



STUPEŇ		DPS	
NÁZEV AKCE ZŠ a MŠ Tyršova, obj. ZŠ, Praha 5 - Jinonice - vestavba do půdního prostoru - PD			
INVESTOR  Městská část Praha 5 nám. 14. října 1381/4 150 22 Praha 5		SCHVÁLIL, DATUM	
ČÁST DOK. DOKUMENTACE STAVEBNÍHO OBJEKTU			
GENERÁLNÍ PROJEKTANT  PROJEKCE, spol. s.r.o. Na Strži 1702/65 140 00 Praha 4		VEDOUCÍ PROJEKTU Ing. Jan VINAŘ (ČKAIT-0000769) ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT Ing. Patrik BABÍNEK VYPRACOVAL Ing. Martin HULAN Ing. Pavel VEVERKA DATUM 12/2016	
NÁZEV STAVEBNĚ - KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ			PARE
INDEX D.1.2	ČÍSLO ZAKÁZKY 005-2016	REVIZE -	

Zatížení střešní konstrukce

z.š.....zatěžovací šířka

z.s.= 1

 g_k charakteristická hodnota zatížení - stálé zatížení g_d návrhová hodnota zatížení - stálé zatížení γ_gsoučinitel zatížení - stálé zatížení $\gamma_g = 1,35$ γ_qsoučinitel zatížení - proměnné zatížení $\gamma_q = 1,5$ **1. Rovnoměrné spojitě zatížení stálé**

	tl. [mm]	kN/m3 kN/m2	z.š. [m]	g_k [kN/m2]	g_k [kN/m]	γ_g	g_d [kN/m2]	g_d [kN/m]
krytina	-	0,45	1,00	0,45	0,45	1,35	0,61	0,61
latě, kontralatě	10	5	1,00	0,05	0,05	1,35	0,07	0,07
tepelná izolace	220	1	1,00	0,22	0,22	1,35	0,30	0,30
parozábrana	-	0,01	1,00	0,01	0,01	1,35	0,01	0,01
SDK podhled tl. 12,5mm + kce		0,15	1,00	0,15	0,15	1,35	0,20	0,20
celkem stálé				0,88	0,88		1,19	1,19

	tl. [mm]	kN/m3 kN/m2	z.š. [m]	g_k [kN/m2]	g_k [kN/m]	γ_g	g_d [kN/m2]	g_d [kN/m]
krytina	-	0,45	1,00	0,45	0,45	1,35	0,61	0,61
latě, kontralatě	10	5	1,00	0,05	0,05	1,35	0,07	0,07
celkem stálé				0,50	0,50		0,68	0,68

	tl. [mm]	kN/m3 kN/m2	z.š. [m]	g_k [kN/m2]	g_k [kN/m]	γ_g	g_d [kN/m2]	g_d [kN/m]
tepelná izolace	220	1	1,00	0,22	0,22	1,35	0,30	0,30
parozábrana	-	0,01	1,00	0,01	0,01	1,35	0,01	0,01
SDK podhled tl. 12,5mm + kce		0,15	1,00	0,15	0,15	1,35	0,20	0,20
celkem stálé				0,38	0,38		0,51	0,51

2. Rovnoměrné spojitě zatížení proměnné - klimatické

2.1 proměnné - sníh - sklon střechy 42°

sněhová oblast (I, II, III, IV, V, VI, VII)

I

charakteristická hodnota zatížení $s_k = 0,7$ kN/m²

sklon střechy 42°

tvarový součinitel $\mu_1 = 0,48$ součinitel expozice $C_e = 1$ tepelný součinitel $C_t = 1$

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k =$$

z.š. [m]	q_k [kN/m2]	q_k [kN/m]	γ_q	q_d [kN/m2]	q_d [kN/m]
1	0,336	0,34	1,5	0,504	0,50

2.1 proměnné - sníh sklon střechy 8°

sněhová oblast (I, II, III, IV, V, VI, VII)

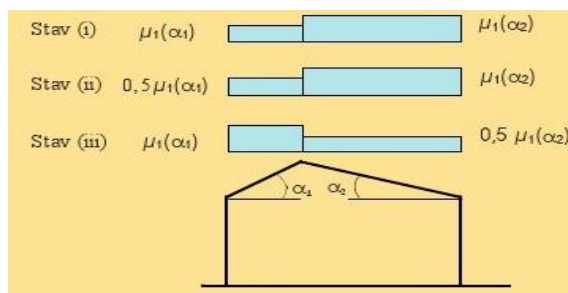
charakteristická hodnota zatížení $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

sklon střechy 7°

tvarový součinitel $\mu_1 = 0,8$ součinitel expozice $C_e = 1$ tepelný součinitel $C_t = 1$

$$s = \mu_1 * C_e * C_t * s_k =$$

z.š. [m]	q_k [kN/m ²]	q_k [kN/m]	γ_q	q_d [kN/m ²]	q_d [kN/m]
1	0,56	0,56	1,5	0,84	0,84



2.2 proměnné - vítr

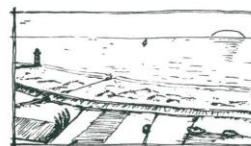
větrná oblast (I, II, III, IV, V)

výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$

kategorie terénu (I, II, III, IV)

Kategorie terénu 0

Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři.



Kategorie terénu I

Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek.



Kategorie terénu II

Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20násobek výšky překážek.



Kategorie terénu III

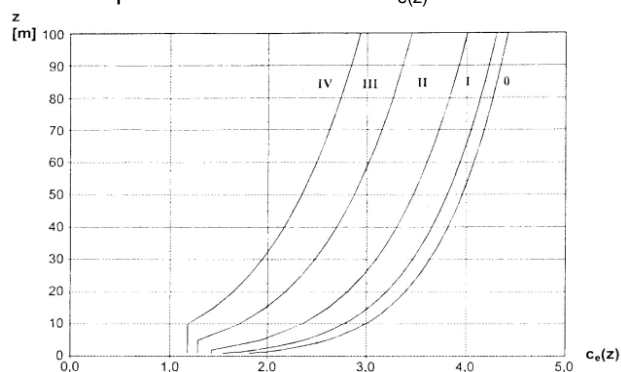
Oblasti s rovnoměrně pokrytými vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).



Kategorie terénu IV

Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m.



základní dynamický tlak větru $q_b = 0,316 \text{ kN/m}^2$ součinitel expozice $C_{e(z)} = 2$ maximální dynamický tlak větru $q_p = 0,633 \text{ kN/m}^2$ tlak větru na povrch $w_e = q_p \cdot C_{pe1} = 0,8859 \text{ kN/m}^2$ $C_{pe1} = 1,4$

z.š. [m]	q_k [kN/m ²]	q_k [kN/m]	γ_q	q_d [kN/m ²]	q_d [kN/m]
1	0,89	0,89	1,50	1,33	1,33
celkem proměnné	1,22	1,22		1,83	1,83

 $w_{e1} =$

BĚŽNÁ KROKEV**Vlastnosti materiálu:**

třída provozu (1-3)

3

třída trvání zatížení

Střednědobé

modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení

 $k_{mod} =$ **1**

dílní součinitel pro vlastnosti materiálu

 $\gamma_M =$ **1,30**

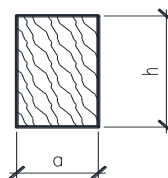
charakteristické hodnoty pevností:

třída pevnosti **C24**

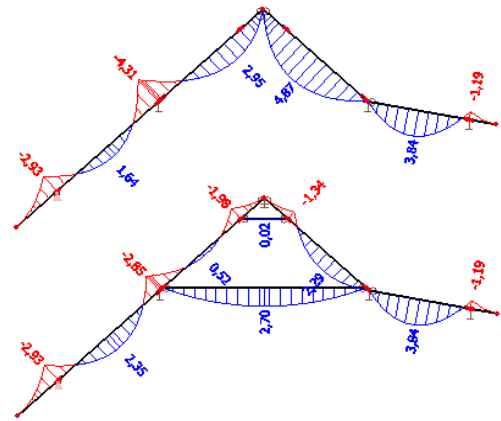
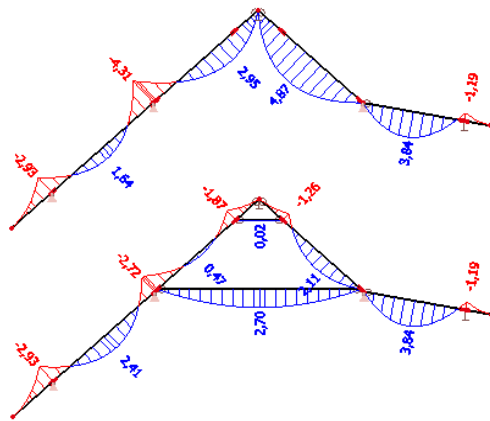
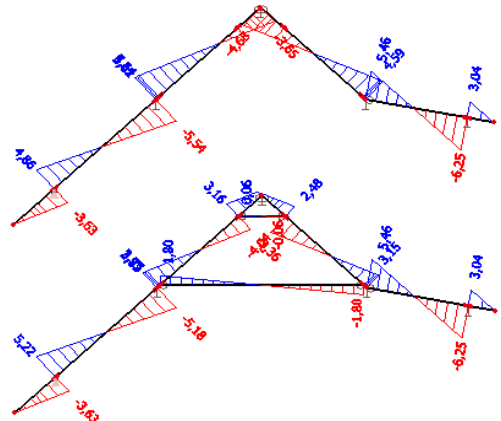
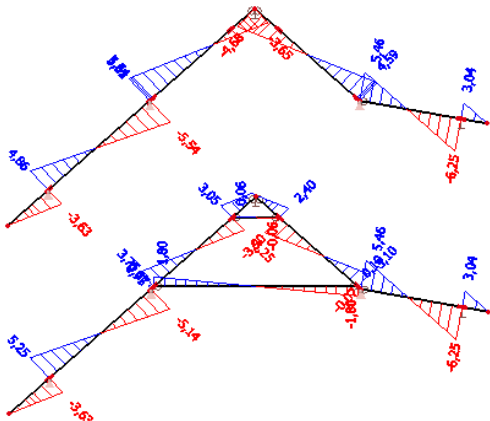
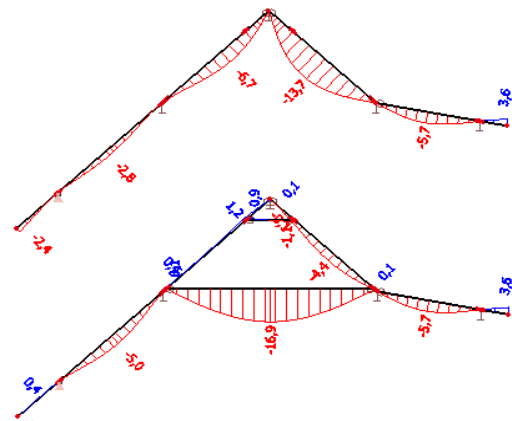
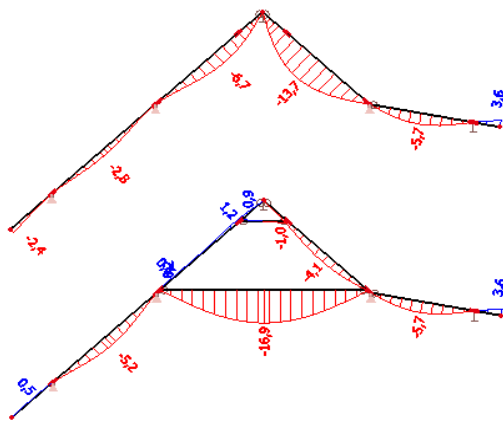
ohyb	$f_{m,k} =$	24	Mpa	$f_{md} = f_{m,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	12,00	Mpa
tah rovn s vlákny	$f_{t,0k} =$	14	Mpa	$f_{t,0d} = f_{t,0,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	7,00	Mpa
tah kol na vlákna	$f_{t,90k} =$	0,4	Mpa	$f_{t,0d} = f_{t,0,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	0,20	Mpa
tlak rovn s vlákny	$f_{c,0k} =$	21	Mpa	$f_{c,0d} = f_{t,0,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	10,50	Mpa
tlak kol na vlákna	$f_{c,90k} =$	2,5	Mpa	$f_{c,90d} = f_{t,90,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	1,25	Mpa
smyk	$f_{v,k} =$	4	Mpa	$f_{v,d} = f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	2,00	Mpa
Prům hod mod pruž rovn s vl.				$E_{0,mean} =$	11	Gpa
5% kvantil mod pruž rovn s vl				$E_{0,05} =$	7,4	Gpa
Prům hodn mod pruž kol k vl				$E_{90,mean} =$	0,37	Gpa
Prům hod mod pružn ve smyku				$G_{mean} =$	0,69	Gpa

