



Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
M T 0 7 0 G	T 1 0 1	2 0 1 9 - 0 3 - 2 2
Kursnamn	Maskinteknik GR (C), Analys och simulering av mekanisk ko...	
Provnamn	Skriftlig tentamen	
Ort	Östersund	
Termin		
Ämne		



Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

TENTAMEN I: Analys och simulering av mekanisk konstruktion MT070G, 7,5 hp

ÄGER RUM: Onsdagen den 22 mars 2019

I SAL:

SKRIVTID: kl 8-13, 5 timmar

PROGRAM: TSPTG (Sportteknologi) och TMPRG (Maskiningenjör)

ÅRSKURS: 3

ANVISNINGAR: Var vänlig numrera samt ange ditt personliga
kodnummer på varje inlämnat papper.

ANTAL UPPGIFTER: 6 st

EXAMINATOR: David Sundström

UTSKRIVEN AV: David Sundström (tfn. 010-1428694)

HJÄLPMEDEL: Egen räknedosa och linjal. Godkända formelsamlingar är TEFYMA (Ingelstam, Erik, Rönngren, Rolf, Sjöberg, Stig), Formler och tabeller för mekanisk konstruktion (Karl Björk). Båda formelsamlingarna får medföras. Ingen av formelsamlingarna får innehålla anteckningar eller annan tillförd text bortsett från namnteckning. Ytterligare formler är bilagda denna tentamen.

Tentamen omfattar totalt 40 poäng. Den är indelad i tre områden; Numerisk hållfasthetslära 5 p, Analytisk hållfasthetslära 25 p och Konstruktionsoptimering 10 p. Vid beräkningsuppgifter: Redovisa problemuppställningarna tillsammans med fullständiga lösningar med förklarande figurer (friläggningar etc.) och motiveringar till varför du använder just de formler du gör.
Lycka till!

Numerisk hållfasthetslära, totalt 5p

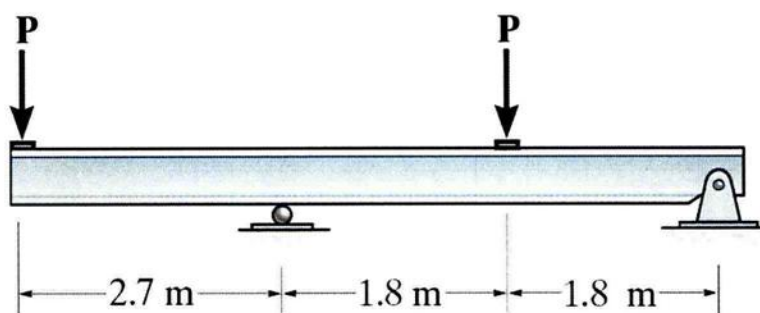
Uppgift 1.

- När man löser ett problem med finita elementmetoden så kan man dela in arbetsgången i tre steg. Vilka är de tre stegen? Beskriv kortfattat vad respektive steg innebär (3p)
- En typ av jämförelsespänning är Von Mises och den används flitigt i Solidworks Simulation, ställ upp ekvationen för modellen. Vilken svaghet eller nackdel har den här modellen? (2p)

Analytisk hållfasthetslära, totalt 25p

Uppgift 2.

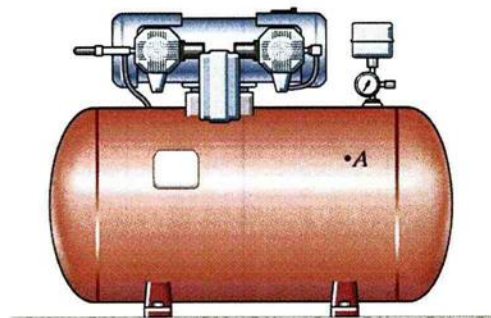
Välj den lättaste balken med W410-formad profil som med säkerhet klarar lasterna på $P = 50$ kN enligt figur. Balken är tillverkad av ett stål med tillåten normalspänning på $\sigma_{till} = 160$ MPa och tillåten skjuvspänning på $\tau_{till} = 80$ MPa. Geometriska data på bredflänsade balkar återfinns i bilaga, sist i denna tentamen. (5 p)



Uppgift 3.

