

Ředitelství státních drah v Olomouci.

7
Trať. Púchov v.v. - Horní Lideč.

ČESKOSLOVENSKÉ STÁTNÍ DRÁHY
OSTRAVSKÁ DRÁHA
TRAŤOVÁ DISTANCE VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ

Jen pro služební potřebu

Evidenční plán č. 149 & svazek č. II.

DATUM ZAŘAZENÍ 29. 11. 195 4

PODROBNÝ NÁVRH

ocelových konstrukcí v I a II koleji

v km 26,294

Rozpětí: 22,66 m
 $R = \infty$, $v = 85$ km/hod.
Zatížení: vlak N.

STATICKÝ VÝPOČET.

Schváleno
výnosem ministerstva dopravy
ze dne 8. 10. 1947 čis. 11277
z roku 1947

Z ministerstva dopravy:
Ing. Linhart, v. r.

ŠKODOVY ZÁVODY
NÁRODNÍ PODNIK
KRÁLOVÉHRADSKÁ MOSTÁRNA
PRAŽSKÁ KANCELAR

Ing. Hrnčíř

Ředitelství státních drah v Olomouci.

Trat^v: Púchov nad Váň - Horní Lideč.

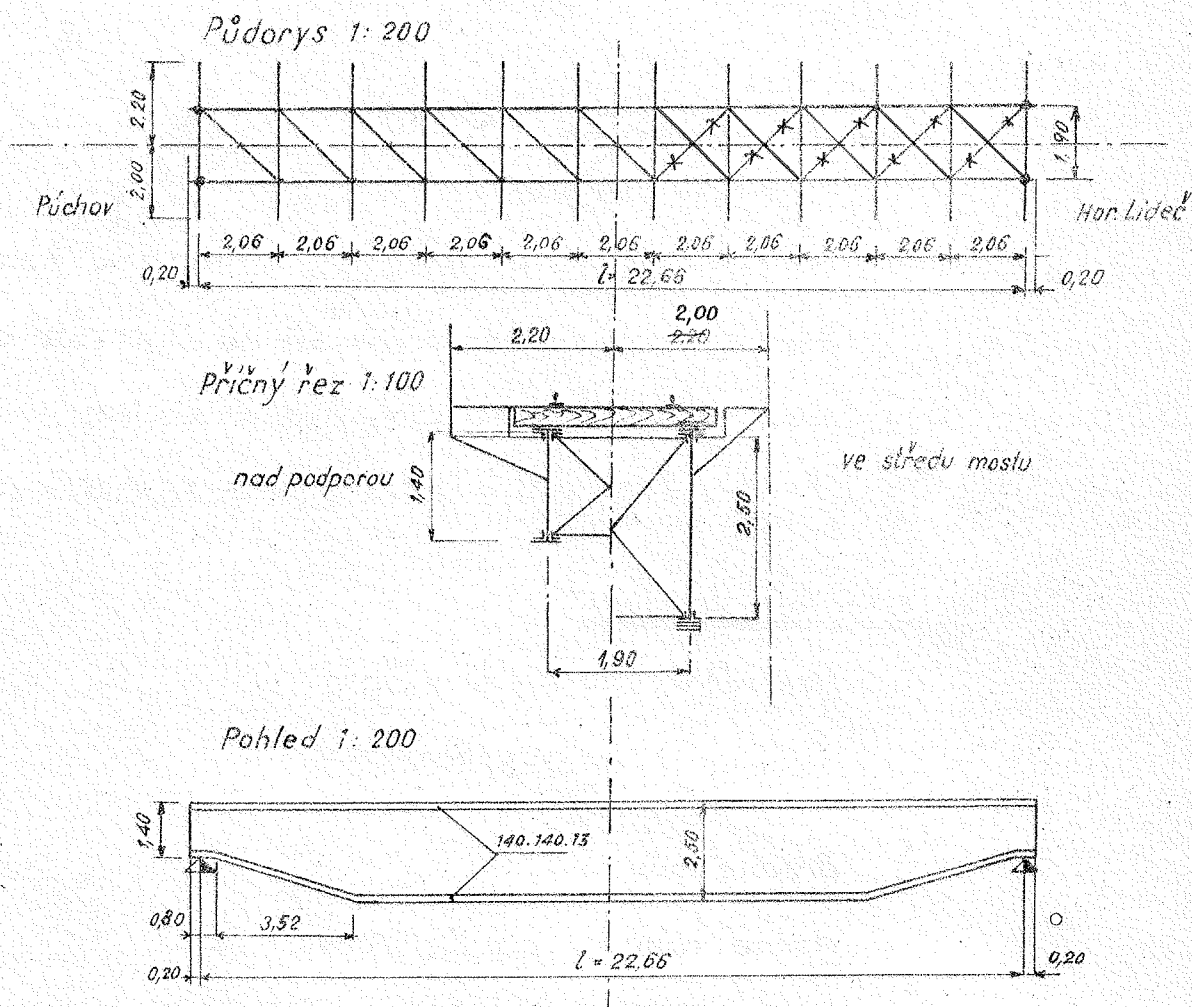
Statický výpočet

ocelové konstrukce mostů v km 26,294.

kolej 1. a 2.

Skizze mostu:

(přodorys, příčný řez, pohled)



Zatěžovací vlak: N

Zatížení mostu:

a, Stálé zatížení: pro 1 km mostu:

Kolejnice a upevňovací materiál (vlak N)	150 kg/m'
Mosty: $\frac{0,24 \cdot 0,26 \cdot 2,60}{0,64} \cdot 1000$	260 --
Ochranné uhlíky: $2 \cdot 100 \cdot 150 \cdot 14$	50 --
Rýhovaný plech: $0,89 \cdot 0,007 \cdot 7,85$	50 --
Fošnový kryt: $2,13 \cdot 0,08 \cdot 1,000$	170 --
Vlastní váha ocelové konstrukce $\frac{38890}{22,66}$	1720 --
$G_h \approx 2.400 \text{ kg/m'}$	

b, Pohyblivé zatížení: Vlak: N

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

$$\beta = 1 + \frac{0,4}{1+0,2 \cdot 22,66} + \frac{0,6}{1+4 \cdot \frac{22,66 \cdot 2,4}{14 \cdot 25}} = 1,413 < 1,60$$

Zmenšení dynamického součinitele dle čl. 61 ČSN 1230-1937,
neboť na mostě budou styky kolejnic svařeny:

$$\beta = \beta - (\beta - 1) \cdot 0,15 = 1,413 - (1,413 - 1) \cdot 0,15 = 1,351 \approx 1,35$$

c, Vedlejší zatížení:

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

na nezatížený most $w' = 250 \text{ --}$

Brzdné síly: $B = \frac{1}{10} \cdot \Sigma P$

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

pro $l > 20 \text{ m}$ $S = 0,05 \cdot \frac{30}{l+60} \cdot P$

A. Hlavní plnostěnný nosník

Zatěžovací vlak N

Dynamický součinitel $\beta = 1,35$

Rozpětí $l = 22,66 \text{ m}$

Zatížení pro jeden nosník:

a, od zatížení stálého: (dle str. 3) $\frac{q_h}{2} = \frac{1}{2} \cdot 2,400 = 1,20 \text{ t/m}$

posouvající síla u podpory: $A_g = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_h}{2} \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 1,20 \cdot 22,66 = 13,62 \text{ t}$

ohybový moment: $\max M_g = \frac{1}{8} \cdot \frac{q_h}{2} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1,20 \cdot 22,66^2 = 77,3 \text{ tm}$

b, od zatížení pohyblivého:

posouvající síla: $A_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{3920 + (22,66 - 22,4) \cdot 350}{22,66} = 88,5 \text{ t}$

ohybový moment: $\max M_p = \frac{1}{2} (834 + 0,66 \cdot 79,0) = 443 \text{ tm}$

Posouvající síla v 1 poli pro jeden nosník:

od zatížení stálého: $Q_{1g} = A_g = 13,62 \text{ t}$

od zatížení pohyblivého: $Q_{1p} = A_p = 88,5 \text{ t}$

Největší posouvající síla:

$\max Q_1 = Q_{1g} + \beta \cdot Q_{1p} = 13,62 + 1,35 \cdot 88,5 = 133 \text{ t}$

Napětí v krčnicích nýtech:

Předpokládány nýty $\phi 23 \text{ mm}$ v plechu 13 mm

$F_t = 2,99 \text{ cm}^2$; vzdálenost nýtů $e = 10,0 \text{ cm}$,

$J_x^I = 905000 \text{ cm}^4$, $S_I = 4580 \text{ cm}^3$

$\sigma_1 = \max Q_1 \cdot \frac{e \cdot S_I}{J_x^I \cdot F_t} = 133000 \cdot \frac{10,0 \cdot 4580}{905000 \cdot 2,99} = 2250 \text{ kg/cm}^2$

dle čl. 148 ČSN 1230 - 1937

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

$\sigma_2 = \frac{\beta \cdot P \cdot e}{2 \cdot s \cdot F_t} = \frac{1,35 \cdot 25000 \cdot 10,0}{2 \cdot 60 \cdot 2,99} = 940 \text{ kg/cm}^2$

