

A. KOLMIULOTTEINEN JÄNNITYSTILA (3 p.)

Kappaleen pisteessä vaikuttavat jännityskomponentit ovat

$$\sigma_x = (-1)^Z \cdot (30 + Z) \text{ MPa} \quad \sigma_y = (30 - 0,8 \cdot Z) \text{ MPa} \quad \sigma_z = (-20 - 0,5 \cdot Z) \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = (30 + 0,9 \cdot Z) \text{ MPa} \quad \tau_{xz} = (-1)^Z \cdot (35 - 1,2 \cdot Z) \text{ MPa} \quad \tau_{yz} = (-10 - 0,6 \cdot Z) \text{ MPa}$$

Piirrä jännityskomponentteja vastaava jännityselementti merkiten jännityskomponentit näkyviin oikean suuntaisina ja esitä vastaava jännitysmatriisi $[S]$.

$$\text{Määritä suunnan } \{n_\alpha\} = \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{Bmatrix} 2 \\ -1 \\ 1 \end{Bmatrix} \text{ jännitysvektori } \{p_\alpha\} \text{ ja sen komponentit } \{\sigma_\alpha\} \text{ ja } \{\tau_\alpha\}.$$

Laske myös komponenttien suuruudet σ_α ja τ_α .

Ratkaise pääjännitykset karakteristisesta yhtälöstä seuraavasta kolmannen asteen yhtälöstä. Laske pääsuunnat suuntakosinien yhtälöryhmästä ja yksikkövektoriehdosta. Voit hyödyntää laskinta tai Mathcadia yhtälöiden ratkaisemisessa.

Tarkista laskemasi pääjännitykset ja -suunnat ratkaisemalla jännitysmatriisin $[S]$ ominaisarvot ja ominaisvektorit laskimella tai Mathcadilla.

Laske jännityskomponentteihin liittyvät muodonmuutoskomponentit ϵ_x , ϵ_y , ϵ_z , γ_{xy} , γ_{xz} ja γ_{yz} . Esitä muodonmuutoskomponentteja vastaava muodonmuutosmatriisi $[V]$. Materiaalivakiot ovat $E = 210 \text{ GPa}$ ja $\nu = 0,3$.

B. TASOJÄNNITYSTILA (3 p.)

Levyrakenteen pisteessä on tasojännitystila, jonka jännityskomponentit ovat

$$\sigma_x = \begin{cases} (-30 - 0,5 \cdot Z) \text{ MPa, jos } Z \text{ on parillinen} \\ (20 + 0,7 \cdot Z) \text{ MPa, jos } Z \text{ on pariton} \end{cases} \quad \sigma_y = (-25 - 0,4 \cdot Z) \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = \begin{cases} (10 + 1,2 \cdot Z) \text{ MPa, jos } Z \text{ on parillinen} \\ (-15 - 0,9 \cdot Z) \text{ MPa, jos } Z \text{ on pariton} \end{cases}$$

Piirrä jännityskomponentteja vastaava xy-koordinaatiston jännityselementti.

Laske suuntaan $\alpha = (25 + 0,5 \cdot Z)^\circ$ liittyvät jännityskomponentit $\sigma_{\bar{x}}$, $\sigma_{\bar{y}}$ ja $\tau_{\bar{x}\bar{y}}$ (α mitataan x-akselista vastapäivään) ja piirrä vastaava $\bar{x}\bar{y}$ -koordinaatiston jännityselementti.

Ratkaise pääjännitykset ja niiden esiintymissuunnat ja piirrä pääjännityselementti.

Ratkaise xy-tason τ_{\max} ja sen esiintymissuunta ja piirrä vastaava jännityselementti. Selvitä myös, mikä on absoluuttinen τ_{\max} .

Piirrä tarkasteltavaa tasojännitystilaa vastaava Mohrin jännitysympyrä ja ratkaise sen avulla pääjännitykset, pääsuunnat ja xy-tason τ_{\max} .

TAMK

Kone- ja tuotantotekniikka, Auto- ja kuljetustekniikka

K-11043 Lujuusoppi 2

Harjoitustehtävät

Opiskelijan nimi: _____

Ryhmätunnus: _____

Harjoitustehtävän numero: _____

Luovutuspäivämäärä: _____

Z _____

Pisteet: _____