Průřez

šířka	$b =$	120	mm			
výška	$h =$	150	mm			
plocha	$A = b * h =$	120	*	150	=	18000 mm ²
průřezový modul	$W = 1/6 * (b * h^2)$	$= 1/6$	(	120	*	150 ^2) = 450000 mm ³
mom setrvačnosti	$I = 1/12 * (b * h^3)$	$= 1/12$	(	120	*	150 ^3) = 33750000 mm ⁴
$i = \sqrt{I/A}$	$= \sqrt{($	33750000	$./$	18000	$) =$	43 mm
efektivní délka nosníku	$L_{ef} =$	4,20	m			

**Vnitřní síly**

ohybový moment	$M_{ed} =$	4,87	kNm
posouvající síla	$V_{ed} =$	6,25	kN
průhyb	$u =$	13,7	mm

$M_{ed} =$  $V_{ed} =$  $U =$ 

Posouzení ohybu:

$$\sigma_{m,d} = M_d/W = 4,87 \text{ .} / 0,45 = 10,82 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d}/f_{cm,d} = 10,82 \text{ .} / 12,00 = 0,90 \leq 1$$

$$0,90 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Průřez vyhovuje na ohyb!

dřevo třídy C24

Posouzení smyku:

oslabení průřezu v osedlání 20%

$$\text{smykové nap (pro obdeln průřez)} \quad T_{v,d} = 3V_d/(2A \cdot 0,8) = 3 \cdot 6,25 \cdot (2 \cdot 18 \cdot 0,8) = 0,65 \text{ Mpa}$$

$$T_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$0,65 \leq 2,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Průřez vyhovuje na smyk!

dřevo třídy C24

Posouzení průhybu:

$$\text{max povolený průhyb} \quad 4200 \text{ .} / 250 = 16,8 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = 13,7 \text{ mm} < w_{lim} = 16,8 \text{ mm}$$

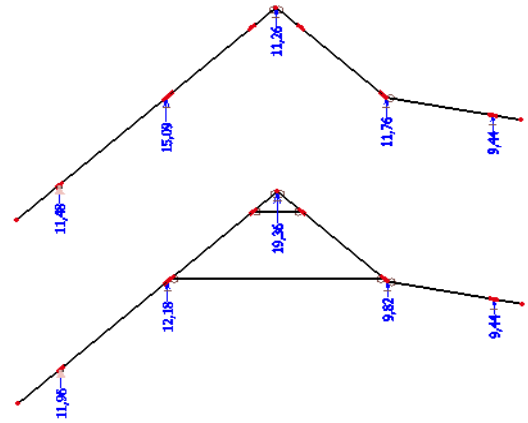
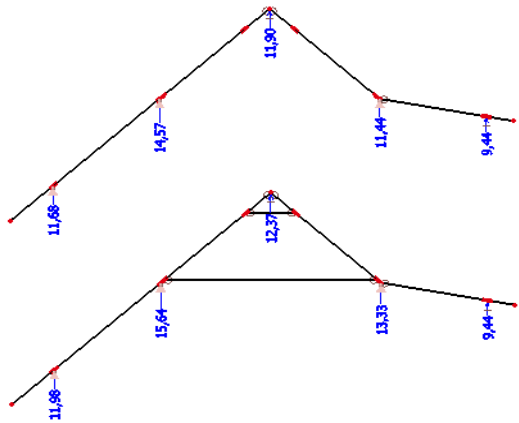
VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na průhyb!

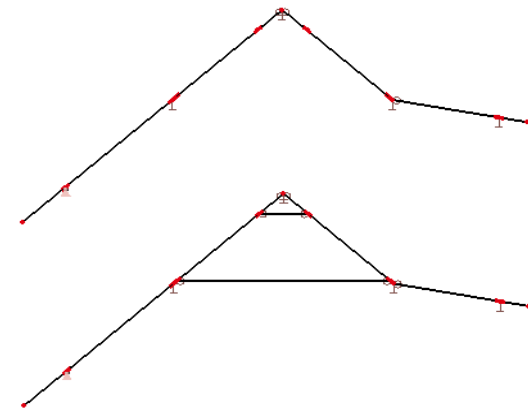
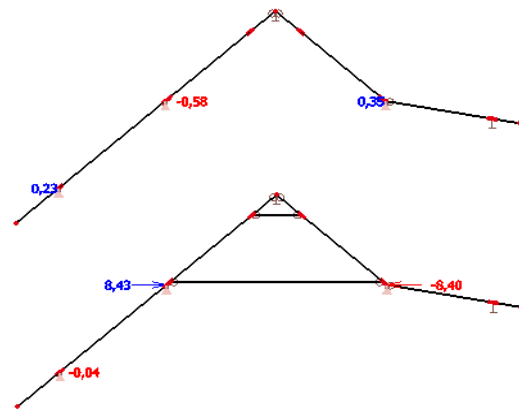
dřevo třídy C24

Reakce do vaznic

Ry



Rx



MURUS s.r.o., Na Strži 1702/65, 140 00 Praha 4
e-mail: info@murus.cz
zakázkové číslo: 005-2016

MURUS s.r.o., Na Strži 1702/65, 140 00 Praha 4
e-mail: info@murus.cz
zakázkové číslo: 005-2016

VAZNICE**Vlastnosti materiálu:**

třída provozu (1-3)

3

třída trvání zatížení

Střednědobé

modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení

 $k_{mod} =$ **1**

dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu

 $\gamma_M =$ **1,30**

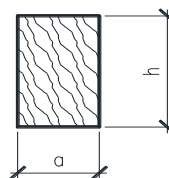
charakteristické hodnoty pevností:

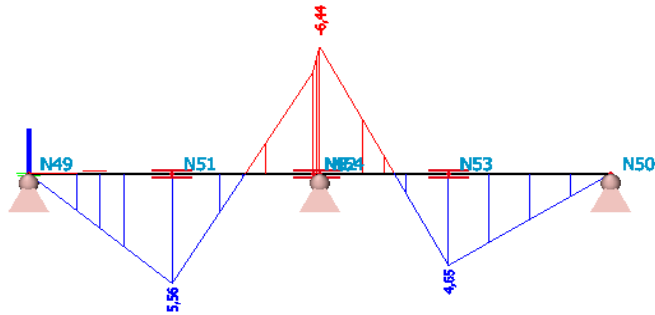
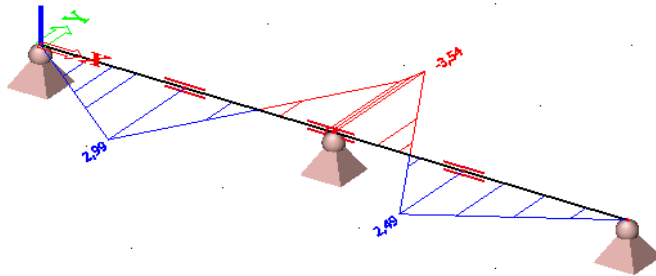
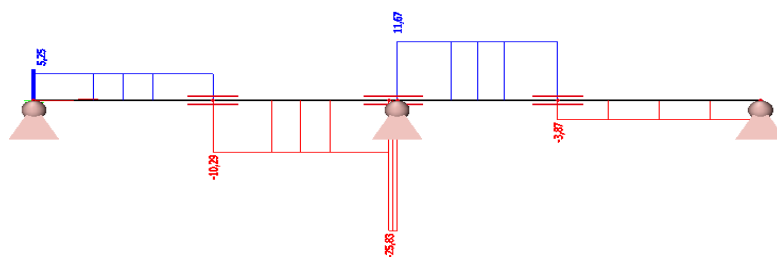
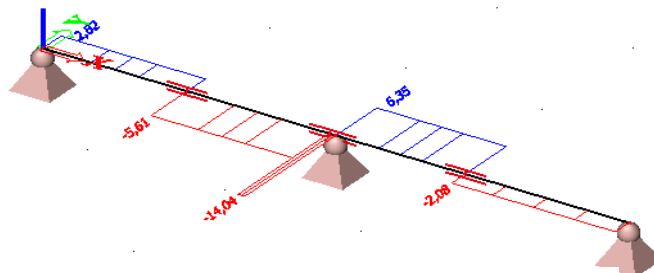
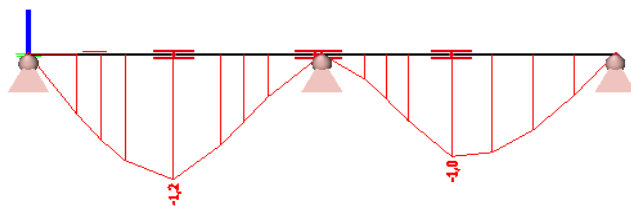
třída pevnosti **C24**

ohyb	$f_{m,k} =$	24	Mpa	$f_{md} = f_{m,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	12,00	Mpa
tah rovn s vlákny	$f_{t,0k} =$	14	Mpa	$f_{t,0d} = f_{t,0,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	7,00	Mpa
tah kol na vlákna	$f_{t,90k} =$	0,4	Mpa	$f_{t,0d} = f_{t,0,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	0,20	Mpa
tlak rovn s vlákny	$f_{c,0k} =$	21	Mpa	$f_{c,0d} = f_{t,0,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	10,50	Mpa
tlak kol na vlákna	$f_{c,90k} =$	2,5	Mpa	$f_{c,90d} = f_{t,90,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	1,25	Mpa
smyk	$f_{v,k} =$	4	Mpa	$f_{v,d} = f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M =$	2,00	Mpa
Prům hod mod pruž rovn s vl.				$E_{0,mean} =$	11	Gpa
5% kvantil mod pruž rovn s vl				$E_{0,05} =$	7,4	Gpa
Prům hodn mod pruž kol k vl				$E_{90,mean} =$	0,37	Gpa
Prům hod mod pružn ve smyku				$G_{mean} =$	0,69	Gpa