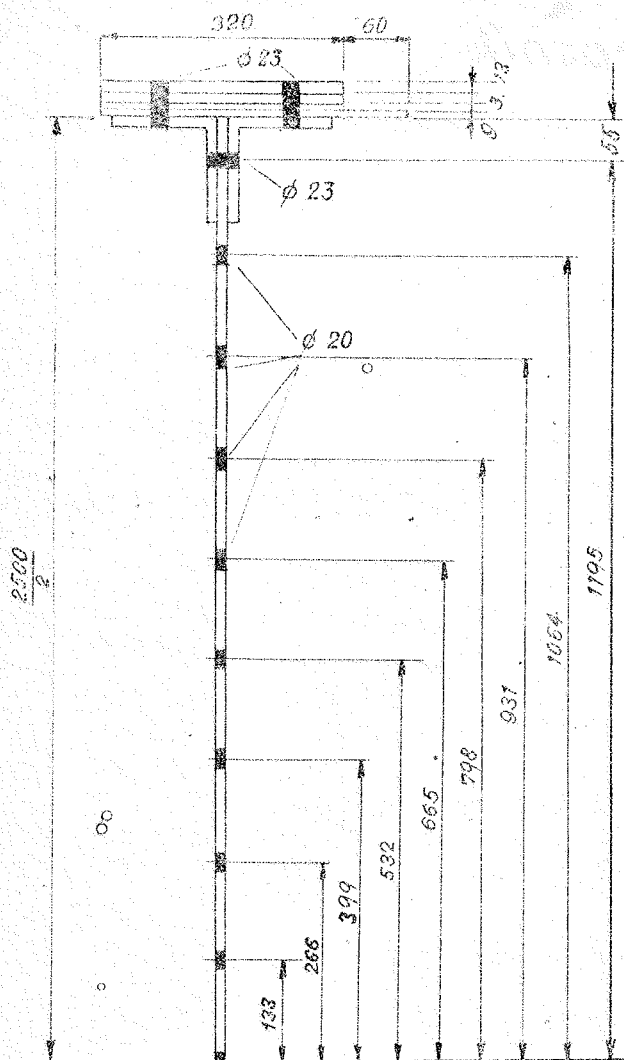
$\sigma = \sqrt{2250^2 + 940^2} = 2440 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2$

Výpočet momentů a napětí:

$\max M_g = 77,3 \text{ tm}$; $\max M_p = 443 \text{ tm}$

$\beta = 1,35$, $\beta \cdot \max M_p = 598 \text{ tm}$; $M_g + p = 675,3 \text{ tm}$

Namáhání od zatížení hlav: $\gamma = \frac{67530000}{56780} = 1190 \text{ kg/cm}^2$



Průřezové hodnoty hlavního

nosníku

Průřez uprostřed

Stojina

$$= 2500/13 \quad 1 \, 302 \, 080.13 \dots\dots 1692 \, 700 \, \text{cm}^4$$

$$\text{Oslabení } 2.2, 0.13 (13.3^2 + 26.6^2$$

$$+ 39.9^2 + 53.2^2 + 66.5^2 + 79.8^2 +$$

$$+ 93.1^2 + 106.4^2 \dots\dots\dots - 187645 - \text{II}$$

$$2.2, 3.1, 3.119.5^2 \dots\dots\dots - 85396 - \text{II}$$

$$\text{Oslabená stojina } J_x^{\text{osl}} = 1419659 \, \text{cm}^4$$

$$W = \frac{1419659}{125} = 11357 \, \text{cm}^3$$

Základní průřez

$$\text{Stojina} \dots\dots\dots 1692700 \, \text{cm}^4$$

$$4 \times 140.140.13 \dots\dots\dots 2036000$$

$$\text{Neoslabený základ. průřez} \dots\dots\dots 3728700 \, \text{cm}^4$$

$$\text{Oslabení ve stojině} \dots\dots\dots 273041$$

$$\text{Oslabení v úhelnících } 4 \times 2,3, 1,3 (119.5^2 + 124.35^2) = 356000$$

$$\text{Oslabený základní průřez} \dots\dots\dots 3099659 \, \text{cm}^4$$

$$W = \frac{3099659}{125} = 24800 \, \text{cm}^3$$

Průřez s 1 pásnicí 320.9

$$\text{Základní průřez} \dots\dots\dots 3099659 \, \text{cm}^4$$

$$\text{Osl. pásnice 320.9 } (32 - 2.2, 3) \cdot 28328 \dots\dots\dots 777000 \, \text{cm}^4$$

$$3876659 \, \text{cm}^4$$

$$W_1 = \frac{3876659}{125.9} = 30800 \, \text{cm}^3$$

Průřez s 1 pásnicí 320.9 a s 1 pás. 320.13

Základní průřez 3099659 cm⁴

Osl. pásnice 274.69967 1920000 -"-

5019659 cm⁴

$$W_2 = \frac{5019659}{127,2} = 39500 \text{ cm}^3$$

Průřez s 1 pásnicí 320.9 a s 2 pás. 320.13

Základní průřez 3099659 cm⁴

Osl. pásnice 274.112500 3090000 -"-

6189659 cm⁴

$$W_3 = \frac{6189659}{128,5} = 48170 \text{ cm}^3$$

Průřez s 1 pásnicí 320.9 a s 3 pás. 320.13

Neoslabený průřez

Základní průřez 3728700 cm⁴

Pásnice 32.155834 4990000 -"-

8718700 cm⁴

Oslabený průřez:

Základní osl. průřez 3099659 cm⁴

Pásnice 274.155834 4270000 -"-

7369659 cm⁴

$$W_4 = \frac{7369659}{129,8} = 56780 \text{ cm}^3$$

$$\text{Napětí od hlavního zatížení } \nu = \frac{67530000}{56780} = 1190 \text{ kg/cm}^2$$

Únosnost průřezů

$$\text{Stojina} \dots\dots\dots 1190 \cdot 11357 \dots\dots\dots = 13500\,000 \text{ kgcm}$$

$$\text{Zákl. průřez} \dots\dots\dots 1190 \cdot 24800 \dots\dots\dots = 29500\,000 \text{ "}$$

$$\text{Průřez s 1 pás.} \dots\dots\dots 1190 \cdot 30800 \dots\dots\dots = 36700\,000 \text{ "}$$

$$\text{" s 2 pás.} \dots\dots\dots 1190 \cdot 39500 \dots\dots\dots = 47000\,000 \text{ "}$$

$$\text{" s 3 pás.} \dots\dots\dots 1190 \cdot 48170 \dots\dots\dots = 57400\,000 \text{ "}$$

$$\text{" s 4 pás.} \dots\dots\dots 1190 \cdot 56780 \dots\dots\dots = 67530\,000 \text{ "}$$

Moment setrvačnosti k ose Y. Polovice průřezu se 4 pásnicemi

$$\text{Stěna} \dots\dots\dots 6 \text{ cm}^4$$

$$\text{Úhelníky} \dots\dots\dots 2 \cdot 140 \cdot 140 \cdot 13 \dots\dots\dots 2785 \text{ "}$$

$$\text{pásnice} \dots\dots\dots 4,8 \cdot 2731 \dots\dots\dots 13100 \text{ "}$$

$$15890 \text{ cm}^4$$

$$\text{oslabení} \dots\dots\dots 2,2 \cdot 3 \cdot 6,1 \left(\frac{1}{12} 2,3^2 + 10,65^2 \right) \dots\dots\dots 3180 \text{ "}$$

$$12710 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{12710}{15} \approx 800 \text{ cm}^3$$

Průřez nad podporou:

Stojina

$$\text{Stojina} \dots\dots\dots 1400/13 \dots\dots\dots 228667 \cdot 1,3 \dots\dots\dots 297000 \text{ cm}^4$$

$$\text{oslabení} \dots\dots\dots 2,13 \left[2,0(12,9 + 25,8^2 + 38,7^2 + 51,6^2) + 2,3 \cdot 64,5^2 \right] \dots\dots\dots - 50800 \text{ "}$$

$$246200 \text{ cm}^4$$

$$W = \frac{246200}{70} = 3520 \text{ cm}^3$$

Základní průřez

Stojina	297 000 cm ⁴
úhelníky 4L 140. 140. 13	607 650 "
	904 650 cm ⁴
oslab. stojiny	50 800 "
— " — úhelníků 4,2,5,1,3 (64,5 ² + 69,35 ²)	107 200 "
	746 650 cm ⁴

