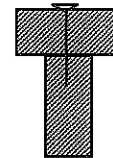
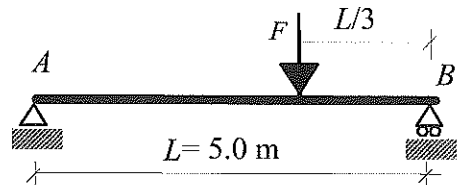


**Rak-54.1200 Rakenteiden lujuusoppi, 4op**  
**Tentti 05. 03. 2013**

1. Kaivoshissin vaijeri, joka on punottu 180:stä halkaisijaltaan 1.1 mm paksusta teräs-langasta, on 200 metriä pitkä. Hissikorin paino vaijerin alapäässä on 300 kg. Kun hissi kuormataan malmilla, vaijeri venyy 100 mm. Kuinka suuri on vaijeriin syntyvä suurin jännitys? Teräksen kimmokerroin on  $E_s = 200 \text{ GPa}$  ja tiheys  $\rho_s = 780 \text{ kg/m}^3$ .

2. Oheista päistään vapaasti tuettua sauvaa kuormittaa pistekuorma  $F = 1.5 \text{ kN}$  sauvan kolmannespisteessä. Sauva on koottu naulaamalla oheisen kuvan mukaisesti kahdesta lankusta  $20 \times 80 \text{ mm}^2$ . Kuinka monta naulaa on kiinnitykseen yhteensä käytettävä, kun yhdelle naulalle voidaan sallia voima 1000 N ja miten naulat tulee sijoittaa?

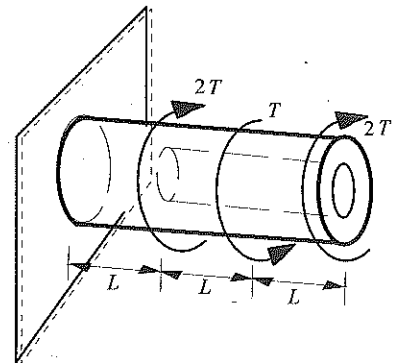


3. Tarkastellaan oheista kolmedimensioista muodonmuutostilaa:  $\mathbf{E} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & \sqrt{3} \\ 0 & \sqrt{3} & 3 \end{bmatrix}$ .

Määritä päävenymät ja suurin leikkausmuodonmuutos. Piirrä tilannetta vastaavat Mohrin ympyrät.

$$\gamma_1 = \epsilon_1 - \epsilon_2$$

4. Tarkastellaan oheista vääntösauvaa, jota kuormittaa kolme pistemäistä vääntömomenttia viereisen kuvan mukaisesti. Määritä ja piirrä sauvan vääntömomenttijakauma. Sauvan poikkileikkaus välillä  $0 \rightarrow L$  on ympyrä, jonka ulkohalkaisija on 30 mm, ja välillä  $L \rightarrow 3L$  putki, jonka ulkohalkaisija on 30 mm ja sisähalkaisija 20 mm. Sauva on valmistettu materiaalista, jonka leikkauslujuus on 150 MPa. Laske, kuinka suuren vääntömomentin  $T$  sauva kestää, kun  $L = 0.40 \text{ m}$ .



Vääntöjäyhyys lasketaan pintaintegraalina  $J = \int_A r^2 dA$ ,  $r$  etäisyys ympyrän keskipisteestä,

ja leikkausjännitys saadaan kaavalla  $\tau = \frac{T}{J} r$ .