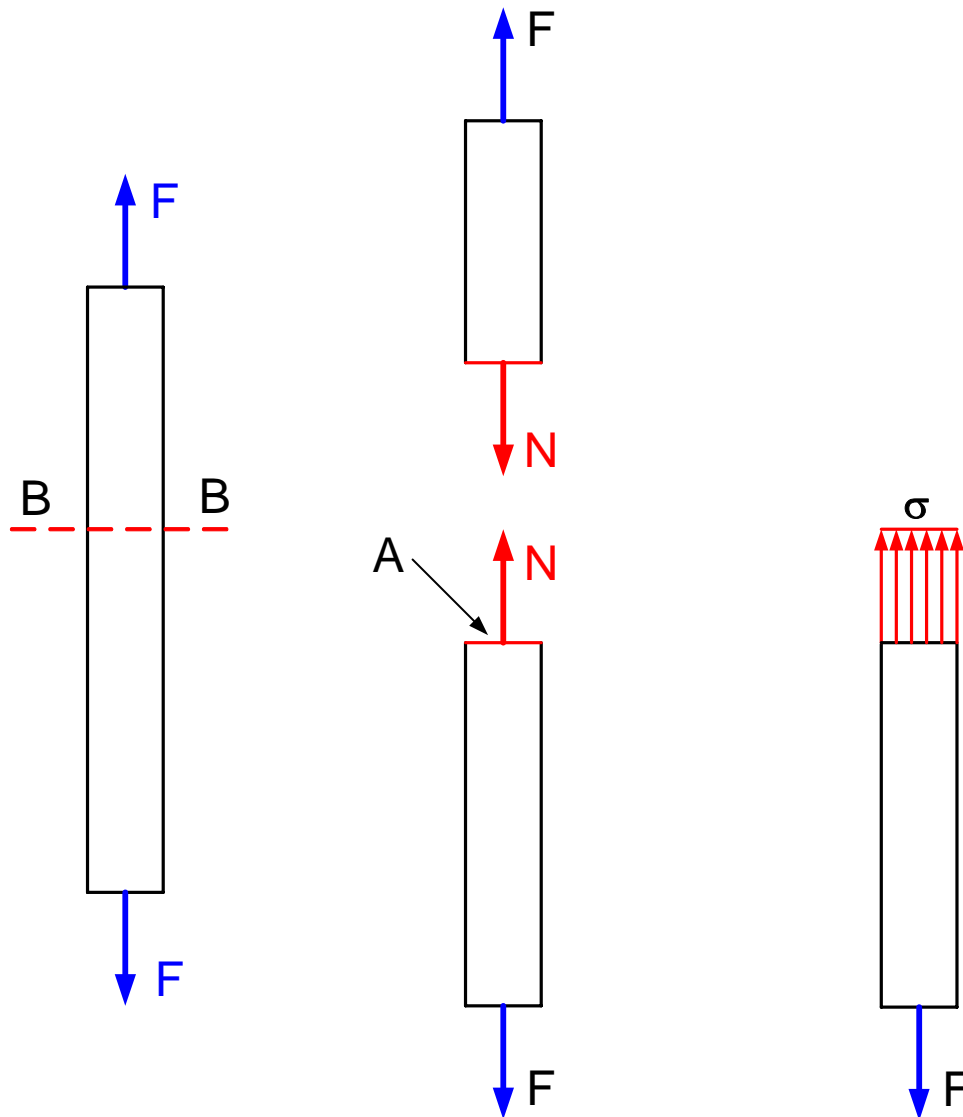


NORMAALIJÄNNITYS



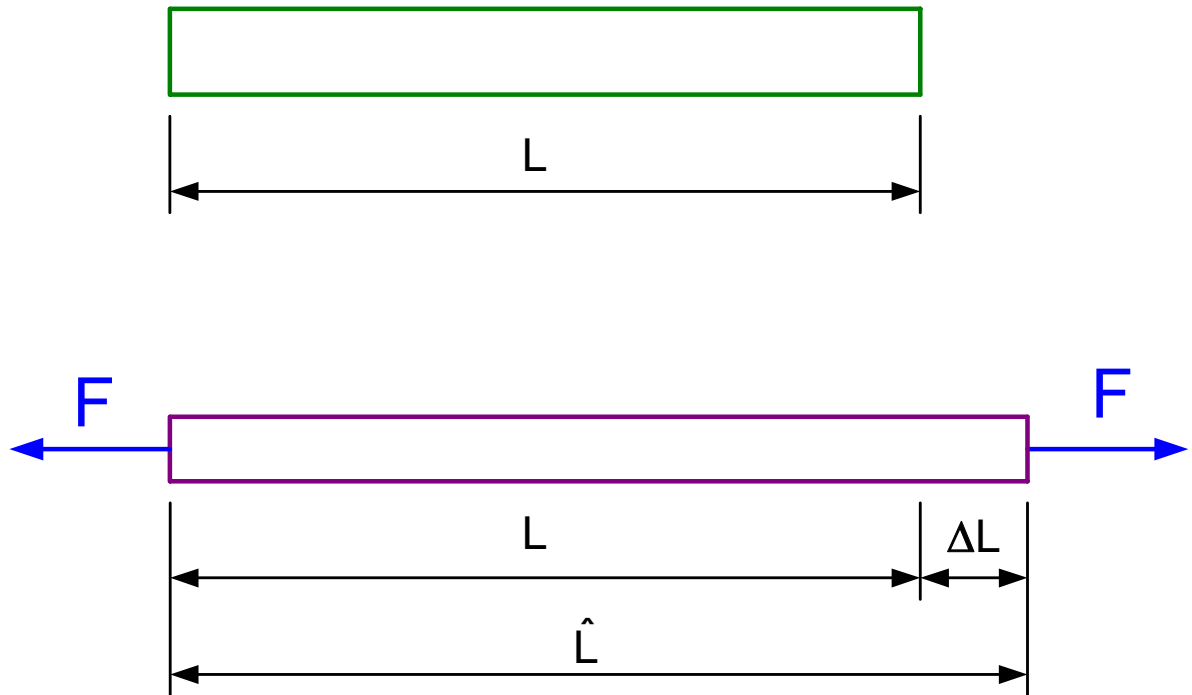
TASAPAINO $\Rightarrow N = F$

KESKIMÄÄRÄINEN NORMAALIJÄNNITYS

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

$\sigma > 0$ vetojännitys $\sigma < 0$ puristusjännitys

VENYMÄ



KESKIMÄÄRÄINEN SUHTEELLINEN VENYMÄ:

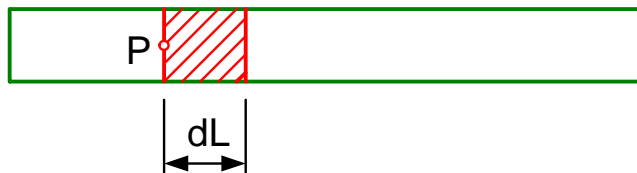
Lagrangen venymä

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

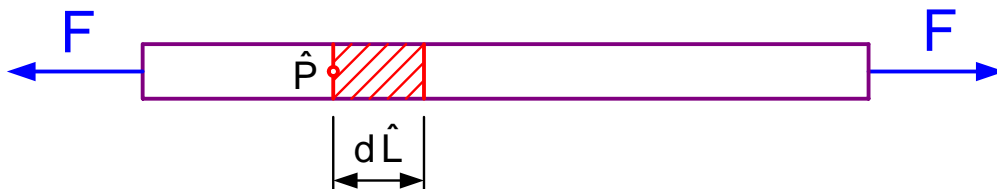
Eulerin venymä

$$\hat{\varepsilon} = \frac{\Delta L}{\hat{L}}$$

LOKAALI VENYMÄ



$$\Delta(dL) = d\hat{L} - dL$$



VENYMÄ PISTEESSÄ P:

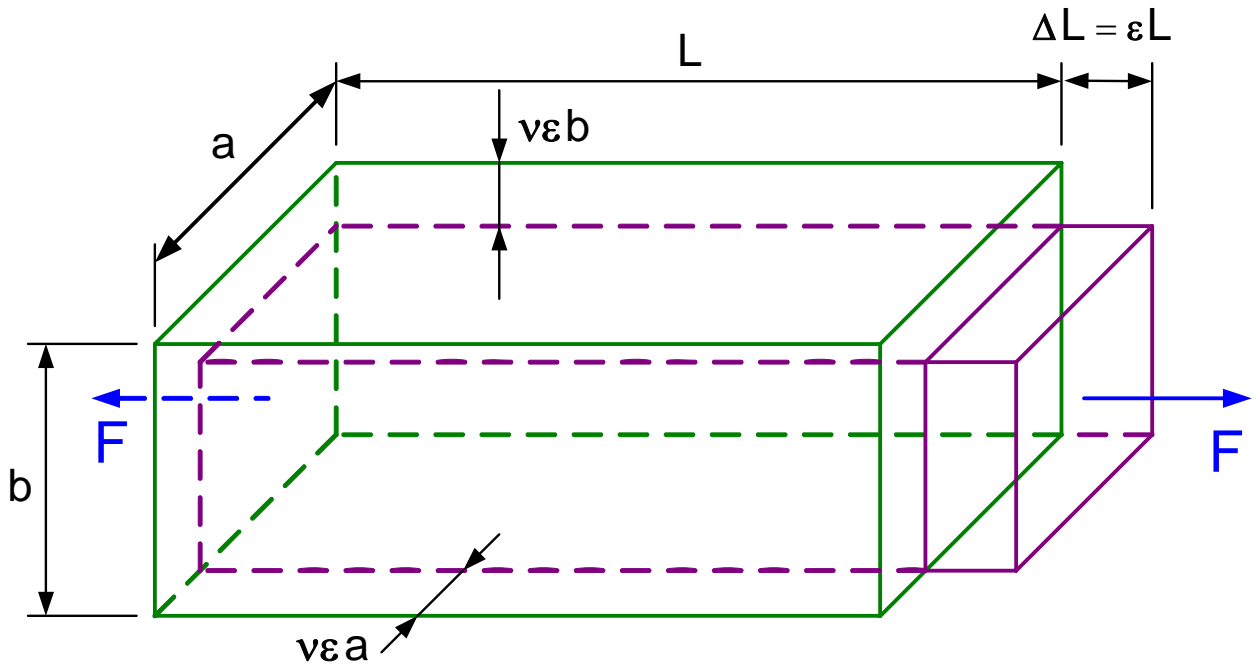
Lagrangen venymä

$$\varepsilon(P) = \frac{\Delta(dL)}{dL}$$

Eulerin venymä

$$\hat{\varepsilon}(P) = \frac{\Delta(dL)}{d\hat{L}}$$

POISSONIN VAKIO



Pitkittäisvenymä

$$\epsilon$$

Poikittaisvenymä

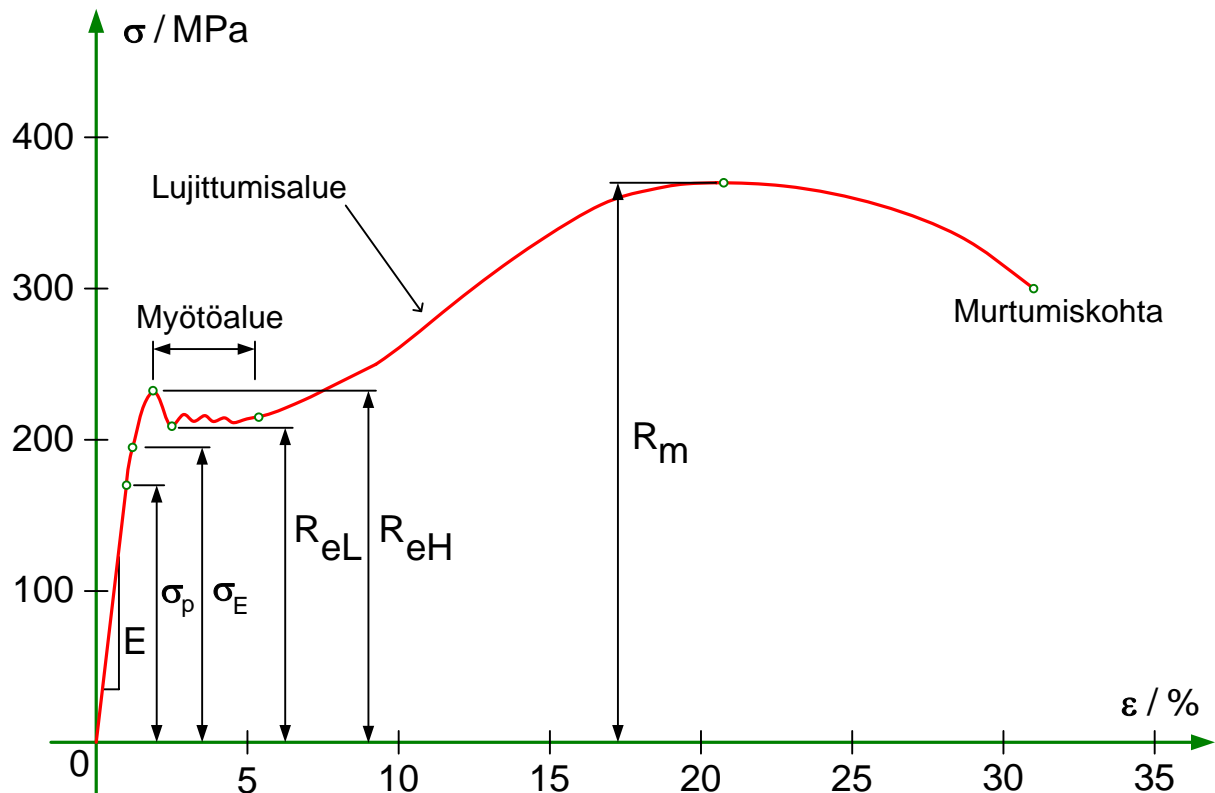
$$\epsilon_{\perp}$$

Poissonin vakio

$$\nu = - \frac{\epsilon_{\perp}}{\epsilon}$$

$$0 \leq \nu \leq 0,5$$