$$W_0 = \frac{746650}{70} = 10670 \text{ cm}^3$$

Průřez s 1 pásnicí 320.9

Základní průřez	746 650 cm ⁴
Pásnice	274.8934
	245 000 "
	991 650 cm ⁴

$$W_1 = \frac{991650}{70,9} = 13990 \text{ cm}^3$$

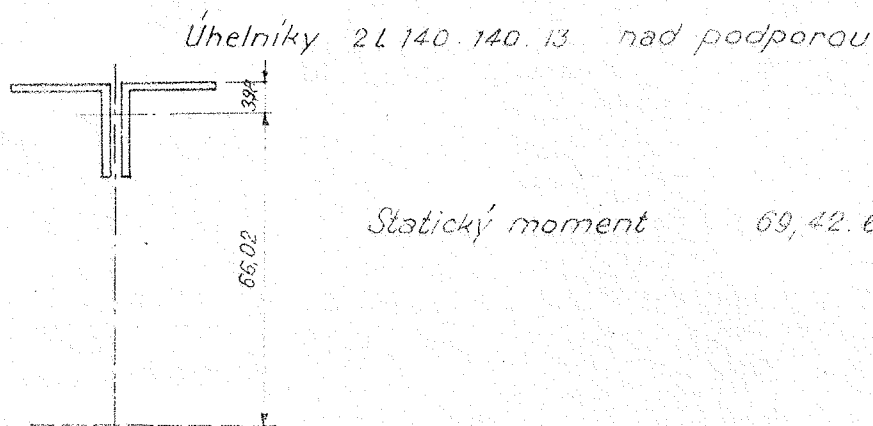
Průřez s 1 pás. 320.9 a s 1 pás. 320.13

Základní průřez	746 650 cm ⁴
Pásnice	274.22245
	610 000 "
	1356 650 cm ⁴

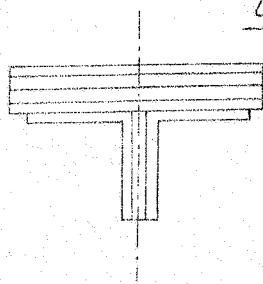
$$W = \frac{1356650}{72,2} = 18750 \text{ cm}^3$$

Únosnost průřezů:

Stojina	1190 . 3520	4 190 000 kg/cm
Zákl. průřez	1190 . 10670	12 700 000 —"
Průřez s 1 pás.	1190 . 13990	16 650 000 —"
Průřez s 2 pás.	1190 . 18750	22 300 000 —"

Horní pás

Statický moment $69,42 \cdot 66,02 = 4580 \text{ cm}^3$

Úhelníky, 4 pásnice a část stěny uprostřed mostu

Plocha:

$$F = 32,48 + 2 \cdot 34,71 + 14 \cdot 1,3 = 153,6 + 69,4 + 18,2 = 241,2$$

Statický moment:

$$S = 153,6 \cdot 127,4 + 69,4 \cdot 121,02 + 18,2 \cdot 118 = \\ = 19570 + 8400 + 2150 = 30120 \text{ cm}^3$$

Moment setrvačnosti k svislé ose: $J_y = 15890 \text{ cm}^4$

Poloměr setrvačnosti: $i_y = \sqrt{\frac{15890}{241,2}} = 8,1 \text{ cm}$

Plocha 1 celého hlavního nosníku uprostřed:

$$F = 2 \cdot 153,6 + 2 \cdot 69,4 + 325 = 771 \text{ cm}^2$$

$$F_{osl} = 771 - (17 \cdot 2,0 + 10 \cdot 2,3) \cdot 13 - 4 \cdot 4,8 \cdot 2,3 = 653 \text{ cm}^2$$

Svislé přetížení od větru:

1, Tlak větru na pohyblivé zatížení:

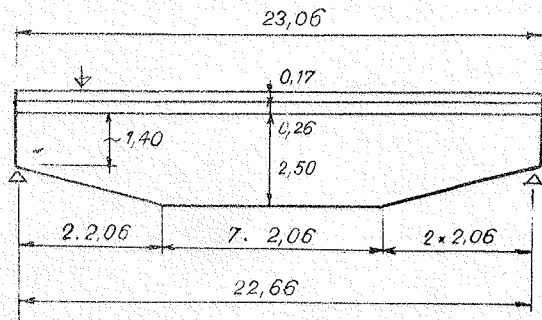
$$W_v = 3,50 \cdot 0,150 = 0,525 \text{ t/m}^2$$

rameno $h_{w_1} = 1,75 + 0,17 + 0,26 + 0,03 = 2,21 \text{ m}$

přetížení na 1bm konstrukce:

$$W_v^s = W_v \cdot \frac{h_{w_1}}{b} = 0,525 \cdot \frac{2,21}{1,90} = 0,61 \text{ t/m}^2$$

2, Tlak větru na mostní konstrukci:



Rameno:

$$\frac{1}{2} (0,17 + 0,26 + 2,50) - 0,17 - 0,26 - 0,03 = 1,005 \text{ m}$$

Odlehčení na 1 bm konstrukce: $W_t^S = 2,93 \cdot 0,15 \cdot \frac{1,005}{1,90} = 0,233$

Ohybový moment hlavního nosníku:

$$\max M_W = \frac{1}{8} \cdot (0,61 - 0,23) \cdot 22,66^2 = 24,4 \text{ tm}$$

$$\gamma_W = \frac{2440000}{56780} = 43 \text{ kg/cm}^2$$

Vodorovný účinek větru:

1, na konstrukci: $W_t = 0,15 \cdot 2,93 = 0,440 \text{ t/m'}$

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

$$q_w = W_t + W_v = 0,440 + 0,525 = 0,965 \text{ t/m'}$$

Osová síla v pásu:

$$S = \frac{M_{qW}}{b} = \frac{\frac{1}{8} \cdot 0,965 \cdot 22,66^2}{1,9} = 32,4 \text{ t}$$

Plocha pásu: $F = 241,2 \text{ cm}^2$

namáhání: $\gamma = \frac{32400}{241,2} = 134,0 \text{ kg/cm}^2$

Místní moment: $M_{qW} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10} \cdot 0,965 \cdot 2,06^2 = 0,205 \text{ tm}$

namáhání: $\gamma = \frac{20500}{800} = 26,0 \text{ kg/cm}^2$

Brzdné síly:

Maximální pohyblivé zatížení připadající

na celou délku mostu $l = 22,66 \text{ m} : \Sigma^P = 14 \cdot 25 = 350 \text{ t}$

Brzdová síla připadající na jeden nosník uprostřed mostu:

$$B = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\Sigma P}{10} = \frac{1}{4} \cdot \frac{350}{10} = 8,75 \text{ t}; \quad \gamma_B = \frac{8750}{770} = 11 \text{ kg/cm}^2$$

Bočné rázy vozidel:

$$\text{Svislé přitížení: } M_s = \frac{0,05 \cdot \max M_p \cdot k_s}{b}$$

$$M_s = \frac{0,05 \cdot 443 \cdot 0,46}{1,90} = 5,36 \text{ tm}$$

$$\text{namáhání } \gamma = \frac{536000}{56780} = 9 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Vodorovný účinek: } M_s = 0,05 \cdot 443 = 22,15 \text{ tm}$$

$$\text{Osová síla: } O = \frac{M_s}{b} = \frac{22,15}{1,90} = 11,65 \text{ t}$$

$$\text{namáhání } \gamma = \frac{11650}{241,2} = 48 \text{ kg/cm}^2$$

Místní moment:

$$M_s = \frac{1}{2} \cdot 0,05 \cdot \frac{13}{16} \cdot 25 \cdot 2,06 = 0,241 \text{ tm}$$

$$\text{namáhání } \gamma = \frac{24100}{800} = 30,0 \text{ kg/cm}^2$$

Namáhání hlav. nosníků od zatížení celkového: x)

$$\max \gamma = 1190 - 43 + 134 + 26 + 11 - 9 + 48 + 30 = 1384 \text{ kg/cm}^2$$

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

Bezpečnost horního (tlačeného) pásu proti vybočení:

$$\text{Volná délka prutu (vzdálenost příhrad) } S_K = 2,06 \text{ m}$$

$$\text{Štíhlostní poloměr } \lambda = \frac{S_K}{i_y} = \frac{206}{8,1} = 25,4 \dots c = 1,156$$

$$\text{Osová síla v pásu: } P = \frac{\max M \cdot S_x}{J_x} = \frac{67530 \cdot 30120}{8718700} = 233 \text{ t}$$

$$\gamma = c \cdot \frac{P}{F} = 1,156 \cdot \frac{233000}{241,2} = 1120 \text{ kg/cm}^2$$

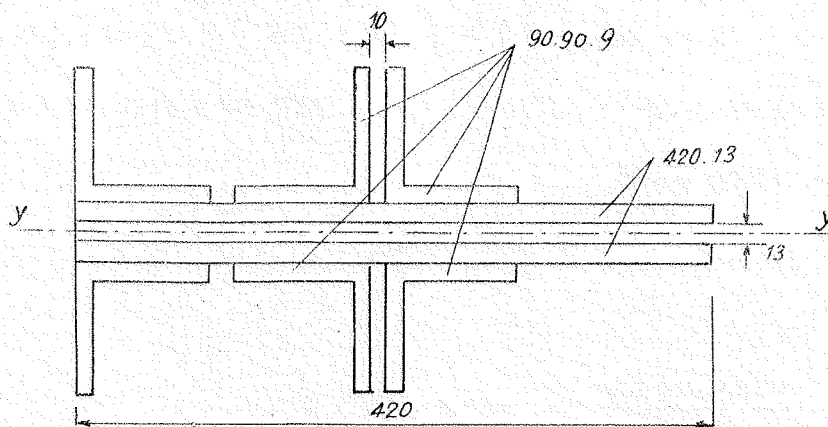
$$\gamma_{\text{dovol.}} = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

x) Poznámka:

Alternativní návrh slabšího průřezu viz. str. 28.

