

Elektrotechniek

Theorie module mechatronica

In het flitscollege heb je kunnen zien hoe je aan de hand van het 'Stramien van aanpak' in vijf stappen de spanning in de stoelpoot uitrekent. Stap 6 in het stramien van aanpak is 'een uitspraak doen over de stijfheid'. In dit stukje theorie wordt hier meer over uitgelegd. Na deze theorie volgen er 10 vragen, het is aan te bevelen om aantekeningen te maken van de theorie hieronder.

Om te bepalen hoe sterk en vervormbaar een materiaal is, kun je een trekproef uitvoeren. Hierbij wordt op een ingeklemde proefstaaf een bepaalde hoeveelheid kracht uitgeoefend en de lengteverandering wordt vervolgens gemeten. Van de proefstaaf zijn zowel de lengte als het oppervlak van de doorsnede vooraf bekend. Je hebt gezien dat je kunt uitrekenen met behulp van deze formule:

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

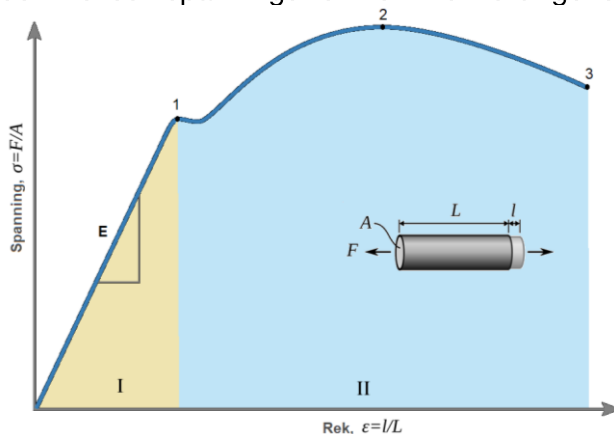
σ (trek of druk)spanning in N/mm²
 F de (trek of druk)kracht in N
 A het oppervlak van de doorsnede in mm²

De lengteverandering ten opzicht van de oorspronkelijke lengte kun je op elkaar delen en dan krijg je een uitdrukking voor de rek:

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

ε rek ook wel relatieve lengte verandering genoemd (geen eenheid)
 l lengteverandering in mm
 L oorspronkelijke lengte proefstaaf in mm

Het proces van het uitrekken van een proefstaaf kun je in een grafiek zetten met op de y-as de spanning en op de x-as de rek, zie afbeelding 1. Het zal je niet verbazen dat dit ook wel een spannings-rekkromme wordt genoemd.



Afbeelding 1: Spannings-rekkromme met I Elastisch gebied, II Plastisch gebied, 1 vloeigrens, 2 treksterkte, 3 breukspanning

Een aantal punten in de kromme hebben we een naam gegeven, zie afbeelding 1. De hoeveelheid spanning die er op een proefstaaf kan worden gezet zodat deze weer kan terugveren tot zijn begintoestand, noemen we de vloeigrens (1). Het gebied tot dit punt wordt ook wel het elastisch gebied (I) genoemd. Als er een grotere spanning boven de vloeigrens wordt aangebracht zal de proefstaaf blijvend vervormen, dit wordt ook wel het plastisch gebied (II) genoemd. De maximale spanning die op een proefstaaf wordt gemeten is de treksterkte (2). Uiteindelijk zal de staaf breken en meten we de breukspanning (3).

Bij het ontwerpen van een onderdeel gaan we uit van het elastisch gebied (= toelaatbare spanning kleiner dan vloeigrens) omdat we daarvan het gedrag van materiaal goed te voorspellen is. Zoals je kunt zien in afbeelding 1 is er een lineair verband tussen de spanning en de rek. Dit wordt ook wel de wet van Hooke genoemd en noemen we de elasticiteitsmodulus:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

E Elasticiteitsmodulus in N/mm^2
 σ (trek of druk)spanning in N/mm^2
 ε rek

Bovenstaande formules kun je ook omschrijven in één uitdrukking om direct de lengteverandering te kunnen bepalen:

$$l = \frac{F \cdot L}{A \cdot E}$$

l lengteverandering in mm
 F de (trek of druk)kracht in N
 L oorspronkelijke lengte proefstaaf in mm
 A het oppervlak van de doorsnede in mm^2
 E Elasticiteitsmodulus in N/mm^2

Voorbeeld

Ook voor de IKEA kruk kunnen we uitrekenen wat de lengteverandering van de poot is. De lengte van de poot is volgens de maattekening 45 cm (= 450 mm). Er zit een persoon op van 100 kg (= 981 N). We hadden uitgerekend dat $A = 113,1 \text{ mm}^2$. De elasticiteitsmodulus van staal is 210.000 N/mm^2 .

Aangezien we hier te maken hebben met een drukkracht, betekent dit dat de poot korter zal worden met:

$$l = \frac{F \cdot L}{A \cdot E} = \frac{981 \cdot 450}{113,1 \cdot 210.000} = 0,0186 \text{ mm}$$

Oftewel eigenlijk niet zichtbaar waar te nemen!