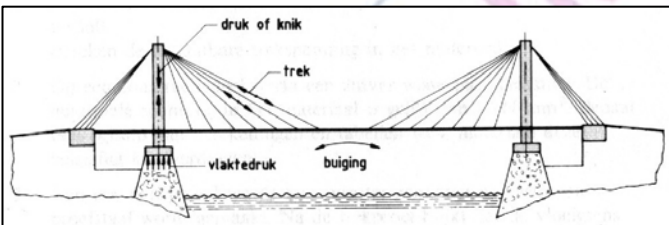


Topaasstraat 45
7554 TJ HENGELO
Postbus 1125
7550 BC HENGELO
tel : 074-2436455
fax : 074-2915029
e-mail : info@metaalketen.com
internet : www.metaalketen.com

WEERSTANDSMOMENT TEGEN DOORBUIGING

INLEIDING

De maximaal toelaatbare spanning is in hoofdzaak afhankelijk van het materiaal, de belasting, en de belastingsoort, maar ook van de geometrische vorm van het onderdeel. Daarnaast spelen andere invloeden een rol, bijvoorbeeld de temperatuur van het onderdeel, inwendige spanningen, materiaalfouten en corrosie. De dimensionering van een onderdeel is met name afhankelijk van de manier van bezwijken. In dit informatieblad wordt ingegaan op de dimensionering van een onderdeel belast op doorbuiging. Hierbij speelt het weerstandsmoment tegen doorbuiging een belangrijke rol. Bij het ontwerpen in staal maakt de constructeur veelal gebruik van tabellen om het weerstandsmoment tegen doorbuiging te bepalen. Deze gegevens zijn voor aluminium niet beschikbaar. Dit informatieblad kan hiervoor als richtlijn dienen.



figuur 1: normaalkrachten

BELASTING VAN EEN ONDERDEEL

Afhankelijk van het effect van de op een onderdeel werkende uitwendige krachten, worden in de doorsnede van een onderdeel de volgende inwendige krachtwerkingen onderscheiden in: normaalkrachten en afschuifkrachten, buigende momenten en torsiemomenten. Zie figuur 2. Deze resulteren in de belastingsoorten: trek, druk afschuiving, buiging en torsie. Spanningen loodrecht op een doorsnede worden aangeduid als normaalspanning (trek, druk en buiging). Spanningen in het vlak van doorsnede als tangentaalspanning (schuif en torsiespanning).

In dit informatieblad wordt alleen ingegaan op de normaalspanning buiging.

Globale berekeningen

Voor statisch of nagenoeg statisch belaste onderdelen is indien een taai materiaal wordt gebruikt de vloeigrens een maatgevende materiaalconstante tijdens sterkte berekeningen. De vloeigrens wordt ook wel aangegeven met: R_e , 0.2 -rekgrens, $R_{p0.2}$ of R_p .

Maximaal toelaatbare spanning

De optredende spanning moet kleiner zijn dan de maximaal toelaatbare spanning. Deze is afhankelijk van de materiaalwaarde en een veiligheidsfactor.

Soort belasting	Benaming						
Trek	- Trekspanning $\sigma_t = \frac{F_t}{A}$						
Druk	- Drukspanning $\sigma_d = \frac{F_d}{A}$						
Buiging	- Buigspanning $\sigma_b = \frac{M_b}{W_x}$ $W_x = \frac{I_x}{e}$						
Afschuiving	- Schuifspanning $\tau_{sm} = \frac{F_s}{A}$ $\tau_{y \max} = k_s \tau_s$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>Doorsnede</th> <th>Rechthoek</th> <th>Cirkel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>k_s</td> <td>3/2</td> <td>4/3</td> </tr> </tbody> </table>	Doorsnede	Rechthoek	Cirkel	k_s	3/2	4/3
Doorsnede	Rechthoek	Cirkel					
k_s	3/2	4/3					
Doorsnede (Buiging met afschuiving)	- Doorsnede (Buiging met afschuiving) $\tau_{xy} = \frac{F_d(z) \cdot H_x(y)}{I_x \cdot b(y)}$ met $H_x(y) = \int y \cdot dA$ resp. $\sum y_{zi} \cdot A_i$ $I_x = \int y^2 \cdot dA$						
Torsie	- Torsiespanning $\tau_t = \frac{T}{W_p}$						

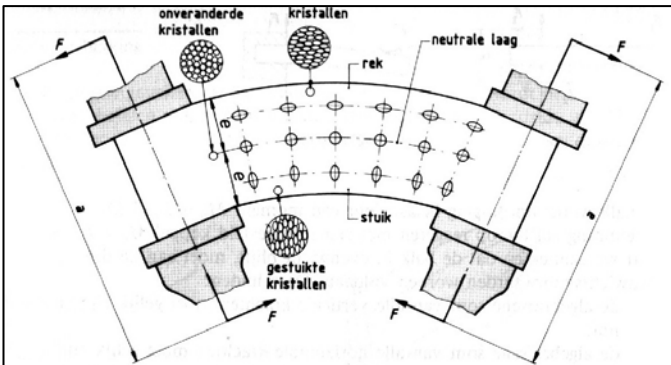
figuur 2: belastingsoorten.