Výpočet svislic

a, Svislice : \emptyset



$$\max Q = A = 133 \text{ t}$$

$$F = 6 \times 15,39 + 3 \cdot 42,0 \cdot 1,3 = 256,14 \text{ cm}^2$$

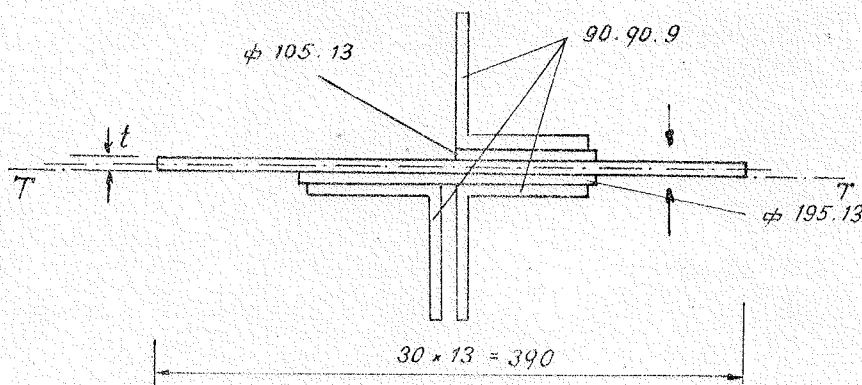
$$J_y = \frac{1}{12} \cdot 42,0 \cdot 3,9^3 + 6 \cdot (118,10 + 15,39 \cdot 4,53^2) = 207 + 2603 = 2810 \text{ cm}^4$$

$$\text{Volná délka: } S_k = 140,0 - 2 \cdot 3,98 = 132,04 \text{ cm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{2810}{256,14}} = 3,31 \text{ cm}; \quad \lambda = \frac{132,04}{3,31} = 39,9 \dots c = 1,264$$

$$\text{namáhání svislice: } \sigma_{\emptyset} = \frac{1,264 \cdot 133000}{256,14} = 656 \text{ kg/cm}^2$$

b, Svislice 1



$$Q_{1g} = 13,62 - 2,06 \cdot 1,2 = 11,15 \text{ t}$$

$$x = 2,06 \text{ m}; \quad l_x = l - x = 22,66 - 2,06 = 20,60 \text{ m}$$

$$Q_{p1} = \frac{2920 + (20,60 - 19,2) \cdot 300}{2 \cdot 22,66} =$$

$$= 73,8 \text{ t}$$

$$\max Q_{x1} = 11,15 + 1,35 \cdot 73,8 =$$

$$= 110,9 \text{ t}$$

Předpokládáme, že vybočení svislice může nastat pouze ve směru kolmém ku stojině.

$$F = 3 \cdot 15,39 + 10,5 \cdot 1,3 + 19,5 \cdot 1,3 + 39,0 \cdot 1,3 = 135,87 \text{ cm}^2$$

$$S_t = (19,5 - 10,5) \cdot 1,3 \cdot 1,3 + 15,39 \cdot 4,53 = 84,92 \text{ cm}^3$$

$$t = \frac{84,92}{135,87} = 0,626 \approx \frac{1,3}{2} = 0,65 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} J_T &= \frac{1}{3} \cdot (19,5 + 28,5) \cdot 1,3^3 + \frac{1}{3} \cdot 10,5 \cdot 2,6^3 + 3 \cdot 129,18 + 2 \cdot 15,39 \cdot 3,88^2 + \\ &+ 15,39 \cdot 5,18^2 = 35,20 + 61,50 + 387,54 + 463,24 + 412,91 = \\ &= 1360 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$S_k = 185 \text{ cm}; \quad i_T = \sqrt{\frac{1360}{135,87}} = 3,16 \text{ cm}; \quad \lambda = \frac{185}{3,16} = 58,7$$

$$c = 1,438$$

$$\gamma_1 = \frac{1,438 \cdot 110900}{135,87} = 1174 \text{ kg/cm}^2$$

c) Svislice 2.

$$Q_{2g} = 13,62 - 2 \cdot 2,06 \cdot 1,2 = 8,68 \text{ t}$$

$$x = 2 \cdot 2,06 = 4,12 \text{ m}; \quad l_x = 22,66 - 4,12 = 18,54 \text{ m}$$

$$Q_{p2} = \frac{2480 + (18,54 - 17,6) \cdot 275}{2 \cdot 22,66} = 60,5 \text{ t}$$

$$\max Q_{x2} = 8,68 + 1,35 \cdot 60,5 = 90,5 \text{ t}$$

$$F = 135,87 \text{ cm}^2; \quad J_T = 1360 \text{ cm}^4; \quad S_k = 250,0 - 2 \cdot 3,98 = 242,04 \text{ cm}$$

$$i_T = 3,16 \text{ cm}; \quad \lambda = \frac{242,04}{3,16} = 76,6 \dots\dots c = 1,654$$

$$\gamma = \frac{1,654 \cdot 90500}{135,87} = 1103 \text{ kg/cm}^2$$

Výpočet výztužných úhelníků:

Jeden L 90.90.9

$$\text{Nutné } J = \gamma \cdot 0,0916 \text{ bt}^3$$

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{4,5}{L^2} = \left(1 + \frac{2,5}{L^2}\right) = \\ &= \frac{4,5}{1,265^2} \left(1 + \frac{2,5}{1,265^2}\right) = 7,22 \end{aligned}$$

$$L = \frac{1,90}{1,50} = 1,265$$

$$J = 7,22 \cdot 0,0916 \cdot 150 \cdot 1,3^3 = 218 \text{ cm}^4$$

$$J_{\text{výztuhy}} \approx 280 \text{ cm}^4 > 218$$

Výpočet míry bezpečnosti stěny hl. nosníku proti vyboulení

a, u podpory : $a = \frac{2,06}{2} = 1,03 \text{ m}; \quad b = 1,40 \text{ m}; \quad t = 1,3 \text{ cm}$

pro $a < b$ platí dle ČSN 1230-1937 (Timošenko)

$$\tau_k = \left(11000 + \frac{7500}{\left(\frac{1,4}{1,03} \right)^2} \right) \cdot \left(\frac{0,013}{1,03} \right)^2 = 2,39 \text{ t/cm}^2$$

$$\tau = \frac{133}{13.140} = 0,733 \text{ t/cm}^2$$

Míra bezpečnosti proti vyboulení:

$$\mu = \frac{2,39}{0,733} = 3,27 > 2$$

Styk stěny hlavního nosníku :

$$x = 7,165 \text{ m}, \quad l_x = 22,66 - 7,165 = 15,495 \text{ m}$$

$$\frac{x}{l} = \frac{7,165}{22,66} = 0,316; \quad \frac{M_g}{M_{g_{\max}}} = 0,856 + 0,6 \cdot 0,014 = 0,864$$

$$\text{max ohybový moment v místě } x: \quad \frac{M_p}{M_{p_{\max}}} = 0,903 + 0,6 \cdot 0,014 = 0,911$$

$$0,864 \cdot 77,3 + 0,911 \cdot 598 = 66,7 + 545 = 612 \text{ tm}$$

$$\text{posouvající síla od zatížení stálého } \frac{q_h}{2} = 1,2 \text{ t/m}$$

$$Q_{gx} = 13,62 - 1,2 \cdot 7,165 = 5,02 \text{ t}$$

posouvající síla od zatížení pohyblivého vzata pro bezpečnost maximální :

$$Q_{px} = \frac{1720 + (15,495 - 14,4) \cdot 225}{2 \cdot 22,66} = 43,3 \text{ t}$$

$$\text{max } Q_x = 5,02 + 1,35 \cdot 43,3 = 63,5 \text{ t}$$

Stěna $\nabla 2500 \cdot 13$ je kryta dvěma stykovými příložkami

$$\nabla 2220 \cdot 10$$

$$F_{st} = 250 \cdot 1,3 = 325 \text{ cm}^2$$

$$F_{st}^{osl} = 325 - 19 \cdot 1,3 \cdot 2,3 = 268,25 \text{ cm}^2$$

$$F_{přil.} = 2 \cdot 222 \cdot 1,0 = 444 \text{ cm}^2$$

$$F_{osl.} = 444 - 2 \cdot 17 \cdot 1,0 \cdot 2,3 = 365,75 \text{ cm}^2$$

$$\underline{F_{př} > F_{st}} \quad \underline{F_{př}^{osl} > F_{st}^{osl}}$$

$$J_{st} = 1,692704 \text{ cm}^4$$

$$J_{st} = 1,692700 - 273041 = 1419659 \text{ cm}^4$$

$$J_{pr}^v = 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 1,0 \cdot 222^3 = 1825000 \text{ cm}^4$$

$$J_{pr}^v = 1,825000 - 187645 \cdot \frac{2,0}{1,3} = 1536315 \text{ cm}^4$$

$$\underline{J_{pr}^v > J_{st}} ; \quad \underline{J_{pr}^{osl} > J_{st}^{osl}}$$

