

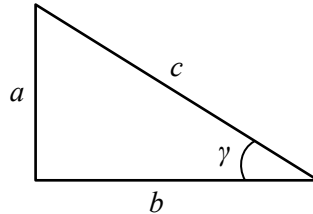
Bilaga D: Formelsamling

TRIGONOMETRI

$$\sin(\gamma) = \frac{a}{c}$$

$$\cos(\gamma) = \frac{b}{c}$$

$$\tan(\gamma) = \frac{a}{b}$$



Om en vinkel ska beräknas:

$$\gamma = \arcsin\left(\frac{a}{c}\right).$$

Om en längd ska beräknas:

$$a = \sin(\gamma) \cdot c.$$

PYTHAGORAS SATS

$$c^2 = a^2 + b^2 \quad \text{och} \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

MOMENT

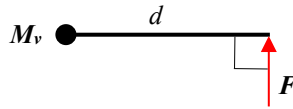
$$M_v = F \cdot d$$

Där:

M_v = Moment [Nm eller Nmm]

F = Kraft [N]

d = Avstånd mellan kraft och momentpunkt [m eller mm]



FRIKTION

$$F_f = \mu \cdot N$$

Där:

F_f = Friktionskraft [N]

μ = Friktionskoefficient [enhetslös]

N = Normalkraft [N]

ENHET FÖR KRAFT

$$N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

TYNGDPUNKT

$$x_{TP} = \frac{A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2}{A_1 + A_2} = \frac{\sum_{k=1}^n A_k \cdot x_k}{A}, \quad \text{och} \quad y_{TP} = \frac{\sum_{k=1}^n A_k \cdot y_k}{A}$$

Där:

x_{TP} = Avstånd till hela kroppens tyngdpunktsläge [mm]

A_k = Respektive delarea [mm²]

x_k = Avstånd till respektive delareas tyngdpunktsläge [mm]

A = Total area [mm²]

ENHET FÖR SPÄNNING

$$MPa = \frac{N}{mm^2}$$

DRAG OCH TRYCK

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

Där:

σ = Drag- och tryckspänning eller normalspänning [N/mm²]

F = Kraft [N]

A = Area [mm²]

SKJUVNING

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

Där:

τ = Skjuvspänning [N/mm²]

F = Kraft [N]

A = Area [mm²]

TÖJNING

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

Där:

ε = Töjning [mm/mm eller %]

δ = Förlängning [mm]

l = Ursprunglig längd [mm]

HOOKE'S LAG

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

Där:

σ = Spänning [N/mm²]

E = Elasticitetsmodul [N/mm²]

ε = Töjning [enhetslös]

FÖRLÄNGNING

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

Där:

δ = Förlängning [mm]

F = Kraft [N]

l = Ursprunglig längd [mm]

E = Elasticitetsmodul [N/mm²]

A = Area [mm²]

TVÄRTÖJNING

$$\varepsilon_{tvär} = -\nu \cdot \varepsilon_x$$

Där:

$\varepsilon_{tvär}$ = Tvärtöjning [enhetslös]

ν = Tvärkontraktionstal eller Poissons tal [enhetslös]

ε_x = Längstöjning [enhetslös]

HÅLKANTTRYCK

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

Där:

p_H = Hålkantstryck [N/mm²]

F = Kraft [N]

A = Area [mm²]

SÄKERHET MOT STRÄCKNING OCH BROTT

$$\eta_s = \frac{R_e}{\sigma_{max}}, \quad \text{alternativt vid skjuvspänning: } \eta_s = \frac{R_e \cdot 0,6}{\tau_{max}}$$

Där:

 η_s = Säkerheten mot flytning [enhetslöst] R_e = Materialets sträckgräns [N/mm²] σ_{max} = Den beräknade spänningen som materialet utsätts för [N/mm²] τ_{max} = Skjuvspänningen som materialet utsätts för [N/mm²]

För säkerhet mot brott gäller

$$\eta_B = \frac{R_m}{\sigma_{max}}, \quad \text{alternativt vid skjuvspänning: } \eta_B = \frac{R_m \cdot 0,6}{\tau_{max}}$$

Där:

 η_B = Säkerheten mot brott [enhetslöst] R_m = Materialets brottgräns [N/mm²]

Observera att σ_{max} och τ_{max} bör benämnas σ_{till} och τ_{till} när det gäller tillåten spänning. Sträckgränsen kan även betecknas: $R_e = \sigma_s$.

