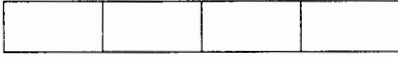


## TME-1300 LUJUUSOPIN PERUSTEET

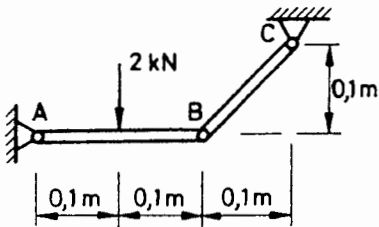
Tentti 10.12.2007 Jussi Jalkanen

- Kirjoita jokaiseen palauttamaasi paperiin nimesi ja opiskelijanumerosi selvästi näkyviin.
- Merkitse vastauspaperiin, milloin olet suorittanut kurssin harjoitukset ja harjoitustyöt.
- Piirrä päällimmäisen vastauspaperin yläreunaan nimesi ja opiskelijanumerosi viereen oheisen kaltainen ruudukko.

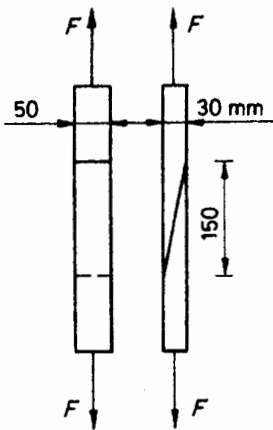


- Mukana saa olla itse tehty yhdelle A4-paperille mahtuva kaavakokoelma. Lisäksi saa olla MAOLin taulukkokirja, muttei muunlaista taulukkokirjaa.
- Taskulaskimen muistissa ei saa olla talletettuna kaavoja tai muuta muistin tueksi tarkoitettua.

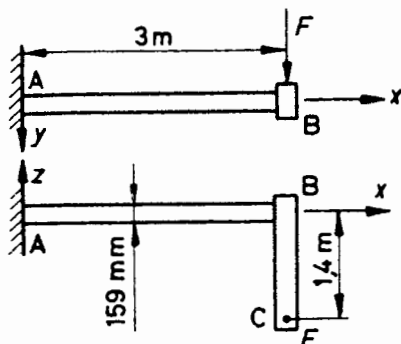
1. Täysin jäykkä vaakasuora palkki AB on tuettu nivelellä A ja sauvalla BC, jonka poikkipinta-ala on  $20 \text{ mm}^2$  ja materiaalin myötöraja on  $235 \text{ MPa}$  ja kimmomoduli  $205 \text{ GPa}$ . Vaakapalkkia kuormittaa kuvan mukaisesti  $2 \text{ kN}$ :n pistevoima ja rakenteen omaa massaa ei tarvitse huomioida.



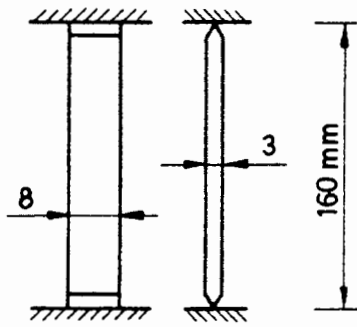
- a) Laske sauvan BC varmuusluku myötöön suhteen.
- b) Jos sauvan BC poikkileikkaus on muodoltaan ympyrä, montako prosenttia sen halkaisija muuttuu?
- c) Kuinka monta astetta palkkia AB kääntyy?



2. Poikkileikkaukseltaan suorakaide puusauva on jatkettu kuvan mukaisesti  $150 \text{ mm}$  pitkällä vinolla liimaliitoksella. Liiman leikkauslujuuus on  $10 \text{ N/mm}^2$  ja vetomurtolujuuus on  $15 \text{ N/mm}^2$ . Puun vetomurtolujuuus on  $130 \text{ MPa}$ . Kuinka suurella voimalla  $F$  sauvaa voidaan enintään kuormittaa?



3. Kuvan mukaista  $xz$ -tasossa olevaa L:n mallista uloketta kuormittaa  $y$ -akselin suuntainen voima  $F = 15 \text{ kN}$  pisteessä C. Osan AB poikkileikkaleikkaus on muodoltaan ympyrä, jonka halkaisija on  $159 \text{ mm}$  ja materiaalin  $E = 210 \text{ GPa}$  ja  $G = 80 \text{ GPa}$ . Osa BC on täysin jäykkä eli  $E = \infty$ .
  - a) Mitä rasituksia (sisäisiä voimia ja momenteja) osaan AB kohdistuu ja miten ne muuttuvat A:n ja B:n välillä?
  - b) Laske palkin AB suurin normaalijännitys ja leikkausjännitys. Leikkausvoiman aiheuttaman leikkausjännityksen voidaan olettaa jakautuvan poikkileikkauksissa tasaisesti.
  - c) Paljonko piste C siirtyä alaspäin?



4. Kuvan sauva, joka on tehty teräksestä S235 ( $E = 210$  GPa ja  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ), mahtuu juuri ja juuri  $20^\circ\text{C}$  lämpötilassa tukien väliin. Jos lämpötilaa nostetaan, missä lämpötilassa sauva

- myötää?
- nurjahtaa?

5. Mikä oheisten väittämien kohta on lähimpänä oikeata? Kustakin oikeasta vastauksesta saa 1/2 pistettä ja väärästä menettää 1/4 pisteen. Jos jättää vastaamatta, ei saa tai menetä pisteitä.

- Kahta eri terästä verrattaessa niiden
  - kimmomoduulit ja myötörajat ovat keskenään liki samat.
  - kimmorajat ja myötörajat ovat keskenään liki samat.
  - kimmomoduulit ja liukumoduulit ovat keskenään liki samat.
- Vääntömomentti aiheuttaa akselin
  - poikkileikkauksiin leikkausjännityksen.
  - poikkileikkauksiin leikkausjännityksen sekä sen lisäksi pitkittäisen leikkausjännityksen.
  - pitkittäisen leikkausjännityksen.
- Kappaleen erään kohdan tasojännitystilän jännityskomponentit ovat  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  ja  $\tau_{xy}$  sekä näistä lasketut pääjännitykset  $\sigma_1$  ja  $\sigma_2$ . Kun jännitystilaa vastaava piste merkitään  $\sigma_1\sigma_2$ -koordinaatistoon, huomataan sen olevan vakiovääritymisenergiyahypoteesin mukaisen myötökäyrän ulkopuolella. Tällöin
  - ei kappaleessa kyseissä kohdin tapahdu myötämistä.
  - kappaleessa tapahtuu kyseissä kohdin myötämistä.
  - tilanne on mahdoton, koska pääjännitysten määräämä piste ei voi olla myötökäyrän ulkopuolella.
- Puristetun sauvan nurjahdusvoimalle saadaan ala- ja yläraja
  - Eulerin nurjahdustapausten I ja IV avulla.
  - Eulerin nurjahdustapausten II ja IV avulla.
  - Eulerin nurjahdustapausten III ja IV avulla.