t_2 \cdot \rho_{eff,2} \cdot h_{z,2} / \gamma_{M5} = 7,67 \text{ kNm}$$

POSÚDENIE:Pás:

$$N_{0,Rd} = 594,5 \text{ kN}$$

$$ABS(N_{0,Ed} / N_{0,Rd}) = 0,40 < 1$$

VYHOVUJE

Medzipásové pružy:

$$N_{1,Rd} = \text{MIN}(N_{1,Rd_1}; N_{1,Rd_2}; N_{1,Rd_3}; N_{1,Rd_4}) = 140,3 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd} = \text{MIN}(N_{2,Rd_1}; N_{2,Rd_2}; N_{2,Rd_3}; N_{2,Rd_4}) = 159,8 \text{ kN}$$

$$M_{ip,1,Rd} = \text{MIN}(M_{ip,1,Rd_1}; M_{ip,1,Rd_2}) = 6,07 \text{ kNm}$$

$$M_{ip,2,Rd} = \text{MIN}(M_{ip,2,Rd_1}; M_{ip,2,Rd_2}) = 7,67 \text{ kNm}$$

$$\text{ABS}(N_{1,Ed} / N_{1,Rd}) + \text{ABS}(M_{ip,1,Ed} / M_{ip,1,Rd}) = \underline{0,64 < 1}$$

VYHOVUJE

$$\text{ABS}(N_{2,Ed} / N_{2,Rd}) + \text{ABS}(M_{ip,2,Ed} / M_{ip,2,Rd}) = \underline{0,91 < 1}$$

VYHOVUJE

POSÚDENIE: (v prípade výstuhy)

$$N_{1,Rd} = \text{MIN}(N_{1,Rd_1}; N_{1,Rd_3}; N_{1,Rd_4}) = 140,3 \text{ kN}$$

$$\text{ABS}(N_{1,Ed} / N_{1,Rd}) + \text{ABS}(M_{ip,1,Ed} / M_{ip,1,Rd}) = \underline{0,64 < 1}$$

VYHOVUJE

$$N_{2,Rd} = \text{MIN}(N_{2,Rd_1}; N_{2,Rd_3}; N_{2,Rd_4}) = 213,8 \text{ kN}$$

$$\text{ABS}(N_{2,Ed} / N_{2,Rd}) + \text{ABS}(M_{ip,2,Ed} / M_{ip,2,Rd}) = \underline{0,73 < 1}$$

VYHOVUJE

NÁVRH ZVAROV

$$g = 34,0 \text{ mm}$$

$$(t_1 + t_2) / g = 0,24 < 1$$

najnižšia trieda ocele v uzle:

$$\text{ocel} = \text{SEL}(\text{"steel/EC"; NameEN;}) = \text{S235}$$

$$f_u = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; fu; NameEN=ocel}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{súc. bezpečnosti } \gamma_{M2} = 1,25$$

podľa EN 1993-1-8 tab.4.1:

$$\beta_w = 0,8$$

1. medzipásový prút:

dĺžka zvarov:

$$l_{1,w_1} = 2 \cdot \frac{h_1}{\sin(\Theta_1)} = 160,0 \text{ mm}$$

$$l_{1,w_2} = b_1 = 80,0 \text{ mm}$$

$$l_{1,w_3} = b_1 = 80,0 \text{ mm}$$

$$\Sigma l_{1,w} = l_{1,w_1} + l_{1,w_2} + l_{1,w_3} = 320,0 \text{ mm}$$

Zvar_1:**hrúbka a =****4,0 mm**

$$N_{1,N} = \frac{ABS(N_{1,Ed}) * l_{1,w_1}}{\Sigma l_{1,w}} = 30,0 \text{ kN}$$

= 30,0 kN

$$A_w = l_{1,w_1} * a = 640,0 \text{ mm}^2$$

= 640,0 mm²

$$\sigma_{kol} = \frac{N_{1,N} * 10^3 * \sin(\Theta_1)}{A_w * \sqrt{2}} = 33,1 \text{ N/mm}^2$$

= 33,1 N/mm²

$$\tau_{kol} = \frac{N_{1,N} * 10^3 * \sin(\Theta_1)}{A_w * \sqrt{2}} = 33,1 \text{ N/mm}^2$$

= 33,1 N/mm²

$$\tau_{par} = \frac{N_{1,N} * 10^3 * \cos(\Theta_1)}{A_w} = -0 \text{ N/mm}^2$$

= -0 N/mm²**posúdenie:**

$$\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)} = 66,20 \text{ N/mm}^2$$

= 66,20 N/mm²

$$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

= 360 N/mm²

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 0,18 < 1$$

= 0,18 < 1

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = 0,13 < 1$$

= 0,13 < 1**VYHOVUJE****Zvar_2:****hrúbka a =****4,0 mm**

$$N_{1,N} = \frac{ABS(N_{1,Ed}) * l_{1,w_2}}{\Sigma l_{1,w}} = 15,0 \text{ kN}$$

= 15,0 kN

$$N_{1,M} = \frac{ABS(M_{ip,1,Ed})}{(h_1 * 10^{-3})} = 16,3 \text{ kN}$$

= 16,3 kN

$$\Sigma N = N_{1,N} + N_{1,M} = 31,3 \text{ kN}$$

= 31,3 kN

$$A_w = l_{1,w_2} * a = 320,0 \text{ mm}^2$$

= 320,0 mm²

$$\alpha = (180 - \Theta_1) / 2 = 45^\circ$$

= 45 °

$$\sigma_{kol} = (\Sigma N * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w = 69,2 \text{ N/mm}^2$$

= 69,2 N/mm²

$$\tau_{kol} = (\Sigma N * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w = 69,2 \text{ N/mm}^2$$

= 69,2 N/mm²

$$\tau_{par} = 0 \text{ N/mm}^2$$

= 0 N/mm²

posúdenie:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 138,40 \text{ N/mm}^2$$

$$= 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,38 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,27 < 1}$$

VYHOVUJE**Zvar_3:****hrúbka a =**

$$N_{1,N} = \text{ABS}(N_{1,Ed}) * l_{1,w_3} / \Sigma l_{1,w} = 15,0 \text{ kN}$$

$$N_{1,M} = \text{ABS}(M_{ip,1,Ed}) / (h_1 * 10^{-3}) = 16,3 \text{ kN}$$

$$\Sigma N = N_{1,N} + N_{1,M} = 31,3 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{1,w_3} * a = 320,0 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = \Theta_1 / 2 = 45^\circ$$

$$\sigma_{kol} = (\Sigma N * 10^3 * \text{SIN}(\alpha)) / A_w = 69,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{kol} = (\Sigma N * 10^3 * \text{COS}(\alpha)) / A_w = 69,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = 0 \text{ N/mm}^2$$

posúdenie:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 138,40 \text{ N/mm}^2$$

$$= 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,38 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,27 < 1}$$

VYHOVUJE**2. medzipásový prút:****dĺžka zvarov:**

$$l_{2,w_1} = 2 * \frac{h_2}{\sin(\Theta_2)} = 304,9 \text{ mm}$$

$$l_{2,w_2} = b_2 = 100,0 \text{ mm}$$

$$l_{2,w_3} = b_2 = 100,0 \text{ mm}$$

$$\Sigma l_{2,w} = l_{2,w_1} + l_{2,w_2} + l_{2,w_3} = 504,9 \text{ mm}$$

Zvar_1:**hrúbka a =****4,0 mm**

$$N_{2,N} = \text{ABS}(N_{2,Ed}) * l_{2,w_1} / \Sigma l_{2,w} = 69,1 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{2,w_1} * a = 1219,6 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{kol} = \frac{N_{2,N} * 10^3 * \sin(\Theta_2)}{A_w * \sqrt{2}} = 26,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{kol} = \frac{N_{2,N} * 10^3 * \sin(\Theta_2)}{A_w * \sqrt{2}} = 26,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = \frac{N_{2,N} * 10^3 * \cos(\Theta_2)}{A_w} = 42,8 \text{ N/mm}^2$$

posúdenie:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 90,90 \text{ N/mm}^2$$

$$= 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,25 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,10 < 1}$$

VYHOVUJE**Zvar_2:****hrúbka a =****4,0 mm**

$$N_{2,N} = \text{ABS}(N_{2,Ed}) * l_{2,w_2} / \Sigma l_{2,w} = 22,7 \text{ kN}$$

$$N_{2,M} = \text{ABS}(M_{ip,2,Ed}) / (h_2 * 10^{-3}) = 15,0 \text{ kN}$$

$$\Sigma N = N_{2,N} + N_{2,M} = 37,7 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{2,w_2} * a = 400,0 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = (180 - \Theta_2) / 2 = 69,5^\circ$$

$$\sigma_{kol} = (\Sigma N * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w = 88,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{kol} = (\Sigma N * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w = 33,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = 0 \text{ N/mm}^2$$

posúdenie:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 105,19 \text{ N/mm}^2$$

$$= 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,29 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,34 < 1}$$

Zvar_3:**hrúbka a =****4,0 mm**

$$N_{2,N} = \frac{ABS(N_{2,Ed}) * I_{2,w_3}}{\Sigma I_{2,w}} = 22,7 \text{ kN}$$

$$N_{2,M} = \frac{ABS(M_{ip,2,Ed})}{(h_2 * 10^{-3})} = 15,0 \text{ kN}$$

$$\Sigma N = N_{2,N} + N_{2,M} = 37,7 \text{ kN}$$

$$A_w = I_{2,w_3} * a = 400,0 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = \Theta_2 / 2 = 20,5^\circ$$

$$\sigma_{kol} = (\Sigma N * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w = 33,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{kol} = (\Sigma N * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w = 88,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = 0 \text{ N/mm}^2$$

posúdenie:

$$\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)} = 156,46 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

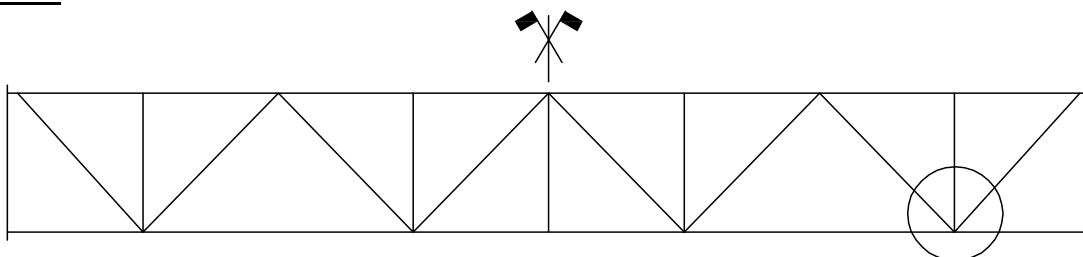
$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,43 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,13 < 1}$$

VYHOVUJE

Priehradový väzník - kontrola uzlov podľa EN 1993 - 1 - 8

Geometria:



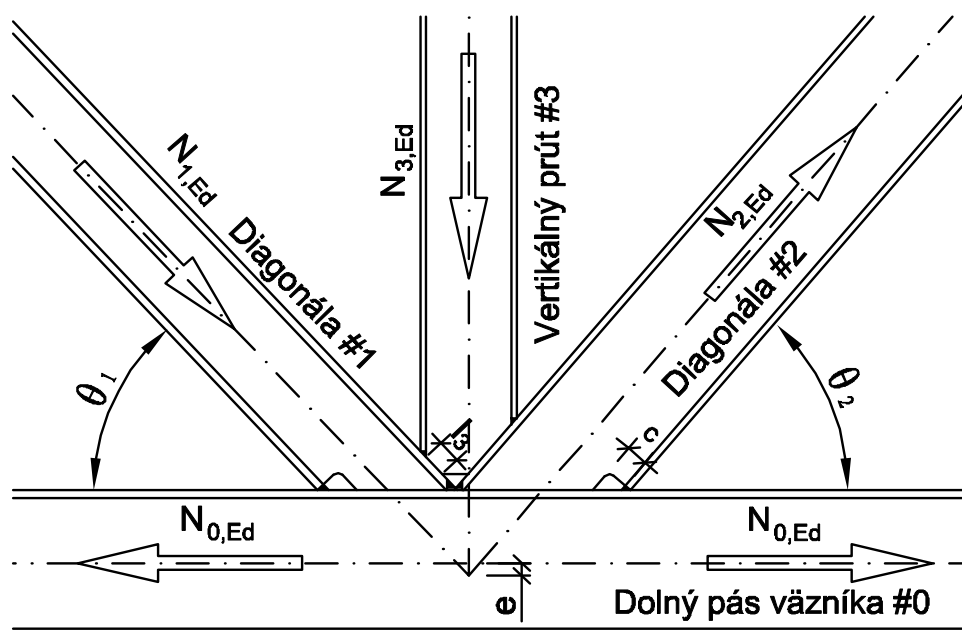
Uzol:

Typ uzla: **zváraný, KT uzol**

Parciálne súčinitele bezpečnosti (STN EN 1993-1-1):

parc. bizton. tényezo $\gamma_{M5} = 1,00$

parc. bizton. tényezo $\gamma_{M0} = 1,10$



Pásový prút ("0" index):

$N_{0,Ed} = 1600,0 \text{ kN}$

$M_{ip,0,Ed} = 0,0 \text{ kNm}$

$V_{0,Ed} = 0,0 \text{ kN}$

ocel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S355**

$f_{y0} = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=ocel}) = 355 \text{ N/mm}^2$

$E = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } E; \text{ NameEN=ocel}) = 210000 \text{ N/mm}^2$

$\varepsilon_0 = \sqrt{\frac{235}{f_{y0}}} = 0,81$

prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 240
$A_0 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	76,80 cm ²
$h_0 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	230,00 mm
$t_{w,0} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	7,50 mm
$d_{w,0} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	164,00 mm
$b_0 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	240,00 mm
$t_{f,0} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	12,00 mm
$r_0 =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	21,00 mm

Medzipásové prúty:**Diagonála c.1:**

$N_{1,Ed} =$	-800,0 kN
$M_{ip,1,Ed} =$	0,0 kNm
$V_{1,Ed} =$	0,0 kN

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$f_{y1} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	355 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
$\epsilon_1 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y1}}}$	=	0,81

Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEB
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEB 160
$A_1 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	54,30 cm ²
$h_1 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	160,00 mm
$t_{w,1} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	8,00 mm
$d_{w,1} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	104,00 mm
$b_1 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	160,00 mm
$t_{f,1} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	13,00 mm
$r_1 =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	15,00 mm
$A_{w1} =$	$(h_1 - t_{f,1}) * t_{w,1}$	=	1176 mm ²
$A_{f1} =$	$(A_1 * 100 - A_{w1}) / 2$	=	2127 mm ²
$\Theta_1 =$	46 °		

Diagonála c.2:

$N_{2,Ed} =$	1350,0 kN
$M_{ip,2,Ed} =$	0,0 kNm
$V_{2,Ed} =$	0,0 kN

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$f_{y2} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	355 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
$\epsilon_2 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y2}}}$	=	0,81

Prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 220
$A_2 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	64,30 cm ²
$h_2 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	210,00 mm
$t_{w,2} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	7,00 mm
$d_{w,2} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	152,00 mm
$b_2 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	220,00 mm
$t_{f,2} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	11,00 mm
$r_2 =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	18,00 mm
$A_{w2} =$	$(h_2 - t_{f,2}) * t_{w,2}$	=	1393 mm ²
$A_{f2} =$	$(A_2 * 100 - A_{w2}) / 2$	=	2519 mm ²
$\Theta_2 =$	49 °		

Vertikálny prút c.3:

$N_{3,Ed} =$	-350,0 kN
$M_{ip,3,Ed} =$	0,0 kNm
$V_{3,Ed} =$	0,0 kN

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$f_{y3} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	355 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
$\epsilon_3 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y3}}}$	=	0,81

Prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 160
$A_3 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	38,80 cm ²
$h_3 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	152,00 mm
$t_{w,3} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	6,00 mm
$d_{w,3} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	104,00 mm
$b_3 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	160,00 mm
$t_{f,3} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	9,00 mm
$r_3 =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	15,00 mm
$A_{w3} =$	$(h_3 - t_{f,3}) * t_{w,3}$	=	858 mm ²
$A_{f3} =$	$(A_3 * 100 - A_{w3}) / 2$	=	1511 mm ²
$\Theta_3 =$	90 °		

a) Návrh zvarov**min. kvalita ocele v uzle:**

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$f_u =$	TAB("steel/EC"; fu; NameEN=ocel)	=	510 N/mm ²
súc. bezpecnosti $\gamma_{M2} =$			1,25
podla tabulky 4.1 (EN 1993-1-8):			
$\beta_w =$	0,9		

Diagonála c.1:**Zvar_1 (na stojine):**šírka vybratia $c =$

32 mm

hrúbka zvaru $a =$

5,0 mm

$$\text{dĺžka zvaru } l_{1,w-1} = 2 \cdot \frac{(h_1 - 2 \cdot t_{f,1} - r_1 - c)}{\sin(\Theta_1)}$$

= 241,9 mm

$$e_1 = \frac{(c - r_1) / 2}{\sin(\Theta_1)}$$

= 11,8 mm

$$N_{1w,Ed} = |N_{1,Ed}| \cdot \frac{A_{w1}}{A_1 \cdot 100}$$

= 173,3 kN

$$A_w = l_{1,w-1} \cdot a$$

= 1209,5 mm²

$$\sigma_{kol} = \frac{N_{1w,Ed} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_1)}{A_w \cdot \sqrt{2}} + \frac{N_{1w,Ed} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_1) \cdot e_1}{\sqrt{2} \cdot \left(\frac{2 \cdot a \cdot (l_{1,w-1} / 2)^2}{6} \right)}$$

= 115,5 N/mm²

$$\tau_{kol} = \sigma_{kol}$$

= 115,5 N/mm²

$$\tau_{par} = \frac{N_{1w,Ed} \cdot 10^3 \cdot \cos(\Theta_1)}{A_w}$$

= 99,5 N/mm²

$$\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 \cdot (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}$$

= 288,2 N/mm²

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

= 453 N/mm²

$$0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

= 367,2 N/mm²**Posúdenie:**

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}}$$

= 0,31 < 1

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 \cdot (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})}$$

= 0,64 < 1**VYHOVUJE****Zvar_2 (na pásnici):**hrúbka zvaru $a = t_{f,1} - 1$

= 12,0 mm

dĺžka zvaru $l_{1,w-2} = b_1$

= 160,0 mm

$$N_{1f,Ed} = |N_{1,Ed}| \cdot \frac{A_{f1}}{A_1 \cdot 100}$$

= 313,4 kN

Návrhová odolnosť zvaru:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \cdot a \cdot l_{1,w-2}}{\sqrt{2} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} \cdot 0,001$$

= 615,5 kN

Posúdenie:

$$N_{1f,Ed} / F_{w,Rd}$$

= 0,51 < 1**VYHOVUJE**

Zvar_3 (na pásnici):

$$\text{hrúbka zvaru } a = t_{f,1} - 1 = 12,0 \text{ mm}$$

$$\text{dĺžka zvaru } l_{1,w_3} = b_1 = 160,0 \text{ mm}$$

$$N_{1f,Ed} = |N_{1,Ed}| * \frac{A_{f1}}{A_1 * 100} = 313,4 \text{ kN}$$

Návrhová odolnosť zvaru:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u * a * l_{1,w_3}}{\sqrt{2} * \beta_w * \gamma_{M2}} * 0,001 = 615,5 \text{ kN}$$

Posúdenie:

$$N_{1f,Ed} / F_{w,Rd} = 0,51 < 1$$

VYHOVUJE

Diagonála c.2:**Zvar_1 (na stojine):**

$$\text{šírka vybratia } c = 34 \text{ mm}$$

$$\text{hrúbka zvaru } a = 4,0 \text{ mm}$$

$$\text{dĺžka zvaru } l_{2,w_1} = 2 * \frac{(h_2 - 2 * t_{f,2} - r_2 - c)}{\sin(\Theta_2)} = 360,4 \text{ mm}$$

$$e_2 = \frac{(c - r_2) / 2}{\sin(\Theta_2)} = 10,6 \text{ mm}$$

$$N_{2w,Ed} = |N_{2,Ed}| * \frac{A_{w2}}{A_2 * 100} = 292,5 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{2,w_1} * a = 1441,6 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{kol} = \frac{N_{2w,Ed} * 10^3 * \sin(\Theta_2)}{A_w * \sqrt{2}} + \frac{N_{2w,Ed} * 10^3 * \sin(\Theta_2) * e_2}{\sqrt{2} * \left(\frac{2 * a * (l_{2,w_1} / 2)^2}{6} \right)} = 146,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{kol} = \frac{\sigma_{kol}}{N_{2w,Ed} * 10^3 * \cos(\Theta_2)} = 146,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = \frac{N_{2w,Ed} * 10^3 * \cos(\Theta_2)}{A_w} = 133,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)} = 372,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 453 \text{ N/mm}^2$$

$$0,9 * f_u / \gamma_{M2} = 367,2 \text{ N/mm}^2$$

Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = 0,40 < 1$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 0,82 < 1$$

VYHOVUJE

Zvar_2 (na pásnici):

$$\text{hrúbka zvaru } a = t_{f,2} - 1 = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{dĺžka zvaru } l_{2,w_2} = b_2 = 220,0 \text{ mm}$$

$$N_{2f,Ed} = |N_{2,Ed}| * \frac{A_{f2}}{A_2 * 100} = 528,9 \text{ kN}$$

Návrhová odolnosť zvaru:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u * a * l_{2,w_2}}{\sqrt{2} * \beta_w * \gamma_{M2}} * 0,001 = 705,2 \text{ kN}$$

Posúdenie:

$$N_{2f,Ed} / F_{w,Rd} = 0,75 < 1$$

VYHOVUJE**Zvar_3 (na pásnici):**

$$\text{hrúbka zvaru } a = t_{f,2} - 1 = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{dĺžka zvaru } l_{2,w_3} = b_2 = 220,0 \text{ mm}$$

$$N_{2f,Ed} = |N_{2,Ed}| * \frac{A_{f2}}{A_2 * 100} = 528,9 \text{ kN}$$

Návrhová odolnosť zvaru:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u * a * l_{2,w_3}}{\sqrt{2} * \beta_w * \gamma_{M2}} * 0,001 = 705,2 \text{ kN}$$

Posúdenie:

$$N_{2f,Ed} / F_{w,Rd} = 0,75 < 1$$

VYHOVUJE**Vertikálny prút c.3:****Zvar_1 (na pásnici):**

$$\text{hrúbka zvaru } a = t_{f,3} = 9,0 \text{ mm}$$

$$\text{dĺžka zvaru } l_{3,w_1} = b_3 - (t_{w,3} + 2 * r_3) = 124,0 \text{ mm}$$

$$N_{3f,Ed} = |N_{3,Ed}| / 2 = 175,0 \text{ kN}$$

Návrhová odolnosť zvaru:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u * a * l_{3,w_1}}{\sqrt{2} * \beta_w * \gamma_{M2}} * 0,001 = 357,7 \text{ kN}$$