Z celkového momentu přejímá stojina část:

$$M_{st} = M \frac{J_{st}^{osl}}{J_{osl}} = 675,3 \cdot \frac{1419659}{7369659} = 130 \text{ t m}$$

Napětí v nýtech:

$$1, \text{ od ohybového momentu: } \gamma_1 = f \cdot \frac{M_{st}}{F_{L1} \cdot h_1}$$

$$f = 0,1047 ; \quad F_{L1} = 1,3 \cdot 2,0 = 2,60 \text{ cm}^2 ; \quad h_1 = 212,8 \text{ cm}$$

$$\gamma_1 = 0,1047 \cdot \frac{13000000}{2,60 \cdot 212,8} = 2460 \text{ kg/cm}^2$$

2, od posouvající síly:

$$\gamma_2 = \frac{Q}{n \cdot d \cdot t} = \frac{Q}{F}$$

Předpokládáno 51 ϕ 20 mm v 13 mm tl. plechu

$$\text{o ploše } F_L = 51 \cdot 1,3 \cdot 2,0 = 132,6 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_2 = \frac{63500}{132,6} = 478 \text{ kg/cm}^2$$

Největší namáhání nýtů:

$$\max \gamma = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_2^2} = \sqrt{2460^2 + 478^2} = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_{dovol} = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

Styk úhelníků hlav. nosníku:

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

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

$$\text{úhelníkem } 127.127.16 \text{ o ploše } F_B = 38,1 \text{ cm}^2$$

$$\text{a } F_B^{osl} = 38,1 - 1,6 \cdot 2,3 = 34,42 \text{ cm}^2$$

$$\underline{F_B > F_A} \quad \text{ i } \quad \underline{F_B^{osl} > F_A^{osl}}$$

Potřebný počet nýtů:

$$n = \frac{31,72 \cdot 1300}{4,16 \cdot 1000} = \sim 10 \quad \phi \quad 23$$

Styk pásnic hlav. nosníků:

Pásnice $\Phi 320.13$ kryty pásnicí $\Phi 320.13$ a navzájem.

U jednotlivých pásnic $F_A = F_B$; $F_A^{osl} = F_B^{osl}$, takže jsou dostatečně kryty.

$$F_A = 32,0 \cdot 1,3 = 41,6 \text{ cm}^2; \quad F_A^{osl} = 41,6 - 2 \cdot 2,3 \cdot 1,3 = 35,6 \text{ cm}^2$$

Horní pás:

Potřebný počet nýtů při přímém styku

$$n = \frac{35,6 \cdot 1300}{4,16 \cdot 1000} \approx 12 \quad \phi 23 \text{ m/m}$$

Pásnice: 320.9

$$\text{Oslabená plocha: } F = 28,8 - 2 \cdot 2,3 \cdot 0,9 = 24,7 \text{ cm}^2$$

Potřebný počet nýtů:

$$n = \frac{24,7 \cdot 1300}{4,16 \cdot 1000} = \sim 8 \quad \phi 23 \text{ m/m}$$

B, Zavětrování hl. nosníků.

Větrový nosník proveden je pouze u horního pásu.

Vodorovné posouvající síly:

$$\underline{1, \text{ Tlak větru na konstrukci: } W_t = 0,15 \text{ t/m}^2}$$

Rozdělení tlaku větru na jednotlivé styčníky:

$$W_0 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2,35 + 1,85}{2} + 1,85 \right) \cdot 1,03 \cdot 0,15 = 0,305 \text{ t}$$

$$W_1 = 2,35 \cdot 2,06 \cdot 0,15 = 0,726 \text{ t}$$

$$W_2 = \left[\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2,35 + 2,96}{2} + 2,96 \right) \cdot 1,03 + 1,03 \cdot 2,96 \right] \cdot 0,15 = 0,892 \text{ t}$$

$$W_3 = W_4 = W_5 = 2,96 \cdot 2,06 \cdot 0,15 = 0,915 \text{ t}$$

$$^1Q_0 = \sum_0^5 W = 0,305 + 0,726 + 0,892 + 3 \cdot 0,915 = 4,668 \text{ t}$$

$$^1Q_1 = 4,668 - 0,305 = 4,363 \text{ t}$$

$$^1Q_2 = 4,363 - 0,726 = 3,637 \text{ t}$$

$$^1Q_3 = 3,637 - 0,892 = 2,745 \text{ t}$$

$$^1Q_4 = 2,745 - 0,915 = 1,830 \text{ t}$$

$$^1Q_5 = 1,830 - 0,915 = 0,915 \text{ t}$$

$$^1Q_6 = 0,915 - 0,915 = 0$$

2, Tlak větru na pohyblivé zatížení: $W_v = 3,5 \cdot 0,15 = 0,525 \text{ t/m}^2$

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

$$^2Q_0 = \frac{0,525 \cdot 2,06}{2} \cdot 11 = 0,54 \cdot 11 = 5,95 \text{ t}$$

$$^2Q_{0,1} = 0,54 \cdot \frac{(11-1)^2}{11-1} = 5,40 \text{ t}$$

$$^2Q_{1,2} = 0,54 \cdot \frac{(11-2)^2}{10} = 4,38 \text{ t}$$

$$^2Q_{2,3} = 0,54 \cdot \frac{(11-3)^2}{10} = 3,46 \text{ t}$$

$$^2Q_{3,4} = 0,54 \cdot \frac{(11-4)^2}{10} = 2,65 \text{ t}$$

$$^2Q_{4,5} = 0,54 \cdot \frac{(11-5)^2}{10} = 1,95 \text{ t}$$

$$^2Q_{5,6} = 0,54 \cdot \frac{(11-6)^2}{10} = 1,35 \text{ t}$$

3, Bočné rázy

Pro stejné oddíly platí: $^3Q_{n-1,n} = 0,05 \cdot \frac{80}{1+60} \cdot Q_p$

$$^3Q_0 = 0,05 \cdot \frac{80}{22,66+60} \cdot \frac{3920 + (22,66-22,4) \cdot 350}{22,66} = 8,57 \text{ t}$$

$$^3Q_{0,1} = 0,0484 \left[\frac{3400 + (22,2-20,80) \cdot 325}{22,66} - 25 \cdot \frac{1,6}{2,06} \right] = 7,29 \text{ t}$$

$$^3Q_{1,2} = 0,0484 \cdot \frac{2480 + (18,54-17,60) \cdot 275}{22,66} = 5,85 \text{ t}$$

$$^3Q_{2,3} = 0,0484 \cdot \frac{2080 + (16,48-16,0) \cdot 250}{22,66} = 4,72 \text{ t}$$

$$^3Q_{3,4} = 0,0484 \cdot \frac{1720 + (14,42-14,40) \cdot 225}{22,66} = 3,70 \text{ t}$$

$$^3Q_{4,5} = 0,0484 \cdot \frac{840 + (12,36-9,6) \cdot 175}{22,66} = 2,82 \text{ t}$$

$$^3Q_{5,6} = 0,0484 \cdot \frac{840 + (10,30-9,6) \cdot 175}{22,66} = 2,06 \text{ t}$$

Největší hodnoty posouvajících sil:

$$\max Q_0 = 4,67 + 5,95 + 8,57 = 19,19 \text{ t}$$

$$\max Q_{0,1} = 4,36 + 5,40 + 7,29 = 17,05 \text{ t}$$

$$\max Q_{1,2} = 3,64 + 4,38 + 5,85 = 13,87 \text{ t}$$

$$\max Q_{2,3} = 2,75 + 3,46 + 4,72 = 10,93 \text{ t}$$

$$\max Q_{3,4} = 1,83 + 2,65 + 3,70 = 8,18 \text{ t}$$

$$\max Q_{4,5} = 0,915 + 1,95 + 2,82 = 5,69 \text{ t}$$

$$\max Q_{5,6} = 0 + 1,35 + 2,06 = 3,41 \text{ t}$$

Osově síly v prutech horního zavětrování.

$$\text{Osová síla : } D_N = \frac{\max Q_{n-1, n}}{\cos \alpha}$$

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{b} = \frac{\sqrt{2,06^2 + 1,90^2}}{1,90} = 1,475$$

$$D_1 = 1,475 \cdot 17,05 = 25,2 \text{ t}$$

$$D_2 = 1,475 \cdot 13,87 = 20,4 \text{ t}$$

$$D_3 = 1,475 \cdot 10,93 = 16,1 \text{ t}$$

$$D_4 = 1,475 \cdot 8,18 = 12,07 \text{ t}$$

$$D_5 = 1,475 \cdot 5,69 = 8,41 \text{ t}$$

$$D_6 = 1,475 \cdot 3,41 = 5,03 \text{ t}$$

Dimensování zavětrování: Diagonály.

$$\underline{D_I = 25,2 \text{ t}}$$

$$M = 25,2 \cdot 3,906 = 98,5 \text{ t cm}$$

$$2 L 120. 120. 11$$

$$F = 2 \cdot 25,19 = 50,38 \text{ cm}^2$$

$$e = 3,406 \text{ cm}$$

$$W = \frac{346,23 \cdot 2}{3,406} = 204 \text{ cm}^3$$

$$i = 3,71 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{280}{3,71} = 75,5$$

$$c = 1,633$$

$$\sigma = 1,633 \cdot \frac{25200}{50,38} + \frac{9850000}{204} = 818 + 482 = 1300 \text{ kg/cm}^2$$

Nutný počet nýtů:

$$\text{jednostriz': } n = \frac{25200}{1000 \cdot 4,16} \cong 6 \text{ } \phi 23 \text{ m/m}$$

$$\text{na otláčení: } n = \frac{25200}{2500 \cdot 10,23} \cong 5 \text{ } \phi 23 \text{ m/m}$$

$$\underline{D_{II} = 20,4 \text{ t}}$$

$$M = 20,4 \cdot 3,655 = 74,5 \text{ t cm}$$

$$2L \cdot 110 \cdot 110 \cdot 11$$

$$F = 2 \cdot 22,99 = 45,98 \text{ cm}^2$$

$$e = 3,155 \text{ cm}$$

$$W = \frac{263,54 \cdot 2}{3,155} = 167 \text{ cm}^3$$

$$i = 3,39 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{280}{3,39} = 82,5$$

$$c = 1,733$$

$$v = 1,733 \cdot \frac{20400}{45,98} + \frac{7450000}{167} = 770 + 446 = 1216 \text{ kg/cm}^2$$

Nutný počet nýtů:

$$\text{jednostriz': } n = \frac{20400}{1000 \cdot 4,16} = 5 \phi \quad 23 \text{ m/m (provedeno } 6 \phi 23)$$

$$\text{na otláčení': } n = \frac{20400}{2500 \cdot 10,23} \approx 4 \phi \quad 23 \text{ m/m}$$

$$\underline{D_{III} = 16,1 \text{ t}}$$

$$M = 16,1 \cdot 3,368 = 54,2 \text{ t cm}$$

$$2L \cdot 100 \cdot 100 \cdot 10$$

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

$$e = 2,868 \text{ cm}$$

$$W = \frac{360}{2,868} = 125,5 \text{ cm}^3$$

$$i = 3,08 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{280}{3,08} = 91$$

$$c = 1,873$$

$$v = 1,873 \cdot \frac{16100}{38} + \frac{5420000}{125,5} = 795 + 432 = 1227 \text{ kg/cm}^2$$

Nutný počet nýtů:

$$\text{jednostriz': } n = \frac{16100}{1000 \cdot 4,16} = 4 \phi \quad 23 \text{ m/m}$$

$$\underline{D_{II} = 12,07 \text{ t}}$$

$$M = 12,07 \cdot 3,082 = 37,2 \text{ tcm}$$

$$2L \ 90.90.9$$

$$F = 2 \cdot 15,39 = 30,78 \text{ cm}^2$$

$$e = 2,582 \text{ cm}$$

$$W = \frac{118,10.2}{2,582} = 91,5 \text{ cm}^3$$

$$i = 2,77 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{280}{2,77} = 101$$

$$c = 2,070$$

$$v = 2,070 \frac{12070}{30,78} + \frac{3720000}{91,5} = 812 + 407 = 1219 \text{ kg/cm}^2$$

Nutný počet nýtů:

$$\text{jednostriz.} \quad n = \frac{12070}{1000 \cdot 4,16} = 3 \ \phi \ 23^m/m \text{ (provedeno } 4 \phi \ 23^m/m)$$

$$\text{v otlaceni} \quad n = \frac{12070}{2500 \cdot 0,9 \cdot 2,3} = 3 \ \phi \ 23^m/m$$

$$\underline{D_I = 8,41 \text{ t}}$$

$$M = 8,41 \cdot 3,906 = 32,8 \text{ tcm}$$

$$L \ 120.120.11$$

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

$$e = 3,406 \text{ cm}$$

$$W = \frac{346,23}{3,406} = 102 \text{ cm}^3$$

$$i = 2,36 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{280}{2,36} = 119$$

$$c = 2,547$$

$$v = 2,547 \frac{8410}{25,19} + \frac{3280000}{102} = 852 + 322 = 1174 \text{ kg/cm}^2$$

Nutný počet nýtů:

$$\text{jednostriz.} \quad n = \frac{8410}{1000 \cdot 3,14} = 3 \ \phi \ 20^m/m$$

$$\underline{D_{II} = 5,03 \text{ t}}$$

$$M = 5,03 \cdot 3,368 = 17,0 \text{ tcm}$$

$$L = 100 \cdot 100 \cdot 10$$

$$F = 19,0 \text{ cm}^2$$

$$e = 2,868 \text{ cm}$$

$$W = \frac{180}{2,868} = 62,8 \text{ cm}^3$$

$$i = 1,97 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{280}{1,97} = 142$$

$$c = 3,542$$

$$v = 3,542 \cdot \frac{5030}{19,0} + \frac{1700000}{62,8} = 940 + 270 = 1210 \text{ kg/cm}^2$$

Nutný počet nýtů:

$$\text{jednostriz.} \quad n = \frac{5030}{1000 \cdot 3,14} = 2 \quad \phi \quad 20 \text{ mm/m (provedeno } 3 \phi 23 \text{ mm/m)}$$

Svislice.

$$\underline{V_0 = \frac{1}{2} 19,19 = \sim 9,60 \text{ t}}$$

$$M = 9,60 \cdot 2,669 = 25,6 \text{ tcm}$$

$$2L = 75 \cdot 75 \cdot 8$$

$$F = 22,72 \text{ cm}^2$$

$$e = 2,169 \text{ cm}$$

$$W = \frac{120,36}{2,169} = 55,5 \text{ cm}^3$$

$$i = 2,30 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{190}{2,30} = 82,7$$

$$c = 1,736$$

$$v = 1,736 \cdot \frac{9600}{22,72} + \frac{25600}{55,5} = 733 + 461 = 1194 \text{ kg/cm}^2$$

Nutný počet nýtů

$$\text{jednostriz.} \quad n = \frac{9600}{1000 \cdot 3,14} = 3 \quad \phi \quad 20 \text{ mm/m}$$

$$\text{v otlačení: } n = \frac{9600}{2500 \cdot 0,8 \cdot 2,0} = 3 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ m/m}$$

$$\underline{V_I} = 17,05 \text{ t}$$

$$M = 17,05 \cdot 3,118 = 53,2 \text{ tcm}$$

$$2L \ 90 \cdot 90 \cdot 10$$

$$F = 34,0 \text{ cm}^2$$

$$e = 2,618 \text{ cm}$$

$$W = \frac{258,36}{2,618} = 98,8 \text{ cm}^3$$

$$i = 2,76 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{190}{2,76} = 68,8$$

$$c = 1,549$$

$$v = 1,549 \frac{17050}{34} + \frac{53200}{98,8} = 777 + 538 = 1315 \text{ kg/cm}^2$$

Nutný počet nýtů:

$$\text{jednostriz: } n = \frac{17050}{1000 \cdot 3,14} \approx 6 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ m/m}$$

$$\underline{V_{II}} = 13,87 \text{ t}$$

$$M = 13,87 \cdot 3,045 = 42,2 \text{ tcm}$$

$$2L \ 90 \cdot 90 \cdot 8$$

$$F = 2 \cdot 13,76 = 27,52 \text{ cm}^2$$

$$e = 2,545 \text{ cm}$$

$$W = \frac{2 \cdot 106,65}{2,545} = 84$$

$$i = 2,78 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{190}{2,78} = 68,3$$

$$c = 1,542$$

$$v = 1,542 \frac{13870}{27,52} + \frac{42200}{84} = 778 + 502 = 1280$$

Nutný počet nýtů:

$$\text{jednostriz: } n = \frac{13870}{1000 \cdot 3,14} \approx 5 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ m/m} \text{ (provedeno } 6 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ m/m)}$$

$$\text{v otlačení: } n = \frac{13870}{2500 \cdot 0,8 \cdot 2,0} \approx 4 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ m/m}$$

$$\underline{V_{III}} = 10,93 \text{ t}$$

$$M = 10,93 \cdot 2,795 = 30,5 \text{ t cm}$$

$$2 \angle 80.80.8$$

$$F = 24,32 \text{ cm}^2$$

$$e = 2,295 \text{ cm}$$

$$W = \frac{2 \cdot 73,73}{2,295} = 64,3 \text{ cm}^3$$

$$i = 2,46 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{190}{2,46} = 77,3$$

$$e = 1,66$$

$$v = 1,66 \cdot \frac{10930}{24,32} + \frac{30500}{64,3} = 747 + 473 = 1220 \text{ kg/cm}^2$$

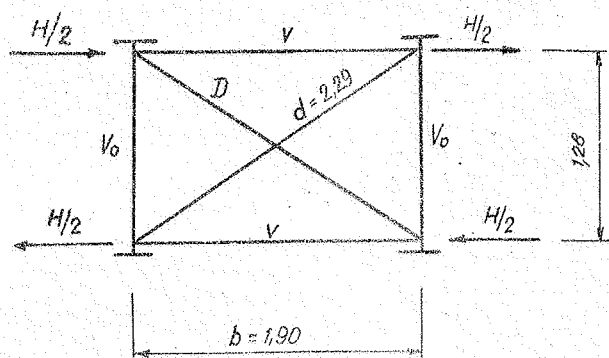
Nutný počet nýtů:

$$\text{jednostráž: } n = \frac{10930}{1000 \cdot 3,14} \approx 4 \phi \quad 20 \text{ m/m}$$

$$\text{v otláčení: } n = \frac{10930}{2500 \cdot 0,8 \cdot 2,0} \approx 3 \phi \quad 20 \text{ m/m}$$

Ostatní svislíce dimensovány jako V_0

C, Příčné ztužení krajní.



