

PŘÍLOHA 1

STATICKÝ VÝPOČET

Veteráni Kytín

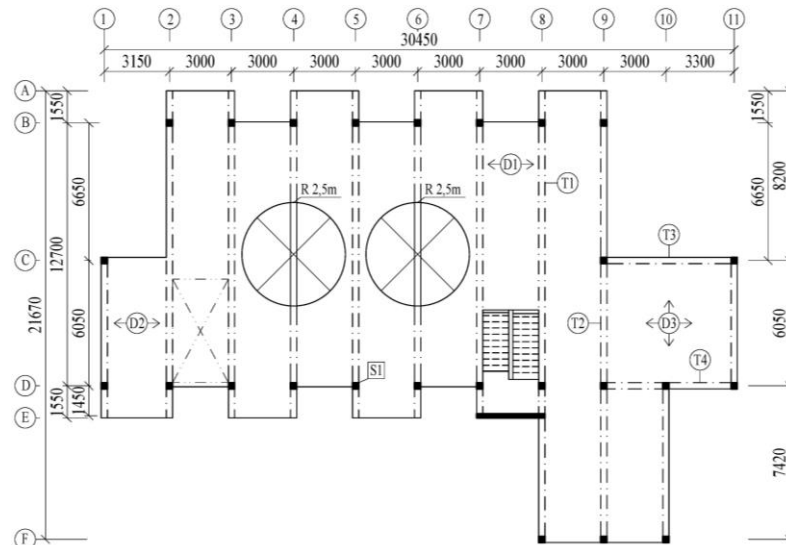
Kytín, Praha – západ

Vypracovala: Kateřina Lamberková

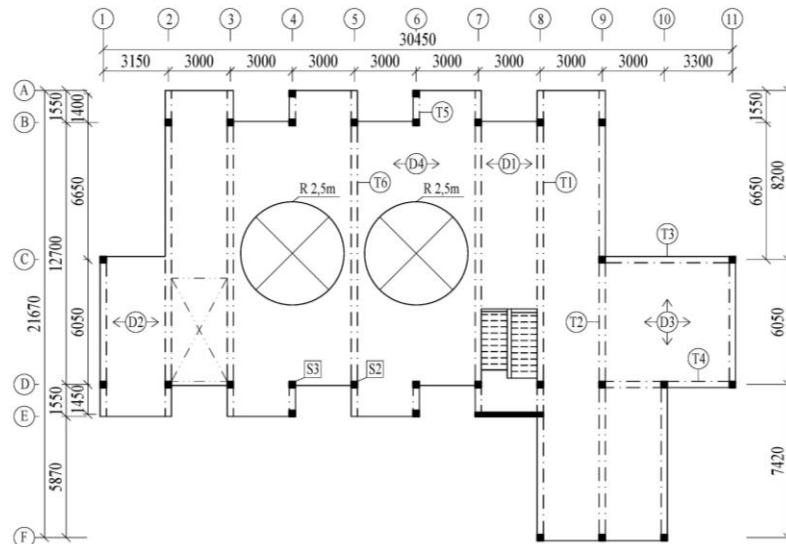
Datum: květen 2018

KONSTRUKČNÍ SCHÉMATA

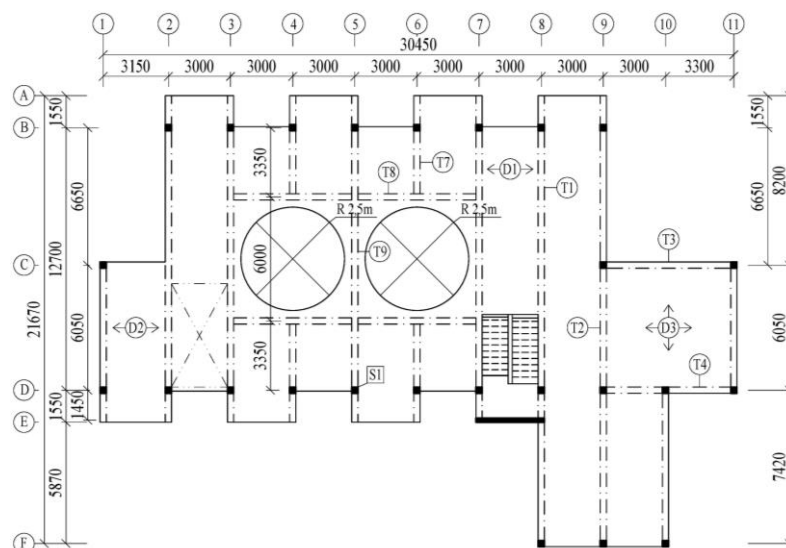
Varianta A



Varianta B



Varianta C



POUŽITÉ MATERIÁLY

- Beton C30/37, XC1 (CZ)- Cl 0,2 - Dmax = 16 - S3

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

- Ocel B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

PŘEHLED ZATÍŽENÍ

STÁLÉ ZATÍŽENÍ

PODLAHY

Podlaha v interiéru – PI					
Vrstva	h	ρ	g_k	γ_G	g_d
	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ²]
Epoxidová podlaha	0,003	-	-	1,35	-
Penetrace - weber	0,002	-	-		-
Roznášecí vrstva - beton	0,100	24,000	2,400		3,240
Separace - PE folie	0,001	-	-		-
Kročejová izolace - Isover	0,004	1,480	0,006		0,008
Celkem		$g_k =$	2,406	$g_d =$	3,248

Ostatní skladby podlah v budově se liší pouze nášlapnou vrstvou a rozdíl v zatížení je minimální. V budově je tedy uvažováno jednotné zatížení od podlahy $g_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$ a $g_d = 3,40 \text{ kN/m}^2$.

PŘÍČKY, OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Ytong – přesné tvárnice tl. 150 mm; 200 mm

- Tíha izolace je u obvodového pláště zanedbána

- Tíha příčky $g_{k,p} = 6,6 \text{ kN/m}^3$

$$g_{d,p} = g_{k,p} * \gamma_G = 6,6 * 1,35 = 8,91 \text{ kN/m}^3$$

- Ytong tl. 200 mm; 2NP

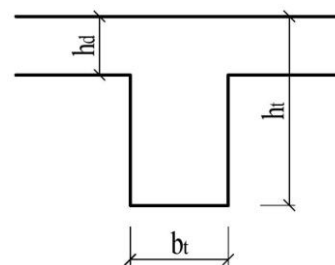
Zatížení v patě:

$$g_{d,p2} = g_{d,p} * v * tl. = 8,91 * 2,6 * 0,2 = 4,633 \text{ kN/m}$$

VLASTNÍ TÍHA STROPNÍCH DESEK

(rozměry navrženy viz předběžný návrh nosných prvků)

	h_d [m]	ρ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G [-]	g_d [kN/m ²]
D1, D2	0,18	25,0	4,5	1,35	6,075
D3, D4	0,22		5,5		7,425


VLASTNÍ TÍHA STROPNÍCH TRÁMŮ

(rozměry navrženy viz předběžný návrh nosných prvků)

- Počítáno bez tloušťky stropní desky

Trám	Varianta	h_t	h_d	b_t	ρ	g_k	γ_G	g_d
		[m]	[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
T1	A, B, C	1,2	0,18	0,30	25,0	7,650	1,35	10,328
T2	A, B, C	0,6	0,18	0,30		3,150		4,253
T3	A, B, C	0,6	0,22	0,30		2,850		3,848
T4	A, B, C	0,4	0,22	0,30		1,350		1,823
T5	B	0,4	0,22	0,30		1,350		1,823
T6	B	1,2	0,22	0,30		7,350		9,923
T7	C	0,4	0,18	0,30		1,650		2,228
T8	C	0,6	0,18	0,30		3,150		4,253
T9	C	1,2	0,18	0,30		7,650		10,328

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ
UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

Místnost		Kategorie	q_k [kN/m ²]	γ_q [-]	q_d [kN/m ²]
1NP	Restaurace, Terasa	CI	3,0	1,5	5,25
	Výstavní prostory	CIII	5,0		7,50
Sřecha	Nepochozí	H	1,0		1,50

ZATÍŽENÍ SNĚHEM

- Sklon střechy $\alpha < 30^\circ \Rightarrow \mu_i = 0,8$
- Součinitel expozice $c_e = 1,0$ uvažován normální typ krajiny
- Součinitel tepla $c_t = 1,0$ uvažována tepelná prostupnost menší než $1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Sněhová oblast II uvažovaná oblast Praha – západ
- Zatížení sněhem $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$
- Průměrné zatížení sněhem $s = \mu_i * c_e * c_t * s_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Užitné zatížení střechy budeme uvažovat jako $q_{d,stř} = 1,5 \text{ kN/m}^2$.

PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ

- Empirický návrh stropní desky:

$$h_d = \left(\frac{1}{25} \div \frac{1}{30} \right) * l$$

- Empirický návrh trámu:

$$h_t = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \right) * l$$

$$b_t = \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3} \right) * h_t$$

- Návrh z hlediska ohybové štíhlosti:

$$\lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{c1} * \kappa_{c2} * \kappa_{c3} * \lambda_{d,tab}$$

$$d \geq \frac{l}{\lambda_d}$$

- Uvažováno
- $\kappa_{c1} = 1,0$ pro obdélníkový průřez stropních desek
 - $\kappa_{c1} = 0,8$ pro „T“ průřez stropních trámů
 - $\kappa_{c2} = 1,0$ pro rozpětí $\leq 7,0 \text{ m}$
 - $\kappa_{c2} = \frac{7}{l}$ pro rozpětí $> 7,0 \text{ m}$
 - $\kappa_{c3} = 1,2$ pro napětí tahové výztuže

- Předpoklad

Deska		
ρ	0,5	[%]
\emptyset	10	[mm]
c_{nom}	20	[mm]

Trám		
ρ	0,5	[%]
\emptyset	20	[mm]
c_{nom}	20	[mm]

STROPNÍ DESKY

Jednosměrně pnutá	l [mm]		Empirie			Ohybová štíhlost				Návrh
			$\frac{1}{25}l$	$\frac{1}{30}l$	$h_{d,1}$ [mm]	$\lambda_{d,tab}$ [-]	λ_d [-]	d [mm]	$h_{d,2}$ [mm]	h_d [mm]
D1	3000		120,0	100	120	30,8	37,0	81,2	106,2	180
D2	3150		126,0	105	130	26,0	31,2	101,0	126,0	180
D4	6000		240,0	200	200	26,0	31,2	192,3	217,3	220
Po obvodě podepřená	l_x	l_y	$\frac{l_x + l_y}{75} + \Delta$		$h_{d,1}$	$\lambda_{d,tab}$	λ_d	d	$h_{d,2}$	h_d
	[mm]	[mm]			[mm]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
D3	6300	6050	164,7		200	26,0	31,2	193,9	218,9	220

STROPNÍ TRÁMY

Trám	Varianta	l [mm]	Empirie		Návrh	Empirie		Návrh
			$\frac{1}{12}l$	$\frac{1}{10}l$	h_t [mm]	$\frac{1}{3}h$	$\frac{2}{3}h$	b_t [mm]
T1	A, B, C	12700	1058	1270	1200	400	800	300
T2	A, B, C	7420	618	742	600	167	333	300
T3	A, B, C	6600	550	660	600	167	333	300
T4	A, B, C	3300	275	330	400	100	200	300
T5	B	1400	117	140	400	100	200	300
T6	B	12700	1058	1270	1200	400	800	300
T7	C	3350	279	335	400	100	200	300
T8	C	6000	500	600	600	167	333	300
T9	C	12700	1058	1270	1200	400	800	300

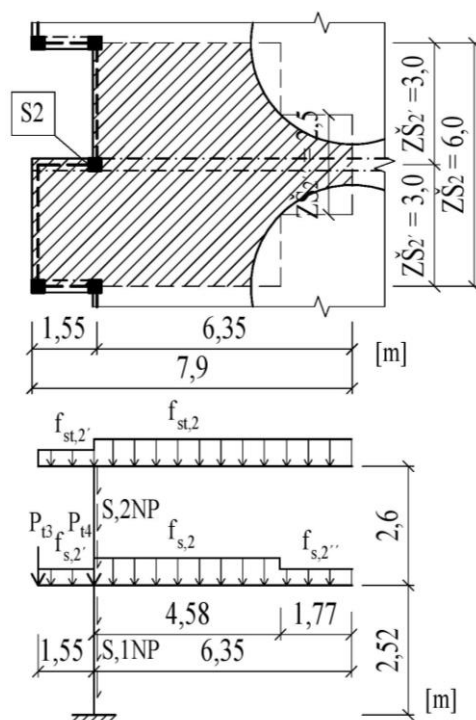
SLOUP

Rozměry jsou navrženy a ověřeny na nejvíce zatíženém sloupu S2.

Návrh rozměru sloupu:

$$b \times h = 300 \times 300 \text{ mm}$$

Zatížení S		[kN]
Sloup 1NP	0,3 ² *25*1,35*2,52	7,655
Sloup 2NP	0,3 ² *25*1,35*2,60	7,898



Odhad zatížení střechy:

Zatížení	$f_{st,2}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vazník	$g_{d,v}$	-	-	7,100
Skladba	$g_{d,st}$	18,000	3,00	54,000
Užitné	q_d	1,500	3,00	4,500
Celkem			$f_{st,2}$	65,600

Zatížení	$f_{st,2'}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vazník	$g_{d,v}$	-	-	7,100
Skladba	$g_{d,st}$	18,000	1,50	27,000
Užitné	q_d	1,500	1,50	2,250
Celkem			$f_{st,2'}$	36,350

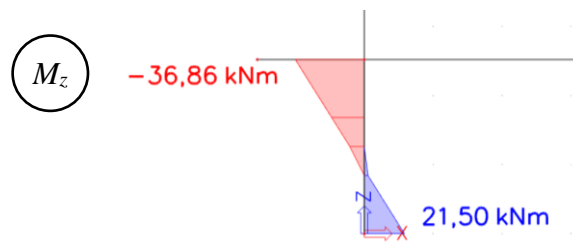
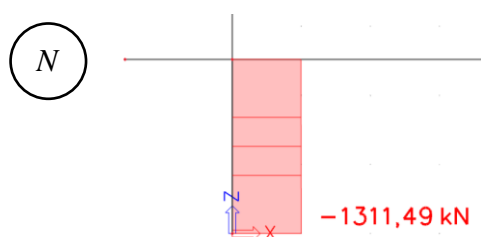
Zatížení 2NP:

Zatížení	$f_{s,2}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Trám	$g_{d,t}$	-	-	9,923
Deska	$g_{d,d}$	7,425	6,00	44,550
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	6,00	20,400
Užitné	q_d	7,500	6,00	45,000
Celkem			$f_{s,2}$	119,873

Zatížení	$f_{s,2'}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Trám	$g_{d,t}$	-	-	9,923
Deska	$g_{d,d}$	7,425	3,00	22,275
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	3,00	10,200
Příčka	$g_{d,p2}$	-	-	4,633
Užitné	q_d	7,500	3,00	22,500
Celkem			$f_{s,2'}$	69,531

Zatížení	$f_{s,2''}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Trám	$g_{d,t}$	-	-	9,923
Deska	$g_{d,d}$	7,425	2,50	18,563
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	2,50	8,500
Užitné	q_d	7,500	2,50	18,750
Celkem			$f_{s,2''}$	55,736

Zatížení	P_t	[kN/m]	l [m]	[kN]
Příčka	P_{t3}	4,633	3,00	13,899
Příčka	P_{t4}	4,633	2,70	12,509



b	h	odhad ϕ	odhad ϕ_t	c_{nom}	d_l	d_l/h
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
300	300	12	8	30	44	0,147

$$v = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{1311,49 * 10^3}{300 * 300 * 20} = 0,73$$

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b * h^2 * f_{cd}} = \frac{36,86 * 10^6}{300 * 300^2 * 20} = 0,068$$

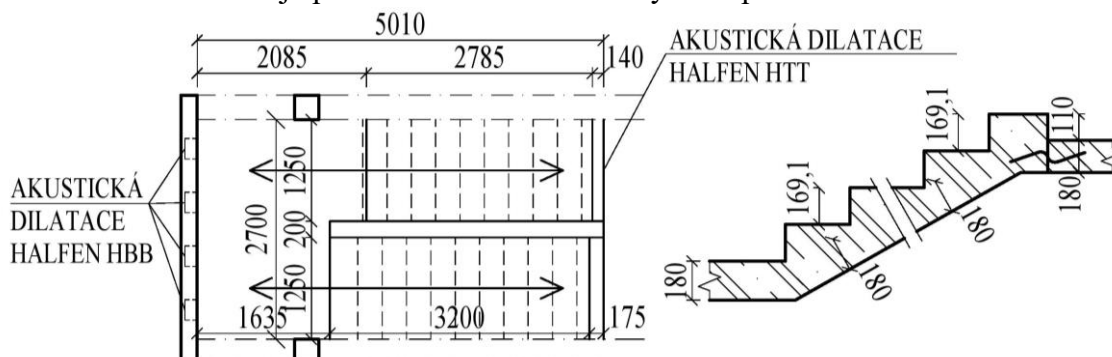
- Nomogram 12.3

$$\omega = 0$$

Návrh výztuže **4 x Ø12 mm**. Navržené rozměry sloupu lze akceptovat, u sloupu je dostatečná rezerva na vliv ohybových momentů.

SCHODIŠTĚ

ŽB schodiště je navrženo jako dvouramenné, oddílatované od stropní konstrukce pomocí HT prvků. Deska schodiště je jednou zalomená uložená na stropní konstrukci a ŽB stěnu. Schodiště je provedeno včetně betonových stupňů.



