

HÅLLFASTHETSLÄRA ÖVNINGSUPPGIFTER LÖSNINGAR

Datum: 2021-04-17

Lösningarna till övningsuppgifterna är ett levande dokument. Jag fyller på med lösningar, gör förbättringar och rättar de slarvfel som är svåra att undvika när man utvecklar material.

På YouTube kanalen, "EduME:s Övningsuppgifter i hållfasthetslära", finns inspelade lösningsförslag till många av uppgifterna. Flera uppgifterna finns även på spellistor med introducerande teori på olika avsnitt.

Det är fritt fram att använda detta material för dig som undervisar, men materialet ersätter inte en bra handledning av elever/studenter.

Häftet får inte editeras eller omarbetas.

Dela med dig av kanalen till dina studenter och/eller bädda in lämpliga videos på din lärplattform.

Jag använder mig att Karl Björks "Formler och Tabeller för Mekanisk konstruktion" när jag löser uppgifterna. Denna finns att beställa på bjorksforlag.se

En komplett översikt av kanalen och materialet finns på edume.nu

/Madeleine



<https://www.youtube.com/channel/UCZWty6uAUlkab9XyHQIAu9Q>



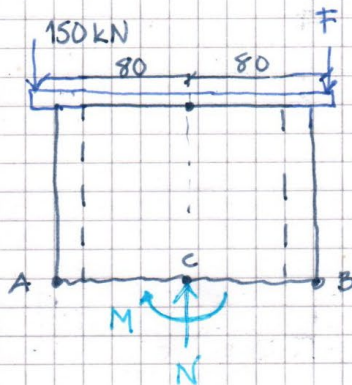
Madeleine Hermann

EduME – Education and Mechanical Engineering

11. Kombinerade lastfall

11.1

Kombinerade lastfall

Sökt: F_{till} om $\sigma_{\text{till}} = 70 \text{ MPa}$ 

Tvärsnitt

$$A = \frac{(150^2 - 120^2) \cdot \pi}{4} = 6362 \text{ mm}^2$$

$$W = \frac{\pi(d_y^4 - d_i^4)}{32 \cdot d_y} \quad \text{KB s. 27}$$

$$W = \frac{\pi(150^4 - 120^4)}{32 \cdot 150} = 195623 \text{ mm}^3$$

$$\uparrow N - 150 \cdot 10^3 - F = 0$$

$$N = 150 \cdot 10^3 + F \quad (\text{N})$$

$$\curvearrowright M - 150 \cdot 10^3 \cdot 80 + F \cdot 80 = 0$$

$$M = 12 \cdot 10^6 + 80 F \quad (\text{Nmm})$$

Resonera om N & M 's påverkan på A & B .✓ N ger lika tryck i A & B . Ökar F så ökar trycksp. pga N .✓ M ger tryck i A & drag i B .✓ Om $F=0$ blir max belastning i A (tryck $_N$ + tryck $_M$)

$$\sigma_A = \frac{150 \cdot 10^3}{6362} + \frac{12 \cdot 10^6}{195623} = 23,58 + 61,34 = 84,9 \text{ MPa} > \sigma_{\text{till}}$$

Slutsats: Vi måste lägga på F för attlätta på böjspänningen i $A \Rightarrow F_{\text{min}}$ Ökar man F till F_{max} när tryckspänningen i B till $\Rightarrow F_{\text{max}}$.

Bestäm $F_{\min}$ $\sigma_A = \sigma_{\text{till}}$

$$\sigma_A = \frac{150 \cdot 10^3 + F}{6362} + \frac{12 \cdot 10^6 - 80F}{195623} = 70$$

$$\frac{150 \cdot 10^3}{6362} + \frac{F}{6362} + \frac{12 \cdot 10^6}{195623} - \frac{80F}{195623} = 70$$

momentet lättar av

$$F \left(\frac{1}{6362} - \frac{80}{195623} \right) = 70 - \frac{150 \cdot 10^3}{6362} - \frac{12 \cdot 10^6}{195623}$$

$$F = F_{\min} = 59261 \text{ N}$$

Bestäm $F_{\max}$ $\sigma_B = \sigma_{\text{till}}$

$$\sigma_B = \frac{150 \cdot 10^3 + F}{6362} - \frac{12 \cdot 10^6 - 80F}{195632} = 70$$