SITKEÄN TERÄKSEN $\sigma - \varepsilon$ -KÄYRÄ



E kimmomoduuli

σ_p suhteellisuusraja

σ_E kimmoraja

R_{eL} alempi myötöraja

R_{eH} ylempi myötöraja

R_m murtolujuus

HOOKEN LAKI

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

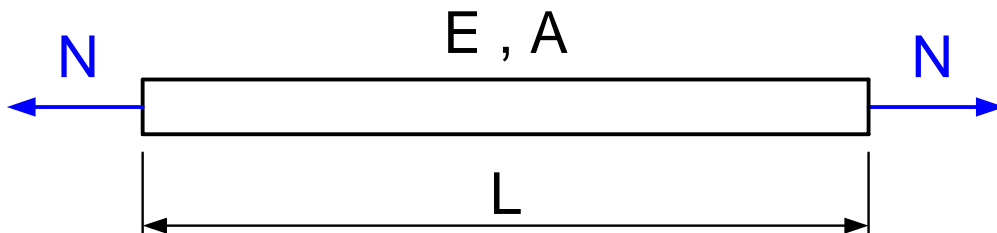
$$\sigma = E \varepsilon$$

- Pätee suhteellisuusrajan alapuolella $\sigma \leq \sigma_p$
 - E on **kimmomoduuli**.
 - **Lineaarisesti kimmoinen** materiaali.
-