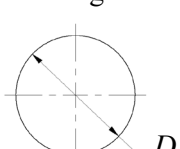
VRIDSPÄNNING OCH FÖRVRIDNING

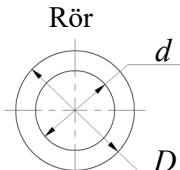
$$\tau_v = \frac{M_v}{W_v}, \quad \text{och } \theta = \frac{M_v \cdot L}{G \cdot I_p}, \quad \text{där: } G \approx \frac{E}{2,6}$$

Där:

 τ_v = Vridspänning [N/mm²] M_v = Vridmoment [Nmm] W_v = Vridmotstånd [mm³] θ = Förvridningsvinkel [rad] L = Axelns längd [mm] G = Skjuvmodul [N/mm²] I_p = Polärt tröghetsmoment eller vridtröghetsmoment [mm⁴] E = Elasticitetsmodul [N/mm²]

DATA FÖR VRIDNING

 <p>Stång</p>	$W_v = \frac{\pi D^3}{16}$ $I_p = \frac{\pi D^4}{32}$
---	---

 <p>Rör</p>	$W_v = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{16D}$ $I_p = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32}$
---	--

SAMBAND MELLAN VRIDMOTSTÅND OCH POLÄRT TRÖGHETSMOMENT

$$W_v = \frac{I_p}{R}$$

Där:

 R = Axelns radie [mm]

EFFEKT OCH VRIDMOMENT

$$M_v = \frac{P}{\omega}, \text{ där: } \omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

Där:

- M_v = Vridmoment [Nm]
- P = Effekt [W = J/s = Nm/s]
- ω = Vinkelhastighet [1/s]
- n = Varvtal per minut [rpm]

En hästkraft motsvarar cirka 735,5 W.

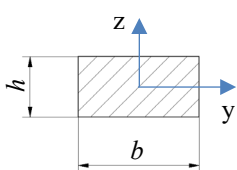
VERKNINGSGRAD

$$P_{ut} = P_{in} \cdot \eta$$

Där:

- P_{ut} = Utgående effekt [W]
- P_{in} = Ingående effekt [W]
- η = verkningsgrad [enhetlös]

DATA FÖR BÖJNING



$$W_b = \frac{bh^2}{6}$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

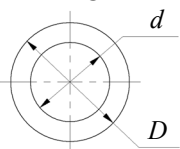
BÖJSPÄNNING

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}, \text{ och } W_b = \frac{I}{e_{max}}$$

Där:

- σ_b = Böjspänning [N/mm²]
- M_b = Böjmoment [Nmm]
- W_b = Böjmotstånd [mm³]
- I = Yttröghetsmoment [mm⁴]
- e_{max} = Största kantavstånd, från tyngdpunktslinjen till yttersta kanten [mm]

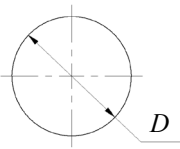
Stång



$$W_b = \frac{\pi}{32D} (D^4 - d^4)$$

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$$

Rör



$$W_b = \frac{\pi D^3}{32}$$

$$I = \frac{\pi D^4}{64}$$

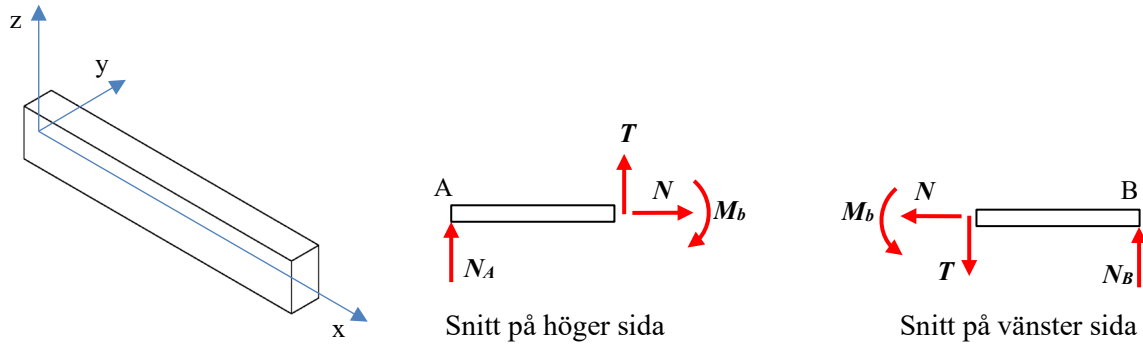
STEINERS SATS

$$I = (I_1 + a_1^2 \cdot A_1) + (I_2 + a_2^2 \cdot A_2) + \dots = \sum (I_i + a_i^2 \cdot A_i)$$

Där:

- I = Totala yttröghetsmoment [mm⁴]
- I_i = Delareans yttröghetsmoment [mm⁴]
- A_i = Delareans area [mm²]
- a_i = Avståndet mellan delareans tyngdpunktslinje och tvärsnittets sammanlagda tyngdpunktslinje [mm]

KOORDINATAXLAR OCH SNITTSTORHETER VID BALKBÖJNING

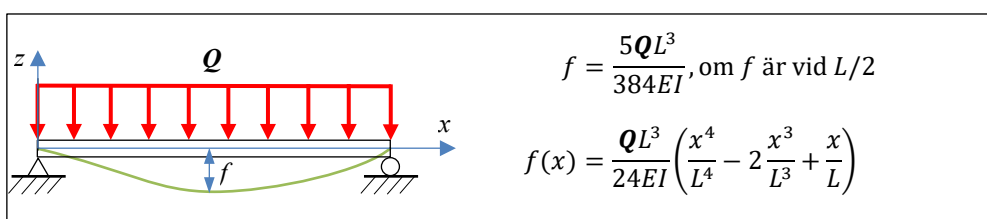
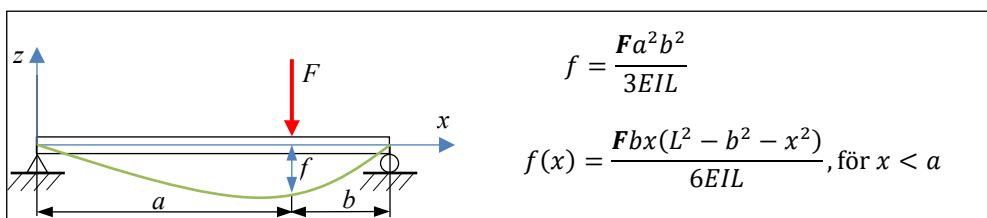
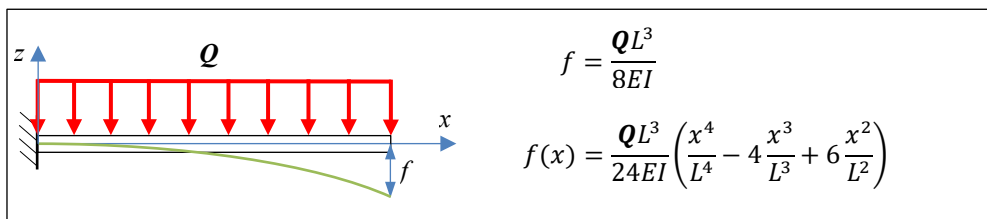
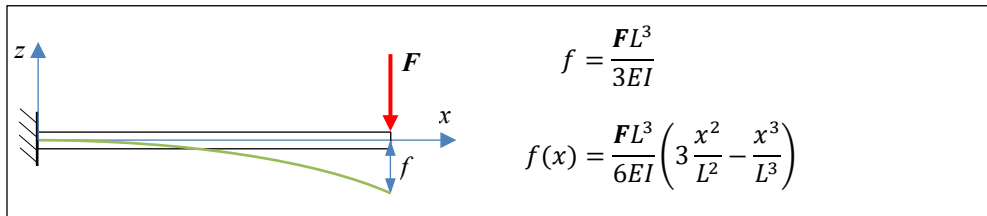


