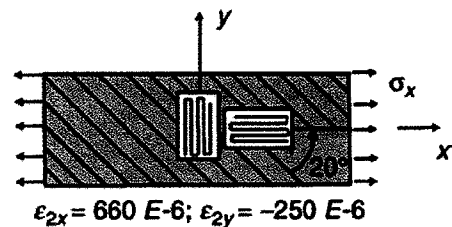
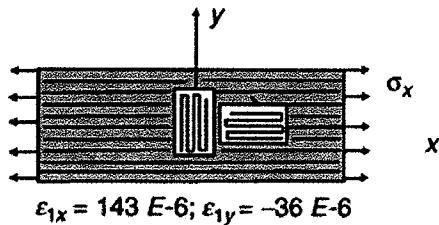


MOL 5500 MUOVIKOMPOSIITTIIEN SUUNNITTELU JA TESTAUS

Tentti 19.03.2008 / Jyrki Vuorinen

Vastaa korkeintaan neljään (4) kysymykseen! (Huom. Kysymyksiä on yhteensä 7)

- ① Kerroslevyrakenteiden vaurioituminen
2. Pultti- ja niittiliitokset komposiittirakenteissa: suunnittelunäkökohdat
- ③ Komposiittirakenteet laivoissa
4. Leikkauslujuuden määrittäminen: eri menetelmien edut ja haitat
5. Yhdensuuntaiskuitulujitetulla levyllä tehtiin vetokokeet modulien määrittämiseksi. Venymäluiskat oli liimattu koekappaleisiin alla olevan kuvan mukaisesti. Jännitys σ_x oli kummassakin kokeessa 20 Mpa. Laske levyn moduulit (E_x , E_y , G_{xy} , ν_{xy} ja ν_{yx}).



6. a) Kuvailu puristusmodulien mittaustapahtuma.
 b) Laske lujuudet ja -modulit (kappaleen leveys 10mm, paksuus 2mm).

Kaavat:

$$F^{cu} = \frac{P_f}{wh}$$

where:

F^{cu} = laminate compressive strength, MPa [psi],

P_f = maximum load to failure, N [lbf],

w = specimen gage width, mm [in.], and

h = specimen gage thickness, mm [in.].

$$E^c = \frac{P_2 - P_1}{(\epsilon_{x2} - \epsilon_{x1}) wh}$$

where:

E^c = compressive modulus, MPa [psi],

P_1 = load at ϵ_{x1} , N [lbf],

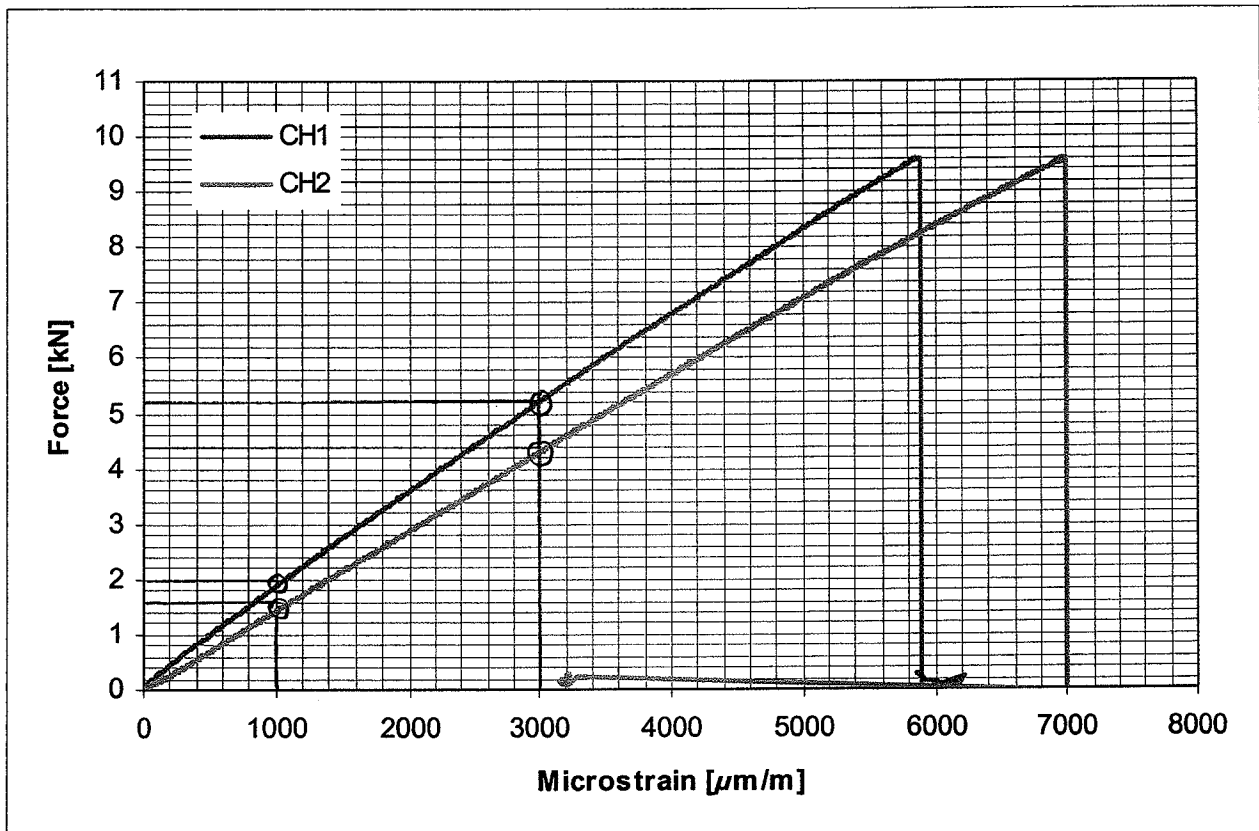
P_2 = load at ϵ_{x2} , N [lbf],

ϵ_{x1} = actual strain nearest lower end of strain range used,

ϵ_{x2} = actual strain nearest upper end of strain range used,

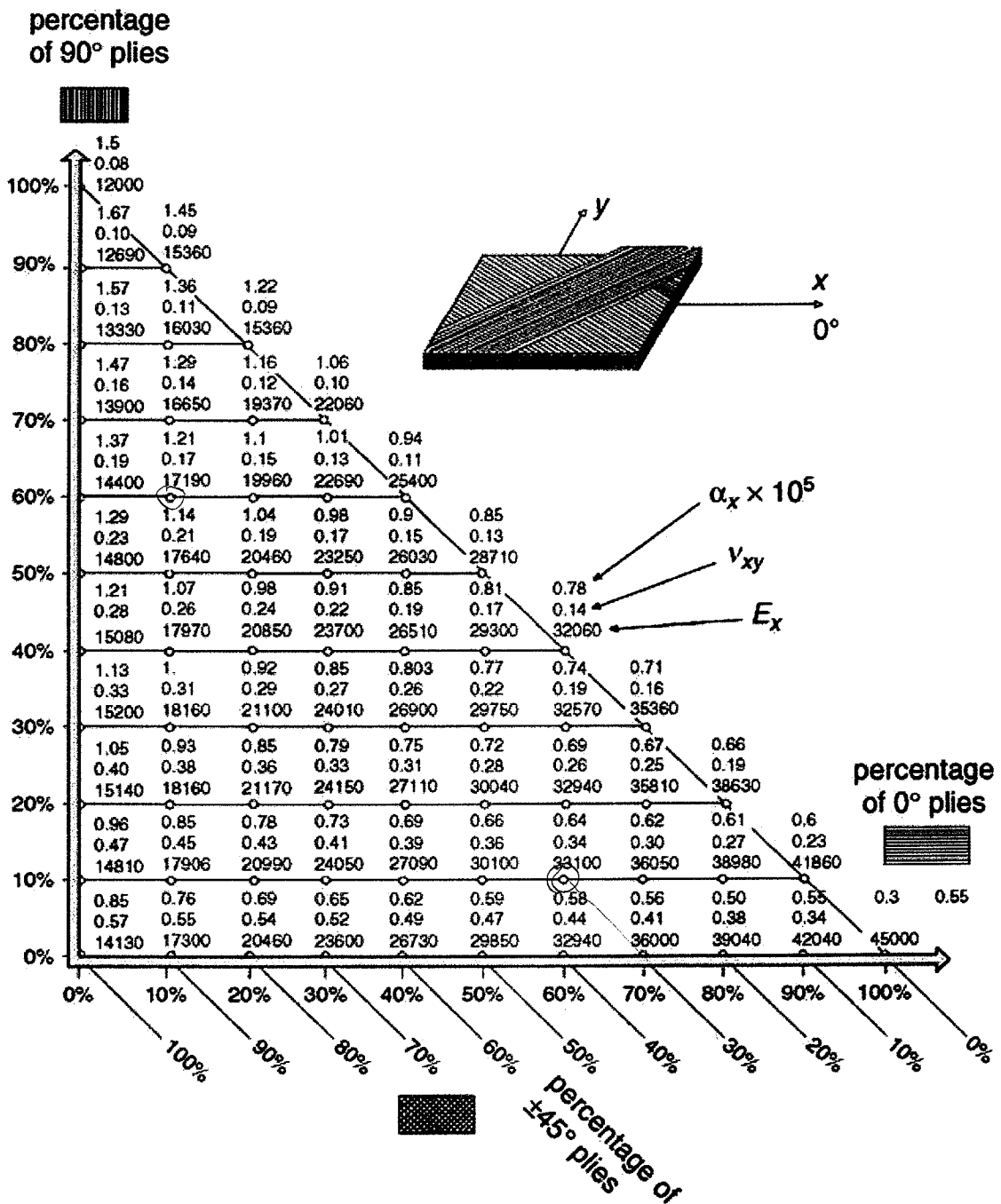
w = specimen gage width, mm [in.], and

h = specimen gage thickness, mm [in.]



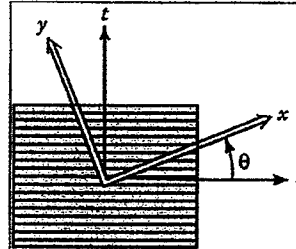
7. Mitkä ovat Youngin moduilit, Poissonin vakiot ja lämpölaajenemiskertoimet epoksi / 60% lasi laminaatille, kun laminaatissa on 60% 0° kuituja, 10% 90° kuitua, 15% +45° ja 15% -45° kuitua?

Table 5.14 Glass/Epoxy Laminate: $V_f = 60\%$, Ply Thickness = 0.13 mm



Kaavoja:

$$c = \cos(\theta) \quad s = \sin(\theta) \quad \frac{\nu_{xy}}{E_x} = \frac{\nu_{yx}}{E_y}$$



$$\begin{Bmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E_x} & -\frac{\nu_{yx}}{E_y} & \frac{\eta_{xy}}{G_{xy}} \\ -\frac{\nu_{xy}}{E_x} & \frac{1}{E_y} & \frac{\mu_{xy}}{G_{xy}} \\ \frac{\eta_x}{E_x} & \frac{\mu_y}{E_y} & \frac{1}{G_{xy}} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix}$$