- Empirický návrh tloušťky mezipodesty a desky ramene:

$$h_{mp,r} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) * l = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) * 5010 = 167 \div 200 = \mathbf{180 \text{ mm}}$$

OVĚŘENÍ NAVRŽENÝCH NOSNÝCH PRVKŮ

STROPNÍ DESKY

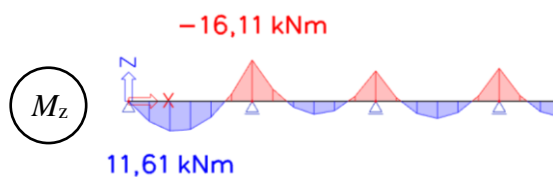
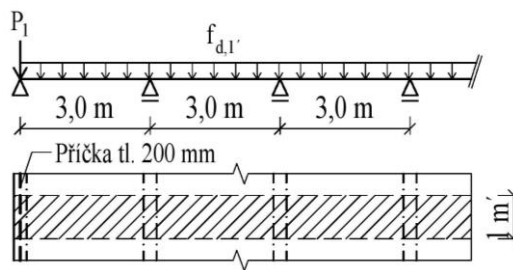
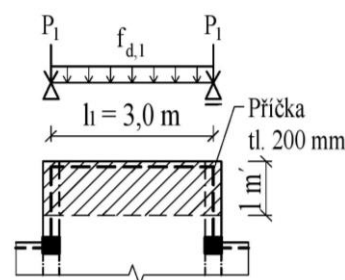
DESKA D1

Zatížení	$f_{d,1}$	[kN/m]
Vlastní tíha	$g_{d,d}$	6,075
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400
Příčky	$g_{d,p2}$	4,633
Užitné	q_d	7,500
Celkem	$f_{d,1}$	21,608

$$M_{Z,d1} = \frac{1}{8} * f_{d,1} * l_1^2 = \frac{1}{8} * 21,608 * 3,0^2 = 24,309 \text{ kNm/m'}$$

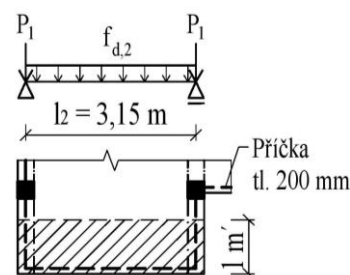
Zatížení	$f_{d,1'}$	[kN/m]
Vlastní tíha	$g_{d,d}$	6,075
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400
Užitné	q_d	7,500
Celkem	$f_{d,1'}$	16,975

Zatížení	P	[kN]
Příčka	P_1	4,633



DESKA D2

Zatížení	$f_{d,2}$	[kN/m]
Vlastní tíha	$g_{d,d}$	6,075
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400
Příčky	$g_{d,p2}$	4,633
Užitné	q_d	7,500
Celkem	$f_{d,2}$	21,608

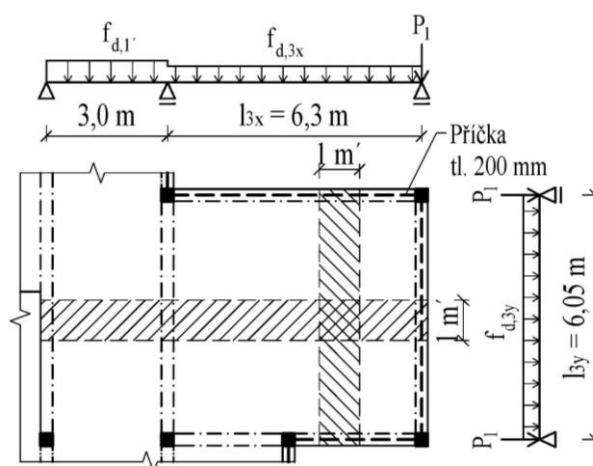


$$M_{Ed,d1} = \frac{1}{8} * f_{d,1} * l_1^2 = \frac{1}{8} * 21,608 * 3,15^2 = 26,801 \text{ kNm/m'}$$

Ohybový moment nad podporou D2 je uveden u desky D1.

DESKA D3

Zatížení	$f_{d,3}$	[kN/m ²]
Vlastní tíha	$g_{d,d}$	7,425
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400
Užitné	q_d	7,500
Celkem	$f_{d,3}$	18,325



Zatížení je rozděleno do jednotlivých směrů na základě rovnosti středových průhybů.

$$f_{d,3} = f_{d,3x} + f_{d,3y}$$

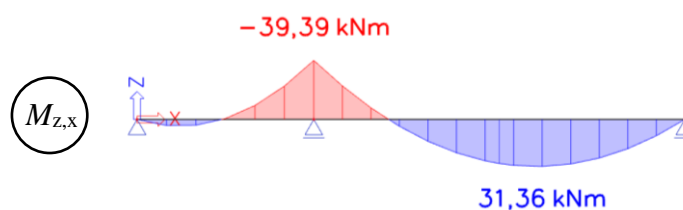
$$w_x = w_y$$

$$k_x * \frac{f_{d,3x} * l_x^4}{EI} = k_y * \frac{f_{d,3y} * l_y^4}{EI}; k_x = k_y = \frac{5}{384}$$

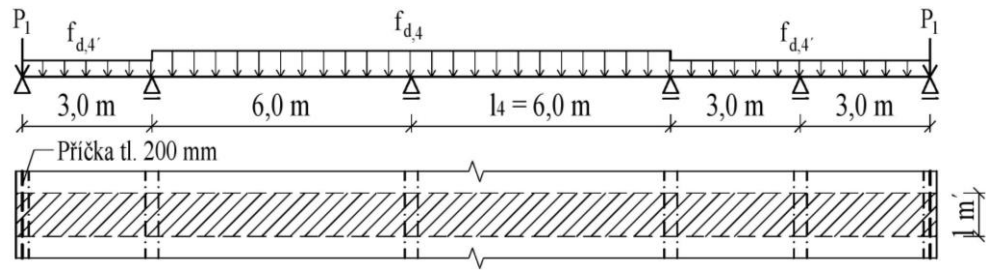
$$f_{d,3x} = \frac{f_{d,3} * l_y^4}{l_x^4 + l_y^4} = \frac{18,325 * 6,30^4}{6,05^4 + 6,30^4} = 9,903 \text{ kN/m}$$

$$f_{d,3y} = 8,422 \text{ kN/m}$$

$$M_{z,y} = \frac{1}{8} * f_{d,3y} * l_{3,y}^2 = \frac{1}{8} * 8,422 * 6,05^2 = 38,534 \text{ kNm/m'}$$



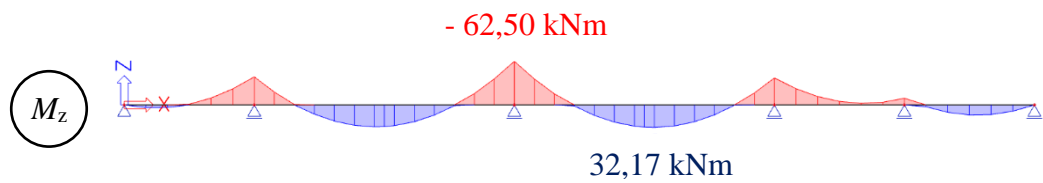
DESKA D4



Zatížení	$f_{d,3}$	[kN/m ²]
Vlastní tíha	$g_{d,d}$	7,425
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400
Užitné	q_d	7,500
Celkem	$f_{d,3}$	18,325

Zatížení	$f_{d,4'}$	[kN/m ²]
Vlastní tíha	$g_{d,d}$	6,075
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400
Užitné	q_d	7,500
Celkem	$f_{d,4'}$	16,975

Zatížení	P	[kN]
Příčka	P_1	4,633



OVĚŘENÍ STROPNÍCH DESEK Z HLEDISKA ÚNOSNOSTI V OHYBU

$$d = h_d - c_{\text{nom}} - \frac{\emptyset}{2}$$

$$\mu = \frac{m_{\text{Ed}}}{b * d^2 * f_{\text{cd}}}$$

$$\xi = \frac{0,8 - \sqrt{0,64 - 1,28 * \mu}}{0,64}$$

$$A_{\text{s,req}} = \frac{0,8 * \xi * b * d * f_{\text{cd}}}{f_{\text{yd}}}$$

$$\rho = \frac{A_{\text{s,req}}}{b * d}$$

kde $b = 1 \text{ m}'$

Deska	Návrh	Posouzení z hlediska únosnosti v ohybu					
	h_d	d	m_{Ed}	μ	ξ	$A_{\text{s,req}}$	ρ
	[mm]	[mm]	[kNm/m']	[-]	[-]	[mm ² /m']	[%]
D1	180	155,0	24,309	0,051	0,065	370,15	0,239
D2	180	155,0	26,801	0,056	0,072	409,24	0,264
D3	220	195,0	39,390	0,052	0,067	477,06	0,245
D4	220	195,0	62,500	0,082	0,107	769,87	0,395

U desek se poměrná výška tlačené oblasti optimálně pohybuje okolo $\xi \approx 0,1 \div 0,15$.
 Stupeň vyztužení pak $\rho \approx 0,5 \%$ a menší, aby se hodnota blížila předpokladu. Ověření
 únosnosti desek v ohybu můžeme považovat za vyhovující.

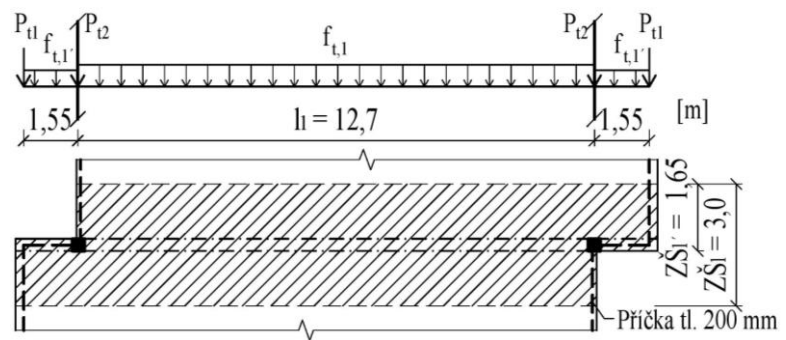
STROPNÍ TRÁMY

TRÁM T1

Varianta A, B, C

1200 x 300 mm

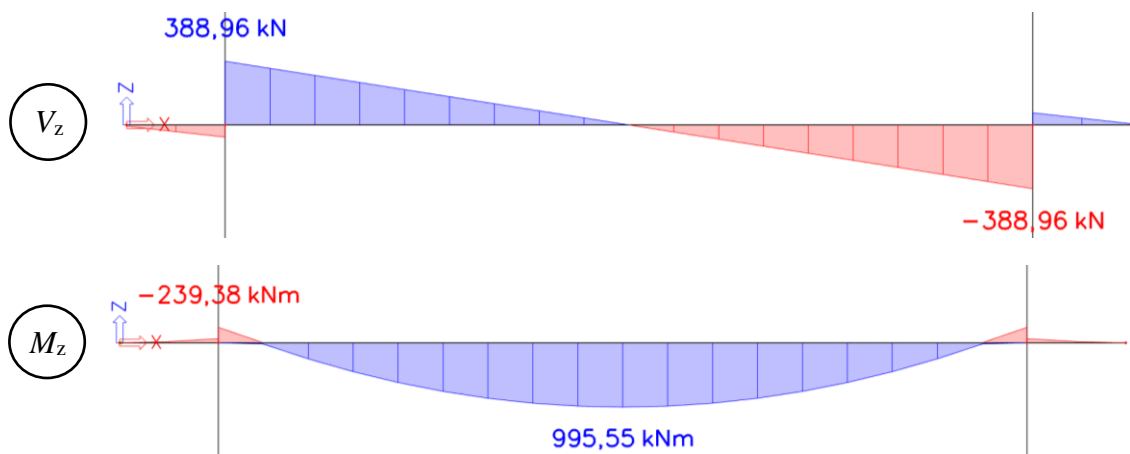
deska 180 mm



Zatížení	$f_{t,1}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	10,328
Deska	$g_{d,d}$	6,075	3,00	18,225
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	3,00	10,200
Užitné	q_d	7,500	3,00	22,500
Celkem			$f_{t,1}$	61,253

