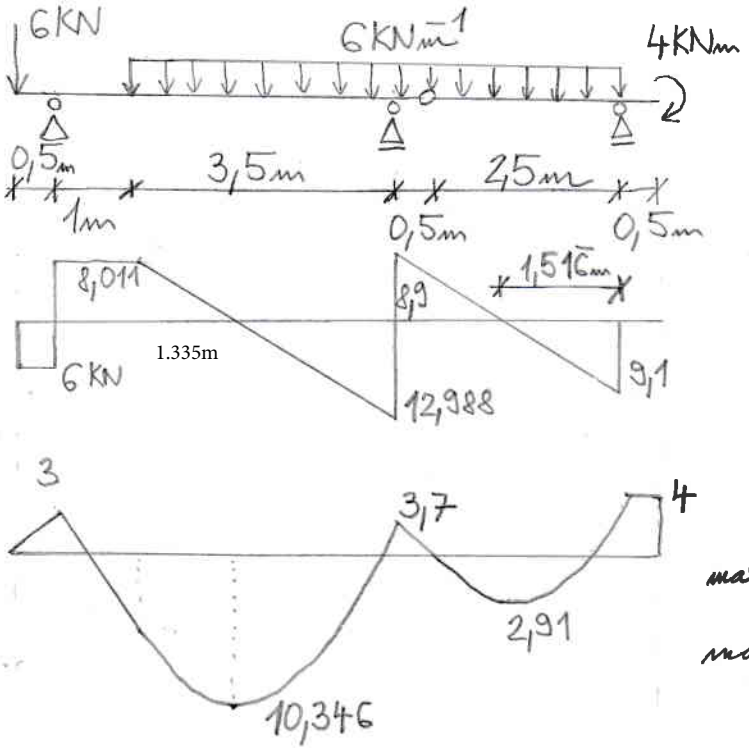
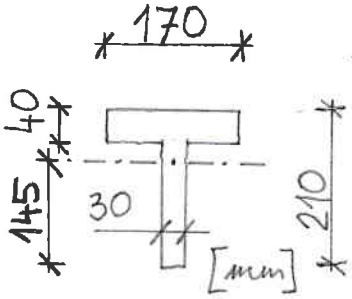
1 Vypočtěte maximální hodnotu normálového a smykového napětí na nosníku. Příklad musí obsahovat (budou kontrolovány) obrazce N, V, M včetně popisu všech důležitých extrémů, výpočet těžiště a centrálního momentu setrvačnosti. max 4 b





$z_1 = 145\,mm$

$I_y = 45{,}32 \cdot 10^6\,mm^4$

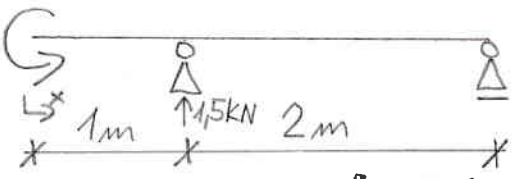
$S_y = 315{,}37 \cdot 10^3\,mm^3$

$\max|\sigma_x| = \max \sigma_x = 33{,}1\,MPa$

$\max \tau_{xz} = 3{,}013\,MPa$

Clebschovou metodou vypočtěte průhybovou křivku nosníku. Začátek nosníku je na levém volném konci. Podtrhněte vypočítané hodnoty konstant C1, C2. max 3b

2



$EI = konst.$

$M(x) = -3 + \langle 1{,}5 \cdot (x-1) \rangle_{x>1}$

$w'' EI = 3 - \langle 1{,}5 \cdot (x-1) \rangle$

$w' EI = C_1 + 3 \cdot x - \langle 1{,}5 \frac{(x-1)^2}{2} \rangle$

$w \cdot EI = C_1 \cdot x + C_2 + 3\frac{x^2}{2} - \langle 1{,}5 \frac{(x-1)^3}{6} \rangle$