$$F = F_{\max} = 190353 \text{ N}$$

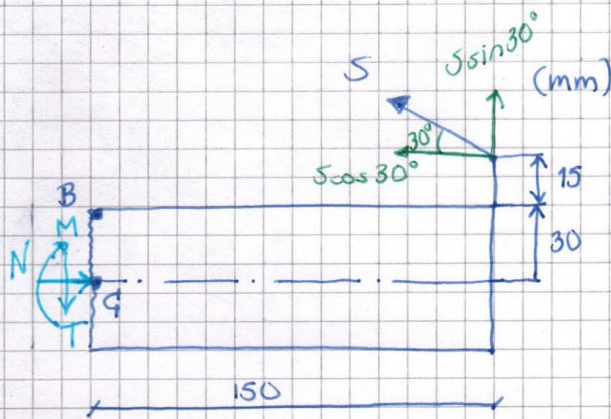
Extra: Bestäm σ_A då $F = F_{\max}$

$$\sigma_A = \frac{150 \cdot 10^3 + 190353}{6362} + \frac{12 \cdot 10^6 - 80 \cdot 190353}{195632}$$

$$\sigma_A = 53,49 + (-77,8) = -24,3 \text{ MPa (drag)}$$

↑ drag
ty vi räknar tryck som positivt.

Sökt: Spänningar i B & C.



$$\sigma_N = \frac{N}{A}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W}$$

$$\tau = \frac{TS}{Ib}$$

$$\rightarrow N - S \cos 30^\circ = 0 \quad N = 15 \cdot \cos 30^\circ = 12,99 \text{ kN}$$

$$\downarrow T - S \sin 30^\circ = 0 \quad T = 15 \sin 30^\circ = 7,5 \text{ kN}$$

$$\curvearrowright M - (30+15)S \cos 30^\circ - 150 S \sin 30^\circ = 0$$

$$M = 1710 \text{ kNmm} = 1710 \text{ Nm}$$

Vi har N, T & M och måste bestämma följande för tvärsnittet

$$A = \frac{(60^2 - 52^2) \cdot \pi}{4} = 704 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi (60^4 - 52^4)}{64} = 277264 \text{ mm}^4$$

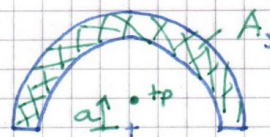
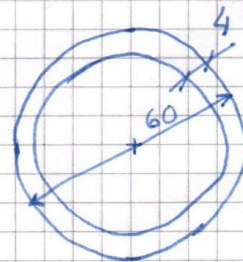
$$W = \frac{I}{r} = \frac{277264}{30} = 9242 \text{ mm}^3$$

$$S = \sum A_n a_n$$

$$A_s = \frac{A}{2} = \frac{704}{2} = 352 \text{ mm}^2$$

Bestäm t_p

$$y_{tp} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 30 \cdot \frac{30^2 \pi}{2} - \frac{2}{3} \cdot 26 \cdot \frac{26^2 \pi}{2}}{352} = 17,85 \text{ mm} = a$$



Tvårsnittet forts.

$$S = A_s \cdot a = 352 \cdot 17,85 = 6283 \text{ mm}^3$$

Punkt B

$\tau = 0$ ty $S = 0$ (ingen yta utanför punkten)

$N \Rightarrow$ tryck

$M \Rightarrow$ tryck

$$\sigma_B = \frac{12,99 \cdot 10^3}{704} + \frac{1710 \cdot 10^3}{9242} = 18,45 + 185 = \underline{\underline{203 \text{ MPa}}}$$

(tryck)

Punkt G

$\tau = \tau_{\max}$ ty NL

$$\tau_{\max} = \frac{TS}{Ib} = \frac{7500 \cdot 6283}{277264 \cdot \frac{8}{25}} = 21,2 \text{ MPa}$$

$N \Rightarrow$ tryck pss som för B $\sigma_N = 18,45 \text{ MPa}$
(tryck)

$M \Rightarrow \sigma_M = 0$ ty NL

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{18,45^2 + 3 \cdot 21,2^2} = \underline{\underline{41 \text{ MPa}}}$$

KB 5.25