Zatížení	$f_{t,1'}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	10,328
Deska	$g_{d,d}$	6,075	1,65	10,024
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	1,65	5,61
Příčka	$g_{d,p2}$	-	-	4,633
Užitné	q_d	7,500	1,65	12,375
Celkem			$f_{t,1'}$	42,970

Zatížení	P_t	[kN/m]	l [m]	[kN]
Příčka	P_{t1}	4,633	1,65	7,644
Příčka	P_{t2}	4,633	1,35	6,255

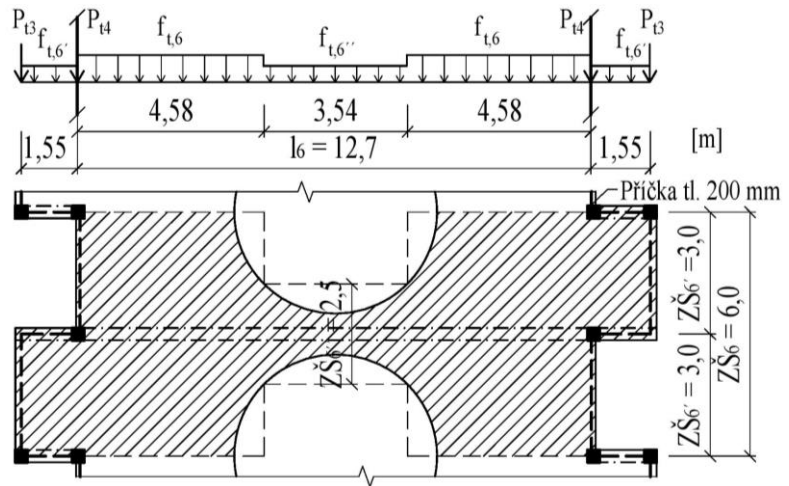


TRÁM T6

Varianta B

1200 x 300 mm

deska 220 mm

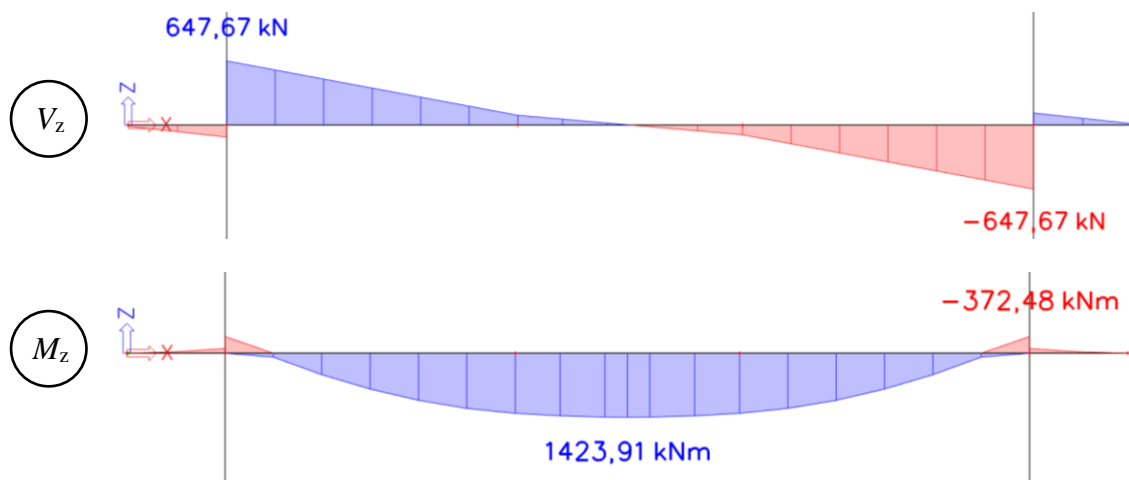


Zatížení	$f_{t,6}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	9,923
Deska	$g_{d,d}$	7,425	6,00	44,550
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	6,00	20,400
Užitné	q_d	7,500	6,00	45,000
Celkem			$f_{t,6}$	119,873

Zatížení	$f_{t,6'}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	9,923
Deska	$g_{d,d}$	7,425	3,00	22,275
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	3,00	10,200
Příčka	$g_{d,p2}$	-	-	4,633
Užitné	q_d	7,500	3	22,500
Celkem			$f_{t,6'}$	69,531

Zatížení	$f_{t,6''}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	9,923
Deska	$g_{d,d}$	7,425	2,50	18,563
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	2,50	8,500
Užitné	q_d	7,500	2,50	18,750
Celkem			$f_{t,6''}$	55,736

Zatížení	P_t	[kN/m]	l [m]	[kN]
Příčka	P_{t3}	4,633	3,00	13,899
Příčka	P_{t4}	4,633	2,70	12,509

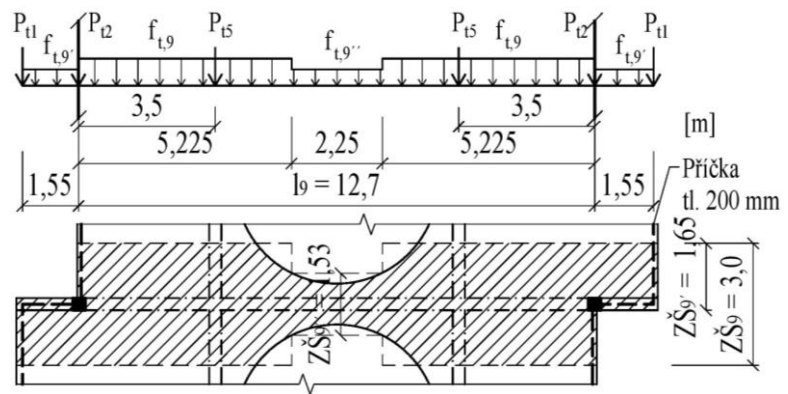


TRÁM T9

Varianta C

1200 x 300 mm

deska 180 mm

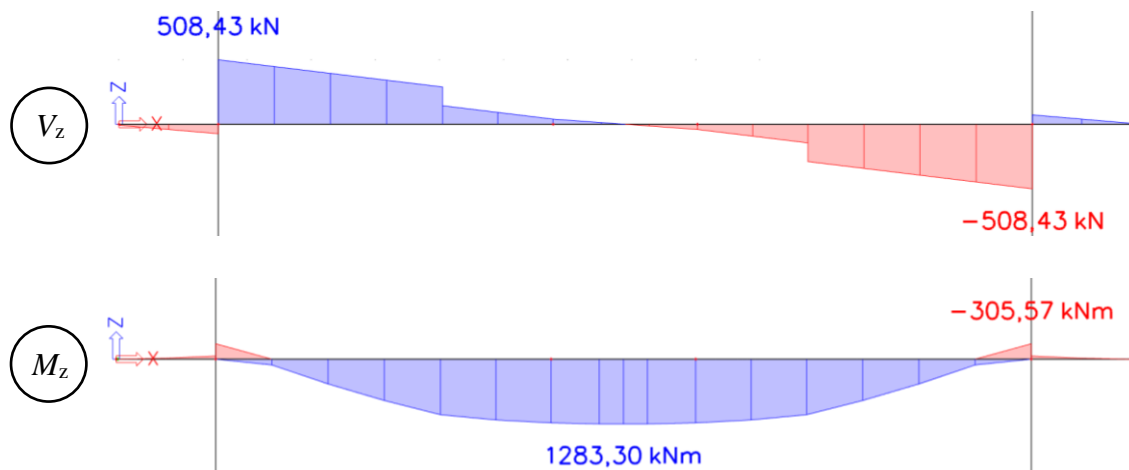


Zatížení	$f_{t,9}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	10,328
Deska	$g_{d,d}$	6,075	3,00	18,225
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	3,00	10,200
Užitné	q_d	7,500	3,00	22,500
Celkem			$f_{t,9}$	61,253

Zatížení	$f_{t,9'}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	10,328
Deska	$g_{d,d}$	6,075	1,65	10,024
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	1,65	5,610
Příčka	$g_{d,p2}$	-	-	4,633
Užitné	q_d	7,500	1,65	12,375
Celkem			$f_{t,9'}$	42,970

Zatížení	$f_{t,9''}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	10,328
Deska	$g_{d,d}$	6,075	1,53	9,295
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	1,53	5,202
Užitné	q_d	7,500	1,53	11,475
Celkem			$f_{t,9''}$	36,300