Průřez

šířka	$b =$	160	mm			
výška	$h =$	200	mm			
plocha	$A = b * h =$	160	*	200	=	32000 mm ²
průřezový modul	$W_y = 1/6 * (b * h^2)$	$= 1/6$	(	160	*	200 ^2) = 1066667 mm ³
	$W_z = 1/6 * (h * b^2)$	$= 1/6$	(	200	*	160 ^2) = 853333,3 mm ³
mom setrvačnosti	$I_y = 1/12 * (b * h^3)$	$= 1/12$	(	160	*	200 ^3) 1,07E+08 mm ⁴
	$I_z = 1/12 * (h * b^3)$	$= 1/12$	(	200	*	160 ^3) 68266667 mm ⁴
$i_y = \sqrt{I_y / A} =$	$\sqrt{(1,07E+08 / 32000)}$	= 58 mm				
$i_z = \sqrt{I_z / A} =$	$\sqrt{(68266667 / 32000)}$	= 46 mm				
efektivní délka nosníku	$L_{ef} =$	4,20	m			



Vnitřní sílyohybový moment $M_{edy} = 5,56$ kNm $M_{edz} = 3,54$ kNmposouvající síla $V_{edy} = 25,83$ kN $V_{edz} = 14,04$ kNprůhyb $u = 1,2$ mm $M_{edy} =$  $M_{edx} =$  $V_{edy} =$  $V_{edx} =$  $u =$ 

Posouzení ohybu:

$$(\sigma_{m,dy}/f_{cm,d}) \cdot k_{red} + \sigma_{m,dz}/f_{cm,d} \leq 1 \quad \text{a} \quad (\sigma_{m,dy}/f_{cm,d}) + (\sigma_{m,dz}/f_{cm,d}) \cdot k_{red} \leq 1$$

$$k_{red} = 0,7$$

$$\sigma_{m,dy} = M_{dy}/W_y = 5,56 \text{ .} / 1,066667 = 5,21 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,dy}/f_{cm,d} = 5,21 \text{ .} / 12,00 = \mathbf{0,43} \quad * \quad k_{red} = 0,7 = 0,304$$

$$\sigma_{m,dz} = M_{dz}/W_z = 3,54 \text{ .} / 0,853333 = 4,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,dz}/f_{cm,d} = 4,15 \text{ .} / 12,00 = \mathbf{0,35} \quad * \quad k_{red} = 0,7 = 0,242$$

$$(\sigma_{m,dy}/f_{cm,d}) \cdot k_{red} + \sigma_{m,dz}/f_{cm,d} \leq 1$$

$$\mathbf{0,65} \leq 1 \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Průřez vyhovuje na ohyb!**dřevo třídy C24**

$$(\sigma_{m,dy}/f_{cm,d}) + (\sigma_{m,dz}/f_{cm,d}) \cdot k_{red} \leq 1$$

$$\mathbf{0,68} \leq 1 \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Průřez vyhovuje na ohyb!**dřevo třídy C24****Posouzení smyku:**

$$(T_{y,d}/f_{v,d})^2 + (T_{z,d}/f_{v,d})^2 \leq 1$$

$$T_{y,d} = 1,5 \cdot V_{y,d} / A = 1,5 \cdot 25,83 \text{ .} / 32 = 1,211 \text{ Mpa}$$

$$T_{z,d} = 1,5 \cdot V_{z,d} / A = 1,5 \cdot 14,04 \text{ .} / 32 = 0,658 \text{ Mpa}$$

$$(T_{y,d}/f_{v,d})^2 + (T_{z,d}/f_{v,d})^2 = (1,211 \text{ .} / 2,00)^2 + (0,658 \text{ .} / 2,00)^2 = \mathbf{0,475}$$

$$\mathbf{0,47} \leq 1 \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

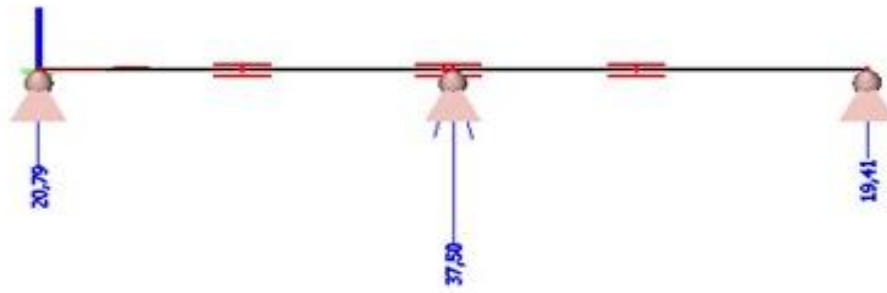
Průřez vyhovuje na smyk!**dřevo třídy C24****Posouzení průhybu:**

$$\text{max povolený průhyb} \quad 4200 \text{ .} / 250 = 16,8 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = 1,2 \text{ mm} < w_{lim} = 16,8 \text{ mm}$$

VYHOVUJE**Průřez vyhovuje na průhyb!****dřevo třídy C24**

Reakce do rámu



VAZNICE VIKÝŘOVÁ**Vlastnosti materiálu:**

třída provozu (1-3)

3

třída trvání zatížení

Střednědobé

modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení

 $k_{\text{mod}} =$ **1**

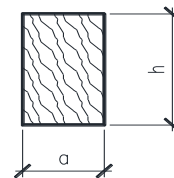
dílicí součinitel pro vlastnosti materiálu

 $\gamma_M =$ **1,30**

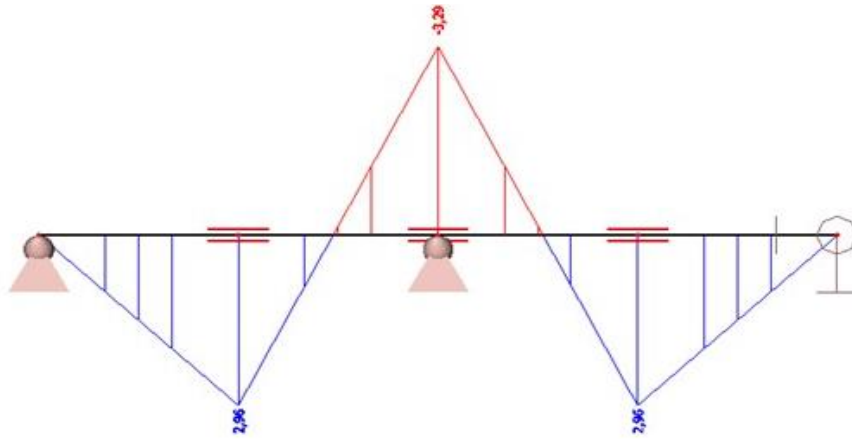
charakteristické hodnoty pevností:

třída pevnosti **C24**

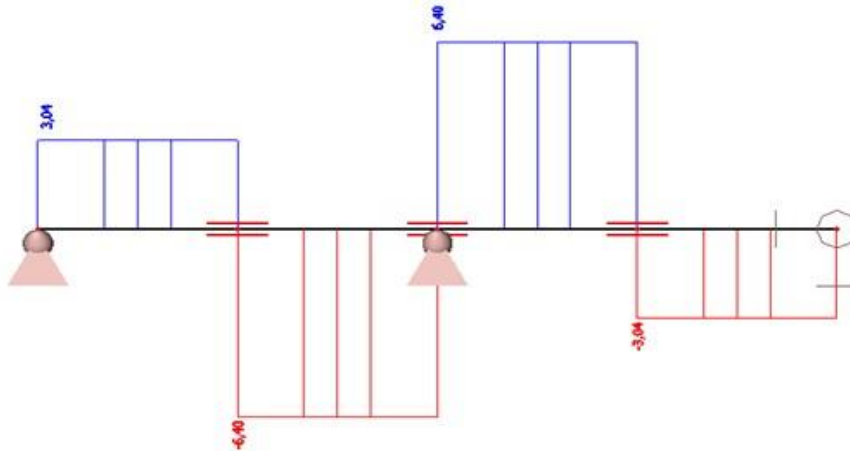
ohyb	$f_{m,k} =$	24	Mpa	$f_{md} = f_{m,k} * k_{\text{mod}} / \gamma_M =$	12,00	Mpa
tah rovn s vlákny	$f_{t,0k} =$	14	Mpa	$f_{t,0d} = f_{t,0k} * k_{\text{mod}} / \gamma_M =$	7,00	Mpa
tah kol na vlákna	$f_{t,90k} =$	0,4	Mpa	$f_{t,0d} = f_{t,0k} * k_{\text{mod}} / \gamma_M =$	0,20	Mpa
tlak rovn s vlákny	$f_{c,0k} =$	21	Mpa	$f_{c,0d} = f_{t,0k} * k_{\text{mod}} / \gamma_M =$	10,50	Mpa
tlak kol na vlákna	$f_{c,90k} =$	2,5	Mpa	$f_{c,90d} = f_{t,90k} * k_{\text{mod}} / \gamma_M =$	1,25	Mpa
smyk	$f_{v,k} =$	4	Mpa	$f_{v,d} = f_{v,k} * k_{\text{mod}} / \gamma_M =$	2,00	Mpa
Prům hod mod pruž rovn s vl.				$E_{0,\text{mean}} =$	11	Gpa
5% kvantil mod pruž rovn s vl				$E_{0,05} =$	7,4	Gpa
Prům hodn mod pruž kol k vl				$E_{90,\text{mean}} =$	0,37	Gpa
Prům hod mod pružn ve smyku				$G_{\text{mean}} =$	0,69	Gpa

Průřezšířka $b =$ **120** mmvýška $h =$ **160** mmplocha $A = b * h =$ **120** * **160** = **19200** mm²průřezový modul $W = 1/6 * (b * h^2) = 1/6 ($ **120** * **160** ^2) = **512000** mm³mom setrvačnosti $I = 1/12 * (b * h^3) = 1/12 ($ **120** * **160** ^3) = **40960000** mm⁴ $i = \sqrt{I/A} = \sqrt{($ **40960000** ./ **19200**)} = **46** mmefektivní délka nosníku $L_{\text{ef}} =$ **4,20** m**Vnitřní síly**ohybový moment $M_{\text{ed}} =$ **3,30** kNmposouvající síla $V_{\text{ed}} =$ **6,40** kNprůhyb $u =$ **1** mm

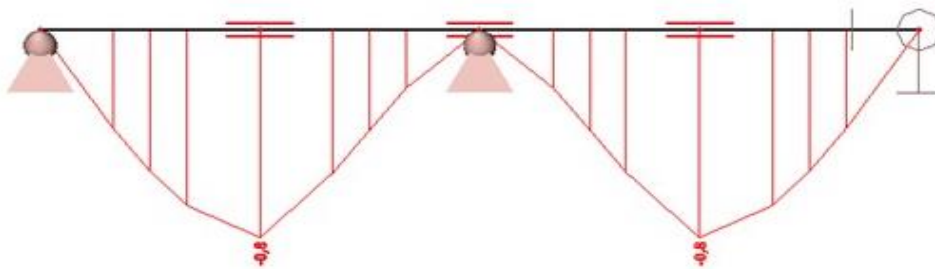
$M_{ed} =$



$V_{ed} =$



$U =$



Posouzení ohybu:

$$\sigma_{m,d} = M_d/W = 3,30 \text{ .} / 0,512 = 6,45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d}/f_{cm,d} = 6,45 \text{ .} / 12,00 = 0,54 \leq 1$$

$$0,54 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Průřez vyhovuje na ohyb!

dřevo třídy C24

Posouzení smyku:

oslabení průřezu v osedlání 20%

$$\text{smykové nap (pro obdeln průřez)} \quad T_{v,d} = 3V_d/(2A \cdot 0,8) = 3 \cdot 6,40 \cdot (2 \cdot 19 \cdot 0,8) = 0,63 \text{ Mpa}$$

$$T_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$0,63 \leq 2,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Průřez vyhovuje na smyk!