Där:

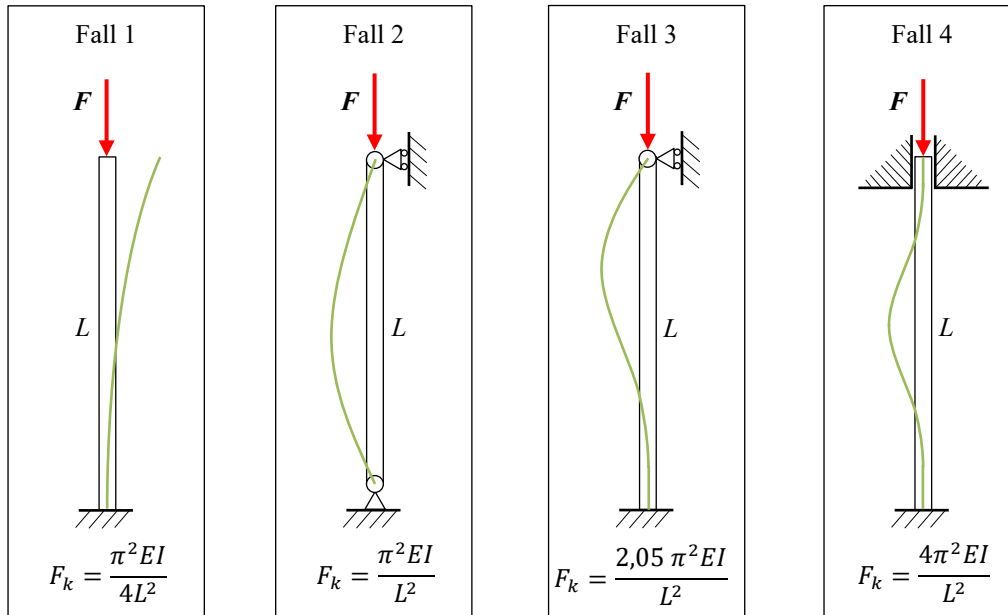
 T = Tvärkraft [N] N = Normalkraft [N] M_b = Böjmoment [Nm]

ELEMENTARFALL VID BÖJNING

Nedan visas några av de vanligaste elementarfallen. Den gröna linjen visar balkens utböjning, L är balkens längd. $f(x)$ anger balkens utböjning vid ett specifikt läge längs balken (vid vald x -koordinat).



EULERFALL VID KNÄCKNING



SLANKHETSTAL

$$\lambda = \frac{L}{\sqrt{\frac{I}{A}}}$$

Där:

- λ = Slankhetstal [enhetslös]
- L = Strävans längd [mm]
- I = Strävans yttröghetsmoment [mm⁴]
- A = Strävans tvärsnittsarea [mm²]

SÄKERHET MOT KNÄCKNING

$$\eta_k = \frac{F_k}{F_{till}} \quad \text{alternativt} \quad F_{till} = \frac{F_k}{\eta_k}$$

Där:

- F_k = Kritisk last enligt Eulerfall
- F_{till} = Tillåten last (alternativt beräknad last)
- η_k = Säkerhet mot knäckning

Om slankhetstalet är större än λ_0 sker knäckning enligt Eulers formler, annars gäller Tetmajers knäckningsformler (riktvärde för λ_0 är cirka 100 för vanligt konstruktionsstål).

STRÄCK- OCH BROTTGRÄNSER

Nedanstående tabellvärden är endast givna riktvärden och bör därför endast användas till övnings exempel. Vid praktisk dimensionering bör data hämtas ur senaste standard.

Material	E-modul [MPa]	Sträckgräns [MPa]	Brottgräns [MPa]	Densitet [kg/m ³]
Konstruktionsstål	200 000	240	360	7 800
Aluminium	70 000	65	170	2 700
Trä (Furu):				540
längs fiberriktning	8 400	40	80	
tvärs fiberriktning	750	2,3	3,5	