En tank med längden, $L = 3$ m, innerradien, $r = 50$ cm och vägg tjockleken, $t = 5$ mm har trycksatts. I punkt A på utsidan av tanken råder spänningstillståndet: $\sigma_x = 50$ MPa, $\sigma_y = 70$ MPa, $\tau_{xy} = -17.32$ MPa.

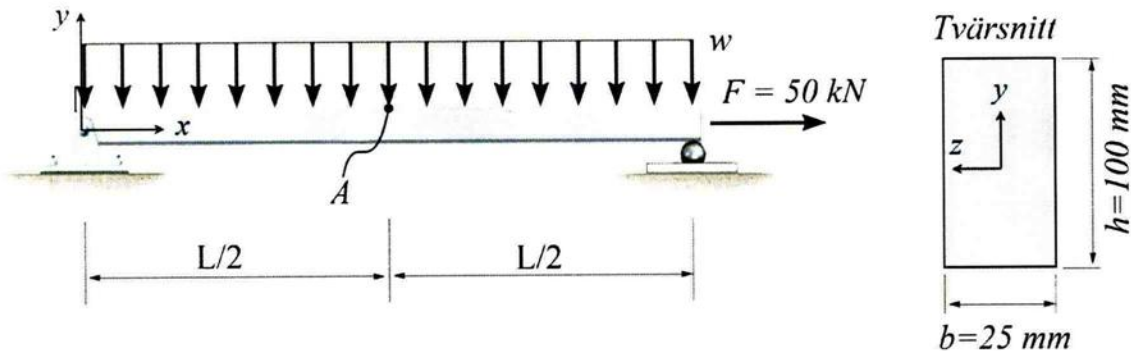
- Beräkna huvudspänningarnas storlek och deras vinkel i förhållande till givet spänningstillstånd. (3 p)
- Hur stort är trycket inuti tanken? (2 p)



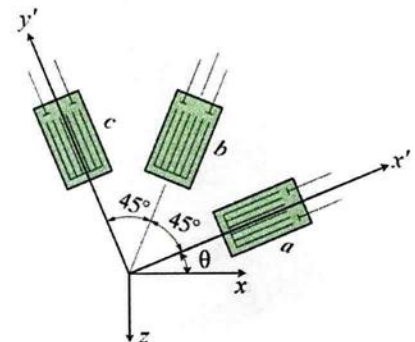
Uppgift 4.

En balk belastas med en kraft, $F = 50 \text{ kN}$, i balkens längsriktning och en utbredd last, w , tvärs balkens längsriktning. En 45° töjningsrosett monterades i punkt A mitt på balkens ovansida ($x = L/2$) där störst påkänning antogs uppstå. Rosetten monterades med en vinkel θ mellan givare a och balkens längsriktning (x). Balkens elasticitetsmodul, $E = 210 \text{ GPa}$, poissons tal, $\nu = 0,3$, $L = 5 \text{ m}$, $b = 25 \text{ mm}$, $h = 100 \text{ mm}$, flytspänning, $\sigma_{\text{flyt}} = 235 \text{ MPa}$. Följande töjningar har uppmätts i rosetten:

$$\epsilon_a = -565 \cdot 10^{-6}, \epsilon_b = -15 \cdot 10^{-6}, \epsilon_c = 132 \cdot 10^{-6}$$



- Visa med hjälp av Mohrs töjningscirkel huvudtöjningarna storlek och deras riktning i förhållande till töjningsrosettens montering. (5 p)
- Hur stor utbredd last w belastades balken med när töjningarna uppmättes? (5 p)
- Om vi antar att den största påkänningen i balken uppkommer till följd av maximal normalspänning, uppskatta hur stor utbredd last w balken maximalt kan bära? (2 p)
- Hur stor blir den absolut maximala skjuvspänningen där maximal normalspänning uppstår? Visa också var på balken och i vilken riktning denna skjuvspänning verkar. (3 p)



Närbild av punkt A på balkens ovansida

Konstruktionsoptimering, totalt 10p

Uppgift 5.