dřevo třídy C24

Posouzení průhybu:

$$\text{max povolený průhyb} \quad 4200 \text{ .} / 250 = 16,8 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = 1 \text{ mm} < w_{lim} = 16,8 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na průhyb!

dřevo třídy C24

Únosnost prutu při ohybu a tlaku

vzpěrná délka nosníku	L_y	3,80	m
	L_z	3,80	m
	L	3,80	m
délka nosníku při klopení			

Vlastnosti materiálů:			
třída oceli (S235, S355)		S235	
součinitel materiálu	γ_{m0}	1,0	

Charakteristické hodnoty pevností:	mez kluzu	f_y	235	MPa
	mez pevnosti	f_u	360	MPa
	modul pružnosti	E	210	GPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	N_{Ed}	47,2	kN
ohybový moment	$M_{y,Ed}$	79,1	kNm

Průřez:			
třída průřezu:	200/120/10		
	ohyb	1	
	tlak	1	
plocha průřezu modul pružnosti moment setrvačnosti	A	5890	mm2
	$W_{el,y}$	303000	mm3
	$W_{pl,y}$	379000	mm3
	I_y	30300000	mm4
	I_z	13400000	mm4
	I_t	30000000	mm4
	I_w	0	mm6

Kritická síla v průřezu:			
$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{y,z}}{L^2}$	$N_{cr,y} =$	4349,05	kN
	$N_{cr,z} =$	1923,34	kN

Kritický moment v průřezu:			
$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$	$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$	$M_{cr} =$	2161,88 kNm
		$\mu_{cr} =$	1,000 -
bezrozměrný kritický moment			
bezrozměrný parametr kroucení	$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$	$\kappa_{wt} =$	0,000 -
bezrozměrný kritický moment natočení průřezu	$k_z = 1$		
deplanace	$k_w = 1$		
	volné	$C_1 =$	1,0 -
	volná		

Únosnost ve vzpěru:

poměrná štíhlost	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}}$	$\lambda_y =$	0,56	-
		$\lambda_z =$	0,85	-
	křivka vzpěrné pevnosti (a0, a, b, c, d)		c	
součinitel imperfekce		$\alpha =$	0,49	-
vybočení	$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$	$\phi_y =$	0,75	-
		$\phi_z =$	1,02	-
součinitel vzpěrnosti	$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$	$\chi_y =$	0,806	-
		$\chi_z =$	0,632	-
Návrhová vzpěrná únosnost prutu	$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} Af_y}{\gamma_{M1}}$	$N_{b,Rd} =$	874,6	kN

Únosnost v ohybu:

poměrná štíhlost	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\lambda_{lt} =$	0,20	-
součinitele imperfekce pro křivky klopení (a, b, c, d)				
součinitel imperfekce při klopení	$\Phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$	c		
		$\alpha_{lt} =$	0,49	-
		$\Phi_{lt} =$	0,47	-
součinitel klopení	$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$			
		$\chi_{lt} =$	1,000	-
Návrhový moment únosnosti při klopení	$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$	$M_{b,Rd} =$	89,1	kNm

Interakce ohybu a tlaku:

součinitel ekvivalentního konstantního momentu				
průběh momentu:	lineární	poměr koncových momentů ψ	1,0	-1< ψ <1
			α_s	
			$C_{my} =$	1,00 -
			$C_{mz} =$	1,00 -

interakční součinitele				
	$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rd}} \right)$	$k_{yy} =$	1,015	-
	$k_{zy} = 0,6 k_{yy}$	$k_{zy} =$	0,609	-

kombinace ohybu a tlaku				
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rd}} \leq 1$			
0,04	+	0,90	<	1,00
	$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rd}} \leq 1$			
0,05	+	0,54	<	1,00
	0,94	<	1,00	VYHOVUJE
Průřez 200/120/10 vyhovuje interakci tlaku s ohybem				

Posouzení svaru:

tloušťka svaru výška nosníku šířka nosníku Plocha svarů pevnost svaru	Vd=	43000	N	
	a=	10		
	h=	200		
	b=	120		
	Av=	2 x a x h=	4000,0	mm
	fu=	360	Mpa	
	$\gamma_{Mw} =$	1,5		
	$\beta_w =$	0,8		
	$\tau_{II} =$	Vd/Av=	10,8	Mpa
	$I_y =$	2 x 1/12 x a x h^3 + 2 x b x a x h/2^2		37333333 mm^4
	$W_y =$	$I_y/0,5 \cdot h$	373333,3	mm^3

$\sigma = M/W_y = 212,0 \text{ Mpa}$

$\sigma_t = \sigma/\sqrt{2} = 149,9 \text{ Mpa}$

$\tau_t = \sigma/\sqrt{2} = 149,9 \text{ Mpa}$

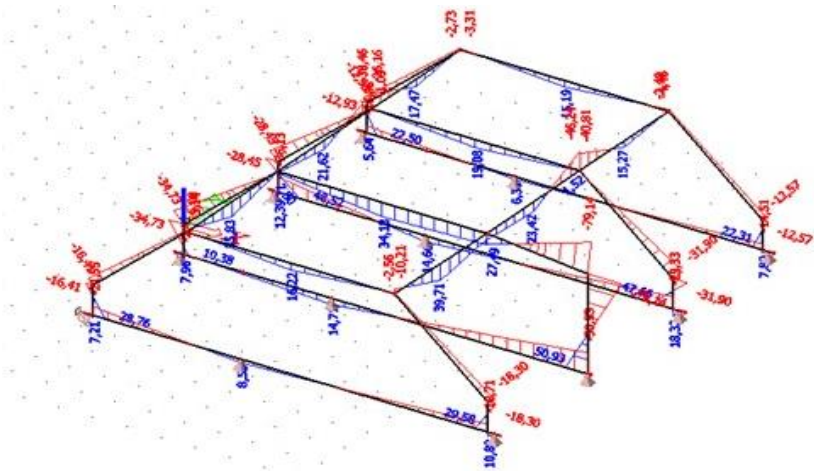
$\sqrt{(\sigma_t^2 + 3\tau_t^2 + 3\tau_{II}^2)} = 299,37 \text{ Mpa}$

$f_u/(\beta_w \gamma M_w) = 300 \text{ Mpa}$

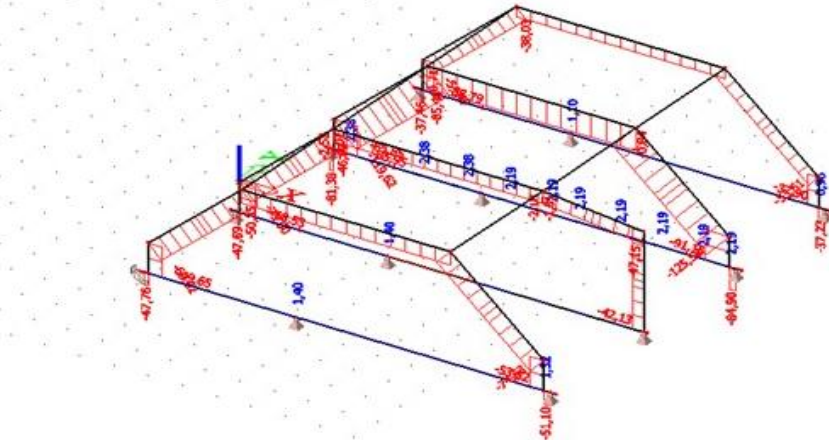
299,37 Mpa < 300 Mpa
VYHOVUJE

$\sigma_t = 149,9 < f_u/\gamma M_w = 240 \text{ Mpa}$

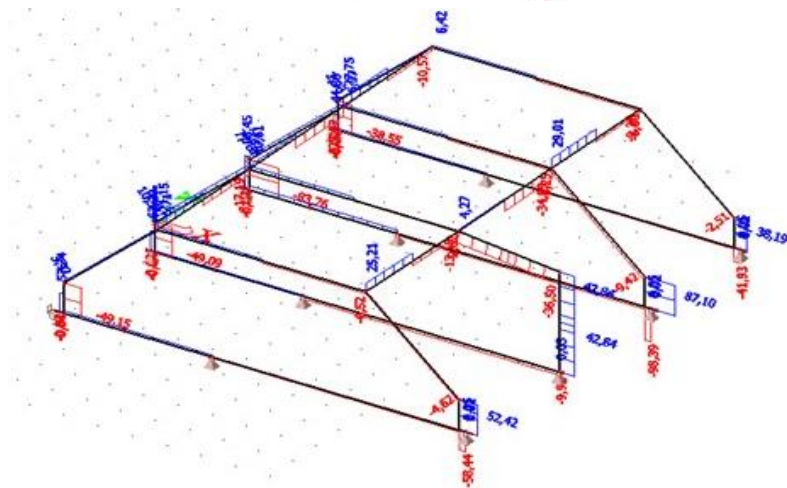
Med=



Ned=



Ved=



Únosnost prutu při ohybu a tlaku

vzpěrná délka nosníku	L_y	3,80	m
	L_z	3,80	m
	L	3,80	m
délka nosníku při klopení			

Vlastnosti materiálů:			
třída oceli (S235, S355)		S235	
součinitel materiálu	γ_{m0}	1,0	

Charakteristické hodnoty pevností:	mez kluzu	f_y	235	MPa
	mez pevnosti	f_u	360	MPa
	modul pružnosti	E	210	GPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	N_{Ed}	125,0	kN
ohybový moment	$M_{y,Ed}$	32,0	kNm

Průřez:			
třída průřezu:	200/100/6,3		
	ohyb	1	
	tlak	1	
	plocha průřezu	A	3580 mm2
	modul pružnosti	$W_{el,y}$	183000 mm3
		$W_{pl,y}$	228000 mm3
	moment setrvačnosti	I_y	18300000 mm4
		I_z	6130000 mm4
		I_t	14700000 mm4
		I_w	0 mm6

Kritická síla v průřezu:			
$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{y,z}}{L^2}$		$N_{cr,y} =$	2626,65 kN
		$N_{cr,z} =$	879,86 kN

Kritický moment v průřezu:			
$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$		$M_{cr} =$	1023,55 kNm
$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$		$\mu_{cr} =$	1,000 -
bezrozměrný kritický moment			
bezrozměrný parametr kroucení		$\kappa_{wt} =$	0,000 -
bezrozměrný kritický moment natočení průřezu			
deplanace		$C_1 =$	1,0 -
	$k_z = 1$	volné	
	$k_w = 1$	volná	

Únosnost ve vzpěru:

poměrná štíhlost	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}}$	$\lambda_y =$	0,57	-
		$\lambda_z =$	0,98	-
	křivka vzpěrné pevnosti (a0, a, b, c, d)		c	
součinitel imperfekce		$\alpha =$	0,49	-
vybočení	$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$	$\phi_y =$	0,75	-
		$\phi_z =$	1,17	-
součinitel vzpěrnosti	$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$	$\chi_y =$	0,805	-
		$\chi_z =$	0,553	-
Návrhová vzpěrná únosnost prutu	$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} Af_y}{\gamma_{M1}}$	$N_{b,Rd} =$	465,2	kN

