

STÅL FOR BEGYNDERE

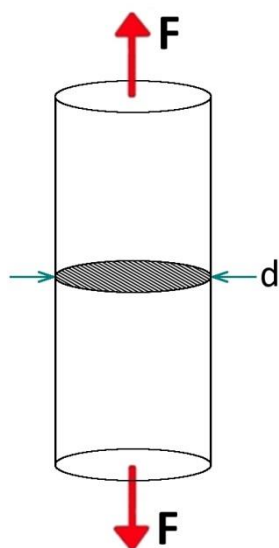
Af Kristine Telling & Thor Paulli Andersen

Hvad er spændinger?

Spændinger i en konstruktion er defineret som kraften pr. arealenhed. Ofte betegnes spændinger med det græske bogstav σ (sigma) og har SI-enheden $\frac{N}{m^2}$ eller Pa (pascal). For metaller anvendes enheden megapascal (MPa) ofte.

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

Betragt en stang med cirkulært tværsnit udsat for en kraft i begge ender.



Spændingerne i tværsnittet er kraften delt med arealet.

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2}$$

Tøjning

Når stangen fra det tidligere eksempel udsættes for en trækraft, vil stangen blive længere. Forlængelsen af stangen i forhold til stangens oprindelige længde kaldes *tøjningen*. Denne betegnes med det græske bogstav ε (epsilon). Tøjningen udregnes med følgende formel:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Her er ΔL forlængelsen af stangen og L_0 er stangens oprindelige længde.

Hookes Lov

Hookes Lov beskriver sammenhængen mellem spænding og tøjning.

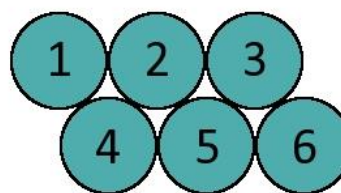
$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

E er en materialekonstant kaldet E-modulet (eller Young's Modul). Hookes Lov gælder kun i det elastiske område – se nedenfor.

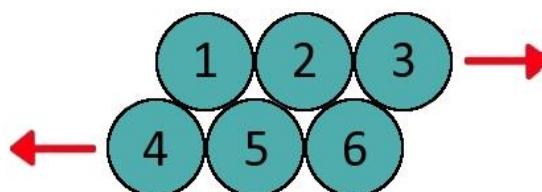
Elastisk og plastisk deformation

Man skelner mellem elastisk og plastisk deformation. Elastisk deformation fungerer som en elastik, mens plastisk deformation er en blivende deformation. Ved plastisk deformation har man derfor permanent ændret emnets form.

Hvis vi zoomer ind på atomart niveau, ligger atomerne i et metal pakket som på illustrationen herunder.

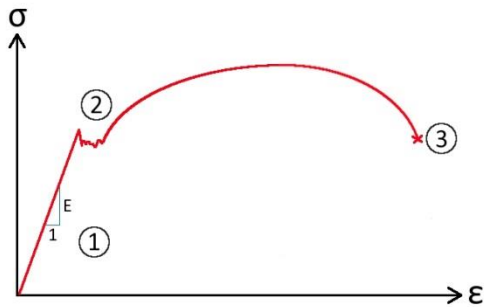


Hvis en kraft introduceres i begge ender, vil atomerne flytte sig. Så længe bindingerne mellem to lag af atomer opretholdes, er der tale om en elastisk deformation. Hvis bindingerne brydes vil atomerne forskyde sig og deformationen vil være plastisk som vist herunder.



Arbejdslinje

Arbejdslinjen for et materiale viser tøjning som funktion af spænding. Denne linje har et karakteristisk udseende for forskellige materialer. Nedenfor er arbejdslinjen for et stål vist:



- 1) Elastisk område. Her eksisterer der en lineær sammenhæng mellem spænding og tøjning. Hookes Lov gælder i dette område. Hældningen på linjen i det elastiske område er E-modulet.
- 2) Flydeområdet. Den spænding, hvor flydeområdet starter, kaldes flydespændingen, σ_f . Her vil materialet begynde at deformere plastisk.

- 3) Brud. Her vil materialet fejle.

Nominal og aktuel spænding

Man kan konstruere sin arbejdslinje ud fra både den nominelle og den aktuelle spænding. Forskellen mellem disse to er, at den nominelle spænding beregnes ud fra det oprindelige tværsnitsareal, mens den aktuelle spænding beregnes ud fra det aktuelle tværsnitsareal. Tværsnitsarealet formindskes nemlig i takt med, at stangen forlænges. Forholdet mellem forlængelse og indsnævring kaldes *Poissons forhold*. Den nominelle spænding betegnes med R .

Liste over anvendte fagtermer

L_0	Oprindelig længde af test-emne	[m]
d_0	Oprindelig diameter af test-emne	[m]
ΔL	Ændring af længde af test-emne	[m]
F	Trækraft [N]	[N]
R	Nominal spænding	[MPa]
ϵ	Tøjning (kan også betegnes med e)	[-]
σ	Aktuel spænding	[MPa]
L_u	Længde af test-emne ved brud	[m]
d_u	Diameter af test-emne ved brud	[m]
R_e	Nominal flydespænding	[MPa]
R_{mt}	Nominal brudspænding	[MPa]