Posúdenie:

$$N_{3f,Ed} / F_{w,Rd} = 0,49 < 1$$

VYHOVUJE

b) Plastizácia steny pásu:

Diagonála c.1

$$b_{w,1} = \frac{h_1}{\sin(\Theta_1)} + 5 \cdot (t_{f,0} + r_0) = 387,4 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} \cdot t_{w,0} \cdot b_{w,1}}{\sin(\Theta_1) \cdot \gamma_{M5}} \cdot 10^{-3} = 1433,9 \text{ kN}$$

$$\frac{|N_{1,Ed}|}{N_{1,Rd}} = \underline{0,56 < 1}$$

VYHOVUJE

Diagonála c.2:

$$b_{w,2} = \frac{h_2}{\sin(\Theta_2)} + 5 \cdot (t_{f,0} + r_0) = 443,3 \text{ mm}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{f_{y0} \cdot t_{w,0} \cdot b_{w,2}}{\sin(\Theta_2) \cdot \gamma_{M5}} \cdot 10^{-3} = 1563,9 \text{ kN}$$

$$\frac{|N_{2,Ed}|}{N_{2,Rd}} = \underline{0,86 < 1}$$

VYHOVUJE

Pripojenie vertikálneho prúta na diagonálu c.1:

dĺžka pripojenia $l_3 = 36 \text{ mm}$

$$b_{w,3} = \frac{t_{f,3}}{\sin(90 - \Theta_1)} + 2,5 \cdot (t_{f,1} + r_1) + l_3 = 119,0 \text{ mm}$$

$$N_{3,Rd} = \frac{f_{y1} \cdot t_{w,1} \cdot b_{w,3}}{\sin(90 - \Theta_1) \cdot \gamma_{M5}} \cdot 10^{-3} = 486,5 \text{ kN}$$

$$\frac{|N_{3,Ed}| / 2}{N_{3,Rd}} = \underline{0,36 < 1}$$

VYHOVUJE

c) Šmykové porušenie pásu:

Efektívna plocha prierezu v šmyku:

$$A_v = A_0 \cdot 10^2 - 2 \cdot b_0 \cdot t_{f,0} + (t_{w,0} + 2 \cdot r_0) \cdot t_{f,0} = 2514,0 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{Ed} = \frac{|N_{2,Ed}| \cdot \sin(\Theta_2)}{A_v} \cdot 10^3 = 405,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 186,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} = \underline{2,18 > 1}$$

nevyhovuje \Rightarrow zosilnenie steny pásu

Zosilňujúci plech navarený na stenu pásu:

$$t_{\text{add},0} = 25 \text{ mm}$$

$$\tau_{\text{Ed}} = \frac{|N_{2,\text{Ed}}| \cdot \sin(\Theta_2)}{A_v + t_{\text{add},0} \cdot d_{w,0}} \cdot 10^3 = 154,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{\text{Ed}}}{\tau_{\text{Rd}}} = 0,83 < 1$$

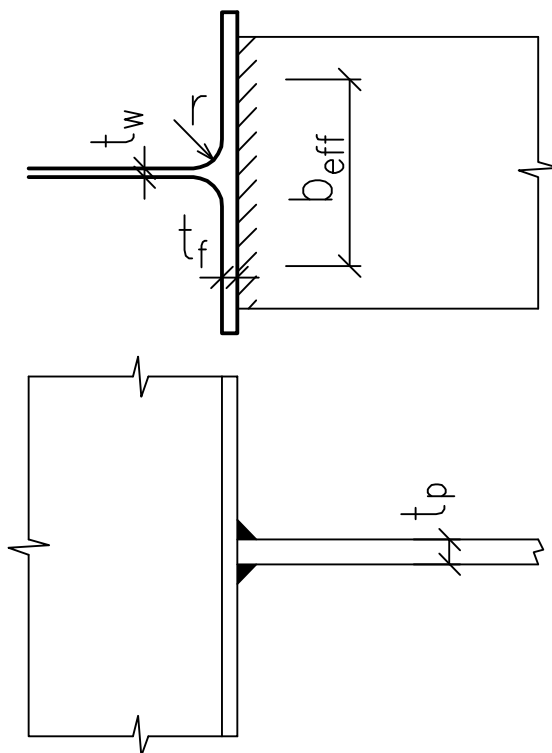
$$\sigma_{\text{Ed}} = \frac{|N_{0,\text{Ed}}| \cdot 1000}{A_0 \cdot 100 + t_{\text{add},0} \cdot d_{w,0}} = 135,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\text{Ed}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{Ed}}^2}}{\frac{f_{y0}}{\gamma_{\text{M0}}}} = 0,93 < 1$$

VYHOVUJE

d) Zavedenie sily z diagonály c.2

podľa obr. 4.8 z normy STN EN 1993-1-8:



Diagonála c.2:

medza klzu $f_{y1} =$	f_{y2}	=	355 N/mm ²
medza pevnosti $f_{u1} =$	f_u	=	510 N/mm ²
$b_1 =$	b_2	=	220 mm
$t_{p1} =$	$t_{f,2}$	=	11,0 mm
$k =$	$\text{MIN}\left(\frac{t_{f,0}}{t_{p1}} * \frac{f_{y0}}{f_{y1}} ; 1,0\right)$	=	1,0

Efektívna šírka pásového prúta:

$b_{\text{eff}} =$	$t_{w,0} + 2*r_0 + 7*k*t_{f,0}$	=	134 mm
$\frac{f_{y1} * b_1}{f_{u1}}$		=	<u>1,14 > 1</u>
b_{eff}		=	

nevyhovuje, je potrebná výstuha

Posúdenie excentricity (tahaný pás):

$$e = 20\text{mm} < 0,25 * h_0 = 57,5\text{mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

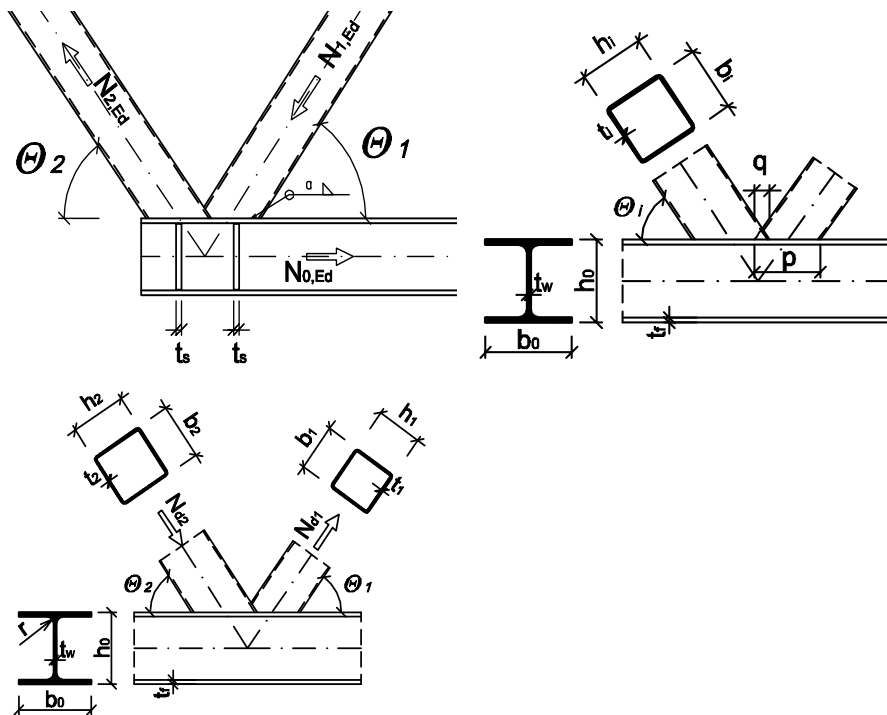
Priehradový väzník - kontrola uzlov podľa EN 1993 - 1 - 8

Pripomienky:

Materiál : S355 (pásový prúty)

S235 (diagonály)

Zváraný uzol K s prekrytím



Parciálne súčinitele bezpečnosti:

$$\gamma_{M0} = 1,10$$

$$\gamma_{M5} = 1,00$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

A1) VSTUPNÉ ÚDAJE - GEOMETRIA

Pásový prút:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
f_{y0} =	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	355 N/mm ²
E_0 =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
ϵ_0 =	$\sqrt{\frac{235}{f_{y0}}}$	=	0,81
$\lambda_{1,0}$ =	$93,90 * \epsilon_0$	=	76,06

prierez Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 140
A ₀ =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	31,40 cm ²
W _{y,0} =	TAB("steel/"Typ; Wy; Name=Profil)	=	155,00 cm ³
h ₀ =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	133,00 mm
t _{w0} =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	5,50 mm
d _{w0} =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	92,00 mm
b ₀ =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	140,00 mm
t _{f0} =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	8,50 mm
r ₀ =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	12,00 mm
i _y =	TAB("steel/"Typ; iy; Name=Profil)	=	5,73 cm
i _z =	TAB("steel/"Typ; iz; Name=Profil)	=	3,52 cm

Medzipásové prúty:

Posúdenie je nutné urobiť len v prípade prekryvajúceho prúta, max. možné využitie prierezu prekrytého prúta bude rovnaké.

!!! index "2" platí vždy pre prekrytý prút !!!

diagonála c.1 - prekryvajúci prút:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
f _{y1} =	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	235 N/mm ²
E ₁ =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
ε ₁ =	$\sqrt{\frac{235}{f_{y1}}}$	=	1,00
λ _{1,1} =	93,90 * ε ₁	=	93,90
profil1 =	SEL("steel/SHS"; Name;)	=	SHS 100x4
A ₁ =	TAB("steel/SHS"; A; Name=profil1)	=	15,20 cm ²
h ₁ =	TAB("steel/SHS"; a; Name=profil1)	=	100,00 mm
b ₁ =	TAB("steel/SHS"; a; Name=profil1)	=	100,00 mm
t ₁ =	TAB("steel/SHS"; t; Name=profil1)	=	4,00 mm
i ₁ =	TAB("steel/SHS"; i; Name=profil1)	=	3,91 cm
uhol s pásovým prútom	Θ ₁ =	55,2 °	

diagonála c.2 - prekrytý prút:

ocel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
f _{y2} =	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=ocel)	=	235 N/mm ²
E ₂ =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=ocel)	=	210000 N/mm ²
ε ₂ =	$\sqrt{\frac{235}{f_{y2}}}$	=	1,00
λ _{1,2} =	93,90 * ε ₂	=	93,90

profil2 =	SEL("steel/SHS"; Name;)	=	SHS 120x4
$A_2 =$	TAB("steel/SHS"; A; Name=profil2)	=	18,40 cm ²
$h_2 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=profil2)	=	120,00 mm
$b_2 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=profil2)	=	120,00 mm
$t_2 =$	TAB("steel/SHS"; t; Name=profil2)	=	4,00 mm
$i_2 =$	TAB("steel/SHS"; i; Name=profil2)	=	4,72 cm
uhol s pásovým prútom $\Theta_2 =$	53,9 °		

A2) VSTUPNÉ ÚDAJE - VNÚTORNÉ SILY V UZLE

Pásový prút:

$N_{0,Ed} =$	183,0 kN
$M_{ip,0,Ed} =$	0,0 kNm
$V_{0,Ed} =$	-20,0 kN

diagonála c.1 - prekrývajúci prút:

$N_{1,Ed} =$	-128,0 kN
$N_{1,H,Ed} = N_{1,Ed} \cdot \cos(\Theta_1) =$	-73,05 kN
$N_{1,V,Ed} = N_{1,Ed} \cdot \sin(\Theta_1) =$	-105,11 kN
$M_{ip,1,Ed} =$	0,0 kNm
$V_{1,Ed} =$	0,0 kN
Využitie prierezu: $(10 \cdot \text{ABS}(N_{1,Ed}) / A_1) / (f_{y1} / \gamma_{M0}) =$	<u>0,39 < 1</u>

diagonála c.2 - Prekrytý prút:

$N_{2,Ed} =$	177,00 kN
$N_{2,H,Ed} = N_{2,Ed} \cdot \cos(\Theta_2) =$	104,29 kN
$N_{2,V,Ed} = N_{2,Ed} \cdot \sin(\Theta_2) =$	143,01 kN
$M_{ip,2,Ed} =$	0,00 kN
$V_{2,Ed} =$	0,00 kN
Využitie prierezu: $(10 \cdot \text{ABS}(N_{2,Ed}) / A_2) / (f_{y2} / \gamma_{M0}) =$	<u>0,45 < 1</u>

Miera prekrytia λ_{ov} :

$q =$		30,00 mm
$p =$	$h_1 / \sin(\Theta_1)$	= 121,78 mm
$\lambda_{ov} =$	$(q / p) \cdot 100$	= 25 %

B) POSÚDENIE GEOMETRICKÝCH PODMIENOK: (EN 1993-1-8 tab. 7.20)Klasifikácia prierezu: (tab. 5.2 EN 1993-1-1)

Pás:

$$\frac{d_{w0}/t_{w0}}{33 \cdot \varepsilon_0} = 0,63 < 1$$

stojina - 1.trieda - vyhovuje

$$\frac{\left(\frac{0,5 \cdot (b_0 - t_{w0} - 2 \cdot r_0)}{t_{f0}} \right)}{9 \cdot \varepsilon_0} = 0,89 < 1$$

Pásnica - 1.trieda - vyhovuje

Medzipásové pruhy:

$$\frac{h_1 - 2 \cdot t_1}{t_1 \cdot 33 \cdot \varepsilon_1} = 0,70 < 1$$

diagonála c.1 - 1.trieda - vyhovuje

$$\frac{h_2 - 2 \cdot t_2}{t_2 \cdot 33 \cdot \varepsilon_2} = 0,85 < 1$$

diagonála c.2 - 1.trieda - vyhovuje

EN1993-1-8 - tab.7.20:

$$d_{w0}/400 = 0,23 < 1$$

 $d_{w0} \leq 400$ mm, vyhovuje

$$h_1/t_1 = 25,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ vyhovuje

$$b_1/t_1 = 25,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ vyhovuje

$$h_2/t_2 = 30,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ vyhovuje

$$b_2/t_2 = 30,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ vyhovuje

$$h_1/b_1 = 1,0$$

$$0,5 / (h_1/b_1) = 0,50 < 1$$

$$(h_1/b_1) / 2,0 = 0,50 < 1$$

vyhovuje

$$h_2/b_2 = 1,0$$

$$0,5 / (h_2/b_2) = 0,50 < 1$$

$$(h_2/b_2) / 2,0 = 0,50 < 1$$

vyhovuje

$$b_1/b_2 = 0,8$$

$$0,75 / (b_1/b_2) = 0,90 < 1$$

vyhovuje

C) POSÚDENIE UZLOVEJ ODOLNOSTI (EN 1993-1-8 tab. 7.21)**c1) Porušenie medzipásových prútov:**

$$25\% \leq \lambda_{ov} < 50\% \Rightarrow N_{i,Rd} = f_{yi} \cdot t_i \cdot (p_{eff} + b_{e,ov} + 2 \cdot h_i \cdot (\lambda_{ov} / 50) - 4 \cdot t_i) / \gamma_{M5}$$

$$50\% \leq \lambda_{ov} < 80\% \Rightarrow N_{i,Rd} = f_{yi} \cdot t_i \cdot (p_{eff} + b_{e,ov} + 2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i) / \gamma_{M5}$$

$$80\% \leq \lambda_{ov} \Rightarrow N_{i,Rd} = f_{yi} \cdot t_i \cdot (b_i + b_{e,ov} + 2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i) / \gamma_{M5}$$

$$\lambda_{ov} = 25,0$$

Pás bez výstuhu:

$$p_{eff,1} = \text{MIN}(t_{w0} + 2 \cdot r_0 + 7 \cdot t_{f0} \cdot f_{y0} / f_{y1}; b_1) = 100,0 \text{ mm}$$

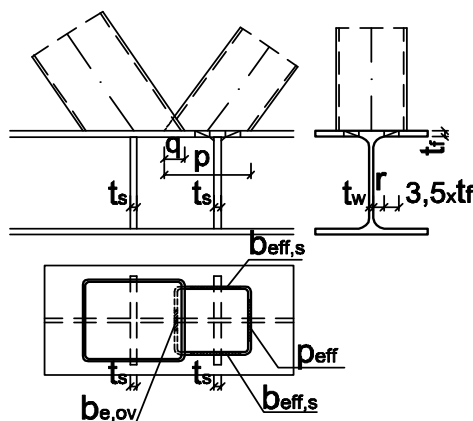
$$b_{e,ov,1} = \text{MIN}\left(\frac{10}{b_2/t_2} \cdot \frac{f_{y2} \cdot t_2}{f_{y1} \cdot t_1} \cdot b_1; b_1\right) = 33,3 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y1} \cdot 10^{-3} \cdot t_1 \cdot (p_{eff,1} + b_{e,ov,1} + 2 \cdot h_1 \cdot (\lambda_{ov} / 50) - 4 \cdot t_1)}{\gamma_{M5}} = 204,3 \text{ kN}$$

$$h_1 \cdot (\lambda_{ov} / 50) = 50,0 \text{ mm}$$

$$\frac{\text{MAX}(N_{1,Ed}; N_{2,Ed})}{N_{1,Rd}} = 0,87 < 1 \text{ vyhovuje}$$

keď podmienka nie je splnená \Rightarrow použitie výstuhu

Pás s výstuhou:

$$\text{Hrúbka výstuhu } t_s = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Hrúbka zvaru } a_s = 4,0 \text{ mm}$$

$$b_{eff,s,1} = \text{MIN}(t_s + 2 \cdot a_s + 7 \cdot t_{f0} \cdot f_{y0} / f_{y1}; p - q) = 91,8 \text{ mm}$$

$$L_{eff,1} = \text{MIN}(p_{eff,1} + 2 \cdot b_{eff,s,1} + b_{e,ov,1}; 2 \cdot (b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1)) = 316,9 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd,s} = \frac{f_{y1} \cdot 10^{-3} \cdot t_1 \cdot L_{eff,1}}{\gamma_{M5}} = 297,9 \text{ kN}$$

$$\frac{\text{MAX}(N_{1,Ed}; N_{2,Ed})}{N_{1,Rd,s}} = 0,59 < 1 \text{ vyhovuje}$$

c2) Šmykové porušenie pásu:

Efektívna plocha prierezu v šmyku:

$$A_v = A_0 \cdot 10^2 - 2 \cdot b_0 \cdot t_{f0} + (t_{w0} + 2 \cdot r_0) \cdot t_{f0} = 1010,8 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{Ed} = \frac{|N_{2,Ed}| \cdot \sin(\Theta_2)}{A_v} \cdot 10^3 = 141,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 186,3 \text{ N/mm}^2$$

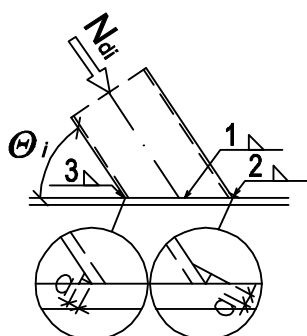
$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} = \underline{\underline{0,76 < 1}}$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0 \cdot 100} \cdot 10^3 = 58,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Rd} = f_{y0} / \gamma_{M0} = 322,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{Ed}}{\sigma_{Rd}} = \underline{\underline{0,18 < 1}}$$

$$(\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2 = \underline{\underline{0,61 < 1 \text{ vyhovuje}}}$$

D) NÁVRH ZVAROV**Minimálna kvalita ocele v uzle:**

$$\text{ocel} = \text{SEL}(\text{"steel/EC"; NameEN; }) = \underline{\underline{\text{S235}}}$$

$$f_u = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; fu; NameEN=ocel}) = \underline{\underline{360 \text{ N/mm}^2}}$$

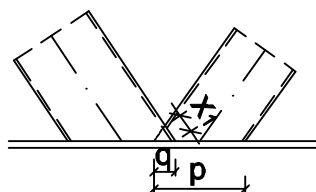
Podľa tabulky 4.1 (EN 1993-1-8):

$$\beta_w = \underline{\underline{0,8}}$$

diagonála c.1:

Využitie prierezu:

$$(10 \cdot \text{ABS}(N_{1,Ed})/A_1) / (f_{y1}/\gamma_{M0}) = \underline{\underline{0,39 < 1 \text{ vyhovuje}}}$$



Pri dimenzovaní pripojenia diagonály c.1 horizontálny zvar je zahrnutý do výpočtu s hodnotou (p-q)!

Dĺžka prekryvajúcej časti:

$$x_1 = 24,50 \text{ mm}$$

hrúbka zvaru:

$$a_1 = 4,0 \text{ mm}$$

Skutočná plocha zvaru okolo obvodu:

$$A_w = a_1 * (2 * (p - q) + 2 * b_1 + 2 * x_1) = 1730,24 \text{ mm}^2$$

$$100 * A_1 / A_w = 0,88 \leq 1$$

Kedže skutočná plocha zvaru pri diagonále c.1 je väčšia ako prierezová plocha, sme na strane bezpečnosti, keď plochu zvaru bereme do výpočtu s dĺžkou bez časti x_1 .

Dĺžka zvarov:

$$l_{1,w_1} = 2 * (p - q) = 183,6 \text{ mm}$$

$$l_{1,w_2} = b_1 = 100,0 \text{ mm}$$

$$l_{1,w_3} = b_1 = 100,0 \text{ mm}$$

$$\Sigma l_{1,w} = l_{1,w_1} + l_{1,w_2} + l_{1,w_3} = 383,6 \text{ mm}$$

Zvar 1:

$$\text{hrúbka zvaru } a = 4,0 \text{ mm}$$

$$N_{1,Ed} = -128,0 \text{ kN}$$

$$N_{1.1} = \text{ABS}(N_{1,Ed}) * l_{1,w_1} / \Sigma l_{1,w} = 61,3 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{1,w_1} * a = 734,4 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{kol} = \frac{N_{1.1} * 10^3 * \sin(\theta_1)}{A_w * \sqrt{2}} = 48,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{kol} = \frac{N_{1.1} * 10^3 * \sin(\theta_1)}{A_w * \sqrt{2}} = 48,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = \frac{N_{1.1} * 10^3 * \cos(\theta_1)}{A_w} = 47,6 \text{ N/mm}^2$$

Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = 0,19 < 1 \text{ vyhovuje}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 0,35 < 1 \text{ vyhovuje}$$

Zvar_2:

hrúbka zvaru a =			4,0 mm
$N_{1,2} =$	$ABS(N_{1,Ed}) * l_{1,w_2} / \Sigma l_{1,w}$	=	33,4 kN
$A_w =$	$l_{1,w_2} * a$	=	400,0 mm ²
$\alpha =$	$(180 - \Theta_1) / 2$	=	62,4 °
$\sigma_{kol} =$	$(N_{1,2} * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w$	=	74,0 N/mm ²
$\tau_{kol} =$	$(N_{1,2} * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w$	=	38,7 N/mm ²
$\tau_{par} =$			0 N/mm ²

Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{\underline{0,29 < 1 \text{ vyhovuje}}}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{\underline{0,28 < 1 \text{ vyhovuje}}}$$

Zvar_3:

hrúbka zvaru a =			4,0 mm
$N_{1,3} =$	$ABS(N_{1,Ed}) * l_{1,w_3} / \Sigma l_{1,w}$	=	33,4 kN
$A_w =$	$l_{1,w_3} * a$	=	400,0 mm ²
$\alpha =$	$\Theta_1 / 2$	=	27,6 °
$\sigma_{kol} =$	$(N_{1,3} * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w$	=	38,7 N/mm ²
$\tau_{kol} =$	$(N_{1,3} * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w$	=	74,0 N/mm ²
$\tau_{par} =$			0 N/mm ²

Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{\underline{0,15 < 1 \text{ vyhovuje}}}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{\underline{0,37 < 1 \text{ vyhovuje}}}$$

diagonála c.2:**Využitie prierezu:**

$$(10 * ABS(N_{2,Ed}) / A_2) / (f_{y2} / \gamma_{M0}) = \underline{\underline{0,45 < 1 \text{ vyhovuje}}}$$

Dĺžka zvarov:

$l_{2,w_1} =$	$2 * \frac{h_2}{\sin(\Theta_2)}$	=	297,0 mm
$l_{2,w_2} =$	b_2	=	120,0 mm
$l_{2,w_3} =$	b_2	=	120,0 mm
$\Sigma l_{2,w} =$	$l_{2,w_1} + l_{2,w_2} + l_{2,w_3}$	=	537,0 mm

Zvar 1:

hrúbka zvaru a =

4,0 mm

$$N_{2.1} = \text{ABS}(N_{2,Ed}) * l_{2,w_1} / \Sigma l_{2,w} = 97,9 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{2,w_1} * a = 1188,0 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{kol} = \frac{N_{2.1} * 10^3 * \sin(\Theta_2)}{A_w * \sqrt{2}} = 47,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{kol} = \frac{N_{2.1} * 10^3 * \sin(\Theta_2)}{A_w * \sqrt{2}} = 47,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = \frac{N_{2.1} * 10^3 * \cos(\Theta_2)}{A_w} = 48,6 \text{ N/mm}^2$$

Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = 0,18 < 1 \text{ vyhovuje}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 0,35 < 1 \text{ vyhovuje}$$

Zvar 2:

hrúbka zvaru a =

4,0 mm

$$N_{2.2} = \text{ABS}(N_{2,Ed}) * l_{2,w_2} / \Sigma l_{2,w} = 39,6 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{2,w_2} * a = 480,0 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = (180 - \Theta_2) / 2 = 63,0^\circ$$

$$\sigma_{kol} = (N_{2.2} * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w = 73,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{kol} = (N_{2.2} * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w = 37,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = 0 \text{ N/mm}^2$$

Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = 0,28 < 1 \text{ vyhovuje}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 0,27 < 1 \text{ vyhovuje}$$

Zvar_3:

hrúbka zvaru a =			4,0 mm
$N_{2,3} =$	$ABS(N_{2,Ed}) * l_{2,w_3} / \Sigma l_{2,w}$	=	39,6 kN
$A_w =$	$l_{2,w_3} * a$	=	480,0 mm ²
$\alpha =$	$\Theta_2 / 2$	=	26,9 °
$\sigma_{kol} =$	$(N_{2,3} * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w$	=	37,3 N/mm ²
$\tau_{kol} =$	$(N_{2,3} * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w$	=	73,6 N/mm ²
$\tau_{par} =$			0 N/mm ²

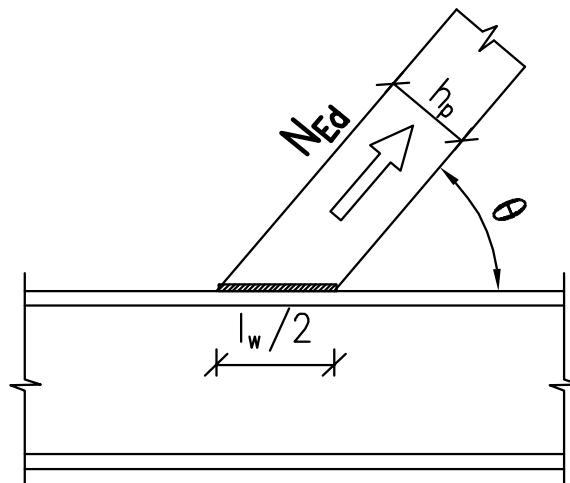
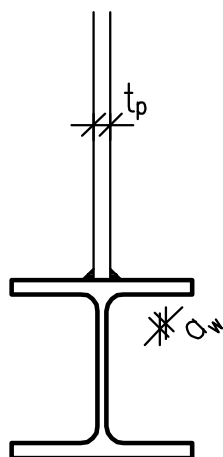
Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,14 < 1 \text{ vyhovuje}}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 * (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,37 < 1 \text{ vyhovuje}}$$

Zvárané spoje

Návrh kútových zvarov



Vstupné údaje:

hrúbka plechu $t_p = 15 \text{ mm}$
 výška plechu $h_p = 80 \text{ mm}$

$N_{Ed} = 250 \text{ kN}$
 $\Theta = 50^\circ$

Parc. súčinitele bezpečnosti:

$\gamma_{M0} = 1,10$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

min. trieda ocele v spoji:

ocel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S235**
 $f_y = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=ocel}) = 235 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_u; \text{ NameEN=ocel}) = 360 \text{ N/mm}^2$

podľa **tabulky 4.1** v EN 1993 -1-8:

S 235 $\Rightarrow \beta_w = 0,8$

S 275 $\Rightarrow \beta_w = 0,85$

S 355 $\Rightarrow \beta_w = 0,9$

$\beta_w = 0,8$

Posúdenie zvaru - 1. zjednodušená metóda:

$$\begin{aligned} \text{hrúbka zvaru } a_w &= && 6,0 \text{ mm} \\ \text{dĺžka zvaru } l_w &= 2 \cdot \frac{h_p}{\sin(\Theta)} && = 208,9 \text{ mm} \\ A_w &= a_w \cdot l_w && = 1253,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Nárrhová odolnosť zvaru:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \cdot A_w}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 260,5 \text{ kN}$$

Posúdenie:

$$N_{Ed} / F_{w,Rd} = \underline{0,96 < 1}$$

VYHOVUJE**Posúdenie zvaru - 2. metóda zložiek napätia:**

$$\begin{aligned} \text{hrúbka zvaru } a_w &= && 6,0 \text{ mm} \\ \text{dĺžka zvaru } l_w &= 2 \cdot \frac{h_p}{\sin(\Theta)} && = 208,9 \text{ mm} \\ A_w &= a_w \cdot l_w && = 1253,4 \text{ mm}^2 \\ \sigma_{kol} &= \frac{N_{Ed} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta)}{A_w \cdot \sqrt{2}} && = 108,0 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{kol} &= \frac{\sigma_{kol}}{\sqrt{2}} && = 108,00 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{par} &= \frac{N_{Ed} \cdot 10^3 \cdot \cos(\Theta)}{A_w} && = 128,2 \text{ N/mm}^2 \\ \sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 \cdot (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)} & && = 309,8 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Posúdenie:

$$\frac{\sigma_{kol}}{0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,42 < 1}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{kol}^2 + 3 \cdot (\tau_{kol}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})} = \underline{0,86 < 1}$$

VYHOVUJE

EC-6**Murované_konstrukcie**

Stena vseobecna tenka malta zvisle zatazenie

**OVERENIE PILIERA Z PLNÝCH PÁLENÝCH TEHÁL S OBYČAJNOU
MALTOU
PRI PÔSOBNÍ PREVAŽNE ZVISLÉHO ZAŤAŽENIA
PODĽA NORMY STN EN 1996-1-1**

Použité materiály***Murovací prvok***

Druh murovacieho prvku		plná pálená tehla
Skupina murovacieho prvku		1
Súčiniteľ vplyvu výšky a šírky δ =		0,77
Pevnosť v tlaku $f_{b,orig}$ =		20,00 MPa
Normalizovaná pevnosť v tlaku f_b =	$f_{b,orig} * \delta$	= 15,40 MPa

Malta

Značka obyčajnej murovacej malty ZM =	SEL("EC6/M"; M;)	=	M5
Pevnosť malty f_m =	TAB("EC6/M"; fm; M=ZM)	=	5,00 MPa

Rozmery murovaného piliera

Hrúbka murovaného piliera t =	0,30 m
Šírka murovaného piliera b =	0,50 m
Výška murovaného piliera h_w =	2,75 m

Vnútorne sily***Vnútorne sily v úrovni hlavy prvku:***

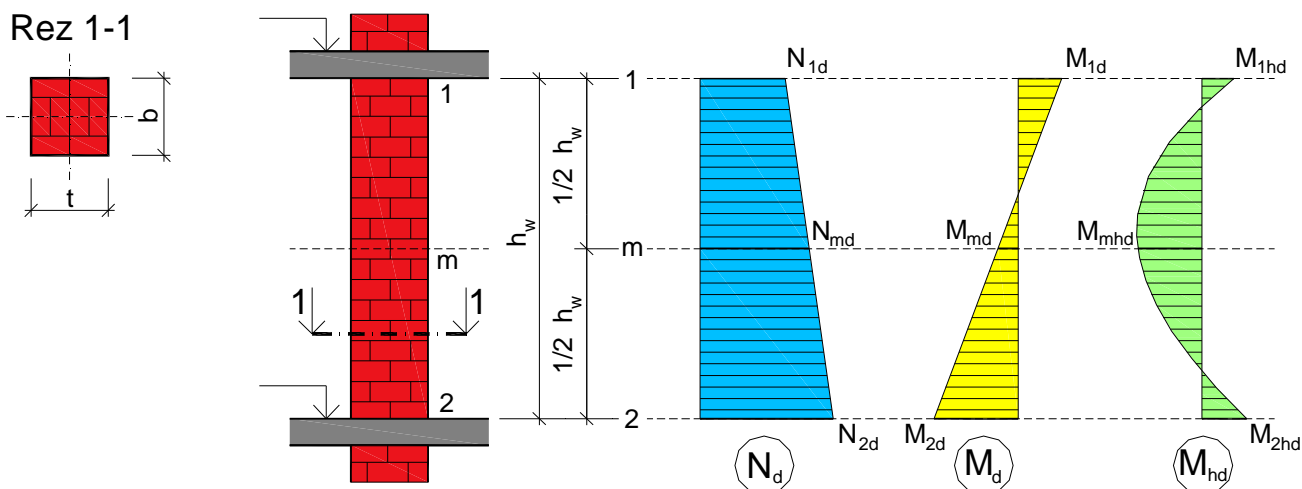
Normálová sila N_{1d} =	75,00 kN
Ohybový moment M_{1d} =	2,00 kNm
Ohybový moment M_{1hd} =	0,00 kNm

Vnútorne sily v strede výšky prvku:

Normálová sila N_{md} =	100,00 kN
Ohybový moment M_{md} =	1,00 kNm
Ohybový moment M_{mhd} =	2,00 kNm

Vnútorne sily v úrovni päty prvku:

Normálová sila N_{2d} =	125,00 kN
Ohybový moment M_{2d} =	0,00 kNm
Ohybový moment M_{2hd} =	0,00 kNm

Geometria murovaného piliera a priebeh vnútorných síl**Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku a modulu pružnosti**

Druh muriva

$$DM = \text{SEL}(\text{"EC6/gamaM"; DM; }) = C$$

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva

$$\gamma_M = \text{TAB}(\text{"EC6/gamaM"; gamaM; DM=DM}) = 2,50$$

Súčiniteľ

$$K = 0,55$$

Charakteristická pevnosť v tlaku

$$f_k = K * f_b^{0,7} * f_m^{0,3} = 6,04 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnosť muriva v tlaku

$$f_d = f_k / \gamma_M = \underline{2,42 \text{ MPa}}$$

Súčiniteľ modulu pružnosti

$$K_E = 1000,0$$

Modul pružnosti muriva

$$E = f_k * K_E = \underline{6040,0 \text{ MPa}}$$

Určenie návrhovej odolnosti murovaného piliera v tlaku**Určenie účinných rozmerov murovaného piliera:**

Zmenšovací súčiniteľ pre účinnú výšku prvku

$$\rho_h = 1,00$$

Účinná výška prvku

$$h_{ef} = \rho_h * h_w = 2,75 \text{ m}$$

Koeficient stuženia pre účinnú hrúbku prvku

$$\rho_t = 1,00$$

Účinná hrúbka prvku

$$t_{ef} = \rho_t * t = 0,30 \text{ m}$$

Štíhlostný pomer murovaného prvku

$$\lambda = h_{ef} / t_{ef} = \underline{9,17 \leq 27}$$

Určenie zmenšovacieho súčiniteľa a návrhovej odolnosti v úrovni hlavy murovaného piliera:

Excentricita od zvislého zaťaženia

$$e_{1d} = M_{1d}/N_{1d} = 0,0267 \text{ m}$$

Excentricita od vodorovného zaťaženia.

$$e_{1he} = M_{1hd}/N_{1d} = 0,0000 \text{ m}$$

Počiatočná excentricita

$$e_{1init} = h_{ef}/450 = 0,0061 \text{ m}$$

Celková excentricita pri hlave prvku

$$e_1 = \text{MAX}(e_{1d} + e_{1he} + e_{1init}; 0,05*t) = 0,0328 \text{ m}$$

Zmenšovací súčiniteľ pri hlave

$$\Phi_1 = 1 - e_1/t_{ef} = 0,8907$$

Návrhová odolnosť v úrovni päty prvku

$$N_{1Rd} = \Phi_1 * t_{ef} * b * f_d * 1000 = \underline{\underline{323,32 \text{ kN}}}$$

Určenie zmenšovacieho súčiniteľa a návrhovej odolnosti v strede výšky murovaného piliera:

Excentricita od zvislého zaťaženia

$$e_{md} = M_{md}/N_{md} = 0,0100 \text{ m}$$

Excentricita od vodorovného zaťaženia

$$e_{hm} = M_{mhd}/N_{md} = 0,0200 \text{ m}$$

Mimoriadna excentricita

$$e_{minit} = h_{ef}/450 = 0,0061 \text{ m}$$

Excentricita od zaťaženia

$$e_m = e_{md} + e_{hm} + e_{minit} = 0,0361 \text{ m}$$

Konečná hodnota súčiniteľa dotvarovania

$$\Phi_t = 1,00$$

Excentricita od dotvarovania

$$e_k = 0,002 * \Phi_t * \frac{h_{ef}}{t_{ef}} * \sqrt{t * e_m} = 0,0019 \text{ m}$$

Celková excentricita v strede výšky prvku

$$e_{mk} = \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05*t) = 0,0380 \text{ m}$$

Pomocný súčiniteľ

$$\lambda_s = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} * \sqrt{\frac{f_k}{E}} = 0,2899$$

Pomocný súčiniteľ

$$u = \frac{\lambda_s - 0,063}{0,73 - 1,17 * \frac{e_{mk}}{t}} = 0,3900$$

Pomocný súčiniteľ

$$A_1 = 1 - 2 * e_{mk}/t = 0,7467$$

Zmenšovací súčiniteľ pri päte

$$\Phi_m = A_1 * 2,71828^{-(u/2)} = 0,6144$$

Návrhová odolnosť v strede výšky prvku

$$N_{mRd} = \Phi_m * t_{ef} * b * f_d * 1000 = \underline{\underline{223,03 \text{ kN}}}$$

Určenie zmenšovacieho súčiniteľa a návrhovej odolnosti v úrovni päty murovaného piliera:

Excentricita od zvislého zaťaženia

$$e_{2d} = M_{2d}/N_{2d} = 0,0000 \text{ m}$$

Excentricita od vodorovného zaťaženia.

$$e_{2he} = M_{2hd}/N_{2d} = 0,0000 \text{ m}$$

Počiatočná excentricita

$$e_{2init} = h_{ef}/450 = 0,0061 \text{ m}$$

Celková excentricita pri hlave prvku

$$e_2 = \text{MAX}(e_{2d} + e_{2he} + e_{2init}; 0,05 \cdot t) = 0,0150 \text{ m}$$

Zmenšovací súčiniteľ pri hlave

$$\Phi_2 = 1 - e_2/t_{ef} = 0,9500$$

Návrhová odolnosť v úrovni päty prvku

$$N_{2Rd} = \Phi_2 \cdot t_{ef} \cdot b \cdot f_d \cdot 1000 = \underline{\underline{344,85 \text{ kN}}}$$

Overenie odolnosti murvaného piliera v tlaku

V úrovni hlavy murovaného

$$\text{prvku} = N_{1d}/N_{1Rd} = \underline{\underline{0,23 < 1}}$$

V strede výšky murovaného

$$\text{prvku} = N_{md}/N_{mRd} = \underline{\underline{0,45 < 1}}$$

V úrovni päty murovaného

$$\text{prvku} = N_{2d}/N_{2Rd} = \underline{\underline{0,36 < 1}}$$

Využitie odolnosti prvku v

$$\text{tlaku} = \text{MAX}(N_{1d}/N_{1Rd}; N_{md}/N_{mRd}; N_{2d}/N_{2Rd}) \cdot 100 = \underline{\underline{44,8 \%}}$$

Stena vseobecna obycajna mata zvisle zatazenie

OVERENIE MUROVANEJ STENY Z MURIVA S OBYČAJNOU MALTOU PRI PÔSOBNÍ ŠMYKU PODĽA NORMY STN EN 1996-1-1

Použité materiály

Murovací prvok

Druh murovacieho prvku			
MP =	SEL("EC6/DMP"; DMP_M;)	=	prírodný_kamen_
Súčiniteľ vplyvu výšky a šírky δ =			1,15
Pevnosť v tlaku $f_{b,orig}$ =			10,00 MPa
Normalizovaná pevnosť v tlaku $f_b = f_{b,orig} * \delta$		=	11,50 MPa

Malta

Značka obyčajnej murovacej malty			
ZM =	SEL("EC6"/"MP; M;)	=	M2.5
Počiatočná pevnosť muriva v šmyku			
f_{vk0} =	TAB("EC6"/"MP; fvk0; M=ZM)	=	0,10 MPa

Rozmery murovanej steny

Hrúbka steny t =			0,25 m
Šírka steny b =			2,75 m
Dĺžka tlačenej časti steny l_c =			1,500 m

Zat'azenie

Návrhová hodnota normálovej sily v posudzovanom priereze N_{sd} =			25,000 kN
Návrhová hodnota šmykovej sily v posudzovanom priereze V_{Ed} =			18,000 kN

Určenie návrhovej pevnosti muriva v šmyku

Druh muriva			
DM =	SEL("EC6/gamaM"; DM;)	=	B
Styčné škáry			
LS =	SEL("EC6/LS; LS;)	=	vyplnené
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva			
γ_M =	TAB("EC6/gamaM"; gamaM; DM=DM)	=	2,20
Počiatočná pevnosť muriva v šmyku			
f_{vk0} =	TAB("EC6"/"MP; fvk0; M=ZM)	=	0,10 MPa
Návrhové napätie v tlaku kolmé na rovinu šmyku			
σ_d =	$(N_{sd}/1000)/(t*b)$	=	0,04 MPa
Charakteristická pevnosť v šmyku			
f_{vki} =	IF(LS="vyplnené"; $f_{vk0} + 0,4 * \sigma_d$; $0,5 * f_{vk0} + 0,4 * \sigma_d$)	=	0,12 MPa
f_{vkmax1} =	$0,065 * f_b$	=	0,75 MPa
f_{vkmax2} =	$0,045 * f_b$	=	0,52 MPa
f_{vk} =	IF(LS="vyplnené"; MIN(f_{vki} ; f_{vkmax1}); MIN(f_{vki} ; f_{vkmax2}))	=	0,12 MPa

Návrhová pevnosť muriva v šmyku

$$f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = \underline{0,05 \text{ MPa}}$$

Určenie návrhovej odolnosti steny v šmyku

Návrhová odolnosť steny v šmyku

$$V_{Rd} = t \cdot l_c \cdot f_{vd} \cdot 1000 = \underline{18,75 \text{ kN}}$$

Overenie odolnosti murovanej steny pri pôsobení šmyku

Odolnosť steny pri pôsobení

$$\text{šmyku} = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \underline{0,96 < 1}$$

Využitie odolnosti steny pri pôsobení

$$\text{šmyku} = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \cdot 100 = \underline{96,0 \%}$$

Pilier plne tehly zvisle zatazenie

OVERENIE MUROVANÉHO PRVKU Z MURIVA S OBYČAJNOU MALTOU PRI PÔSOBNÍ PREVAŽNE ZVISLÉHO ZAŤAŽENIA PODĽA NORMY STN EN 1996-1-1

Použité materiály

Murovací prvok

Druh murovacieho prvku MP =	SEL("EC6/DMP"; DMP;)	=	tehliarske
Skupina murovacieho prvku SMP =	SEL("EC6/"MP; SP;)	=	1
Súčiniteľ vplyvu výšky a šírky δ =			1,15
Pevnosť v tlaku $f_{b,orig}$ =			10,00 MPa
Normalizovaná pevnosť v tlaku f_b =	$f_{b,orig} * \delta$	=	11,50 MPa

Malta

Značka obyčajnej murovacej malty ZM =	SEL("EC6/M"; M;)	=	M2.5
Pevnosť malty f_m =	TAB("EC6/M"; fm; M=ZM)	=	2,50 MPa

Rozmery murovaného prvku

Hrúbka murovaného prvku t =	0,30 m
Šírka murovaného prvku b =	0,50 m
Výška murovaného prvku h_w =	2,75 m

Vnútorne sily

Vnútorne sily v úrovni hlavy prvku:

Normálová sila N_{1d} =	75,00 kN
Ohybový moment M_{1d} =	2,00 kNm
Ohybový moment M_{1hd} =	0,00 kNm

Vnútorne sily v strede výšky prvku:

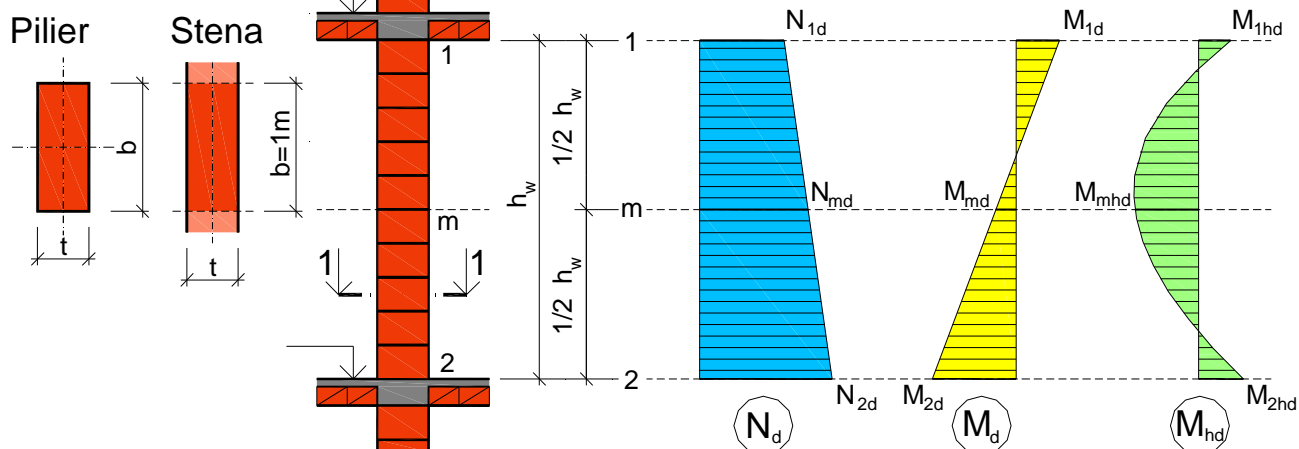
Normálová sila N_{md} =	100,00 kN
Ohybový moment M_{md} =	1,00 kNm
Ohybový moment M_{mhd} =	2,00 kNm

Vnútorne sily v úrovni päty prvku:

Normálová sila N_{2d} =	125,00 kN
Ohybový moment M_{2d} =	0,00 kNm
Ohybový moment M_{2hd} =	0,00 kNm

Geometria murovaného prvku a priebeh vnútorných síl

Rez 1-1

**Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku a modulu pružnosti**

Druh muriva

$$DM = \text{SEL}(\text{"EC6/gamaM"; DM; }) = B$$

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva

$$\gamma_M = \text{TAB}(\text{"EC6/gamaM"; gamaM; DM=DM}) = 2,20$$

Súčiniteľ

$$K = \text{TAB}(\text{"EC6/"MP; K_OM; SP=SMP}) = 0,55$$

Charakteristická pevnosť v tlaku

$$f_k = K * f_b^{0,7} * f_m^{0,3} = 4,00 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnosť muriva v tlaku

$$f_d = f_k / \gamma_M = \underline{1,82 \text{ MPa}}$$

Súčiniteľ modulu pružnosti

$$K_E = \text{IF}(\text{MP="pórobetónové"; 700; 1000}) = 1000,000$$

Modul pružnosti muriva

$$E = f_k * K_E = \underline{4000,0 \text{ MPa}}$$

Určenie návrhovej odolnosti murovaného prvku v tlaku**Určenie účinných rozmerov murovaného prvku:**

Zmenšovací súčiniteľ pre účinnú výšku prvku

$$\rho_h = 1,00$$

Účinná výška prvku

$$h_{ef} = \rho_h * h_w = 2,75 \text{ m}$$

Koeficient stuženia pre účinnú hrúbku prvku

$$\rho_t = 1,00$$

Účinná hrúbka prvku

$$t_{ef} = \rho_t * t = 0,30 \text{ m}$$

Štíhlostný pomer murovaného prvku

$$\lambda = h_{ef} / t_{ef} = 9,17 \leq 27$$

Určenie zmenšovacieho súčiniteľa a návrhovej odolnosti v úrovni hlavy murovaného prvku:

Excentricita od zvislého zaťaženia

$$e_{1d} = \frac{M_{1d}}{N_{1d}} = 0,0267 \text{ m}$$

Excentricita od vodorovného zaťaženia.

$$e_{1he} = \frac{M_{1hd}}{N_{1d}} = 0,0000 \text{ m}$$

Počiatočná excentricita

$$e_{1init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,0061 \text{ m}$$

Celková excentricita pri hlave prvku

$$e_1 = \text{MAX}(e_{1d} + e_{1he} + e_{1init}; 0,05 * t) = 0,0328 \text{ m}$$

Zmenšovací súčiniteľ pri hlave

$$\Phi_1 = 1 - e_1 / t_{ef} = 0,8907$$

Návrhová odolnosť v úrovni päty prvku

$$N_{1Rd} = \Phi_1 * t_{ef} * b * f_d * 1000 = \underline{\underline{243,16 \text{ kN}}}$$

Určenie zmenšovacieho súčiniteľa a návrhovej odolnosti v strede výšky murovaného prvku:

Excentricita od zvislého zaťaženia

$$e_{md} = \frac{M_{md}}{N_{md}} = 0,0100 \text{ m}$$

Excentricita od vodorovného zaťaženia

$$e_{hm} = \frac{M_{mhd}}{N_{md}} = 0,0200 \text{ m}$$

Mimoriadna excentricita

$$e_{minit} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,0061 \text{ m}$$

Excentricita od zaťaženia

$$e_m = e_{md} + e_{hm} + e_{minit} = 0,0361 \text{ m}$$

Konečná hodnota súčiniteľa dotvarovania

$$\Phi_t = 1,00$$

Excentricita od dotvarovania

$$e_k = 0,002 * \Phi_t * \frac{h_{ef}}{t_{ef}} * \sqrt{t * e_m} = 0,0019 \text{ m}$$

Celková excentricita v strede výšky prvku

$$e_{mk} = \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05 * t) = 0,0380 \text{ m}$$

Pomocný súčiniteľ

$$\lambda_s = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} * \sqrt{\frac{f_k}{E}} = 0,2899$$

Pomocný súčiniteľ

$$u = \frac{\lambda_s - 0,063}{0,73 - 1,17 * \frac{e_{mk}}{t}} = 0,3900$$

Pomocný súčiniteľ

$$A_1 = 1 - 2 * e_{mk} / t = 0,7467$$

Zmenšovací súčiniteľ pri päte

$$\Phi_m = A_1 * 2,71828^{-(u/2)} = 0,6144$$

Návrhová odolnosť v strede výšky prvku

$$N_{mRd} = \Phi_m * t_{ef} * b * f_d * 1000 = \underline{\underline{167,73 \text{ kN}}}$$

Určenie zmenšovacieho súčiniteľa a návrhovej odolnosti v úrovni päty murovaného prvku:

Excentricita od zvislého zaťaženia			
$e_{2d} =$	M_{2d}/N_{2d}	$=$	0,0000 m
Excentricita od vodorovného zaťaženia.			
$e_{2he} =$	M_{2hd}/N_{2d}	$=$	0,0000 m
Počiatočná excentricita			
$e_{2init} =$	$h_{ef}/450$	$=$	0,0061 m
Celková excentricita pri hlave prvku			
$e_2 =$	$MAX(e_{2d}+e_{2he}+e_{2init}; 0,05*t)$	$=$	0,0150 m
Zmenšovací súčiniteľ pri hlave			
$\Phi_2 =$	$1-e_2/t_{ef}$	$=$	0,9500

Návrhová odolnosť v úrovni päty prvku

$$N_{2Rd} = \Phi_2 * t_{ef} * b * f_d * 1000 = \underline{\underline{259,35 \text{ kN}}}$$

Overenie odolnosti murvaného prvku v tlaku

V úrovni hlavy murovaného prvku =	N_{1d}/N_{1Rd}	$=$	<u>0,31 < 1</u>
V strede výšky murovaného prvku =	N_{md}/N_{mRd}	$=$	<u>0,60 < 1</u>
V úrovni päty murovaného prvku =	N_{2d}/N_{2Rd}	$=$	<u>0,48 < 1</u>

Využitie odolnosti prvku v

$$tlaku = MAX(N_{1d}/N_{1Rd}; N_{md}/N_{mRd}; N_{2d}/N_{2Rd}) * 100 = \underline{\underline{59,6 \%}}$$

Sustredene zatazenie

**OVERENIE MUROVANÉHO PRVKU Z MURIVA S MALTOU NA TENKÉ
ŠKÁRY
PRI PÔSOBNÍ PREVAŽNE ZVISLÉHO ZAŤAŽENIA
PODĽA NORMY STN EN 1996-1-1**

Použité materiály***Murovací prvok***

Druh murovacieho prvku MP =	SEL("EC6/DMP"; DMP_MTS;)	=	tehliarske
Skupina murovacieho prvku SMP =	SEL("EC6"/"MP; SP;)	=	1
Súčiniteľ vplyvu výšky a šírky δ =			1,15
Pevnosť v tlaku $f_{b,orig}$ =			10,00 MPa
Normalizovaná pevnosť v tlaku f_b =	$f_{b,orig} * \delta$	=	11,50 MPa

Malta

Druh malty malta na tenké škáry

Rozmery murovaného prvku

Hrúbka murovaného prvku t =	0,30 m
Šírka murovaného prvku b =	0,50 m
Výška murovaného prvku h_w =	2,75 m

Vnútorne sily***Vnútorne sily v úrovni hlavy prvku:***

Normálová sila N_{1d} =	75,00 kN
Ohybový moment M_{1d} =	2,00 kNm
Ohybový moment M_{1hd} =	0,00 kNm

Vnútorne sily v strede výšky prvku:

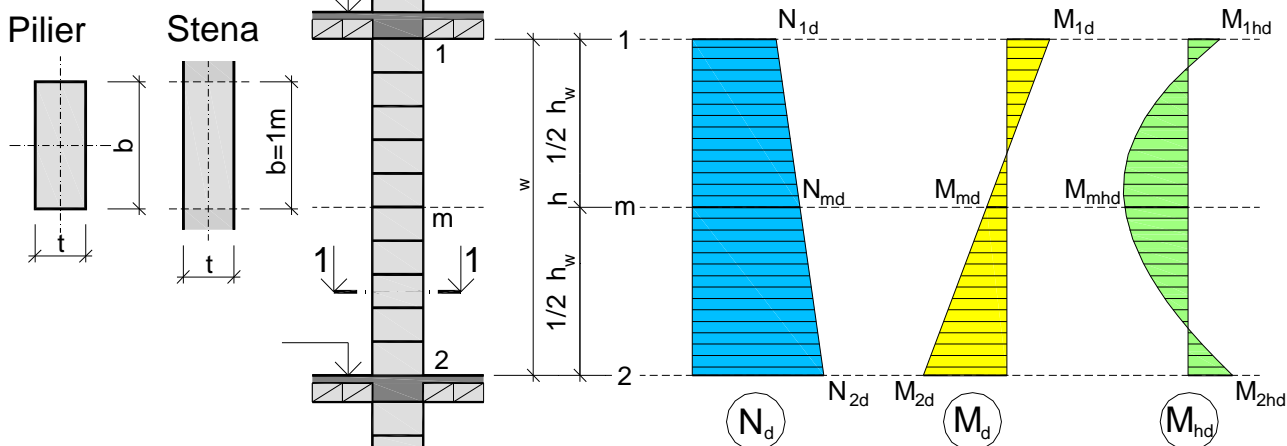
Normálová sila N_{md} =	100,00 kN
Ohybový moment M_{md} =	1,00 kNm
Ohybový moment M_{mhd} =	2,00 kNm

Vnútorne sily v úrovni päty prvku:

Normálová sila N_{2d} =	125,00 kN
Ohybový moment M_{2d} =	0,00 kNm
Ohybový moment M_{2hd} =	0,00 kNm

Geometria murovaného prvku a priebeh vnútorných síl

Rez 1-1

**Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku a modulu pružnosti**

Druh muriva

$$DM = \text{SEL}(\text{"EC6/gamaM"; DM; }) = B$$

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva

$$\gamma_M = \text{TAB}(\text{"EC6/gamaM"; gamaM; DM=DM}) = 2,20$$

Súčiniteľ

$$K = \text{TAB}(\text{"EC6"/MP; K_MTS; SP=SMP}) = 0,75$$

Charakt. pevnosť v tlaku

$$f_k = \text{IF}(\text{MP}=\text{"tehliarske"} \text{ AND SMP}=2 \text{ OR } 3; K*f_b^{0,7}; K*f_b^{0,85}) = 5,98 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnosť muriva v tlaku

$$f_d = f_k / \gamma_M = \underline{\underline{2,72 \text{ MPa}}}$$

Súčiniteľ modulu pružnosti

$$K_E = \text{IF}(\text{MP}=\text{"pórobetónové"; 700; 1000}) = 1000,000$$

Modul pružnosti muriva

$$E = f_k * K_E = \underline{\underline{5980,0 \text{ MPa}}}$$

Určenie návrhovej odolnosti murovaného prvku v tlaku**Určenie účinných rozmerov murovaného prvku:**