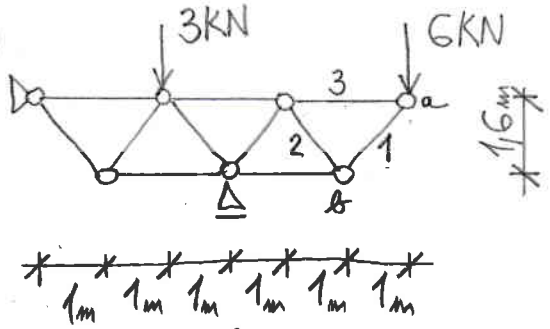
$w(x) = \frac{1 \cdot 10^3}{EI} \cdot \left[-5 \cdot x + 3{,}5 + \frac{3}{2}x^2 - \langle \frac{(x-1)^3}{4} \rangle \right]$

$w(1) = 0: \quad C_1 \cdot 1 + C_2 + \frac{3}{2} = 0$

$w(3) = 0 \quad C_1 \cdot 3 + C_2 + 3\frac{3^2}{2} - 1{,}5\frac{2^3}{6} = 0$

$C_1 = -5$ $\qquad$ $C_2 = 3{,}5$

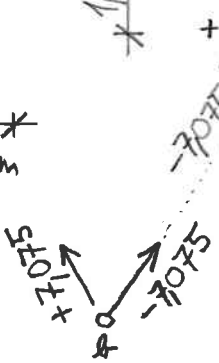
3



$E = 210\,GPa$

$A = 0{,}004\,m^2$

Vypočtěte protažení, nebo zkrácení prutů 1, 2, 3. Správný výsledek musí mít správně jednotku a znaménko. max 3b



$N_1 = -7{,}075\,KN$

$N_2 = +7{,}075\,KN$

$N_3 = +3{,}75\,KN$

$\Delta_1 = \frac{-7{,}075 \cdot 10^3 \cdot 1{,}687}{210 \cdot 10^9 \cdot 0{,}004} = -1{,}59 \cdot 10^{-5}\,m$

$\Delta_2 = +1{,}59 \cdot 10^{-5}\,m$

$\Delta_3 = \frac{3{,}75 \cdot 10^3 \cdot 2}{210 \cdot 10^9 \cdot 0{,}004} = +8{,}93 \cdot 10^{-6}\,m$

Pokyny studentům: Odpovědi pište do prázdného místa hned za otázku. Na každou odpověď 2 minuty. Hodnotí se zejména výstižnost odpovědí (ne délka).

1) Saint Venantův princip lokálnosti

2) Definice napětí, definice normálového napětí, definice smykového napětí

3) Bernoulliova hypotéza

4) Co to je neutrálná osa u ohýbaného nosníku s masivním průřezem (není tenkostěnný)

5) Jádro průřezu: definice, příklady

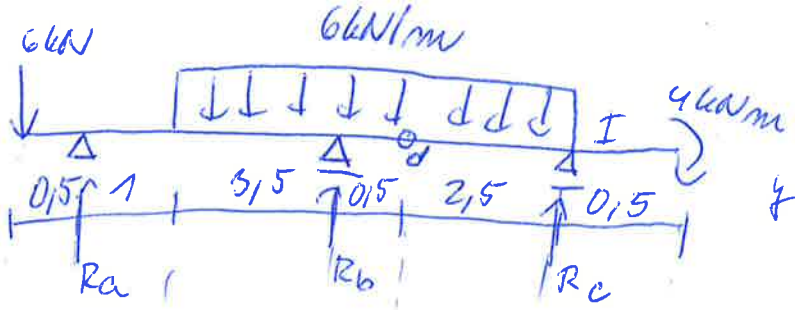
6) Vzorec pro výpočet napětí plného kruhového průřezu namáhaného kroucením

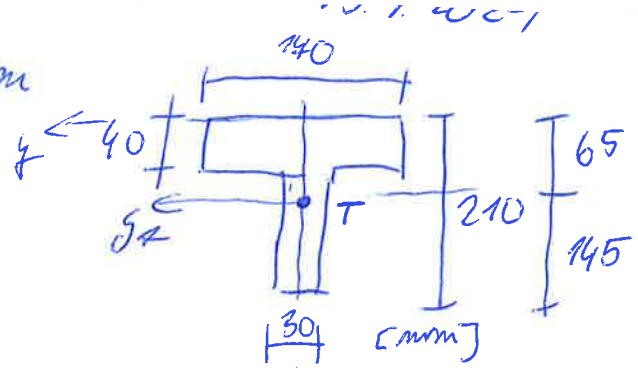
7) Výpočet hlavních napětí, Mohrova kružnice napětí

Celkový čas na vypracování písemné teorie je 15 minut.

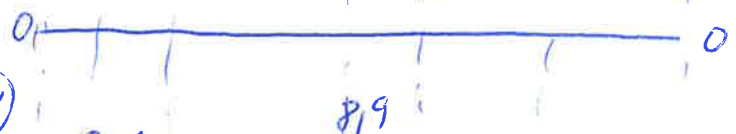
Vypracované scvakněte v pořadí příklady nahoře, pak teorie, papír nahoře podepsaný.

1)

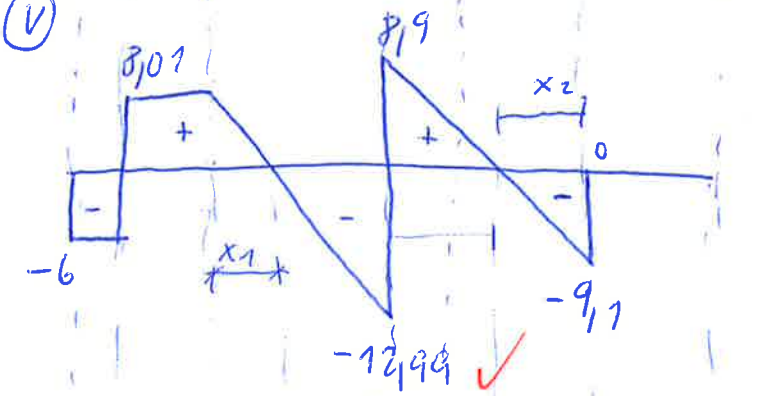




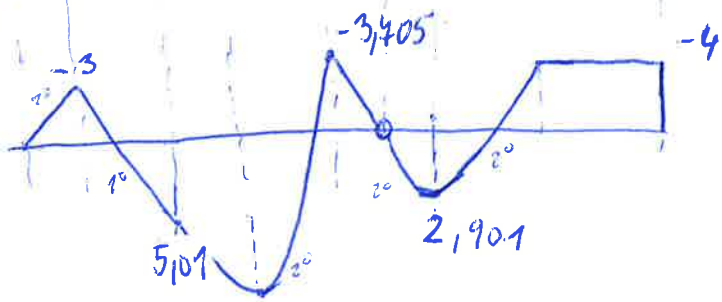
(N)



(V)



(H)



$I: \sum M_{iA} = 0$

$R_c \cdot 2,5 - 6 \cdot 2,5 \cdot 1,25 - 4 = 0$

$R_c = 9,1\,kN$

$\sum M_{iB} = 0$

$6 \cdot 0,5 - 6 \cdot 6,5 \cdot 3,25 + R_b \cdot 4,5 + R_c \cdot 7,5 - 4 = 0$

$R_b = 21,989\,kN$

$\sum F_{iy} = 0$

$R_a - 6 + 21,89 - 6 \cdot 6,5 + 9,1 = 0$

$R_a = 14,01\,kN$

$8,01 = 6 \cdot x_1$

$x_1 = 1,335\,m$

$9,1 = 6 \cdot x_2$

$x_2 = 1,517\,m$

$$y_A = \frac{140 \cdot 40 \cdot 20 + 30 \cdot 140 \cdot 125}{140 \cdot 40 + 30 \cdot 140} = 65\,mm$$

$$I_{yA} = \frac{1}{12} \cdot 30 \cdot 140^3 + 30 \cdot 140 \cdot 60^2 + \frac{1}{12} \cdot 140 \cdot 40^3 + 40 \cdot 140 \cdot 45^2 =$$

$$= 45,31917 \cdot 10^6\,mm^6$$

$$\max \sigma_x = \frac{M_x}{I_{yA}} \cdot z = \frac{10,357 \cdot 10^3}{45,31917 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,145 = 33,138\,MPa$$

$$S_y = 30 \cdot 0,03 \cdot 0,145 \cdot \frac{0,145}{2} = 3,15375 \cdot 10^{-4}\,m^3$$

$$\max \tau_{xy} = \frac{S_y \cdot V_z}{I_{yA} \cdot A} = \frac{3,15375 \cdot 10^{-4} \cdot 12,99 \cdot 10^3}{45,31917 \cdot 10^{-6} \cdot 0,03} = 3,013\,MPa$$