

Calcul de rezistență - rev. A

Lucrare (proiect): Pod intrare în cuptor - HoG - rev. A

Bibliografie: Rezistența materialelor - Ghe. Burdugan
Editura Academiei Republicii Socialiste România
București 1986

a) Calcul de rezistență pentru solicitarea de încovoiere pod

Se vor face calcule de rezistență pentru partea de pod dintre reazăme, pe lungimea $l = 6\text{ m} = 6000\text{ mm}$. Partea din afara reazămului se află în cuptor și are lungimea de 2050 mm, conform desen LMA538-00.00, pl. 2/8. Ca urmare, se va calcula masa piesei între reazăme, care face obiectul studiului.

a.1) Determinarea masei piesei (podului) din afara reazămului, M_{ext}

$$M_{ext.} = m_{ext.} + m_{sud. ext.}$$

$$m_{ext.} = 2 \cdot 29,4 \cdot 1057,4 \cdot 10^{-3} \Big|_{poz. 1,2} + 2 \cdot 29,4 \cdot 537,5 \cdot 10^{-3} \Big|_{poz. 3,4} + 10,98 \Big|_{poz. 5} + 2 \cdot 6,86 \Big|_{poz. 6,7}$$

$$+ 13,4 \cdot 793,6 \cdot 10^{-3} \Big|_{poz. 8} + 7,85 \cdot 148425 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \Big|_{poz. 10} + 3 \cdot 0,349 \Big|_{poz. 11} +$$

$$+ 269 \Big|_{poz. 29} + 2 \cdot 0,496 \Big|_{poz. 31} + 2 \cdot 0,375 \Big|_{poz. 32} + 2 \cdot 2,665 \Big|_{poz. 33} + 2 \cdot 0,89 \Big|_{poz. 34} +$$

$$+ 2 \cdot (0,766 + 0,0755 + 0,025) \Big|_{poz. 35,36,37} + 49,1 \cdot 1995 \cdot 305 \cdot 10^{-6} \Big|_{poz. 28} =$$

$$= 451,2 \text{ kg}$$

$$m_{sud. ext.} = 2\% \cdot 451,2 = 9,0 \text{ kg}$$

$$M_{ext.} = 451,2 + 9,0 = 460,2 \text{ kg} \approx 460 \text{ kg}$$

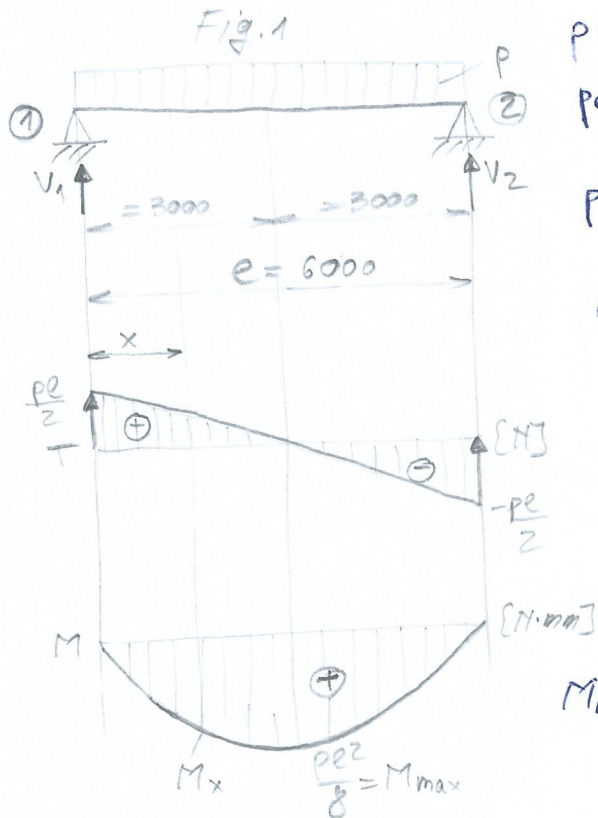
Data: 05.07.2018



a.2) Determinarea masei piesei între reazăme, m_0 [kg]

$$m_0 = M - M_{ext.} = 2880,5 - 460 = 2420,5 \text{ Kg}$$

a.3) Construirea diagramei de forță tăietoare T și moment încovoietor M , pentru rezemare longitudinală cu $l = 6000$ între reazăme, sarcină uniform distribuită



$$p = p_0 + p_1$$

$$p_0 = \frac{G_0}{e} = \frac{2420,5 \cdot 9,81}{6000} \approx \frac{23745}{6000} \text{ N/mm}$$

$$p_1 = \frac{5000 \text{ kgf}}{6000} = \frac{5000 \cdot 9,81}{6000} = \frac{49050}{6000} \text{ N/mm}$$

$$M_x = \frac{p}{2} \cdot x \cdot (l - x) ; m = 5000 \text{ Kg} ; m_0 = 2420,5 \text{ Kg}$$

$$V_1 + V_2 = p \cdot l$$

$$V_1 \cdot 6000 = \frac{p \cdot l^2}{2} = \frac{p \cdot 6000^2}{2}$$

$$V_1 = \frac{p \cdot l}{2} \Rightarrow V_2 = p \cdot l - \frac{p \cdot l}{2} = \frac{p \cdot l}{2}$$

$$V_1 = V_2 = \frac{p \cdot l}{2}$$

$$M_{max} = \frac{p}{2} \cdot \frac{l}{2} \cdot \left(l - \frac{l}{2} \right) = \frac{p \cdot l^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{\left(\frac{G_0}{e} + \frac{m \cdot g}{e} \right) e^2}{8} = \frac{(m_0 + m) \cdot g \cdot e}{8} = \frac{(2420,5 + 5000) \cdot 9,81 \cdot 6000}{8}$$

$$M_{max} = 54.596.328,7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

a.4) Cazul I - Pod solicitat la o sarcină uniform distribuită
În secțiunea c-c, la $x = \frac{l}{2} = 3000 \text{ mm}$

a.4.1) Determinarea centrului de greutate, y_G [mm]

Se aplică formula $y_G = \frac{\sum y_i \cdot A_i}{\sum A_i}$

$$\begin{aligned}
 Y_G &= \frac{2 \cdot 1228 \cdot 3740 + 2 \cdot 1218 \cdot 3740 + 1178 \cdot 9,6 \cdot 820 \cdot 2 + 2 \cdot 1122,8 \cdot 9,6 \cdot 470 +}{2 \cdot 3740 + 2 \cdot 3740 + 2 \cdot 9,6 \cdot 820 + 2 \cdot 9,6 \cdot 470 +} \\
 &+ \frac{2 \cdot 1233,2 \cdot 9,6 \cdot 541 + 2 \cdot 1343 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 1113 \cdot 10 \cdot 170 + 3 \cdot 1113 \cdot 10 \cdot 100 +}{2 \cdot 9,6 \cdot 541 + 2 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 10 \cdot 170 + 3 \cdot 10 \cdot 100 +} \\
 &+ \frac{2 \cdot 1188 \cdot 10 \cdot 280 + 2 \cdot 1048 \cdot 10 \cdot 290 - 2 \cdot 928 \cdot 10 \cdot 14 - 2 \cdot 1028 \cdot 10 \cdot 14 + 2 \cdot 978 \cdot 10 \cdot (150 - 214)}{2 \cdot 10 \cdot 280 + 2 \cdot 10 \cdot 290 - 4 \cdot 10 \cdot 14 + 10 \cdot (150 - 2 \cdot 14)} \\
 &+ \frac{10 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (42^2 - 36^2) \cdot 2 + 2 \cdot 300 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (28^2 - 22^2) + 2 \cdot 600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (28^2 - 22^2) + 1105 \cdot 6 \cdot 1995}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (42^2 - 36^2) + 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (28^2 - 22^2) + 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (28^2 - 22^2) + 6 \cdot 1995} \\
 &= \frac{99.694.359,25}{85.622,81} = 1164,3 \text{ mm}, \text{ vezi sect. C-C (pl. 5/8)}
 \end{aligned}$$

a.4.2) Determinarea momentului de inerție, I_z la $x = \frac{l}{2} = 3000$

Se aplică formula $I_D = I_G + A \cdot e^2$, unde
 D și G sunt două drepte paralele, G trece prin centrul
 de greutate al suprafeței

e = distanța dintre dreptele D și G

A = aria suprafeței

$$I_{z1} = 2690 \left| \begin{array}{l} \text{Profil} \\ U22 \end{array} \right. + 37,4 \cdot 6,37^2 = 4207,5 \text{ cm}^4$$

$$I_{z2} = I_{z1} = 4207,5 \text{ cm}^4$$

$$I_{z3} = 2690 + 37,4 \cdot 5,37^2 = 3768,5 \text{ cm}^4$$

$$I_{z4} = I_{z3} = 3768,5 \text{ cm}^4$$

$$I_{z5} = \left(\frac{820 \cdot 120^3}{12} - \frac{820 \cdot 100 \cdot 8^3}{12} + 2 \cdot 820 \cdot 9,6 \cdot 13,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 5104,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z6} = \left(\frac{470 \cdot 9,6^3}{12} + 470 \cdot 9,6 \cdot 41,5^2 \right) \cdot 10^{-4} + \left(\frac{541 \cdot 9,6^3}{12} + 541 \cdot 9,6 \cdot 68,9^2 \right) \cdot 10^{-4}$$

$$I_{z6} = 3250,0 \text{ cm}^4$$

$$I_{z7} = I_{z6} = 3250,0 \text{ cm}^4$$

$$I_{z9} = 2 \cdot \left(\frac{170 \cdot 10^3}{12} + 170 \cdot 10 \cdot 178,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 10860,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{z10} = 2 \cdot \left(\frac{170 \cdot 10^3}{12} + 170 \cdot 10 \cdot 51,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 897,6 \text{ cm}^4$$

$$I_{z11} = 3 \cdot \left(\frac{100 \cdot 10^3}{12} + 100 \cdot 10 \cdot 51,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 792,0 \text{ cm}^4$$

$$I_{z12} = 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 280^3}{12} + 10 \cdot 280 \cdot 23,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 3973,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{z13} = 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 290^3}{12} + 10 \cdot 290 \cdot 116,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 11909,7 \text{ cm}^4$$

$$I_{z14} = 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 150^3}{12} + 10 \cdot 150 \cdot 186,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 10974,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z24} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot (42^4 - 36^4)}{64} + \frac{\pi}{4} (42^2 - 36^2) \cdot 1164,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 99.668,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{z25'} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot (28^4 - 22^4)}{64} + \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2) \cdot 864,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 35205,9 \text{ cm}^4$$

$$I_{z25''} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot (28^4 - 22^4)}{64} + \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2) \cdot 564,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 15009,6 \text{ cm}^4$$

$$I_{z13, \text{gauri } \phi 14} = -2 \cdot \left(4 \cdot \frac{10 \cdot 14^2}{12} + 4 \cdot 10 \cdot (236,3^2 + 136,3^2) \right) \cdot 10^{-4} = -8336,3 \text{ cm}^4$$

$$I_{z26} = \left(\frac{1995 \cdot 6^3}{12} + 1995 \cdot 6 \cdot 59,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 4212,8 \text{ cm}^4$$

$$I_z = I_{z1} + I_{z2} + \dots + I_{z26}$$

$$I_z = 212724,5 \text{ cm}^4 \quad \left| \text{ la } x = \frac{e}{2}, \text{ sect. } \underline{c-c} \right.$$

a.4.3) Determinarea distanței de la centrul de greutate y_G la fibra extremă, y_{\max} [mm]

$$y_{\max} = 1185,3 \text{ mm}, \text{ conf. secțiunea } \underline{c-c}$$

a.4.4) Determinarea modulului de rezistență la încovoiere al secțiunii $x = e/2$, W_z [mm³] în sect. c-c

$$W_z = I_z / y_{\max} = \frac{212724,5 \cdot 10^4}{1185,3} = 1.794.689,1 \text{ mm}^3$$

a.4.5) Verificarea tensiunii de încovoiere efective, σ_{ncef} [N/mm²]
în sect. c-c la $x = e/2 = 3000$, cu sarcină uniform distribuită,
 $\sigma_{\text{ncef}} < \sigma_{\text{a\text{nc}}}$ $P_1 = \frac{49050}{6000} \text{ N/mm}$

$$\sigma_{\text{ncef}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_z} = \frac{54.596.328,7}{1.794.689,1} = 30,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{a\text{nc}}} = 1,1 \cdot \sigma_{\text{at}} = 1,1 \cdot 110 = 121 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{\text{at}} = 110 \text{ N/mm}^2$ pentru material OL 37 și solicitare pulsantă

$$\sigma_{\text{ncef}} = 30,4 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{a\text{nc}}} = 121 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{Podul rezistă}$$

$$C_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\text{ncef}}} = \frac{210}{30,4} = 6,9$$

$C_c =$ coeficient de siguranță față de limita de curgere a materialului

$\sigma_c = 210 \text{ N/mm}^2$ este limita de curgere a materialului
 OL 37 STAS 500/2-80

a.5) Cazul II - Secțiunea D-D (în dreptul usii) la cota $x = 1950 \text{ mm}$
de reazăm din stg., pod încărcat cu sarcină uniform
distribuită

a.5.1) Determinarea centrului de greutate, y_G [mm]

$$y_G = \frac{\sum y_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

$$y_G = \frac{2 \cdot 1228 \cdot 3740 + 2 \cdot 1218 \cdot 3740 + 2 \cdot 1373 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 1113 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 1048 \cdot 10 \cdot 290 + 1105 \cdot 6 \cdot 1995 + 2 \cdot 0 \cdot \frac{\pi}{4} (48^2 - 36^2) + 2 \cdot 300 \cdot \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2) + 2 \cdot 10 \cdot 290 + 6 \cdot 1995 + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (48^2 - 36^2) + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2) + 2 \cdot 600 \cdot \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2) + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2)}{2 \cdot 3740 + 2 \cdot 3740 + 2 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 10 \cdot 290 + 6 \cdot 1995 + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (48^2 - 36^2) + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2) + 2 \cdot 600 \cdot \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2) + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2)} = \frac{46.375.845,0}{42055,8} = 1102,7 \text{ mm}$$

a.5.2) Determinarea momentului de inerție, I_z [cm^4] în
sect. D-D

$$I_{z_1} = 2690 + 37,4 \cdot 12,53^2 = 8561,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_2} = I_{z_1} = 8561,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_3} = 2690 + 37,4 \cdot 11,53^2 = 7661,9 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_4} = I_{z_3} = 7661,9 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_9} = 2 \left(\frac{170 \cdot 10^3}{12} + 170 \cdot 10 \cdot 240,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 19635,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{10}} = 2 \left(\frac{170 \cdot 10^3}{12} + 170 \cdot 10 \cdot 10,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 38,9 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{13}} = 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 290^3}{12} + 10 \cdot 290 \cdot 54,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 5800,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{22}} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot (42^4 - 36^4)}{64} + \frac{\pi}{4} (42^2 - 36^2) \cdot 1102,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 89402,3 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{23}'} = 2 \cdot \left(\frac{\pi}{64} (28^4 - 22^4) + \frac{\pi}{4} (28^2 - 22^2) \cdot 802,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 30366,9 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{23}''} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot (28^4 - 22^4)}{64} + \frac{\pi \cdot (28^2 - 22^2)}{4} \cdot 502,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 11912,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{27}} = \left(\frac{1956 \cdot 6^3}{12} + 1995 \cdot 6 \cdot 2,4^2 \right) \cdot 10^{-4} = 10,4 \text{ cm}^4$$

$$I_z = I_{z_1} + I_{z_2} + \dots + I_{z_{27}} = 189614,1 \text{ cm}^4$$

a.5.3) Determinarea distanței de la centrul de greutate
la fibra extremă, y_{\max} în secțiunea $x = 1950 \text{ mm}$, în
sect. D-D

$$y_{\max} = 1123,7 \text{ mm} \text{ conform secțiunea D-D}$$

a.5.4) Determinarea modului de rezistență la încovoiere
al secțiunii, W_z în secțiunea D-D la $x = 1950 \text{ mm}$

$$W_z = \frac{I_z}{y_{\max}} = \frac{189.614,1 \cdot 10^4}{1123,7} = 1.687.408,5 \text{ mm}^3$$

a.5.5) Verificarea tensiunii de încovoiere efective, σ_{ineef} în secțiunea D-D la $x = 1950 \text{ mm}$, pentru sarcină uniform distribuită, $p_1 = \frac{5000 \text{ kg} \cdot 9,81}{6000} = \frac{49050}{6000} \text{ N/mm}$

$$\sigma_{\text{ineef}} < \sigma_{a\text{ine}} = 121 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{ineef}} = \frac{M_{D-D}}{W_z} \quad ; \quad M_{D-D} = \frac{P}{2} \cdot x \cdot (l-x)$$

$$M_{D-D} = \frac{P}{2} \cdot 1950 (6000 - 1950) = \frac{(m_0 + m) \cdot g}{2 \cdot l} \cdot 1950 \cdot (6000 - 1950)$$

$$M_{D-D} = \frac{(2420,5 + 5000) \cdot 9,81 \cdot 1950 \cdot 4050}{2 \cdot 6000} = 47.908.278,4 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$W_z = 1.687.408,5 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{\text{ineef}} = \frac{47.908.278,4}{1.687.408,5} = 28,3 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{a\text{ine}} = 121 \text{ N/mm}^2$$

$$c_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\text{ineef}}} = \frac{210}{28,3} = 7,4 = \text{coeficient de siguranță față de limita de curgere}$$

a.6) Cazul III - Secțiunea E-E, la cota $x = 2860 \text{ mm}$ față de teatām̄ul din stg., pod încercat cu sarcină uniform distribuită, $p_1 = 49050/6000 \text{ N/mm}$

a.6.1) Determinarea centrului de greutate, $y_G \text{ [mm]}$

$$y_G = \frac{\sum y_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

$$y_G = \frac{2 \cdot 1228 \cdot 3740 + 2 \cdot 1218 \cdot 3740 + 2 \cdot 1343 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 1113 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 1188 \cdot 10 \cdot 280 + 2 \cdot 1048 \cdot 10 \cdot 290 + 2 \cdot 978 \cdot 10 \cdot 150 + 2 \cdot 0 \cdot \frac{\pi}{4} (48^2 - 36^2) + 2 \cdot 300 \cdot \frac{\pi}{4} (78^2 - 22^2) + 2 \cdot 600 \cdot \frac{\pi}{4} (78^2 - 22^2) + 1105 \cdot 1995,6}{2 \cdot 3740 + 2 \cdot 3740 + 2 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 10 \cdot 170 + 2 \cdot 10 \cdot 280 + 2 \cdot 10 \cdot 290 + 2 \cdot 10 \cdot 150 + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (48^2 - 36^2) + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (78^2 - 22^2) + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (78^2 - 22^2) + 1995,6} = \frac{55.962.645,0}{50655,8} = 1106,7 \text{ mm}$$

a.6.2) Determinarea momentului de inerție, I_z [cm^4], în secțiune E-E, la cota $x = 2860 \text{ mm}$ față de reazămul din stg.

$$I_{z_1} = 2690 + 37,4 \cdot 12,33^2 = 8375,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_2} = I_{z_1} = 8375,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_3} = 2690 + 37,4 \cdot 11,33^2 = 7490,9 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_4} = I_{z_3} = 7490,9 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_9} = 2 \cdot \left(\frac{170 \cdot 10^3}{12} + 170 \cdot 10 \cdot 238,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 19310,3 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{10}} = 2 \cdot \left(\frac{170 \cdot 10^3}{12} + 170 \cdot 10 \cdot 8,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 26,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{12}} = 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 280^3}{12} + 10 \cdot 280 \cdot 83,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 7544,4 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{13}} = 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 290^3}{12} + 10 \cdot 290 \cdot 56,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 5929,4 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{14}} = 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 150^3}{12} + 10 \cdot 150 \cdot 126,8^2 \right) \cdot 10^{-4} = 5385,9 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{24}} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot (48^4 - 36^4)}{64} + \frac{\pi \cdot (48^2 - 36^2)}{4} \cdot 1104,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 193263,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{25^I}} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot (28^4 - 22^4)}{64} + \frac{\pi}{4} \cdot (28^2 - 22^2) \cdot 804,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 30518,4 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{25^{II}}} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot (28^4 - 22^4)}{64} + \frac{\pi}{4} \cdot (28^2 - 22^2) \cdot 504,7^2 \right) \cdot 10^{-4} = 12007,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_{26}} = \left(\frac{1995 \cdot 6^3}{12} + 1995 \cdot 6 \cdot 0,3^2 \right) \cdot 10^{-4} = 3,6 \text{ cm}^4$$

$$I_z = I_{z_1} + I_{z_2} + \dots + I_{z_{26}} = 305722 \text{ cm}^4$$

a.6.3) Determinarea distanței de la centrul de greutate la fibra extremă, W_z [mm^3] în secțiunea E-E la $x = 2860 \text{ mm}$ față de reazămul din stg.

$$J_{\text{max}} = 1125,7 \text{ conform desen sect. E-E}$$

a.6.4) Determinarea modului de rezistență la încovoiere al secțiunii, W_z [mm³] în secțiunea E-E la $x = 2860$ mm față de reazămul din stg.

$$W_z = \frac{I_z}{J_{\max}} = \frac{305722 \cdot 10^4}{1125,7} = 2.715.839,0 \text{ cm}^3$$

a.6.5) Verificarea tensiunii de încovoiere efective, σ_{inef} [N/mm²] în secțiunea E-E la $x = 2860$ mm față de reazămul din stg., pod încărcat cu sarcină uniform distribuită

$$p_1 = \frac{5000 \text{ kgf}}{l} = \frac{49050 \text{ N}}{6000} \text{ N/mm}$$

$$\sigma_{\text{inef}} < \sigma_{\text{a} \text{ inc}} = 121 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{inef}} = \frac{M_{E-E}}{W_z}$$

$$M_{E-E} = \frac{p}{2} x \cdot (l-x) = \frac{(m_0+m) \cdot g}{2l} \cdot 2860 \cdot (6000-2860)$$

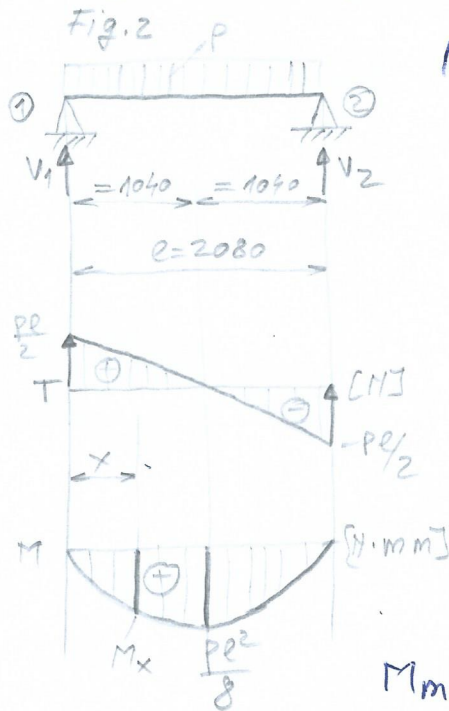
$$M_{E-E} = \frac{(2420,5 + 5000) \cdot 9,81}{2 \cdot 6000} \cdot 2860 \cdot 3140 = 54.477.430,0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{inef}} = \frac{54.477.430,0}{2.715.839,0} = 20,0 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{a} \text{ inc}} = 121 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$$

\Rightarrow Podul rezistă

$$C_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\text{inef}}} = \frac{210}{20} = 10,5 = \text{coeficient de siguranță față de limita de curgere}$$

a.7) Construirea diagramei de forță tăietoare T și moment încovoiător M, pentru rezemare transversală $l = 2080 \text{ mm}$ și sarcină uniform distribuită $p_1 = \frac{5000 \text{ kgf}}{e}$



$$p = p_0 + p_1 = \frac{m_0 \cdot g}{e} + \frac{m_1 \cdot g}{e} = \frac{(m_0 + m_1) \cdot g}{e}$$

$$p = \frac{(2420,5 + 5000) \cdot 9,81}{2080} = \frac{7420,5 \cdot 9,81}{2080} \text{ N/mm}$$

$m_0 = 2420,5 \text{ kg}$ este greutatea proprie a podului între rezăme

$m_1 = 5000 \text{ kg}$ este masa uniform distribuită pe toată lungimea podului

$$M_x = \frac{p}{2} x \cdot (l - x)$$

$$M_{\max} = \frac{p \cdot l^2}{8} = \frac{(p \cdot l) \cdot l}{8} = \frac{(m_0 + m_1) \cdot g \cdot l}{8}$$

$$M_{\max} = \frac{7420,5 \cdot 9,81 \cdot 2080}{8} = 18.926.427,3 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

a.8.) Cazul IV - Secțiunea F-F prin mijlocul podului la $x = l/2 = 2080/2 = 1040 \text{ mm}$, sarcină uniform distribuită $p_1 = \frac{5000 \text{ kgf}}{2080} \text{ N/mm}$

a.8.1) Determinarea centrului de greutate y_G [mm] în secțiunea F-F la $x = 1040 \text{ mm}$

$$y_G = \frac{\sum y_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

$$y_G = \frac{7 \cdot 0 \cdot 1700 + 5 \cdot 0 \cdot 2322,7 + 73 \cdot 3635,6 + 73 \cdot 895,6 + 7 \cdot 1700 + 5 \cdot 2322,7 + 3635,6 + 895,6 +$$

$$- 73 \cdot 50 \cdot 6 + 73 \cdot 1215 \cdot 6 + 7 \cdot 65 \cdot 10 \cdot 45 + 5 \cdot 10 \cdot 61,7 +$$

$$- 50 \cdot 6 + 1215 \cdot 6 + 7 \cdot 10 \cdot 45 + 5 \cdot 10 \cdot 61,7 +$$

$$+ 81 \cdot 130 \cdot 10 + 96 \cdot \frac{\pi}{4} (40^2 - 25^2)}{7 \cdot 1700 + 5 \cdot 2322,7 + 3635,6 + 895,6 + 130 \cdot 10 + \frac{\pi}{4} (40^2 - 25^2)} = \frac{2.881.058,2}{65984,2} = 43,6 \text{ mm}$$

a.8.2) Determinarea momentului de inerție, I_z [cm^4] pentru secțiunea F-F la $x = \frac{l}{2} = 1040 \text{ mm}$

$$I_{z5} = 7 \cdot (364 + 17 \cdot 4,36^2) = 4810,1 \text{ cm}^4$$

$$I_{z8} = 5 \cdot \left(\frac{364}{\sin 46,8^\circ} + 23,227 \cdot 4,36^2 \right) = 4704,3 \text{ cm}^4$$

$$I_{z11} = 7 \cdot \left(\frac{45 \cdot 10^3}{12} + 45 \cdot 10 \cdot 21,4 \right) \cdot 10^{-4} = 146,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z11'} = 5 \cdot \left(\frac{61,7 \cdot 10^3}{12} + 61,7 \cdot 10 \cdot 21,4^2 \right) \cdot 10^{-4} = 143,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z26} = \left(\frac{3635 \cdot 6^3}{12} + 3635 \cdot 6 \cdot 29,4^2 \right) \cdot 10^{-4} = 1891,7 \text{ cm}^4$$

$$I_{z27} = \left(\frac{895 \cdot 6^3}{12} + 895 \cdot 6 \cdot 29,4^2 \right) \cdot 10^{-4} = 465,7 \text{ cm}^4$$

$$I_{z28} = \left(\frac{1215 \cdot 6^3}{12} + 1215 \cdot 6 \cdot 29,4^2 \right) \cdot 10^{-4} = 632,3 \text{ cm}^4$$

$$I_{z30} = \left(\frac{130 \cdot 10^3}{12} + 130 \cdot 10 \cdot 37,4^2 \right) \cdot 10^{-4} + \left(\frac{\pi}{64} \cdot (40^4 - 25^4) + \frac{\pi}{4} (40^2 - 25^2) \cdot 52,4 \right) \cdot 10^{-4} = 403,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{z\phi 50} = - \left(\frac{50 \cdot 6^3}{12} + 50 \cdot 6 \cdot 29,4^2 \right) \cdot 10^{-4} = -26,0 \text{ cm}^4$$

$$I_z = I_{z5} + I_{z8} + \dots + I_{z\phi 50} = 13.172,5 \text{ cm}^4$$

a.8.3) Determinarea distanței de la centrul de greutate la fibra extremă, y_{\max} [mm] în secțiunea F-F la $x = 1040 \text{ mm}$

$$y_{\max} = 103,6 \text{ mm} \text{ conform desen sec. F-F}$$

a.8.4) Determinarea modulului de rezistență la încovoiere al secțiunii, W_z [mm^3] în secțiunea F-F la $x = 1040 \text{ mm}$

$$W_z = \frac{I_z}{y_{\max}} = \frac{13172,5 \cdot 10^4}{103,6} = 1.271.476,8 \text{ mm}^3$$

a.8.5) Verificarea tensiunii de încovoiere efective, σ_{ineef} în secțiunea F-F $l_{ax} = 1040 \text{ mm}$, pentru sarcină uniform distribuită $p_1 = \frac{5000 \text{ kgf}}{1040} \text{ N/mm}$

$$\sigma_{\text{ineef}} < \sigma_{a\text{ine}}$$

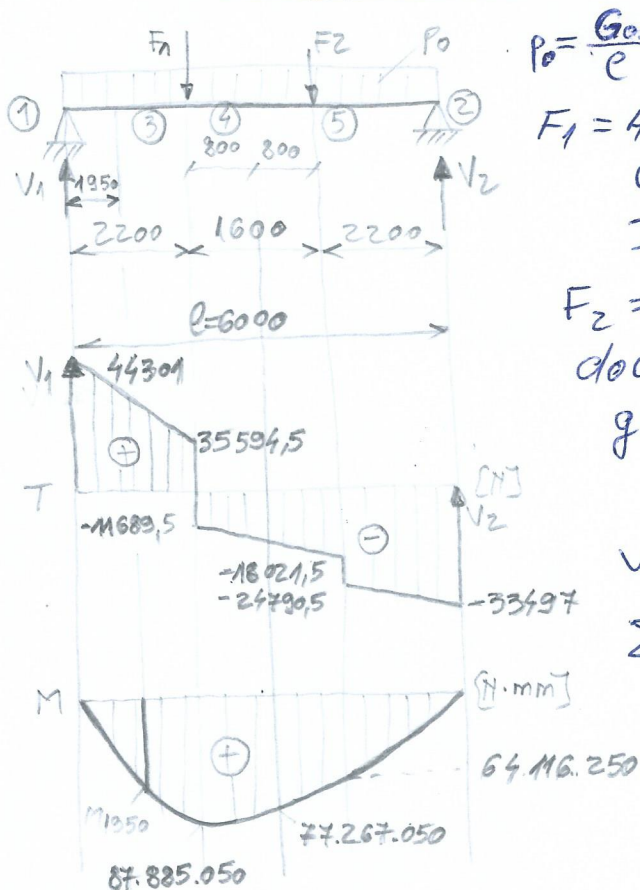
$$\sigma_{\text{ineef}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_z} = \frac{18.926.727,3}{1.121.476,3} = 16,8 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{a\text{ine}} = 171 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$$

\Rightarrow Podul rezistă

$$c_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\text{ineef}}} = \frac{210}{16,8} = 12,5 = \text{coeficient de siguranță față de limita de curgere}$$

a.9) Cazul V - Pod încărcat cu sarcină concentrată în două puncte F_1/F_2 (ax față/ax spate motostivuitoare), dispuse simetric față de mijloc pod, pentru rezemare $l = 6000 \text{ mm}$

a.9.1) Trasarea diagramei de forță tăietoare, T și moment încovoiător, M



$$p_0 = \frac{G_0}{l} = \frac{24205 \cdot 9,81}{6000} \approx 393,4 \text{ N/mm}$$

$F_1 = 4820 \text{ kgf} = 4820 \cdot 9,81 \approx 47284 \text{ N}$, conform documentație „Catterpillar DP20”, greutate ax față motostivuitoare

$F_2 = 690 \text{ kgf} = 690 \cdot 9,81 \approx 6769 \text{ N}$, conform documentație „Catterpillar DP20”, greutate ax spate motostivuitoare

$$V_1 + V_2 = G_0 + F_1 + F_2 = 23745 + 47284 + 6769$$

$$V_1 + V_2 = 77798 \text{ N}$$

$$\sum M_{(2)} = 0: V_1 \cdot l - \frac{p_0 \cdot l^2}{2} - F_1 \cdot 3800 - F_2 \cdot 2200 = 0$$

$$V_1 = \frac{p_0 \cdot l}{2} - \frac{3800 \cdot F_1}{6000} - \frac{2200 \cdot 6769}{6000}$$

$$V_1 = \frac{23745}{2} - \frac{38}{60} \cdot 47284 - \frac{22}{60} \cdot 6769$$

$$V_1 = 44301 \text{ N}$$

Fig. 3

$$V_2 = G_0 + F_1 + F_2 - V_1 = 77798 - 44301$$

$$V_2 = 33497 \text{ N}$$

$$T_3 = 44301 - p_0 \cdot 2200 = 44301 - \frac{23745}{6000} \cdot 2200 = 35594,5 \text{ N}$$

$$T_3' = 35594,5 - F_1 = 35594,5 - 47284 = -11689,5 \text{ N}$$

$$T_5 = -11689,5 - p_0 \cdot 1600 = -11689,5 - \frac{23745}{6000} \cdot 1600$$

$$T_5 = -18021,5 \text{ N}$$

$$T_5' = -18021,5 - 6769 = -24790,5 \text{ N}$$

$$T_2 = -24790,5 - p_0 \cdot 2200 = -24790,5 - \frac{23745}{6000} \cdot 2200 = 33497 \text{ N} = -V_2 \Rightarrow$$

\Rightarrow se verifică

$$M_3 = V_1 \cdot 2200 - p_0 \cdot \frac{2200^2}{2} = 44301 \cdot 2200 - \frac{23745}{6000} \cdot \frac{2200^2}{2} = 87.885.050 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_4 = V_1 \cdot 3000 - p_0 \cdot \frac{3000^2}{2} = 44301 \cdot 3000 - \frac{23745}{6000} \cdot \frac{3000^2}{2} = 77.267.050 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_5 = V_1 \cdot 3800 - p_0 \cdot \frac{3800^2}{2} - F_1 \cdot 1600 = 44301 \cdot 3800 - \frac{23745}{6000} \cdot \frac{3800^2}{2} - 47284 \cdot 1600$$

$$M_5 = 64.116.250 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_6 = V_1 \cdot 6000 - p_0 \cdot \frac{6000^2}{2} = 44301 \cdot 6000 - \frac{23745}{6000} \cdot \frac{6000^2}{2}$$

$$M_6 = V_1 \cdot 6000 - \frac{p_0 \cdot 6000^2}{2} - F_1 \cdot 3800 - F_2 \cdot 2200$$

$$M_6 = 44301 \cdot 6000 - \frac{23745}{6000} \cdot \frac{6000^2}{2} - 47284 \cdot 3800 - 6769 \cdot 2200$$

$M_6 = 0 \Rightarrow$ se verifică

a.9.2) Verificarea tensiunii de încovoiere efective, σ_{incef} la $x = \frac{e}{2} = \frac{6000}{2} = 3000$, secțiunea c-c, sarcină concentrată în două puncte F_1, F_2 simetric de mijloc pod

$$\sigma_{\text{incef}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_z} = \frac{M_4}{W_{z_4}} = \frac{87.885.050}{1.789.689,1} = 49,1 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{incef}} = 121 \text{ N/mm}^2$$

\Rightarrow Podul rezistă

$$C_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\text{incef}}} = \frac{210}{49,1} = 4,2 = \text{coeficient de siguranță față de limita de curgere a materialului}$$

a.9.3) Verificarea tensiunii de încovoiere efective, σ_{inef} la $x = 1950 \text{ mm}$ (în dreptul ușii podului) față de reazămul din stg., cu sarcină concentrată în două puncte F_1, F_2 dispuse simetric față de mijloc pod

$$\sigma_{\text{inef}} = \frac{M_{1950}}{W_{z1950}}$$

$$M_{1950} = V_1 \cdot 1950 - \frac{P_0 \cdot 1950^2}{2} = 44301 \cdot 1950 - \frac{23745 \cdot 1950^2}{6000}$$

$$M_{1950} = 78.862.753,1 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$W_{z1950} = 1.687.408,5 \text{ mm}^3 \text{ conform pct.-ul a.5.4)}$$

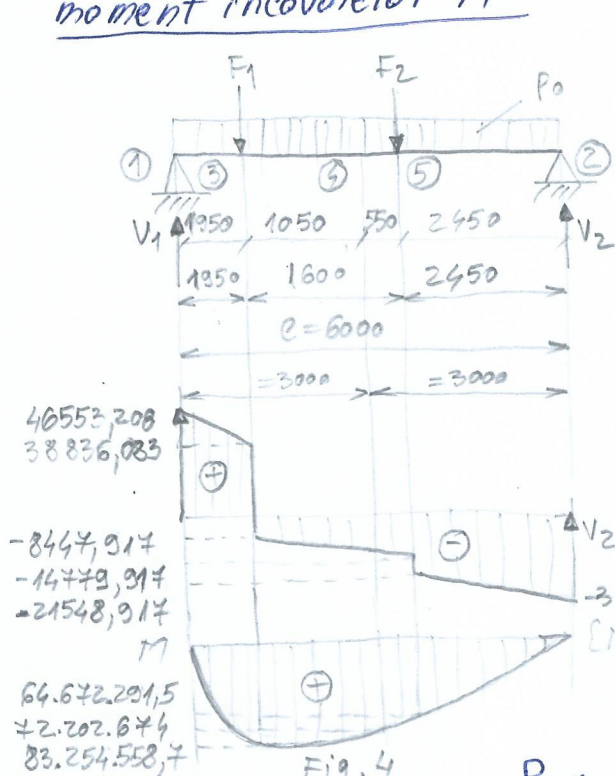
$$\sigma_{\text{inef}} = \frac{78.862.753,1}{1.687.408,5} = 46,7 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{a\text{inc}} = 121 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$$

\Rightarrow Podul rezistă

$$C_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\text{inef}}} = \frac{210}{46,7} = 4,4 = \text{coeficient de siguranță față de limita de curgere a materialului}$$

a.10) Cazul VI - Pod încărcat cu sarcină concentrată în două puncte F_1, F_2 în secțiunea C-C, cu forța F_1 (greutate pe ax față motostivitor) la $x = 1950 \text{ mm}$

a.10.1) Trasarea diagramei de forță tăietoare T și moment încovoietor M



$$P_0 = \frac{G_0}{l} = \frac{23745}{6000} \text{ N/mm}$$

$$V_1 + V_2 = F_1 + F_2 + P_0 l$$

$$V_1 + V_2 = 47284 + 6769 + 23745 = 77798 \text{ N}$$

$$V_1 \cdot 6000 - F_1 \cdot 4050 - F_2 \cdot 2450 - \frac{(P_0 l) \cdot l}{2}$$

$$V_1 = \frac{4050 \cdot F_1 + 2450 \cdot F_2 + \frac{P_0 \cdot l}{2} \cdot l}{6000}$$

$$V_1 = \frac{4050 \cdot 47284 + 2450 \cdot 6769 + \frac{23745 \cdot 6000}{2}}{6000}$$

$$V_1 = 46553,208 \text{ N}$$

$$V_2 = 77798 - 46553,208$$

$$V_2 = 31244,792 \text{ N}$$

$$T_3 = V_1 - p_0 \cdot 1950 = 46553,208 - \frac{23745}{6000} \cdot 1950 = 38836,083 \text{ N}$$

$$T_3' = T_3 - F_1 = 38836,083 - 47284 = -8447,917 \text{ N}$$

$$T_5 = -8447,917 - p_0 \cdot 1600 = -8447,917 - \frac{23745}{6000} \cdot 1600 = -14779,917 \text{ N}$$

$$T_5' = T_5 - F_2 = -14779,917 - 6769 = -21548,917 \text{ N}$$

$$T_2 = -21548,917 - p_0 \cdot 2450 = -21548,917 - \frac{23745}{6000} \cdot 2450 = -31244,792 \text{ N}$$

$$T_2 = -V_2 = -31244,792 \Rightarrow \text{Se verifică}$$

$$M_3 = V_1 \cdot 1950 - \frac{p_0 \cdot 1950^2}{2} = 46553,208 \cdot 1950 - \frac{23745 \cdot 1950^2}{6000 \cdot 2} = 83.254.558,7 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$M_4 = V_1 \cdot 3000 - \frac{p_0 \cdot 3000^2}{2} - F_1 \cdot 1050 = 46553,208 \cdot 3000 - \frac{23745 \cdot 3000^2}{6000 \cdot 2} - 47284 \cdot 1050$$

$$M_4 = 72.202.674 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$M_5 = V_1 \cdot 3550 - \frac{p_0 \cdot 3550^2}{2} - F_1 \cdot 1600$$

$$M_5 = 46553,208 \cdot 3550 - \frac{23745 \cdot 3550^2}{6000 \cdot 2} - 47284 \cdot 1600$$

$$M_5 = 64.672.291,5 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$M_2 = V_1 \cdot 6000 - \frac{p_0 \cdot 6000^2}{2} - F_1 \cdot 4050 - F_2 \cdot 2450$$

$$M_2 = 46553,208 \cdot 6000 - \frac{23745 \cdot 6000^2}{6000 \cdot 2} - 47284 \cdot 4050 - 6769 \cdot 2450$$

$$M_2 = -2 \text{ N}\cdot\text{mm} \approx 0 \text{ N}\cdot\text{mm} \Rightarrow \text{Se verifică}$$

a. no. 2) Verificarea tensiunii de încovoiere efective, σ_{inef} în sect. D-D, cu forța F_1 la $x = 1950 \text{ mm}$

$$\sigma_{\text{inef}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_z} = \frac{M_3}{W_{z3}} = \frac{83.254.558,7}{1.687.408,5} = 49,3 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{a \text{ inc}} = 121 \text{ N/mm}^2$$

\Rightarrow Podul rezistă

$$c_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\text{inef}}} = \frac{210}{49,3} = 4,2 = \text{coeficient de siguranță față de limita de curgere}$$

a.10.3) Verificarea tensiunii de încovoiere efectivă, $\sigma_{\text{încef}}$ la mijloc pod, sec. c-c, cu forța concentrată la $x=1950\text{mm}$

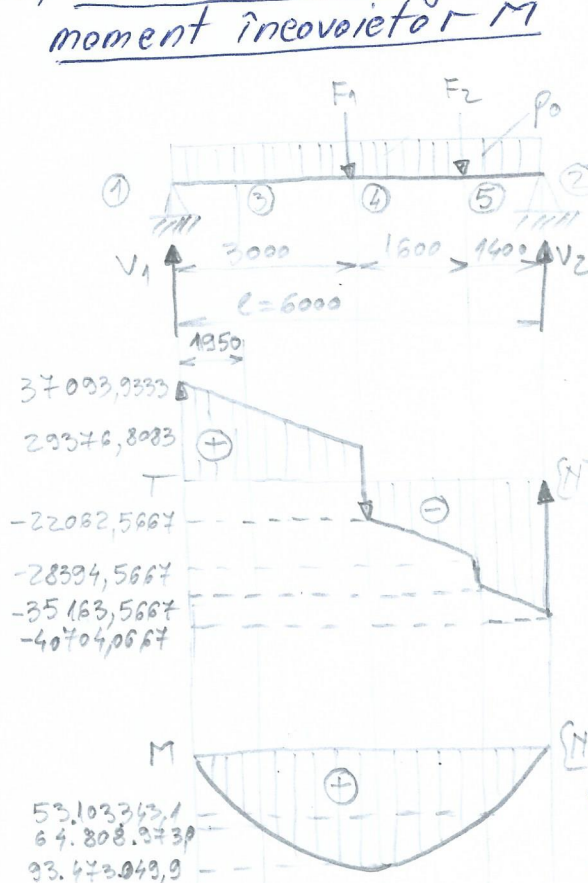
$$\sigma_{\text{încef}} = \frac{M_y}{W_{zy}} = \frac{72.202.674}{1.794.689,1} = 40,2 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{a\text{înce}} = 121 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$$

\Rightarrow Podul rezistă

$$c_e = \frac{\sigma_e}{\sigma_{\text{încef}}} = \frac{210}{40,2} = 5,2 = \text{coeficient de siguranță față de limita de curgere}$$

a.11) Cazul VII - Pod încărcat cu forțe concentrate F_1 și F_2 (ax față și ax spate motostivuitoare), cu F_1 în mijloc pod la $x = 3000\text{mm}$

a.11.1) Trasarea diagramei de forță tăietoare T și moment încovoiator M



$$p_0 = \frac{G_0}{c} = \frac{23745}{6000} = \frac{2420,5 \cdot 9,81 \text{ N/mm}}{6000}$$

$F_1 = 47284\text{N} = \text{greutate ax față motostivuitoare Caterpillar DP20}$
 $(4820\text{kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 47284\text{N})$

$F_2 = 6769\text{N} = \text{greutate ax spate motostivuitoare Caterpillar DP20}$
 $(690\text{kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 6769\text{N})$

$$V_1 + V_2 = p_0 \cdot l + F_1 + F_2 = 23745 + 47284 + 6769$$

$$V_1 + V_2 = 77798 \text{ N}$$

$$V_1 \cdot l = \frac{p_0 l^2}{2} + F_1 \cdot 3000 + F_2 \cdot 1400$$

$$V_1 = \frac{p_0 l}{2} + \frac{3000}{6000} \cdot F_1 + \frac{1400}{6000} \cdot F_2$$

$$V_1 = \frac{23745}{2} + \frac{1}{2} \cdot 47284 + \frac{14}{60} \cdot 6769$$

$$V_1 = 37093,9333 \text{ N}$$

$$V_2 = 77798 - 37093,9333 = 40704,0667 \text{ N}$$

$$T_3 = V_1 - p_0 \cdot 1950 = 37093,9333 - \frac{23745 \cdot 1950}{6000}$$

$$T_3 = 29376,8083 \text{ N}$$

Fig.5

$$T_4 = V_1 - p_0 \cdot 3000 = 37093,9333 - \frac{23745}{6000} \cdot 3000$$

$$T_4 = 25221,4333 \text{ N}$$

$$T_4' = T_4 - F_1 = 25221,4333 - 47284$$

$$T_4' = -22062,5667 \text{ N}$$

$$T_5 = T_4' - p_0 \cdot 1600 = -22062,5667 - \frac{23745}{6000} \cdot 1600 = -28394,5667$$

$$T_5' = T_5 - F_2 = -28394,5667 - 6769 = -35163,5667 \text{ N}$$

$$T_2 = T_5' - p_0 \cdot 1400 = -35163,5667 - \frac{23745}{6000} \cdot 1400$$

$$T_2 = -40704,0667 \text{ N} = -V_2 \Rightarrow \text{Se verifică}$$

$$M_3 = V_1 \cdot 1950 - p_0 \cdot \frac{1950^2}{2} = 37093,9333 \cdot 1950 - \frac{23745}{6000} \cdot \frac{1950^2}{2}$$

$$M_3 = 64.808.973,0 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_4 = V_1 \cdot 3000 - \frac{p_0 \cdot 3000^2}{2} = 37093,9333 \cdot 3000 - \frac{23745}{6000} \cdot \frac{3000^2}{2}$$

$$M_4 = 93.473.049,9 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_5 = V_1 \cdot 4600 - \frac{p_0 \cdot 4600^2}{2} - F_1 \cdot 1600$$

$$M_5 = 37093,9333 \cdot 4600 - \frac{23745}{6000} \cdot \frac{4600^2}{2} - 47284 \cdot 1600$$

$$M_5 = 53.107.343,1 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_2 = V_1 \cdot 6000 - \frac{p_0 \cdot 6000^2}{2} - F_1 \cdot 3000 - F_2 \cdot 1400$$

$$M_2 = 37093,9333 \cdot 6000 - \frac{23745}{6000} \cdot \frac{6000^2}{2} - 47284 \cdot 3000 - 6769 \cdot 1400$$

$$M_2 = -0,2 \text{ Nmm} \approx 0 \text{ N} \cdot \text{mm} \Rightarrow \text{Se verifică}$$

a. 11.2) Verificare tensiune de incovoiere efectivă, σ_{ineef} în mijloc pod, sect. c-c, $x = c/2 = 3000$, pentru forțe concentrabile F_1, F_2 cu F_1 în mijloc pod

$$\sigma_{\text{ineef}} = \frac{M_4}{W_{z4}} = \frac{93.473.049,9}{1.794.689,1} = 52,1 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{a, \text{inc}} = 121 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$$

\Rightarrow Podul rezistă

$$c_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\text{ineef}}} = \frac{210}{52} = 4,0 = \text{coeficient de siguranță față de limita de curgere}$$

a.11.3) Verificarea tensiunii de încovoiere efective, σ_{ineef} la $x = 1950$ (în dreptul usii podului), pentru sarcini concentrate F_1, F_2 cu F_1 în mijloc pod la $x = 3000 \text{ mm}$

$$\sigma_{\text{ineef}} = \frac{M_3}{W_{z_3}} = \frac{64.808.973,0}{1.687.408,5} = 38,4 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{a\text{inc}} = 121 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$$

\Rightarrow podul rezistă

$$c_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_{\text{ineef}}} = \frac{210}{38,4} = 5,4$$

a.12) Concluzie finală pt. solicitarea de încovoiere

Din cele 7 cazuri analizate pentru solicitarea de încovoiere pod, cazul VII este defavorabil, când podul este solicitat cu forte concentrate $F_1 + F_2 = 4820 \text{ kgf} + 690 \text{ kgf}$, cu forța F_1 în mijloc pod. În acest caz se obține cea mai mare tensiune efectivă la încovoiere, $\sigma_{\text{ineef}} = 52 \text{ N/mm}^2$ care este mai mică decât $\sigma_{a\text{inc}} = 121 \text{ N/mm}^2$, rezultând un coeficient de siguranță față de limita de curge $c_c = 4,0$.

Deci, podul rezistă la încovoiere, solicitare pulsantă, încrețat cu forte concentrate $F_1 + F_2 = 4820 + 690 = 5510 \text{ kgf}$, cu un coeficient de siguranță 4 față de limita de curgere a materialului.

b) Verificarea la forfecare a bolturilor $\phi 30$ de fixare pod pe grinda antefocar

$$\sigma_{\text{eff}} = \frac{F_f}{A_f} < \tau_{af}$$

σ_{eff} = tensiunea efectivă de forfecare din bolturi, $[\text{N/mm}^2]$

F_f = forța de forfecare din bolturi, $[\text{N}]$

$$F_f = G + F_1 + F_2 = m \cdot g + F_1 + F_2 = 2880,5 \cdot 9,81 + 47284 + 6769$$

$$F_f = 82311 \text{ N}$$

$$A_f = 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 30^2$$

$$\sigma_{\text{eff}} = \frac{82311}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 30^2} = \frac{2 \cdot 82311}{\pi \cdot 30^2} = 58,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{af} = 0,8 \cdot \tau_{at} = 0,8 \cdot 125 = 100 \text{ N/mm}^2 \text{ - pentru material bolt } \text{OL50} \text{ și solicitare pulsantă}$$

$$\sigma_{\text{eff}} = 58,2 < 100 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{Bolturile rezistă la forfecare}$$

$$C_e = \frac{\tau_c}{\sigma_{\text{eff}}} = \frac{210}{58,2} = 3,6$$

Concluzie

Cele 2 bolturi $\phi 30$ din material OL50 STAS 500/2-80 rezistă la forfecare datorită greutății totale a podului și datorită sarcinilor concentrate $F_1 + F_2 = 5510 \text{ kgf}$ (greutate ax față + ax spate motostivitor) în condiții de siguranță 3,6 față de limita de curgere.

Întocmit: ing. Marius Gișp / LUMARAND 2008 s.r.l., Medgidia

Data: 05.07.2018



Șușu