Zatížení	P_t	[kN/m]	l [m]	[kN]
Příčka	P_{t1}	4,633	1,65	7,644
Příčka	P_{t2}	4,633	1,35	6,255
Trám	P_{t5}	-	-	147,544



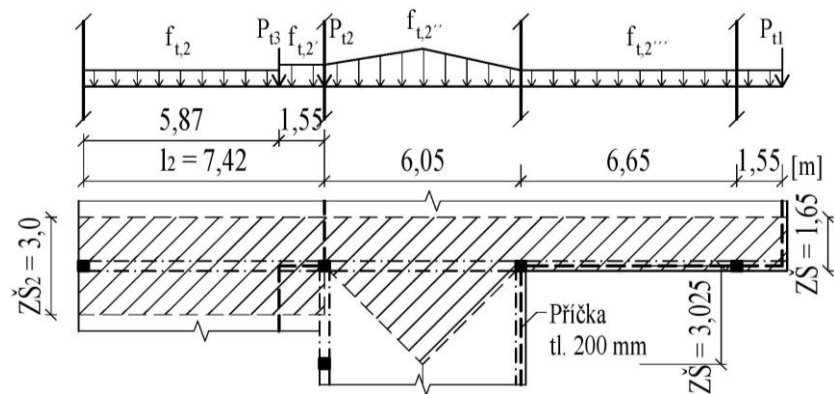
TRÁM T2, T3 A T8

Varianta A, B, C

600 x 300 mm

deska D1 180 mm

deska D3 220 mm



Trámy jsou navrženy o stejných rozměrech 600 x 300 mm. Výpočet vnitřních sil bude proveden na nejvíce zatíženém trámu T2 a poté povedeno ověření, na které musí vyhovět všechny trámy.

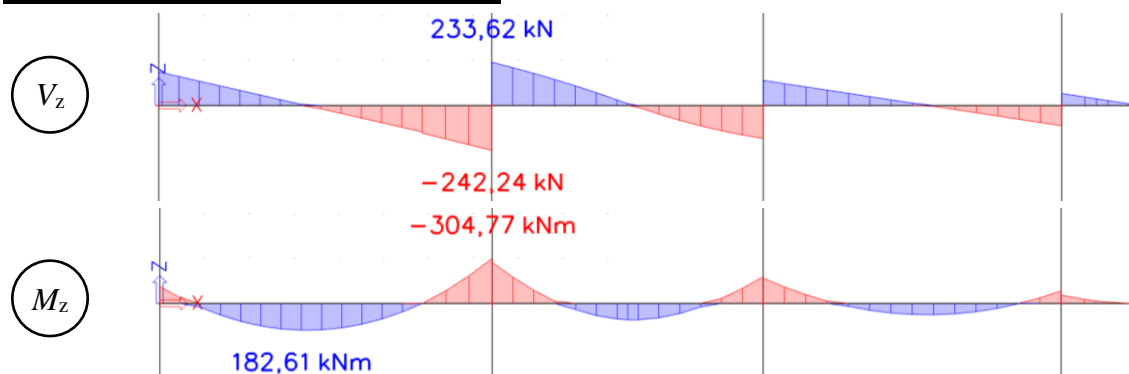
Zatížení	$f_{t,2}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	4,253
Deska	$g_{d,d}$	6,075	3,00	18,225
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	3,00	10,200
Užitné	q_d	7,500	3,00	22,500
Celkem			$f_{t,2}$	55,178

Zatížení	$f_{t,2'}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	4,253
Deska	$g_{d,d}$	6,075	3,00	18,225
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	3,00	10,200
Příčka	$g_{d,p2}$	-	-	4,633
Užitné	q_d	7,500	3,00	22,500
Celkem			$f_{t,2'}$	59,811

Zatížení	$f_{t,2''}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	4,253
Deska _{d1}	$g_{d,d}$	6,075	1,650	10,024
Deska _{d3}	$g_{d,d}$	7,425	3,025	22,461
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	4,675	15,895
Užitné	q_d	7,500	4,675	35,063
Celkem			$f_{t,2''}$	87,695

Zatížení	$f_{t,2'''}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	4,253
Deska	$g_{d,d}$	6,075	1,65	10,024
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	1,65	5,610
Příčka	$g_{d,p2}$	-	-	4,633
Užitné	q_d	7,500	1,65	12,375
Celkem			$f_{t,2'''}$	36,895

Zatížení	P_t	[kN/m]	l [m]	[kN]
Příčka	P_{t1}	4,633	1,65	7,644
Příčka	P_{t2}	4,633	1,35	6,255
Příčka	P_{t3}	4,633	1,50	6,950



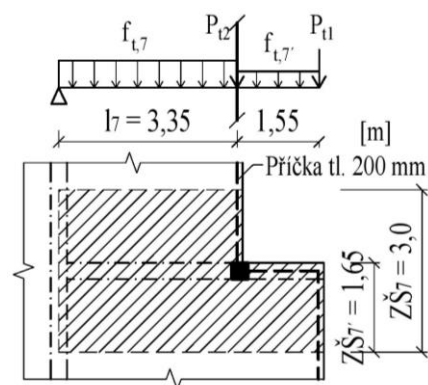
TRÁM T4, T5 A T7

T7 – Varianta C

400 x 300 mm

deska 180 mm

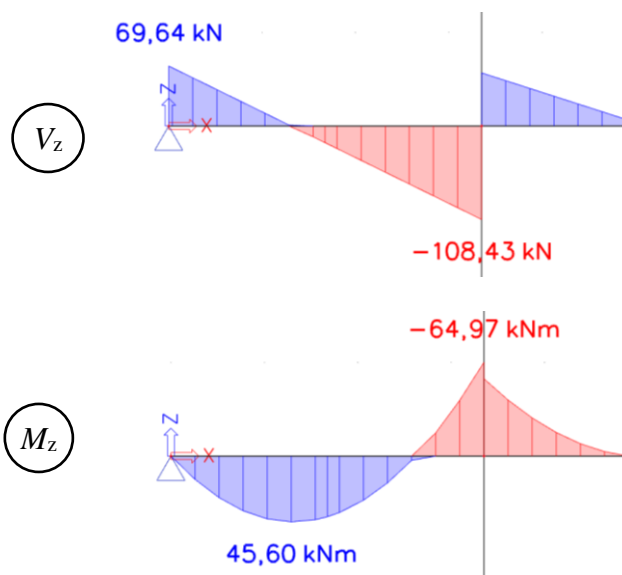
Trámy jsou navrženy o stejných rozměrech 400 x 300 mm. Výpočet vnitřních sil bude proveden na nejvíce zatíženém trámu T7 a poté provedeno ověření, na které musí vyhovět všechny trámy.



Zatížení	$f_{t,7}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	2,228
Deska	$g_{d,d}$	6,075	3,00	18,225
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	3,00	10,200
Užitné	q_d	7,500	3,00	22,500
Celkem			$f_{t,7}$	53,153

Zatížení	$f_{t,7'}$	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]
Vl. tíha	$g_{d,t}$	-	-	2,228
Deska	$g_{d,d}$	6,075	1,65	10,024
Podlaha	$g_{d,pi}$	3,400	1,65	5,610
Příčka	$g_{d,p2}$	-	-	4,633
Užitné	q_d	7,500	1,65	12,375
Celkem			$f_{t,7'}$	34,870

Zatížení	P_t	[kN/m]	l [m]	[kN]
Příčka	P_{t1}	4,633	1,65	7,644
Příčka	P_{t2}	4,633	1,35	6,255



OVĚŘENÍ STROPNÍCH TRÁMŮ Z HLEDISKA OHYBOVÉ ŠTÍHLOSTI

$$d_{\text{trám}} = h - c_{\text{nom}} - \varnothing_t - \frac{\varnothing}{2}$$

Trám	Návrh		Posouzení z hlediska ohybové štíhlosti				
	h_t	l	d	λ	$\lambda_{d,\text{tab}}$	λ_d	$\lambda \leq \lambda_d$
	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]	
T1, T6, T9	1200	12700	1170,0	10,85	20,5	10,85	Vyhovuje
T2	600	7420	570,0	13,02	26,0	18,57	Vyhovuje
T3	600	6600	570,0	11,58	20,5	19,68	Vyhovuje
T4	400	3300	370,0	8,92	26,0	24,96	Vyhovuje
T5	400	1400	370,0	3,78	20,5	19,68	Vyhovuje
T7	400	3350	370,0	10,53	20,5	19,68	Vyhovuje
T8	600	6000	570,0	10,85	20,5	19,68	Vyhovuje

Trámy splňují podmínku ohybové štíhlosti. Trámy T1, T6 a T9 vychází na mezní hodnotu štíhlosti při velké výšce, která by se mohla navrhnout menší, ale musela by se posoudit, zda vyhoví na MSP průhyby nebo použít trámy s předpínací výztuží.

OVĚŘENÍ STROPNÍCH TRÁMŮ Z HLEDISKA ÚNOSNOSTI V OHYBU

Trám	Návrh		Posouzení z hlediska únosnosti v ohybu					
	h_t	b_t	d	m_{Ed}	μ	ξ	$A_{s,\text{req}}$	ρ
	[mm]	[mm]	[mm]	[kNm]	[-]	[-]	[mm ²]	[%]
T1	1200	300	1170,0	995,55	0,121	0,162	2091,634	0,596
T2, T3, T8	600	300	570,0	307,77	0,158	0,216	1358,654	0,795
T4, T5, T7	400	300	370,0	64,97	0,079	0,103	421,033	0,379
T6	1200	300	1170,0	1423,91	0,173	0,240	3094,414	0,882
T9	1200	300	1170,0	1283,3	0,156	0,214	2756,962	0,785

U trámů se poměrná výška tlačené oblasti optimálně pohybuje okolo $\xi \approx 0,15 \div 0,40$ a tak, aby nepřekročila hodnotu $\xi = 0,45$. Stupeň vyztužení pak $\rho \approx 1$ %. Ověření únosnosti trámů v ohybu můžeme považovat za vyhovující.