Bestäm stationära punkter (både variabelvärden och funktionsvärden) för funktionerna nedan och bestäm om de är maximum, minimum eller inflexionspunkter (stationära punkter som inte är maximum eller minimum):

a) $f(x) = x^2 e^{-x}$ (3 p)

b) $f(x_1, x_2) = x_1^2 - 9x_1 + x_1x_2 + x_2^2$ (2 p)

Uppgift 6.

- a) Ta fram kandidatpunkten/-erna för problemet nedan med hjälp av de nödvändiga KKT-villkoren. (4 p)
- b) Kontrollera om KKT-villkoren dessutom är tillräckliga, d v s att KKT-villkoren också ger globalt optimum. (1 p)

Minimera

$$f(x_1, x_2) = (x_1 - 2)^2 + (x_2 - 1)^2$$

med avseende på

$$2x_1 + 3x_2 - 4 = 0$$

Formler

Skjuvspänning i böjbelastad balk

Skjuvspänningen i en balk på vinkelräta avståndet y' från neutralaxeln vid böjning

$$\tau = \frac{VQ}{It'}$$

där V är tvärkraften i snittet, $Q = \int_{A'} y dA = \bar{y}' A'$, \bar{y}' är avståndet från neutralaxeln till tyngdpunkten (centroiden) för ytan A' ovanför y' , I är yttröghetsmomentet och t är bredden på tvärsnittet vid y' .

Tunnväggig cylindrisk tank

$$\sigma_{axiell} = \frac{pr}{2t}$$

$$\sigma_{tangentiell} = \frac{pr}{t}$$

Samband mellan töjningar för 45° töjningsrosett

$$\varepsilon_{x'} = \varepsilon_a$$

$$\varepsilon_{y'} = \varepsilon_c$$

$$\gamma_{x'y'} = 2\varepsilon_b - (\varepsilon_a + \varepsilon_c)$$

Materialsamband då spänningen i en riktning är lika med noll

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y)$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x)$$

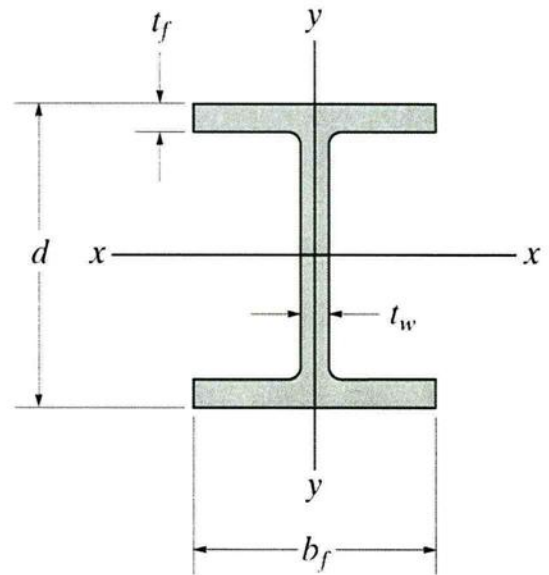
Huvdtöjningarnas riktning

$$\tan 2\theta_p = \frac{\gamma_{xy}}{\varepsilon_x - \varepsilon_y}$$

Huvdtöjningar

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\varepsilon_x - \varepsilon_y}{2}\right)^2 + \left(\frac{\gamma_{xy}}{2}\right)^2}$$

Bilaga – Bredflänsade normalprofiler – W410



Benämning	Area A	Djup d	Tjocklek mittedel t_w	Fläns		x-x axel		y-y axel	
				Bredd b_f	Tjocklek t_f	Yttröghet smoment I	Böj- motstånd S	Yttröghet smoment I	Böj- motstånd S
mm×kg/m	mm ²	mm	mm	mm	mm	10 ⁶ mm ⁴	10 ³ mm ³	10 ⁶ mm ⁴	10 ³ mm ³
W410 × 85	10800	417	10,90	181,0	18,2	315	1510	18,0	199
W410 × 74	9510	413	9,65	180,0	16,0	275	1330	15,6	173
W410 × 67	8560	410	8,76	179,0	14,4	245	1200	13,8	154
W410 × 53	6820	403	7,49	177,0	10,9	186	923	10,1	114
W410 × 46	5890	403	6,99	140,0	11,2	156	774	5,14	73,4
W410 × 39	4960	399	6,35	140,0	8,8	126	632	4,02	57,4