

HÅLLFASTHETSLÄRA ÖVNINGSUPPGIFTER LÖSNINGAR

Datum: 2021-12-27

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

9.1

Spänningskoncentrationer

Sökt: $\sigma_{\max}$

$$\sigma_{\max} = k_t \cdot \sigma_{\text{nom}}$$

$$\sigma_{\text{nom}} = \frac{200 \cdot 10^3}{125 \cdot 28} = 57 \text{ MPa}$$

Bestäm k_t .

$$\left. \begin{aligned} \frac{b}{b_0} &= \frac{150}{125} = 1,2 \\ \frac{r}{b} &= \frac{12}{125} = 0,096 \end{aligned} \right\} k_t = 1,82$$

$$\sigma_{\max} = k_t \cdot \sigma_{\text{nom}} = 1,82 \cdot 57 = \underline{\underline{104 \text{ MPa}}}$$

KB. s. 36

Drag/tryck av plattstäng
m. förändring av bredd
och rundkålsövergång

Sökt: F_{till} om $\sigma_{till} = 160 \text{ MPa}$

Trä fall:

Fall 1 Hålet } anta att dessa
Fall 2 Rundkål } inte påverkar
varandra.

KB. s 36

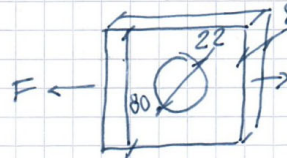
- Plattstång m. hål
- —" — m. förändring av bredd & rundkål

$$\text{Fall 1 } \sigma_{\max} = \sigma_{till} = k_t \cdot \sigma_{\text{nom}} = k_t \cdot \frac{F_{till}}{(B-d) \cdot t}$$

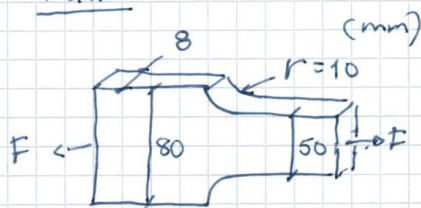
$$\frac{d}{B} = \frac{22}{80} = 0,275 \Rightarrow k_t = 2,4$$

$$\sigma_{\text{nom}} = \frac{\sigma_{till}}{k_t} = \frac{160}{2,4} = 67 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{nom}} = \frac{F_{till}}{(80-22) \cdot 8} \Rightarrow F_{till} = 67 \cdot 8 \cdot (80-22) = 31088 \text{ N}$$



Fall 2



$$\sigma_{\max} = \sigma_{till} = k_t \sigma_{\text{nom}} = k_t \cdot \frac{F}{b \cdot t}$$

$$\frac{B}{b} = \frac{80}{50} = 1,6 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} k_t \approx 1,75$$

$$\frac{r}{b} = \frac{10}{50} = 0,2$$

$$\sigma_{\text{nom}} = \frac{\sigma_{till}}{k_t} = \frac{160}{1,75} = 91,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{nom}} = \frac{F_{till}}{50 \cdot 8} \Rightarrow F_{till} = 91,4 \cdot 50 \cdot 8 = 36571 \text{ N}$$

Svar: $F_{till} = 31088 \text{ N}$ (Fall 1)

Sökt: Minstning av spänningen
om radien ökar från
 $r = 0,8 \text{ mm}$ till $r = 5 \text{ mm}$.

KB s.37

• Rundstäng m.

ansats = rundkål

$$\left(1 - \frac{\tau_{\max}^{r=5}}{\tau_{\max}^{r=0,8}}\right) \cdot 100 \Rightarrow \text{förändring i \%}$$

$$\frac{\tau_{\max}^{r=5}}{\tau_{\max}^{r=0,8}} = \frac{\tau_{\text{nom}}^{r=5} \cdot k_t^{r=5}}{\tau_{\text{nom}}^{r=0,8} \cdot k_t^{r=0,8}} = \frac{k_t^{r=5}}{k_t^{r=0,8}}$$

$$\tau_{\text{nom}} = \frac{16 M_v}{\pi d^3} \quad \text{ej beroende av } r \Rightarrow \text{lika för } r=5 \text{ och } r=0,8$$

Bestäm k_t

$$\frac{d}{r} = \frac{60}{40} = 1,5 \quad (\text{lika för båda } k_t)$$

$r=5$

$$\frac{r}{d} = \frac{5}{40} = 0,125 \Rightarrow k_t = 1,88$$

$r=0,8$

$$\frac{r}{d} = \frac{0,8}{40} = 0,02 \Rightarrow k_t \approx 2,2$$

$$\left(1 - \frac{1,88}{2,2}\right) \cdot 100 = 37\%$$

Svar: Spänningen minskar med 37%.