$$\sigma_b \leq \bar{\sigma}_b = \frac{Rp_{0.2}}{S_{min}}$$

Voor de veiligheid (S_{min}) geldt $\approx 1,2 \dots 1,8$. (Komt overeen met de bekendere formule $\sigma_b = 0,7 \times Rp_{0,2}$)

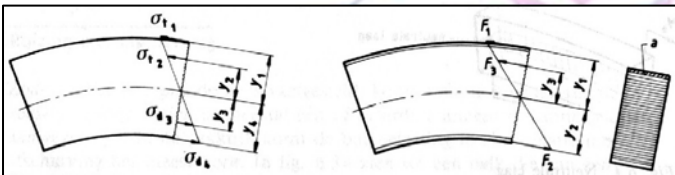
BIUGEND MOMENT

In de onderstaande figuur is een balk weergegeven welke wordt belast op buiging.



figuur 3: verkorting en verlenging

Het deel waar geen verlenging of verkorting optreedt noemen we de neutrale laag. De bovenste laag die op de uiterste vezelafstand (e) van de neutrale laag ligt zal de grootste verlenging ondergaan, de onderste de grootste verkorting. Volgens de wet van Hooke is de verlenging of verkorting is recht evenredig met de spanning in de laag. We kunnen de balk verdelen in een groot aantal trek en drukspanningen.



figuur 4: krachten en spanningen t.g.v. een buigend moment.

Al deze inwendige spanningen en krachten komen overeen met het buigend moment (M_b).

$$M_b = W_b \times \sigma_b$$

Voor buiging is de nominale buigspanning $\sigma_b = M_b / W_b$, hierin is W_b het weerstandsmoment tegen doorbuiging van de normaaldoorsnede dat weerstand

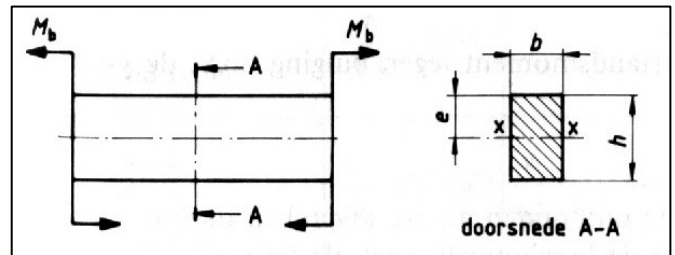
$$W_b = \frac{I}{e}$$

biedt aan het inwendig buigend moment M_b .

WEERSTANDSMOMENT TEGEN DOORBUIGING

Het weerstandsmoment tegen doorbuiging (W_b) is een wiskundige grootte, die afhangt van de vorm van de doorsnede van een lichaam. Het weerstandsmoment tegen doorbuiging speelt o.a. een rol bij de berekening van het draagvermogen.

Hierbij staat e voor de uiterste vezelafstand (zie onderstaande figuur) en I voor het lineair traagheidsmoment.



figuur 5:

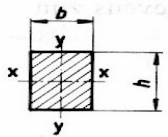
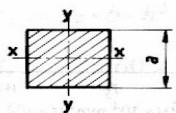
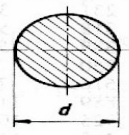
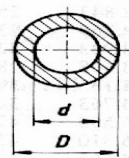
LINEAIR TRAGHEIDSMOMENT

Voordat het weerstandsmoment tegen doorbuiging (W_b) kan worden bepaald dient eerst het lineair traagheidsmoment (I) te worden bepaald. Het lineair traagheidsmoment (I) is een wiskundige grootte, die ontstaat uit de som van de minimale oppervlakken van de doorsnede van een lichaam (profiel), vermenigvuldigd met het kwadraat van de afstand van het zwaartepunt van dat minimale oppervlak tot de neutrale lijn.

(toevoegen van bijzondere vormen)

VERKLARENDE TEKENS:

$Rp_{0.2}$	0.2% rekgrens	N/mm^2
σ_b	buigspanning	N/mm^2
S_{min}	veiligheidsfactor	
M_b	buigend moment	$N.mm$
W_b	weerstandsmoment tegen doorbuiging	mm^3
I	lineair traagheidsmoment	mm^4
e	uiterste vezelafstand	mm

doorsnede	traagheidsmomenten		weerstandsmomenten	
	I_x (mm ⁴)	I_y (mm ⁴)	W_x (mm ³)	W_y (mm ³)
 <p>rechthoekig profiel</p>	$\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$	$\frac{1}{12} \cdot b^3 \cdot h$	$\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2$	$\frac{1}{6} \cdot b^2 \cdot h$
 <p>vierkant profiel</p>	$\frac{1}{12} \cdot a^4$	$\frac{1}{12} \cdot a^4$	$\frac{1}{6} \cdot a^3$	$\frac{1}{6} \cdot a^3$
 <p>rond profiel</p>	$\frac{\pi}{64} \cdot d^4$ benadering: $\frac{\pi}{64} = 0,05$	$\frac{\pi}{64} \cdot d^4$	$\frac{\pi}{32} \cdot d^3$ benadering: $\frac{\pi}{32} = 0,1$	$\frac{\pi}{32} \cdot d^3$
 <p>buisprofiel</p>	$\frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4)$ benadering: $\frac{\pi}{64} = 0,05$	$\frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4)$	$\frac{\pi}{32} \cdot \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right)$ benadering: $\frac{\pi}{32} = 0,1$	$\frac{\pi}{32} \cdot \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right)$