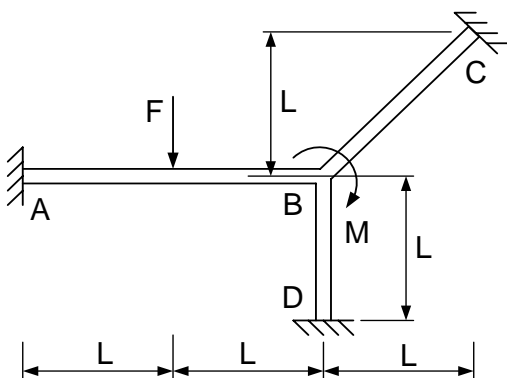


1. Kuvan rakenne koostuu sauvoista BC ja CD. Sauvan CD poikkipinta-ala on kaksinkertainen sauvan BC poikkipinta-alaan $A = 500 \text{ mm}^2$ verrattuna. Kuormituksina ovat kohdassa C pistevoima $F = 48 \text{ kN}$ ja osan CD lämpötilan nousu $\Delta T = 20^\circ \text{C}$.

Määritä aksiaalista sauvaelementtiä käyttäen kohdan C vaakasiirtymä, tukireaktiot kohdissa B ja D sekä sauvojen normaaliännitykset. Sauvojen materiaalin $E = 200 \text{ GPa}$ ja $\alpha = 12 \mu / ^\circ \text{C}$ sekä mitta $L = 400 \text{ mm}$. **6 p.**



2. Laske oheisen tasokehän nurkan B kiertymä kahden vapausasteen palkkielementtiä käyttäen, kun $L = 1 \text{ m}$, $F = 40 \text{ kN}$, $M = 20 \text{ kNm}$ ja palkkien $E = 200 \text{ GPa}$ ja $I = 500 \text{ cm}^4$. Määritä vielä palkin AB päiden kohdalla vaikuttava leikkausvoima ja taivutusmomentti. Piirrä palkin AB leikkausvoima- ja taivutusmomenttikuva. **6 p.**

3. 8 p (1 p / kohta)

- a) Selitä, mitä elementtimenetelmässä tarkoitetaan käsitteillä solmu ja elementti.
- b) Mitkä käsitteet esiintyvät elementtiverkon perusyhtälössä? Miten laskentamallin tuenta otetaan huomioon ko. yhtälössä?
- c) Elementtimenetelmäratkaisussa tarvitaan kahdessa vaiheessa elementin jäykkyyismatriiseja. Mitkä ovat nämä vaiheet?
- d) Selitä, miten elementtimenetelmällä voidaan tarkastella tukien liikkeistä aiheutuvia siirtymiä ja jännityksiä?
- e) Mikä on kongruenssimuunnos? Mitä hyötyä saavutetaan kongruenssimuunnoksen käytöllä?
- f) Esitä esimerkki tasoristikon sauvaelementin elementtikuormituksesta ja selitä miten ko. kuormitus otetaan laskennassa huomioon?
- g) Mikä ero on hoikan palkin ja korkean palkin elementeillä? Miten tämä ero otetaan huomioon elementin jäykkyyismatriisissa?
- h) Minkä elementin yhteydessä käytetään suuntasolmua? Mihin tarkoitukseen suuntasolmua käytetään?