with:

$$E_x(\theta) = \frac{1}{\frac{c^4}{E_t} + \frac{s^4}{E_l} + c^2 s^2 \left(\frac{1}{G_{tl}} - 2 \frac{\nu_{tl}}{E_l} \right)}$$

$$E_y(\theta) = \frac{1}{\frac{s^4}{E_t} + \frac{c^4}{E_l} + c^2 s^2 \left(\frac{1}{G_{tl}} - 2 \frac{\nu_{tl}}{E_l} \right)}$$

$$G_{xy}(\theta) = \frac{1}{4c^2 s^2 \left(\frac{1}{E_t} + \frac{1}{E_l} + 2 \frac{\nu_{tl}}{E_l} \right) + \frac{(c^2 - s^2)^2}{G_{tl}}}$$

$$\frac{\nu_{yx}}{E_y}(\theta) = \frac{\nu_{tl}}{E_l} (c^4 + s^4) - c^2 s^2 \left(\frac{1}{E_t} + \frac{1}{E_l} - \frac{1}{G_{tl}} \right)$$

$$\frac{\eta_{xy}}{G_{xy}}(\theta) = -2cs \left\{ \frac{c^2}{E_t} - \frac{s^2}{E_l} + (c^2 - s^2) \left(\frac{\nu_{tl}}{E_l} - \frac{1}{2G_{tl}} \right) \right\}$$

$$\frac{\mu_{xy}}{G_{xy}}(\theta) = -2cs \left\{ \frac{s^2}{E_t} - \frac{c^2}{E_l} - (c^2 - s^2) \left(\frac{\nu_{tl}}{E_l} - \frac{1}{2G_{tl}} \right) \right\}$$