Zmenšovací súčiniteľ pre účinnú výšku prvku

$$\rho_h = 1,00$$

Účinná výška prvku

$$h_{ef} = \rho_h * h_w = 2,75 \text{ m}$$

Koefficient stuženia pre účinnú hrúbku prvku

$$\rho_t = 1,00$$

Účinná hrúbka prvku

$$t_{ef} = \rho_t * t = 0,30 \text{ m}$$

Štíhlostný pomer murovaného prvku

$$\lambda = h_{ef} / t_{ef} = \underline{\underline{9,17 \leq 27}}$$

Určenie zmenšovacieho súčiniteľa a návrhovej odolnosti v úrovni hlavy murovaného prvku:

Excentricita od zvislého zaťaženia

$$e_{1d} = M_{1d}/N_{1d} = 0,0267 \text{ m}$$

Excentricita od vodorovného zaťaženia.

$$e_{1he} = M_{1hd}/N_{1d} = 0,0000 \text{ m}$$

Počiatočná excentricita

$$e_{1init} = h_{ef}/450 = 0,0061 \text{ m}$$

Celková excentricita pri hlave prvku

$$e_1 = \text{MAX}(e_{1d} + e_{1he} + e_{1init}; 0,05 \cdot t) = 0,0328 \text{ m}$$

Zmenšovací súčiniteľ pri hlave

$$\Phi_1 = 1 - e_1/t_{ef} = 0,8907$$

Návrhová odolnosť v úrovni päty prvku

$$N_{1Rd} = \Phi_1 \cdot t_{ef} \cdot b \cdot f_d \cdot 1000 = \underline{\underline{363,41 \text{ kN}}}$$

Určenie zmenšovacieho súčiniteľa a návrhovej odolnosti v strede výšky murovaného prvku:

Excentricita od zvislého zaťaženia

$$e_{md} = M_{md}/N_{md} = 0,0100 \text{ m}$$

Excentricita od vodorovného zaťaženia

$$e_{hm} = M_{mhd}/N_{md} = 0,0200 \text{ m}$$

Mimoriadna excentricita

$$e_{minit} = h_{ef}/450 = 0,0061 \text{ m}$$

Excentricita od zaťaženia

$$e_m = e_{md} + e_{hm} + e_{minit} = 0,0361 \text{ m}$$

Konečná hodnota súčiniteľa dotvarovania

$$\Phi_t = 1,00$$

Excentricita od dotvarovania

$$e_k = 0,002 \cdot \Phi_t \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \cdot \sqrt{t \cdot e_m} = 0,0019 \text{ m}$$

Celková excentricita v strede výšky prvku

$$e_{mk} = \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05 \cdot t) = 0,0380 \text{ m}$$

Pomocný súčiniteľ

$$\lambda_s = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \cdot \sqrt{\frac{f_k}{E}} = 0,2899$$

Pomocný súčiniteľ

$$u = \frac{\lambda_s - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{e_{mk}}{t}} = 0,3900$$

Pomocný súčiniteľ

$$A_1 = 1 - 2 \cdot e_{mk}/t = 0,7467$$

Zmenšovací súčiniteľ pri päte

$$\Phi_m = A_1 \cdot 2,71828^{-(u/2)} = 0,6144$$

Návrhová odolnosť v strede výšky prvku

$$N_{mRd} = \Phi_m \cdot t_{ef} \cdot b \cdot f_d \cdot 1000 = \underline{\underline{250,68 \text{ kN}}}$$

Určenie zmešovacieho súčiniteľa a návrhovej odolnosti v úrovni päty murovaného prvku:

Excentricita od zvislého zaťaženia

$$e_{2d} = \frac{M_{2d}}{N_{2d}} = 0,0000 \text{ m}$$

Excentricita od vodorovného zaťaženia.

$$e_{2he} = \frac{M_{2hd}}{N_{2d}} = 0,0000 \text{ m}$$

Počiatočná excentricita

$$e_{2init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,0061 \text{ m}$$

Celková excentricita pri hlave prvku

$$e_2 = \text{MAX}(e_{2d} + e_{2he} + e_{2init}; 0,05 \cdot t) = 0,0150 \text{ m}$$

Zmešovací súčiniteľ pri hlave

$$\Phi_2 = 1 - e_2 / t_{ef} = 0,9500$$

Návrhová odolnosť v úrovni päty prvku

$$N_{2Rd} = \Phi_2 \cdot t_{ef} \cdot b \cdot f_d \cdot 1000 = \underline{\underline{387,60 \text{ kN}}}$$

Overenie odolnosti murvaného prvku v tlaku

V úrovni hlavy murovaného

$$\text{prvku} = \frac{N_{1d}}{N_{1Rd}} = \underline{\underline{0,21 < 1}}$$

V strede výšky murovaného

$$\text{prvku} = \frac{N_{md}}{N_{mRd}} = \underline{\underline{0,40 < 1}}$$

V úrovni päty murovaného

$$\text{prvku} = \frac{N_{2d}}{N_{2Rd}} = \underline{\underline{0,32 < 1}}$$

Využitie odolnosti prvku v

$$\text{tlaku} = \text{MAX}(N_{1d}/N_{1Rd}; N_{md}/N_{mRd}; N_{2d}/N_{2Rd}) \cdot 100 = \underline{\underline{39,9 \%}}$$

Smyk

OVERENIE MUROVANÉHO PRVKU Z MURIVA S OBYČAJNOU MALTOU PRI PÔSOBNÍ SÚSTREDENÉHO ZAŤAŽENIA PODĽA NORMY STN EN 1996-1-1

Použité materiály

Murovací prvok:

Druh murovacieho prvku			
MP =	SEL("EC6/DMP"; DMP;)	=	vápenno-pieskové
Skupina murovacieho prvku			
SMP =	SEL("EC6"/MP; SP;)	=	1
Súčiniteľ vplyvu výšky a šírky δ =			1,15
Pevnosť v tlaku $f_{b,orig}$ =			2,00 MPa
Normalizovaná pevnosť v tlaku			
f_b =	$f_{b,orig} * \delta$	=	2,30 MPa

Malta:

Značka obyčajnej murovacej malty			
ZM =	SEL("EC6/M"; M;)	=	M1
Pevnosť malty			
f_m =	TAB("EC6/M"; fm; M=ZM)	=	1,00 MPa

Rozmery murovanej steny

Hrúbka steny t =		0,25 m
Výška steny h =		2,75 m
Výška steny po úroveň pôsobiska zaťaženia h_c =		1,500 m
Vzdialenosť medzi okrajom steny a bližším okrajom zaťaženej plochy a_1 =		0,500 m

Rozmery zaťaženej plochy

Zaťažená plocha:

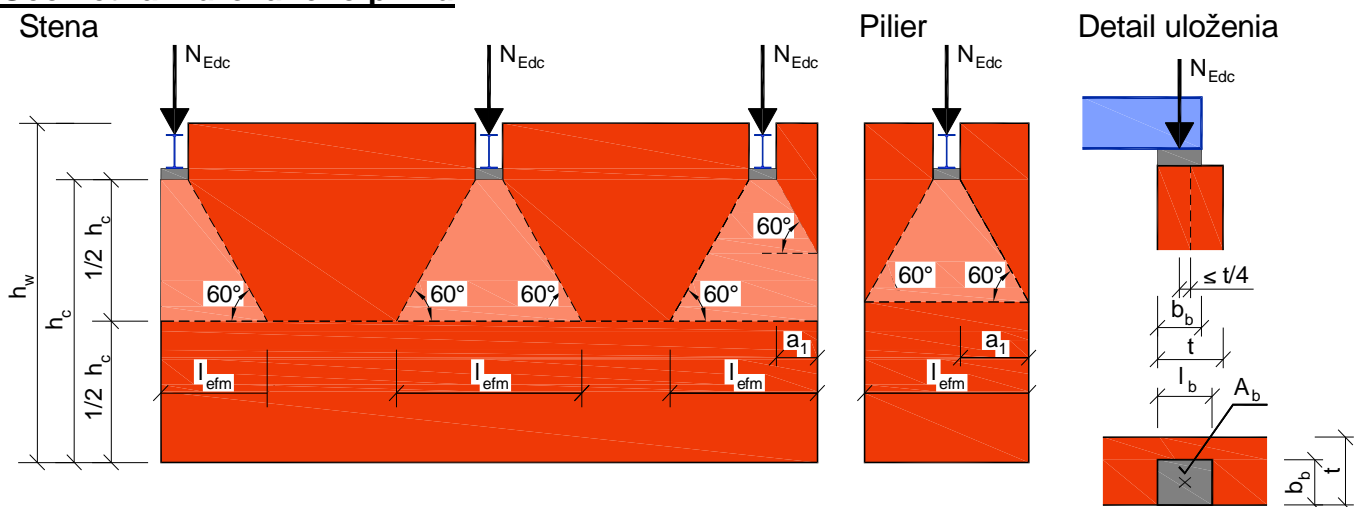
Šírka zaťaženej plochy b_b =		0,375 m
Dĺžka zaťaženej plochy l_b =		0,500 m
Zaťažená plocha A_b =	$b_b * l_b$	= 0,1875 m ²

Účinná plocha:

Účinná dĺžka v strede výšky steny l_{efm} =		0,86 m
Účinná plocha A_{ef} =	$t * l_{efm}$	= 0,2150 m ²

Zaťaženie

Návrhová hodnota sústredeného zvislého zaťaženia N_{Edc} =		25,000 kN
--	--	-----------

Geometria murovaného prvku**Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku**

Druh muriva		
DM =	SEL("EC6/gamaM"; DM;)	= C
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva		
γ_M =	TAB("EC6/gamaM"; gamaM; DM=DM)	= 2,50
Súčiniteľ		
K =	TAB("EC6/"MP; K_OM; SP=SMP)	= 0,55
Charakteristická pevnosť v tlaku		
f_k =	$K * f_b^{0,7} * f_m^{0,3}$	= 0,99 MPa
Návrhová pevnosť muriva v tlaku		
f_d =	f_k / γ_M	= <u>0,40 MPa</u>

Určenie návrhovej odolnosti steny na sústredené zvislé zaťaženie

Pomocné súčinitele:

Pomer plôch $p =$	$\frac{A_b}{A_{ef}}$	= 0,87
$x =$	MIN(p ; 0,45)	= 0,45
$\beta_1 =$	$\left(1 + 0,3 * \frac{a_1}{h_c}\right) * (1,5 - 1,1 * x)$	= 1,105
$\beta_2 =$		1,000
$\beta_3 =$	$1,25 + \frac{a_1}{2 * h_c}$	= 1,417
$\beta_4 =$		1,500
Zväčšovacie súčiniteľ únsnosti		
$\beta =$	IF($\beta_1 > \beta_3$ OR β_4 ; MIN(β_3 ; β_4); IF($\beta_1 < 1$; 1; β_1))	= 1,105

Návrhová odolnosť steny na sústredené zvislé zaťaženie

$$N_{Rdc} = \beta * A_b * f_d * 1000 = \underline{82,88 \text{ kN}}$$

Overenie odolnosti murovanej steny pri pôsobení sústreďeného zaťaženia**Odolnosť steny pri pôsobení sústreďeného**

$$\text{zaťaženia} = N_{Edc}/N_{Rdc} = \underline{0,30 < 1}$$

Využitie odolnosti steny pri sústreďenom

$$\text{zaťažení} = N_{Edc}/N_{Rdc} * 100 = \underline{30,2 \%}$$