OVĚŘENÍ STROPNÍCH TRÁMŮ Z HLEDISKA SMYKU

$$z = 0,9 * d$$

$$V_{Rd,max} = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) * f_{cd} * b_w * z * \frac{\cot\theta}{1 + \cot^2\theta}$$

Trám	Návrh		Posouzení z hlediska smyku					$V_{Ed,max} \leq V_{Rd,max}$
	h_t	b_t	$V_{Ed,max}$	d	z	$\cot\theta$	$V_{Rd,max}$	
	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[-]	[kN]	
T1	1200	300	388,96	1170,0	1053,0	1,5	1539,648	Vyhovuje
T2, T3, T8	600	300	242,24	570,0	513,0	1,5	750,085	Vyhovuje
T4, T5, T7	400	300	108,43	370,0	333,0	1,5	486,897	Vyhovuje
T6	1200	300	647,67	1170,0	1053,0	1,5	1539,648	Vyhovuje
T9	1200	300	508,43	1170,0	1053,0	1,5	1539,648	Vyhovuje

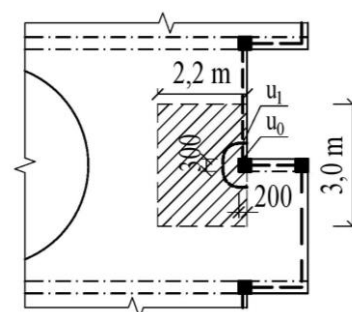
Navržené stropní trámy vyhovují na únosnost tlačené diagonály a je možné je vyztužit na smyk.

OVĚŘENÍ PROTLAČENÍ SLOUPU

Ve variantě B se nachází sloup S3, u kterého ověříme desku D4 na protlačení. Desku ověřujeme bez předpokladu výztuže na protlačení.

- Zatěžovací plocha sloupu:

$$A_{zat} = 3,0 * 2,2 = 6,6 \text{ m}^2$$



Zatížení	g_d	A	g_d	l	V_{Ed}
	[kN/m ²]	[m ²]	[kN/m]	[m]	[kN]
ŽB deska	7,425	6,6	-	-	49,005
Podlaha	3,400	6,6	-	-	22,440
Příčka	-	-	4,633	1,35	6,255
Užitné 2NP	7,500	6,6	-	-	49,500
Celkem				V_{Ed}	127,200

NAPĚTÍ V KONTROLOVANÉM OBVODU u_0 – LÍC SLOUPU

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

$$v_{Ed,0} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d}$$

$$v_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd}$$

Uvažováno $\beta = 1,5$ pro vnitřní sloup

	h_d	d	u_0	β	v	$V_{Ed,0}$	$V_{Rd,max}$	$V_{Ed,0} \leq V_{Rd,max}$
	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
S3	220	195	700	1,5	0,528	1,398	4,224	Vyhovuje

NAPĚTÍ V KONTROLOVANÉM OBVODU $u_1 - 2d$ ZA LÍCEM SLOUPU

$$v_{Ed,1} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{(100\rho_l \cdot f_{ck})}$$

Uvažováno $\beta = 1,5$ pro vnitřní sloup

$C_{Rd,c} = 0,12$ empirický koeficient

	β	$C_{Rd,c}$	k	ρ_l	u_1	$V_{Ed,1}$	$V_{Rd,c}$	$V_{Ed,1} \leq V_{Rd,c}$
	[-]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
S3	1,5	0,12	2,0	0,005	1925,221	0,508	0,592	Vyhovuje

Deska D4 vyhoví na protlačení a není nutné navrhovat výztuž na protlačení.

DIMENZOVÁNÍ STROPNÍCH PRVKŮ

VÝPOČET KRYCÍ VRSTVY VÝZTUŽE

- Prostředí XC1
- Beton C30/37
- Životnost 50 let
- Předpoklad výztuže 20 mm

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

Δc_{dev} návrhová odchylka dle technologie uvažována 10 mm

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

$c_{\text{min,b}}$ krycí vrstva z hlediska soudržnosti uvažována 20 mm

$c_{\text{min,dur}}$ krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí uvažována 10 mm

$\Delta c_{\text{dur,\gamma}}$ přídavná bezpečnostní složka uvažována 0 mm

$\Delta c_{\text{dur,st}}$ redukce krycí vrstvy při použití nerezové oceli uvažována 0 mm

$\Delta c_{\text{dur,add}}$ redukce krycí vrstvy při použití přídavné ochrany uvažována 0 mm

$$c_{\text{min}} = \max(20; 10 + 0 - 0 - 0; 10 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = 20 + 10 = \mathbf{30 \text{ mm}}$$

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE

- Návrh a posouzení ohybové výztuže:

$$d_{\text{deska}} = h - c_{\text{nom}} - \frac{\emptyset}{2}$$

$$d_{\text{trám}} = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_t - \frac{\emptyset}{2}$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{b * d * f_{\text{cd}}}{f_{\text{yd}}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{\text{Ed}}}{b * d^2 * f_{\text{cd}}}} \right)$$

$$\text{Návrh: } A_{s,\text{prov}} \geq A_{s,\text{req}}$$

$$x = \frac{A_{s,\text{prov}} * f_{\text{yd}}}{0,8 * b * f_{\text{cd}}}$$

$$z = d - 0,4 * x$$

$$M_{\text{Rd}} = A_{s,\text{prov}} * z * f_{\text{yd}}$$

$$\text{Posouzení: } M_{\text{Rd}} \geq M_{\text{Ed}}$$

- Konstrukční zásady:

$$\xi = \frac{x}{d}$$

$$\text{Posouzení: } \xi \leq \xi_{\max} = 0,450$$

$$A_{s,\min} = \max\left(0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d; 0,0013 * b * d\right)$$

$$A_{s,\max} = 0,04 * b * h$$

$$\text{Posouzení: } A_{s,\min} \leq A_{s,\text{prov}} \leq A_{s,\max}$$

$$s_{\max} = \min(2 * h; 250 \text{ mm})$$

$$\text{Posouzení: } s \leq s_{\max}$$

$$s_{l,\min} = \max(20; 1,2 * \varnothing; D_{\max} + 5)$$

$$\text{Posouzení: } s \geq s_{l,\min}$$

- Rozdělovací výztuž:

$$A_{s,r,\text{req}} = 0,25 * A_{s,\text{prov}}$$

$$s_r \geq \min(3 * h; 400)$$

- Návrh a posouzení smykové výztuže:

$$s_t = \min(0,75 * d; 400 \text{ mm})$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w * s}$$

$$\rho_{sw,\min} = \frac{0,08 * \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{sw,\max} = \frac{0,5 * v * f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$s_1 \geq \frac{A_{sw} * f_{yd}}{V_{Ed,1}} * z * \cot\theta$$

$$V_{Rd,1} = \frac{A_{sw} * f_{yd}}{s} * z * \cot\theta$$

$$\text{Posouzení: } \rho_{sw,\min} \leq \rho_w \leq \rho_{sw,\max}$$

$$\text{Posouzení: } V_{Rd,1} \leq V_{Ed,1}$$

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE STROPNÍCH DESEK

Výztuž v poli		D1	D2	D3	D4
Varianta		A, B, C	A, B, C	A, B, C	B
M_{Ed}	[kNm/m]	11,610	26,801	38,534	32,170
h	[mm]	180	180	220	220
b	[mm]	1000	1000	1000	1000
c_{nom}	[mm]	30	30	30	30
\emptyset	[mm]	10	10	10	10
d	[mm]	144	144	184	184
$A_{s,req}$	[mm ² /m]	186,68	439,39	493,13	409,61
návrh \emptyset	[mm]	10 à250 mm	10 à175 mm	10 à155 mm	10 à190 mm
$A_{s,prov}$	[mm ² /m]	314	449	507	413
x	[mm]	8,54	12,21	13,78	11,23
z	[mm]	141,59	140,12	179,49	180,51
M_{Rd}	[kNm/m]	19,34	27,37	39,58	32,43
$M_{Rd} \geq M_{Ed}$	[kNm/m]	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

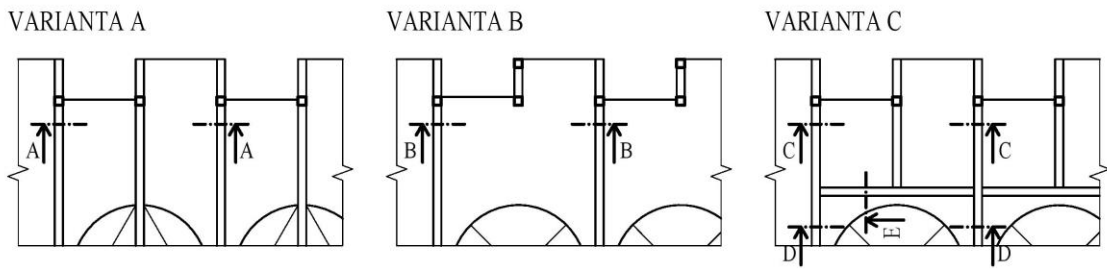
Konstrukční zásady		D1	D2	D3	D4
ξ	[-]	0,059	0,084	0,075	0,061
$A_{s,min}$	[mm ² /m]	218,66	218,66	278,98	278,98
$A_{s,max}$	[mm ² /m]	5800	5800	7400	7400
s	[mm]	250,0	175,0	155,0	190,0
s_{max}	[mm]	250	250	250	250
s_l	[mm]	240,0	165,0	145,0	180,0
$s_{l,min}$	[mm]	21	21	21	21
Posouzení		Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

