

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.24)$$

der symbolene er definert som følger:

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} \quad (6.26)$$

$$k_y = 0,5 \left(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \left(1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) \quad (6.28)$$

der

β_c er en faktor for konstruksjonsdeler innenfor retthetsgrensene som er definert i kapittel 10:

$$\beta_c = \begin{cases} 0,2 & \text{for konstruksjonstre} \\ 0,1 & \text{for limtre og parallellfiner} \end{cases} \quad (6.29)$$

k_m er som gitt i 6.1.6.

6.3.3 Bjelker utsatt for bøyning eller en kombinasjon av bøyning og trykk

(1) P Torsjonsstabilitet sideveis må vurderes både når et moment M_y (om den sterke y-aksen) opptrer alene, og når M_y opptrer i kombinasjon med trykkraften N_c .

(2) Det relative slankhetstallet for bøyning settes lik:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \quad (6.30)$$

der $\sigma_{m,crit}$ er den kritiske bøyespenningen beregnet etter den klassiske stabilitetsteorien med bruk av 5 % - fraktilen for stivhetsverdiene.

Den kritiske bøyespenningen uttrykkes som følger:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{\ell_{ef} W_y} \quad (6.31)$$

der

$E_{0,05}$ er 5 % - fraktilen for elastisitetsmodulen i fiberretningen;

$G_{0,05}$ er 5 % - fraktilen for skjærmodul i fiberretningen;

I_z er arealtregghetsmomentet om den svake z-aksen;

I_{tor} er torsjonsarealmomentet;

ℓ_{ef} er den effektive lengden av bjelken, avhengig av oppleggsbetingelsene og lastkonfigurasjonen, etter tabell 6.1;

W_y er motstandsmomentet om den sterke y -aksen.

For bartre med fast rektangulært tverrsnitt uttrykkes $\sigma_{m,crit}$ som følger:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h \ell_{ef}} E_{0,05} \quad (6.32)$$

der

b er tverrsnittsbredden på bjelken;

h er tverrsnittshøyden på bjelken.

(3) Der det bare opptrer et moment M_y om den sterke y -aksen, må spenningene oppfylle følgende betingelse:

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

der

$\sigma_{m,d}$ er den dimensjonerende bøyepening;

$f_{m,d}$ er den dimensjonerende bøyefastheten;

k_{crit} er en faktor som tar hensyn til den reduserte bøyefastheten som følge av sideveis utbøyning.

Tabell 6.1 – Forholdet mellom effektiv lengde og spennvidden

Bjelketype	Belastningstype	ℓ_{ef}/ℓ^a
Fritt opplagt	Konstant moment	1,0
	Jevnt fordelt last	0,9
	Konsentrert kraft i midtpunktet	0,8
Utkraging	Jevnt fordelt last	0,5
	Konsentrert kraft på den frie enden	0,8
^a Forholdet mellom den effektive lengden ℓ_{ef} og spennvidden ℓ gjelder for en bjelke med torsjonsinnspente opplegg som er belastet i tyngdepunktet. Hvis lasten påføres på toppkanten på bjelken, bør ℓ_{ef} økes med $2h$, og kan reduseres med $0,5h$ for en last ved underkanten på bjelken.		

(4) For bjelker med en initial krumning innenfor kravene til retthet som er definert i kapittel 10, kan k_{crit} beregnes fra følgende uttrykk:

$$k_{crit} = \begin{cases} 1,0 & \text{for } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} & \text{for } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1,0}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{for } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} \quad (6.34)$$

(5) Faktoren k_{crit} kan settes lik 1,0 for en bjelke der trykksiden er fastholdt mot sideveis bevegelse i hele dens lengde, og der torsjonsrotasjon ved oppleggene hindres.

(6) Der det opptrer en kombinasjon av moment M_y om den sterke y -aksen og trykkraft N_c , må bidragene fra spenningene medføre at følgende betingelse oppfylles:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (6.35)$$

der

- $\sigma_{m,d}$ er den dimensjonerende bøyespenningen;
- $\sigma_{c,0,d}$ er den dimensjonerende trykkspenningen i fiberretningen;
- $f_{c,0,d}$ er den dimensjonerende trykkfastheten i fiberretningen;
- $k_{c,z}$ er gitt i uttrykket (6.26).

6.4 Dimensjonering av krumme konstruksjonsdeler eller konstruksjonsdeler med varierende tverrsnitt

6.4.1 Generelt

- (1)P Det skal tas hensyn til virkningene av kombinert aksialkraft og bøyemoment.
- (2) De aktuelle delene av 6.2 og 6.3 må vurderes.
- (3) Spenningen i et tverrsnitt som følge av aksialkraften beregnes fra

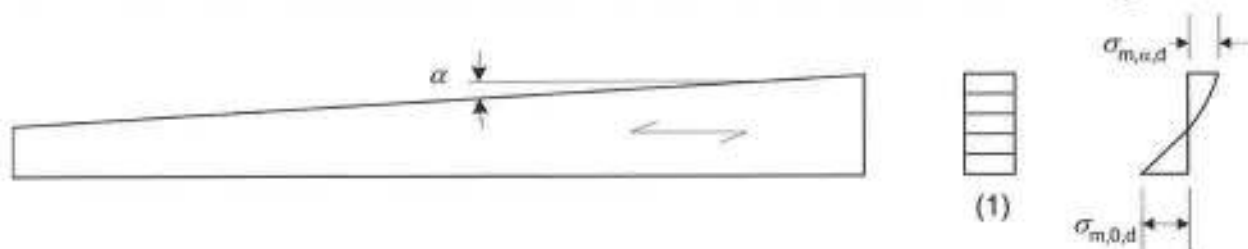
$$\sigma_N = \frac{N}{A} \quad (6.36)$$

der

- σ_N er aksialspenningen;
- N er aksialkraften;
- A er tverrsnittsarealet.

6.4.2 Pulttaksbjelker

- (1)P Helningens påvirkning på bøyespenningene i den skrå overflaten må inkluderes i vurderingene.



Tegnforklaring

(1) tverrsnitt

Figur 6.8 – Pulttaksbjelke

- (2) De dimensjonerende spenningene, $\sigma_{m,\alpha,d}$ og $\sigma_{m,0,d}$ (se figur 6.8) kan uttrykkes ved:

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \sigma_{m,0,d} = \frac{6 M_d}{b h^2} \quad (6.37)$$