Vodorovná reakce: $H = \max Q_0 = 14,52 \text{ t}$

$$d = \sqrt{1,9^2 + 1,28^2} = 2,29 \text{ m}$$

$$\text{Osová síla } D = \pm \frac{H}{2} \cdot \frac{d}{b}$$

$$D = \pm \frac{19,19}{2} \cdot \frac{2,29}{1,9} = \pm 11,55 \text{ t}$$

Příčka D: $2 \angle 80.80.8$ o ploše

$$F = 2 \cdot 12,16 = 24,32 \text{ cm}^2; \quad i_{\min} = 2,46 \text{ cm}$$

$$F_{osl} = 24,32 - 4 \cdot 0,8 \cdot 2,0 = 17,92 \text{ cm}^2$$

$$e = 2,295$$

$$\text{Moment z excentrity: } M = 11,55 \cdot 2,795 = 32,3 \text{ t cm}$$

$$W = \frac{2.73,73}{2,295} = 64,2 \text{ cm}^3$$

$$S_K = 0,7. 2,29 = 1,60; \quad \lambda = \frac{160}{2,46} = 65,2 \dots c = 1,494$$

$$\text{namáhání v tlaku: } \sigma_D = 1,494 \cdot \frac{11550}{24,32} + \frac{3230000}{64,2} = 710 + 503 = \\ = 1213 \text{ kg/cm}^2$$

Přípojně nýty : 6 ϕ 20^{m/m} v plechu 10^{m/m} tlustém

o ploše $F_s = 18,85 \text{ cm}^2$ (smyk)

$$\text{namáhání } \tau = \frac{11550}{18,85} = 613 \text{ kg/cm}^2 < 900 \text{ kg/cm}^2$$

D. Stabilita mostu.

Svislý moment:

$$\text{od vlastní váhy: } M_g = G_h \cdot \frac{b}{2} = 2,4 \cdot \frac{1,9}{2} = \dots 2,28 \text{ tm}$$

$$\text{od pohyblivého zatížení: } p = 1,25 \text{ t/m}$$

$$M_p = 1,25 \cdot \frac{1,9}{2} = \dots 1,19 \text{ --}$$

$$M_s = 3,47 \text{ tm}$$

Vodorovný moment:

$$\text{od větru na pohybl. zatížení: } M_v = 3,5 \cdot 0,15 \cdot 3,61 = 1,895 \text{ tm}$$

$$\text{od větru na konstrukci: } M_t = \frac{0,15 \cdot 62,7}{22,66} \cdot 0,47 = \dots 0,195 \text{ --}$$

$$\text{od kymácení: } M_k = 1,86 \cdot 0,05 \cdot 1,25 = \dots 0,116 \text{ --}$$

$$M_w = 2,206 \text{ tm}$$

$$\text{Stabilita proti převržení: } \gamma = \frac{3,47}{2,206} = 1,57 > 1,3$$

E. Pružný průhyb hlavních nosníků.

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

$$J_x = 8718700 \text{ cm}^4, \quad M = \max M_p = 443,0 \text{ tm}$$

$$y_{\max} = \frac{5,5 \cdot 443,0 \cdot 22,66^2 \cdot 10^{-3}}{48 \cdot 2,100000 \cdot 8718700} = \underline{1,42 \text{ cm}}$$

$$\text{Dovolný průhyb : } y = \frac{1}{900} \cdot 22,66 = 2,51 \text{ cm}$$

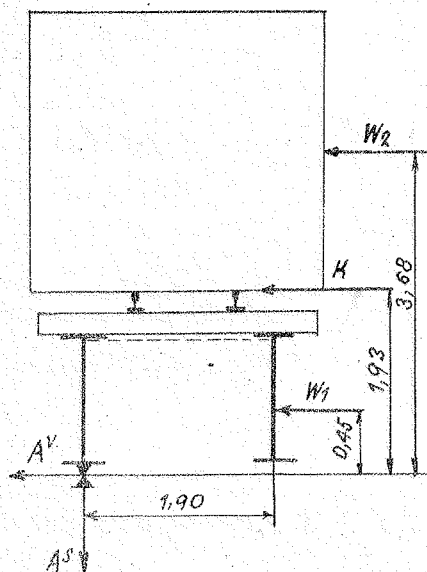
Nadvýšení od stálého zatížení:

$$y_g = \frac{5,5 \cdot 77,3 \cdot 22,66^2 \cdot 10^{-3}}{48 \cdot 2,100000 \cdot 8,718700} = 0,248 \text{ cm}$$

$$\text{Nadvýšení : } \Delta = y_g + \frac{1}{2} y_{\max} = 0,248 + \frac{1}{2} \cdot 1,42 = 0,958 \text{ cm}$$

provede se $\Delta = 1 \text{ cm}$

Přepočet ložisek.



Zatížení na 1 ložisko :

a, Svislé reakce :

Od zatížení stálého a pohyblivého

$$A_g + \delta \cdot A_p = \text{-----} 133,0 \text{ t}$$

$$\underline{\underline{A_1^S = 133,0 \text{ t}}}$$

Svislá reakce od boč. rázu :

$$A_K^S = 8,57 \cdot \frac{1,93}{1,90} = \text{-----} 8,70 \text{ t}$$

Svislá reakce od tlaku větru :

$$A_W^S = \frac{4,668 \cdot 0,45 + 5,95 \cdot 3,68}{1,9} = \text{-----} 12,63 \text{ t}$$

Svislá reakce od brzdne síly :

$$A_B^S = 17,5 \cdot \frac{1,93}{22,66} = \text{-----} 1,49 \text{ t}$$

$$\underline{\underline{A_2^S = 155,82 \text{ t}}}$$

b, příčné reakce :

$$\text{Od větru } H_W = \frac{1}{2} (4,668 + 5,95) = \text{-----} 5,31 \text{ t}$$

$$\text{od boč. rázu } H_K = \frac{1}{2} 8,57 = \text{-----} 4,29 \text{ t}$$

$$\underline{\underline{A_2^V = 9,60 \text{ t}}}$$

c, brzdna síla :

$$\underline{\underline{B = 17,50 \text{ t}}}$$

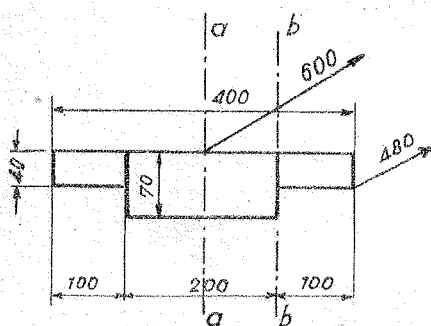
d, tření v ložiskách

$$A^T = 0,03 (13,62 + 88,5) = \text{-----} 3,06 \text{ t}$$

1, Vahadlo

Namáhání od zat. hlavního i vedlejšího:

Řez a-a:



$$M = \frac{1}{8} 155,82 \cdot 0,40 = 7,9 \text{ tm}$$

$$W = \frac{1}{6} 60 \cdot 70^2 = 490 \text{ cm}^3$$

$$\gamma = \frac{790000}{490} = \underline{\underline{1611 \text{ kg/cm}^2}}$$

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

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

Řez b-b

$$M = \frac{155,82}{0,48} \cdot \frac{0,1^2}{2} = 1,62 \text{ tm}$$

$$W = \frac{1}{6} 48 \cdot 40^2 = 128 \text{ cm}^3$$

$$\gamma = \frac{162000}{128} = \underline{\underline{1267 \text{ kg/cm}^2}}$$

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

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

2, Valnice

Namáhání od zat. hlavního i vedlejšího:

Řez a-a

$$P_1 = \frac{155,82}{2} + 3,06 \frac{9,7}{22} = 79,26 \text{ t}$$

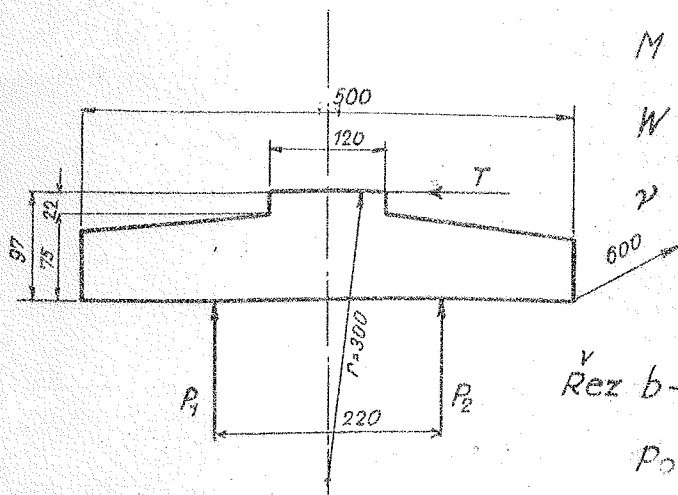
$$M = \frac{1}{2} 79,26 \cdot 0,22 = 8,71 \text{ tm}$$

$$W = \frac{1}{6} 60 \cdot 9,7^2 = 941 \text{ cm}^3$$

$$\gamma = \frac{871000}{941} = \underline{\underline{927 \text{ kg/cm}^2}}$$

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

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



Řez b-b:

Posun konce hlav. nosníku:

Roztažení od teploty:

$$\Delta l_1 = 0,000012 \cdot 2266 \cdot 35 = 0,95 \text{ cm}$$

Pootočení nad podporou

$$\Delta l_2 = \frac{M l h}{3 E J} = \frac{2 \gamma l}{3 E} = \frac{2 \cdot 1190 \cdot 2266}{3 \cdot 2100000} = 0,85 \text{ cm}$$

$$\Delta l_1 + \Delta l_2 = 0,95 + 0,85 = 1,8 \text{ cm}$$

Vzájemné posunutí válečku proti valnici

$$\Delta l'_1 = \frac{1}{2} 1,8 = 0,9 \text{ cm}$$

$$M = (155,82 \frac{10,1}{22} + 3,06 \cdot \frac{9,7}{22}) \cdot 0,059 = 4,3 \text{ t m}$$

$$W = \frac{1}{6} 60 \cdot 7,5^2 = 562 \text{ cm}^3$$

$$\nu = \frac{430000}{562} = \underline{\underline{765 \text{ kg/cm}^2}}$$

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

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

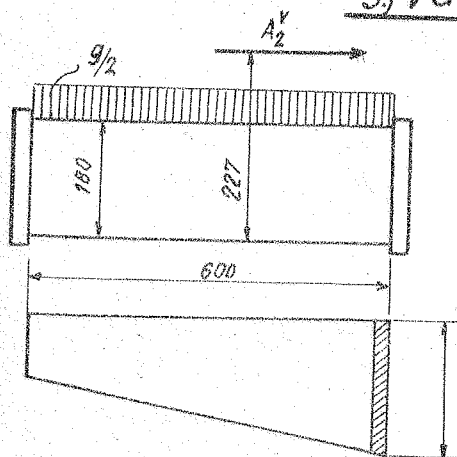
Namáhání v soustředěném tlaku

$$\max \gamma = 0,423 \sqrt{\frac{155,82 \cdot 2100000}{60 \cdot 30}} = \underline{\underline{5700 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$< 10.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 8.500 \text{ -- " --}$$

3. Válečky



$$2P' = \frac{155820}{60} + \frac{9600 \cdot 27,7}{\frac{1}{6} 60^2} = 3040$$

$$P = 1520 + \frac{3060 \cdot 27,7}{22 \cdot 60} = 1584$$

$$\nu = 0,423 \sqrt{\frac{1584 \cdot 2100000}{9,0}} = 8130 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

4. Úložná deska.

zatím se neprovede nová
(provede se nová)

$$W = \frac{1}{6} \cdot 7,0^2 = 8,2 \text{ cm}^3$$

$$W_1 = \frac{1}{6} \cdot 60 \cdot 60^2 = 36000 \text{ cm}^3$$

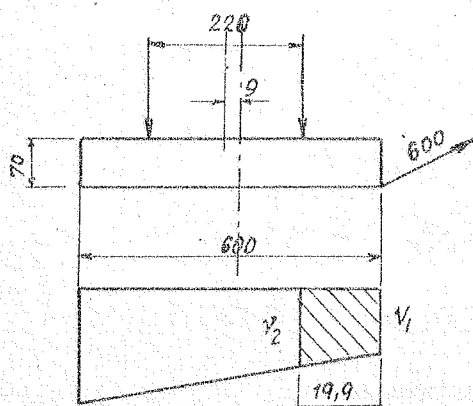
$$W_2 = \frac{1}{6} \cdot 60 \cdot 60^2 = 36000 \text{ cm}^3$$

$$\nu' = \frac{155820}{60 \cdot 60} = 43,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu'' = \frac{155820 \cdot 0,9}{3600} = \pm 3,9 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu''' = \frac{3060 \cdot (9,7 + 7,0 + 18)}{3600} = \pm 3,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\nu_1 = 43,3 - 3,9 + 3 = 42,4 \text{ kg/cm}^2$$



Namáhání desky (bezpečně)

$$\gamma = \frac{\frac{1}{2} \cdot 42,4 \cdot 19,9^2}{8,2} = \underline{\underline{1025 \text{ kg/cm}^2}}$$

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

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

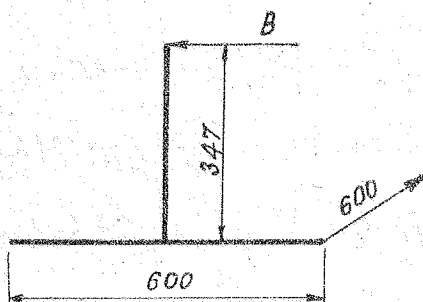
$$\gamma_{IV} = \frac{9600 (7,0 + 18,0 + 9,7)}{36000} = \underline{\underline{\pm 9,3 \text{ kg/cm}^2}}$$

Max. tlak na úložný kvádr pod pohyblivým ložiskem:

$$\max \gamma = 43,3 + 3,9 + 3,0 + 9,3 = \underline{\underline{59,5 \text{ kg/cm}^2}}$$

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

5. Úložná stolice (pevné ložisko zůstane beze změny)



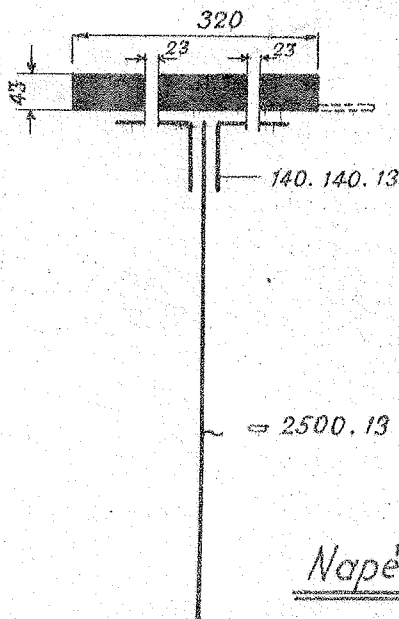
$$\gamma^V = \frac{(17500 - 3060) 34,7}{36000} = \underline{\underline{13,9 \text{ kg/cm}^2}}$$

Max. tlak na úložný kvádr pod pevným ložiskem

$$\max \gamma = 43,3 + 9,3 + 13,9 = \underline{\underline{66,5 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$\approx \underline{\underline{65 \text{ kg/cm}^2}}$$

Alternativní návrh průřezu.



osl. základní průřez 3099659 cm⁴

osl. pásnice (32,0 - 4,6) 139050 3809970 "

I_{osl} = 6909629 cm⁴

$$W_{osl} = \frac{6909629}{129,3} = 53438 \text{ cm}^3$$

Napětí od hlavního zatížení :

$$\sigma_I = \frac{67530000}{53438} = 1264 \text{ kg/cm}^2 < 1800 \text{ kg/cm}^2$$

Napětí od vedlejších účinků :

vlivem svislého odlehčení větru : $\sigma_W = \frac{2440000}{53438} = -46 \text{ kg/cm}^2 \text{ (str. 9)}$

vlivem osové síly v pásu od vod. větru : $\sigma = \frac{32400}{137,6 + 69,4 + 18,2} = 144 \text{ kg/cm}^2 \text{ (str. 9)}$

vlivem místního momentu od větru : $\sigma_2 = \frac{20500}{725} \approx 29 \text{ kg/cm}^2 \text{ (str. 9)}$

vlivem brzděné síly : $\sigma_B = \frac{8750}{275,2 + 138,8 + 325} = 12 \text{ kg/cm}^2 \text{ (str. 9)}$

vlivem svislého odlehčení z boč. rázů : $\sigma_s = \frac{536000}{53438} = -10 \text{ kg/cm}^2 \text{ (str. 10)}$

vlivem osové síly v pásu z boč. rázů : $\sigma_s = \frac{11650}{225,2} = 52 \text{ kg/cm}^2 \text{ (str. 10)}$

vlivem místního momentu z boč. rázů : $\sigma_s = \frac{24100}{725} = 33 \text{ kg/cm}^2 \text{ (str. 10)}$

Čelkové napětí od všech účinků :

$$\sigma_{I+III} = 1264 - 46 + 144 + 29 + 12 - 10 + 52 + 33 = 1478 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 1500 \text{ kg/cm}^2$$