VAKIOSAUVAN

 ΔL

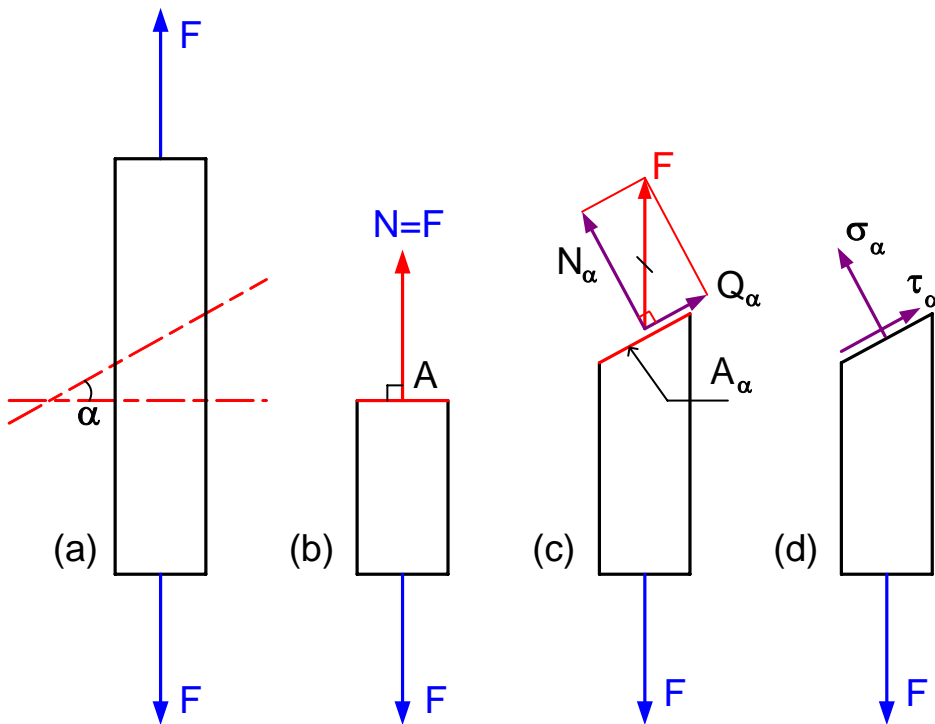
N, E ja A vakioita sauvan alueessa.



$$\Delta L = \varepsilon L = \frac{\sigma}{E} L = \frac{NL}{EA}$$

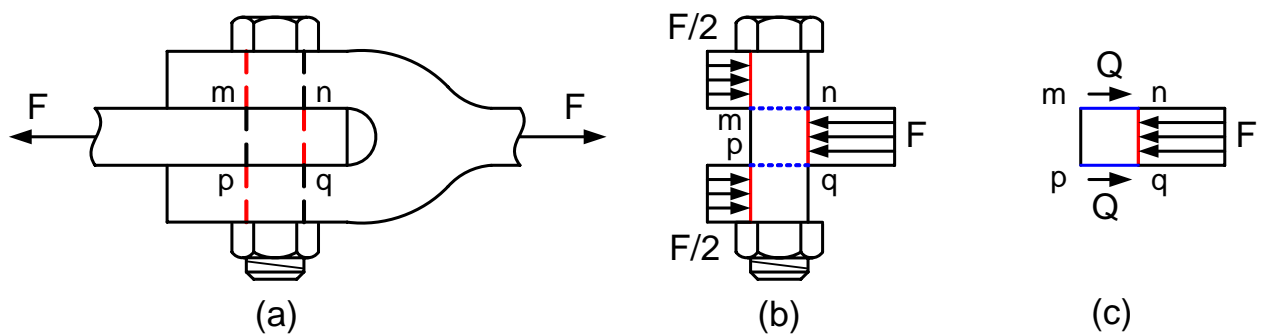
$$\Delta L = \frac{NL}{EA}$$

LEIKKAUSJÄNNITYS



$$\sigma_\alpha = \frac{N_\alpha}{A_\alpha}$$

$$\tau_\alpha = \frac{Q_\alpha}{A_\alpha}$$

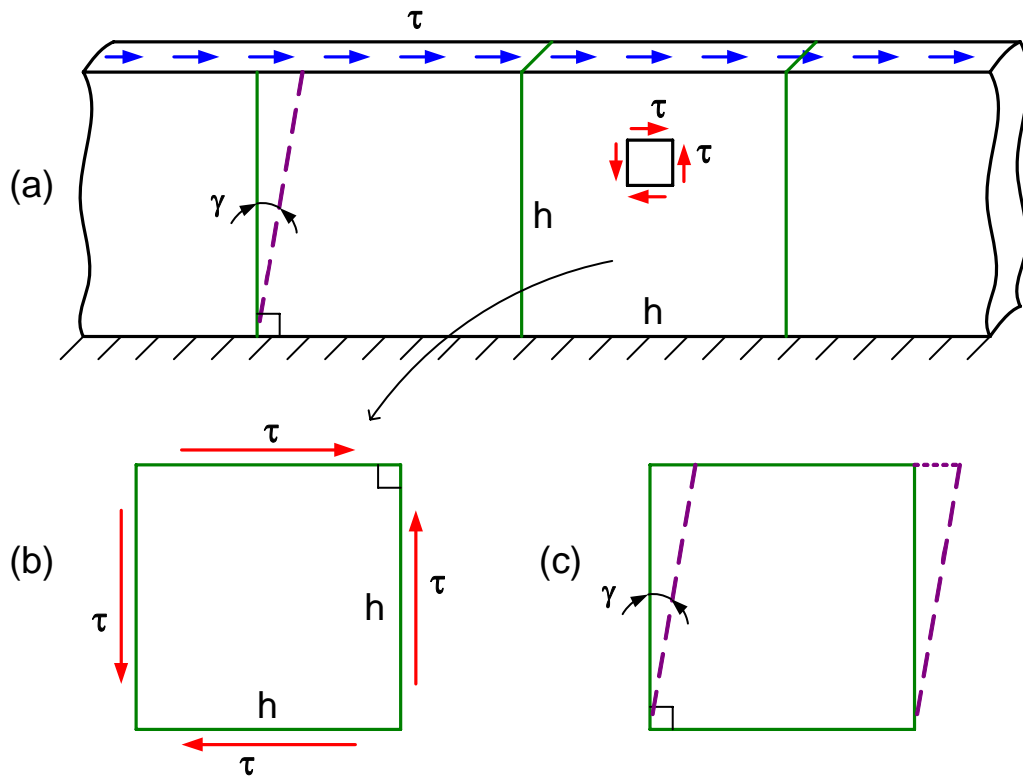


$$\rightarrow Q = F/2 \quad \tau = \frac{Q}{A}$$

$$\tau = \frac{Q}{A}$$

Q leikkausvoima A leikkautuva pinta-ala

LIUKUMA



γ liukuma (liukukulma)

Liukuman yksikkö on **radiaani**.

Tasapaino \Rightarrow

Leikkausjännitysten parittainen yhtäsuuruus.

LEIKKAUKSEN HOOKEN LAKI

$\tau - \gamma$ käyrä on **samankaltainen** kuin $\sigma - \varepsilon$ käyrä.

G **liukumoduuli**

τ_p **leikkauksen suhteellisuusraja**

τ_E **leikkauksen kimmoraja**

τ_s **leikkausmyötöraja**

τ_B **leikkausmurtolujuus**

$$\tau = \frac{Q}{A} \quad \gamma = \text{liukuma}$$

$$\tau = G \gamma$$

- Pätee suhteellisuusrajan alapuolella $\tau \leq \tau_p$

- G on **liukumoduuli**.

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

- **Lineaarisesti kimmoinen** materiaali.

VARMUUSLUKU

Määritelmä:

$$n = \frac{\sigma_{kr}}{\sigma_{sall}}$$

tai

$$n = \frac{\tau_{kr}}{\tau_{sall}}$$

σ_{kr}, τ_{kr}

kriittinen vaurioon johtava jännitys

$\sigma_{sall}, \tau_{sall}$

sallittu jännitys

Myötörajamitoitus:

$$\sigma_{kr} = R_e \quad \tau_{kr} = \tau_s$$

$$n = \frac{R_e}{\sigma_{sall}}$$

tai

$$n = \frac{\tau_s}{\tau_{sall}}$$

Murtolujuusmitoitus:

$$\sigma_{kr} = R_m \quad \tau_{kr} = \tau_B$$

$$n = \frac{R_m}{\sigma_{sall}}$$

tai

$$n = \frac{\tau_B}{\tau_{sall}}$$

VARMUUSLUKU

Miksi varmuuslukua on käytettävä?

- * laskentamalli on likimääräinen \Rightarrow saadut tulokset ovat likimääräisiä
- * materiaaliominaisuuksien vaihtelut
- * kuormitusolosuhteiden epävarmuudet
- * ympäristöolosuhteet
- * kuluminen
- * valmistustarkkuus

Miten varmuusluku valitaan?

- * pitkä käyttöikä ja luotettava toiminta
 \Rightarrow **suuri** varmuusluku
- * rakenteen rikkoutuminen ympäristölle vaarallista
 \Rightarrow **suuri** varmuusluku
- * optimaalinen mitoitus (paino, koko, hinta)
 \Rightarrow **pieni** varmuusluku ja **tarkat** lujuuslaskut
- * suunnittelustandardit (EN, SFS, DIN jne)
 \Rightarrow **konkreettisia** varmuusluvun arvoja