Sökt: $r_{\min}$

$$P = 125 \text{ kW}$$

$$n = 450 \text{ rpm}$$

$$M = \frac{P \cdot 9550}{n} = \frac{125 \cdot 9550}{450} = 2653 \text{ Nm}$$

$$\tau_{\text{till}} = 50 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{till}} = \tau_{\text{max}} = k_t \cdot \tau_{\text{nom}} = k_t \cdot \frac{16 M_0}{\pi d^3}$$

$$50 = k_t \cdot \frac{16 \cdot 2653 \cdot 10^3}{\pi \cdot 70^3} \Rightarrow k_t = 1,27$$

Avläsning av r/d i diagrammet

$$\left. \begin{aligned} D/d &= \frac{85}{70} = 1,21 \\ k_t &= 1,27 \end{aligned} \right\} r/d = 0,12$$

$$r = 0,12 \cdot 70 = 8,4 \text{ mm}$$

$$\text{Svar: } r_{\min} = 8,5 \text{ mm}$$

$$P = \frac{M \cdot n}{9550} \text{ kW}$$

← Nm
rpm
KB. 23

o.37
• rundstäng m. ansats o.
rundkål.

Sökt: $\sigma_{\max}$

$$M = 1,2 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{\max} = k_t \cdot \sigma_{\text{nom}}$$

$$\sigma_{\text{nom}} = \frac{6M}{h \cdot b^2} = \frac{6 \cdot 1200 \cdot 10^3}{15 \cdot 80^2} = 75 \text{ MPa}$$

Bestäm k_t .

$$\frac{B}{b} = \frac{130}{80} = 1,625$$

$$\frac{r}{b} = \frac{6}{80} = 0,075$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{B}{b} = 1,625 \\ \frac{r}{b} = 0,075 \end{array} \right\} k_t \approx 1,92$$

$$\underline{\sigma_{\max} = 1,92 \cdot 75 = 144 \text{ MPa}}$$

K.B. s. 38

• Böjning av plattstäng
med ansats $\pm$ rundkål

9.6

Spänningskoncentrationer

Sökt: M_{ti} då $\sigma_{ti} = 90 \text{ MPa}$

$$\sigma_{\max} = \sigma_{ti} = k_t \cdot \sigma_{\text{nom}} = \frac{6 M_{ti}}{h \cdot b^2} \cdot k_t$$

KB s. 38

• Böjning av plattst.
med rundtål.

Bestäm k_t .

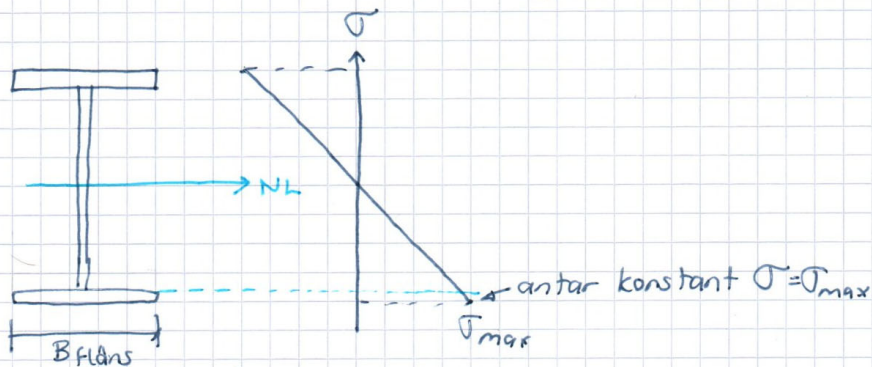
$$\left. \begin{aligned} \frac{b}{b} = \frac{100}{50} = 2 \\ \frac{r}{b} = \frac{6}{50} = 0,12 \end{aligned} \right\} k_t \approx 1,97$$

$$90 = 1,97 \cdot \frac{6 M_{ti}}{12 \cdot 50^2} \Rightarrow M_{ti} = 228426 \text{ Nmm}$$

Svar: $M_{ti} = 228 \text{ Nm}$

Sökt: $\sigma_{\max}$.

- Vid belastning av M så uppstår dragspänningar på undersidan och trycksp. på ovansidan.
- Spänningarna är konstant över balkens längd ty $M = \text{konstant}$.
- Vi antar att spänningen är konstant över flänsen $\Rightarrow \sigma_{\text{fläns}} = \sigma_{b, \max} = \frac{M}{W_x}$

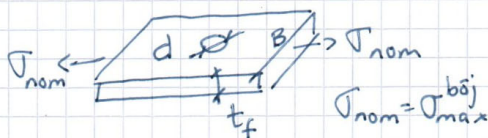


$$\sigma_{\max}^{\text{böj}} = \frac{M}{W_x} = \frac{12 \cdot 10^6}{146 \cdot 10^3} = 82 \text{ MPa}$$

IPE 180 $W_x = 146 \text{ cm}^3$
 $B_{\text{fläns}} = 91 \text{ mm}$

5.65 KB

Hålet



5.36 KB

plattstäng med hål

Ska B vara $B_{\text{fläns}}$ eller $\frac{B_{\text{fläns}}}{2}$?

$$\frac{8}{91} = 0,088 \Rightarrow k_t \approx 2,75$$

$$\frac{8}{45,5} = 0,044 \Rightarrow k_t \approx 2,9$$

Inte så stor skillnad
 med tanke på antaganden
 Säkra sidan: Välj $k_t = 2,9$

$$\sigma_{\max} = k_t \cdot \sigma_{\text{nom}} = 2,9 \cdot 82 = \underline{\underline{238 \text{ MPa}}}$$