Únosnost v ohybu:

poměrná štíhlost	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\lambda_{lt} =$	0,23	-
součinitele imperfekce pro křivky klopení (a, b, c, d)				
součinitel imperfekce při klopení	$\Phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$	c		
		$\alpha_{lt} =$	0,49	-
		$\Phi_{lt} =$	0,48	-
součinitel klopení	$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$	$\chi_{lt} =$		
		1,000		
Návrhový moment únosnosti při klopení	$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$	$M_{b,Rd} =$	53,6	kNm

Interakce ohybu a tlaku:

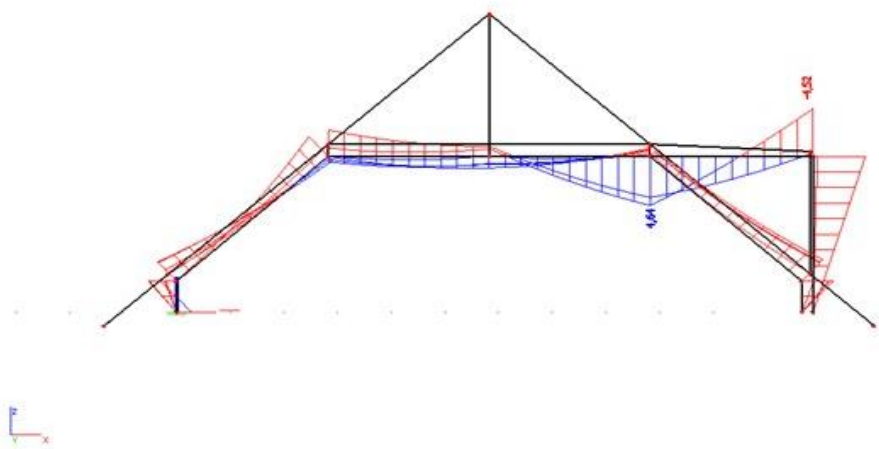
součinitel ekvivalentního konstantního momentu				
průběh momentu:	lineární	poměr koncových momentů ψ	1,0	-1< ψ <1
			α_s	
			$C_{my} =$	1,00 -
			$C_{mz} =$	1,00 -

interakční součinitele				
$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rd}} \right)$		$k_{yy} =$	1,068	-
$k_{zy} = 0,6 k_{yy}$		$k_{zy} =$	0,641	-

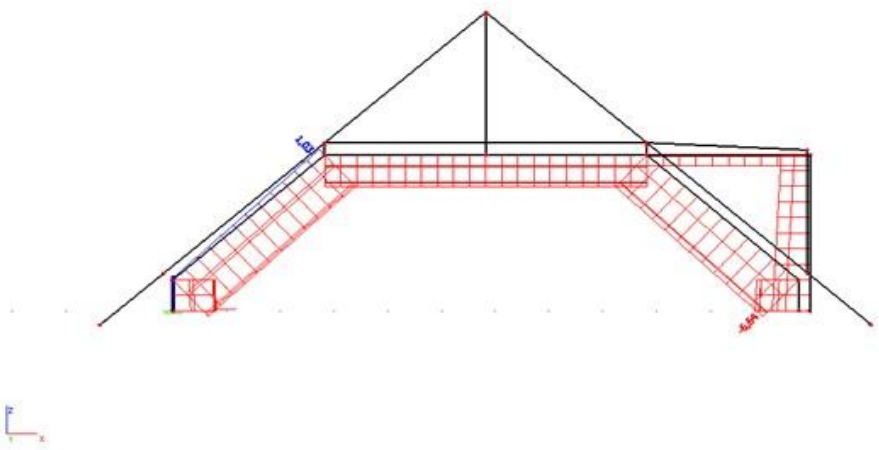
kombinace ohybu a tlaku				
$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rd}} \leq 1$				
0,18	+	0,64	<	1,00
$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rd}} \leq 1$				
0,27	+	0,38	<	1,00
0,82			<	1,00
Průřez 200/100/6,3 vyhovuje interakci tlaku s ohybem				

VYHOVUJE

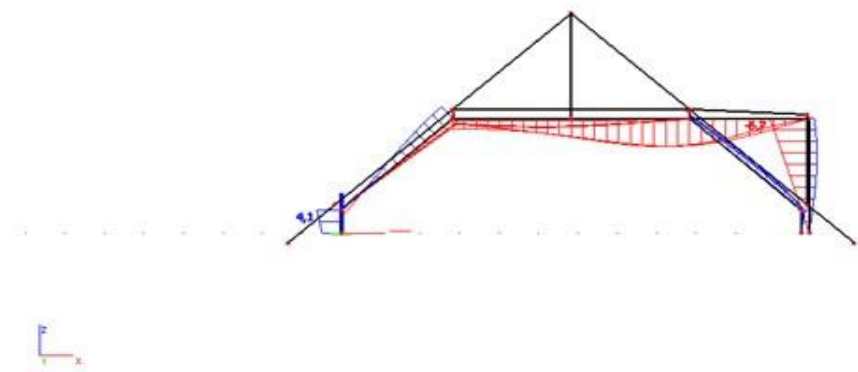
$M_{ed}=$



$N_{ed}=$



$u=$



Návrh a posouzení vnitřního evakuačního schodiště

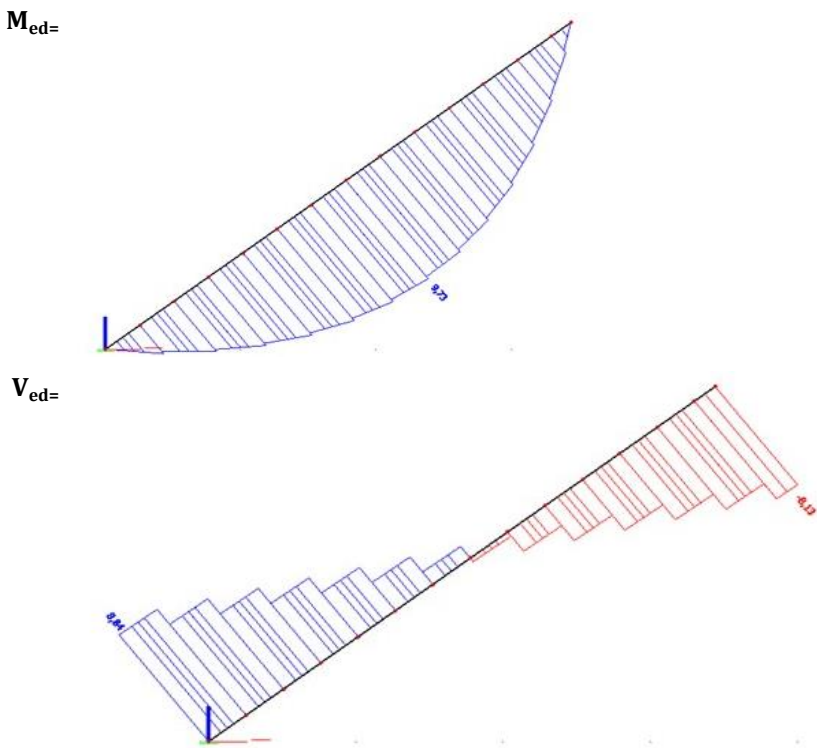
Schéma konstrukce

Zatížení

Vlastní tíha konstrukce	zadáno ve výpočetní programu	
Užitné zatížení	5 kN/m ²	zadané různé kombinace umístění

Únosnost schodnice (vliv klopení)

Vlastnosti materiálů:		délka nosníku při klopení	L	4,35	m
třída oceli (S235, S355)				S235	
součinitel materiálu			γ _{M1}	1,0	
Charakteristické hodnoty pevností:		mez kluzu	f _y	235	MPa
Vnitřní síly					
ohybový moment			M _{Ed}	9,8	kNm
posouvající síla			V _{Ed}	8,8	kNm

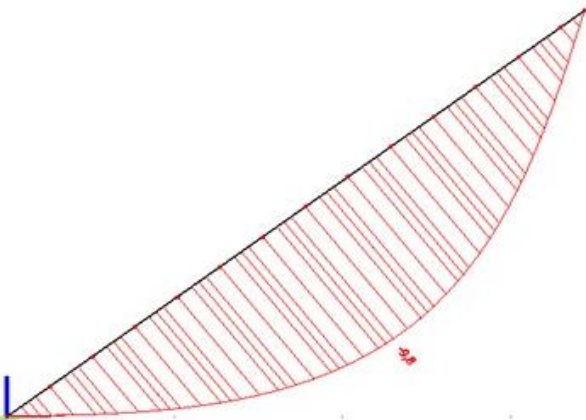


Průřez:				
	U 160	plocha průřezu	A	2400,0 mm2
třída průřezu:	1	modul pružnosti	W _{pl,y}	138000 mm3
působení:	ohyb	moment setrvačnosti	I _y	9250000 mm4
			I _z	853000 mm4
			I _t	73900 mm4
			I _w	3260000000 mm6
			A _{vz}	1260 mm2

Posouzení smyku:				
		$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / 3^{0,5}$	$V_{pl,Rd} =$	171,0 kN
V_{Ed}	<	0,5 · V _{pl,Rd}		
8,8	<	85,5	VYHOVUJE - MALÝ SMYK	

Kritický moment v průřezu:				
		$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$	$M_{cr} =$	24,34 kNm
$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$			$\mu_{cr} =$	1,029 -
bezrozměrný kritický moment				
		$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$	$\kappa_{wt} =$	0,244 -
bezrozměrný parametr kroucení				
natočení průřezu	k _z = 1	volné	C ₁ =	1,0 -
deplanace	k _w = 1	volná		

Posouzení na ohyb s vlivem klopení:				
poměrná štíhlost		$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\lambda_{LT} =$	1,15 -
		součinitele imperfekce pro křivky klopení (a, b, c, d)		a
součinitel imperfekce při klopení		$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$\alpha_{LT} =$	0,21 -
			$\Phi_{LT} =$	1,08 -
součinitel klopení		$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$	$\chi_{LT} =$	0,674 -
Návrhový moment únosnosti při klopení		$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$	$M_{b,Rd} =$	21,8 kNm
$M_{Ed} / M_{b,Rd}$	=	0,45	<	1,00
Průřez	U 160	vyhovuje na ohyb s vlivem klopení		

Posouzení na průhyb:				
limitní průhyb	u _{lim} =	L/300=	14,5	mm
	u=			
				
u=	9,8	mm	<	u _{lim} = 14,5 mm
Průřez	U 160	vyhovuje na průhyb		

Návrh a posouzení překladi P3

g_k charakteristická hodnota zatížení - stálé zatížení

g_d návrhová hodnota zatížení - stálé zatížení

γ_gsoučinitel zatížení - stálé zatížení

$\gamma_g = 1,35$

γ_qsoučinitel zatížení - proměnné zatížení

$\gamma_q = 1,5$

1. Rovnoměrné spojitě zatížení stálé

	tl.[mm]	výška [mm]	kN/m ³	kN/m
zdivo	600	1700	19	19,38
		zat. šířka		
strop	0	0	25	0,00

	g_k [kN/m]	γ_g	g_d [kN/m]
zdivo	19,38	1,35	26,16
strop	0,00	1,35	0,00
celkem stálé	19		26

2. Rovnoměrné spojitě zatížení proměnné

2.1 proměnné - užité

zat. šířka [mm]