Výztuž nad podporou		D1, D2	D3	D4
Varianta		A, B, C	A, B, C	B
M_{Ed}	[kNm/m]	16,110	39,534	62,500
h	[mm]	180	220	220
b	[mm]	1000	1000	1000
c_{nom}	[mm]	30	30	30
\emptyset	[mm]	12	12	12
d	[mm]	144	184	184
$A_{s,req}$	[mm ² /m]	262,38	509,26	820,67
návrh \emptyset	[mm]	12 à250 mm	12 à220 mm	12 à135 mm
$A_{s,prov}$	[mm ² /m]	452	514	838
x	[mm]	12,29	13,97	22,78
z	[mm]	139,08	178,41	174,89
M_{Rd}	[kNm/m]	27,35	39,89	63,75
$M_{Rd} \geq M_{Ed}$	[kNm/m]	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

Konstrukční zásady		D1, D2	D3	D4
ξ	[-]	0,085	0,076	0,124
$A_{s,min}$	[mm ² /m]	217,152	277,472	277,472
$A_{s,max}$	[mm ² /m]	5760	7360	7360
s	[mm]	250,0	220,0	135,0
s_{max}	[mm]	250	250	250
s_l	[mm]	238,0	208,0	123,0
$s_{l,min}$	[mm]	21	21	21
Posouzení		Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

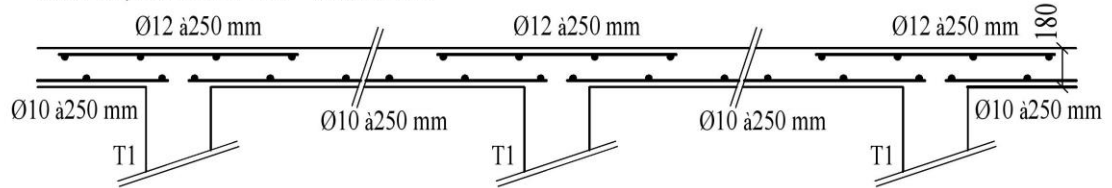
Rozdělovací výztuž		Výztuž v poli				Výztuž nad podporou			
Deska		D1	D2	D3	D4	D1, D2	D3	D4	
Varianta		A, B, C	A, B, C	A, B, C	B	A, B, C	A, B, C	B	
\varnothing_r	[mm]	8	8	8	8	8	8	8	
$A_{s,prov}$	[mm ² /m]	314	449	507	413	452	514	838	
$A_{s,r,req}$	[mm ² /m]	78,50	112,25	126,75	103,25	113,00	128,50	209,50	
$s_{r,max}$	[mm]	400	400	400	400	400	400	400	
návrh \varnothing	[mm]	8 à350 mm						8 à230 mm	
$A_{s,r,prov}$	[mm ² /m]	144						218	

Schéma výztuže desek u prostupu:



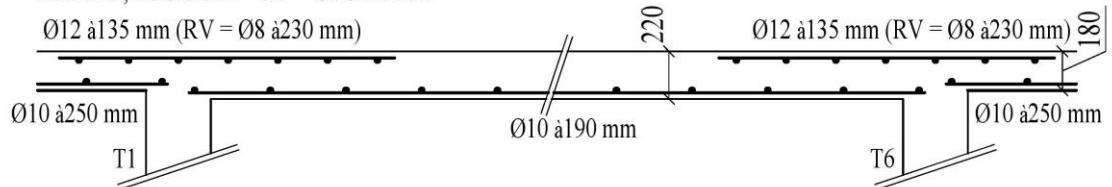
VARIANTA A

ŘEZ A-A; DESKA D1 RV = Ø8 à350 mm



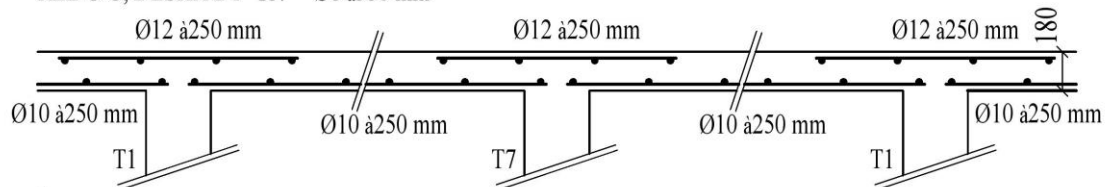
VARIANTA B

ŘEZ B-B; DESKA D4 RV = Ø8 à350 mm

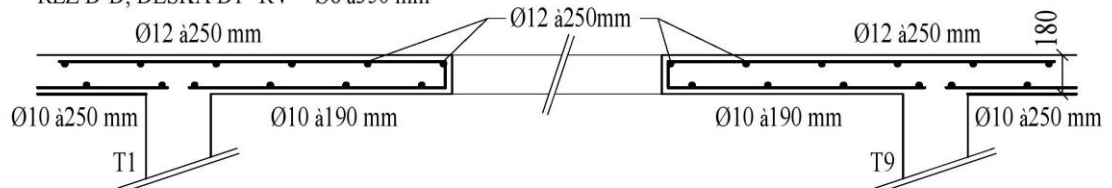


VARIANTA C

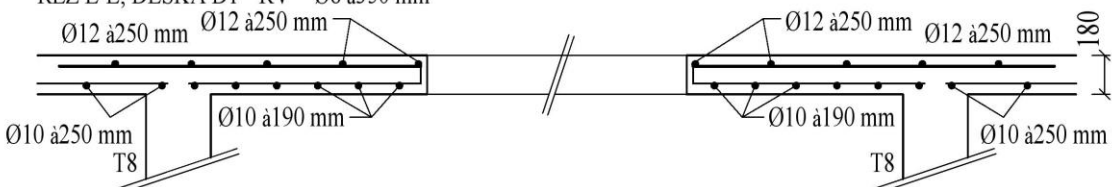
ŘEZ C-C; DESKA D1 RV = Ø8 à350 mm



ŘEZ D-D; DESKA D1 RV = Ø8 à350 mm



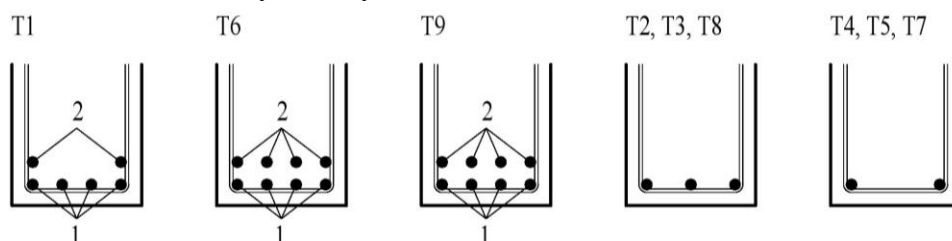
ŘEZ E-E; DESKA D1 RV = Ø8 à350 mm



NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE STROPNÍCH TRÁMŮ

Spodní povrch		T1	T6	T9	T2, T3, T8	T4, T5, T7
Varianta		A, B, C	B	C	A, B, C	A, B, C
M_{Ed}	[kNm]	995,55	1423,91	1283,3	182,61	45,6
h	[mm]	1200	1200	1200	600	400
b_{eff}	[mm]	300	1000	1000	2492	1439
c_{nom}	[mm]	30	30	30	30	30
\emptyset	[mm]	22	22	22	20	20
\emptyset_T	[mm]	8	8	8	8	8
d'	[mm]	1151,0	1151,0	1151,0	552,0	352,0
$A_{s,req}$	[mm]	2131,46	2924,75	2628,36	765,12	299,73
návrh \emptyset	[mm]	6 x 22 mm	8 x 22 mm	8 x 22 mm	3 x 20 mm	2 x 20 mm
$A_{s,prov}$	[mm ²]	2281	3041	3041	1140	628
x	[mm]	206,72	82,68	82,68	12,44	11,87
d_1	[mm]	1151,0	1151,0	1151,0	-	-
d_2	[mm]	1099,0	1099,0	1099,0	-	-
d	[mm]	1133,7	1125,0	1125,0	552,0	352,0
z_1	[mm]	1068,31	1117,93	1117,93	547,03	347,25
z_2	[mm]	1016,31	1065,93	1065,93	-	-
M_{Rd}	[kNm]	1042,82	1444,44	1444,44	271,27	94,86
$M_{Rd} \geq M_{Ed}$	[kNm]	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

Uvažované rozmístění ohybové výztuže:

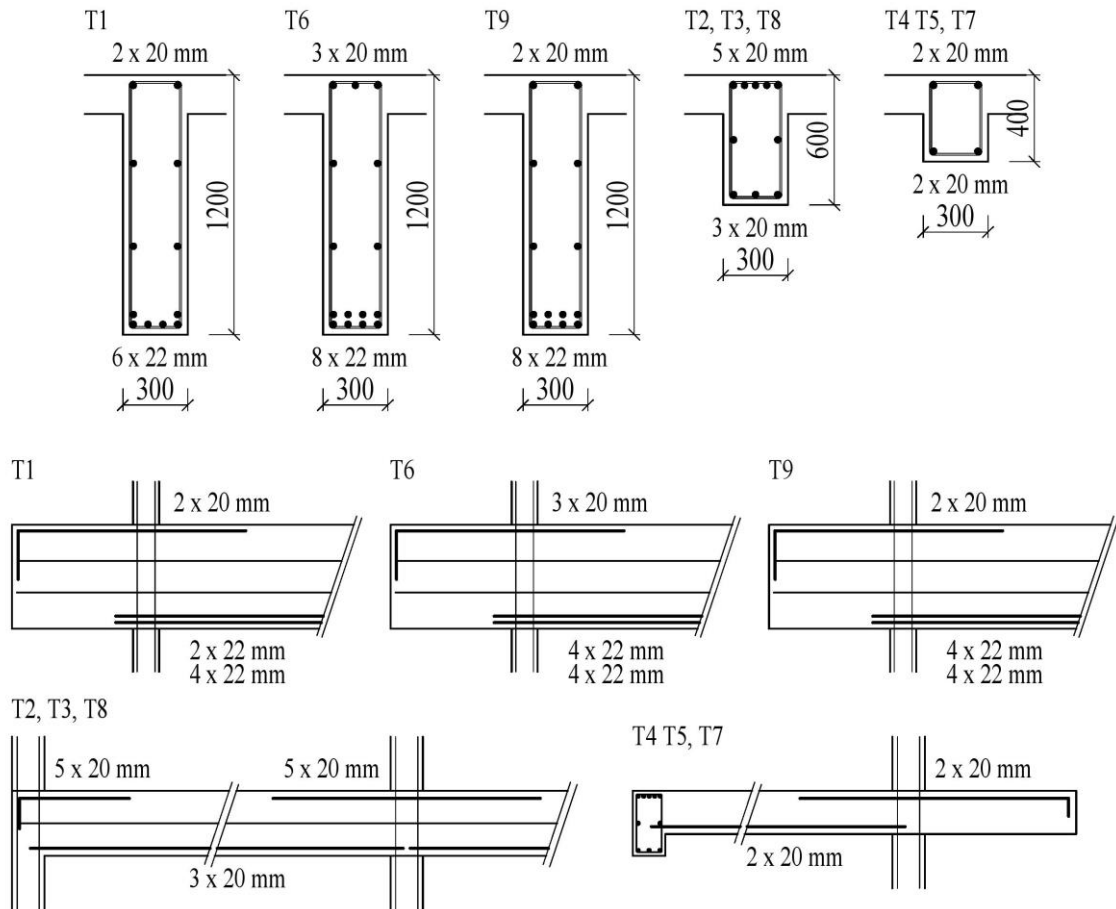


Konstrukční zásady		T1	T6	T9	T2, T3, T8	T4, T5, T7
ξ	[-]	0,182	0,073	0,073	0,023	0,034
$A_{s,min}$	[mm ²]	512,87	508,95	508,95	249,72	159,24
s	[mm]	67,33	67,33	67,33	102,00	204,00
s_{max}	[mm]	250	250	250	250	250
s_1	[mm]	45,33	45,33	45,33	82,00	184,00
$s_{1,min}$	[mm]	26,4	26,4	26,4	24	24
Posouzení		Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

Horní povrch		T1	T6	T9	T2, T3, T8	T4, T5, T7
Varianta		A, B, C	B	C	A, B, C	A, B, C
M_{Ed}	[kNm]	239,38	372,48	305,57	304,77	64,97
h	[mm]	1200	1200	1200	600	400
b	[mm]	300	300	300	300	300
c_{nom}	[mm]	30	30	30	30	30
\emptyset	[mm]	20	20	20	20	20
\emptyset_T	[mm]	8	8	8	8	8
d	[mm]	1152,0	1152,0	1152,0	552,0	352,0
$A_{s,req}$	[mm]	485,09	761,54	621,95	1397,49	444,67
návrh \emptyset	[mm]	2 x 20 mm	3 x 20 mm	2 x 20 mm	5 x 20 mm	2 x 20 mm
$A_{s,prov}$	[mm ²]	628	942	628	1571	628
x	[mm]	56,91	85,37	56,91	142,37	56,91
z	[mm]	1129,24	1117,85	1129,24	495,05	329,24
M_{Rd}	[kNm]	308,48	458,06	308,48	338,31	89,94
$M_{Rd} \geq M_{Ed}$	[kNm]	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

Konstrukční zásady		T1	T6	T9	T2, T3, T8	T4, T5, T7
ξ	[-]	0,049	0,074	0,049	0,258	0,162
$A_{s,min}$	[mm ²]	521,16	521,16	521,16	249,72	159,24
s	[mm]	204,00	102,00	204,00	51,00	204,00
s_{max}	[mm]	250	250	250	250	250
s_l	[mm]	184,00	82,00	184,00	31,00	184,00
$s_{l,min}$	[mm]	24	24	24	24	24
Posouzení		Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

Skica výztuže stropních trámů:



NÁVRH SMYKOVÉ VÝZTUŽE STROPNÍCH TRÁMŮ

Únosnost tlačené diagonály		T1	T6	T9	T2, T3, T8	T4, T5, T7
Varianta		A, B, C	B	C	A, B, C	A, B, C
$V_{Ed,max}$	[kN]	388,96	647,67	508,43	242,24	108,43
v	[-]	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528
$\cotg \Theta$	[-]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
b	[mm]	300	300	300	300	300
d	[mm]	1133,7	1125,0	1125,0	552,0	352,0
z	[mm]	1068,31	1117,93	1117,93	547,03	347,25
V_{Rd}	[kN]	1562,04	1634,58	1634,58	799,83	507,74
$V_{Rd,max} \geq V_{Ed,max}$	[kN]	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

Konstrukční zásady		T1	T6	T9	T2, T3, T8	T4, T5, T7
s_t	[mm]	400	400	400	400	264
$\rho_{sw,max}$	[-]	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
$\rho_{sw,min}$	[-]	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
$V_{Ed,1}$	[kN]	310,33	517,63	406,34	196,40	75,93

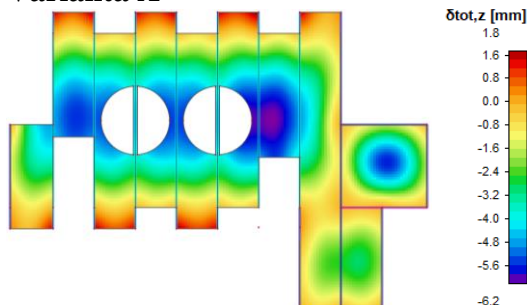
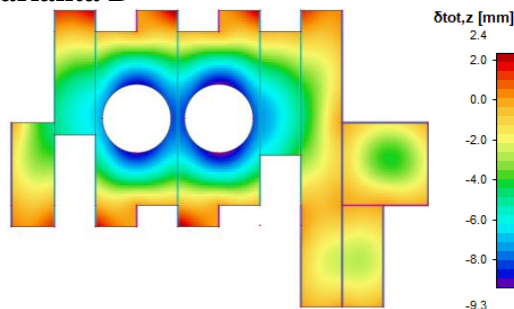
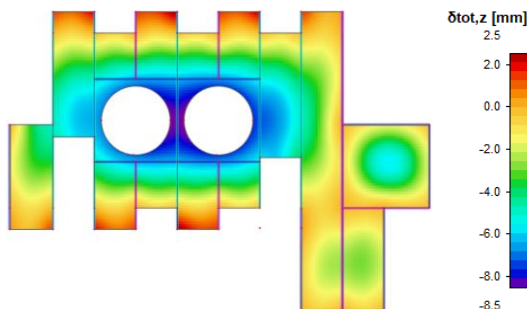
Posouzení		T1	T6	T9	T2, T3, T8	T4, T5, T7
n	[-]	2	2	2	2	2
\emptyset	[mm]	8	8	8	8	8
$A_{s,w}$	[mm ²]	100	100	100	100	100
s_l	[mm]	224,62	140,92	179,52	181,73	298,40
návrh \emptyset	[mm]	8 à 210 mm	8 à 130 mm	8 à 170 mm	8 à 180 mm	8 à 260 mm
ρ_{sw}	[-]	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
$V_{Rd,1}$	[kN]	331,94	561,11	429,09	198,30	87,15
$\rho_{sw,min} \leq \rho_{sw} \leq \rho_{sw,max}$	[-]	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
$V_{Rd,1} \geq V_{Ed,1}$	[kN]	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

PRŮHYBY STROPNÍCH DESEK V MÍSTĚ PROSTUPU

- Limitní průhyb trámu na rozpětí 12,7 m:

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{l}{250} = \frac{12700}{250} = 50,8 \text{ mm}$$

Výpočet byl proveden v programu SCIA Engineer 17.01. Program nezohledňuje vliv smršťování betonu a tuto hodnotu by tedy bylo nutné připočítat. Ve všech variantách je dostatečná rezerva na zohlednění smršťování a tato hodnota je v porovnání zanedbána. Verze programu také neuvažuje reálnou tuhost příčlí po vzniku trhlin a je pro ně nutno použít lineární výpočet. Výsledky programu musíme ručně upravit, vypočteme konečný průhyb příčle jako 1D dílce a odečteme průhyb při kterém se uvažuje lineární tuhost dílce. Tento přibližný rozdíl přičtíme ke stupnici normově závislých průhybů.

Varianta A

Varianta B

Varianta C


Varianta		A	B	C
Tloušťka desky	[mm]	180	220	180
SCIA $\delta_{z,tot}$	[mm]	6,2	9,3	8,5
Konečný průhyb příčle	[mm]	22,7	28,7	32,0
Průhyb příčle s uvažováním lineární tuhosti	[mm]	-6,1	-8,1	-8,3
Chyba lineárního výpočtu cca	[mm]	+16,6	+20,6	+23,7
Celkem $\delta_{z,tot}$ cca	[mm]	22,8	29,9	32,2
$\delta_{\text{lim}} \leq \delta_{z,tot}$	[mm]	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje