

# PODROBNÝ NÁVRH

## ocelových konstrukcí v I a II koleji

### v km 26,049.

Rozpětí: 14,60 m

$R = 400$  m,  $v = 85$  km/hod.

Zatížení: vlak N.

## Statický výpočet.

ŠKODOVY ZÁVODY

NÁRODNÍ PODNIK

KRÁLOVÉHRADĚCKÁ MOSTÁRNA

PRAŽSKÁ KANCELÁŘ

*Mgr. H. M. K.*

Prohlédnuto

s poukazem na příkaz ministerstva

dopravy ze dne 21. 7. 1947

čís. D 52849 z r. 1947

Z ministerstva dopravy:

*Ing. Lindner*



Ředitelství st. drah v Olomouci.

Trat': Púchov nad Váh. - Horní Lideč

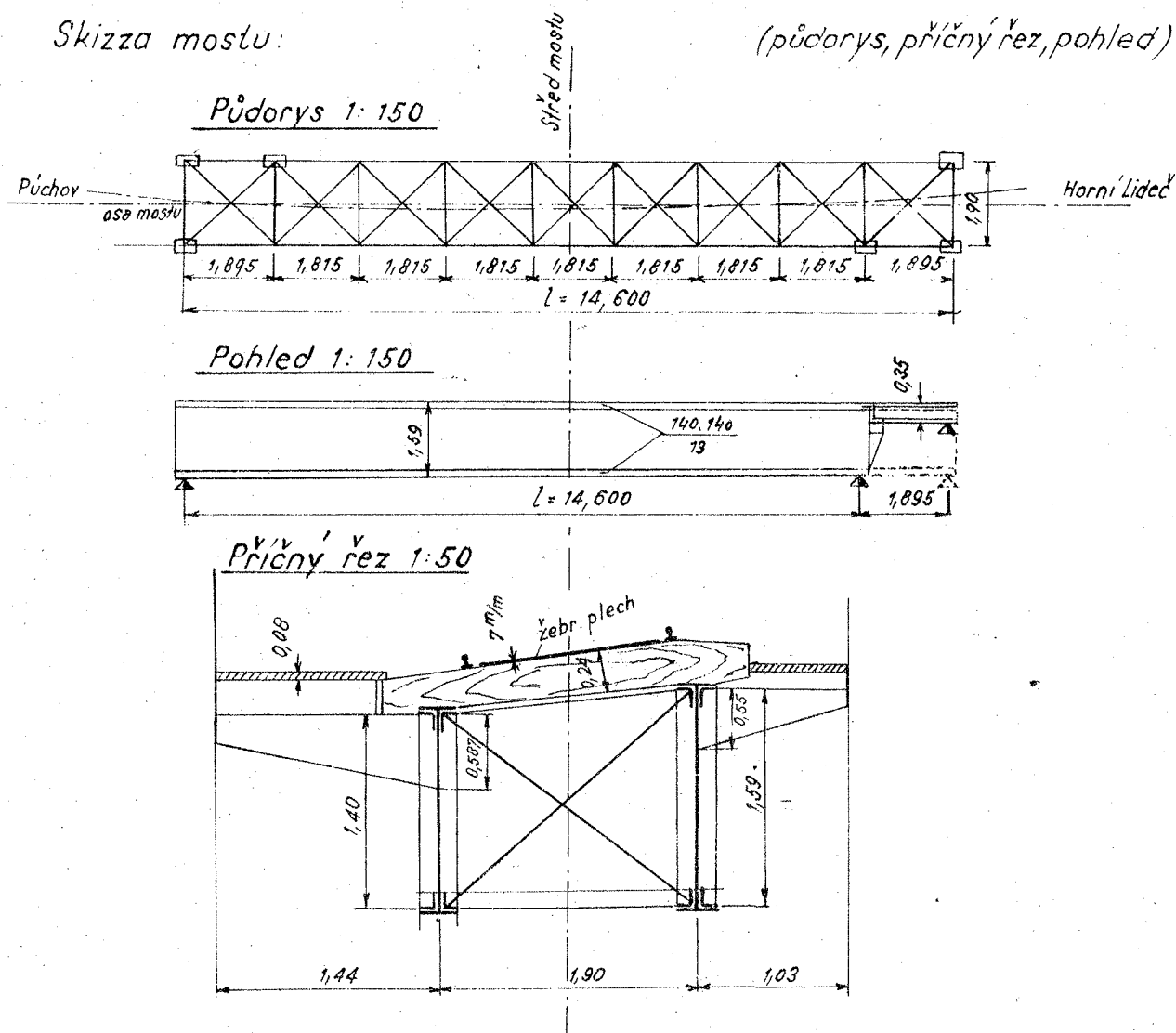
# Statický výpočet.

mostu v km 26.049

kolej I a II.

Skizza mostu:

(půdorys, příčný řez, pohled)



Zatěžovací vlak N

## Přehled namáhání mostních součástí:

Číslo	Součást	Zatěž. vlak	Stránka	Namáhání v kg/cm <sup>2</sup>		Dovolené namáhání v kg/cm <sup>2</sup>		Poznámka
				od hlav. zatížení	od hlav. a vedlej. zatížení	od hlav. zatížení	od celkov. zatížení	
1	<u>Mostnice</u>	N	5	105	-	120	-	
2	<u>Vnější hlavní nosník</u>							
	Ohyb	N	8/20	1278	1382	1300	1500	
	Krční nýty	N	18	2370		2500		
	Stýkové nýty	N	26	2365		2500		
2a	<u>Vnitřní hlavní nosník</u>							
	Ohyb	N	9/21	1289	1360	1300	1500	
	Krční nýty	N	19	2380		2500		
	Stýkové nýty	N	28	2310		2500		
3	<u>Podélník na konci hlav. nosníku, (vnější)</u>							
	Ohyb	N	31	1314	1403	1300	1500	
	Krční nýty	N	32	2480		2500		
4	<u>Horní zavětrování</u>							
	Tah D <sub>2</sub>	N	35	1290		1300		
	Tlak D <sub>III</sub> , D <sub>VII</sub>	N	35	1290		1300		
	Nýty D <sub>III</sub> , D <sub>VII</sub>	N	36	1027		1000		
5	<u>Příčné ztužení</u>							
	Tah	N	38	995		1300		
	Tlak	N	38	1207		1300		
	Nýty	N	38	960		1000		

## Zatížení mostu:

### a, Stálé zatížení: (pro 1bm mostu)

Kolejnice a upevňovací materiál (Zatěžovací vlak  $N$ )  $120 \text{ kg/m}$

Mostiny  $0,24 \cdot 0,26 \cdot 2,50 \cdot \frac{1000}{0,67} \text{ ----- } 230 \text{ --}$

Žebrovaný plech -----  $70 \text{ --}$

Fošnový kryt:  $(2 \cdot 0,05 \cdot 0,5 + 0,08 \cdot 1,80) \cdot 900 \text{ ----- } 180 \text{ --}$

Vlastní váha -----  $1500 \text{ --}$

$$G_h = 2100 \text{ kg/m}$$

### b, Nahodilé zatížení:

$$\text{Dynamický součinitel } \beta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \cdot l} + \frac{0,6}{1 + 4 \cdot \frac{g}{p}}$$

$$\beta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \cdot 14,6} + \frac{0,6}{1 + 4 \cdot \frac{2,70 \cdot 14,6}{9 \cdot 25}} = 1,491 < 1,60$$

Zmenšení dynamického součinitele dle čl. 61 ČSN 1230 - 1937,

neboť na mostě budou styky kolejnic svařeny:

$$\beta = \beta - (\beta - 1) \cdot 0,15 = 1,491 - (1,491 - 1) \cdot 0,15 = 1,417 \approx 1,42$$

Odstředivá síla dle čl. 106 ČSN 1230 - 1937:

$$\text{Koeficient odstředivé síly: } c = \frac{v^2}{127 \cdot r}; \quad r = 400 \text{ m}$$

Max. přípustná rychlost  $v = 85 \text{ km/hod.}$

$$c = \frac{85^2}{127 \cdot 400} = 0,1422$$

### c, Vedlejší zatížení:

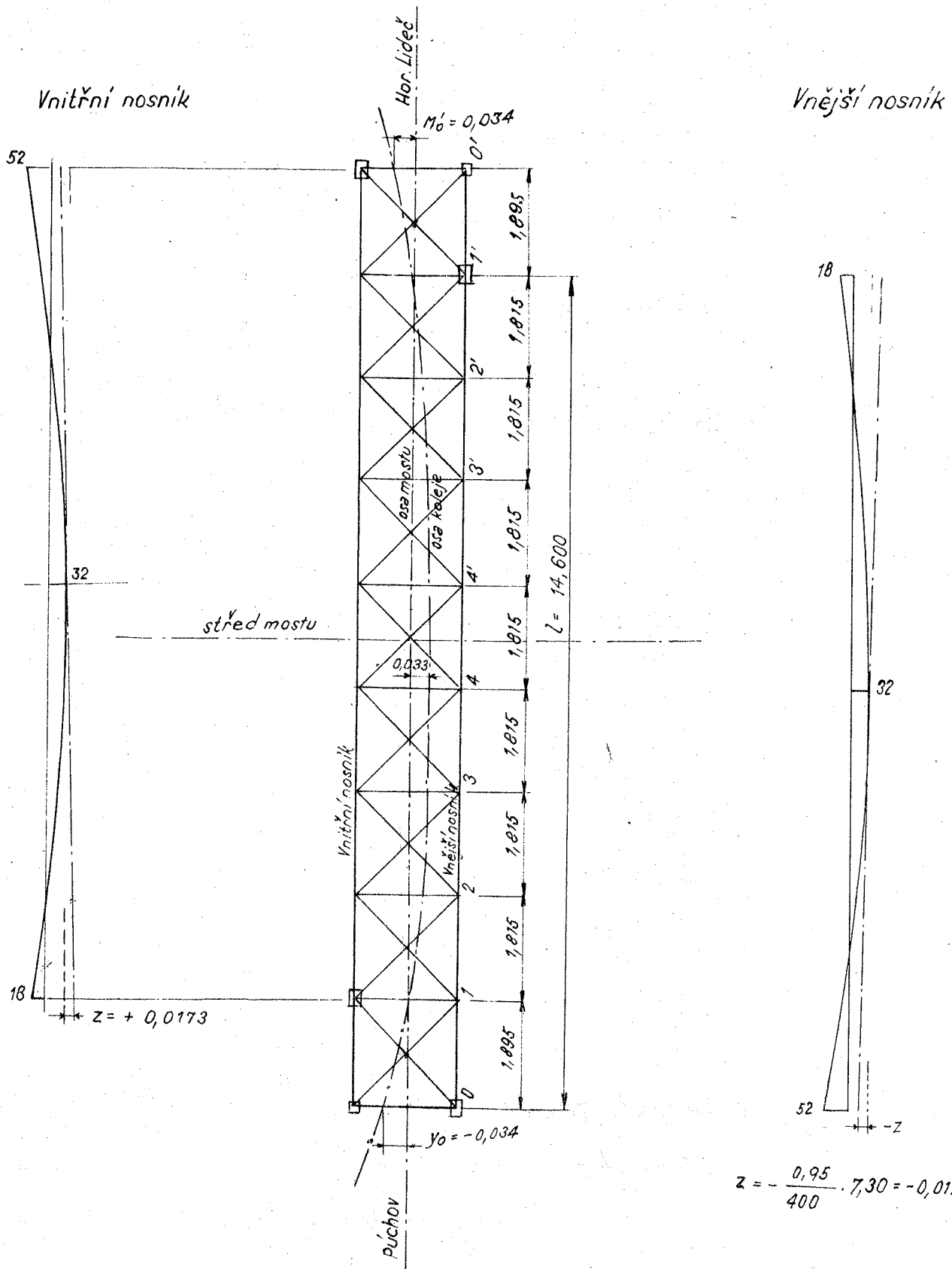
Tlak větru: na zatížený most -----  $w = 150 \text{ kg/m}^2$

na nezatížený most -----  $w' = 250 \text{ kg/m}^2$

Brzdná síla: -----  $B = \frac{1}{10} \cdot \Sigma P$

Bočné rázy: pro  $l \geq 20 \text{ m}$  -----  $S = 0,05 \cdot P$

# Poloha kolejí na mostě.



# 1, Mostnice.

$$l = 1,90 \text{ m}$$

Nejnepríznivější namáhání na konci mostu.

Vzdálenost osy koleje od osy mostu:

$$a = 5,2 \text{ cm}$$

Převýšení:

$$p = 14,4 \text{ cm}$$

$$i = \frac{4}{3} \cdot 14,4 = 19,2 \text{ cm}$$

$$n = 2,0 + 0,17 + 0,13 = 2,30 \text{ m}$$

$$e = cn - i - a$$

$$e = 0,1422 \cdot 2,30 - 0,192 - 0,052$$

$$l = 0,083 \text{ m}$$

$$A = p \frac{(0,95 + 0,083)}{1,90} = 0,544 P$$

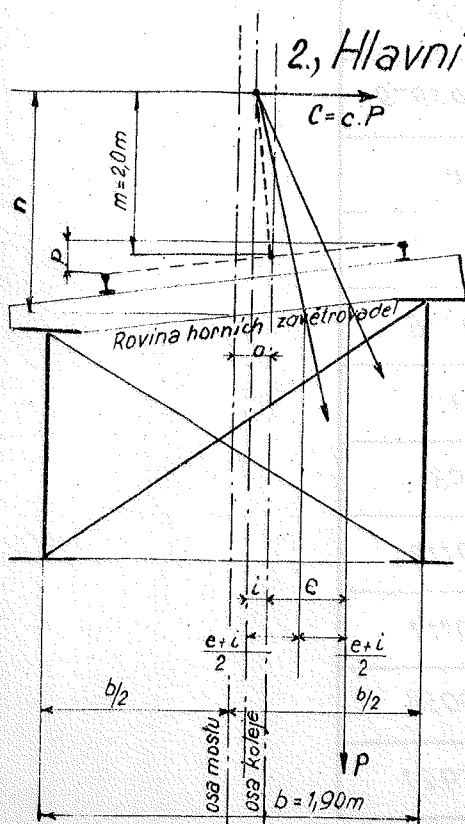
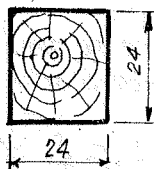
$$b = \frac{1}{2} (190 - 150) + 5,2 - 7,5 = 17,7 \text{ cm}$$

$$M = 0,544 \cdot 25 \cdot 0,177 = 2,405 \text{ tm}$$

$$W_x = 2304 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{240500}{2304} = 105 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 120 \text{ kg/cm}^2$$



## 2, Hlavní nosníky

Zatěžovací vlak N

Dynamický součinitel  $\delta = 1,42$

Největší dovolená rychlost  $v = 85 \text{ km/h}$

Koeficient odstřed. síly  $c = 0,1422$

Rozpětí  $l = 14,600 \text{ m}$

Vzdálenost hl. nosníků  $b = 1,90 \text{ m}$

$$o = 0,032 \text{ m}, \quad i = \frac{4}{3} p$$

převýšení  $p = 0,144 \text{ m}$

$$i = \frac{4}{3} \cdot 0,144 = 0,192 \text{ m}$$

$$n = 2,0 + 0,157 + 0,24 + 0,033 = 2,43 \text{ m}$$

$$e = c.n - i = 0,1422 \cdot 2,43 - 0,192 = 0,154 \text{ m}$$

$$\frac{e-i}{2} = \frac{0,154 - 0,192}{2} = -0,038 \text{ m}$$

$$\text{Vzepětí } f = 0,067 \text{ m}$$

Zatížení pro jednu kolej

I. Od zatížení stálého :  $G_h = 2,10 \text{ t/m}$

$$\text{Reakce } A_g = \frac{1}{2} \cdot G_h \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 2,10 \cdot 14,600 = 15,32 \text{ t}$$

$$\text{Ohybový moment : } M_g = \frac{1}{8} \cdot 2,10 \cdot 14,600^2 = 55,95 \text{ tm}$$

II. Od zatížení pohyblivého :

$$\text{Reakce } A_p = \frac{1720 + 0,20 \cdot 225}{14,600} = \frac{1720 + 45}{14,600} = 121,0 \text{ t}$$

$$\text{Ohyb. moment : } M_p = 373,0 + 44,0 \cdot 0,600 = 373 + 26,4 = 399,4 \text{ tm}$$

$\alpha$ , Koefficienty momentů vnějšího hl. nosníků (Uvažuje se plná odstředivá síla)

$$K^{\alpha} = \frac{1}{2} + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3; \mu_1 = \frac{0+e}{b}; \mu_2 = \frac{1}{b} \cdot \frac{z(l-2x)}{3l}; \mu_3 = \frac{1}{b} \cdot \left[ -\frac{f}{3} + \frac{2fx(l-x)}{3l^2} \right]$$

při čemž :  $b = 1,90 \text{ m}$ ,  $0 = 0,032 \text{ m}$ ,  $e = 0,154 \text{ m}$ ,  $l = 14,600 \text{ m}$ ,  $f = 0,067 \text{ m}$   
 $z = -0,0173$ ,  $\frac{z}{3l} = -\frac{0,0173}{3 \cdot 14,60} = -0,0004$

Řez	Styk	4
$x$	6,522	7,30
$\frac{1}{2} + \mu_1 = \frac{1}{2} + \frac{0+e}{b}$	$0,5 + \frac{0,032 + 0,154}{1,90} = 0,5979$	
$\mu_2$	-0,0003	0
$-\frac{f}{3}$	$-\frac{0,067}{3} = -0,0223$	
$2fx$	0,874	0,9786
$l-x$	8,077	7,30
$3l^2$	$3 \cdot 14,600^2 = 639,93$	
$\frac{2fx(l-x)}{3l^2}$	0,0103	0,0112
$-\frac{f}{3} + \frac{2fx(l-x)}{3l^2}$	-0,0120	-0,0111
$\frac{1}{b} \cdot \left[ -\frac{f}{3} + \frac{2fx(l-x)}{3l^2} \right]$	-0,0063	-0,0058
$K^{\alpha} = \frac{1}{2} + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3$	0,5913	0,5921

$\beta$ , koeficienty momentů vnitř. hlav. nosníku

(uvazuje se poloviční odstřed. síla)

$$K^b = \frac{1}{2} - \mu_1 - \mu_2 - \mu_3; \mu_1 = \frac{0 + \frac{e-l}{2}}{b}; \mu_2 = \frac{1}{b} z \cdot \frac{(l-2x)}{3l};$$

$$\mu_3 = \frac{1}{b} \left[ -\frac{f}{3} + \frac{(2fx \cdot (l-x))}{3l^2} \right]$$

při čemž :  $0 = 0,032 \text{ m}; \frac{e-l}{2} = -0,038 \text{ m}; b = 1,90 \text{ m}; f = 0,067 \text{ m}$

$$l = 14,600 \text{ m}; -\frac{f}{3} = -0,0223 \text{ m}; z = +0,0173;$$

$$\frac{z}{3l} = +0,0004$$

Řez	Styk	5
$x$	6,443	7,30
$\mu_1 = \frac{0 + \frac{e-l}{2}}{b}$	$\frac{0,032 - 0,038}{1,90} = -0,0032$	
$\frac{1}{2} - \mu_1$	$0,5 + 0,0056 = 0,5032$	
$\mu_2$	0,0004	0
$2fx$	0,8634	0,9786
$l-x$	8,157	7,3025
$3l^2$	$3 \cdot 14,600^2 = 639,93$	
$\frac{2fx \cdot (l-x)}{3l^2}$	0,0110	0,0112
$-\frac{f}{3} + \frac{2fx(l-x)}{3l^2}$	-0,0113	-0,0111
$\frac{1}{b} \left[ -\frac{f}{3} + \frac{2fx(l-x)}{3l^2} \right]$	-0,0060	-0,0058
$K^b = \frac{1}{2} - \mu_1 - \mu_2 - \mu_3$	0,5088	0,5090

### III. Vychíslení momentů a napětí

$\alpha$ , Ohybové momenty pro vnější hlavní nosník

$$\frac{1}{2} \max Mg = \frac{55,95}{2} = 27,98 \text{ tm}$$

$$\beta = 1,42; \max Mp = 399,40 \text{ tm}; \alpha \cdot \max Mp = 566,50 \text{ tm}$$



Průřez	Styk	4 - 4
$x$ m	6,522	7,30
$\frac{x}{l}$	0,446	0,500
$\frac{M_{gx}}{\max M_g}$	0,988	1,000
$\frac{M_{px}}{\max M_p}$	1,000	1,000
$\frac{1}{2} \cdot M_{gx}$	27,60	27,98
$\frac{1}{2} M_{px}$	566,50	566,50
$K^a$	0,5913	0,5927
$K^a \cdot \frac{1}{2} M_{px}$	334,60	335,50
$\max M_x$	362,20	363,48
$W_0$		28450
(spodní pás) $\gamma$ kg/cm <sup>2</sup>		1278

Namáhání horního pásu:

Vodorovný účinek celé odstředivé síly:

$$M_F = c \cdot \frac{1}{2} \cdot M_p = \frac{1}{2} (1,0 + 0,976) \cdot 0,1422 \cdot 566,50 = 79,5 \text{ tm}$$

Osová síla v horním pásu:

$$O_F = \frac{M_F}{b} = \frac{79,5}{1,9} = 41,9 \text{ t}$$

Namáhání od osově síly:

$$\gamma = \frac{O_F}{\frac{1}{2} \cdot F_n} = \frac{41900}{201,42} = +208 \text{ kg/cm}^2$$

Místní moment:

$$M = \frac{1}{2} \cdot 0,1707 \cdot 0,1422 \cdot 1,42 \cdot 25 \cdot 1,815 = 0,780 \text{ tm}$$

Namáhání od místního momentu:

$$\gamma = \frac{M}{W_y} = \frac{78000}{783} = \pm 100,0 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání od hlavního zatížení:

$$\max \gamma = -1278 + 222 - 100 = 1156 \text{ kg/cm}^2; \gamma_{\text{dov.}} = 1300 \text{ kg/cm}^2$$

$\beta$ , Ohybové momenty pro vnitřní hlav nosník:

$$\frac{1}{2} \max Mg = 27,98 \text{ tm}$$

$$\text{ž. max } Mp = 566,50 \text{ tm}$$

Průřez	Styk	5-5
$x$	6,443	7,30
$\frac{x}{l}$	0,441	0,500
$\frac{Mgx}{\max Mg}$	0,986	1,000
$\frac{Mpx}{\max Mp}$	1,000	1,000
$\frac{1}{2} Mgx$	27,60	27,98
ž. $Mpx$	566,50	566,50
$K^b$	0,5088	0,5090
$K^b \cdot \text{ž. } Mpx$	288,00	288,52
$\max Mx$	315,60	316,50
$W_{osl.}$		27400
(spodní pás) $\gamma \text{ kg/cm}^2$		1155

Namáhání horního pásu:

Vodorovný účinek poloviční odstředivé síly

$$\frac{M_F^F}{2} = \frac{79,5}{2} = 39,75 \text{ tm}$$

$$\frac{Q_F}{2} = \frac{41,9}{2} = 20,95 \text{ t}$$

$$\text{Namáhání od osové síly: } \gamma = \frac{\frac{Q_F}{2}}{\frac{1}{2} \cdot F_{osl}} = \frac{20,95}{227} = -92 \text{ kg/cm}^2$$

Místní moment:

$$M = \frac{1}{2} \cdot 0,780 = 0,390 \text{ tm}$$

namáhání od místního momentu:

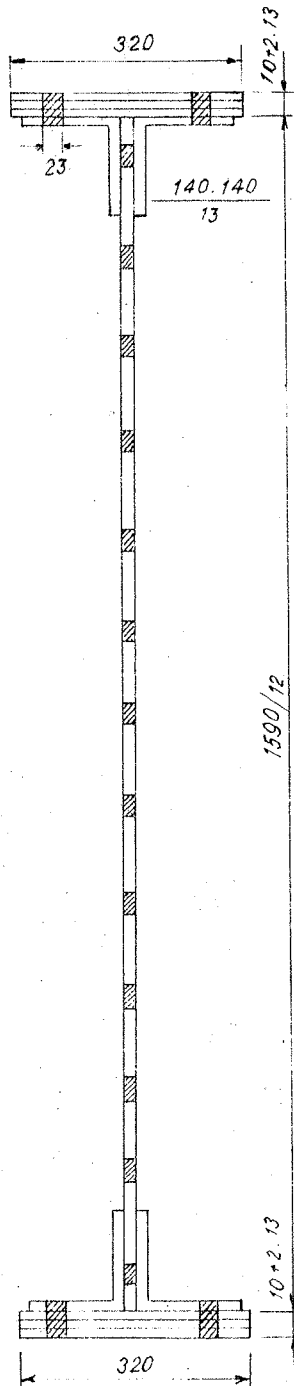
$$\gamma = \frac{39000}{920} = \pm 42 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání od hlavního zatížení:

$$\max \sigma = -1155 - 92 - 42 = -1289 \text{ kg/cm}^2; \sigma_{\text{dovol}} = 1300 \text{ kg/cm}^2$$

# Průřezové funkce:

a, Vnější hlavní nosník



2., Průřez s jednou horní pásnicí

$$F: \text{stěna} \dots 159,12 \dots 190,8 \text{ cm}^2$$

$$4 \cdot 140 \cdot 140 \cdot 13 : 4 \cdot 34,71 = \dots 138,8 \text{ --}$$

$$\text{pásnice } 32 \cdot 1,0 \dots = \dots 32,0 \text{ --}$$

$$F = 361,6 \text{ cm}^2$$

$$U_1 = 32 \cdot 80 \dots = 2560 \text{ cm}^3$$

$$e = \frac{2560}{361,6} \dots = 7,1 \text{ cm}$$

$$U_2 : \text{pásnice } 32 \cdot 72,9 = \dots 2335 \text{ cm}^3$$

$$2 \cdot 140 \cdot 140 \cdot 13 : 69,42 \cdot 68,42 = \dots 4745 \text{ --}$$

$$U_2 = 7080 \text{ cm}^3$$

$$U_3 : U_2 \dots 7080 \text{ cm}^3$$

$$\text{stěna} : \frac{1}{2} \cdot 72,4^2 \cdot 1,2 = \dots 3140 \text{ --}$$

$$U_3 = 10220 \text{ cm}^3$$

$J_x'$ :

$$\text{Stěna } 1590 \cdot 12 : 12 \cdot 334 \cdot 973 = \dots 402 \cdot 000 \text{ cm}^4$$

$$4 \cdot 140 \cdot 140 \cdot 13 : 4 \cdot 648,7 = \dots 2 \cdot 600 \text{ --}$$

$$4 \cdot 34,71 \cdot (79,5 - 3,98)^2 = \dots 792 \cdot 400 \text{ --}$$

$$1197 \cdot 000 \text{ cm}^4$$

pásnice  $320 \cdot 10$  :

$$32 \cdot 80^2 = \dots 204 \cdot 800 \text{ --}$$

$$J_x' = 1401 \cdot 800 \text{ --}$$

$$- 361,6 \cdot 7,1^2 = \dots 18 \cdot 200 \text{ --}$$

$$J_x'' = 1383 \cdot 600 \text{ cm}^4$$

$$F_0 = \text{-----} \text{-----} 361,6 \text{ cm}^2$$

$$- 0,15 \cdot 190,8 = 28,6$$

$$- 4 \cdot 2,3 \cdot 1,3 = 12,0$$

$$- 2 \cdot 2,3 \cdot 1,0 = 4,6 \quad - 45,2 \text{ --}$$

$$F_0 = 316,4 \text{ cm}^2$$

$$U_1^0 = (32 - 2 \cdot 2,3) \cdot 80 = \text{-----} 2190 \text{ cm}^3$$

$$c = \frac{2190}{316,4} = 6,9 \text{ cm}$$

$$J_{x_0}' : \text{-----} \text{-----} 1197\,000 \text{ cm}^4$$

(oslabení stěny s dost. přibližností)

$$\text{uvážujeme } 15\% J_s) - 0,15 \cdot 402\,000 = 60\,300$$

$$- 4 \cdot 2,3 \cdot 1,3 (79,5 - 0,65)^2 = 74\,200 \text{ ----} - 134\,500 \text{ --}$$

$$1062\,500 \text{ cm}^4$$

$$\text{pásnice : } 27,4 \cdot 80^2 = \text{-----} 175\,200 \text{ --}$$

$$J_{x_0}' = 1237\,700 \text{ cm}^4$$

$$- 316,4 \cdot 6,9^2 = \text{-----} 15\,100 \text{ --}$$

$$J_{x_0}^0 = 1222\,600 \text{ cm}^4$$

$$W_x^1 = \frac{1222\,600}{(79,5 + 6,9)} = \underline{\underline{14\,170 \text{ cm}^3}}$$

$$(\text{Průřez bez pásnic : } W_{x_0} = \frac{1062500}{79,5} = \underline{\underline{13\,380 \text{ cm}^3}})$$

$\beta$ , Průřez s jednou pásnicí dole i nahoře

$$J_{x_0}^0 : \text{-----} \text{-----} 1237\,700 \text{ cm}^4$$

$$175\,200 \text{ --}$$

$$J_{x_0}^0 = 1412\,900 \text{ cm}^4$$

$$W_x^{1'} = \frac{1412\,900}{79,5 + 1,0} = \underline{\underline{17\,590 \text{ cm}^3}}$$

$\gamma$ , Průřez se dvěma pásnicemi :

$$J_{x_0}^0 : \text{-----} \text{-----} 1062500 \text{ cm}^4$$

$$320 \cdot (10 + 13) : 2 \cdot 27,4 \cdot 2,3 \cdot 80,65^2 = 820\,000 \text{ --}$$

$$J_{x_0}^0 = 1882\,500 \text{ cm}^4$$

$$W_x^2 = \frac{1882500}{81,8} = 23020 \text{ cm}^3$$

1. Průřez se třemi pásnicemi:

$$J_x^n : \dots\dots\dots 1197000 \text{ cm}^4$$

$$320(10 + 2 \cdot 13) : 2 \cdot 32 \cdot 3,6 : 81,3^2 = 1521000 \text{ ---}$$

$$\underline{\underline{J_x^u = 2718000 \text{ cm}^4}}$$

$$J_x^o : \dots\dots\dots 1062500 \text{ cm}^4$$

$$320(70 + 2 \cdot 13) : 2 \cdot 27,4 \cdot 3,6 \cdot 81,3^2 = 1301000 \text{ ---}$$

$$J_x^o = 2363500 \text{ cm}^4$$

$$W^3 = \frac{2363500}{83,1} = 28450 \text{ cm}^3$$

Horní pás:

$$F : 140 \cdot 12 : 14 \cdot 1,2 \dots\dots\dots = 16,80 \text{ cm}^2$$

$$2 \cdot 140 \cdot 140 \cdot 13 : 2 \cdot 34,71 \dots\dots\dots = 69,42 \text{ ---}$$

$$320 \cdot 36 : 32 \cdot 3,6 \dots\dots\dots = 115,20 \text{ ---}$$

$$F = 201,42 \text{ cm}^2$$

$J_y :$

$$2 \cdot 140 \cdot 140 \cdot 13 : 2 \cdot 1350 = \dots\dots\dots 2700 \text{ cm}^4$$

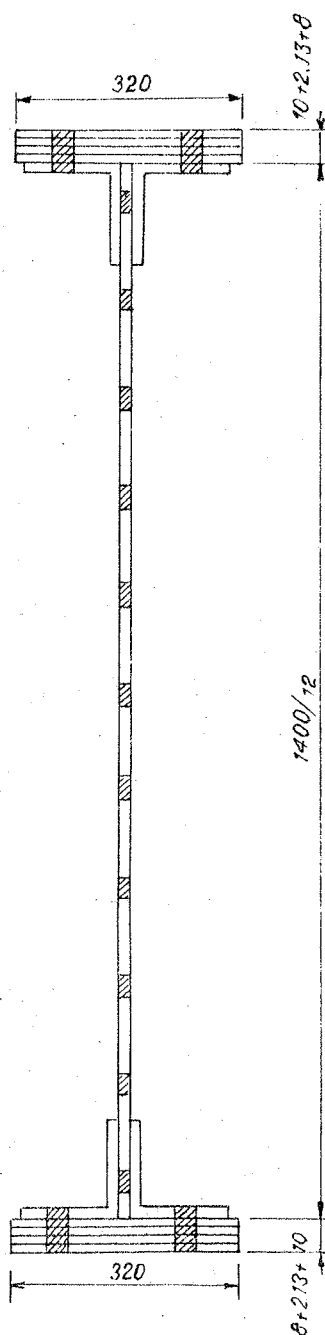
$$320 \cdot 36 : 3,6 \cdot 2731 = \dots\dots\dots 9820 \text{ ---}$$

$$12520 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{12520}{16} = \underline{\underline{783 \text{ cm}^3}}$$

b, Vnitřní hlavní nosník

1, Průřez s jednou pásnicí



$$\begin{aligned}
 F: \text{stěna } 140 \cdot 12 &= \dots\dots\dots 168 \text{ cm}^2 \\
 4L 140 \cdot 140 \cdot 13 : 4 \cdot 34,71 &= \dots\dots\dots 138,8 \text{ ---} \\
 \text{pásnice } 320 \cdot 10 &= \dots\dots\dots 32,0 \text{ ---} \\
 F &= 338,8 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$U_1 = 32 \cdot 70,5 = \dots\dots\dots 2255 \text{ cm}^3$$

$$e = \frac{2255}{338,8} = 6,65 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 U_2: \text{pásnice } 32 \cdot 63,85 &= \dots\dots\dots 2042 \text{ cm}^3 \\
 2L 140 \cdot 140 \cdot 13 : 69,42 \cdot 59,37 &= \dots\dots\dots 4120 \text{ ---} \\
 U_2 &= 6162 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_3: \text{stěna } : \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 63,35^2 &= \dots\dots\dots 6162 \text{ cm}^3 \\
 &= \dots\dots\dots 2405 \text{ ---} \\
 U_3 &= 8567 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 J_x': \text{stěna } 1400 \cdot 12 : \\
 12 \cdot 228 \cdot 667 &= \dots\dots\dots 274 \cdot 500 \text{ cm}^4 \\
 2L 140 \cdot 140 \cdot 13 : &= \dots\dots\dots 2600 \text{ ---} \\
 4 \cdot 34,71 (70 - 3,98)^2 &= \dots\dots\dots 604 \cdot 900 \text{ ---} \\
 &= \dots\dots\dots 882 \cdot 000 \text{ cm}^4 \\
 \text{pásnice } 320 \cdot 10 : \\
 32 \cdot 70,5^2 &= \dots\dots\dots 159 \cdot 000 \text{ cm}^4 \\
 J_{x'}^u &= 1041 \cdot 000 \text{ cm}^4 \\
 - 338,8 \cdot 6,65^2 &= \dots\dots\dots 15 \cdot 000 \text{ ---} \\
 J_{x'}^u &= 1026 \cdot 000 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$F_0 = \dots\dots\dots 338,8 \text{ cm}^2$$

$$- 0,15 \cdot 168 = 25,2$$

$$- \dots\dots\dots 12,0$$

$$- \dots\dots\dots 4,6$$


---


$$F_0 = 297,0 \text{ cm}^2$$

$$U,^0 = (32 - 2 \cdot 2,3) \cdot 70,5 = \dots\dots\dots 1930 \text{ cm}^3$$

$$e = \frac{1930}{297} = 6,5 \text{ cm}$$

$$J_{x'}^0 = \dots\dots\dots 882\,000 \text{ cm}^4$$

$$- 0,15 \cdot 274\,500 \dots\dots\dots = 41\,100$$

$$- 4 \cdot 2,3 \cdot 1,3 \cdot (70 - 0,65)^2 = 57\,400$$


---


$$98\,500 \text{ ---}$$

$$783\,500 \text{ cm}^4$$

$$\text{pásnice: } 27,4 \cdot 70,5^2 = \dots\dots\dots 136\,100 \text{ ---}$$

$$J_{x'}^0 = 919\,600 \text{ cm}^4$$

$$- 297 \cdot 6,5^2 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots - 12\,500 \text{ ---}$$


---


$$J_{x'}^0 = 907\,100 \text{ cm}^4$$

$$W_{x'}^1 = \frac{907\,100}{70 + 6,5} = 11\,860 \text{ cm}^3$$

$$(\text{Průřez bez pásnice: } W_{x_0} = \frac{783\,500}{70} = 11\,190 \text{ cm}^3)$$

β, Průřez s jednou pásnicí dole i nahoře

$$J_x^0 : \dots\dots\dots 919\,600 \text{ cm}^4$$

$$\dots\dots\dots 136\,100 \text{ ---}$$


---


$$J_x^0 = 1055\,700 \text{ cm}^4$$

$$W_x^{1'} = \frac{1055\,700}{71} = 14\,890 \text{ cm}^3$$

γ, Průřez s dvěma pásnicemi:

$$J_x^0 : \dots\dots\dots 783\,500 \text{ cm}^4$$

$$320 (10 + 13) : 2 \cdot 27,4 \cdot 2,3 \cdot 71,15^2 = \dots\dots\dots 638\,500 \text{ ---}$$


---


$$J_x^0 = 1422\,000 \text{ cm}^4$$

$$W_x^2 = \frac{1422000}{72,3} = \underline{\underline{19700 \text{ cm}^3}}$$

γ, Průřez se třemi pásnicemi

$$J_x^0 : \dots\dots\dots 783500 \text{ cm}^4$$

$$320(10 + 2 \cdot 13) : 2 \cdot 27,4 \cdot 3,6 \cdot 71,8^2 = \dots\dots\dots 1016000 \text{ --}$$

$$J_x^0 = 1799500 \text{ cm}^4$$

$$W_x^3 = \frac{1799500}{73,6} = \underline{\underline{24420 \text{ cm}^3}}$$

ε, Průřez se čtyřmi pásnicemi

$$J_x^U = \dots\dots\dots 882000 \text{ cm}^4$$

$$320(10 + 2 \cdot 13 + 8) : 2 \cdot 32 \cdot 4,4 \cdot 72,2^2 = \dots\dots\dots 1468000 \text{ --}$$

$$J_x^U = 2350000 \text{ cm}^4$$

$$J_x^0 = \dots\dots\dots 783500 \text{ cm}^4$$

$$2 \cdot 27,4 \cdot 4,4 \cdot 72,2^2 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 1256000 \text{ --}$$

$$2039500 \text{ cm}^4$$

$$W_x^4 = \frac{2039500}{74,4} = 27400 \text{ cm}^3$$

Horní pás:

$$F : 140 \cdot 12 : 14 \cdot 1,2 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 16,8 \text{ cm}^2$$

$$2 \cdot 140 \cdot 140 \cdot 13 : 2 \cdot 34,71 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 69,42 \text{ --}$$

$$320 \cdot 44 : 32 \cdot 4,4 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 140,80 \text{ --}$$

$$F = 227,00 \text{ cm}^2$$

$$J_y : 2 \cdot 140 \cdot 140 \cdot 13 : 2 \cdot 1350 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 2700 \text{ cm}^4$$

$$320 \cdot 44 : 4,4 \cdot 2731 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 12000 \text{ --}$$

$$\underline{\underline{14700 \text{ cm}^4}}$$

$$W_y = \frac{14700}{16} = \underline{\underline{920 \text{ cm}^3}}$$



# Theoretické délky pásnic.

## a, Vnitřní nosník

$\alpha$ , průřez bez pásnic:

$$\frac{W_{x0}}{W_x^4} = \frac{11190}{27400} = 0,409$$

$$\frac{x}{l} = 0,104, \quad x = 0,104 \cdot 14,60 = 1,52 \text{ m}$$

$$d_1 = 14,60 - 2 \cdot 1,52 = 11,56 \text{ m}$$

$\beta$ , průřez s jednou pásnicí dole i nahoře:

$$\frac{W_{x1'}}{W_x^4} = \frac{14890}{27400} = 0,543$$

$$\frac{x}{l} = 0,1458, \quad x = 0,1458 \cdot 14,60 = 2,125 \text{ m}$$

$$d_1' = 14,60 - 2 \cdot 2,125 = 10,35 \text{ m}$$

$\gamma$ , průřez se dvěma pásnicemi:

$$\frac{W_{x2}}{W_x^4} = \frac{19700}{27400} = 0,719$$

$$\frac{x}{l} = 0,2113, \quad x = 0,2113 \cdot 14,60 = 3,083 \text{ m}$$

$$d_2 = 14,60 - 2 \cdot 3,083 = \underline{\underline{8,434 \text{ m}}}$$

$\delta$ , průřez se třemi pásnicemi

$$\frac{W_{x3}}{W_x^4} = \frac{24420}{27400} = 0,892$$

$$\frac{x}{l} = 0,3021, \quad x = 0,3021 \cdot 14,60 = 4,41 \text{ m}$$

$$d_3 = 14,60 - 2 \cdot 4,41 = \underline{\underline{5,78 \text{ m}}}$$

b, Vnější nosník

$\alpha$ , Průřez bez pásnic:

$$\frac{W_{x^1}}{W_{x^3}} = \frac{13380}{28450} = 0,470$$

$$\frac{x}{l} = 0,1224, \quad x = 0,1224 \cdot 14,60 = 1,79 \text{ m}$$

$$d_1 = 14,60 - 2 \cdot 1,79 = 11,02 \text{ m}$$

$\beta$ , Průřez s jednou pásnicí dole i nahoře:

$$\frac{W_{x^1}}{W_{x_2}} = \frac{17590}{28400} = 0,619$$

$$\frac{x}{l} = 0,1722, \quad x = 0,1722 \cdot 14,60 = 2,52 \text{ m}$$

$$d_1' = 14,60 - 2 \cdot 2,52 = 9,56 \text{ m}$$

$\gamma$ , Průřez se dvěma pásnicemi:

$$\frac{W_{x^2}}{W_{x^4}} = \frac{23020}{28450} = 0,810$$

$$\frac{x}{l} = 0,254, \quad x = 0,254 \cdot 14,60 = 3,71 \text{ m}$$

$$d_2 = 14,60 - 2 \cdot 3,71 = 7,18 \text{ m}$$

Nutný počet připojených nýtů:

Pásnice 320.10:

$$n = \frac{27,4 \cdot 1,3}{4,15 \cdot 1} \doteq 9 \text{ nýtů } \phi \text{ } 23 \text{ m/m}$$

Pásnice 320.13:  $F_0 = 27,4 \cdot 1,3 = 35,6 \text{ cm}^2$

$$n = \frac{35,6 \cdot 1,3}{4,15 \cdot 1} \doteq 12 \text{ nýtů } \phi \text{ } 23 \text{ m/m}$$

Posouvající síla v 1. poli pro jeden nosník :

od zatížení stálého :  $Q_{1g} = A_g = 15,32 \text{ t}$

od zatížení pohyblivého :  $Q_{1p} = A_p = 148,7 \text{ t}$

$\gamma \cdot Q_{pa} = \gamma \cdot \mu'_a \cdot Q_p$

$\gamma \cdot Q_{pi} = \gamma \cdot \mu'_i \cdot Q_p$

$\mu'_a = \frac{1}{2} + \frac{1}{b} \cdot \left[ 0 + e + \frac{z(l-4x)}{3l} - \frac{f}{3} + \frac{2fx \cdot (2l-3x)}{3l^2} \right] \quad \text{pro } x = \theta$

$\mu'_a = 0,5 + \frac{1}{1,9} \cdot [0,032 + 0,154 + 0,0058 - 0,0223] = 0,5 + 0,089 = 0,589$

$\mu'_i = \frac{1}{2} - \frac{1}{b} \cdot \left[ 0 + \frac{e-i}{2} + \frac{z(l-4x)}{3l} - \frac{f}{3} + \frac{2fx \cdot (2l-3x)}{3l^2} \right] \quad \text{pro } x = \theta$

$\mu'_i = 0,5 - \frac{1}{1,9} \cdot [0,032 - 0,038 - 0,0058 - 0,0223] = 0,5 + 0,018 = 0,518$

Největší posouvající síla pro vnější hlav. nosník :

$$\max Q_1 = \frac{Q_{1g}}{2} + \gamma \cdot \mu'_a \cdot Q_{1p} = \frac{15,32}{2} + 1,42 \cdot 0,589 \cdot 121,0 =$$
  

$$= 7,66 + 101,14 = 108,80 \text{ t}$$

Největší posouvající síla pro vnitřní hlav. nosník :

$$\max Q'_1 = \frac{Q_{1g}}{2} + \gamma \cdot \mu'_i \cdot Q_{1p} = 7,66 + 1,42 \cdot 0,518 \cdot 121,0 =$$
  

$$= 7,66 + 89,94 = 97,60 \text{ t}$$

Napětí v krčnících nýtech vnějšího nosníku :

Provedeny jsou nýty  $\phi 23 \text{ mm}$  v  $12 \text{ mm}$  plechu s  $F_t = 2,76 \text{ cm}^2$

Vzdálenost nýtu  $e = 10,60 \text{ cm}$ ;  $S_x = 7080 \text{ cm}^3$

$J_{x'} = 1383 \text{ } 600 \text{ cm}^4$

$$\tau = \max Q_1 \cdot \frac{e \cdot S_x}{J_{x'} \cdot F_t} = 108 \text{ } 800 \cdot \frac{10,6 \cdot 7080}{1383 \text{ } 600 \cdot 2,76} = 2080 \text{ kg/cm}^2$$

dle čl. 148 ČSN 1230 - 1937

Vzdálenost proužců  $s = 0,60 \text{ m}$

$$\tau_2 = \frac{\gamma \cdot P \cdot e}{2 \cdot s \cdot F_t} = \frac{1,42 \cdot 25000 \cdot 10,6}{2 \cdot 60 \cdot 2,76} = 1136 \text{ kg/cm}^2$$

$$\max \tau = \sqrt{2080^2 + 1136^2} = 2370 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$$

Napětí v krčnících nýtech vnitřního nosníku :

Provedeny jsou nýty  $\phi 23 \text{ mm}$  v  $12 \text{ mm}$  plechu

$s \cdot F_l = 2,76 \text{ cm}^2$ ; Vzdálenost nýtů  $e = 10,00 \text{ cm}$ ;

$$S_x = 6162 \text{ cm}^3; J_x' = 1026000 \text{ cm}^4$$

$$\tau_1 = \max Q_1' \cdot \frac{e \cdot S_x}{J_x' \cdot F_l} = 97600 \cdot \frac{10,0 \cdot 6162}{1026000 \cdot 2,76} = 2125 \text{ kg/cm}^2$$

dle čl. 148 ČSN 1230 - 1937

Vzdálenost prážců  $s = 0,60 \text{ m}$

$$\tau_2 = \frac{V \cdot P \cdot e}{2 \cdot s \cdot F_l} = \frac{1,42 \cdot 25000 \cdot 10,0}{2 \cdot 60 \cdot 2,76} = 1073 \text{ kg/cm}^2$$

$$\max \tau = \sqrt{2125^2 + 1073^2} = 2380 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$$

## Účinky vedlejšího zatížení.

### 1, Vnější hlavní nosník

a, Svislé přetížení od větru

1, Tlak větru na pohyblivé zatížení

$$W_v = 3,50 \cdot 0,150 = 0,525 \text{ t/m}$$

$$\text{rameno: } h_{w_1} = 1,75 + 0,157 + 0,24 + 0,033 = 2,18 \text{ m}$$

$$\text{přetížení na 1bm konstrukce } W_v^s = W_v \cdot \frac{h_{w_1}}{b} = 0,525 \cdot \frac{2,18}{1,90} = 0,603 \text{ t/m}$$

2, Tlak větru na mostní konstrukce.

$$F_w = 1,0 (2,0 + 140 + 24,5 + 15,7) = 1,82 \text{ m}^2$$

$$\text{rameno: } h_t = -0,985 + 0,157 + 0,24 + 0,033 = -0,585 \text{ m}$$

$$\text{přetížení na 1bm konstrukce: } W_t^s = 0,15 \cdot 1,82 \cdot \frac{-0,585}{1,9} = -0,086 \text{ t/m}$$

Dhybový moment hlavního nosníku:

$$\max M_w = \frac{1}{8} \cdot (0,603 - 0,086) \cdot 14,600^2 = 13,78 \text{ tm}$$

$$\sigma_w = \frac{1378000}{28350} = \pm 49 \text{ kg/cm}^2$$

a, Vodorovný účinek větru:

$$1, \text{ na konstrukci: } w_t = 0,15 \cdot 1,82 = 0,273 \text{ t/m}$$

$$2, \text{ na pohybl. zatížení: } w_v = 0,15 \cdot 3,5 = 0,525 \text{ t/m}$$

$$\text{Osová síla v pasu: } S = \frac{M_{Qw}}{b} = \frac{1,935}{2} \cdot \frac{\frac{1}{8} \cdot 0,798 \cdot 14,600^2}{1,9} = 10,81 \text{ t}$$

$$\text{namáhání } \sigma = \frac{10810}{201,42} = \pm 54,0 \text{ kg/cm}^2$$

a) Místní moment :

$$M_{q_w} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10} \cdot 0,798 \cdot 1,815^2 = 0,1315 \text{ tm}$$

$$\text{namáhání } \gamma = \frac{13150}{783} = \pm 17,0 \text{ kg/cm}^2$$

b) Brzdné síly

Maximální pohyblivé zatížení připadající na celou délku

$$\text{mostu } l = 14,60 \text{ m } \Sigma P = 9,25 = 225 \text{ t}$$

Brzdná síla připadající na jeden nosník :

$$B = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Sigma P}{10} = \frac{1}{2} \cdot \frac{225}{10} = 11,25 \text{ t}$$

$$\gamma_B = \frac{11250}{559,6} = \pm 20 \text{ kg/cm}^2$$

od momentu :

$$M = \pm B \left( \frac{h}{2} + 0,093 \right) = \pm 11,25 \cdot 0,89 = 9,9 \text{ tm}$$

$$\gamma = \frac{990000}{28450} = \pm 35 \text{ kg/cm}^2$$

c) Bočné rázy vozidel :

$$c. \varphi = 0,1422 \cdot 1,42 > 0,05 \text{ rozhoduje odstředivá síla}$$

Namáhání hlavního vnějšího nosníku od zatížení

celkového :

$$\text{hor. pás max } \gamma = -1156 - (54 - 49) - 17 - 20 - 35 = \underline{1233 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\text{dol. pás max } \gamma = +1278 + 49 + 20 + 35 = \underline{1382 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\gamma_{\text{dovol}} = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

B) Pro vnitřní hlavní nosník

a) Vitr :

$$\text{Svislé přetížení : } M_w = 13,78 \text{ tm}$$

$$\gamma_w = \frac{1378000}{27400} = 50 \text{ kg/cm}^2$$

Vodorovný účinek : S = 10,81 t

$$\text{namáhání } \gamma = \frac{10810}{227,0} = 48 \text{ kg/cm}^2$$

Místní moment:

$$M_{opw} = 0,1315 \text{ tm}$$

$$\text{namáhání } \nu = \frac{13150}{920} = \pm 14,0 \text{ kg/cm}^2$$

b, Brzdné síly:

$$B = 11,25; \quad \nu_B = \frac{11250}{588,8} = 19,3 \text{ kg/cm}^2$$

c, od momentu:

$$\nu_B'' = \frac{990000}{27400} = 36 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání vnitřního hlavního nosníku od namáhání celkového:

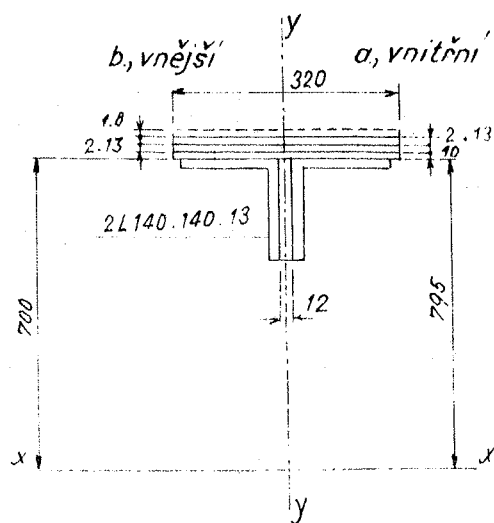
$$\text{hor. pás max } \nu = 1289 + (50 - 48) + 14 + 19 + 36 = 1360 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{dol. pás max } \nu = 1155 + 50 + 19 + 36 = 1260 \text{ kg/cm}^2$$

## Bezpečnost horního (tlačeného) pásu proti vybočení.

a, Vnější hlavní nosník

$$F = 201,42 \text{ cm}^2$$



Statický moment neoslabeného pásu k ose x:

$$S_x = 115 \cdot 20 \cdot 81,3 + 69 \cdot 42 \cdot 75,52 + 16 \cdot 8 \cdot 72,5 = 15820 \text{ cm}^3$$

Moment setrvačnosti k ose Y:

$$J_y = 12520 \text{ cm}^4$$

$$\text{Poloměr setrvačnosti: } i_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{12520}{201,42}} = 7,9 \text{ cm}$$

volná délka prutu (vzdálenost příhrad)  $S_k = 1,815 \text{ cm}$

$$\text{štíhlostní poměr } \lambda = \frac{S_k}{i_y} = \frac{1,815}{7,90} = 23,0 \dots c = 1,140$$

$$\text{Osová síla v páse: } P = \frac{\max M \cdot S_x}{J_x} = \frac{363,48 \cdot 15820}{2718000} = 212 \text{ t}$$

$$\nu = \frac{c \cdot P}{F} = 1,140 \cdot \frac{212000}{201,42} = -1200 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání od odstředivé síly:

$$M_F = 79,5 \text{ tm}, \quad Q_F = 41,9 \text{ t}$$

$$\nu = \frac{Q_F}{F} = \frac{41900}{201,42} = + 208 \text{ kg/cm}^2$$

místní moment :  $M = 0,780 \text{ tm}$

$$\nu = \frac{M}{W_y} = 100,0 \text{ kg/cm}^2$$

Čelkové namáhání:

$$\max \nu = - 1200 + 208 - 100,0 = - 1092 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu_{\text{dovol}} = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

b, Vnitřní hlavní nosník:

$$F = 227,0 \text{ cm}^2$$

$$S_x = 32 \cdot 44 \cdot 72,2 + 69,42 \cdot 66,02 + 16,8 \cdot 63 = 15800 \text{ cm}^3$$

Moment setrvačnosti k ose Y:

$$J_y = 14700 \text{ cm}^4$$

Poloměr setrvačnosti:  $i_y = \sqrt{\frac{14700}{227,0}} = 8,05 \text{ cm}$

$$S_k = 1,815 \text{ m}, \quad \lambda = \frac{181,5}{7,30} = 22,6 \dots \dots c = 1,138$$

$$P = \frac{31650 \cdot 15800}{2039500} = 216,6, \quad \nu = 1,138 \cdot \frac{216600}{227,0} = 1088 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání od odstředivé síly:

$$M_F = 39,75 \text{ tm}, \quad Q_F = 20,95 \text{ t}$$

$$\nu = 1,138 \cdot \frac{20950}{227} = - 105 \text{ kg/cm}^2$$

místní moment:

$$M = 0,390 \text{ tm}$$

$$\nu = \frac{M}{W_{y_{\text{osl}}}} = \pm 42 \text{ kg/cm}^2$$

Čelkové namáhání:

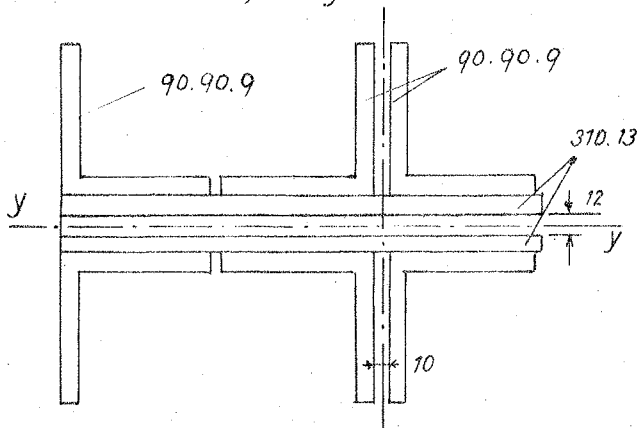
$$\max \nu = - 1088 - 105 - 42 = - 1235 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu_{\text{dovol}} = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

## Výpočet svislic

a, Vnější hlavní nosník

1, Krajiní svislice



$$\max Q = A = 108,80 \text{ (str. 18.)}$$

$$F = 6 \cdot 15,39 + 31,0 \cdot 3,8 = 210,00 \text{ cm}^2$$

$$J_y = \frac{1}{12} \cdot 31,0 \cdot 3,8^3 = 42,00 \text{ cm}^4$$

$$6 \cdot 427$$

$$2562,00$$

$$J_y = 2604,00 \text{ cm}^4$$

$$\text{Volná délka } s_k = 159,0 - 2 \cdot 4,0 = 151,6 \text{ cm}$$

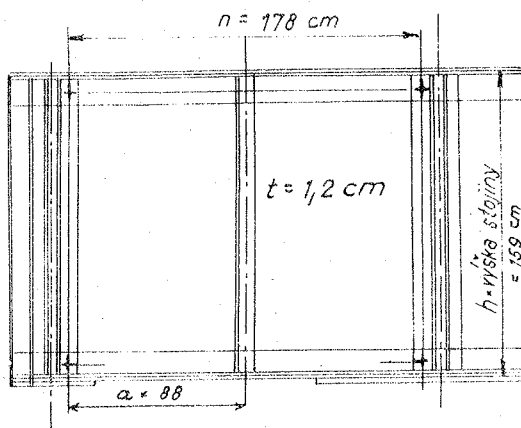
$$i_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{2604}{210,0}} = 3,52 \text{ cm}, \quad \lambda = \frac{151,6}{3,52} = 42,9 \dots c-1,288$$

$$\text{namáhání } \gamma = \frac{1,288 \cdot 10880}{210,0} = 666 \text{ kg/cm}^2$$

b, Vnitřní hlavní nosník (se pro nízké namáhání neproказује)

## Výpočet vyboulení stojiny (pro vnější hl. nosník)

počítáno na největší posouvající sílu.



Pro  $n > h$  platí

$$\tau_k = \left( 11000 + \frac{7500}{\left( \frac{a}{h} \right)^2} \right) \cdot \left( \frac{t}{h} \right)^2 \dots t/\text{cm}^2$$

$$\tau_k = \left( 11000 + \frac{7500}{\left( \frac{88}{159} \right)^2} \right) \cdot \left( \frac{1,2}{159} \right)^2 = 2,020 \text{ t/cm}^2$$

Podporový tlak:  $A = 108,80 \text{ t}$

$$\tau = \frac{A}{t \cdot h} = \frac{108,80}{1,2 \cdot 159} = 0,570 \text{ t/cm}^2$$

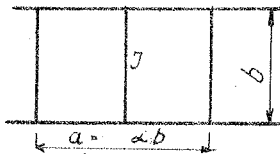
Míra bezpečnosti proti vyboulení:

$$\mu = \frac{\tau_k}{\tau} = \frac{2,020}{0,570} = 3,5 > 2$$



## 2, Stabilita vyztuřujících uhlíků :

(podle Timošenko)



L 90.90.9



$$J = 350 \text{ cm}^4$$

$$J_{potř} = \gamma \cdot 0,0916 \text{ bt}^3$$

$$\gamma = \frac{4,5}{\lambda^2} \left( 1 + \frac{2,5}{\lambda^2} \right) \quad 1 < \lambda < 3$$

$$\lambda = \frac{1,785}{1,59} = 1,123$$

$$\gamma = \frac{4,5}{1,123^2} \left( 1 + \frac{2,5}{1,123^2} \right)$$

$$\gamma = 10,6$$

$$J_{potř} = 10,6 \cdot 0,0916 \cdot 159 \cdot 1,23$$

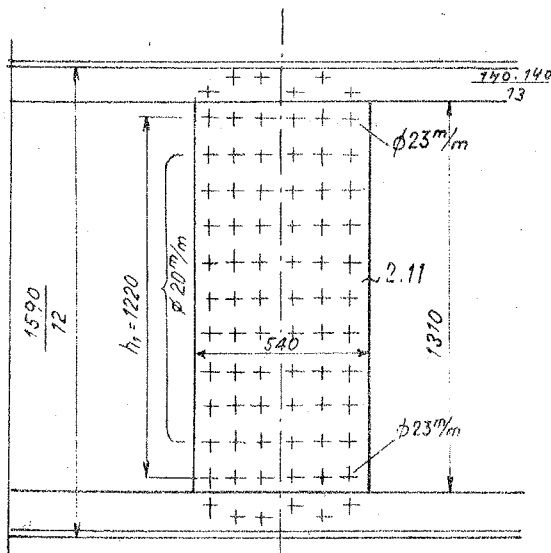
$$= 267 \text{ cm}^4$$

$$J_{provedené} > J_{potř}$$

## Výpočet styků :

a, Vnější hlavní nosník

Styk stojiny



Stojina 1590.12 jest kryta dvěma stykovými příložkami

$$1310 \cdot 11$$

$$F_{st} = 159,0 \cdot 1,2 = 190,8 \text{ cm}^2$$

$$F_{st}^{osl} = 190,8 - (4 \cdot 2,3 + 9 \cdot 2) \cdot 1,2 = 158,2 \text{ cm}^2$$

$$F_{pr} = 2 \cdot 131,0 \cdot 1,1 = 288 \text{ cm}^2$$

$$F_{pr}^{osl} = 288 - 2 \cdot (2 \cdot 2,3 + 9 \cdot 2) \cdot 1,2 = 233,80 \text{ cm}^2$$

$$F_{pr}^{osl} > F_{st}^{osl}$$

$$J_{st}^{osl} = 341700 \text{ cm}^4; \quad J_{pr}^{osl} = 0,85 \cdot 2,2 \cdot 187340 = 350000 \text{ cm}^4$$

$$J_{pr}^{osl} > J_{st}^{osl}$$

Moment ve styku:  $M_x = 362,20 \text{ tm}$

Z tohoto momentu přejímá stojina část:

$$M^{st} = 362,20 \cdot \frac{341700}{2363500} = 52,4 \text{ tm}$$

Napětí v nýtech:

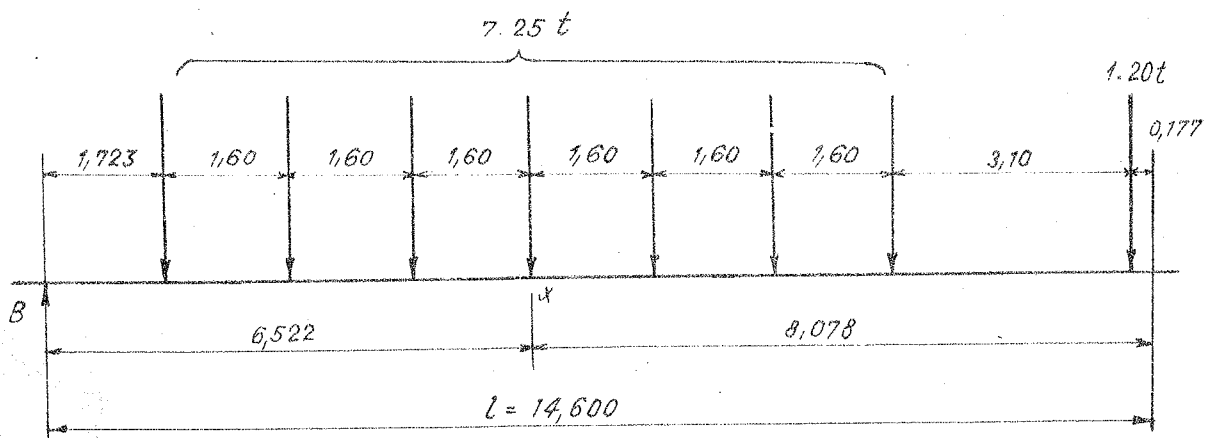
1, Od ohybového momentu:

$$\tau_1 = f \cdot \frac{M^{st}}{F_{L1} \cdot h_1}; \quad f = 0,1515; \quad F_{L1} = 2,76 \text{ cm}^2; \quad h_1 = 122,0 \text{ cm}$$

$$\tau_1 = 0,1515 \cdot \frac{5240000}{2,76 \cdot 122,0} = 2355 \text{ kg/cm}^2$$

2, od posouvající síly

Príslušná posouvající síla k stykovému momentu:



a, od zatížení stálého:

$$\frac{9h}{2} = 1,05 \text{ t/m'}$$

$$Q_{gx} = \frac{1}{2} \cdot 1,05 \cdot 14,600 - 1,05 \cdot 6,522 = 0,81 \text{ t}$$

b, od zatížení pohyblivého:

$$B = \frac{25,0}{14,600} (12,877 + 11,277 + 9,677 + 8,077 + 6,477 + 4,887 + 3,277) + \frac{20,0}{14,600} \cdot 0,177 = 97,0 + 0,2 = 97,2 \text{ t}$$

$$Q_{px} = 97,2 - 75,0 = 22,2 \text{ t}$$

$$\max Q_x = Q_{gx} + \mu_a \cdot Q_{px}$$

$$\mu_a = \frac{1}{2} + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 = 0,5913; \quad \gamma = 1,42$$

$$\max Q_x = 0,81 + 1,42 \cdot 0,5913 \cdot 22,2 = 19,46 \text{ t}$$

Namáhání v nýtech od posouvající síly:

Provedeno  $6 \phi 23 \text{ mm} + 27 \phi 20 \text{ mm}$  v  $12 \text{ mm}$  plechu

$$s F_L = (6 \cdot 2,3 + 27 \cdot 2,0) \cdot 1,2 = 81,5 \text{ cm}^2$$

$$\tau_2 = \frac{19460}{81,5} = 239 \text{ kg/cm}^2$$

Největší namáhání nýtů:  $\phi 23 \text{ mm}$  v 1. řadě

$$\max \tau = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} = \sqrt{2355^2 + 239^2} = 2365 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$$

max namáhání nýtů  $\phi 20 \text{ mm}$  v 2. řadě:

$$\tau_1 = 2355 \frac{48,8}{61} \cdot \frac{2,3}{2,0} = 2165 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_2 = 239 \text{ kg/cm}^2$$

$$\max \tau = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} = 2175 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$$

Styk úhelníků:

Úhelník  $140.140.13$  s plochou  $F_A = 34,71 \text{ cm}^2$  a

$$F_A^{osl} = 34,71 - 2,3 \cdot 1,3 = 31,72 \text{ cm}^2 \text{ jest kryt úhelníkem } 130.130.17$$

$$s F_B = 41,31 \text{ cm}^2 \text{ a } F_B^{osl} = 41,31 - 2,3 \cdot 1,7 = 37,40 \text{ cm}^2$$

$$F_B > F_A ; F_B^{osl} > F_A^{osl}$$

$$\text{Počet nýtů: } n = \frac{31,72 \cdot 1,3}{41,5 \cdot 1} = 10$$

Provedeno  $10 \phi 23 \text{ mm}$  jednostrážných

$$F_S > F_A, F_A^{osl} \quad \text{u spod. pasu: } L 130.120.17$$

$$F_0 = 41,31 - 2,3 \cdot 1,7 - 1,0 \cdot 1,7 = 35,70 \text{ cm}^2 > F_A^0$$

Vnitřní hlavní nosník:

$$h_1 = 103,0 \text{ cm}$$

Stojina  $1400.12$  jest kryta dvěma stykovými příložkami  $1120.12$

$$F_{st} = 1400 \cdot 1,2 = 168,0 \text{ cm}^2$$

$$F_{st}^{osl} = 168,0 - 11 \cdot 2,3 \cdot 1,2 = 137,64 \text{ cm}^2$$

$$F_{pr} = 2 \cdot 112,0 \cdot 1,2 = 268,8 \text{ cm}^2$$

$$F_{pr}^{osl} = 268,8 - 2 \cdot 9 \cdot 2,3 \cdot 1,2 = 219,20 \text{ cm}^2$$

$$F_{pr}^{osl} > F_{st}^{osl}$$

$$J_{st}^{osl} = 233400 \text{ cm}^4; \quad J_{pr}^{osl} = 0,85 \cdot 2,4 \cdot 117077 = 238600 \text{ cm}^4$$

$$J_{pr}^{osl} > J_{st}^{osl}$$

Moment ve styku:  $M_x = 315,60 \text{ tm}$

Z toho momentu přejímá stojina část:

$$M_{st} = 315,60 \cdot \frac{233400}{2039500} = 36,1 \text{ tm}$$

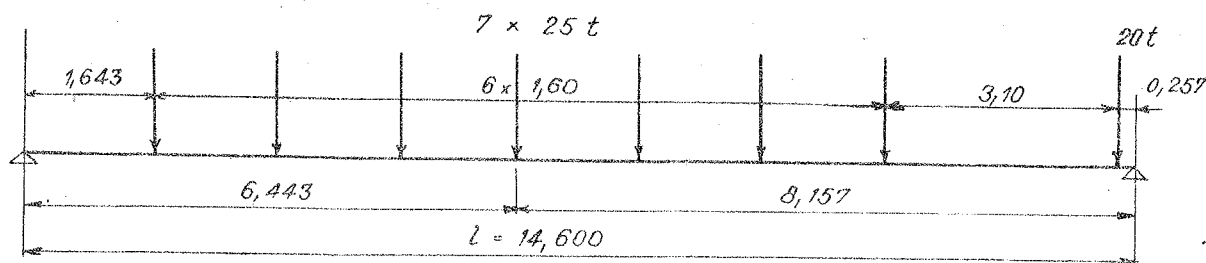
Napětí v nýtech:

1, od ohybového momentu:  $f = 0,1778; F_l = 2,76 \text{ cm}^2$

$$\tau_1 = 0,1778 \cdot \frac{3610000}{2,76 \cdot 103,0} = 2280 \text{ kg/cm}^2$$

2, od posouvající síly:

Príslušná posouvající síla k stykovému momentu:



a, od zatížení stálého:

$$Q_{gx} = \frac{1}{2} \cdot 1,05 \cdot 14,600 - 1,05 \cdot 6,443 = 0,91 \text{ t}$$

b, od zatížení pohyblivého:

$$B = \frac{7 \cdot 25,0}{14,600} \cdot 8,157 + \frac{20,0}{14,600} \cdot 0,257 = 98,35 \text{ t}$$

$$Q_{px} = 98,35 - 75,0 = 23,35 \text{ t}$$

$$\max Q_x = Q_{gx} + \mu_i \cdot \beta \cdot Q_{px}; \quad \mu_i = 0,5088; \quad \beta = 1,42$$

$$\max Q_x = 0,91 + 0,5088 \cdot 1,42 \cdot 23,35 = 17,77 \text{ t}$$

Namáhání v nýtech od posouvající síly:

Provedeno: 6  $\phi$  23 mm a 21  $\phi$  20 mm v 12 mm plechu

$$s F_l = (6 \cdot 2,3 + 21 \cdot 2,0) 1,2 = 67 \text{ cm}^2$$

$$\tau_2 = \frac{17770}{67} = 265 \text{ kg/cm}^2$$

Největší namáhání nýtů  $\phi 23 \text{ mm}$  v 1. řadě

$$\max \sigma = \sqrt{2280^2 + 265^2} = 2310 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$$

Největší namáhání nýtů  $\phi 20 \text{ mm}$  v 2. řadě

$$\tau_1 = 2280 \cdot \frac{39}{51,5} \cdot \frac{2,3}{2,0} = 1985 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_2 = 265 \text{ kg/cm}^2$$

$$\max \tau = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} = 2005 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$$

Styky pásnic a úhelníků stejné jako u vnějšího hlavního nosníku:

3, Podélníky na koncích hlavních nosníků:

$$\text{Rozpětí: } l = 1,52 \text{ m}$$

Zatížení:  $a$ , stálé  $G = 0,43 \text{ t/m}$  ..... pro jeden podélník

$$A_g = \frac{1}{2} \cdot 0,43 \cdot 1,52 = 0,325 \text{ t}$$

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 0,43 \cdot 1,52^2 = 0,124 \text{ tm}$$

$b$ , pohyblivé ..... pro jednu kolej

$$A_p = \frac{\theta + (1,52 - \theta) \cdot 25}{1,52} = 25 \text{ t}$$

$$M_p = 8,75 + 6,25 \cdot 0,12 = 9,50 \text{ tm}$$

$a$ , Vnitřní podélník:

$$\max M_g = 0,124 \text{ tm}$$

$$l = 1,60; \max M_p = 9,5 \cdot 1,60 = 15,20 \text{ tm}$$

$$K_i = 0,5 - \frac{0 + \frac{l-i}{2}}{b}, \quad 0 = -0,034$$

$$\frac{l-i}{2} = -0,058$$

$$K^i = 0,5 + 0,038 = 0,538$$

$$M_{gx} = 0,124 \text{ tm}$$

$$M_{px} = 15,20 \cdot 0,538 = 8,19 \text{ tm}$$

$$\max M_x = 8,314 \text{ tm}$$



Namáhání od vedlejšího zatížení:

a, Vítr:

1, Tlak větru na pohyblivé zatížení:

$$h_{w_1} = 2,18 \text{ m}$$

$$W_v^s = 0,525 \cdot \frac{2,18}{1,90} = 0,603 \text{ t/m'}$$

$$\max M_w = \frac{1}{8} \cdot 0,603 \cdot 1,52^2 = 0,174 \text{ tm}$$

$$\gamma_w = \frac{17400}{1030} = 17 \text{ kg/cm}^2$$

2, Vodorovný účinek větru:

$$1, \text{ na konstrukci: } W_t = 0,15 \cdot (0,16 + 0,24 + \frac{0,36}{2}) = 0,15 \cdot 0,58 = 0,087 \text{ t/m'}$$

$$2, \text{ na pohybl. zatížení: } W_v = 0,15 \cdot 3,5 = 0,525 \text{ t/m'}$$

$$q_w = W_t + W_v = 0,087 + 0,525 = 0,612 \text{ t/m'}$$

$$M_w = \frac{1}{8} \cdot 0,612 \cdot 1,52^2 = 0,177 \text{ tm}$$

$$M_w^p = 0,177 \cdot 0,206 = 0,0365 \text{ tm}$$

$$\text{namáhání } \gamma = \frac{3650}{94,6} = 38 \text{ kg/cm}^2$$

od momentu:

$$M = \pm B \cdot \frac{h}{2}$$

$$= 1,25 \cdot 0,175 = 0,219 \text{ tm}$$

b, Brzdné síly:

$$l = 1,52; \quad P = 25 \text{ t}; \quad B = \frac{1}{2} \cdot \frac{25}{10} = 1,25 \text{ t}$$

$$F_2^{osl} = 96,1 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_B = \frac{1250}{94,4} = 13 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma = \frac{21900}{1030} = 21 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání nosníku od zatížení celkového:

$$\max \gamma = 1043 + 17 + 38 + 13 + 21 = 1122 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{dov.}} = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

Posouvající síla pro jeden nosník:

$$\text{od zatížení stálého: } Q_{1g} = A_g = 0,325 \text{ t/m'}$$

od zatížení pohyblivého:  $Q_{1p} = A_p = 25,0 \text{ t}$

$$\gamma Q_{p_i} = \gamma \cdot K'_i \cdot Q_p; \quad K'_i = 0,5 - \frac{0 + \frac{e-l}{2}}{b}; \quad 0 = -0,052$$

$$K'_i = 0,5 - \frac{0,090}{1,9} = 0,547 \quad \frac{\frac{e-l}{2} = -0,038}{-0,090}$$

$$\max Q_i = 0,325 + 1,60 \cdot 0,547 \cdot 25 = 22,195 \text{ t}$$

Napětí v krčnících nýttech vnitřního nosníku:

Předpokládány nýty  $\phi 23 \text{ mm}$  v  $12 \text{ mm}$  plechu s

$$F_l = 2,76 \text{ cm}^2; \text{ vzdálenost nýtů } e = 9,0 \text{ cm};$$

$$S_{x'} = 556,0 \text{ cm}^3$$

$$J_{x'} = 19531 \text{ cm}^4$$

$$\tau_1 = \frac{22195 \cdot 9 \cdot 556}{19531 \cdot 2,76} = 2055 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_2 = \frac{1,60 \cdot 0,547 \cdot 25000 \cdot 9}{60 \cdot 2,76} = 1190 \text{ kg/cm}^2$$

$$\max \tau = \sqrt{2055 + 1190} = 2375 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{\text{dov}} = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

Vnější podélník

$$K_a = 0,563$$

$$K_a = 0,5 + \frac{0+e}{b}$$

$$0 = -0,034; \quad l = 0,154$$

$$\frac{0+e}{b} = \frac{-0,034 + 0,154}{1,9} = 0,063$$

$$\max M_x = 0,124 + 0,563 \cdot 15,20 = 8,675 \text{ tm}$$

$$W_{\text{dol}}^{\text{osl}} = 820 \text{ cm}^3; \quad W_{\text{hor}}^{\text{osl}} = 1030 \text{ cm}^3$$

$$\text{namáhání } \gamma_{\text{dol}} = \frac{867500}{820} = 1058 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{namáhání } \gamma_{\text{hor}} = \frac{867500}{1030} = 843 \text{ kg/cm}^2$$

Vodorovný účinek celé odstřed. síly:

$$M = 2 \cdot 0,223 = 0,446 \text{ tm}$$

$$\gamma = \frac{44600}{94,60} = 471 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání nosníku od hlavního zatížení:

$$\gamma = 843 + 471 = 1314 \text{ kg/cm}^2$$



Namáhání nosníku od zatížení celkového:

$$\max p = 1314 + 17 + 38 + 13 + 21 = 1403 \text{ kg/cm}^2 < 1500$$

Posouvající síla pro jeden nosník:

$$K'_g = 0,5 + \frac{0 + e}{b}$$

$$0 = -0,018$$

$$e = \frac{+0,154}{0,136}$$

$$K'_g = 0,572$$

$$\max Q_1 = 0,325 + 1,60 \cdot 0,572 \cdot 25 = 23,20 \text{ t}$$

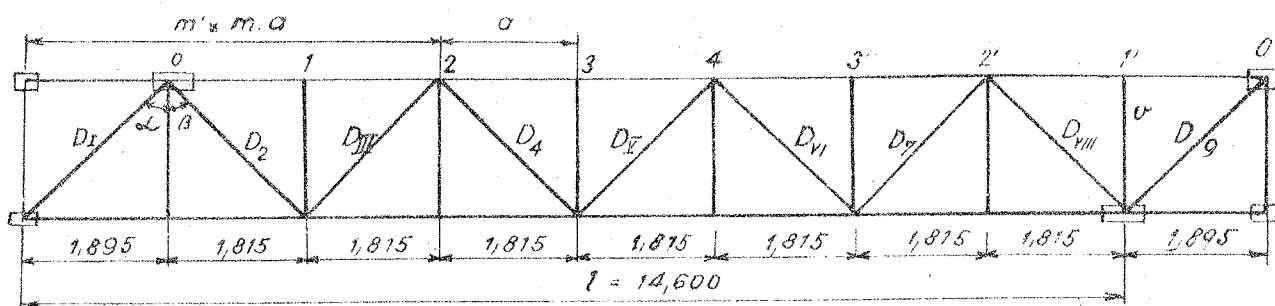
Napětí v krčnicích nýtech vnějšího nosníku:

$$\text{Nýty } \phi \text{ 23 mm v 12 mm stojně; } F_1 = 2,76 \text{ cm}^2; e = 9 \text{ cm}$$

$$\tau_1 = \frac{23200 \cdot 9 \cdot 550}{19531 \cdot 2,76} = 2155 \text{ kg/cm}^2; \quad \tau_2 = \frac{1,60 \cdot 0,572 \cdot 2500 \cdot 9}{60 \cdot 2,76} = 1245 \text{ kg/cm}^2$$

$$\max \tau = \sqrt{2155^2 + 1245^2} = 2480 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4. Zavětrování



Vyšetříme síly jen pro část nosníku 0'-4; Na tyto síly dimensujeme přibližně celé zavětrování

1. Vitr na konstrukci

$$W_t = 0,273 \text{ t/m'} \quad (\text{str. 19})$$

$$\text{pro nestejně oddíly platí: } {}^1Q_{n-1,n} = \frac{W_t}{2} (l - 2m' + a)$$

$$\text{Vodorovné posouvající síly: } {}^1A = \frac{0,273}{2} \cdot 14,60 = 1,99 \text{ t}$$

$${}^1Q_{0-1'} = \frac{0,273}{2} (14,600 - 2 \cdot 1,895 + 1,895) = 0,137 \cdot 12,705 = 1,74 \text{ t}$$

$${}^1Q_{1'-2'} = 0,137 (14,600 - 2 \cdot (1,895 + 1,815) + 1,815) = 0,137 \cdot 8,995 = 1,23 \text{ t}$$

$$^1Q_{2'-3'} = 0,137 (14,600 - 2 \cdot (1,895 + 2 \cdot 1,815) + 1,815) = 0,137 \cdot 5,365 = 0,73 t$$

$$^1Q_{3'-4} = 0,137 (14,600 - 2 \cdot (1,895 + 3 \cdot 1,815) + 1,815) = 0,137 \cdot 1,735 = 0,24 t$$

2, Vítr na pohyblivé zatížení:  $W_v = 3,5 \cdot 0,15 = 0,525 t/m'$

pro nestejné oddíly platí:  $^2Q_{n-1,n} = \frac{W_v}{2} \cdot \frac{(L-m')^2}{L-a}$

$$^2A = \frac{0,525}{2} \cdot 14,600 = 3,83 t$$

$$^2Q_{0-1} = \frac{0,525}{2} \cdot \frac{(14,600 - 1,895)^2}{14,600 - 1,895} = 0,2625 \cdot 12,705 = 3,34 t$$

$$^2Q_{1'-2'} = 0,2625 \cdot \frac{[14,600 - (1,895 + 1,815)]^2}{14,600 - 1,815} = 0,2625 \cdot 9,26 = 2,43 t$$

$$^2Q_{2'-3'} = 0,2625 \cdot \frac{[14,600 - (1,895 + 3,63)]^2}{12,785} = 0,2625 \cdot 6,45 = 1,69 t$$

$$^2Q_{3'-4} = 0,2625 \cdot \frac{[14,600 - (1,895 + 5,445)]^2}{12,785} = 0,2625 \cdot 4,13 = 1,08 t$$

3, Bočné rázy vozidel:  $S = 0,05 \cdot \Sigma P_i$ ,  $c \cdot d > 0,05$  rozhoduje

4, Odstředivá síla

$$^4A = 121 t$$

$$x_1 = 1,895; \quad l_{x_1} = 12,705 m; \quad ^4Q_{0'-1'} = \frac{840 + (12,705 - 9,6) \cdot 175}{14,600} = 94,8 t$$

$$x_2 = 3,715; \quad l_{x_2} = 10,89 m; \quad ^4Q_{1'-2'} = \frac{840 + (10,89 - 9,6) \cdot 175}{14,600} = 73,0 t$$

$$x_3 = 5,530; \quad l_{x_3} = 9,075 m; \quad ^4Q_{2'-3'} = \frac{600 + (9,075 - 8,0) \cdot 150}{14,600} = 52,1 t$$

$$x_4 = 7,345; \quad l_{x_4} = 7,26 m; \quad ^4Q_{3'-4} = \frac{400 + (7,26 - 6,4) \cdot 125}{14,600} = 34,4 t$$

$$^4Q_{n-1,n} = c \cdot \sqrt[4]{Q_{pn-1,n}}$$

$$^4A = 0,1422 \cdot 1,42121 = 24,45 t$$

$$^4Q_{0'-1'} = 0,1422 \cdot 1,42 \cdot 94,8 = 19,15 t$$

$$^4Q_{1'-2'} = 0,202 \cdot 73,0 = 14,75 t$$

$$^4Q_{2'-3} = 0,202 \cdot 52,1 = 10,52 t$$

$$^4Q_{3'-4} = 0,202 \cdot 34,4 = 6,95 t$$

Největší posouvající síly:  $\max Q_{n-1,n} = \sum_1^4 Q_{n-1,n}$

$$\max A = 1,99 + 3,83 + 24,45 = 30,27 t$$

$$\max Q_{0-1} = \frac{1}{2} (1,74 + 3,34 + 19,15) = 12,12 t$$

$$\max Q_{1-2} = 1,23 + 2,43 + 14,75 = 18,41 t$$

$$\max Q_{2-3} = 0,73 + 1,69 + 10,52 = 12,89 t$$

$$\max Q_{3-4} = 0,24 + 1,08 + 6,95 = 8,27 t$$

Osové síly v prutech horního zavětrování:

Tah nebo tlak :  $D_n = \pm \frac{\max Q_{n-1,n}}{\cos \alpha, \beta}$

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{b} = \frac{\sqrt{1,895^2 + 1,9^2}}{1,90} = 1,417; \quad \frac{1}{\cos \beta} = \frac{\sqrt{1,815^2 + 1,9^2}}{1,90} = 1,383$$

$$D_9 = 1,417 \cdot 12,12 = +17,17 \text{ t}$$

$$D_I = -17,17 \text{ t}$$

$$D_{VIII} = 1,383 \cdot 18,41 = -25,50 \text{ t}$$

$$D_2 = 1,383 \cdot 24,23 = +33,55 \text{ t}$$

$$D_7 = 1,383 \cdot 12,89 = +17,80 \text{ t}$$

$$D_{III} = -25,50 \text{ t}$$

$$D_{VI} = 1,383 \cdot 8,27 = -11,45 \text{ t}$$

$$D_4 = +17,80 \text{ t}$$

$$D_V = -11,45 \text{ t}$$

Prut  $D_I$  : -17,17 t

$$d = \sqrt{1,895^2 + 1,9^2} = 2,69 \text{ m}$$

2L 100. 100. 10

$$F = 2 \cdot 19 = 38 \text{ cm}^2$$

$$e = 2,87 \text{ cm}; \quad l = 3,08 \text{ cm}$$

$$W = \frac{2 \cdot 180}{2,87} = 125,3 \text{ cm}^3$$

$$\lambda = \frac{269}{3,08} = 87,4, \quad c = 1,811$$

$$\gamma_1 = \frac{17170}{38} \cdot 1,811 = 819 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_2 = \frac{17170 \cdot 3,37}{125,3} = 461$$

$$\max \gamma = 1280 \text{ kg/cm}^2 < 1300 \text{ kg/cm}^2$$

Připojení : 6  $\phi$  20 mm

$$\tau = \frac{17170}{3,14 \cdot 6} = 910 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$$

Prut  $D_9$  : +17,17 t

2L 90. 90. 9

$$F = 2 \cdot 15,39 \text{ cm}^2$$

$$F_0 = 2 \cdot (15,39 - 1,8)$$

$$e = 2,58 \text{ cm}$$

$$W = \frac{2 \cdot 118,10}{2,58} = 91,5 \text{ cm}^3$$

$$v_1 = \frac{17170}{2 \cdot 13,59} = 632 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_2 = \frac{17170 \cdot 3,08}{91,5} = 578 \text{ ---}$$

$$\max v = 1210 \text{ kg/cm}^2 < 1300 \text{ kg/cm}^2$$

Připojení 6  $\phi$  20 m/m

$$\tau = 910 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$$

Prut  $D_2$  : + 32,550 t

2 L 120. 120. 12

$$F = 2 \cdot 27,36 \text{ cm}^2$$

$$F_0 = 2(27,36 - 2,3 \cdot 1,2) =$$

$$= 2 \cdot 24,60 \text{ cm}^2$$

$$e = 3,44 \text{ cm}$$

$$W_x = \frac{2 \cdot 373,3}{3,44} = 217 \text{ cm}^3$$

$$v_1 = \frac{33550}{2 \cdot 24,60} =$$

$$681 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_2 = \frac{33550 \cdot 3,94}{217} =$$

$$609 \text{ ---}$$

$$\max v = 1290 \text{ kg/cm}^2 < 1300 \text{ kg/cm}^2$$

Připojení: 8  $\phi$  23 m/m

$$\tau = \frac{33550}{4,15 \cdot 8} =$$

$$1010 \text{ kg/cm}^2 \approx 1000 \text{ kg/cm}$$

Prut  $D_{III}, D_{VIII}$  : - 25,50 t

2 L 120. 120. 11

$$F = 2 \cdot 25,19 \text{ cm}^2,$$

$$e = 3,41 \text{ cm}; \quad i = 3,71 \text{ cm}$$

$$W = \frac{2 \cdot 346,2}{3,41} = 203 \text{ cm}^3$$

$$d = \sqrt{1,815^2 + 1,90^2} = 2,625 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{262,5}{3,71} = 70,8;$$

$$c = 1,573$$

$$v_1 = \frac{25550 \cdot 1,573}{2 \cdot 25,19} =$$

$$797 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_2 = \frac{25550 \cdot 3,91}{203} =$$

$$493 \text{ ---}$$

$$\max v = 1290 \text{ kg/cm}^2 < 1300$$

Prípojení : 6  $\phi$  23 m/m

$$\tau = \frac{25500}{4,15 \cdot 6} = 1027 \text{ kg/cm}^2 \approx 1000 \text{ kg/cm}^2$$

Prut  $D_4, D_7$  : + 17,80 t

2L 90.90.9

$$F_0 = 2 \cdot 13,59 \text{ cm}^2, \quad e = 2,58 \text{ cm}, \quad W_x = 91,5 \text{ cm}^3$$

$$\nu_1 = \frac{17800}{2 \cdot 13,59} = 659 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu_2 = \frac{17800 \cdot 3,08}{91,5} = 599 \text{ --}$$

$$\max \nu = 1258 \text{ kg/cm}^2 < 1300 \text{ kg/cm}^2$$

Prípojení : 6  $\phi$  20 m/m

$$\tau = \frac{17800}{3,14 \cdot 6} = 945 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 1000 \text{ kg/cm}^2$$

Prut  $D_V, D_{VII}$  : - 11,45 t

2L 90.90.9

$$F = 2 \cdot 15,39 \text{ cm}^2, \quad e = 2,58 \text{ cm}, \quad W_x = 91,5 \text{ cm}^3$$

$$d = 262,5 \text{ cm}, \quad l = 2,77; \quad \lambda = \frac{262,5}{2,77} = 95$$

$$c = 1,947$$

$$\nu_1 = \frac{11450 \cdot 1,947}{2 \cdot 15,39} = 725 \text{ kg/cm}^2$$

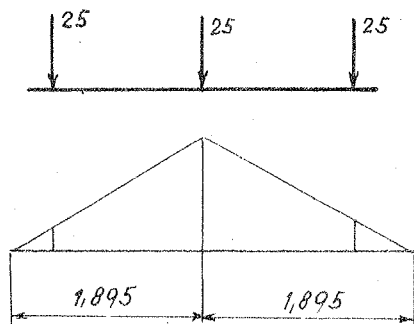
$$\nu_2 = \frac{11450 \cdot 3,08}{91,5} = 340 \text{ --}$$

$$\max \nu = 1065 \text{ kg/cm}^2 < 1300$$

Prípojení : 6  $\phi$  20 m/m

$$\tau = \frac{11450}{6 \cdot 3,14} = 610 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$$

Prut V :



70.70.8



$$^{12}Q = \frac{1}{2} (0,273 + 0,525) (1,815 + 1,895) \\ = 1,48 \text{ t}$$

$$^4Q = \frac{1}{2} 0,202 \cdot 25 \left( 1 + \frac{0,215}{1,815} + \frac{0,385}{1,895} \right)$$

$$^4Q = 3,32 \text{ t}$$

$$\max V = 3,32 + 1,48 = 4,80 \text{ t}$$

$$F = 2 \cdot 10,56 = 21,12 \text{ cm}^2$$

$$i_x = 2,14 \text{ cm}$$

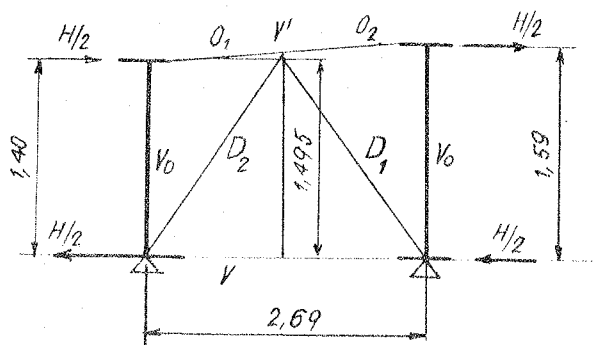
$$e_x = 190 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{190}{2,14} = 89, \quad c = 1,838$$

$$\sigma = \frac{1,838 \cdot 4800}{21,12} = 418 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 1300 \text{ kg/cm}^2$$

### Příčné ztužení



Vodorovné reakce :

1, Vítr na konstrukci zatíženou :

$$A_{W1} = \frac{1}{2} \cdot w_t \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 0,273 \cdot 14,60 = 1,99 \text{ t}$$

2, Vítr na pohyblivé zatížení :

$$A_{W2} = \frac{1}{2} \cdot w_v \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 0,525 \cdot 14,60 = 3,83 \text{ t}$$

3, Odstředivá síla :

$$A_{W3} = 0,1422 \cdot 1,42 \cdot 121 = 24,45 \text{ t}$$

$$\max A = 1,99 + 3,83 + 24,45 = 30,270 \text{ t}$$

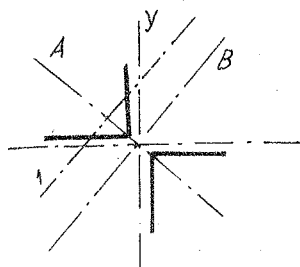
V šikmé rovině příčného ztužení :

$$\max A_s = 30,270 \cdot \frac{2,69}{1,9} = 42,90 \text{ t}$$

$$\text{Osové síly v příčkách: } D = \frac{1}{2} 42,9 \frac{\sqrt{1,345^2 + 1,495^2}}{1,345} = 31,9 \text{ t}$$

$$\text{Příčka } D_1: \underline{\underline{- 31,9 \text{ t}}}$$

$$\underline{\underline{2 \text{ L } 90.90.11}}$$



$$F = 2 \cdot 18,59 \text{ cm}^2; J_x = J_y = 2 \cdot 324,8 \text{ cm}^4$$

$$d = \sqrt{1,345^2 + 1,375^2} = 1,92 \text{ m}$$

$$i_A = 3,46$$

$$J_A = 2 \cdot 222,2 = 444,4 \text{ cm}^4$$

$$J_{xy} = 649,6 - 444,4 = 205,2 \text{ cm}^4$$

$$J_B = 649,6 + 205,2 = 854,8 \text{ cm}^4$$

$$i_B = \sqrt{\frac{854,8}{2 \cdot 18,59}} = 4,8 \text{ cm}$$

$$i_1 = 1,76 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \frac{192}{3,46} = 55,5; \quad c_A = 1,403$$

$$\lambda_B = \frac{192}{4,8} = 40,0 \quad c_B = 1,264$$

$$\lambda_1 = \frac{62}{1,76} = 35,0 \quad c_1 = 1,225$$

$$\frac{c_1 \cdot c_B}{1,12} = \frac{1,225 \cdot 1,264}{1,12} = 1,382 < 1,403$$

$$N = \frac{1,403 \cdot 31900}{2 \cdot 18,59} = \underline{\underline{1207 \text{ kg/cm}^2}} < 1300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Připojení: } \underline{\underline{8 \phi 23 \text{ m/m}}}$$

$$\gamma = \frac{31900}{4,15 \cdot 8} = \underline{\underline{960 \text{ kg/cm}^2}} < 1000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Příčka } D_2: \underline{\underline{+ 31,9 \text{ t}}}$$

$$\underline{\underline{2 \text{ L } 90.90.11}}$$

$$F_0 = 2(18,59 - 2 \cdot 3 \cdot 1,1)$$

$$\gamma = \frac{31900}{2 \cdot 16,06} = \underline{\underline{995 \text{ kg/cm}^2}} < 1300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Připojení: } \underline{\underline{8 \phi 23 \text{ m/m}}}$$

## Stabilita mostu

Svislý moment:

$$\text{Od vlastní váhy: } M_g = g_h \cdot \frac{b'}{2} = (0,95 + 0,21) \cdot 2,10 = 2,44 \text{ tm}$$

$$\text{Od náhodileho zatížení: } p = 1,25 \text{ t/m'}$$

$$M_p = p \cdot \frac{b'}{2} = 1,25 \cdot 1,16 = 1,45 \text{ tm}$$

$$M_s = 3,89 \text{ tm}$$

Vodorovný moment od tlaku větru na vnitřní hl. nosníka  
odstřed. síly:

$$\text{Tlak větru na pohyblivé zatížení: } W_v = 0,525 \text{ t/m'}$$

$$h_{w_1} = 3,72 \text{ m; } M_v = 0,525 \cdot 3,72 = 1,95 \text{ tm}$$

$$\text{Tlak větru na konstrukci: } h_t = 1,82 \text{ m}$$

$$W_t = 0,15 \cdot 1,82 = 0,273 \text{ t/m'; } h_{w_2} = 1,00 \text{ m}$$

$$M_t = 0,273 \cdot 1,0 = 0,273 \text{ tm}$$

Odstředivá síla:

$$C = c \cdot p = 0,1422 \cdot 1,25 = 0,1778 \text{ t/m'}$$

$$h_f = 3,97; M_f = 0,1778 \cdot 3,97 = 0,705 \text{ tm}$$

$$\text{Vodorovný moment: } M_w = M_v + M_t + M_f =$$

$$= 1,95 + 0,273 + 0,705 = 2,928 \text{ tm}$$

Stabilita mostu:

$$\gamma = \frac{M_s}{M_w} = \frac{3,890}{2,928} = 1,33 < 1,3$$

## Průhyb mostu

$$J_{max} = \frac{5,5}{48} \cdot \frac{M \cdot l^2}{E \cdot J}$$

$$\max M_p = 399,40 \text{ tm; } J = 2350000 \text{ cm}^4 \text{ (pro vnitřní nosník)}$$

$$J = 2718000 \text{ cm}^4 \text{ (pro vnější nosník)}$$

$$M_p^a = 0,5921 \cdot 399,40 = 236,5 \text{ tm}$$

$$M_p^i = 0,5090 \cdot 399,40 = 203,5 \text{ tm}$$



Pružný průhyb:

a, Vnitřní nosník:

$$y_{\max} = \frac{5,5 \cdot 20350 \cdot 14600^2}{48 \cdot 2100 \cdot 2350000} = 10,1 \text{ m/m} = \frac{l}{1450}$$

b, Vnější nosník:

$$y_{\max} = \frac{5,5 \cdot 23650 \cdot 14600^2}{48 \cdot 2100 \cdot 2718000} = 10,1 \text{ m/m} = \frac{l}{1450}$$

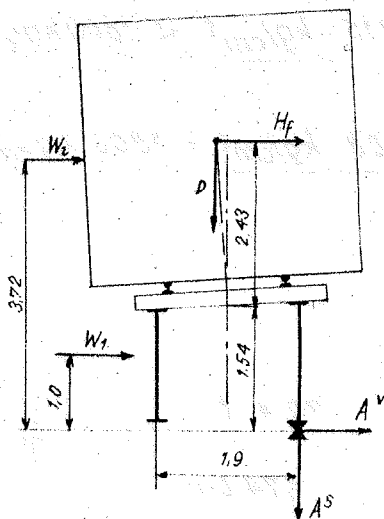
dovolený průhyb:

$$y = \frac{l}{900} = \frac{14,600}{900} = 16,2 \text{ mm}$$

## Přepočet ložisek

Zatížení na 1 ložisko:

a, svislé reakce



Od zatížení stálého a náhodného

$$A_g + \gamma A_p = \dots\dots\dots 108,80 \text{ t}$$

Přetížení od odstřed. síly:

$$A_f = 24,45 \cdot \frac{(3,97 - 2,43)}{1,9} = \dots\dots\dots 19,80 \text{ t}$$

$$\underline{\underline{A_1^S = 128,60 \text{ t}}}$$

Svislá reakce od brzdné síly:

$$A^S = 11,25 \cdot \frac{2,08}{14,60} = \dots\dots\dots 1,60 \text{ t}$$

Svislá reakce od tlaku větru:

$$A_w^S = \frac{1,99 \cdot 1,0 + 3,83 \cdot 3,72}{1,9} = \dots\dots\dots 8,60 \text{ t}$$

$$\underline{\underline{A_2^S = 138,80 \text{ t}}}$$

b, reakce příčné

$$\text{od odstředivé síly } H_f = \frac{1}{2} \cdot 24,45 = \dots\dots\dots 12,23 \text{ t} = A_1^v$$

$$\text{od větru } H_w = \frac{1}{2} (1,99 + 3,83) = \dots\dots\dots 2,91 \text{ t}$$

$$A_2^v = 12,23 + 2,91 = \dots\dots\dots 15,14 \text{ t}$$

c, Brzdná síla:

$$\underline{\underline{B = 11,25 \text{ t}}}$$

d, Tření v ložiskách  $A^T = 0,03 (7,66 + 0,589 \cdot 121) = 2,37 \text{ t}$

1, Vahadlo:

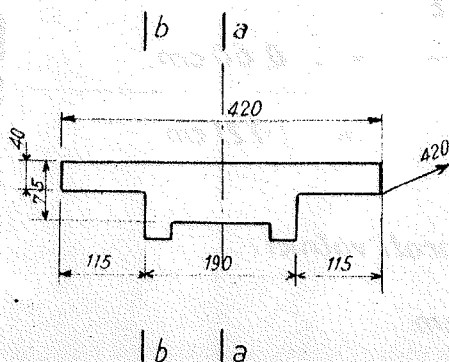
Namáhání od zatížení hlav. i vedlejšího

Řez: a-a:

$$M = \frac{1}{8} \cdot 138,80 \cdot 0,42 = \dots\dots\dots 7,28 \text{ tm}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 42 \cdot 7,5^2 = \dots\dots\dots 394 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{728000}{394} = \dots\dots\dots 1850 \text{ kg/cm}^2 < 2000$$



Řez: b - b :

$$M = \frac{138,80}{0,42} \cdot \frac{0,115^2}{2} = 2,185 \text{ tm}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 42 \cdot 4^2 = 112 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{218500}{112} = 1950 \text{ kg/cm}^2 < 2000 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání od zatížení hlavního :

Řez a - a :

$$\sigma = 1850 \cdot \frac{128,60}{138,80} = 1715 \text{ kg/cm}^2 < 1800 \text{ kg/cm}^2$$

Řez b - b :

$$\sigma = 1950 \cdot \frac{128,60}{138,80} = 1808 \text{ kg/cm}^2 \approx 1800 \text{ kg/cm}^2$$

## 2, Valnice

Namáhání v řezu a - a :

$$P_1 = \frac{138,8}{2} + 2,37 \cdot \frac{9}{22} = 70,4 \text{ t}$$

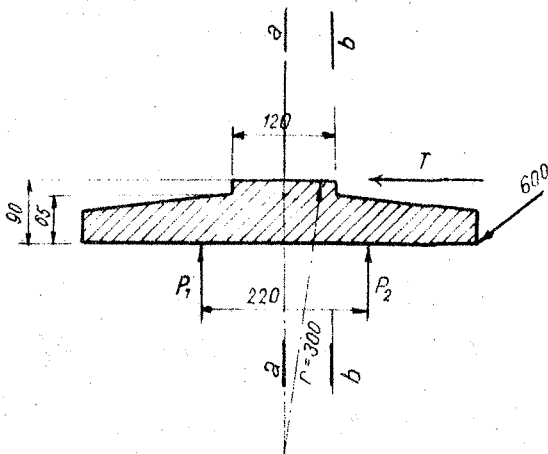
$$M = \frac{1}{2} \cdot 70,4 \cdot 0,22 = 7,74 \text{ tm}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 60 \cdot 9^2 = 810 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{774000}{810} = 956 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 2000 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 1800 \text{ kg/cm}^2$$



Namáhání v řezu b - b :

Posun konce hlav. nosníku :

Roztažením od teploty :

$$\Delta l_1 = 0,000012 \cdot 1460 \cdot 35 = 0,61 \text{ cm}$$

Pootočením nad podporou :

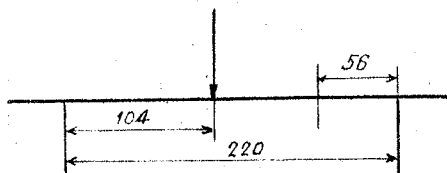
$$\Delta l_2 = \frac{M l h}{3 E J} = \frac{2 \nu l}{3 E}$$

$$\Delta l_2 = \frac{2 \cdot 1292 \cdot 1460}{3 \cdot 2 \cdot 100000} = 0,60 \text{ cm}$$

$$\max \chi = 1,21 \text{ cm}$$

Vzájemné posunutí válečku proti valnici :

$$\Delta l' = \frac{1,21}{2} = 0,60 \text{ cm}$$



$$M = \left( 138,8 \cdot \frac{10,4}{22} + 2,37 \cdot \frac{9}{22} \right) \cdot 0,056 = 3,73 \text{ tm}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 60 \cdot 6,5^2 = 422 \text{ cm}^3$$

$$\nu = \frac{373000}{422} = 884 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 2000 \text{ --}$$

$$< 1800 \text{ --}$$

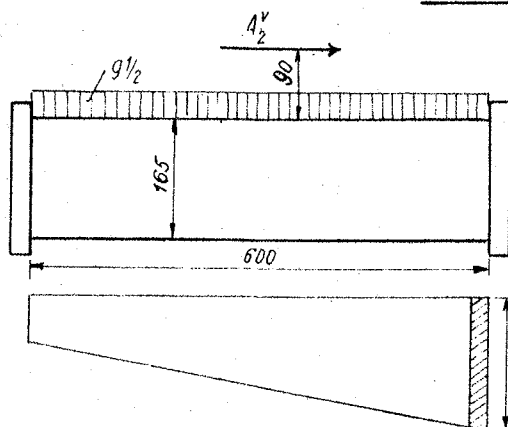
Namáhání v soustředěném tlaku:

$$\nu = 0,423 \sqrt{\frac{138800 \cdot 2100000}{42 \cdot 30}}$$

$$\nu = 6440 \text{ kg/cm}^2 < 10000 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 8500 \text{ --}$$

### 3, Válečky:



$$2p' = \frac{138800}{60} + \frac{15140 \cdot 25,5}{\frac{1}{6} \cdot 60^2}$$

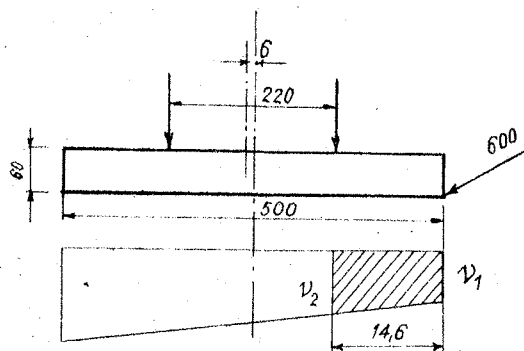
$$p = 1503 + \frac{2370 \cdot 9}{22 \cdot 60} = 1520 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu = 0,423 \sqrt{\frac{1520 \cdot 2100000}{8,25}}$$

$$\nu = 8340 \text{ kg/cm}^2 < 10000 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 8500 \text{ --}$$

### 4, Uložná deska



$$W = \frac{1}{6} \cdot 6^2 = 6 \text{ cm}^3$$

$$W_1 = \frac{1}{6} \cdot 60 \cdot 50^2 = 25000 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = \frac{1}{6} \cdot 50 \cdot 60^2 = 30000 \text{ cm}^3$$

$$\nu' = \frac{138800}{50 \cdot 60} = 46,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu'' = \frac{138800 \cdot 0,6}{25000} = \pm 3,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu''' = \frac{2370 \cdot (9 + 6)}{25000} = \mp 1,4 \text{ kg/cm}^2$$

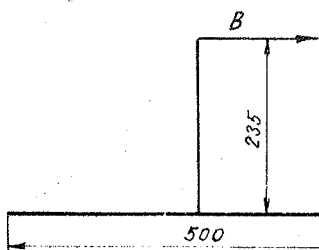
$$\nu_1 = 46,2 - 3,3 + 1,4 = 44,3 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání desky (bezpečně)

$$\nu = \frac{\frac{1}{2} \cdot 44,3 \cdot 14,6^2}{6} = 790 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 2000 \text{ --}$$

$$< 1800 \text{ --}$$



$$\nu^{IV} = \frac{15140 \cdot (9 + 16,5 + 6)}{30000} = \pm 15,9 \text{ kg/cm}^2$$

Max tlak na úložný kvádr pod ložiskem pohyblivým:

$$\max \nu = 46,2 + 3,3 + 1,4 + 15,9 = 66,8 \text{ kg/cm}^2 \approx 65 \text{ kg/cm}^2$$

5. Úložná stolice (pevné ložisko)

$$\nu^V = \frac{11250 \cdot 23,5}{25000} = 10,6 \text{ kg/cm}^2$$

Max. tlak na úložný kvádr:

$$\max \nu = 46,2 + 15,9 + 10,6 = \underline{\underline{72,70 \text{ kg/cm}^2}} > 65 \text{ kg/cm}^2$$

Úložná lavice je vyztužena žebry, napětí budou malá a není je třeba prokazovat.

Poznámka:

Nosní dvě stolice se provedou o rozměrech 550. 600.

Namáhání úložného kvádru:

$$\nu' = \frac{138800}{50 \cdot 60} = 42 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_1' = \frac{1}{6} 60 \cdot 55^2 = 30250 \text{ cm}^3$$

$$W_2' = \frac{1}{6} 55 \cdot 60^2 = 33000 \text{ cm}^3$$

$$\nu^{II'} = 15,9 \frac{30000}{33000} = 14,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu^{I'} = 10,6 \frac{25000}{33000} = 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$\max \nu' = 42 + 14,5 + 8 = 64,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$< \underline{\underline{65,0 \text{ kg/cm}^2}}$$