2x zatížení stropu=

2,5 kN/m²

0

q_k	γ_q	q_d
[kN/m]		[kN/m]
0,00	1,50	0,00

3. Zatížení celkem

$f = g + q$

f_k	f_d
[kN/m]	[kN/m]
19,38	26,16

4. Návrh a posouzení

materiál

ocel S 235

navržený průřez

IPE 140

počet nosníků

4 ks

délka

$L = 1,4$ m

vlastnosti materiálu

$f_y = 235$ Mpa

$E = 2E+05$ Mpa

$A = 1643$ mm²

$W_{pl} = 88340$ mm³

$I_y = 5E+06$ mm⁴

$\gamma_m = 1$

$\beta_A = 1$

$d = 112,2$ mm

$t_w = 4,7$ mm

$b = 73$ mm

$t_f = 6,9$ mm

vnitřní síly

$$V_{Ek} = 1/2 \cdot f_k \cdot L = 13,57 \text{ kN}$$
$$M_{Ek} = 1/8 \cdot f_k \cdot L^2 = 4,75 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 1/2 \cdot f_d \cdot L = 18,314 \text{ kN}$$
$$M_{Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 6,41 \text{ kNm}$$

zatřídění průřezu

$$d/t_w = 23,872 < 72 \cdot \epsilon = 72 \cdot \sqrt{235/f_y} = 72$$
$$b/t_f = 10,58 < 10 \cdot \epsilon = 10 \cdot \sqrt{235/f_y} = 10$$

průřez třídy 1

posouzení únosnosti

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_m = 41,52 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = 41,52 \text{ kNm} > M_{Ed} = 6,41 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

$$V_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_m \cdot \sqrt{3} = 445,84 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} = 445,84 \text{ kN} > V_{Ed} = 18,31 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

posouzení použitelnosti

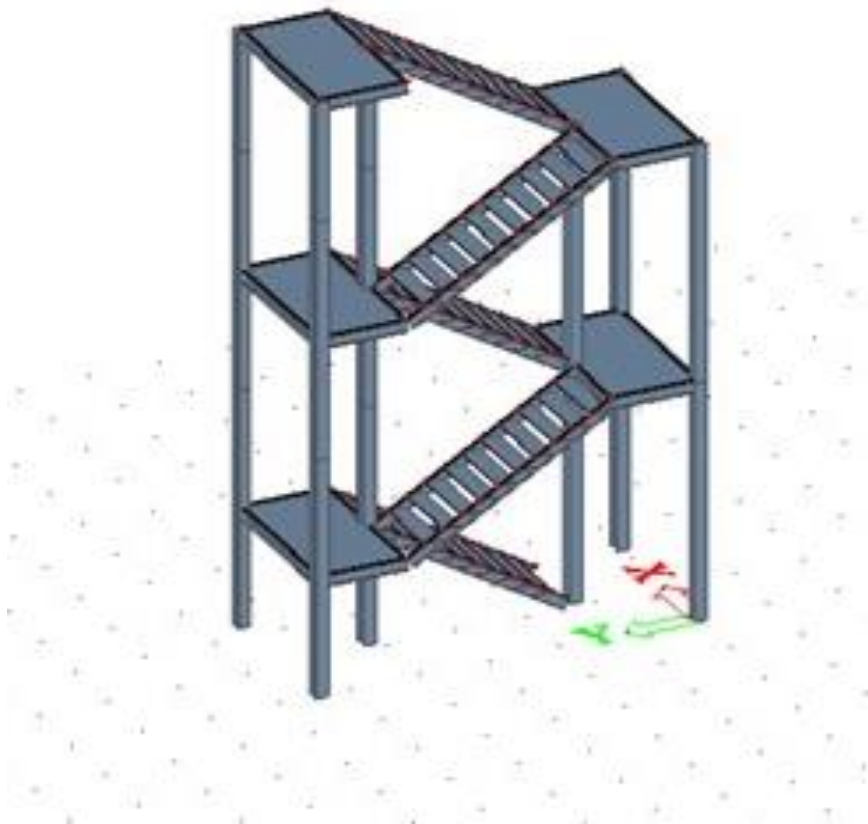
$$u = (5/384) \cdot (f_k \cdot L^4) / (E \cdot I_y) = 0,85 \text{ mm}$$
$$u_{lim} = L/300 = 4,67 \text{ mm}$$

$$u = 0,85 \text{ mm} < u_{lim} = 4,67 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Návrh a posouzení venkovního evakuačního schodiště

Schéma konstrukce



Zatížení

Vlastní tíha konstrukce	zadáno ve výpočetní programu		
Užitné zatížení	5 kN/m ²	zadané různé kombinace umístění	
Klimatické zatížení - sníh	0,6 kN/m ²	zadané různé kombinace umístění	
Klimatické zatížení - teplota	ochlazení -30		
	oteplení 40		

Únosnost průvlaku - P1 při ohybu (vliv klopení)

		délka nosníku při klopení	L	2,35	m
Vlastnosti materiálů:					
třída oceli (S235, S355)				S235	
součinitel materiálu			γ _{M1}	1,0	
Charakteristické hodnoty pevností:		mez kluzu	f _y	235	MPa
Vnitřní síly					
ohybový moment			M _{Ed}	8,8	kNm
posouvající síla			V _{Ed}	28,8	kNm
Průřez:					
U 160		plocha průřezu	A	2400,0	mm ²
třída průřezu:	1	modul pružnosti	W _{pl,y}	138000	mm ³
působení:	ohyb	moment setrvačnosti	I _y	9250000	mm ⁴

			I_z	853000	mm ⁴
			I_t	73900	mm ⁴
			I_w	3260000000	mm ⁶
			A_{vz}	1260	mm ²

Posouzení smyku:

			$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / 3^{0,5}$	$V_{pl,Rd} =$	171,0	kN
V_{Ed}	<	0,5 · $V_{pl,Rd}$				
28,8	<	85,5				
			VYHOVUJE - MALÝ SMYK			

Kritický moment v průřezu:

			$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$	$M_{cr} =$	48,04	kNm
			$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$	$\mu_{cr} =$	1,097	-
bezrozměrný kritický moment						
			$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$	$\kappa_{wt} =$	0,452	-
bezrozměrný parametr kroucení						
natočení průřezu	$k_z = 1$	volné		$C_1 =$	1,0	-
deplanace	$k_w = 1$	volná				

Posouzení na ohyb s vlivem klopení:

			$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\lambda_{LT} =$	0,82	-
poměrná štíhlost						
			součinitele imperfekce pro křivky klopení (a, b, c, d)		a	
				$\alpha_{LT} =$	0,21	-
součinitel imperfekce při klopení			$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$\Phi_{LT} =$	0,80	-
			$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$	$\chi_{LT} =$	0,864	-
součinitel klopení						
			$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$	$M_{b,Rd} =$	28,0	kNm
Návrhový moment únosnosti při klopení						
	$M_{Ed} / M_{b,Rd}$	=	0,31	<	1,00	
	Průřez	U 160	vyhovuje na ohyb s vlivem klopení			

Únosnost průvlaku - P2 při ohybu (vliv klopení)

		délka nosníku při klopení	L	1,25	m
Vlastnosti materiálů:					
třída oceli (S235, S355)				S235	
součinitel materiálu			γ _{M1}	1,0	
Charakteristické hodnoty pevností:		mez kluzu	f _y	235	MPa
Vnitřní síly					
ohybový moment			M _{Ed}	3,7	kNm
posouvající síla			V _{Ed}	6,0	kNm
Průřez:					
	U 160	plocha průřezu	A	2400,0	mm2
třída průřezu:	1	modul pružnosti	W _{pl,y}	138000	mm3
působení:	ohyb	moment setrvačnosti	I _y	9250000	mm4
			I _z	853000	mm4
			I _t	73900	mm4
			I _w	3260000000	mm6
			A _{vz}	1260	mm2
Posouzení smyku:					
		V _{pl,Rd} = A _{vz} · f _y / 3^0,5	V _{pl,Rd} =	171,0	kN
V _{Ed}	<	0,5 · V _{pl,Rd}			
6,0	<	85,5	VYHOVUJE - MALÝ SMYK		
Kritický moment v průřezu:					
		$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$	M _{cr} =	108,01	kNm
bezrozměrný kritický moment		$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$	μ _{cr} =	1,312	-
bezrozměrný parametr kroucení		$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$	κ _{wt} =	0,850	-
souřadnice působíště zatížení vzhledem k těžišti průřezu			z _a =	0,0	mm
souřadnice středu smyku vzhledem k těžišti průřezu			z _s =	0,0	mm
souřadnicie působíště zatížení vzhledem ke středu smyku			z _g =	0,0	mm
			C ₂ =	1,0	-
			C ₃ =	1,0	-
			z _j =	0,0	mm
bezrozměrný parametr působíště zatížení vzhledem ke středu smyku			ζ _g =	0,000	-
bezrozměrný parametr působíště zatížení vzhledem ke středu smyku			ζ _j =	0,000	-
natočení průřezu	k _z = 1	volné	C ₁ =	1,0	-
deplanace	k _w = 1	volná			

Posouzení na ohyb s vlivem klopení:

poměrná štíhlost		$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\lambda_{LT} =$	0,55	-
		součinitele imperfekce pro křivky klopení (a, b, c, d)		a	
součinitel imperfekce při klopení		$\alpha_{LT} =$		0,21	-
$\Phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$		$\Phi_{LT} =$		0,63	-
součinitel klopení		$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$	$\chi_{LT} =$	0,962	-

Posouzení na ohyb s vlivem klopení:

poměrná štíhlost	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\lambda_{LT} =$	1,19	-
	součinitele imperfekce pro křivky klopení (a, b, c, d)		a	
součinitel imperfekce při klopení	$\Phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$\alpha_{LT} =$	0,21	-
		$\Phi_{LT} =$	1,11	-
součinitel klopení	$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$	$\chi_{LT} =$	0,652	-
Návrhový moment únosnosti při klopení	$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$	$M_{b,Rd} =$	27,4	kNm
$M_{Ed} / M_{b,Rd} = 0,24 < 1,00$				
Průřez U 180 vyhovuje na ohyb s vlivem klopení				

Únosnost sloupu - tlak s ohybem

vzpěrná délka nosníku	L_y	10,00	m
	L_z	10,00	m
	L	4,00	m
délka nosníku při klopení			

Vlastnosti materiálů:			
třída oceli (S235, S355)		S235	
součinitel materiálu	γ_{m0}	1,0	

Charakteristické hodnoty pevností:	mez kluzu	f_y	235	MPa
	mez pevnosti	f_u	360	MPa
	modul pružnosti	E	210	GPa

Vnitřní síly			
zatížení normálové	N_{Ed}	133,0	kN
ohybový moment	$M_{y,Ed}$	5,5	kNm

Průřez:			
třída průřezu:	HEB 180		
	ohyb	1	
	tlak	1	
plocha průřezu		A	6525 mm2
modul pružnosti		$W_{el,y}$	426000 mm3
		$W_{pl,y}$	481400 mm3
moment setrvačnosti		I_y	38310000 mm4
		I_z	13630000 mm4
		I_t	421600 mm4
		I_w	9,375E+10 mm6

Kritická síla v průřezu:			
$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{y,z}}{L^2}$		$N_{cr,y} =$	794,02 kN
		$N_{cr,z} =$	282,50 kN

Kritický moment v průřezu:			
$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$		$M_{cr} =$	285,90 kNm
$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$		$\mu_{cr} =$	1,164 -
bezrozměrný kritický moment			
bezrozměrný parametr kroucení		$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$	$\kappa_{wt} =$ 0,596 -
bezrozměrný kritický moment natočení průřezu		$k_z = 1$	
deplanace		$k_w = 1$	
		volné	
		volná	
		$C_1 =$	1,0 -

Únosnost ve vzpěru:

poměrná štíhlost	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}}$	$\lambda_y =$	1,39	-
		$\lambda_z =$	2,33	-
	křivka vzpěrné pevnosti (a0, a, b, c, d)		c	
součinitel imperfekce		$\alpha =$	0,49	-
vybočení	$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$	$\phi_y =$	1,76	-
		$\phi_z =$	3,74	-
součinitel vzpěrnosti	$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$	$\chi_y =$	0,353	-
		$\chi_z =$	0,150	-
Návrhová vzpěrná únosnost prutu	$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} Af_y}{\gamma_{M1}}$	N_{b,Rd} =	230,4	kN

Únosnost v ohybu:

poměrná štíhlost	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$	$\lambda_{lt} =$	0,63	-
součinitele imperfekce pro křivky klopení (a, b, c, d)				
součinitel imperfekce při klopení	$\Phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$	c		
		$\alpha_{lt} =$	0,49	-
		$\Phi_{lt} =$	0,70	-
součinitel klopení	$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$			
		$\chi_{lt} =$	0,869	-
Návrhový moment únosnosti při klopení	$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$	$M_{b,Rd} =$	98,3	kNm

Interakce ohybu a tlaku:

součinitel ekvivalentního konstantního momentu				
průběh momentu:	lineární	poměr koncových momentů ψ	1,0	-1< ψ <1
			α_s	
			$C_{my} =$	1,00 -
			$C_{mz} =$	1,00 -

interakční součinitele				
		$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rd}} \right)$	$k_{yy} =$	1,292 -
		$k_{zy} = 0,6 k_{yy}$	$k_{zy} =$	0,775 -

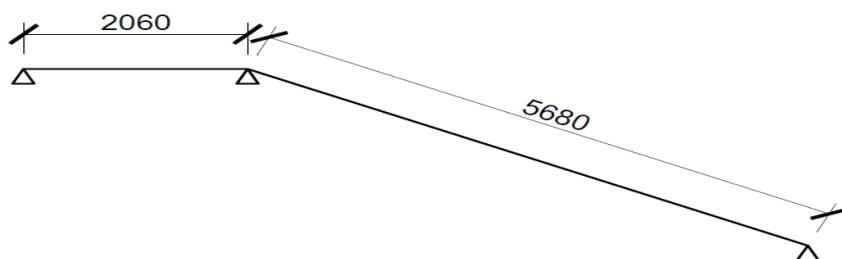
kombinace ohybu a tlaku				
$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rd}} \leq 1$				
0,25	+	0,07	<	1,00
$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rd}} \leq 1$				
0,58	+	0,04	<	1,00
0,62			<	1,00
Průřez	HEB 180	vyhovuje interakci tlaku s ohybem		

VYHOVUJE

Návrh schodišťové desky

Popis prvku: Schodišťová železobetonová deska

SCHEMA KONSTRUKCE



ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

vstupní hodnoty:

γ_g	=	1,35	[-]	- součinitel zatížení - stálé
γ_q	=	1,50	[-]	- součinitel zatížení užité
b	=	1000	[mm]	- šířka desky
h	=	170	[mm]	- výška desky
h_s	=	72	[mm]	- náhradní výška stupně
h_d	=	30	[mm]	- výška dlažby
ρ_{bet}	=	25	[kN/m ³]	- tíha betonu
ρ_{dl}	=	32	[kN/m ³]	- tíha dlažby
q	=	5	[kN/m ²]	- užité zatížení schodiště

stálé zatížení:

vlastní tíha desky	$b \cdot h \cdot \rho =$	1	*	0,17	*	25	=
nabetonované stupně	$b \cdot h_s \cdot \rho =$	1	*	0,07	*	25	=
dlažba	$b \cdot h_d \cdot \rho =$	1	*	0,03	*	32	=
celkem							

char. hodnota	γ_g	návrh. hodnota
[kN/m]	-	[kN/m]
4,25	1,35	5,74
1,8	1,35	2,43
0,96	1,50	1,44
7,01		9,61

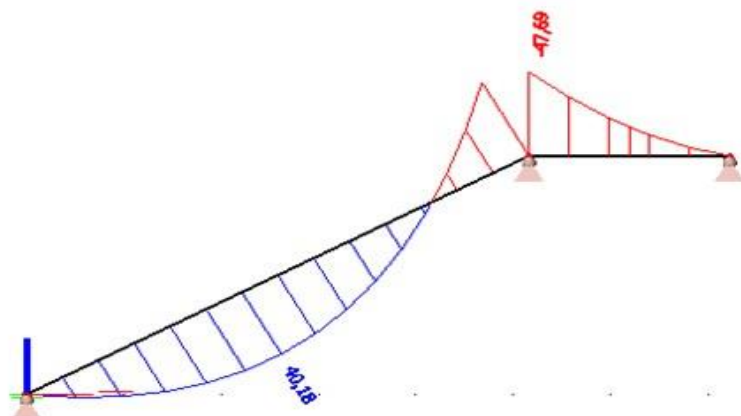
užité zatížení:

zatížení schodiště	$b \cdot q =$	1	*	5,00	=
--------------------	---------------	---	---	------	---

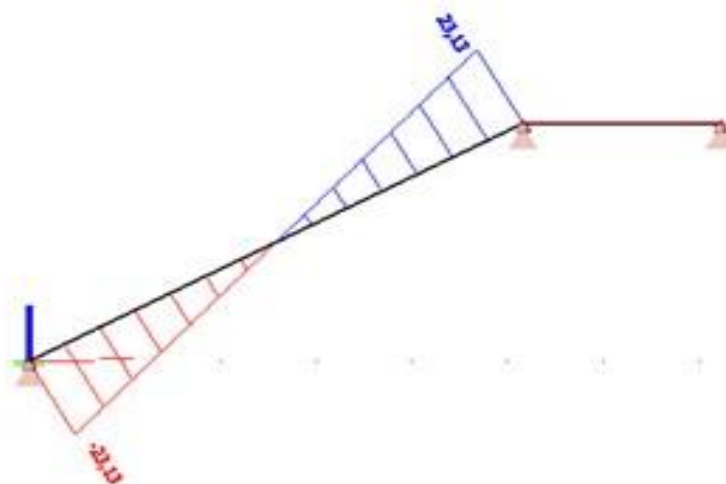
char. hodnota	γ_g	návrh. hodnota
[kN/m]	-	[kN/m]
5	1,50	7,50

VNITŘNÍ SÍLY

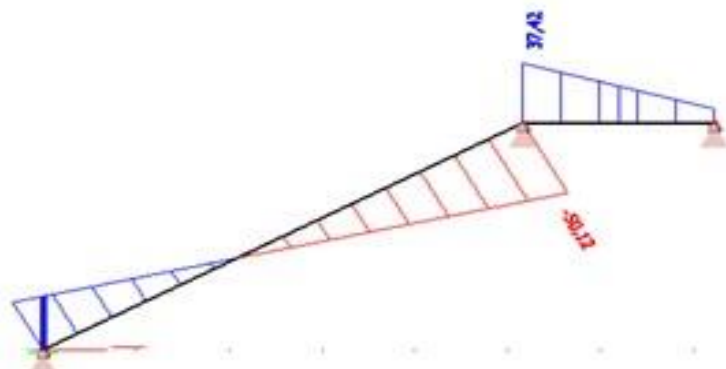
M



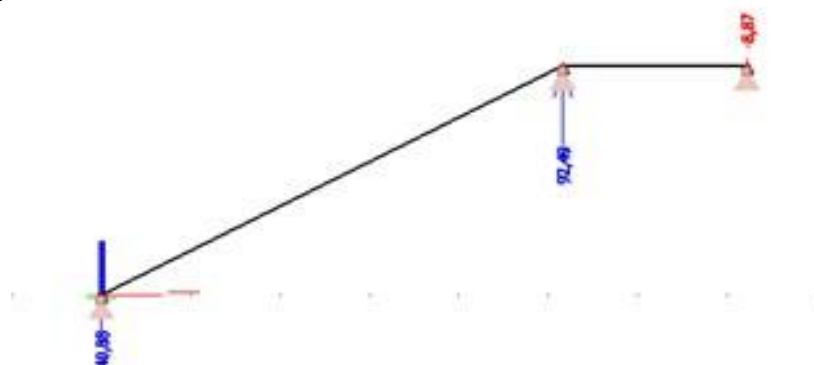
N



V



R



MOMENT V POLI

$$M_{ed,max} = 40,2 \text{ kNm}$$

BETON
C 25 / 30**OCEL**
B 500 b**NÁVRH DESKY****vstupní hodnoty:**

γ_s	=	1,15	[-]	- součinitel materiálu pro ocel
γ_c	=	1,50	[-]	- součinitel materiálu pro beton
f_{yk}	=	500,00	[MPa]	- char. pevnost výztuže v tahu
f_{ck}	=	25,00	[MPa]	- char. pevnost betonu v tlaku
f_{yd}	=	434,78	[MPa]	- návrhová pevnost oceli v tahu
f_{cd}	=	16,67	[MPa]	- návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	=	2,60	[MPa]	- char. pevnost betonu v tahu
h	=	170	[mm]	- výška desky
b	=	1000	[mm]	- šířka desky
c	=	20	[mm]	- krytí výztuže
d	=	144	[mm]	- účinná výška desky
odhad z	=	130	[mm]	- odhad ramene vnitřních sil
$A_{s,req}$	=	713	[mm ²]	- požadovaná plocha výztuže
$A_{s,min}$	=	195	[mm ²]	- minimální plocha výztuže
d_g	=	32	[mm]	- rozměr nejv. zrna kameniva

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$d = h - \frac{\emptyset}{2} - c$$

$$z = 0,9 \times d$$

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{z \times f_{yd}}$$

$$A_{s,min} = \text{MAX}(0,0013; 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}})$$

NÁVRH VÝZTUŽE

; R 12 á 70 mm			hlavní směr výztuže	ANO
typ výztuže	vzdálenost	průměr výztuže	plocha	celková plocha
[-]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]
sítě	ne	0	-	1616
výztuž	ano	70	1616	

hmotnost výztuže: 74,6 kg/m3

Posouzení průřezu

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot \alpha \cdot f_{cd}} = \frac{1615,68 \times 434,783}{0,8 \times 1000,0 \times 1 \times 16,667} = 52,685 \text{ [mm]}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{52,685}{144,00} = 0,36587 \text{ [-]} < \xi_{max} = 0,45 \text{ [-]} \quad \textbf{SPLŇUJE}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 144,00 - 0,4 \times 52,685 = 122,926 \text{ [mm]}$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1615,68 \times 434,78 \times 122,926 = 86,352 \text{ [kNm]}$$

$$M_{rd} = 86,35 \text{ [kNm]} > M_{ed} = 40,20 \text{ [kNm]} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

rezerva 53,4%

$$\rho_1 = 0,01122 \text{ [-]} < \rho_{max} = 0,04 \text{ [-]} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

$$> \rho_{min} = 0,0015 \text{ [-]}$$

MOMENT NAD PODPOROU **$M_{ed,max} = 47,7$ kNm****BETON
C 25 / 30****OCEL
B 500 b**

vstupní hodnoty:

γ_s	=	1,15	[-]	- součinitel materiálu pro ocel
γ_c	=	1,50	[-]	- součinitel materiálu pro beton
f_{yk}	=	500,00	[MPa]	- char. pevnost výztuže v tahu
f_{ck}	=	25,00	[MPa]	- char. pevnost betonu v tlaku
f_{yd}	=	434,78	[MPa]	- návrhová pevnost oceli v tahu
f_{cd}	=	16,67	[MPa]	- návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	=	2,60	[MPa]	- char. pevnost betonu v tahu
h	=	170	[mm]	- výška desky
b	=	1000	[mm]	- šířka desky
c	=	20	[mm]	- krytí výztuže
d	=	144	[mm]	- účinná výška desky
odhad z	=	130	[mm]	- odhad ramene vnitřních sil
$A_{s,req}$	=	847	[mm ²]	- požadovaná plocha výztuže
$A_{s,min}$	=	195	[mm ²]	- minimální plocha výztuže
d_g	=	32	[mm]	- rozměr nejv. zrna kameniva

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$d = h - \frac{\emptyset}{2} - c$$

$$z = 0,9 \times d$$

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{z \times f_{yd}}$$

$$A_{s,min} = \text{MAX}(0,0013; 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}})$$

NÁVRH VÝZTUŽE

; R 12 á 70 mm			hlavní směr výztuže	ANO
typ výztuže	vzdálenost	průměr výztuže	plocha	celková plocha
[-]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]
sítě	ne	0	-	1616
výztuž	ano	70	1616	

hmotnost výztuže: 74,6 kg/m3

Posouzení průřezu

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot \alpha \cdot f_{cd}} = \frac{1615,68 \times 434,783}{0,8 \times 1000,0 \times 1 \times 16,667} = 52,685 \text{ [mm]}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{52,685}{144,00} = 0,36587 \text{ [-]} < \xi_{max} = 0,45 \text{ [-]} \quad \textbf{SPLŇUJE}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 144,00 - 0,4 \times 52,685 = 122,926 \text{ [mm]}$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1615,68 \times 434,78 \times 122,926 = 86,352 \text{ [kNm]}$$

$$M_{rd} = \mathbf{86,35 \text{ [kNm]}} > M_{ed} = \mathbf{47,70 \text{ [kNm]}} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

rezerva **44,8%**

$$\rho_1 = 0,01122 \text{ [-]} < \rho_{max} = 0,04 \text{ [-]} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

$$> \rho_{min} = 0,0015 \text{ [-]}$$

Navržená výztuž na MSÚ

$A_{s,celk}$	=	1616	[mm ²]
$A_{s,req}$	=	713	[mm ²]
ρ	=	1,2	[%]

Ohybová štíhlost

$$L = 5680 \text{ [mm]}$$

$$d = 144 \text{ [mm]}$$

$$\lambda = \frac{L}{d} = \frac{5680,0}{144,0} = 39,444 \text{ [-]}$$

Vymezující ohybová štíhlost ve směru Lx

$$k_{c,1} = 1 \text{ [-]} \quad \text{obdélníkový průřez}$$

$$k_{c,2} = 1 \text{ [-]} \quad \text{závisí na rozpětí}$$

$$k_{c,3} = 2,265 \text{ [-]} \quad \text{součinitel tahové výztuže}$$

$$\lambda_{d,tab} = 19,6 \text{ [-]} \quad \text{krajní pole spojitého nosníku / desky}$$

$$\lambda_d = k_{c,1} \times k_{c,2} \times k_{c,3} \times \lambda_{d,tab} > \lambda$$

$$\lambda_d = 1 \times 1 \times 2 \times 20 = 44,39 > 39,4 \quad \text{SPLŇUJE}$$

NENÍ NUTNO POSUZOVAT PRŮHYB, ANI ŠÍŘKU TRHLIN

Návrh schodišťového průvlaku

Popis prvku: Schodišťový železobetonový průvlak

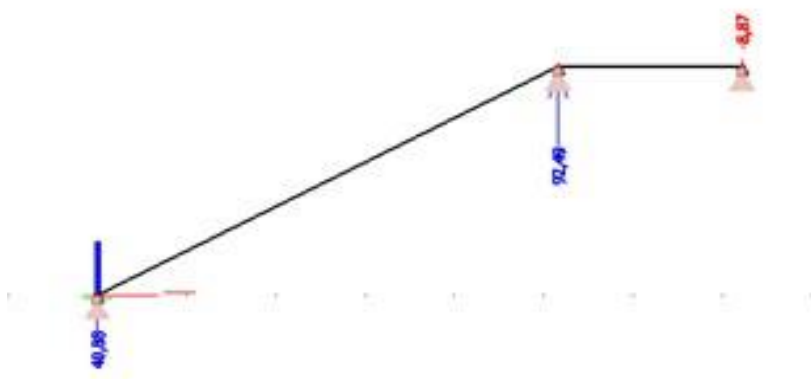
SCHÉMA KONSTRUKCE

ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

vstupní hodnoty:

γ_g	=	1,35	[-]	- součinitel zatížení - stálé
γ_q	=	1,50	[-]	- součinitel zatížení užité
b	=	400	[mm]	- šířka desky
h	=	170	[mm]	- výška desky
h_s	=	72	[mm]	- náhradní výška stupně
h_d	=	30	[mm]	- výška dlažby
ρ_{bet}	=	25	[kN/m ³]	- tíha betonu
ρ_{dl}	=	32	[kN/m ³]	- tíha dlažby
q	=	5	[kN/m ²]	- užité zatížení schodiště
L	=	5,10	[m]	- rozpětí

průvlak bude zatížen reakcí ze schodišťové desky



$$R_d = 92,49 \text{ kN/m}$$

VNITŘNÍ SÍLY

$$M = 1/8 * R_d * L^2 = 301 \text{ kNm}$$

$$V = 1/2 * R_d * L = 236 \text{ kNm}$$

MOMENT V POLI**M_{ed,max} = 300,7 kNm****BETON
C 30 / 37****OCEL
B 500 b****NÁVRH TRÁMU****vstupní hodnoty:**

γ_s	=	1,15	[-]	- součinitel materiálu pro ocel
γ_c	=	1,50	[-]	- součinitel materiálu pro beton
f_{yk}	=	500,00	[MPa]	- char. pevnost výztuže v tahu
f_{ck}	=	30,00	[MPa]	- char. pevnost betonu v tlaku
f_{yd}	=	434,78	[MPa]	- návrhová pevnost oceli v tahu
f_{cd}	=	20,00	[MPa]	- návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	=	2,90	[MPa]	- char. pevnost betonu v tahu
v	=	0,53		$0,6 \cdot (1 - f_{ck}/25)$
h	=	500	[mm]	- výška trámu
b	=	400	[mm]	- šířka trámu
c	=	35	[mm]	- krytí výztuže
d	=	454	[mm]	- účinná výška trámu
odhad z	=	409	[mm]	- odhad ramene vnitřních sil
$A_{s,req}$	=	1693	[mm ²]	- požadovaná plocha výztuže
$A_{s,min}$	=	274	[mm ²]	- minimální plocha výztuže
d_g	=	32	[mm]	- rozměr nejv. zrna kameniva

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$d = h - \frac{\emptyset}{2} - c$$

$$z = 0,9 \times d$$

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{z \times f_{yd}}$$

$$A_{s,min} = \text{MAX}(0,0013; 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}})$$

NÁVRH VÝZTUŽE

; R 22 á 70 mm			hlavní směr výztuže	ANO
typ výztuže	vzdálenost	průměr výztuže	plocha	celková plocha
[-]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]
sítě	ne	0	-	2172
výztuž	ano	70	2172	

hmotnost výztuže: 85,3 kg/m3

Posouzení průřezu

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot \alpha \cdot f_{cd}} = \frac{2172,19 \times 434,783}{0,8 \times 400,0 \times 1 \times 20,000} = 147,567 \text{ [mm]}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{147,567}{454,00} = 0,32504 \text{ [-]} < \xi_{max} = 0,45 \text{ [-]} \quad \textbf{SPLŇUJE}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 454,00 - 0,4 \times 147,567 = 394,973 \text{ [mm]}$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 2172,19 \times 434,78 \times 394,973 = 373,024 \text{ [kNm]}$$

$$M_{rd} = 373,02 \text{ [kNm]} > M_{ed} = 300,71 \text{ [kNm]} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

rezerva 19,4%

$$\rho_1 = 0,0119614 \text{ [-]} < \rho_{max} = 0,04 \text{ [-]} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

$$> \rho_{min} = 0,0015 \text{ [-]}$$

Navržená výztuž na MSÚ

$A_{s,celk}$	=	2172	[mm ²]
$A_{s,req}$	=	1693	[mm ²]
ρ	=	1,2	[%]

Ohybová štíhlost

$$\begin{aligned} L &= 5100 \text{ [mm]} \\ d &= 454 \text{ [mm]} \\ \lambda &= \frac{L}{d} = \frac{5100,0}{454,0} = 11,233 \text{ [-]} \end{aligned}$$

Vymežující ohybová štíhlost ve směru Lx

$$\begin{aligned} k_{c,1} &= 1 \text{ [-]} \quad \text{obdélníkový průřez} \\ k_{c,2} &= 1 \text{ [-]} \quad \text{závisí na rozpětí} \\ k_{c,3} &= 1,283 \text{ [-]} \quad \text{součinitel tahové výztuže} \\ \lambda_{d,tab} &= 16 \text{ [-]} \quad \text{prostě podepřená deska / nosník} \\ \lambda_d &= k_{c,1} \times k_{c,2} \times k_{c,3} \times \lambda_{d,tab} > \lambda \end{aligned}$$

$$\lambda_d = 1 \times 1 \times 1 \times 16 = 16 > 11,2 \quad \text{SPLŇUJE}$$

NENÍ NUTNO POSUZOVAT PRŮHYB, ANI ŠÍŘKU TRHLIN

POSOUVAJÍCÍ SÍLA

$$V_{ed,max} = 235,8 \text{ kNm}$$

BETON
C 25 / 30

OCEL
B 500 b

NÁVRH VÝZTUŽE

dvoustřížné třmínky			hlavní směr výztuže	ANO
typ výztuže	střížnost	průměr výztuže	plocha	celková plocha
[-]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]
výztuž	2	8	101	0

$$s_t = b - 2c = 0,4 - 2 \cdot 0,04 = 0,33 \text{ m}$$

$$\text{kontrola vzdálenosti} \quad s_t < s_{t,max} = \min(0,75d; 0,6) = 0,75 \cdot 0 = 0,34 \text{ m}$$

$$\text{volba:} \quad \cot\theta = 2,5$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,45 \text{ m}$$

$$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cb} \cdot b \cdot z \cdot \cot\theta / (1 + \cot^2\theta)$$

$$= 0,53 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,40 \cdot 0,45 \cdot 2,5 / (1 + 2,5^2) = 1370 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 1370 \text{ kN} > V_{ed} = 236 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

rezerva 82,8%

$$s_{reg} = (A_{sw} \cdot f_{ywd} / V_{ed}) \cdot z \cdot \cot\theta = 101 \cdot 435 / 235850 \cdot 454 \cdot 2,5 = 210 \text{ mm}$$

$$\text{vzdálenost třmínků} \quad s = 210 \text{ mm}$$

kontrola konstrukčních zásad

$$s_{\max} = \min(0,75d; 0,4) = \frac{0,75 * 0,45}{0,4} = 0,34 \text{ m} > 0,21 \text{ m} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

$$\rho_{w,\min} = (0,08 * \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk} = (0,08 * \sqrt{30}) / 500 = 0,0009$$

$$\rho_w = A_{sw} / b * s = 101 / 400 * 210 = 0,0012 > \rho_{w,\min} = 0,0009 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$