Normkrav til afstivning af spær

$$q_{a,d} = K_{FI}\left(\frac{k_l\, n_{ef}}{k_{f,3}\, l} N_d + n_{ef} \tan\varphi\, q_{z,hoved,d} + |q_{w,d}|\right)$$

$$k_l = \min\begin{Bmatrix}\sqrt{15m/l} \\ 1\end{Bmatrix} \qquad n_{ef} = \min\begin{Bmatrix}3\sqrt{n} \\ n\end{Bmatrix}$$

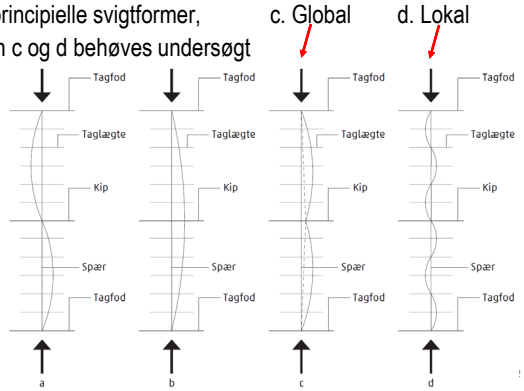
$$F_{akku} = F_d \min\begin{Bmatrix}\sqrt{n} \\ 3\end{Bmatrix}$$

Jørgen Munch-Andersen

Træinformation

Svigtformer, spærhoveder

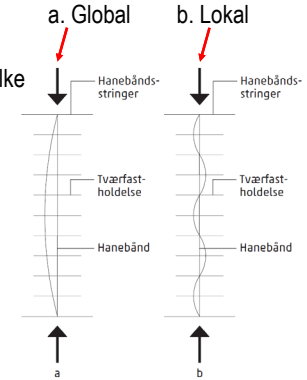
4 principielle svigtformer,
kun c og d behøves undersøgt



Træinformation

Svigtformer, hanebånd

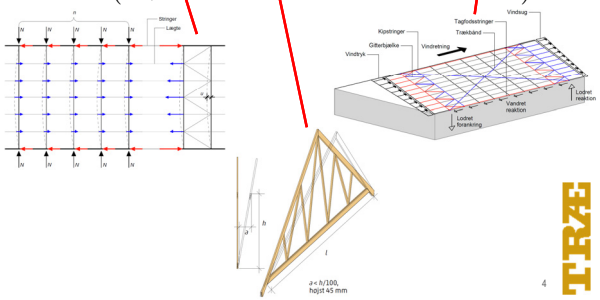
- Globalt svigt:
  afgørende for gitterbjælke
- Lokalt svigt:
  afgørende for lægte-fastgørelse til spær og gitterbjælke



Træinformation

Linjelast på gitterbjælke, *globalt svigt*

$$q_{a,d} = K_{FI}\left(\frac{k_l\, n_{ef}}{k_{f,3}\, l} N_d + n_{ef} \tan\varphi\, q_{z,hoved,d} + |q_{w,d}|\right)$$



Træinformation

Linjelast på gitterbjælke, globalt svigt

$$q_{a,d} = K_{FI}\left(\frac{k_l\, n_{ef}}{k_{f,3}\, l} N_d + n_{ef} \tan\varphi\, q_{z,hoved,d} + |q_{w,d}|\right)$$

- K_{FI} faktor, der afhænger af konsekvensklassen
- N_d regningsmæssig middeltrykkraft i hvert spærhoved
- $q_{z,hoved,d}$ regningsmæssig lodret linjelast på hvert spærhoved
- $\tan\varphi$ hældning af spær, 0 for normal tolerance og hanebånd
- $q_{w,d}$ regningsmæssig vandret vindlast
- l længde af spærhoved
- $k_{f,3}$ modifikationsfaktor i EC5, som i Danmark sættes til 50
- $k_l = \min\begin{Bmatrix}\sqrt{15m/l} \\ 1\end{Bmatrix}$ og $n_{ef} = \min\begin{Bmatrix}3\sqrt{n} \\ n\end{Bmatrix}$, n er antal pr. gitterbjælke

Træinformation

Stivhedskrav, globalt svigt

- Udbøjning for $q_{a,d}$: $u_d \leq l / 500$
- u_d skal beregnes for *regningsmæssig* last med *regningsmæssig* stivhed E_0 / γ_m
- Krav burde være reduceret ved lille udnyttelse af spær. Der kan ses bort fra det ved dominerende vindlast.

- Hvis u_d beregnes med middelstivhed skal $u_d \leq l / 675$
- Håndregel: Stivheden af en gitterbjælke er 33 – 50 % af en massiv bjælke med samme højde

Træinformation

Konsekvensklasse

Faktoren K_{FI} afhænger af konsekvensklassen som følger

Klasse	CC1 (lav)	CC2 (normal)	CC3 (høj)
K_{FI}	0,9	1,0	1,1

Vejledningen DS/INF 1990 giver anbefalinger for valg afhængigt af anvendelsen og spændvidden. Følgende uddrag er baseret på forslag til revision fra 2017 [5].

Anvendelse	CC1 (lav)	CC2 (normal)	CC3 (høj)
Oplag, ingen faste arbejdspladser	indtil 40 m	over 40 m	
Dyrehold, få arbejdspladser	indtil 20 m	indtil 40 m	over 40 m
Beboelse, kontor og butik med højst 50 personer	-	indtil 16 m	over 16 m
Butik med højst 150 personer	-	indtil 12 m	indtil 36 m

Trykkraft N_d

Kan skønnes som (vha. statisk bestemt gittersystem):

- $N_{d,hoved} = 0{,}7\, R_d / \sin v$ (5)
- $N_{d,hane} = 0{,}25\, R_d\, b / h_{hane}$ (6)

hvor

- R_d største reaktion ved understøtninger
- b spærbredde
- h_{hane} højde fra spærfod til hanebånd

(5) gælder trekantspær, men ok for hanebåndsspær
(6) gælder for belastet hanebånd som i valmspær, på den sikre side for alm. hanebåndsspær

Træinformation

Lastkombinationer, globalt svigt

A. Dominerende sne samt egenlast, K-last
B. Dominerende sne samt egenlast og sædv. vind, Ø-last, skal undersøges for vind på langs og på tværs
C. Dominerende egenlast, P-last, kun relevant for meget stor egenlast
D. Dominerende vindlast samt egenlast, Ø-last, kun styrke undersøges

Afgørende lastkombination:

- Stivhed af gitterbjælke: A eller B
- Styrke af gitterbjælke: Alle
- Styrke af trækbånd, stringer og skot: D

Træinformation

Tværfastholdelse, *lokalt svigt*

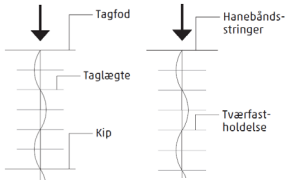
Spærhoveder, hanebånd og gitterstænger i svag retning

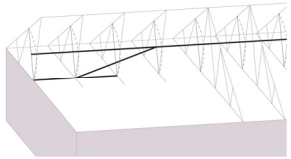
Krav til styrke og stivhed:

- Kraft pr. spær $F_d = K_{Fl}\, N_d \,/\, k_f$ hvor k_f i DK er 80 for konst. træ og 100 for limtræ og LVL
- Akkumuleret kraft i DK

$$F_{akku} = F_d \min\begin{cases}\sqrt{n}\\ 3\end{cases}$$

- Stivhedskrav $C = k_s\, N_d \,/\, a$ hvor k_s = 3 og a tilladt afstand (> faktisk)





Stivhed af forbindelser, $K_d \geq C$

Anvendelsesgrænse

$$K_{ser} = \rho_m^{1,5}\, d^{0,8}/30 \text{ [N/mm]} \qquad (10)$$

hvor

ρ_m middeldensitet i kg/m³

d sømdiameter i mm

Ved stål mod træ kan K_{ser} fordobles, se [1], afsnit 7.1 (3).

Brudgrænse

$$K_d = \frac{\frac{2}{3} K_{ser}}{\gamma_M (1 + \psi_2 k_{def})} \qquad (11)$$

hvor

ψ_2 lastkombinationsfaktor for kvasipermanent last (1,0 for egenlast, 0 for vind- og snelast)

k_{def} modifikationsfaktor, der afhænger af materialet og anvendelsesklassen
NB: For træ mod træ skal k_{def} fordobles, se [1], afsnit 2.3.2.2 (3)

γ_M partialkoefficient for forbindelser (1,35)

Træinformation

11

Eksempel vedr K_d og C

En taglægte af C18 fastgøres med et 3,1 mm søm til et spærhoved af C18 med trykkraften for egenlast N_g = 10 kN, hvor det ved dimensioneringen er forudsat, at fastholdelsesafstanden er a = 0,9 m. Idet det antages at K_{Fl} = 1,1, bliver kravet til stivheden

$$C = k_s\, N_d / a$$

$C = 3 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}2 \cdot 10 / 0{,}9 = 36$ kN/m = 36 N/mm

For stivheden pr. søm findes

$$K_{ser} = \rho_m^{1,5}\, d^{0,8}/30$$

$K_{ser} = 380^{1,5}\, 3{,}1^{0,8}/30 = 610$ N/mm

Den regningsmæssige værdi bliver, idet γ_M = 1,35, ψ_2 = 1 for kombinationer med kun egenlast og k_{def} = 0,8 for konstruktionstræ i anvendelsesklasse 2, og der er glidning i en sømforbindelse i hver ende, hvilket halverer stivheden

$$K_d = \frac{\frac{2}{3} K_{ser}}{\gamma_M (1 + \psi_2 k_{def})}$$

$$K_d = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 610}{1{,}35(1 + 1 \cdot 2 \cdot 0{,}8)} = 58 \text{ N/mm}$$

Det ses at $K_d \geq C$, så stivheden er tilstrækkelig.

Lastkombinationer, lokalt svigt

A. Dominerende sne samt egenlast, K-last

C. Dominerende egenlast, P-last,
kun relevant for meget stor egenlast

E. Dominerende vindlast (sug) samt egenlast, Ø-last

Afgørende lastkombination:

- Normalt: A
- Lille egenvægt / stort vindsug: E

Træinformation

13