

KURSUSNOTATER 6

# TRÆKONSTRUKTIONER

OVE LARSEN



BÆRENDE KONSTRUKTIONER

BYGGETEKNISK HØJSKOLE KØBENHAVN

NOV. 1990

Tabeller og kurver:

1. Karakteristiske styrke- og stivhedstal	5
2. Regningsmæssige styrketal	8
3. Regningsmæssige stivhedstal	8
* Søjlekurve	17
* søjlers bæreevne	17
4 Søm - træ - træ	27
5 Korrektionsfaktorer for tværlast	28
6 Søm - krydsfiner - træ	31
7 Søm - stål - træ	33
8 Korrektionsfaktorer for udtæk	37
9 Tværlastede bolte	40
10 Bulldog mellem-læg	47
11 Stjerne mellem-læg	47
12 Afstande for mellem-læg	48
13 Tværlastede skruer	52
14 Franske skruer	53
15 Skruer	53
16 Krydsfinertage	55
17 Krydsfinergulve	55
18 Skivelast på plader	55
19 Regn. styrker for krydsfiner	56
20 Korrektionsfaktorer til Tabel 19	56
21 Indlim. bolte, axialbæreevne	61
22 - " - - " - , tværbæreevne	62
23 - " - - " - , afstande	62
Bjælkekurve - styrke	67
- " - - nedbøjning	68

Eksempler:

1. Bjælke	13
2. Trækstang	15
3. Søjle	18
4. Tværlastet trækstang	20
5. Bjælkesøjle	23
6. Skråsøm til tværlast	29
7. Trælasker med søm	30
8. Krydsfinerlasker med søm	32
9. Sømplader	35
10. Søm til udtræk	38
11. Boltsamling 0°	42
12. Boltsamling 90°	42
13. Boltsamling 30°	43
14. Bolt + ställasker	43
15. Bolt + mellem-læg	50
16. Skruer til tværlast-udtræk	54
17. Krydsfiner "Vægskive"	59
18. - " - " Tagskive"	60
19. Indlimede bolte	63
20. Branddimensionering	66

Litteratur og udklip:

DS 413 4. udgave 1982

SBI-anvisning 135

Træ-forbindelser, DTH-ABK-serie F-No 93

TOP 25 og 27

BMF-katalog

Regi-bær.

Særtryk-byggeindustrien 1-1975

Sikkerhedsmetode.

DS 409 - 1. udgave - juni 1982.

Hvilket vil sige at der regnes efter partialkoefficientmetoden hvor det eftervises at:

Spændinger $\leq$ styrker	Eks.
	$\sigma_m \leq f_{md}$
	$F_d \leq F_{ud}$

eller at:

Lastvirkning $\leq$ Bæreevne	
------------------------------	--

Last på konstruktioner.

DS 410 - 4. udgave - juni 1982.

Norm for trækonstruktioner

DS 413 - 4. udgave - nov. 1982.

Laster.P-laster; permanente laster  $\rightarrow$  egenlaster.

De angivne styrke- og stivhedstal forudsætter, at variable laster ud fra deres varighed henføres til en af følgende to grupper:

K-laster, kortvarige laster

- vindlast
- stødkræfter, herunder stødtillæg
- tilfældig personlast (punktlast) på tage, og lignende laster
- variabel last på bygningsstilladser, betonforme og andre midlertidige konstruktioner
- kortvarige kræfter fra temperatur- og fugtpåvirkninger
- forøjningskræfter fra skibe
- kortvarig kajlast
- bremse- og accelerationskræfter
- bølge- og istryk.

M-last, mediumvarige laster

- snelast.

L-last, langvarige laster

- øvrige variable laster

# styrkeklasser.

K - styrkeklasse.

T - sorteringsklasse.

K18 - tallet angiver den karakteristiske korttidsbøjningsstyrke.

Nedenfor er for en række anerkendte visuelle sorteringsregler angivet, hvilken styrkeklasse det sorterede træ kan henføres til.

K30: T30 og rundtømmer af nåletræ efter de sorteringsregler, som er beskrevet i annek A.

T30 efter de finske sorteringsregler udarbejdet af VTT.

T-virke T30 efter de svenske sorteringsregler udarbejdet af T-virkeforeningen.

K24: T24 efter annek A.

T-virke T24/T20 efter ovennævnte svenske og finske regler.

Klasse E efter Norsk Standard NS 3080.

S10 efter de af ECE Timber Committee udarbejdede regler (UN/ECE Recommended standard for stress grading of coniferous sawn timber).

Select Structural af trægrupperne Hem-Fir og Douglas Fir efter Grading Rules for Canadian Lumber NLGA 1970.

K18: u/k efter annek A. **DK18.**

T18 efter ovennævnte svenske regler.

Klasse S efter ovennævnte norske regler.

S8 efter ovennævnte ECE-regler.

Hem-Fir og Douglas Fir No 1 og No 2 samt Select Structural Spruce-Pine-Fir efter ovennævnte canadiske regler.

## Karakteristiske styrke- og stivhedstal i MPa

Tabel 1.

	limtræ nåletræ	nåletræ			
		L 40	L 30 K 30 <sup>2</sup>	K 24	K 18
<i>styrketal</i>					
bøjning parallelt med fibre	$f_{mK}$	40	30	24	18
træk parallelt med fibre	$f_{tK}$	27	20	16	8,5
træk vinkelret på fibre	$f_{90K}$	0,5	0,5	0,5	0,5
tryk parallelt med fibre <sup>1</sup>	$f_{cK}$	38	29	23	17
tryk vinkelret på fibre	$f_{c90K}$	7	7	7	7
forskydning	$f_{vK}$	3	3	3	3
<i>stivhedstal til deformationsberegninger<sup>3</sup></i>					
elasticitetsmodul parallelt med fibre	$E_K$	14000	12000	10500	9000
elasticitetsmodul vinkelret på fibre	$E_{90K}$	500	400	350	300
forskydningsmodul	$G_K$	1000	800	700	600

1 Ved tryk endetræ mod endetræ skal  $f_c$  multipliceres med 0,6.

2 For rundtømmer af nåletræ gælder værdierne for K 30.

3 Såfremt der anvendes vådt træ, som tørrer i konstruktionen, mens det er belastet, kan der komme væsentlig større deformationer end svarende til de angivne stivhedstal.

## Fugtklasser.

De angivne styrke- og stivhedstal forudsætter, at konstruktionerne ud fra fugtpåvirkningerne fra omgivelserne henføres til en af nedenstående fugtklasser.

### Fugtklasse I

Fugtklasse I er karakteriseret ved et fugtindhold i træet svarende til en lufttemperatur på ca 20 °C og en relativ luftfugtighed, som kun i kortere perioder overstiger 65 procent. og aldrig 80 procent.

### Fugtklasse IU

Fugtklasse IU er karakteriseret ved et fugtindhold i træet svarende til en lufttemperatur på ca 20 °C og en relativ luftfugtighed, som kun i kortere perioder overstiger 80 procent.

Til fugtklasse IU regnes blandt andet:

- konstruktioner i ventilerede ikke-permanent opvarmede bygninger, for eksempel fritidshuse, uopvarmede garager og lagerbygninger samt kryberum
- ventilerede konstruktioner beskyttet mod nedbør.

### Fugtklasse U

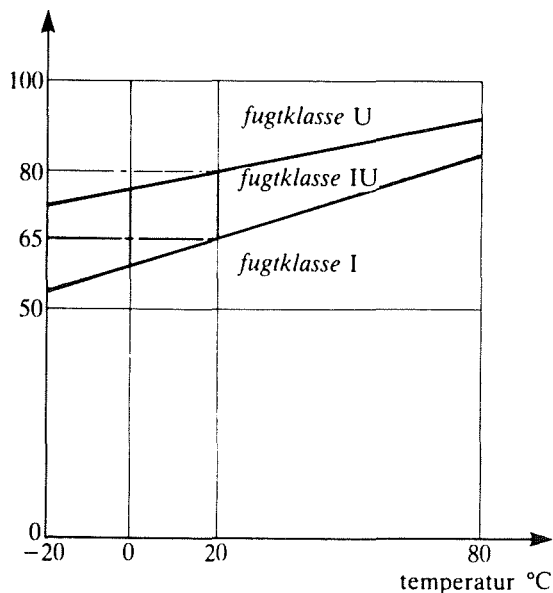
Fugtklasse U omfatter konstruktioner i omgivelser, der giver et større fugtindhold i træet end svarende til fugtklasse IU.

Til fugtklasse U regnes blandt andet:

- konstruktioner i fugtige rum
- konstruktioner udsat for nedbør eller vand i øvrigt, herunder betonforme og udendørs stilladser
- underlag for eksempel tagpaptage.

De ovenfor anførte betingelser svarer til, at fugtindholdet i almindeligt nåletræ kun i kortere perioder overstiger cirka 0,12 i fugtklasse I og cirka 0,16 i fugtklasse IU.

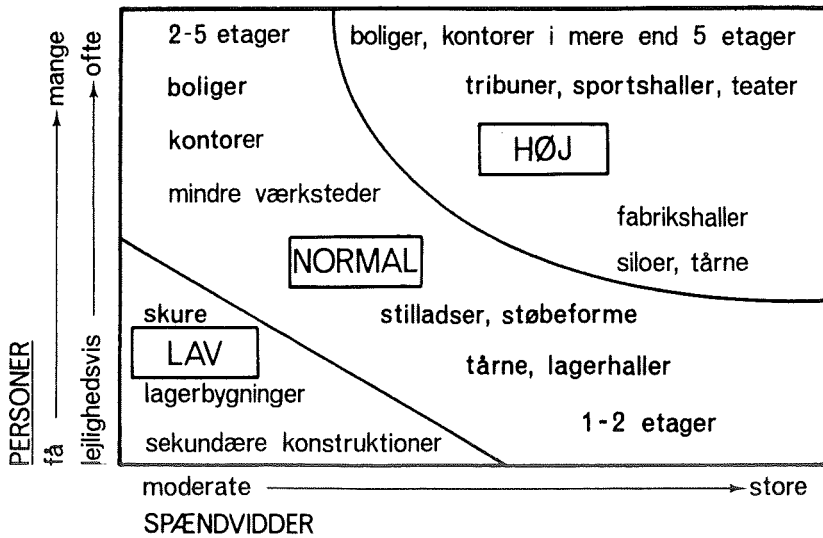
relativ luftfugtighed pct



Fugtklasser afhænger af relativ luftfugtighed og temperatur.

Figur V5.1. Fugtklasser for nåletræ

## Sikkerhedsklasser.



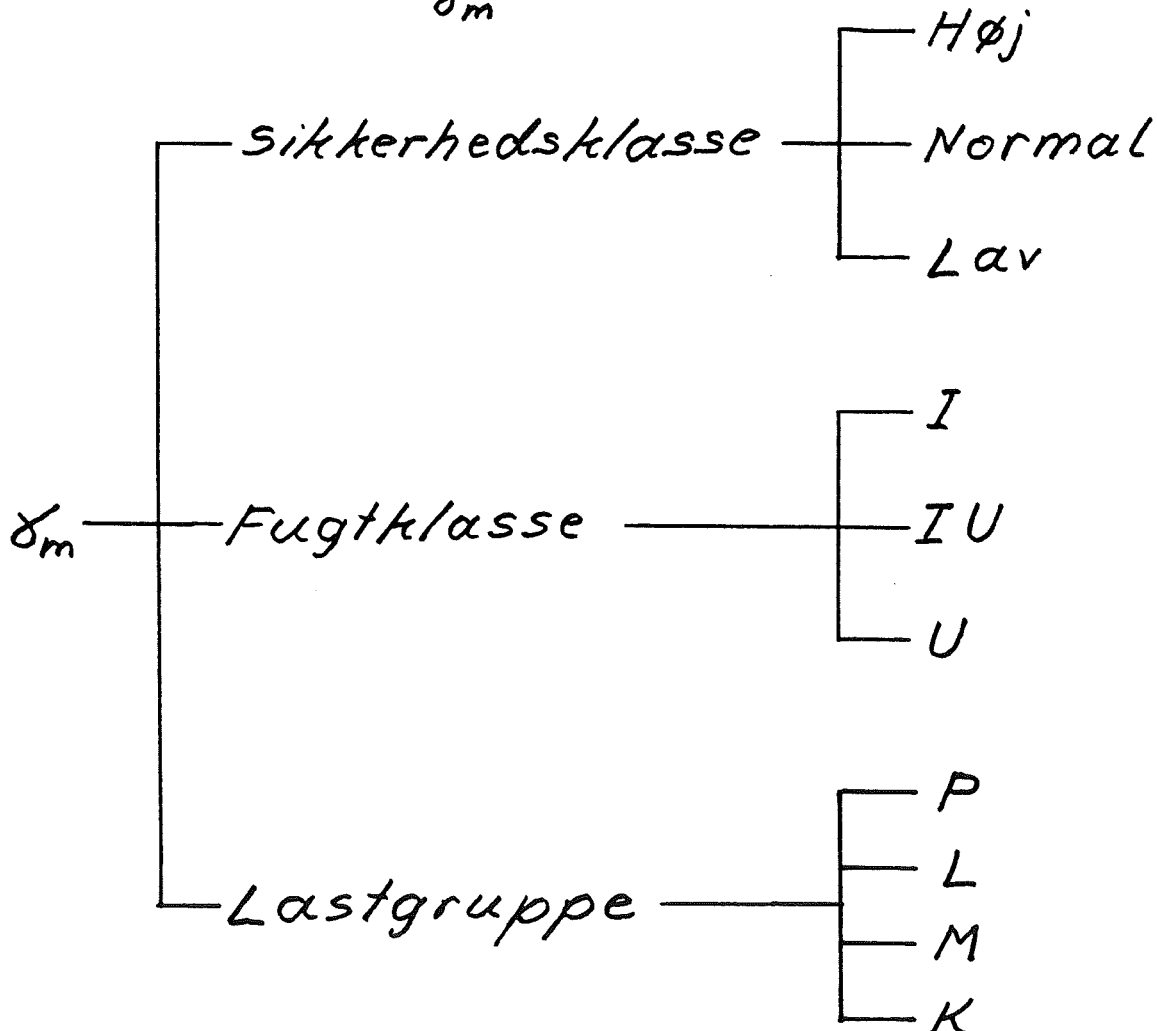
Fra  
Regi-bøger. 2.

SIKKERHEDSKLASSE for bolig og industri o.l.

## Regningsmæssige styrker.

Eks.

$$f_{md} = \frac{f_{mk}}{\delta_m}$$



# Regningsmæssige styrketal i $N/mm^2$ for normal sikkerhedsklasse.

Tabel 2.	limtræ						konstruktionstræ								
	L40			L30			K30			K24			K18		
	P + L	M	K	P + L	M	K	P + L	M	K	P + L	M	K	P + L	M	K
<b>fugtklasse I og IU</b>															
bøjning $f_m$	17.8	20.7	25.2	14.4	16.7	20.0	13.0	15.0	18.0	11.2	12.8	16.0	9.0	10.2	12.0
træk $f_t$	12.0	14.0	17.0	9.6	11.1	13.3	8.7	10.0	12.0	7.5	8.5	10.7	4.3	4.8	5.7
$f_{t,90}$	0.15	0.22	0.30	0.15	0.22	0.30	0.13	0.20	0.27	0.13	0.20	0.27	0.13	0.20	0.27
tryk $f_c$	16.9	19.7	23.9	14.0	16.1	19.3	12.6	14.5	17.4	10.7	12.3	15.3	8.5	9.6	11.3
$f_{c,90}$	3.1	3.6	4.4	3.1	3.6	4.4	2.8	3.3	4.0	2.8	3.3	4.0	2.8	3.3	4.0
forskydning $f_v$	1.33	1.56	1.89	1.33	1.56	1.89	1.20	1.40	1.70	1.20	1.40	1.70	1.20	1.40	1.70
<b>fugtklasse U</b>															
bøjning $f_m$	14.8	17.8	20.7	12.2	14.4	16.7	11.0	13.0	15.0	9.6	11.2	13.6	7.8	8.4	10.2
træk $f_t$	10.0	12.0	14.0	8.1	9.6	11.1	7.3	8.7	10.0	6.4	7.5	9.1	3.7	4.0	4.8
$f_{t,90}$	0.13	0.19	0.26	0.13	0.19	0.26	0.12	0.17	0.23	0.12	0.17	0.23	0.12	0.17	0.23
tryk $f_c$	14.1	16.9	19.7	11.8	14.0	16.1	10.6	12.6	14.5	9.2	10.7	13.0	7.4	7.9	9.6
$f_{c,90}$	2.6	3.1	3.6	2.6	3.1	3.6	2.3	2.8	3.3	2.3	2.8	3.3	2.3	2.8	3.3
forskydning $f_v$	1.11	1.33	1.56	1.11	1.33	1.56	1.00	1.20	1.40	1.00	1.20	1.40	1.00	1.20	1.40

1 Værdierne under P + L gælder for lasttilfælde hvori der alene indgår permanente laster og L-laster.  
Værdierne under M gælder for lasttilfælde hvori der indgår M-laster (uanset deres andel).  
Værdierne under K gælder for lasttilfælde hvori der indgår K-laster (uanset deres andel).  
2 I lav sikkerhedsklasse multipliceres med 1.1. I høj sikkerhedsklasse multipliceres med 0.9.

## Deformationer. Stivhedskrav.

Konstruktioner eller konstruktionsdeles stivhed skal vurderes i forhold til konstruktionens funktion og i sammenhæng med tilslutningen til eventuelle nabokonstruktioner eller andre bygningsdele.

Som retningslinie for fastsættelse af stivheden af bjælkelag i etage-adskillelser i boliger og lignende kan anføres, at nedbøjningen for en jævnt fordelt L-last på  $1,5 \text{ kN/m}^2$  ikke bør overstige  $1/500$  af spændvidden.

Ved andre konstruktioner kan større nedbøjninger normalt tillades. Spørgsmålet skal vurderes i sammenhæng med for eksempel tagdækningsmateriale.

## Regningsmæssige stivhedstal i $N/mm^2$ ved beregning af nedbøjning.

limtræ konstruktionstræ	L40				L30 K30				K24				K18			
	P	L	M	K	P	L	M	K	P	L	M	K	P	L	M	K
<b>fugtklasse I</b>																
E	8400	11200	12600	14000	7200	9600	10800	12000	6300	8400	9400	10500	5400	7200	8100	9000
$E_{90}$	300	400	450	500	240	320	360	400	210	280	310	350	180	240	270	300
G	600	800	900	1000	480	640	720	800	420	560	630	700	360	480	540	600
<b>fugtklasse IU</b>																
E	7000	8400	9800	11200	6000	7200	8400	9600	5300	6300	7300	8400	4500	5400	6300	7200
$E_{90}$	250	300	350	400	200	240	280	320	180	210	240	280	150	180	210	240
G	500	600	700	800	400	480	560	640	350	420	490	560	300	360	420	480
<b>fugtklasse U</b>																
E	4200	7000	8400	9800	3600	6000	7200	8400	3200	5300	6300	7400	2700	4500	5400	6300
$E_{90}$	150	250	300	350	120	200	240	280	110	180	210	250	90	150	180	210
G	300	500	600	700	240	400	480	560	210	350	420	490	180	300	360	420

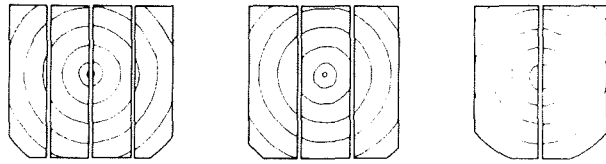
Tabel  
3.

1 Værdierne under P gælder for permanent last.  
Værdierne under L gælder for L-laster.  
Værdierne under M gælder for M-laster.  
Værdierne under K gælder for K-laster.  
Ved kombinationer beregnes deformationerne for hver last for sig med de respektive stivhedstal.

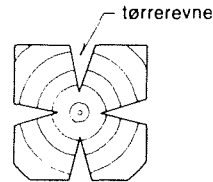


Konstruktionstræs handelsformer.

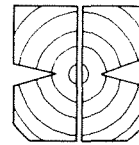
Plankskåret.



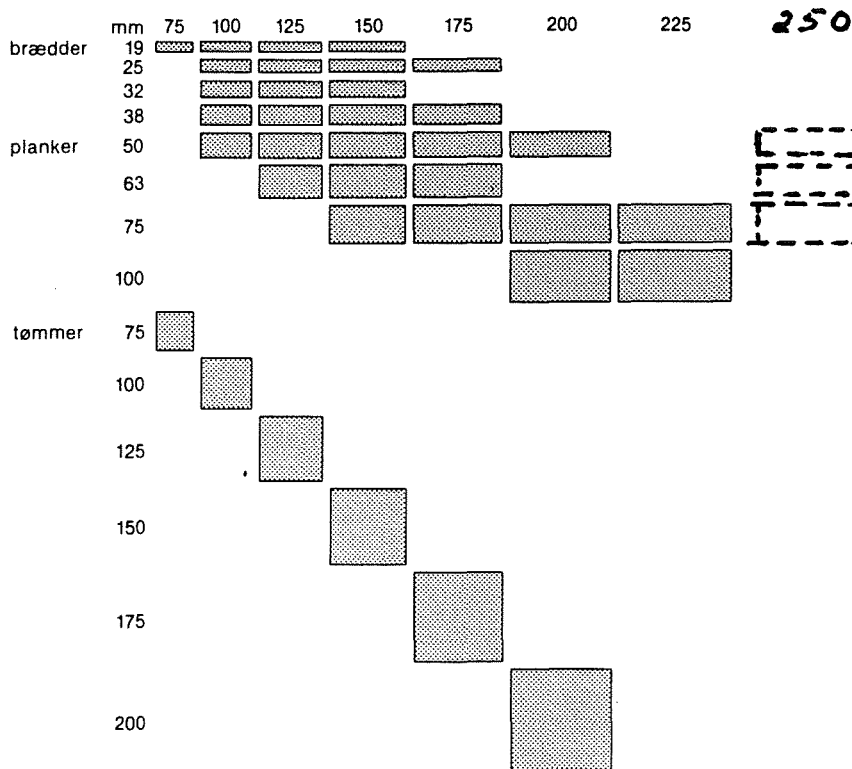
Heltømmer.



Halvtømmer.



Tvoersnitsdimensioner for savskåret træ.



Tvoersnits-  
konstanter  
i T.S.

Halvtømmer  
er ikke mere  
standard.

Figur 2.4. Standarddimensioner for savskåret træ ifølge DS 146. Brædder fås også i tykkelserne 16 og 22 mm.

Limtræ.

Standardbredder.

65 - 90 - 115 - 140 - 160 - 185 mm.

Standardhøjder, for lige bjælker.

$17 \times 33\frac{1}{3}$  mm

100 - 133 - 167 - 200 mm. o.s.v.

Lameltykkelser for krumme emner.

22 og 28 mm.

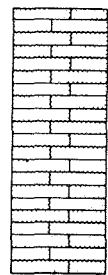
Træersnitkonstanter i T.S.

bredde b: op til 185 mm



b

over 185 mm



b

Kipning.

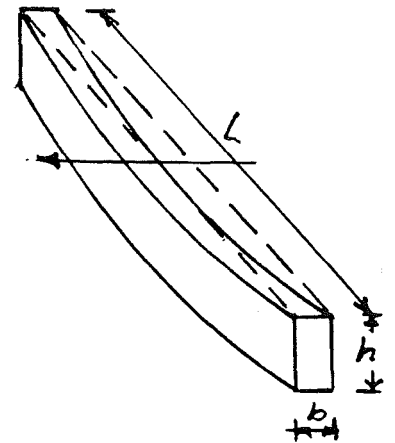
For slanke bjælker med lodret last og stor spændvidde, som ikke er fastholdt i tryksiden, er der risiko for sideudbøjning d.v.s. kipning.

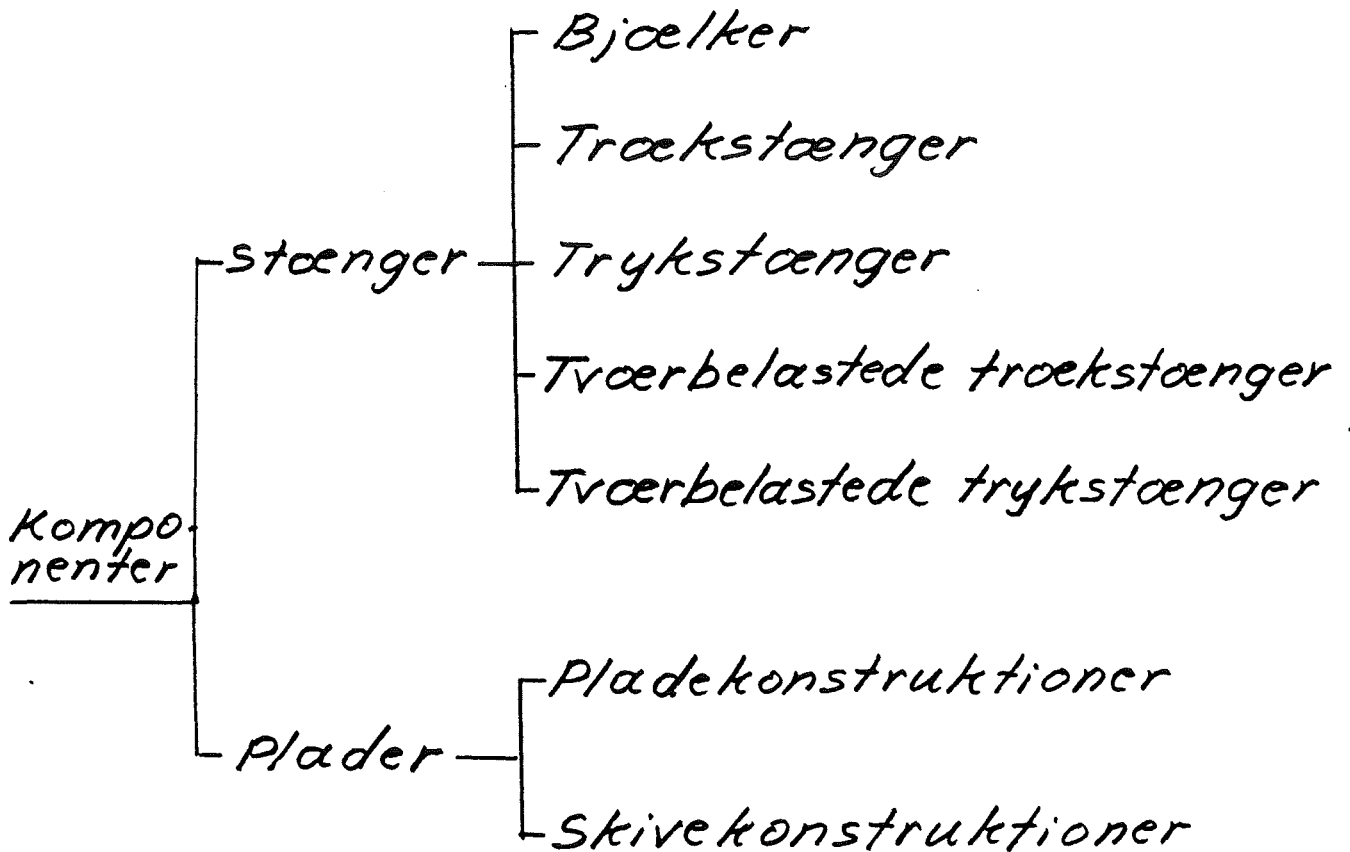
For at kipstabiliteten er tilfredsstillende skal følgende overholdes:

$$\frac{L \cdot h}{b^2} < \text{ca. } 140.$$

Hvilket for halvtømmer giver.

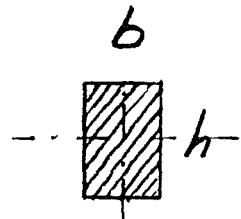
$$\frac{L \cdot h}{(h/2)^2} < 140 \Rightarrow \frac{L}{h} < \text{ca. } 35$$



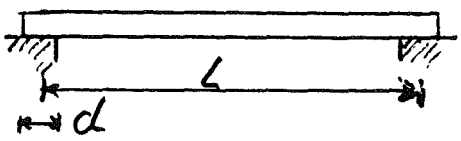
Simple komponenter.

Bjælker.

Dobb. sym. massivt tværsnit.



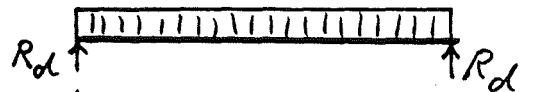
Konstruktionseksempel.



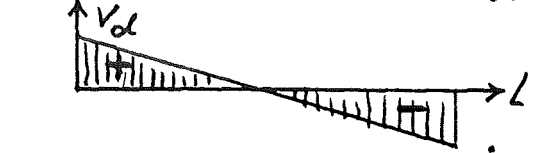
Statisk model. - Last.



Frit legeme - reaktioner

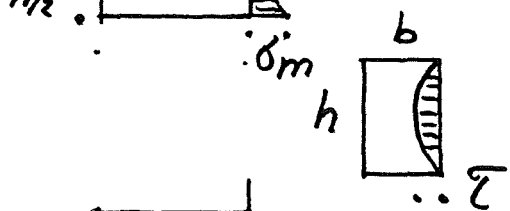
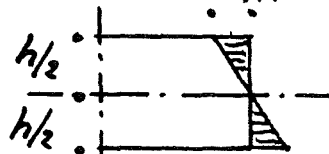
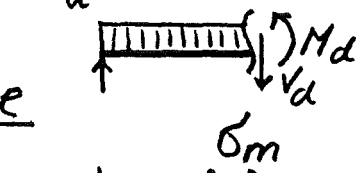
Dimensionering.

$$W \geq \frac{M_d}{f_{md}} \longrightarrow \text{dimension}$$

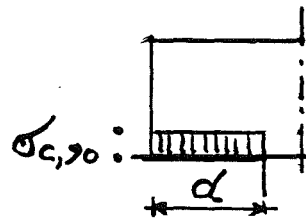
Spændingsbestemmelse

$$\sigma_m = \frac{M_d}{W} \leq f_{md}$$

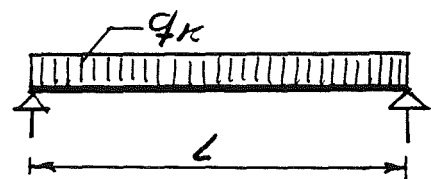
$$\tau = \frac{3 V_d}{2 \cdot b \cdot h} \leq f_{vd}$$

Vederlag.

$$\sigma_{c,90} = \frac{R_d}{b \cdot d} \leq f_{c,90d}$$

Deformation.

$$v = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot L^4}{EI} \leq \frac{1}{?} \cdot L$$

Bæreevnebestemmelse

$$M_{ud} = W \cdot f_{md} \geq M_d$$

Eksempel 1. Bjoelke.

Fugtkl. IU, L-30, SIK. Normal.

Regningsmæssig Last, fra tag, loft og evt. rem. M-last.

$$r_d = \underline{\underline{8,10 \text{ kN/m}}}$$

$$L = 2,41 + 2 \cdot \frac{0,24}{2} = \underline{\underline{2,65 \text{ m}}}$$

$$M_d = \frac{1}{8} \cdot 8,10 \cdot 2,65^2 = \underline{\underline{7,11 \text{ kNm}}}$$

$$W \geq \frac{7,11 \cdot 10^6}{16,7} = 426 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \underline{\underline{90 \times 200 \text{ mm}, L-30}}$$

$$W = \underline{\underline{600 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}}$$

$$I = \underline{\underline{60 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}}$$

$$\sigma_m = \frac{7,11 \cdot 10^6}{600 \cdot 10^3} = 11,85 \text{ N/mm}^2 \leq f_{md} = 16,7 \text{ N/mm}^2$$

$$R_d = \frac{1}{2} \cdot 8,10 \cdot 2,65 = \underline{\underline{10,73 \text{ kN}}}$$

$$V_d = R_d = \underline{\underline{10,73 \text{ kN}}}$$

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{10,73 \cdot 10^3}{90 \cdot 200} = 0,89 \text{ N/mm}^2 \leq f_{vd} = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

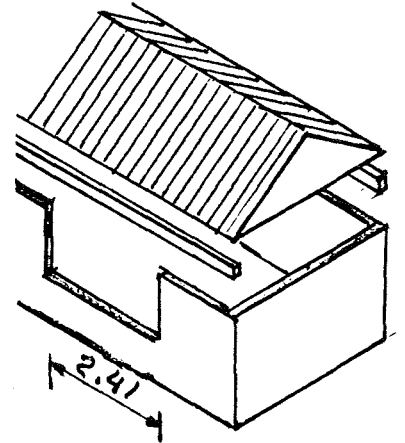
$$\sigma_{c,90} = \frac{10,73 \cdot 10^3}{90 \cdot 240} = 0,50 \text{ N/mm}^2 \leq f_{c,90,d} = 3,6 \text{ N/mm}^2$$

Nedbøjning regnes her for sne på tag og nyttebelast på loft.

$$q_k = \underline{\underline{4,60 \text{ kN/m}}}$$

$$v = \frac{5}{384} \cdot \frac{4,60 \cdot 2,65^4 \cdot 10^{12}}{8,4 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot 10^6} = \underline{\underline{5,86 \text{ mm}}} \sim \frac{1}{452} \cdot L$$

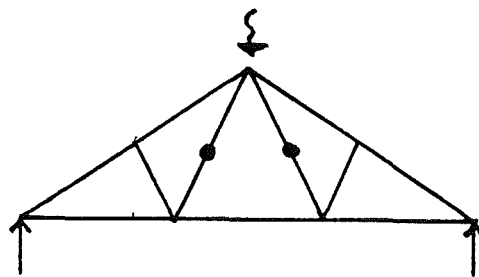
Kipning: Tryksiden er styret af loft.



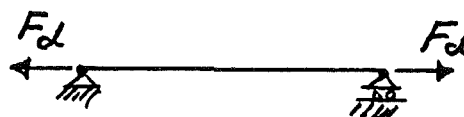
Troekstænger.

Central last.

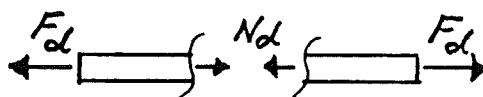
Konstruktionseksempel.



Statisk model.

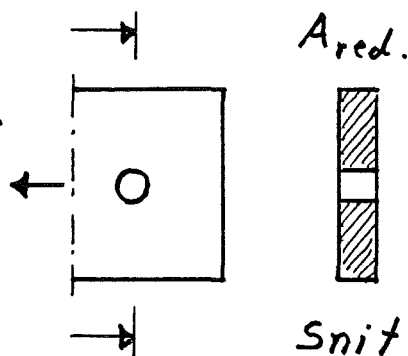


Stangkraft = normalkraft.

Dimensionering.

$$A \geq \frac{N_d}{f_{td}} \rightarrow \text{dimension}$$

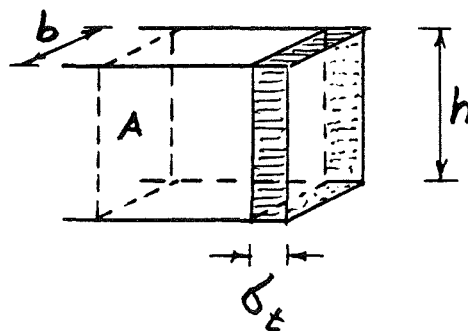
Hvis  $A$  er reduceret p.g.a. f. eks. bolthul skal der tages hensyn til dette.

Spændingsbestemmelse.

$$\sigma_t = \frac{N_d}{A_{(red.)}} \leq f_{td}$$

Bæreevnebestemmelse.

$$N_{ud} = A_{(red.)} \cdot f_{td} \geq N_d$$



Eksempel 2. Trækstang.

Fugtkl. IU, DK 18, SIK. Normal og M-last.

Regningsmæssig normalkraft.

$$N_d = \underline{20,00 \text{ kN}}$$

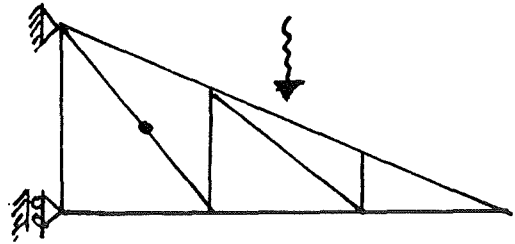
Dimensionering.

Fugtkl. VI

DK 18

SIK. Normal

M-last



$$f_{td} = \underline{4,8 \text{ N/mm}^2}$$

$$A \geq \frac{20,00 \cdot 10^3}{4,8} = \underline{4,17 \cdot 10^3 \text{ mm}^2}$$

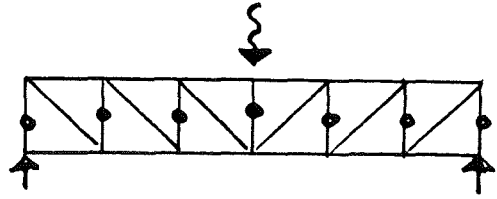
Valg 50 x 100 mm.Spændingsbestemmelse.

$$\sigma_t = \frac{20,00 \cdot 10^3}{50 \cdot 100} = \underline{4,00 \text{ N/mm}^2} \leq f_{td} = 4,8 \text{ N/mm}^2$$

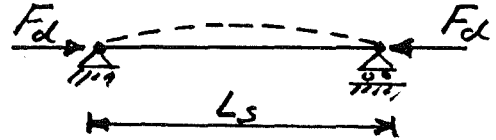
Trykstaenger.

central last.

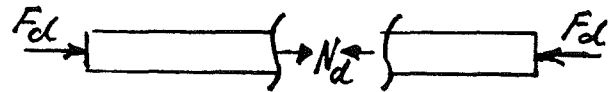
Konstruktionseksempel.



statisk model.



stangkraft  $F_d =$   
 Normalkraft  $N_d$



Dimensionering.

Boerevnekurve side 17.  
 eller

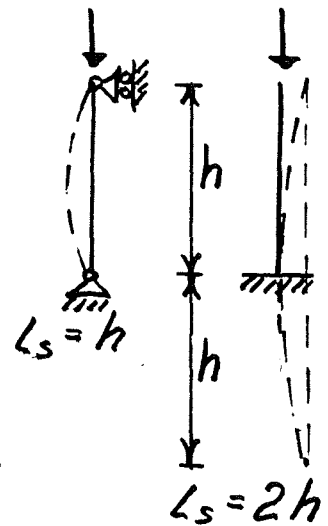
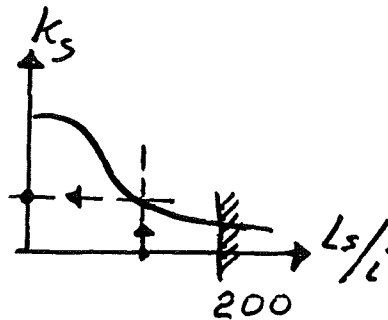
$$A \sim \frac{N_d}{0,4 \cdot f_{cd}} \rightarrow \text{dimension.}$$

0,4 er goet af  $k_s$

spændingsbestemmelse.

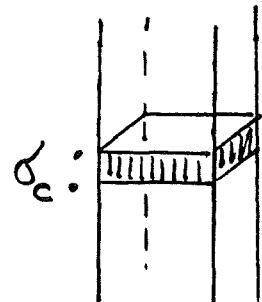
$$\sigma_c = \frac{N_d}{A} \leq f_{sd} = k_s \cdot f_{cd}$$

$$\frac{L_s}{i} \rightarrow k_s$$



$i_{min}$  → udbøjn. i svage retning.

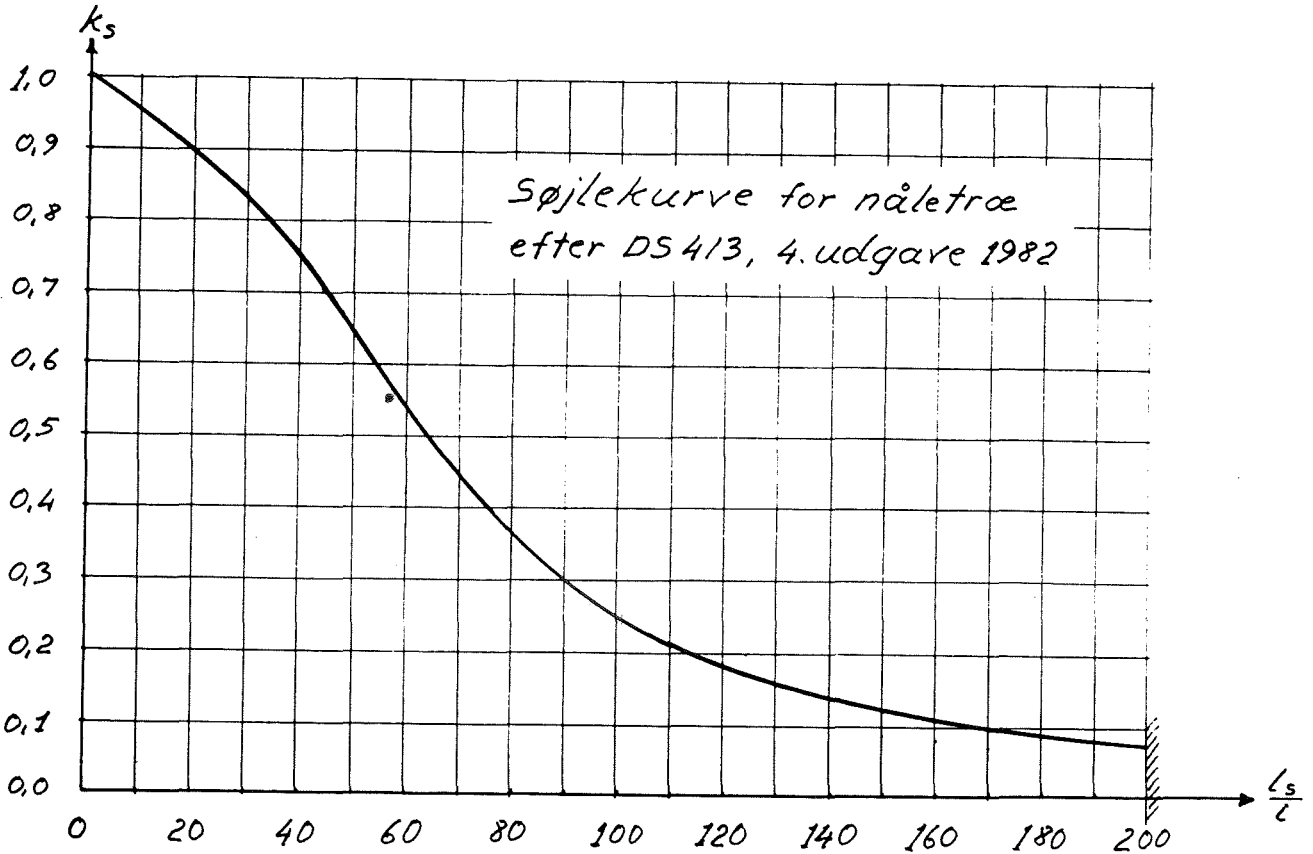
$i_{max}$  → udbøjn. i stærke retning.



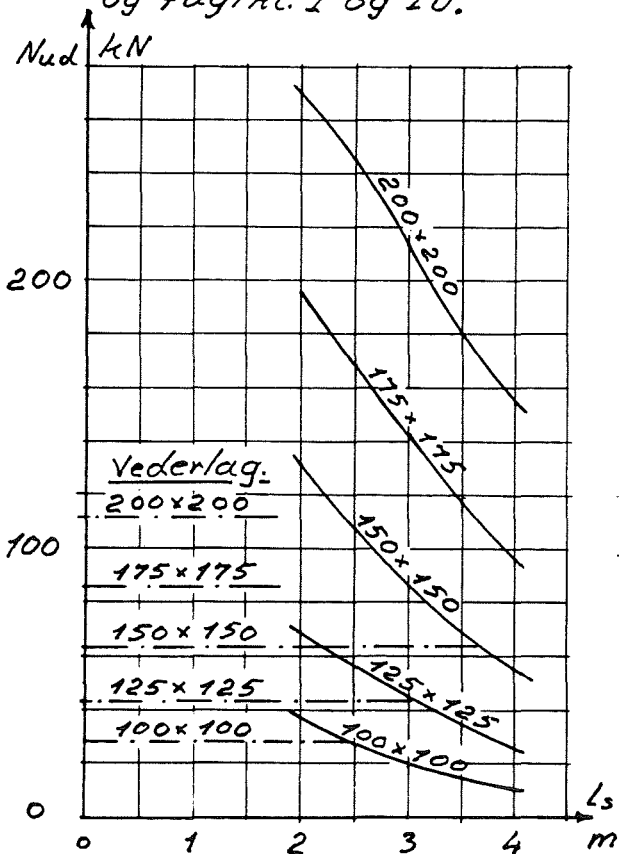
Boerevnebestemmelse.

$$N_{ud} = A \cdot k_s \cdot f_{cd} \geq N_d$$





Regn. bæreevne for søjler  
i K18, P+L Last, Sit. N.  
og fugtkl. I og IU.



Korrektionsfaktorer for  
søjlers bæreevne.

Sik. Kl.	Last.	Fugtkl.	
		I, IU	U
Høj.	K	1,2	1,02
	M	1,02	0,92
	P+L	0,9	0,78
Normal.	K	1,33	1,13
	M	1,13	0,93
	P+L	1	0,87
Lav.	K	1,46	1,24
	M	1,24	1,02
	P+L	1,1	0,96

K24	K30	L30	L40
*1,26	*1,48	*1,65	*1,99

\* ikke vederlag.

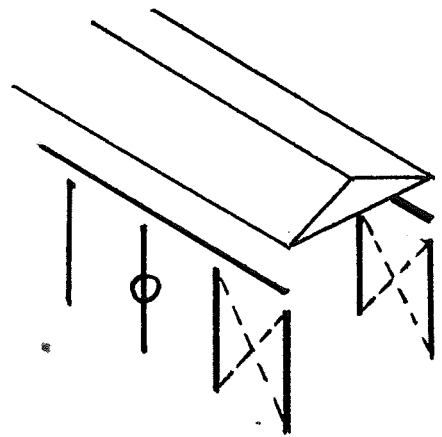
Se også bæreevne-  
tabeller i T.S.

Eksempel 3, søjle.

Fugtkl. U, L-30, SIK. N.

Regningsmæssig last fra tag, Loft og rem.

$$F_d = \underline{55,20 \text{ kN}}$$



Snitkraft.

$$N_d = 55,20 + 0,2 \cdot 4,0 = \underline{56,00 \text{ kN.}}$$

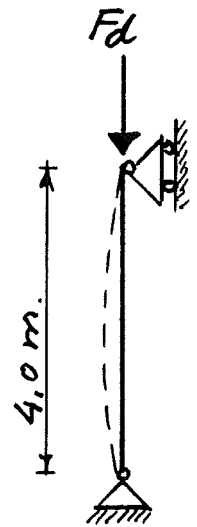
Gæt af dimension v.h.a. bæreevnekurve side 17.

Korrigeret normalkraft

$$N_d \sim 56,00 \cdot \frac{1}{0,93} \cdot \frac{1}{1,65} = \underline{36,49 \text{ kN.}}$$

$$\underline{\text{Valg } 140 \times 133 \text{ mm}} \left\{ \begin{array}{l} A = 18,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 \\ i = 0,29 \cdot 133 = 38,6 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$\frac{L_s}{i} = \frac{4000}{38,6} = \underline{103} \rightarrow k_s = \underline{0,24}$$

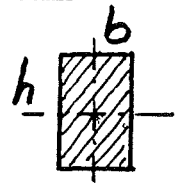


$$\left. \begin{array}{l} \text{Fugtkl. U} \\ \text{SIK. N} \\ \text{M-last} \\ \text{L-30} \end{array} \right\} \underline{f_{cd} = 14,0 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_c = \frac{56,00 \cdot 10^3}{18,7 \cdot 10^3} = \underline{3,00 \text{ N/mm}^2} \leq f_{sd} = 0,24 \cdot 14,0 = \underline{3,36 \text{ N/mm}^2}$$

Tværbelastede trækstænger.Ekscentrisk træk.

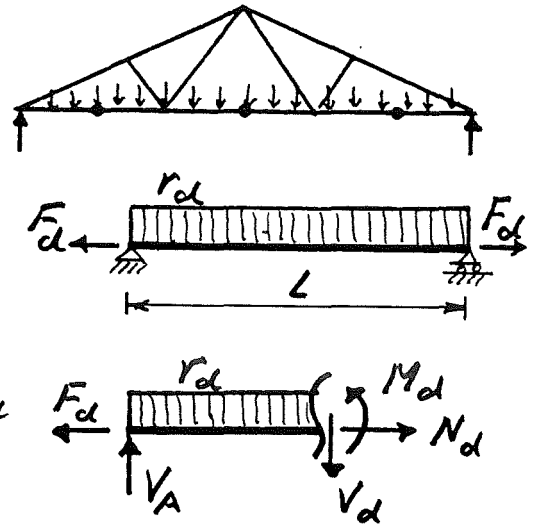
Dobb. sym. massivt tværsnit.



Konstruktion.

Statistisk model.

Snitkræfter {  
 moment  
 trækraft  
 normalkraft

Dimensionering.

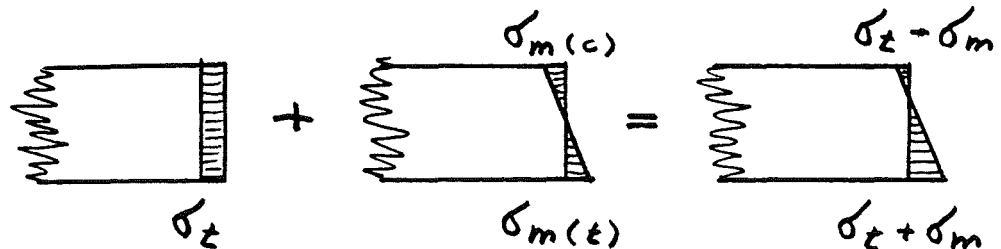
Bj-funk.  $W > \frac{M_d}{f_{md}}$   
 Tr.-funk.  $A > \frac{N_d}{f_{td}}$  } Grundlag for dim. gæt.

spændingsbestemmelse.

$$\frac{\sigma_z}{f_{td}} + \frac{\sigma_m}{f_{md}} = \frac{N_d}{A \cdot f_{td}} + \frac{M_d}{W \cdot f_{md}} \leq 1$$

$$\sigma_z \leq f_{td} \Rightarrow \frac{\sigma_z}{f_{td}} \leq 1$$

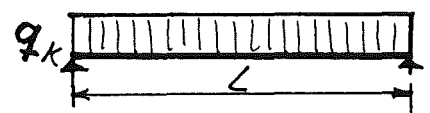
$$\sigma_m \leq f_{md} \Rightarrow \frac{\sigma_m}{f_{md}} \leq 1$$



$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{b \cdot h} \leq f_{vd}$$

Nedbøjning for trærlast.

$$U = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot L^4}{E \cdot I} \leq \frac{1}{?} \cdot L$$



Eksempel 4.Trærbelastet trækstang.

Fugtklasse I, K24, SIK. N.

Regn. etagelast fra egenvægt og nytte last.

$$r_d = \underline{2,46 \text{ kN/m}}$$

Heraf karr. nytte last

$$q = \underline{1,20 \text{ kN/m}}$$

Regn. træk fra egenvægt og sne fra tag.

$$F_d = \underline{3,50 \text{ kN}}$$

Snitkræfter.

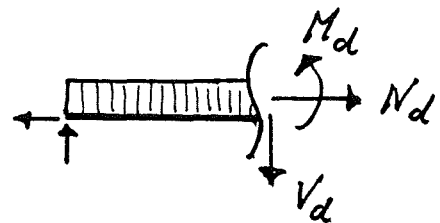
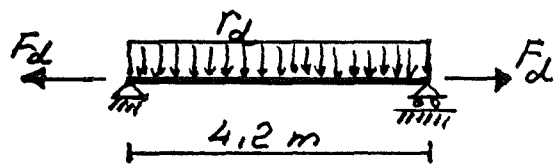
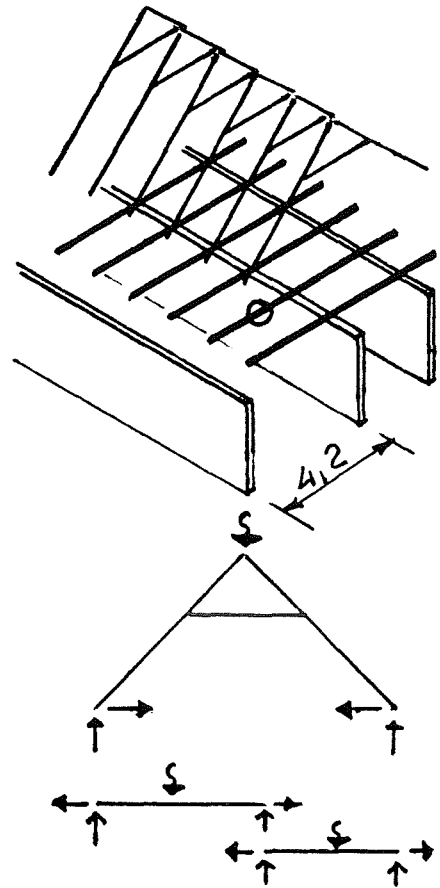
$$N_d = F_d = \underline{3,50 \text{ kN}}$$

$$M_d = \frac{1}{8} \cdot 2,46 \cdot 4,2^2 = \underline{5,42 \text{ kNm}}$$

$$V_d = \frac{1}{2} \cdot 2,46 \cdot 4,2 = \underline{5,17 \text{ kN}}$$

Da etagelasten giver det væsentligste bidrag til dimensionen regnes styrketal for P+L last.

P+L last	}	}	$f_{md} = 11,2$	}	$\text{N/mm}^2$
K 24.			$f_{td} = 7,5$		
SIK. N.			$f_{vd} = 1,2$		
Fugtkl. I			$f_{c,90d} = 2,8$		
L-last.			$E = 8400$		



21.

$$W > \frac{5,42 \cdot 10^6}{11,2} = 484 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A > \frac{3,50 \cdot 10^3}{7,5} = 0,47 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

100 × 200 mm  
En gennemregning viser at nedbøjning kræver større dim.

$$U = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{EI} \leq \frac{L}{500} \Rightarrow$$

$$I \geq \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot L/500} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,2 \cdot 4,2^4 \cdot 10^{12}}{8,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{4200}{500}} = 68,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\underline{75 \times 225 \text{ mm}}: W_{\max} = 633 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{\max} = 71,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 16,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

### Spændingsbestemmelse.

$$\frac{3,5 \cdot 10^3}{16,9 \cdot 10^3 \cdot 75} + \frac{5,42 \cdot 10^6}{633 \cdot 10^3 \cdot 11,2} = 0,029 + 0,765 = \underline{0,79 < 1}$$

$$\sigma = \frac{3}{2} \cdot \frac{5,17 \cdot 10^3}{75 \cdot 225} = \underline{0,46 \text{ N/mm}^2} < f_{vd} = \underline{1,2 \text{ N/mm}^2}$$

### Vederlag.

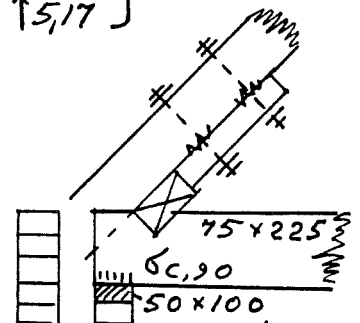
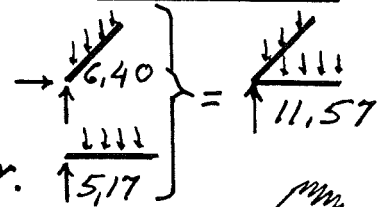
Lodret reaktion fra spær.

$$R_d = \underline{6,40 \text{ kN}}$$

For spær + bjælke.

$$R_d = 5,17 + 6,40 = \underline{11,57 \text{ kN}}$$

$$\sigma_{c,90} = \frac{11,57 \cdot 10^3}{75 \cdot 100} = \underline{1,54 \text{ N/mm}^2} < f_{c,90d} = \underline{2,8 \text{ N/mm}^2}$$



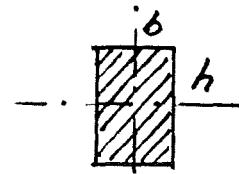
### Nedbøjning for tværlast.

$$U = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,2 \cdot 4,2^4 \cdot 10^{12}}{8,4 \cdot 10^3 \cdot 71,2 \cdot 10^6} = \underline{8,13 \text{ mm}} < \frac{4200}{500} = \underline{8,4 \text{ mm}}$$

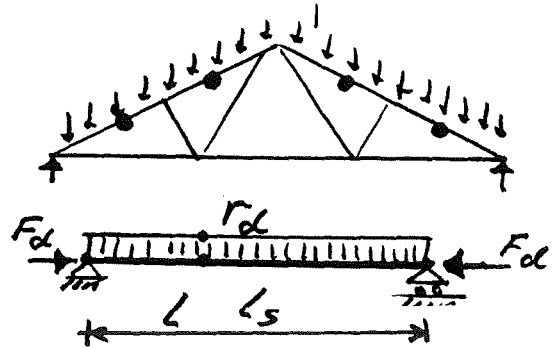
# Tværbelastede trykstænger.

## Ekscentrisk tryk

Dobb. sym. massivt tværsnit.

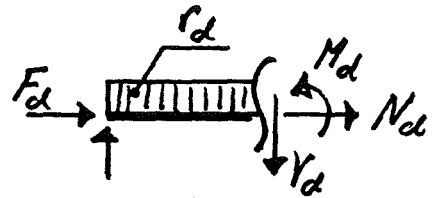


Konstruktion.



Statisk model.

Snitkræfter { moment  
tværkraft  
normalkraft



## Dimensionering.

Bj.-funkt.  $W > \frac{M_d}{f_{md}}$   
 sø.-funkt.  $A > \frac{N_d}{0.4 \cdot f_{cd}}$  } grundlag for dim. gæt

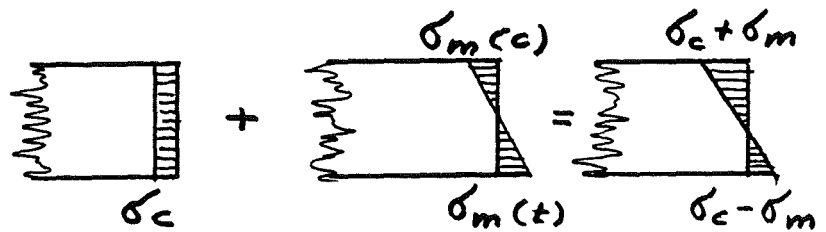
$$\sigma_c \leq k_s \cdot f_{cd} \Rightarrow \frac{\sigma_c}{k_s \cdot f_{cd}} \leq 1$$

$$\sigma_m \leq f_{md} \Rightarrow \frac{\sigma_m}{f_{md}} \leq 1$$

## Spændingsbestemmelse

$$\frac{\sigma_c}{k_s \cdot f_{cd}} + \frac{\sigma_m}{f_{md}} = \frac{N_d}{A \cdot k_s \cdot f_{cd}} + \frac{M_d}{W \cdot f_{md}} \leq 1$$

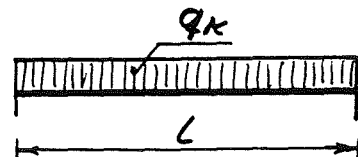
$$\tau = \frac{3}{2} \frac{V_d}{b \cdot h} \leq f_{vd}$$



## Deformation.

Nedbøjning for tværlast.

$$U = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot L^4}{EI} \leq \frac{1}{?} \cdot L$$



Eksempel 5. Bjælkesøjle.

Fugtkl. U, L30, SIK. N.

Lodret last fra tag og loft: (k)

Snelast 16,00 kN.

Nyttelast 15,00 kN.

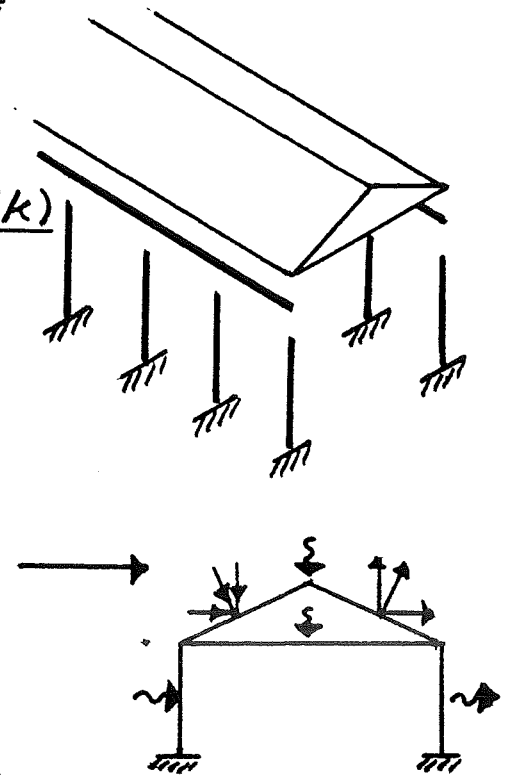
Vindsug 7,00 kN.

Egenlast 25,00 kN.

Vandret: (k)

Vindlast på søjletop 5,00 kN.

Vindlast fra facade 3,25 kN/m.

L.K. 2.1.2.Lodret:

$$F_d = 1,0 \cdot 25 + 1,3 \cdot 15 + 0,5 [16 + (-7)] = \underline{49,00 \text{ kN}}$$

$$F_d = 1,0 \cdot 25 + 0,5 \cdot 15 + 1,3 \cdot 16 + 0,5 (-7) = \underline{49,80 \text{ kN}}$$

$$F_d = 1,0 \cdot 25 + 0,5 (15 + 16) + 1,3 (-7) = \underline{31,40 \text{ kN}}$$

Vandret:

$$H_d = 1,3 \cdot 5 = \underline{6,50 \text{ kN}}$$

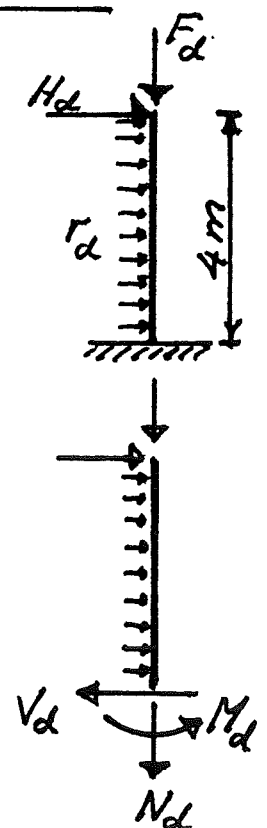
$$r_d = 1,3 \cdot 3,25 = \underline{4,23 \text{ kN/m}}$$

Snitkræfter:

$$N_d = 49,8 + 0,3 \cdot 4 = \underline{51,00 \text{ kN}}$$

$$V_d = 6,50 + 4,23 \cdot 4 = \underline{23,42 \text{ kN}}$$

$$M_d = 6,50 \cdot 4 + 4,23 \cdot 4 \cdot 4/2 = \underline{59,8 \text{ kNm}}$$



Styrke-og stivhedstal.

Fugtkl. U.	} $N/mm^2$	$f_{md} = 16,7$
L 30.		$f_{cd} = 16,1$
K-last		$f_{vd} = 1,56$
Sik. N.		$E = 8400$

Dimensionering.

$W \geq \frac{59,8 \cdot 10^6}{16,7} = 3580 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$	} Valg	$W = 4270 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$A \approx \frac{51,0 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 16,1} = 5,92 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$		$160 \times 400 \text{ mm.}$
		$I = 855 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
		$g = 0,3 \text{ kN/m}$

Spændingsbestemmelse.

$$\frac{L_s}{l_{\max}} = \frac{2 \cdot 4000}{0,29 \cdot 400} = 69 < 200$$

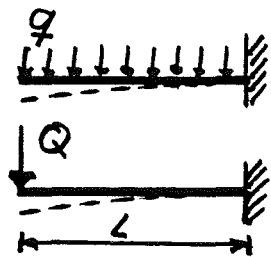
$\downarrow k_s = 0,45$

$$\frac{51,0 \cdot 10^3}{64 \cdot 10^3 \cdot 0,45 \cdot 16,1} + \frac{59,8 \cdot 10^6}{4270 \cdot 10^3 \cdot 16,7} = 0,110 + 0,837 = \underline{0,947} < 1$$

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{23,4 \cdot 10^3}{160 \cdot 400} = \underline{0,55 \text{ N/mm}^2} < f_{vd} = 1,56$$

Udbøjning i top.

$$U = \frac{1}{8} \cdot \frac{q \cdot L^4}{EI} + \frac{1}{3} \cdot \frac{Q \cdot L^3}{EI} = \frac{1}{8} \cdot L$$

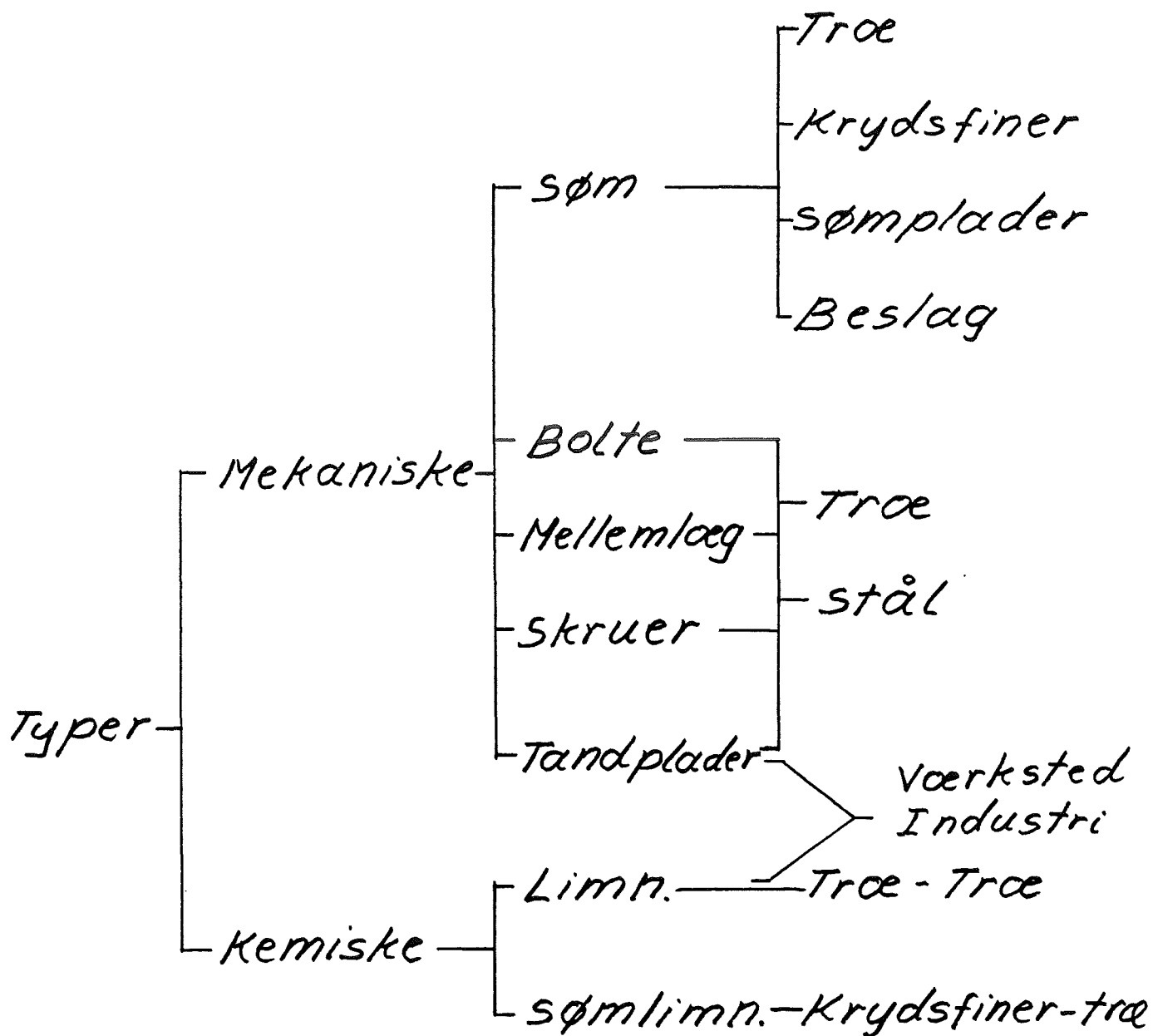


$$U = \frac{1/8 \cdot 3,24 \cdot 4^4 \cdot 10^{12} + 1/3 \cdot 50 \cdot 10^3 \cdot 4^3 \cdot 10^9}{855 \cdot 10^6 \cdot 8400} = \underline{29,3 \text{ mm}} \approx \frac{1}{136} \cdot 4000$$

NB. Hvis udbøjningen ønskes  $1/200$  spv. ?  
skal søjlen være  $160 \times 467 \text{ mm}$ , og der  
skal foretages ny spændingsbestemmelse  
med det nye tværsnit.

Bemærk.  $h \approx 1/8 \cdot 4000 = 500 \text{ mm}$ ,  $\sim 467 \text{ mm}$ .



Soedvanlige samlinger.

Sømsamlinger.

Styrkeforhold { Forankringslængder, søm  
Trædele, min. dim.  
Sømafstande  
Lasker, træ-krydsfiner-stål.

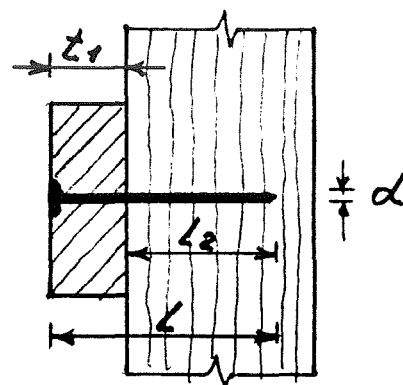
GLATTE KVADRATISKE SØM.Trærlast.

$L$ . sømlængde.

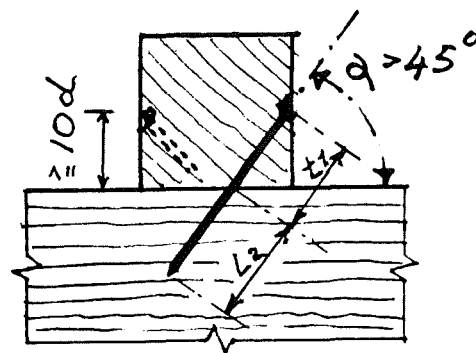
$d$ . sømtykkelse i mm.

$L_2$ . forankringslængde.

$t_1$ . Lasketykkelse.



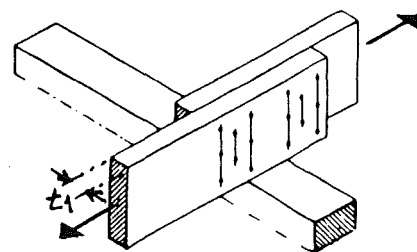
For at udnytte søms fulde bæreevne kræves:



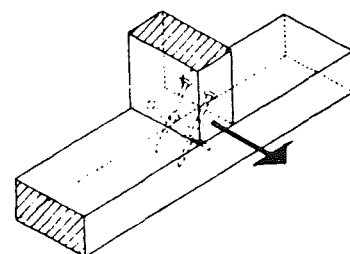
$$t_1 \cong 7d.$$

(5d) reduceret bæreevne  
(8d) evne

$$L_2 \cong \begin{cases} 12d. \\ 0,5L. \end{cases}$$



Af hensyn til vridning, fugtvariationer og transportbelastning bør:



$$L_2 \sim \frac{2}{3}L. \Rightarrow L \sim 3t_1$$


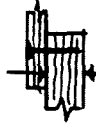

I samlinger med søm fra 2 sider er krævet til tykkelsen  $t_2$  på mellemstykket:

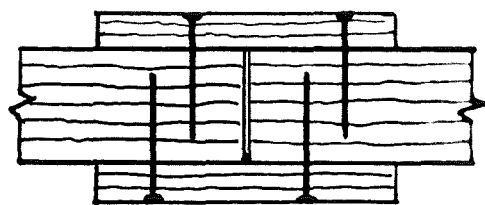
$$t_2 \geq L_2 + 3d.$$

Max. regn. tværbæreevne i N. for P+L Last i SIK.N. og fugtkl. I og IV.

Andre tilfælde korrigeres efter tabel 5, side 28.

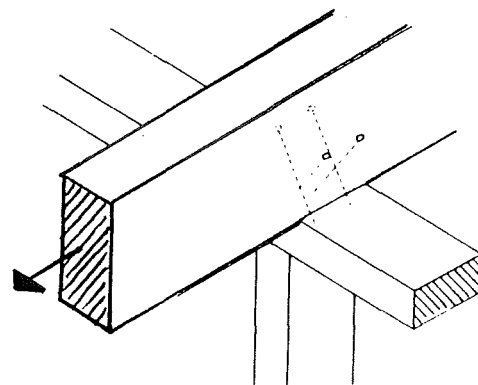
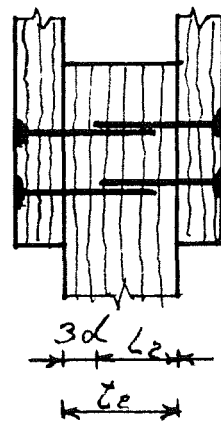
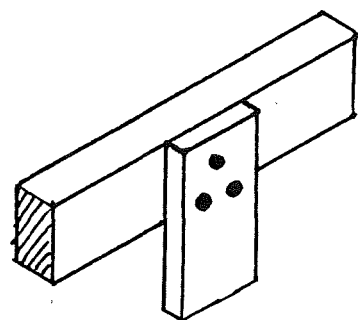
Tabel 4.

Træ - træ				
søm. d/L	Fud N.			
28/65	460	19	50	63
31/80	540	25	63	75
34/90	640	25	75	75
38/100	770	32	75	100
46/130	1060	38	100	125
60/180	1670	50	150	150



Søm. 31/80  
Lasker. 25 mm.  
Mellemstk. 75 mm.

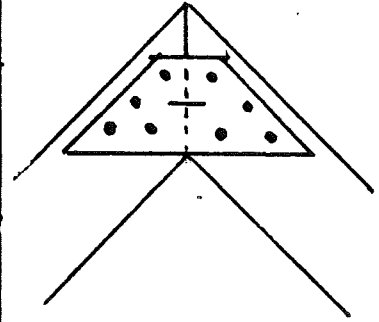
Mindst 3 søm i hver samling.



Korrektionsfaktorer for trælastede søm, skruer, bolte og mellemlæg i træ, krydsfiner og stålplaster.

Tabel 5.

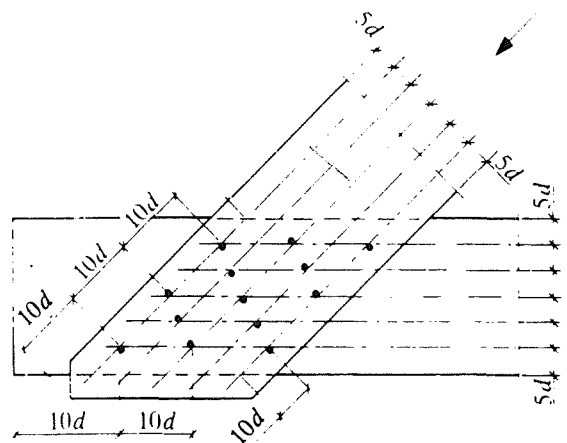
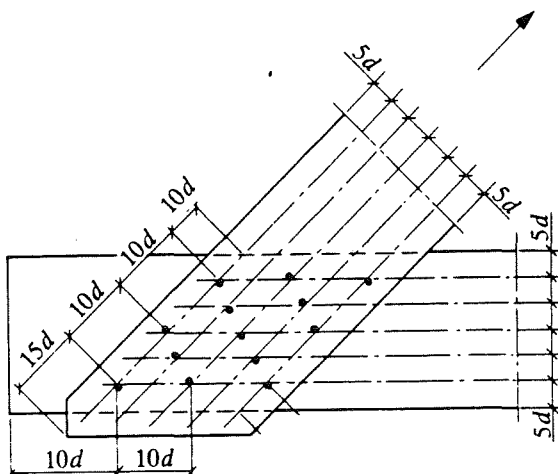
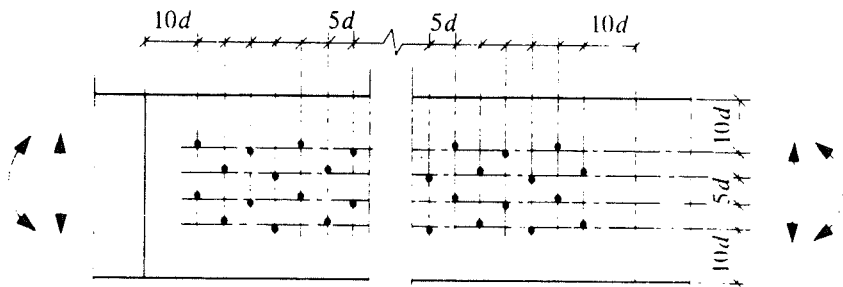
SIK. Kl.	Last	Fugtklasse.	
		I og IU	U
Høj.	K.	1,16	1,03
	M.	1,03	0,9
	P+L	0,9	0,77
Normal.	K.	1,29	1,14
	M.	1,14	1,0
	P+L	1,0	0,86
Lav.	K.	1,42	1,25
	M.	1,25	1,1
	P+L	1,1	0,95



Sømafstande.

For træ-træ.

De angivne tal gange sømdiamenten  $d$ .



Hvor kraften danner en vinkel med fiberretningen kræves risikoen for flækning undersøgt.

$$\tau = \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot t_e \cdot h_e} \leq f_{vd}$$

For søm ud over 10 i samme række i en knudepunktforbindelse reduceres bæreevnen til  $\frac{2}{3}$ .

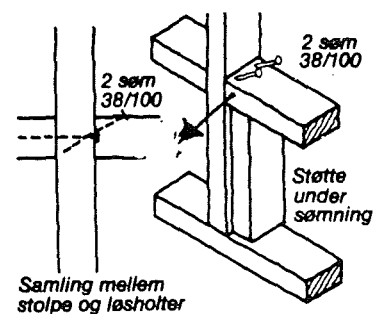
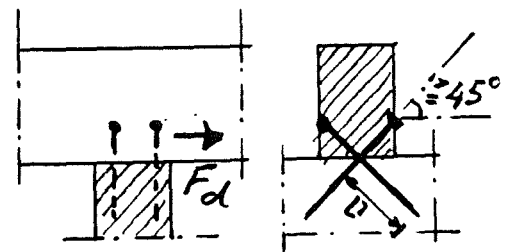
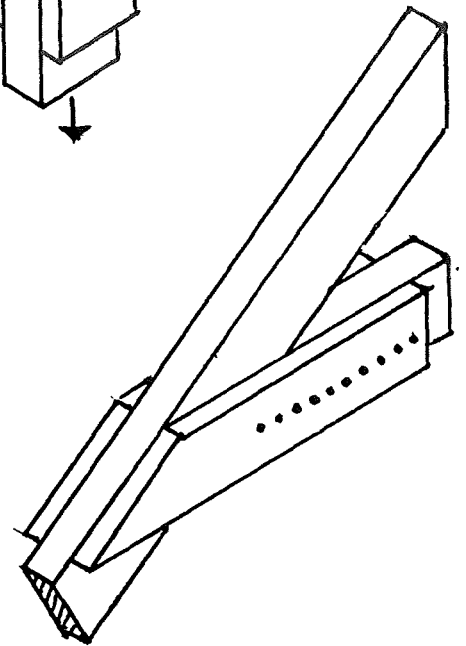
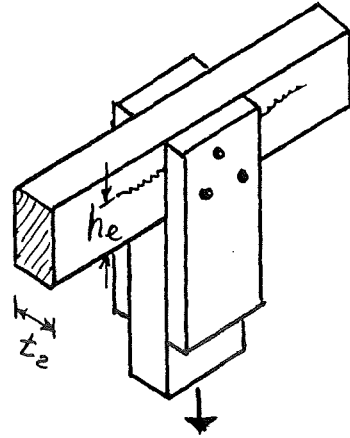
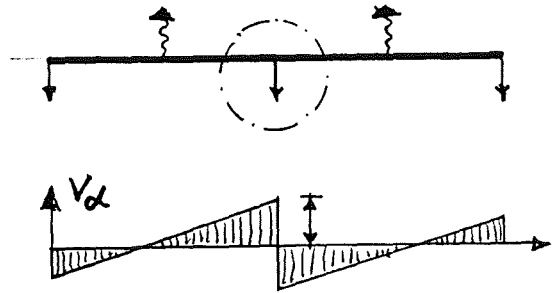
For skråsøm reduceres bæreevnen med 0,7 ved trærlast.

### Eksempel 6.

2 stk 38/100 søm

$$F_{ud} = 2 \cdot 770 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} = \underline{1,08 \text{ kN}}$$

$$\underline{F_{ud} = 1,08 \text{ kN} \approx F_d}$$



Eksempel 7.

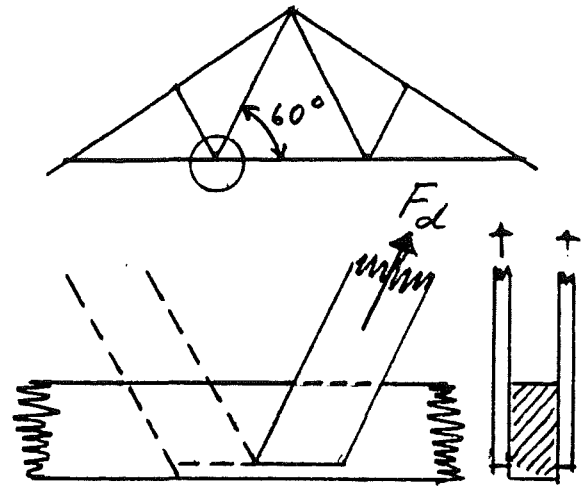
Fugtkl. IU., K18,

SIK. N. Last. P+L.

Toenger 19x100mm.

Spoerfod 63x125mm.

$$F_d = 4,00 \text{ kN}$$

Søm 28/65

$$F_{ud} = 460 \cdot 10^{-3} = \underline{0,46 \text{ kN pr søm}}$$

$$n = \frac{4,0}{0,46} = \underline{8,69 \text{ stk} \rightarrow 2 \times 5 = 10 \text{ stk}}$$

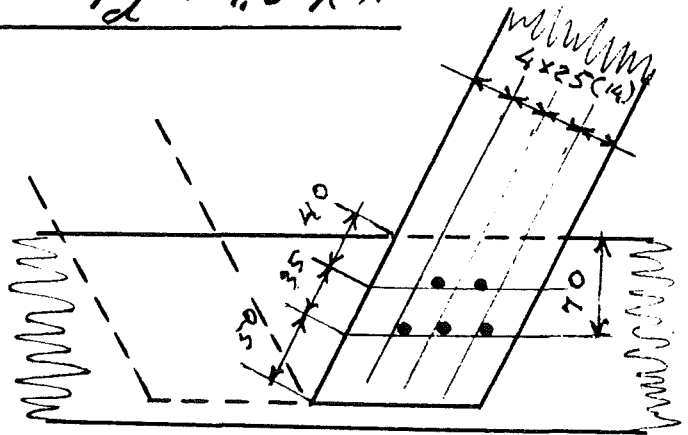
$$F_{ud} = 0,46 \cdot 10 = \underline{4,6 \text{ kN} > F_d = 4,0 \text{ kN}}$$

Afstande:

$$5 \cdot 2,8 = 14 \text{ mm.}$$

$$10 \cdot 2,8 = 28 \text{ mm.}$$

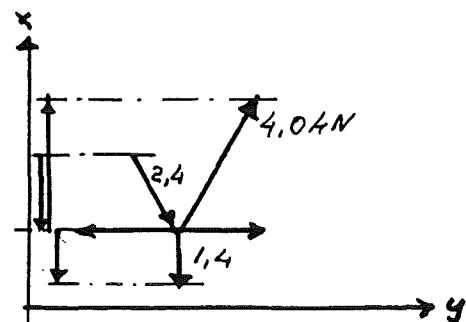
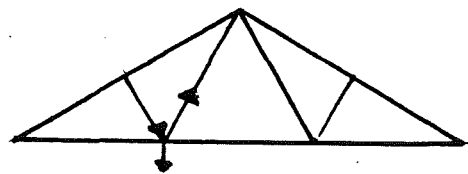
$$15 \cdot 2,8 = 42 \text{ mm.}$$

Kontrol af floekning.

$$V_d = \frac{1}{2} \cdot 1,4 = \underline{0,7 \text{ kN}}$$

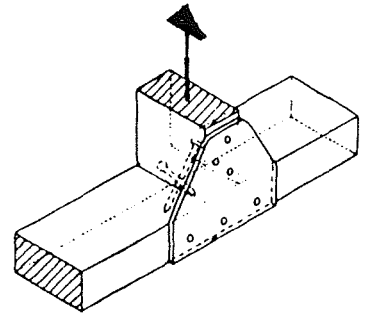
$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{0,7 \cdot 10^3}{63 \cdot 70} = \underline{0,24 \text{ N/mm}^2}$$

$$\underline{\tau = 0,24 \text{ N/mm}^2 \leq f_{vd} = 1,2 \text{ N/mm}^2}$$

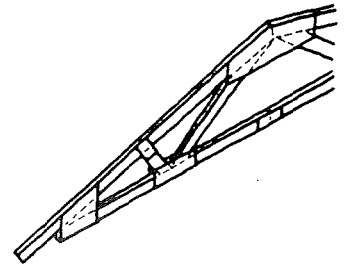


3 forbindelser med laster af konstruktionkrydsfiner kan regnes:

$$1.5 \cdot z (\text{krydsfiner}) = z (\text{tr e})$$

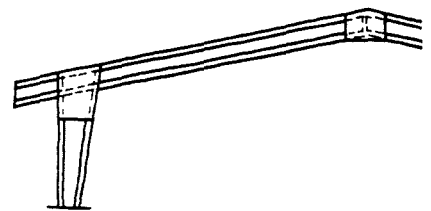
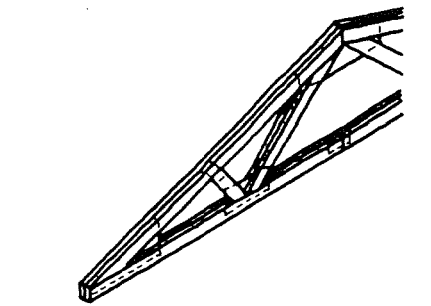


Max. regn. tr erb ereevne i N. for P+L Last i SIK.N. og fugtkl. I og IV.  
Andre tilf ælde korrigeres efter tabel 5, side 28.



Tabel 6.

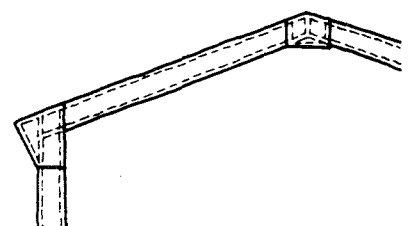
Laster af konst. krydsfiner.				
s�m. d/l	Fud N.			
18/35	220	9	32	32
20/40	260	12	32	38
22/45	300	12	38	50
25/55	380	15	50	50
28/65	460	18	50	63



### s mafstande.

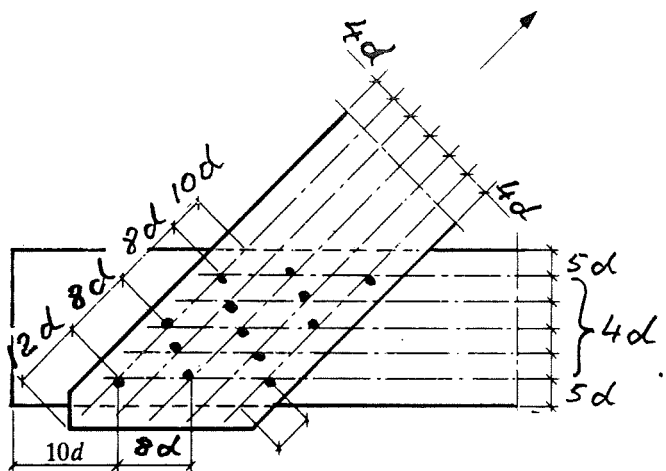
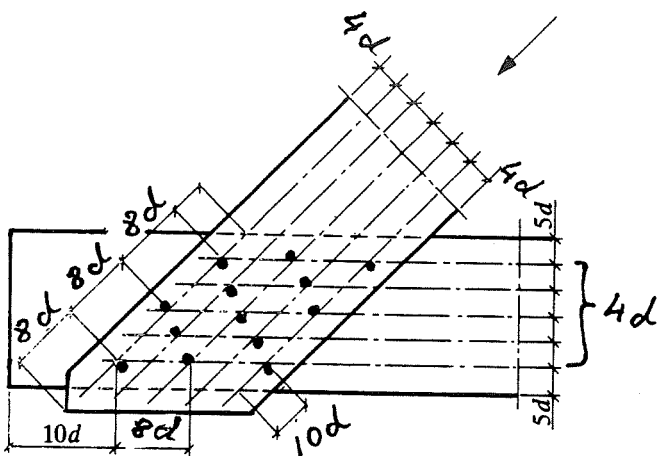
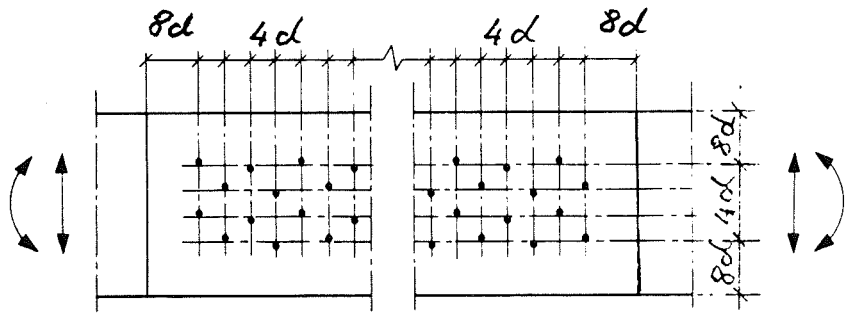
Med laster af krydsfiner kan de for tr /tr  givne afstande reduceres med 20%.

Kantafstande dog min. 4d.



Sømafstande for lasker af krydsfiner.

De angivne tal gange sømdiameter d



Eksempel 8.

SIK. N, Fugtkl. IU, Last P+L.

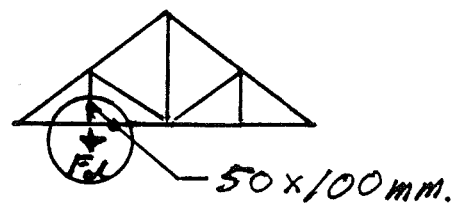
$F_d = 7,0 \text{ kN}$

12 mm krydsfiner

22/45 søm

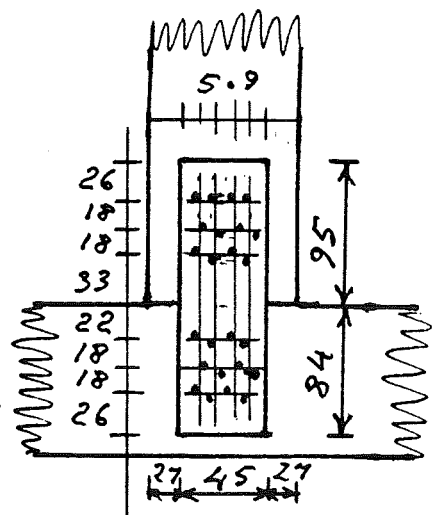
$F_{ud} = 300 \text{ N/søm}$

$n = \frac{7,0}{0,3} = 23,3 \rightarrow 2 \times 12 \text{ søm/side}$



Laskerne skal også spændingsbestemmes for træk.

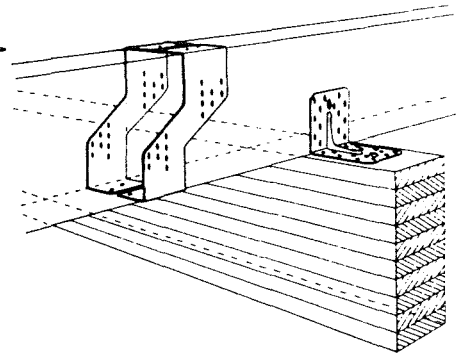
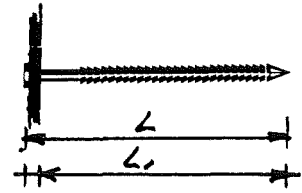
2 lasker 12 x 45 x 179 mm.  
4 x 12 stk 22/45 søm.



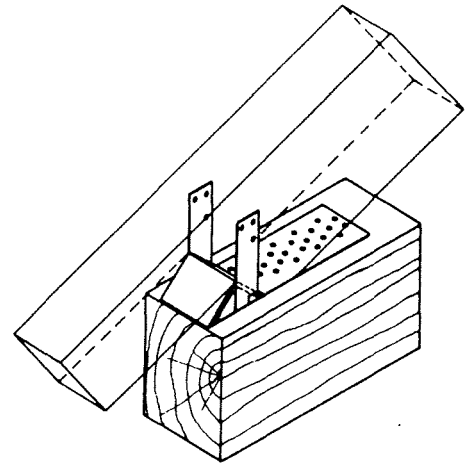


Kamsøm.Trærlast.

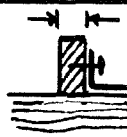
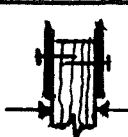
L. sømlængde

 $L_2$ . forankringslængde  $\geq 8d$  $t_1$ . Lasketykkelse, for BMF-sømplader og beslag $t_1 = 1,5 - 2,0 - 2,5$  og  $3$  mm. $t_2 \geq L_2 + 3d$ . altid laster på begge sider

Max. regn. trærbæreevne  
i N. for P+L Last i slk.  
N. og fugtkl. I og IU.  
Andre tilfælde korrige-  
res efter tabel 5, side 28.



## Tabel 7.

Lasker/beslag af stål				
BMF Kamsøm d/L	Fud N.	stål- laske m.m.		
31/40	530	1,5	38	50
40/40	830			
40/50	830	2,0	50	63
40/60	830			
		2,5	63	75
60/80	1650			
		3,0	87	100

BMF hulplader har huller  $\varnothing 5$  mm og er fremstillet af varmtgalvaniseret stålplade.

Til BMF hulplader skal anvendes BMF kamsøm med diameter 4,0 mm.



## Sømplader.

Bæreevne for samling med hulplade:

$$F_{ud} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Søm. } F_{ud} \\ \text{Plade. } F_{ud} \end{array} \right\} \geq F_d$$

$$\text{Plade } * F_{ud} = 0,13 \cdot t(\text{mm}) \cdot b(\text{mm}) = (1/\text{tN})$$

Der er reduceret for huller

\* Gælder for SIK.N.

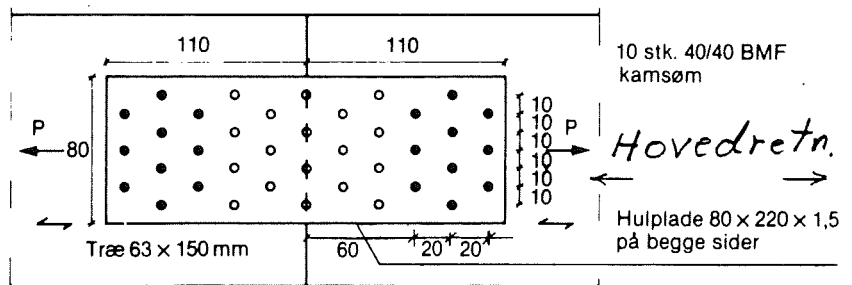
$$\text{SIK. L: } F_{ud} \cdot 1,1$$

$$\text{SIK. H: } F_{ud} \cdot 0,9$$

## Sømafstande.

For sømning ved stålasker må afstandene træ/træ reduceres med 30%, dog ikke ved ender og kanter af træ.

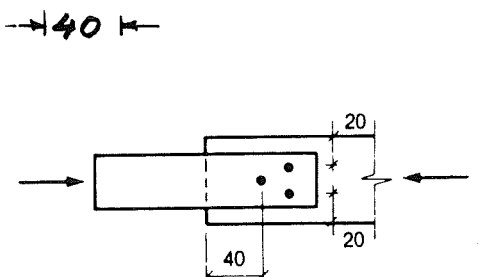
### Beslag af BMF hulplade



### Afstand mellem søm indbyrdes

Kravene i trænormen DS 413 skal overholdes, dog med én væsentlig undtagelse. Denne undtagelse er begrundet i en udtalelse fra det permanente normudvalg for trækonstruktioner af 1/10-78.

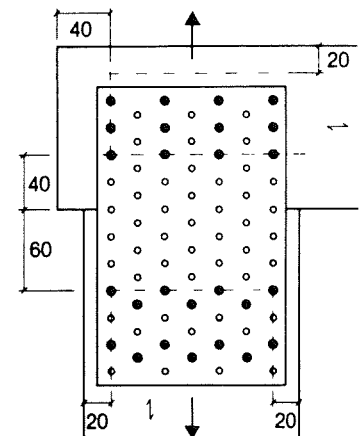
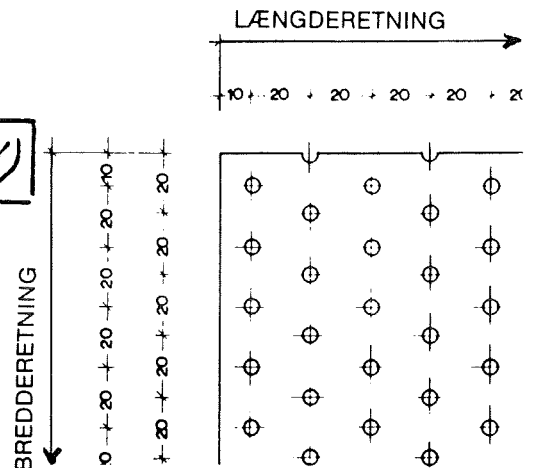
På forespørgsel angående anvendelse af BMF hulplader med fuld udsømning, dog med overholdelse af DS 413's krav til kantafstande, i en træpåvirket samling, hvor kræfter virker parallelt med træets fiberretning og pladens hovedretning (sømafstand i fiberretning = 40 mm, afstand mellem sømrækker vinkelret på fiberretning = 10 mm og sømmene i naborækker forskudt 20 mm) svarer normudvalget:



»Normudvalget har intet at indvende mod anvendelse af hulpladerne i de tilfælde, hvor kræfterne virker parallelt med pladens hovedretning, samtidig med at denne er parallel med træets fiberretning.

Såfremt andre retninger anvendes, må et reduceret antal af hullerne anvendes således, at en sømafstand, der svarer til normens krav, tilvejebringes.»

### BMF HULPLADE



Eksempel 9.

Fugtkl. IU

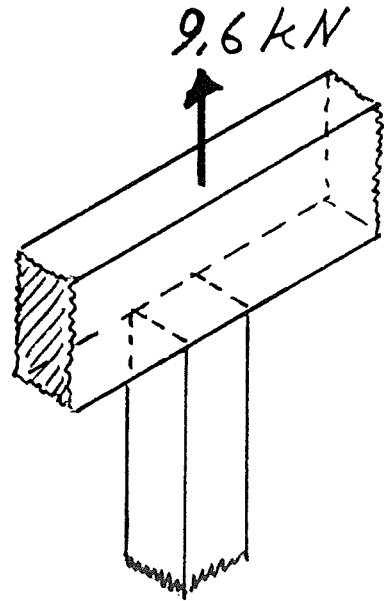
L-30

Last. K

SIK. Lav.

Stolpe 90 × 100 mm

Rem 90 × 167 mm

 $F_d = \underline{9,6 \text{ kN}}$ 1½ mm sømplate på begge sider.40/40 BMF kam søm $F_{ud} = 0,83 \cdot 1,42 = \underline{1,18 \text{ kN pr. søm}}$ 

$$n = \frac{9,6}{1,18} = \underline{8,14 \text{ stk}} \rightarrow \underline{2 \times 5 \text{ søm}}$$

pladebredde 60 mm.

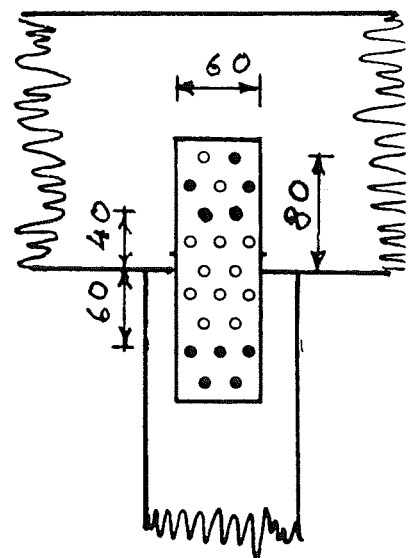
$$F_{ud} = \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 5 \cdot 0,83 \cdot 1,42 = \underline{11,79} \\ 2 \cdot 0,13 \cdot 1,5 \cdot 60 \cdot 1,1 = \underline{25,74} \end{array} \right\} \text{ kN} \geq F_d = 9,6 \text{ kN}$$

Flækning.

$$V_d = \underline{4,8 \text{ kN}}$$

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{4,8 \cdot 10^3}{90 \cdot 80} = \underline{1,00 \text{ N/mm}^2}$$

$$\tau = 1,00 \text{ N/mm}^2 \leq f_{vd} = 1,89 \cdot 1,1 = 2,08 \text{ N/mm}^2$$

Afstande.Til belastet ende  $15 \cdot 4 = \underline{60 \text{ mm}}$ .Til belastet kant  $10 \cdot 4 = \underline{40 \text{ mm}}$ .

Søm påvirket til udtroek.Forankringslængde

$$L'' \geq \begin{cases} 8d - \text{glatte søm} \\ 5d - \text{kamsøm} \end{cases}$$

Regningsmæssig bæreevne i N.

for P+L last i sIK. N.

og fugtkl. I og IU.

Andre tilfælde korrigeres  
efter tabel 8, side 37.

Glatte kvadratilske søm

$$F_{ud} \leq \begin{cases} 0,47 \cdot d \cdot L'' \\ 0,47 \cdot d \cdot h + 28 \cdot d^2 \end{cases} \quad (N)$$

Kamsøm

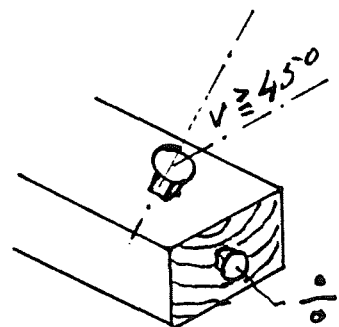
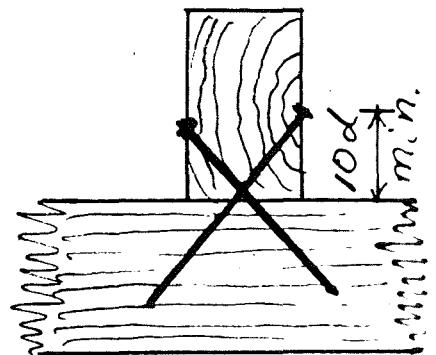
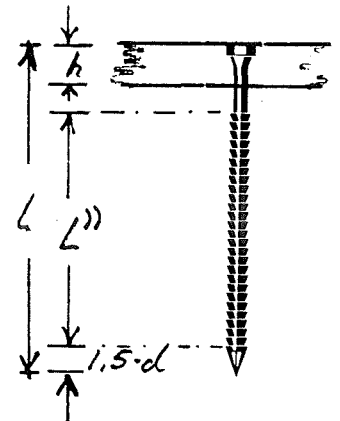
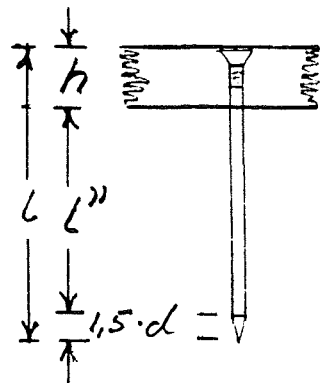
$$F_{ud} \leq \begin{cases} 3,55 \cdot d \cdot L'' \\ 28 \cdot d^2 * \end{cases} \quad (N) \quad * \text{ Ikke ved beslag.}$$

$d$  = sømtykkelse i m.m.

$L''$  = forankringslængde i m.m.

$h$  = Lastetykkelse i m.m.

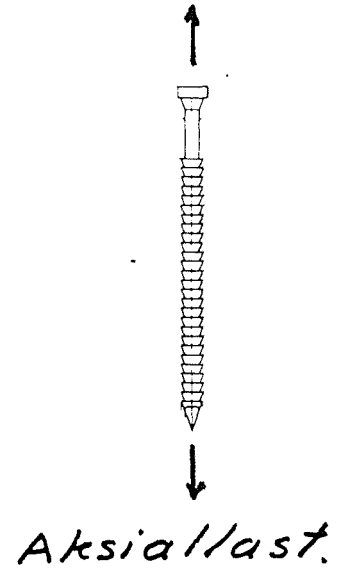
Søm i endetroe kan ikke regnes kraftoverførende. Størst tilladelige hældning  $45^\circ$  i forhold til fiberretning.



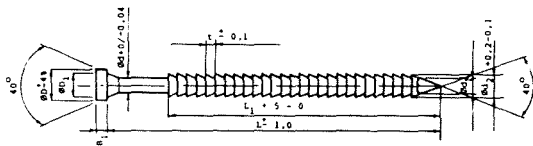
Korrektionsfaktorer for aksiallastede søm og skruer.

Tabel 8.

SIK.	Last.	Fugtklasse.	
		I og IU.	U.
Høj.	K	1,16	0,77
	M	1,03	0,71
	P+L	0,9	0,6
Normal.	K	1,29	0,86
	M	1,14	0,79
	P+L	1	0,67
Lav.	K	1,42	0,95
	M	1,25	0,86
	P+L	1,1	0,73

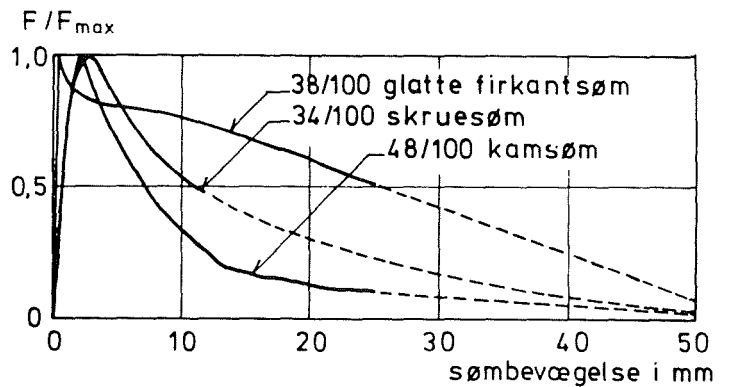


BMF - Kamsøm.

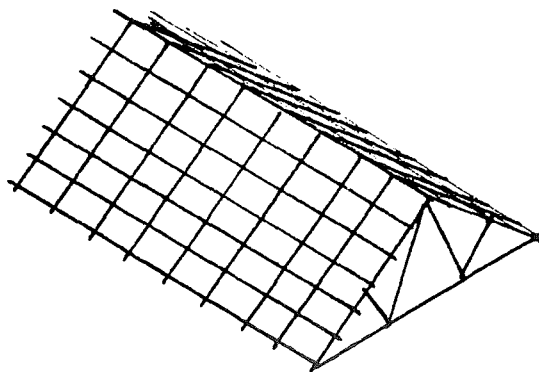


Dim d-L	L mm	L' mm	d mm	d' mm	d'' mm	l mm	D mm	D' mm	B mm	d <sub>1</sub> mm
60/100	100	55	6,0	5,5	6,5	1,5	12,0	8,0	2,0	1,0
60/80	80	55	6,0	5,5	6,5	1,5	12,0	8,0	2,0	1,0
60/60	60	50	6,0	5,5	6,5	1,5	12,0	8,0	2,0	1,0
40/100	100	55	4,0	3,6	4,4	1,25	8,0	5,3	1,5	0,8
40/75	75	55	4,0	3,6	4,4	1,25	8,0	5,3	1,5	0,8
40/60	60	50	4,0	3,6	4,4	1,25	8,0	5,3	1,5	0,8
40/50	50	40	4,0	3,6	4,4	1,25	8,0	5,3	1,5	0,8
40/40	40	30	4,0	3,6	4,4	1,25	8,0	5,3	1,5	0,8
40/35	35	25	4,0	3,6	4,4	1,25	8,0	5,3	1,5	0,8
34/60	60	50	3,4	3,0	3,7	1,0	6,8	5,0	1,2	0,7
31/60	60	50	3,1	2,7	3,4	1,0	6,2	4,6	1,0	0,7
31/40	40	30	3,1	2,7	3,4	1,0	6,2	4,6	1,0	0,7
31/22	22	17	3,1	2,7	3,4	1,0	6,2	4,6	1,0	0,7
28/60	60	50	2,8	2,5	3,1	1,0	5,6	4,3	1,0	0,6
25/35	35	25	2,5	2,2	2,8	1,0	5,0	4,0	1,0	0,6

Kurverne viser at ved sømbevægelse forringes kamsøms forankringskraft mest.



Normaliserede arbejdskurver for glatte firkantsøm, kamsøm og skruesøm. Efter [Feldborg & Johansen, 1972].

Eksempel 10.Sømning af taglægter.Bølgeeternit  $g = 0,15 \text{ kN/m}^2$ Lægteafstand  $1,0 \text{ m}$ Spær afstand  $0,8 \text{ m}$ Vindsug.  $W_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$ 

Sik. Normal.

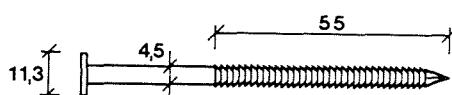
Last. Kortvarig.

$$F_d = (0,5 \cdot 1,3 - 0,15 \cdot 0,85) / 0 \cdot 0,80 = \underline{0,42 \text{ kN}}$$

Søm 46/130

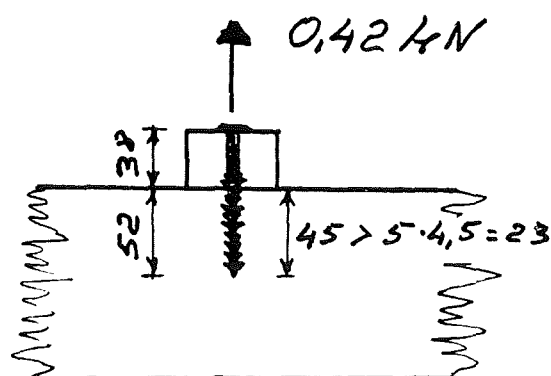
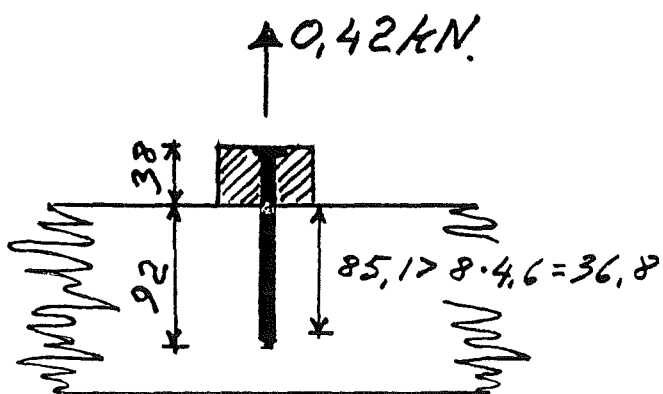
$$F_{ud} \leq \begin{cases} 0,47 \cdot 4,6 (130 - 38 - 1,5 \cdot 4,6) \cdot 1,29 = \underline{237 \text{ N}} \\ (0,47 \cdot 4,6 \cdot 38 + 28 \cdot 4,6^2) \cdot 1,29 = \underline{870 \text{ N}} \end{cases}$$

$$n = \frac{0,42}{0,237} = \underline{1,77 \text{ stk}} \rightarrow \underline{2 \text{ stk } 46/130 \text{ søm}}$$

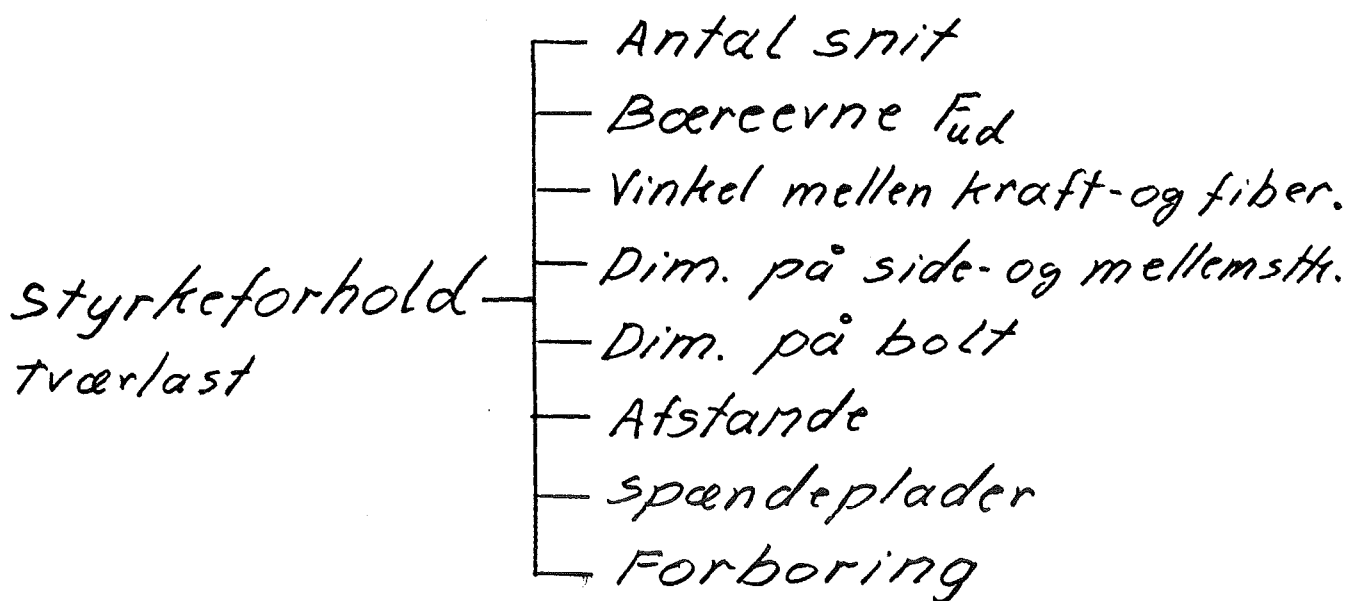
BMF-lægtesøm 45/90

$$F_{ud} \leq \begin{cases} 3,55 \cdot 4,5 (52 - 1,5 \cdot 4,5) \cdot 1,29 = \underline{932 \text{ N}} \\ 28 \cdot 4,5^2 \cdot 1,29 = \underline{731 \text{ N}} \end{cases}$$

$$n = \frac{0,42}{0,731} = \underline{0,58 \text{ stk}} \rightarrow \underline{1 \text{ stk } 45/90 \text{ BMF lægtesøm}}$$

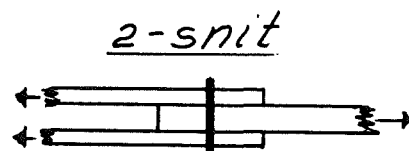
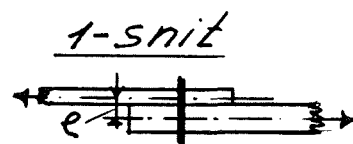


# Boltsamlinger.



## Antal snit.

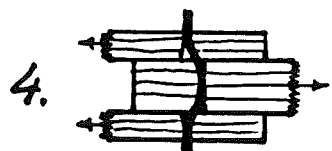
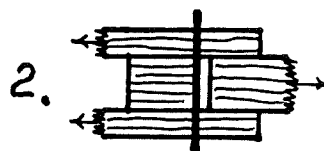
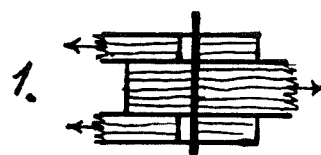
Flersnitsforbindelser beregnes som 2-snitsforbindelser.



## Bæreevnen Fud.

En boltsamlings bæreevne er bestemt af de 4 viste brudforhold.

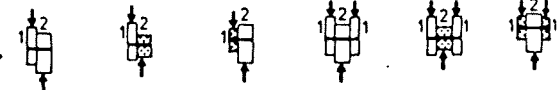
1. Sidestk.
2. Mellemstk.
3. Bolt og sidestk.
4. Bolt, side- og mellemstk.

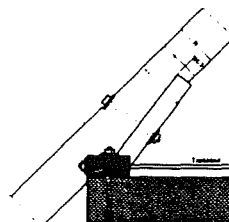
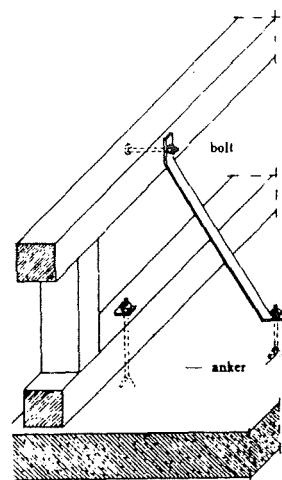


Max. regn. tværbæreevne i kN. for P+L last  
i SIK. N. og fugtkl. I og IV.

Andre tilfælde korrigeres efter  
tabel 5, side 28.

Tabel 9.

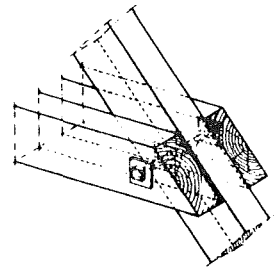
t2 mm	t1 mm	d mm	Fud pr. snit						
				$a_1 =$	$a_2 =$	Antal snit:			
25	25	8		0	0	90	0	0	90
		10		0	90	0	0	90	0
		12		1	1	1	2	2	2
25	25	8		1.06	0.99	0.99	1.06	0.97	0.99
		10		1.52	1.29	1.29	1.52	1.07	1.40
		12		1.82	1.49	1.49	1.82	1.17	1.82
32	25	8		1.06	1.06	0.99	1.06	1.06	0.99
		10		1.54	1.44	1.40	1.54	1.36	1.40
		12		2.07	1.66	1.75	2.11	1.50	1.91
	32	10		1.67	1.49	1.49	1.67	1.36	1.49
		12		2.26	1.91	1.91	2.26	1.50	2.01
		16		3.11	2.45	2.45	3.11	1.79	3.11
38	25	8		1.06	1.06	0.99	1.06	1.06	0.99
		10		1.54	1.54	1.40	1.54	1.54	1.40
		12		2.11	1.80	1.91	2.11	1.78	1.91
		16		3.06	2.27	2.54	3.49	2.12	2.68
	32	8		1.16	1.14	1.07	1.16	1.16	1.07
		10		1.67	1.57	1.49	1.67	1.62	1.49
		12		2.26	2.05	2.01	2.26	1.78	2.01
		16		3.40	2.61	2.74	3.69	2.12	3.30
	38	8		1.25	1.14	1.14	1.25	1.25	1.14
		12		2.40	2.09	2.09	2.40	1.78	2.09
		16		3.69	2.90	2.90	3.69	2.12	3.40
		20		4.61	3.55	3.55	4.61	2.49	4.61
50	25	8		1.06	1.06	0.99	1.06	1.06	0.99
		10		1.54	1.54	1.40	1.54	1.54	1.40
		12		2.11	2.08	1.91	2.11	2.11	1.91
		16		3.49	2.61	2.68	3.49	2.79	2.68
	32	10		1.67	1.67	1.49	1.67	1.67	1.49
		12		2.26	2.26	2.01	2.26	2.26	2.01
		16		3.70	2.95	3.30	3.70	2.79	3.30
		38	10		1.78	1.73	1.57	1.78	1.78
	12			2.40	2.27	2.09	2.40	2.34	2.09
	16			3.88	3.24	3.40	3.88	2.79	3.40
	20			5.34	3.94	4.28	5.71	3.27	4.78
	50	10		2.01	1.73	1.73	2.01	1.94	1.73
12			2.67	2.27	2.27	2.67	2.34	2.27	
16			4.24	3.61	3.61	4.24	2.79	3.61	
20			6.07	4.67	4.67	6.07	3.27	5.30	
63	32	10		1.67	1.67	1.49	1.67	1.67	1.49
		12		2.26	2.26	2.01	2.26	2.26	2.01
		16		3.70	3.31	3.30	3.70	3.52	3.30
		20		5.49	4.00	4.03	5.49	4.12	4.03
	38	12		2.40	2.40	2.09	2.40	2.40	2.09
		16		3.88	3.60	3.40	3.88	3.52	3.40
		20		5.71	4.37	4.78	5.71	4.12	4.78
		50	12		2.67	2.45	2.27	2.67	2.67
	16			4.24	3.83	3.61	4.24	3.52	3.61
	20			6.16	5.10	5.30	6.16	4.12	5.30
	24			8.23	6.02	6.47	8.42	4.75	7.25
	63	12		2.96	2.45	2.45	2.96	2.74	2.45
16			4.63	3.83	3.83	4.63	3.52	3.83	
20			6.65	5.56	5.56	6.65	4.12	5.56	
24			9.00	6.96	6.96	9.00	4.75	7.64	





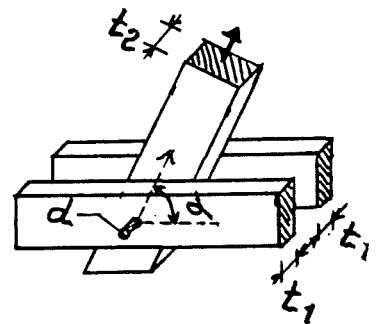
Tabel 9, fortsat.

t2 mm	t1 mm	d mm	$\frac{F_{ud}}{\text{pr. snit}}$							
				$\alpha_1 =$	$\alpha_2 =$	Antal snit:	$\alpha_1 =$	$\alpha_2 =$	Antal snit:	$\alpha_1 =$
75	38	12		0	0	90	0	0	0	90
		16	2.40	2.40	2.09	2.40	2.40	2.09	2.40	2.09
		20	3.88	3.88	3.40	3.88	3.88	3.40	3.88	3.40
	50	12	2.67	2.62	2.27	2.67	2.67	2.27	2.67	2.27
		16	4.24	4.04	3.61	4.24	4.19	3.61	4.24	3.61
		20	6.16	5.49	5.30	6.16	4.91	5.30	6.16	5.30
	63	16	8.42	6.47	7.25	8.42	5.66	7.25	8.42	7.25
		20	4.63	4.04	3.83	4.63	4.19	3.83	4.63	3.83
		24	6.65	5.80	5.56	6.65	4.91	5.56	6.65	5.56
	75	16	9.00	7.41	7.64	9.00	5.66	7.64	9.00	7.64
		20	4.99	4.04	4.04	4.99	4.19	4.04	4.99	4.04
		24	7.09	5.80	5.80	7.09	4.91	5.80	7.09	5.80
100	38	16		0	0	90	0	0	0	90
		20	3.88	3.88	3.40	3.88	3.88	3.40	3.88	3.40
		24	5.71	5.58	4.78	5.71	5.71	4.78	5.71	4.78
	50	16	7.88	6.54	5.51	7.88	7.54	5.51	7.88	5.51
		20	4.24	4.24	3.61	4.24	4.24	3.61	4.24	3.61
		24	6.16	6.16	5.30	6.16	6.16	5.30	6.16	5.30
	63	16	8.42	7.41	7.25	8.42	7.54	7.25	8.42	7.25
		20	4.63	4.47	3.83	4.63	4.63	3.83	4.63	3.83
		24	6.65	6.31	5.56	6.65	6.55	5.56	6.65	5.56
	75	16	9.00	8.36	7.64	9.00	7.54	7.64	9.00	7.64
		20	4.99	4.47	4.04	4.99	4.77	4.04	4.99	4.04
		24	7.09	6.31	5.80	7.09	6.55	5.80	7.09	6.55
100	16	9.54	8.50	7.92	9.54	7.54	7.92	9.54	7.92	
	20	5.38	4.47	4.47	5.38	4.77	4.47	5.38	4.47	
	24	8.03	6.31	6.31	8.03	6.55	6.31	8.03	6.31	
			10.66	8.50	8.50	10.66	7.54	8.50	8.50	



### Vinkler mellem kraft- og fiberretning.

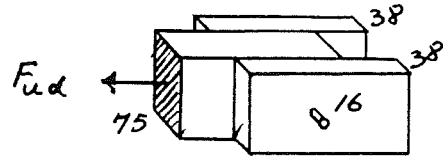
Da træets trykstyrke er mindre  $\perp$  på fiberne ( $f_{c,90d}$ ) end  $\parallel$  med fiberne ( $f_{cd}$ ) skal værdierne i tabel 9, for  $0^\circ$  og  $90^\circ$  korrigeres med følgende udtryk.



$$F_{ud}^\alpha = F_{ud}^0 - (F_{ud}^0 - F_{ud}^{90}) \sin^2 \alpha$$

Eksempel. 11.

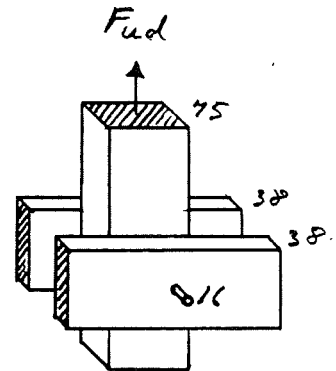
Last. P+L  
 SIK. Normal  
 Fugtkl. I U  
 $\alpha_1 = 0^\circ$   
 $\alpha_2 = 0^\circ$   
 $t_2 = 75 \text{ mm}$   
 $t_1 = 38 \text{ mm}$   
 $d = 16 \text{ mm}$   
 2-snit



$$\underline{\underline{F_{ud} = 2 \cdot 3,88 = 7,76 \text{ kN}}}$$

Eksempel. 12.

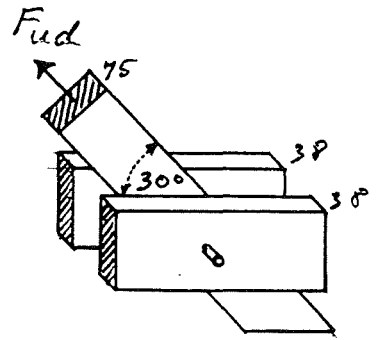
Last. K  
 SIK. Normal  
 Fugtkl. I  
 $\alpha_1 = 90^\circ$   
 $\alpha_2 = 0^\circ$   
 $t_2 = 75 \text{ mm}$   
 $t_1 = 38 \text{ mm}$   
 $d = 16 \text{ mm}$   
 2-snit



$$\underline{\underline{F_{ud} = 2 \cdot 3,40 \cdot 1,29 = 8,77 \text{ kN}}}$$

Eksempel 13

Last P+L  
 SIK. Lav  
 Fugtkl. IU  
 $\varphi_1 = 30^\circ$   
 $\varphi_2 = 0^\circ$   
 $z_2 = 75 \text{ mm}$   
 $z_1 = 38 \text{ mm}$   
 $d = 16 \text{ mm}$   
 2-snit.



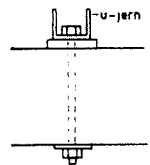
$$F_{ud}^0 = 2 \cdot 3,88 \cdot 1,1 = \underline{8,54 \text{ kN}}$$

$$F_{ud}^{90} = 2 \cdot 3,40 \cdot 1,1 = \underline{7,48 \text{ kN}}$$

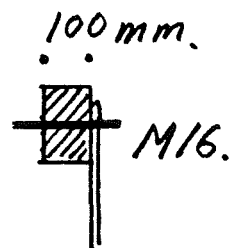
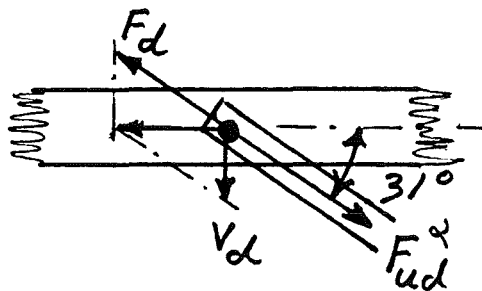
$$F_{ud}^{\varphi} = 8,54 - (8,54 - 7,48) \sin 30^\circ = \underline{\underline{8,01 \text{ kN}}}$$

Boltforbindelse med ställaster.

Ställaskernes tykkelse  $z_1$   
 sættes lig med mellemstk.  
 tykkelse  $z_2$

Eksempel 14.

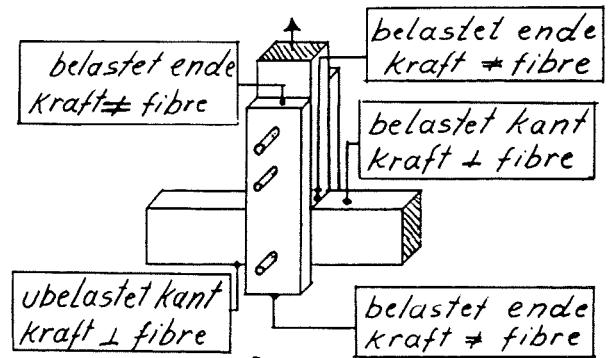
Last K.  
 SIK. N.  
 Fugtkl. UI.



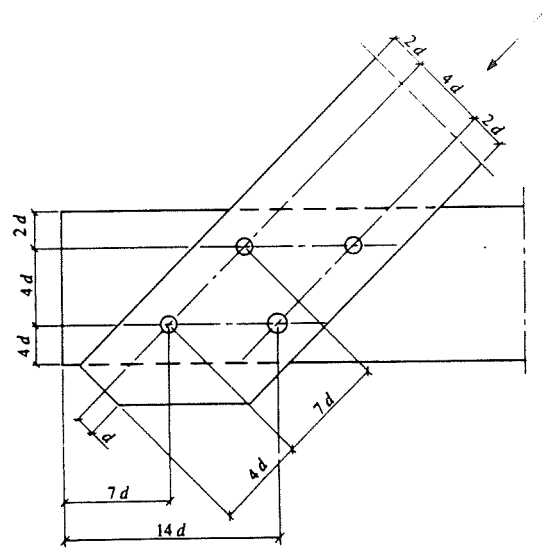
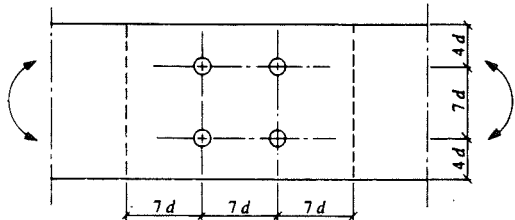
$$F_{ud}^{\varphi} = (5,38 - (5,38 - 4,47) \sin 31^\circ) 1,29 = \underline{\underline{6,34 \text{ kN}}}$$

## Boltafstande.

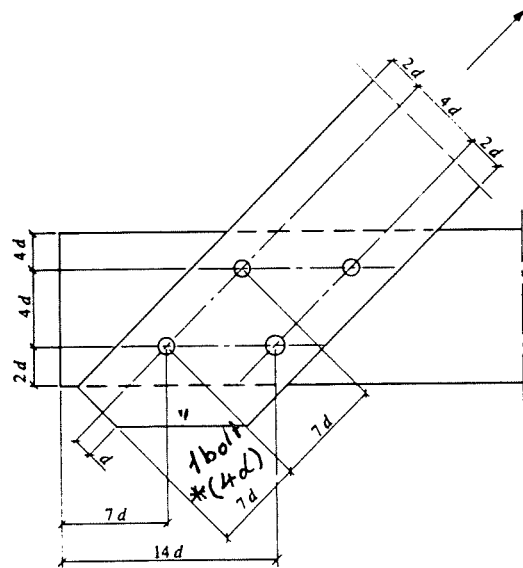
Boltafstandene er afhængig af kraft- og fiberretning.



Afstanden er de angivne tal gange bolt diameteren  $d$ .

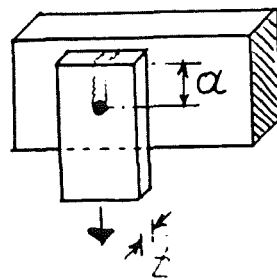


\* For stroekstøen-  
ger med en enkelt  
bolt kan afstanden  
til belastet ende  
nedsættes til  $4d$ ,  
hvis kraften ned-  
sættes proportio-  
nalt, og der kon-  
trolleres for flækning.



Flækning af trækstang.

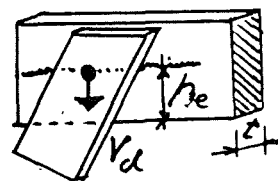
Hvis afstanden til belastet ende i samling med 1 bolt er mellem  $7d$  og  $4d$  skal den kontrolleres for flækning.



$$F_{ud} = \frac{4}{3} \cdot f_{vd} \cdot t \cdot a$$

Flækning på grund af tværkraft.Vedr.  $V_d$  se

$$F_{ud} = \frac{2 \cdot f_{vd} \cdot t \cdot h_e}{3}$$

side 29.Udførelse.Primære samlinger.

$$d \geq 12 \text{ mm.}$$

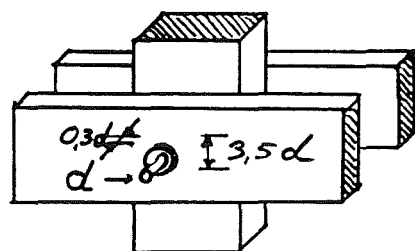
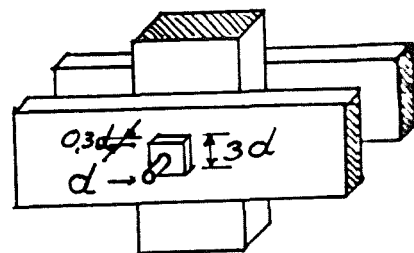
Sekundære samlinger.

$$d \geq 10 \text{ mm (t < 75 mm.)}$$

$$d_{\text{hul}} = d_{\text{bolt}} \text{ (stram tilpasning)}$$

samlinger spændes tæt.

spændeplader  $\left\{ \begin{array}{l} \text{firkantede.} \\ \text{runde.} \end{array} \right.$

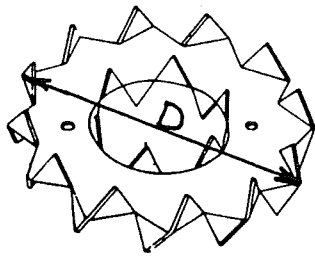
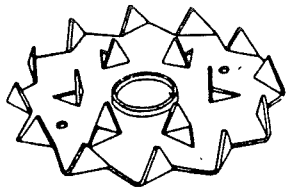


Mellemloeg.

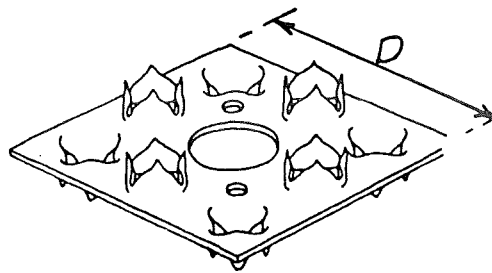
Styrkeforhold — {  
 Typer  
 Trædimensioner  
 Afstande  
 Indpresning

Typer.

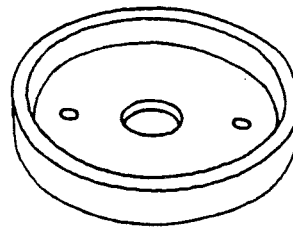
Bulldog



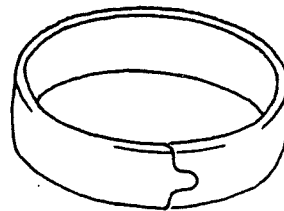
firkantet  
 Bulldog med  
 krafretning  
 over diagonalen  
 $P_{ur}^{red} = 0,8 \cdot P_{ur}$



Stjerne



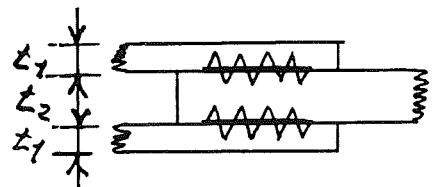
Shear-Plate



Split-Ring

Trædimensioner

$t_1 \cong 3 \times \text{tandhøjde}$   
 $t_2 \cong 4 \times \text{---''---}$



Max. regn. bæreevne i KN. for  
P+L last i SIK. N. og fugtkl  
I og IU.

Andre tilfælde korrigeres  
efter tabel 5, side 28.

Tabel 10. Bulldog-mellemlæg.

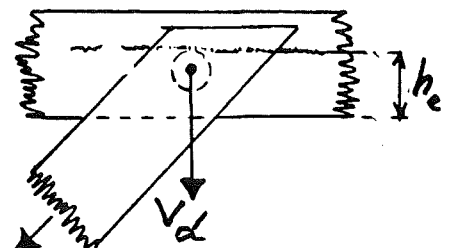
Nominal dimension	ø48	ø62	ø75	ø95	ø117	oval 70x130	firkantet 100x100	firkantet 130x130
<b>Fud</b>	3,5	4,9	6,5	8,3	12,8	8,9	11,7	16,3
Hoveddimensioner: Udvendigt mål D	48	62	75	95	117	73x130	100x100	130x130
Huldiametre: tosidig, dvs. max boltediameter.	17	21	26	35	50	26	40x40	52x52
ensidig	10, 12, 16, 20	12, 16, 20	12, 16, 20, 22, 24	16, 20, 22, 24	16, 20, 22, 24, 30	16, 20, 22, 24	leveres kun tosidig	
Antal tænder på hver side	12	12	12	18	18	14	20	28
Tandhøjde	6	8	9	11	14	13	7	9
Pladetykkelse.	1,0	1,2	1,25	1,35	1,5	1,5	1,35	1,5
Anbefalede mindste og største boltediametre	12-16	12-20	12-22	16-24	16-24	16-24	16-24	20-24
Mindste trædimension. Bredde B								
Mindste tykkelse t	18	24	27	33	42	39	21	27

Tabel 11. Stjernemellemlæg.

Nominal dimension	50x50	60x60	ø75	80x80	ø115	100x100	120x120
<b>Fud</b>		5,1	6,3	7,9	8,7	10,7	12,7
Hoveddimensioner Udvendigt mål D	50x50	60x60	75	80x80	115	100x100	120x120
Antal tænder på hver side	16	16	20	24	36	40	56
Tandhøjde	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Pladetykkelse	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Anbefalede mindste og største boltediametre	12-16	12-20	12-20	12-20	16-24	20-24	20-24
Mindste trædimension Bredde B							
Mindste tykkelse t	23	23	23	23	23	23	23

Floekning for tværlast.

$$V_{ud} = \frac{2 \cdot f_{ud} \cdot t \cdot h_e}{3}$$



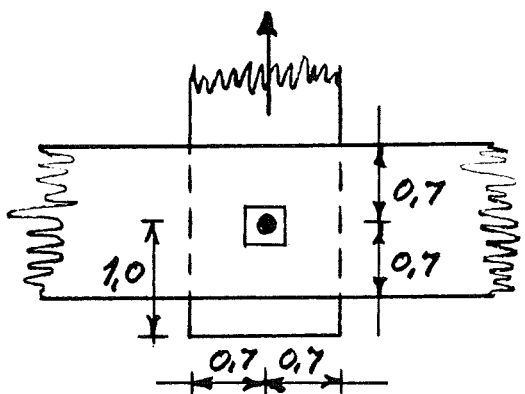
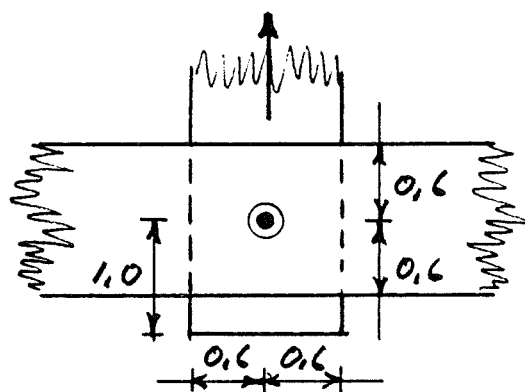
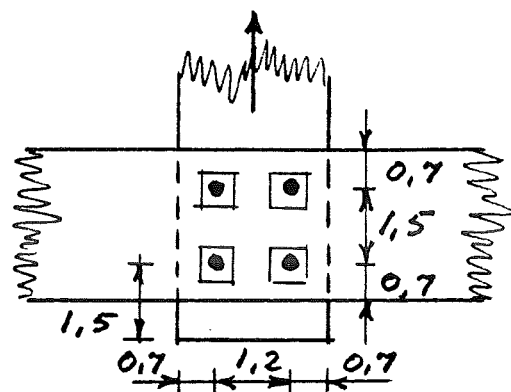
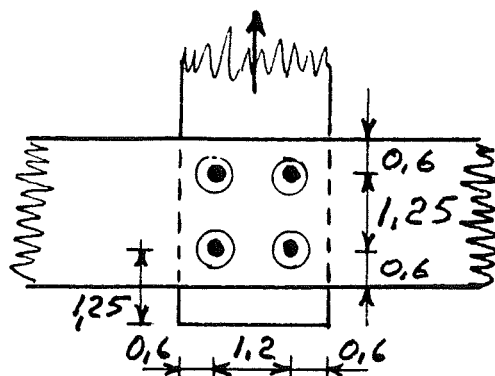
# Afstandsregler.

## Tabel 12.

D er mellemlæggets diameter eller sidelængden i den pågældende retning	indpressede mellemlæg		For bolte
	runde	firkantede	
- i fiberretningen			
midte til midte } midte til ende *	1,25 D	1,5 D	$7 \cdot d$
- på tværs af fiberretningen			
midte til midte	1,2 D	1,2 D	$4 \cdot d$
midte til kant	0,6 D	0,7 D	$(4)2 \cdot d$

Afstande skal overholdes for både mellem-læg og bolte.

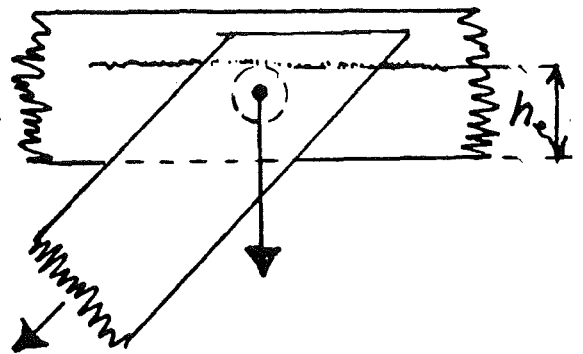
\* I samlinger med kun en bolt med mellem-læg, kan endeafstanden i fiberretningen reduceres til  $1,0 D$ , såfremt bæreevnen reduceres proportionalt.



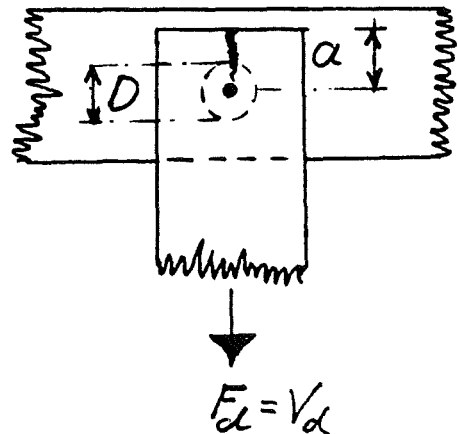


Hvor kraften danner en vinkel med fiberretningen, skal der undersøges for flækning.

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{t \cdot h_e}$$



Ved reduceret endeafstand  $a$ , undersøges for flækning. (se bolte side 45.)



## Konstruktionsregler.

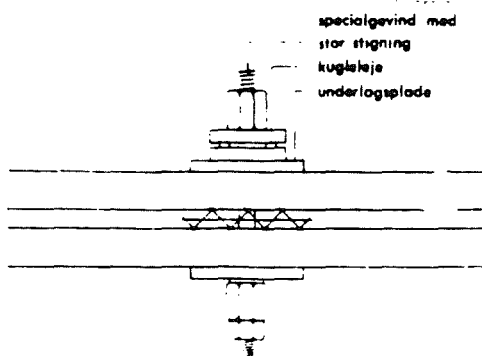
### Indpresning af mellemlæg

Mellemlæggets tænder skal være fuldstændig indpressede i træet.

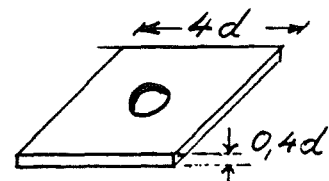
Dette kan for de mindre størrelser gøres tilfredsstillende enten ved hjælp af en specialbolt med store underlagsplader, der efter mellemlæggets indpresning erstattes med en normal bolt med normale underlagsplader, eller med den permanente bolt (mindst 16 mm) med underlagsplader, der mindst har samme størrelse som mellemlægget og en tykkelse på mindst  $0,1 \cdot$  sidelinien.

For mellemlæg af de større dimensioner må der anvendes særligt presseudstyr, fx. med hydraulisk donkraft.

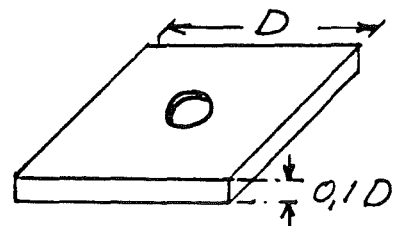
Indpressede mellemlæg må ikke anvendes i løvtræ.



### permanent skive



### skive til indpresning



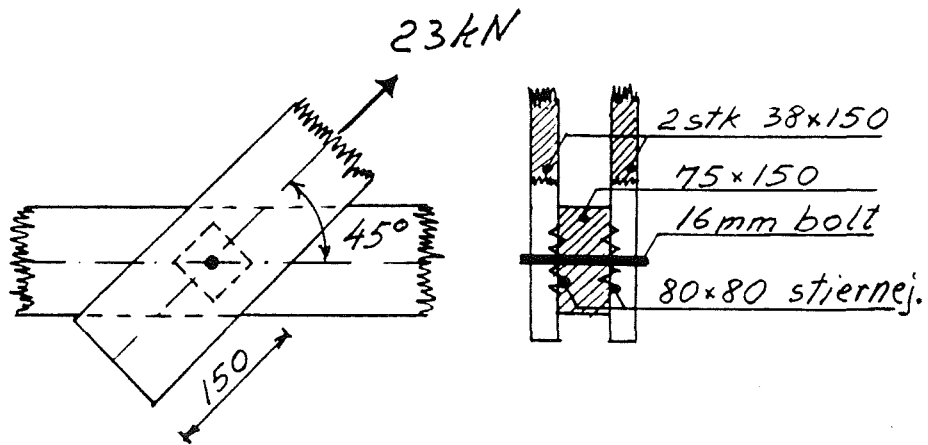
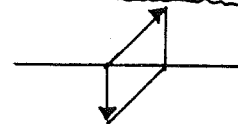
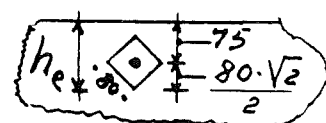
Eksempel 15.

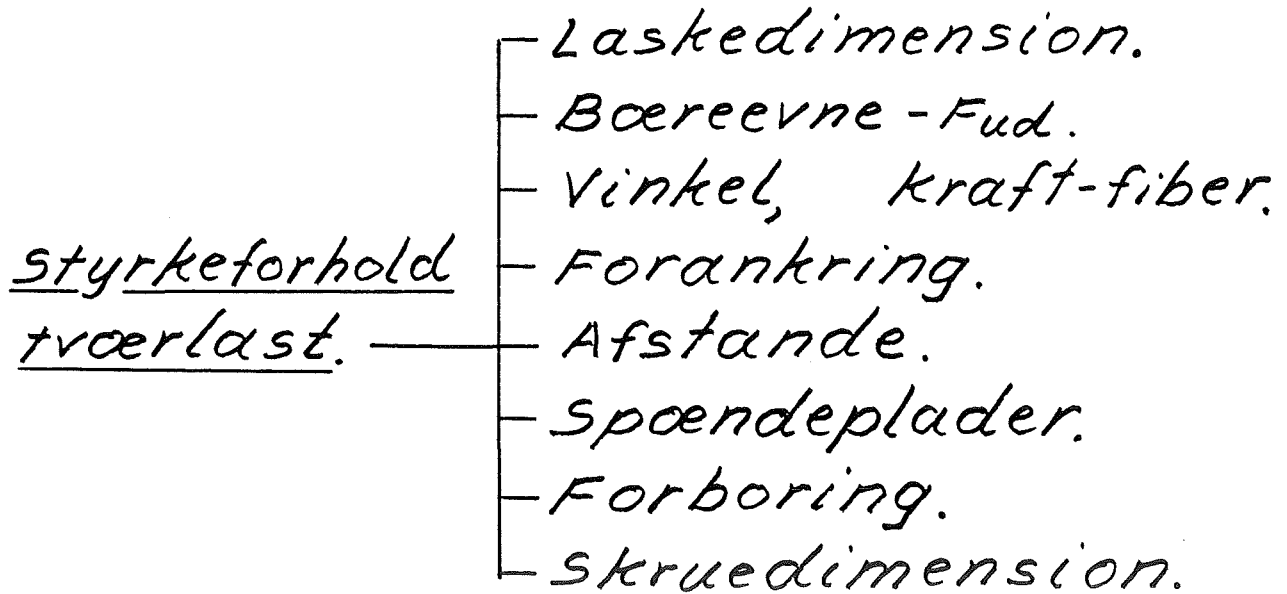
Last P+L

Fugt kl. IU

S1K. N.

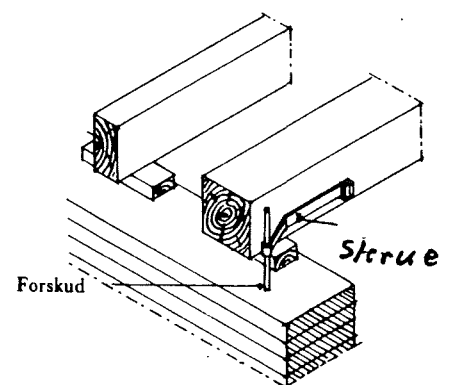
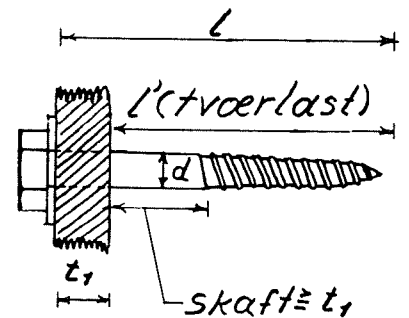
K 18.

 $F_d = 23 \text{ kN}$ Tandhøjde:  $t_1 = \underline{38 \text{ mm}} > 3 \cdot 7,5 = \underline{22,5 \text{ mm}}$  $t_2 = \underline{75 \text{ mm}} > 4 \cdot 7,5 = \underline{30 \text{ mm}}$ Belastet ende:  $\underline{150 \text{ mm}} > \begin{cases} 1,5 \cdot 80 = \underline{120 \text{ mm}} \\ 7 \cdot 16 = \underline{112 \text{ mm}} \end{cases}$ Belastet kant:  $\underline{75 \text{ mm}} > \begin{cases} 0,7 \cdot 80 = \underline{56 \text{ mm}} \\ 4 \cdot 16 = \underline{64 \text{ mm}} \end{cases}$ Ubelastet kant:  $\underline{75 \text{ mm}} > \begin{cases} 0,7 \cdot 80 = \underline{56 \text{ mm}} \\ 2 \cdot 16 = \underline{32 \text{ mm}} \end{cases}$ Bolt.  $F_{u_a}^d = 3,88 - (3,88 - 3,88) \sin 45^\circ = 3,88 \text{ kN}$ Mellemlag.  $7,90 \text{ ''}$ Pr. snit  $\underline{11,78 \text{ kN}}$  $F_{ud} = 2 \cdot 11,78 = \underline{23,56 \text{ kN}} > F_d = 23 \text{ kN}$ Flækning. $h_e = 80 \cdot \sqrt{2}/2 + 75 = \underline{131 \text{ mm}}$  $V_d = 23 \cdot \cos 45^\circ \cdot 1/2 = \underline{8,13 \text{ kN}}$  $\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{8,13 \cdot 10^3}{75 \cdot 131} = \underline{1,24 \text{ N/mm}^2} \leq 1,2 \text{ N/mm}^2$ 

Skruesamlinger.Forankringslængde.

For at få fuld bæreevne, skal forankringslængden være  $8 \cdot d$ .  
Mindste forankring  $5 \cdot d$

For forankring  $8d > L' \geq 5d$   
reduceres bæreevnen proportionalt.



Vinkel mellem kraft- og fiberretning.

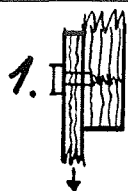
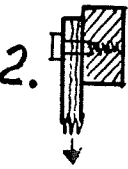
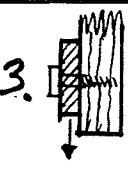
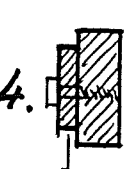
Afstande.

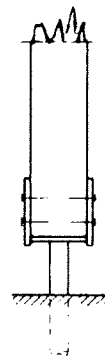
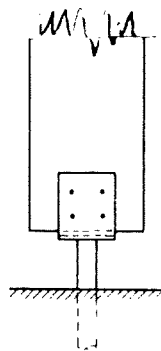
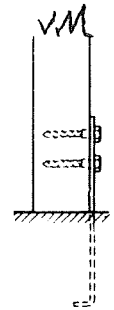
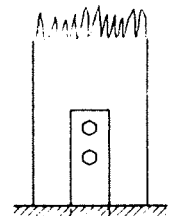
Spøndeplader.

samme regler som for bolte.

Max. regn. tværbæreevne  
i kN. for P+L Last i SIK. N.  
og fugtkl. I og IV.  
Andre tilfælde korrigeres  
efter tabel 5, side 28.

Tabel 13.

	$t$	$t$	skruediameter.			
			8	10	12	16
$F_{ud}^0$	1. 	25	1,06	1,52	2,11	3,48
		32	1,16	1,67	2,26	3,69
		38	1,25	1,78	2,40	3,88
	2. 	50		2,01	2,67	4,24
		63			2,96	4,63
$F_{ud}^{90^\circ}$	3. 	25	0,99	1,40	1,91	2,54
		32	1,07	1,49	2,01	2,74
		38	1,14	1,57	2,09	2,90
	4. 	50		1,73	2,27	3,61
		63			2,45	3,63
1+3	stål		1,78	2,79	4,02	7,14
2+4			1,43	2,59	3,66	6,34



$$F_{ud}^{\alpha} = F_{ud}^0 - (F_{ud}^0 - F_{ud}^{90}) \cdot \sin \alpha$$

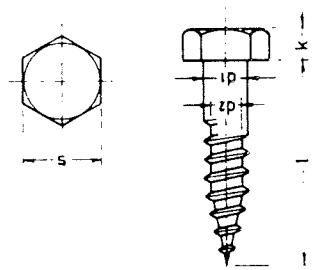
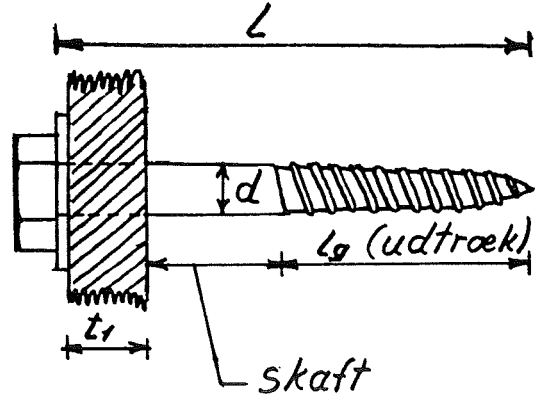
Skruer påvirket til udtræk.

Regn. bæreevne for  
 SIK. N, Fugtkl I og IU  
 og P+L-Last. Andre  
 tilfælde korrigeres  
 efter tabel 8, side 33.

$$F_{ud} = (14 + 5(d))(l_g - d) = (N)$$

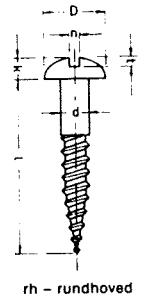
$d \geq 3\text{mm}$ ,  $d$  og  $l_g$  i mm.

franske træskruer Tabel 14.



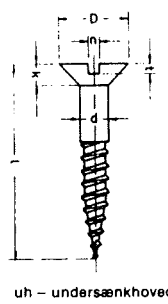
$l_g \approx 0,6L$

DIN 571		6	8	10	12	16	20
l - længde:	20	●z					
	25	●z	●z				
	30	●z	●z	●			
	35	●z	●z	●z			
	40	●z	●z	●z	●		
	45	●z	●z	●z			
	50	●z	●z	●z	●z	○	
	55	●	●	○	○		
	60	●z	●z	●z	●z	●	
	65	●z	●z	●z	○		
	70	●z	●z	●z	●z	●	
	75	○	○	○	○	●	
	80	●z	●z	●z	●z	●	
	90	●z	●z	●z	●z	●	
	100	●z	●z	●z	●z	●	●
	110	○	●z	●z	●z	○	
	120	○	●z	●z	●z	●	○
	130		●z	●z	●z	●	●
	140		●z	●z	●z	●	●
	150		●z	●z	●z	●	●
160		○	○	●	●	●	
(170)				○			
180		○	○	●	●	○	
(190)				○			
200		○	○	●	●	○	
220			○	○	●	●	
240			○	○	●	●	
(250)					●		
260			○	○	●	●	
280			○	○	●	●	
300			○	○	●	●	
DIN 571, d 1 - mm		6	8	10	12	16	20
s - mm		10	13	17	19	24	30
k - mm		4	5,5	7	8	10	13
d 2 (≈ 0,7 d 1)		4,2	5,6	7	9	12	15



dansk fabrikat »NKT« Tabel 15.

uh - undersænkhead - HFC 300-310 m. v. - 90° us.											
	d - nr	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
d	mm	3,2	3,5	4	4,3	4,7	5,4	6,1	6,8	7,6	8,3
D	mm	6,8	7,4	8,4	9	9,8	11,2	12,6	14,2	15,8	17,4
k	mm	1,75	1,9	2,15	2,3	2,5	2,85	3,2	3,6	4	4,4
n	mm	1	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2	2
t	mm	0,88	0,95	1,08	1,15	1,25	1,42	1,6	1,8	2	2
rh - rundhoved - HFC 301-311 m. v.											
	d - nr	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
d	mm	3,2	3,5	4	4,3	4,7	5,4	6,1	6,8	7,6	8,3
D	mm	6,4	7	7,9	8,5	9,3	10,7	12	13,6	15,1	16,7
k	mm	2,5	2,7	3,1	3,3	3,6	4,1	4,6	5,2	5,8	6,4
n	mm	1	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2	2
t	mm	1,5	1,6	1,7	1,9	2	2,4	2,6	3,1	3,4	3,8



Eksempel 16.

SIK. N.

Last. K.

Fugtkl. IU.

L 30.

12 x 70 skruer.

Vinkeljern L 50 x 70 x 6 mm.

$$F_d = 6,0 \text{ kN}$$

$$l_g = 0,6 \cdot 70 = \underline{42 \text{ mm.}}$$

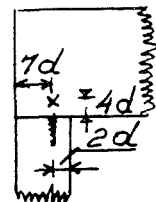
$$l_{\text{skæft}} = 70 - 6 - 42 = \underline{22 \text{ mm} > 6 \text{ mm.}}$$

$$l' = 70 - 6 = \underline{64 \text{ mm}} \left\{ \begin{array}{l} > 5 \cdot 12 = \underline{60 \text{ mm.}} \\ < 8 \cdot 12 = \underline{96 \text{ mm.}} \end{array} \right\} \text{ d.v.s. reduktion}$$

Trærlast.

$$F_{ud} = 2 \cdot 3,66 \cdot \frac{64}{96} \cdot 1,29 = \underline{6,30 \text{ kN}}$$

$$\text{Rem. brødv} = (7+2)12 = \underline{108 \text{ mm} < 140 \text{ mm}}$$

Træk.

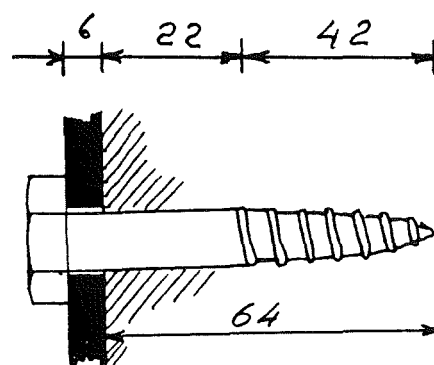
$$F_{ud} = (14 + 5,6 \cdot 12) (42 - 12) \cdot 2 \cdot 1,29 \cdot 10^{-3} = \underline{6,28 \text{ kN}}$$

Flækning.

$$h_e = \underline{50 \text{ mm}} > 4 \cdot 12 = \underline{48 \text{ mm}}$$

$$V_{ud} = F_{ud} = \frac{2}{3} \cdot 1,89 \cdot 140 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = \underline{8,82 \text{ kN.}}$$

$$F_d = 6,00 \text{ kN} < \left\{ \begin{array}{l} 6,30 \\ 6,28 \\ 8,82 \end{array} \right\} \text{ kN}$$



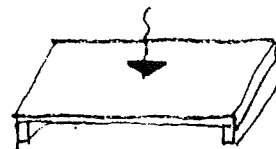
Plader.

Pladefunktion } Krydfiner.  
 Skivefunktion } spån.  
 Træfiber.  
 Gips.

Pladefunktion.

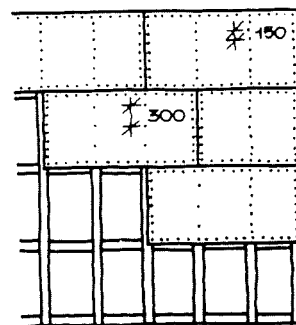
Tabel 16.

Krydsfinertag.	Min. antal finerer	Tykkelse mm	Spændvidde mm
Fra Canada: EXTERIOR CSP SHEATHING	4	12,5	600
	5	15,5	800
	5	18,5	1200
Fra Finland: CONIFER EXTERIOR WBP PLYWOOD P30	7	12	600
	7	15	800
	9	19,3	1200
Fra Sverige: K-Plywood P30	5	12	600
	5	16	800
	7	19	1200
Fra USA: C-D INTERIOR, EXTERIOR-GLUE mrk. 32/16 mrk. 42/20 mrk. 48/24	4	12,5	600
	5	16	800
	5	19	1200



Tabel 17.

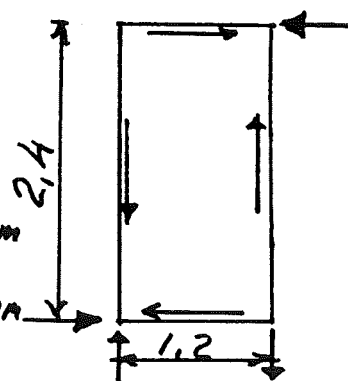
Krydsfinergulv.	Min. antal finerer	Tykkelse mm	Spændvidde mm
Fra Canada: *) CSP SELECT-TF eller DFP SELECT-TF	5	15,5	400
	5	18,5	600
Fra Finland: CONIFER EXTERIOR WBP PLYWOOD P30	7	15	400
	9	19,3	600
Fra Sverige: K-Plywood P30	5	16	400
	7	19	600
Fra USA: *) UNDERLAYMENT GROUP 1 INT, EXT GLUE	5	16	400
	5	19	600

Skivefunktion.

Tabel 18.

Plade:	Tykkelse:	Søm:	Overført last pr. plade
Halvhård træfiber	12 mm	19/35 pladestift	3,0 kN
Asfaltmpr. træfiber	12 mm	20/50 søm	1,2 kN
Gips	13 mm	23/35 gipsplade	2,4 kN
Spånplade	10 mm	20/40 søm	3,0 kN
Krydsfiner	9 mm	25/55 pladestift	4,0 kN

sømaf-  
stand:  
kanter 100 mm  
iøvrigt 200 mm

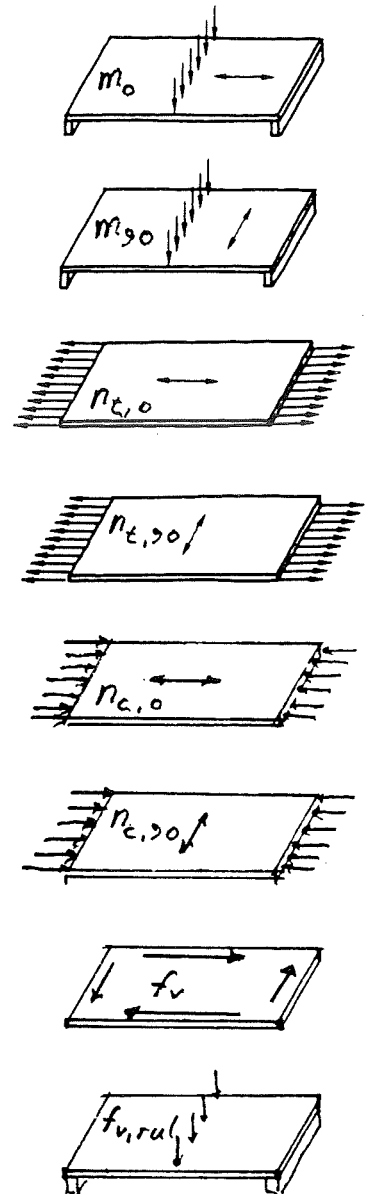


Regningsmæssige styrketal for konstruktionskrydsfiner, for P+L last og fugt-klasse I og IU i normal sikkerhedsklasse.

Andre tilfælde korrigeres efter tabel 20.

Tabel 19.

Type	Tykkelse mm		Bøjningsstyrke N		Trækstyrke N/mm		Trykstyrke N/mm	
	Nominel	Virkelig	$m_{0}$	$m_{90}$	$n_{t,0}$	$n_{t,90}$	$n_{c,v}$	$n_{c,90}$
Canadisk Douglas	7,5	9,5	100	15	55	19	72	27
Fir	12,5	15,5	230	90	55	37	72	53
Plywood	15,5	18,5	310	200	72	37	95	53
DFP	20,5	20,5	460	250	95	37	125	53
Finsk kombi	6,5	7,0	166	38	113	39	74	27
	9	9,8	290	166	101	88	63	77
	12	12,8	460	330	118	145	74	101
	15	15,0/15,4	660	450	133	145	77	107
	18	18,2/18,6	910	690	157	174	94	124
	21	21,0/22,2	1090	930	178	190	113	113
	24	23,8/25,8	1320	1150	205	205	124	163
	27	26,6	1530	1300	225	225	140	202
	30	29,4	1640	1480	255	245	151	174
Svensk gran	7,5	9,5	119	6,6	56	13	56	13
P30	12,5	16	270	119	83	56	83	56
upudset	19	22	560	270	126	83	126	83
			790	450	142	106	142	106
USA C-D	5/16"	3/8"	8,0	104	21	47	20	44
ext. glue	1/2"	12,5	159	66	64	33	59	31
upudset	5/8"	16,0	250	118	75	40	69	38
	3/4"	19,0	320	162	87	41	81	39



	DFP	Kombi	P30	C-D				
				5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
Tryk vinkelret, $f_{c,90}$ , MPa	2,0	3,0	2,0	2,0	-	-	-	2,0
Skiveforskydning, $f_v$ , MPa	1,4	2,7	2,2	1,6	1,4	1,5	1,6	1,3
Skiveforskydning, $G$ , MPa	600	700	550	600	-	-	-	600
Pladeforskydning, $f_{v,rul}$ , MPa	0,35	0,65	0,35	0,35	-	-	-	0,35

Tabel 20.

	Fugtklasse I og IU		Fugtklasse U	
	P+L	K	P+L	K
Trækstyrke	1,0	1,4	0,8	1,1
Øvrige styrketal	1,0	1,4	0,7	1,0



# Skiver.

Særtryk af Byggeindustrien 1, 1975

## lette vindafstivende vægge

Enfamiliehus frembyder ikke de store statiske problemer. Men det stadig lettere byggeri aktualiserer behovet for udførelse af vindafstivende vægge der, hvor husene ikke længere kan vinde stabilitet bare af deres vægt. Forfatteren har forsøgt at resumere den nuværende viden om området og give nogle enkle konstruktions- og beregningsregler.

civilingeniør Palle Hauch

Vi ved alle, hvordan et slattent stykke papir har stivhed i sin egen plan: det er svært at bringe ud af vinkel. Den gamle vittighed om tapetet, der holder huset på højkant, er nok ikke helt ved siden af, hvis tapetet bare er limet godt fast. Og tagpappen på et tag må også kunne overføre anselige vindkræfter; det burde undersøges engang.

Pladematerialer vinder mere og mere frem i byggeriet, og de fleste af dem er i stand til at overføre skivekræfter i deres egen plan, ikke alene krydsfiner og spånplader, men også gipsplader, fiberplader og internit plader. Men det er en forudsætning, at de er gjort ordentligt fast.

### Lidt enkel skive-statik

En byggeplade, fastsømmet langs kanterne kan se ud som fig. 1.

Foroven: fastsømmet til en rem. Her virker den vandrette kraft.

Forneden: sømmet til en rem, der er fastgjort i fundamentet.

Langs siderne: fastsømmet til stolper, som er solidt forankret i fundamentet.

Reaktionerne fornedet må være, se fig. 2:

$$\text{vandret kraft } H, R_A = R_B = \frac{H \cdot h}{b}$$

Kræfterne  $H$  giver anledning til påvirkninger i de vandrette sømforbindelser foroven og fornedet

$$t_1 = \frac{H}{b}$$

$R_A$  og  $R_B$  giver tilsvarende påvirkninger i de lodrette sømrækker, hvor med skiven er sømmet til stolperne:

$$t_2 = \frac{R}{h} = \frac{H \cdot h}{b \cdot h} = \frac{H}{b}, \text{ altså}$$

forskydningskræfter af samme størrelse.

Pladen er altså et rent forskydningsfelt med lige store forskydningspændinger i vandrette og lodrette snit og med hovedspændinger, træk og tryk af samme størrelse, i de skrå retninger under 45°. Sømmene får kun påvirkninger i pladekanternes retninger.

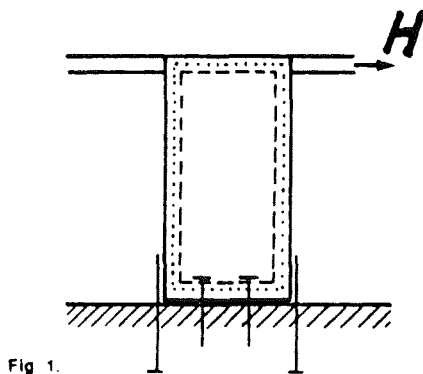


Fig. 1.

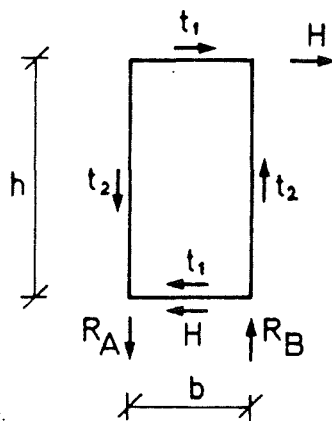


Fig. 2.

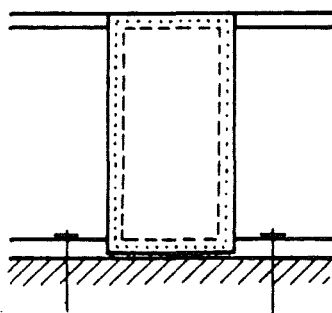


Fig. 3.

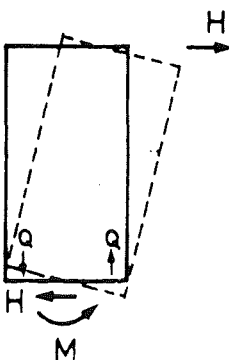


Fig. 4.

Men det er sandelig en forudsætning, at stolperne er fastgjort, så de kan optage kræfterne  $R_A = R_B = t \cdot h$ . Hvis stolperne ikke er fastgjort fornedet, vil de kun virke afstivende for pladen, og hele reaktionsoptagelsen er så overladt til den nederste sømrække. Fig. 3 og 4.

Forskydningen  $t$  bliver som før af størrelsen  $\frac{H}{b}$ . Momentet  $M$  skal nu også optages af sømrækken fornedet; vi kan beregne dem som kraften pr. cm af understøtningsbredden — den vil variere over bredden

$$M = H \cdot h$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot b^2$$

$$q = \frac{H \cdot h}{\frac{1}{6} b^2} = \frac{H}{b} \cdot \frac{6h}{b} = t \cdot \frac{6h}{b}$$

Med mindre bredden er meget større end højden, bliver det altså meget større søm-påvirkninger end de forskydende. Og de virker vinkelret på pladekant og fiberretning i remmen, kræver altså større søm afstand fra kanten — og så skal påvirkningerne jo adderes vektorielt til forskydningskræfterne.

Det vil være sjældne tilfælde, hvor der er rimeligt udkomme med den metode.

Vi kunne også tænke os en stiv rem foroven, bundet til en vandret bevægelse.

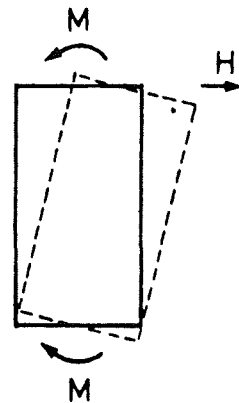


Fig. 5.

Så kunne der også tages et tilsvarende moment foroven, og vi ville finde  $q = t \cdot \frac{3h}{b}$ . Men det er stadigvæk stort og oftest uanvendeligt. Fig. 5.

Hvis vi har flere plader ved siden af hinanden, skal de hver for sig være sømmet til lægten i samlingen mellem dem, sådan at forskydningen kan optages. Fig. 6.

Denne forskydning er stadig  $t = \frac{H}{b}$  og kraftoverføringen gennem stolpen betyder, at vi kan undvære forankringen af stolpen ved samlingen. Men ved de 2 pladers yderkanter skal stolperne stadig være forankret for kraften  $R = t \cdot h$ .

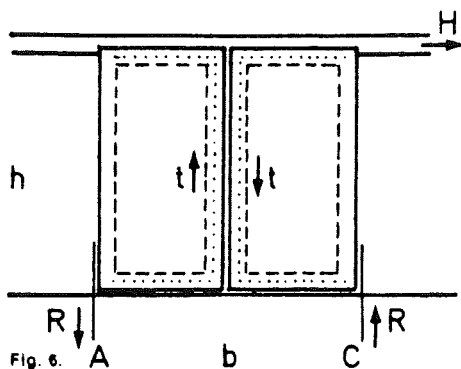


Fig. 6.

Hvis vi har flere adskilte vægstykker, må vi til at regne på den statisk ubestemte konstruktion. Det vil være rimeligt at forudsætte, at deformationerne fra normalkræfterne i remmen foroven er ubetydelige, sådan at de samvirkende vægstykker skal have lige store vandrette udbøjninger.

Hvis de enkelte vægstykker, der skal virke sammen, er lige brede, vil de have samme stivhedsforhold, og så må de dele den vandrette kraft ligeligt mellem sig. Men det er et særtilfælde.

Den vandrette udbøjning af en vægskive har 3 bidrag, fig. 7:

$\delta_a$  fra eftergiven i sømrækkerne

$\delta_b$  fra forskydningsspændinger i skiven

$\delta_c$  fra bøjning i skivepladen.

Når man regner på det, viser det sig, at det sidste bidrag er så lille i forhold til de to andre, at man kan tillade sig at se bort fra det, medmindre bredden er lille i forhold til højden ( $b < \frac{h}{2}$ ).

De to øvrige bidrag er begge afhængige af forskydningerne  $t$ . Hvis vi forudsætter Hookes lov, er det en lineær afhængighed, som det er forsvarligt at regne med.

Udbøjningerne af de enkelte vægstykker er så proportionale med  $t$ , og man kan dele den vandrette kraft mellem dem i forhold til deres længde.

## Beregningsmetode

På den måde er beregningen meget enkel. Fig. 8.

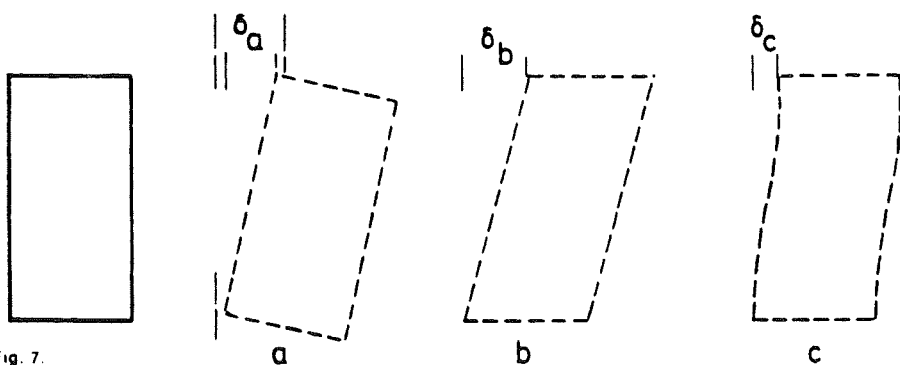
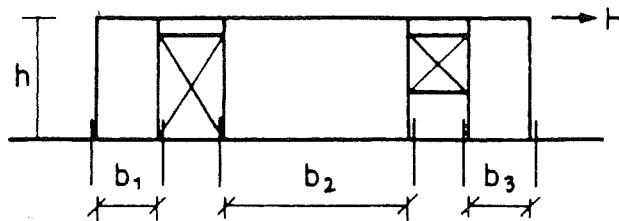


Fig. 7.



$$\text{I eksemplet er } t = \frac{H}{b_1 + b_2 + b_3}$$

og vi skal ved de viste stolper kunne optage en lodret kraft  $R = t \cdot h$ .

## Forskydningen

Forskydningen skal kunne optages både i pladematerialet og i sømningen. De fleste pladematerialer kan optage de forskydningskræfter, der kan overføres til dem med et rimeligt sømantal; man kan for pladematerialer fra 12 mm tykkelse og opefter uden vanskelighed regne med sømafstande ned til 5 cm. For tyndere plader kan der komme stabilitetsproblemer — foldning af pladerne — og her må man tage hensyn til pladernes understøtningsforhold.

For krydsfiner, spånplader og træfiberplader findes nordiske retningslinier for styrke- og stivhedstal (1) som man kan gå ud fra. Desværre savnes tilsvarende oplysninger for gipsplader, internit o.l.

## Sømningen

Vi har ikke i trænormen oplyst de nominelle styrker for sømning i andre pladematerialer end krydsfiner. Indtil videre er man derfor henvist til at benytte tallene fra TOP's pjec TRÆ 22 (2), hvor gipsplader, fiberplader, spånplader og krydsfiner er omtalt, men kun for sømafstande 10 cm. De opgivne nominelle forskydningskræfter (150 kp/m for vindbelastning) er nok for visse af materialerne lidt konservative.

Vil man gå udover disse tal, kan man arbejde ud fra en undersøgelse udført på Norges Byggeforskningsinstitut

(3) og for krydsfiner fra en rapport fra BKF-centralen (4).

Heri er gengivet resultater for sømstyrker og for færdige vægge, udført med mange forskellige slagsmaterialer.

## Forankringerne

De stolper, hvortil pladerne er sømnet, skal fastholdes for optrækkene. I nogle tilfælde vil den lodrette belastning på disse stolper kunne hjælpe til aflastning, men man må være opmærksom på, at den vindbelastning, som forårsager optrækket i stolperne, også ofte giver et resulterende optræk i dem fra sugningen på taget. Og de vægte, man kan regne med til aflastningen, er i reglen små, da det kun er meget begrænsede vægarealer, som kan medregnes.

Ved små forankringskræfter, og hvor fodremmene har en god stivhed i forhold til bolteafstanden, kan stolperne fastgøres til remmene med sømbeslag. Det kan dog være vanskeligt at opfylde kravene om sømafstande.

Under andre forhold må forankringerne føres helt ned i fundamenterne. Her kan man anvende hulplader, der fastsømmes til stolperne.

Der er endnu uafklarede forhold ved disse vindafstivende vægge. Stoffet vil komme til at indgå i en anvisning, som SBI arbejder på om vindstabilitet a mindre bygninger, og man må håbe at der kan angives typeløsninger for de almindeligste forekommende tilfælde.

Et helt andet kapitel er kræfterne overførsel til de vindafstivende vægge. Det er behandlet i et notat fra Ballerup kommune, (5), og skulle også indgå SBI-anvisningen.

## Litteratur:

1. Retningslinier for fastsættelse af styrke- og stivhedstal for træbaserede pladematerialer, NKB-skrift nr. 18 afsn. XII.
2. TOP's pjec TRÆ 22, s. 21.
3. Trond Ramstad: Skivevirkning af pladekledde bindingsverksvegger. I rapport fra Nordisk Synposium om Trækonstruktioner 1970.
4. A. Odgaard og E. Trøjborg: Forsøg med vindafstivende træskeletvægge beklædt med krydsfiner. BKF-rapport nr. 037.
5. J. Sommer: Notat vedrørende stabilitet i enfamiliehus og lignende små bygninger. Udsendt af Ballerup kommune.

Eksempel. 17.

SIK. N

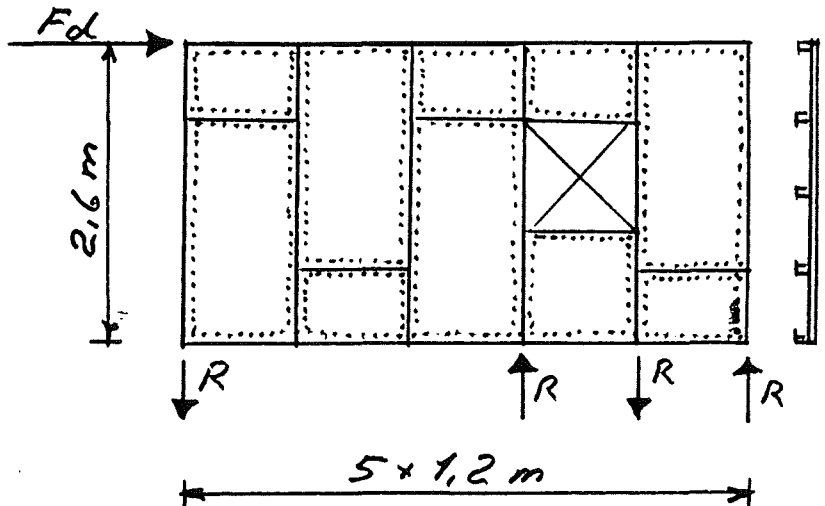
Fugt kl. IV.

Last K.

Krydsfiner

9 mm Kombi.

Søm 18/35.



$$F_d = 18 \text{ kN}$$

$$t_d = \frac{18}{4 \cdot 1,2} = \underline{3,75 \text{ kN/m}}$$

$$F_{ud} = 220 \cdot 1,29 = \underline{284 \text{ N/søm}}$$

$$n = \frac{3,75 \cdot 10^3}{284} = \underline{14 \text{ stk } 18/35 \text{ søm pr. m.}}$$

$$\text{Afstand} = \frac{1000}{14} = 71 \rightarrow \underline{70 \text{ mm}}$$

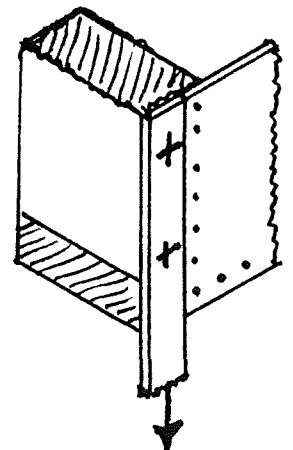
Alle pladekanter sømmes med 18/35 p 70 mm.

$$\tau = \frac{3,75 \cdot 10^3}{9 \cdot 1000} = \underline{0,42 \text{ N/mm}^2} < f_{vd} = 2,7 \cdot 1,4 = 3,78 \text{ N/mm}^2$$

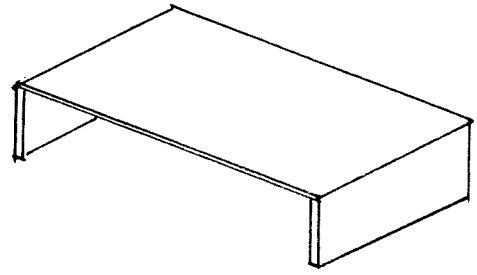
$$R = 3,75 \cdot 2,6 = \underline{9,75 \text{ kN}}$$

2 stk 12 x 100 mm skruer

$$F_{ud} = 4,02 \cdot 1,29 \cdot 2 = \underline{10,37 \text{ kN}} > 9,75$$



Eksempel. 18.  
"Tagskive"



SIK. N.

Fugtkl. IU. og U.

Last K.

Krydsfiner: 9mm kombi

Søm: 18/35 + 40/40 kamsøm

Kantlast på tag.  $r_d = 1,6 \text{ kN/m}$

$$V_d = \frac{1}{2} \cdot 12 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ kN/m} = \underline{9,6 \text{ kN}}$$

$$t_d = \frac{9,6 \text{ kN}}{5 \text{ m}} = \underline{1,92 \text{ kN/m}}$$

$$F_{ud} = 220 \cdot 1,14 = \underline{250 \text{ N/søm}}$$

$$n = \frac{1,92 \cdot 10^3}{250} = \underline{7,68}$$

$$\text{Afstand} = \frac{1000}{7,68} = \underline{130 \text{ mm}}$$

Alle pladekanter sømmes med 18/35 søm p $\approx$  130 mm.

$$M_d = \frac{1}{8} \cdot 1,6 \cdot 12^2 = \underline{28,8 \text{ kNm}}$$

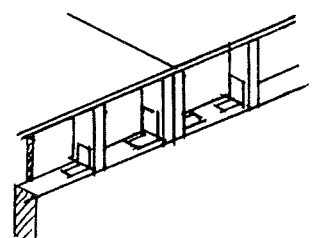
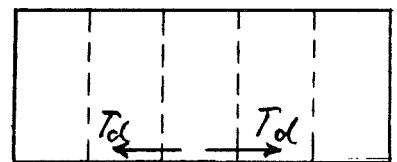
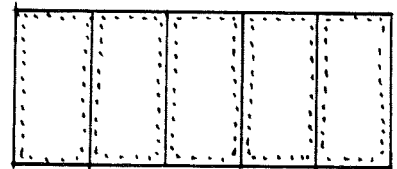
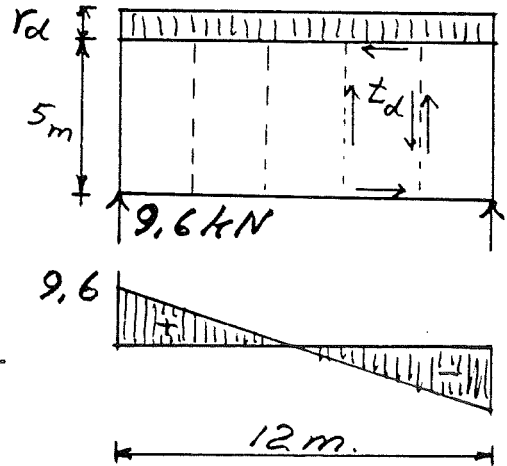
$$T_d = \frac{28,8 \text{ kNm}}{5 \text{ m}} = \underline{5,76 \text{ kN}}$$

$$F_{ud} = 0,83 \cdot 1,29 = \underline{1,07 \text{ kN (tværlast)}}$$

$$n = \frac{5,76}{1,07} \approx \underline{\underline{6 \text{ stk } 40/40 \text{ BMF kamsøm.}}}$$

$$F_{ud} = 2,8 \cdot 4 \cdot 30 \cdot 1,29 = \underline{433 \text{ N (udtræk)}}$$

$$n = \frac{5,76}{0,433} \approx \underline{\underline{14 \text{ stk } 40/40 \text{ BMF kamsøm.}}}$$



## Indlimede bolte.

Stabiliserende søjler kan evt. indspændes til fundamentet ved hjælp af indlimede bolte.

### Axiallast.

$$T_d = C_d = \frac{M_d}{a}$$

### Axiallast pr bolt.

$$F_d^{ax.} = \frac{N_d}{n} + \frac{T_d}{n/2}$$

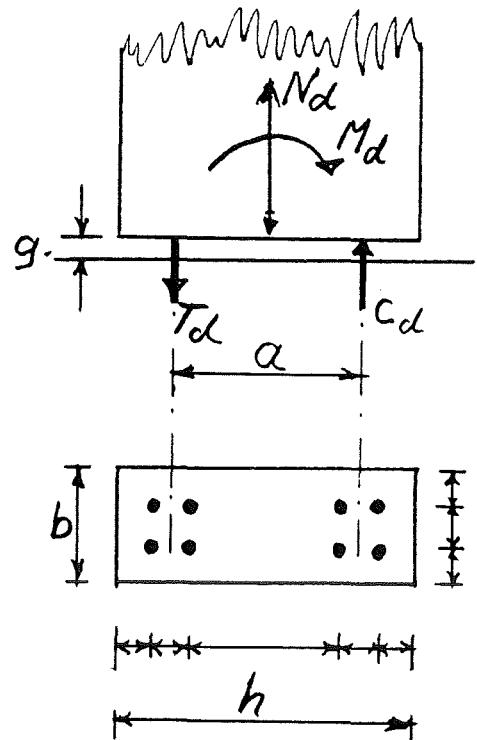
Hvor  $n$  er antal bolte.

Regningsmæssige axialbæreevner i kN for indlimede bolte med rullet gevind. Fugtkl. I og IU, Normal sikkerhedskl., K-last.

Tabel 21.

Diameter	16	20	24	mm.
Indlim. l.	290	370	440	mm
Fud.	25	39	56	kN.

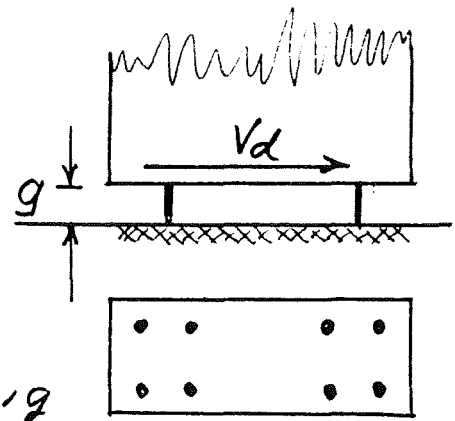
Indlimede bolte må ikke bruges i fugtkl. U.



Trærlast.V<sub>d</sub>Trærlast pr. bolt.

$$F_{d}^{tr.} = \frac{V_d}{n}$$

Trærbæreevnen er afhængig af afstanden  $g$ .



Regningsmæssig trærbæreevne i kN for indlmede bolte.

Fugtkl. I og IV, normal. sik.,  
K-last

Tabel 22.

Diameter	16	20	24	mm
$g = 0$	5,0	8,0	11,3	kN
$g = 20 \text{ mm}$	4,0	6,6	9,7	kN
$g = 40 \text{ mm}$	3,2	5,5	8,4	kN

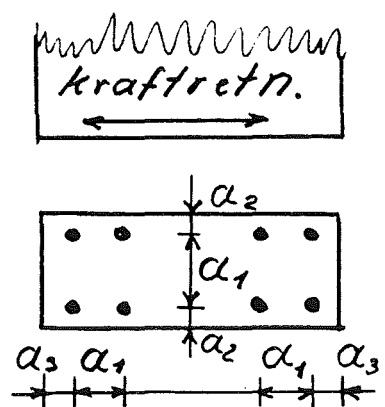
Komb. axial-og trærlast.

$$\sqrt{\left(\frac{\text{Trærlast}}{\text{Trærbæreevne}}\right)^2 + \left(\frac{\text{Axiallast}}{\text{Axialbæreevne}}\right)^2} \leq 1$$

Afstande.

Tabel 23

Diameter	d	16	20	24
Mel. afst.	$a_1$	65	80	95
Kantafst.	$a_2$	40	50	60
Kantafst.	$a_3$	40	50	60



Eksempel 19. søjleindspænding.

SIK. N

Fugtkl. IU

Last. K

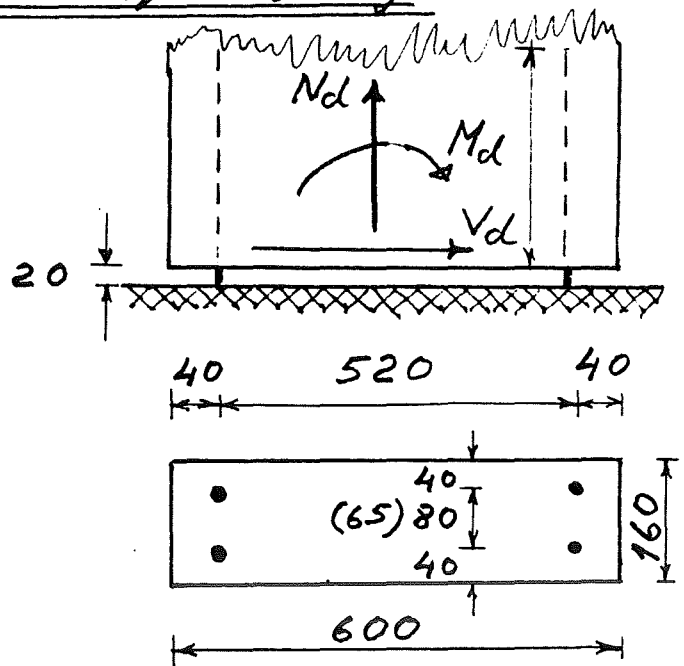
$$M_d = 16,00 \text{ kNm.}$$

$$N_d = 12,00 \text{ kN.}$$

$$V_d = 8,00 \text{ kN}$$

4 stk 16 mm Øresøbolte

Søjle 160 × 600 mm



$$b = 160 \cong 2 \cdot 40 + 65 = \underline{145 \text{ mm.}}$$

$$\alpha = 600 - 2 \cdot 40 = \underline{520 \text{ mm.}}$$

$$T_d = \frac{16,00}{0,52} = \underline{30,76 \text{ kN.}}$$

$$F_d^{\text{ax}} = \frac{12,00}{4} + \frac{30,76}{4/2} = \underline{18,38 \text{ kN/bolt.}}$$

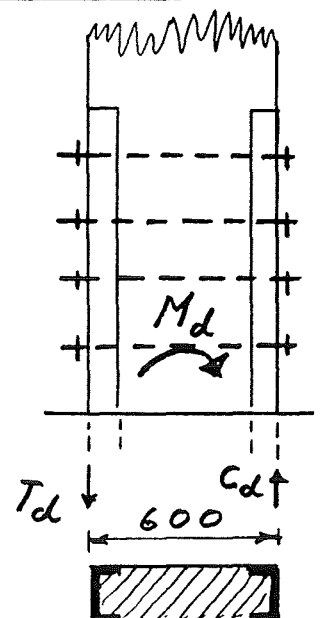
$$F_d^{\text{tv}} = \frac{8,00}{4} = \underline{2,00 \text{ kN/bolt}}$$

$$\sqrt{\left(\frac{2,00}{4,0}\right)^2 + \left(\frac{18,38}{25,0}\right)^2} = \underline{0,89 \leq 1,0}$$

Alternativ.

Søjleindspænding med U-jern og trærlastede bolte/skruer er mere gunstig.

$$T_d = C_d = \frac{M_d}{\alpha} = \frac{16}{0,6} = \underline{26,7 \text{ kN (34)}}$$



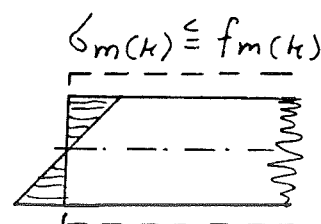
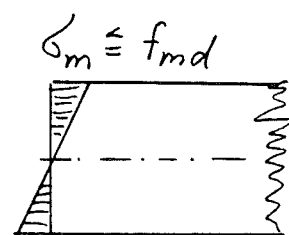
## Branddimensionering efter standardbrandmetoden.

Det skal eftervises at resttværsnittets spændinger fra den karr. last ikke overstreder den karr. materialestyrke.

Til den karr. last d.v.s. last uden partialkoefficienter, skal også medregnes den last som evt. forsvinder ved brand.

De karr. styrker fra tabel 1, side 5, skal ikke reduceres for lastvarighed og fugt.

Resttværsnit d.v.s. det tværsnit der er tilbage efter at det har brændt i et tidsrum svarende til komponentens branddrøjhed f. eks. BD30.



L-laster, langvarige laster

K-laster, kortvarige laster

Fugtklasse I

Fugtklasse IU

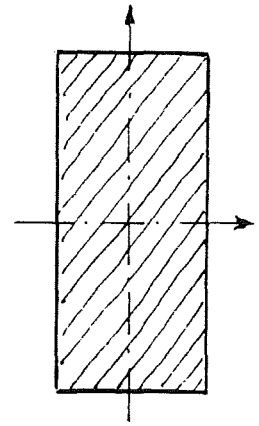
Fugtklasse U

nåletræ	L 30 K 30 <sup>2</sup>	K 18
$f_{mK}$	30	18
$f_{iK}$	20	8,5
$f_{190K}$	0,5	0,5
$f_{cK}$	29	17
$f_{e90K}$	7	7
$f_{vK}$	3	3



IndbrændingLimtræ 0,7 mm pr. min.Konst. træ 0,8 mm pr. min.

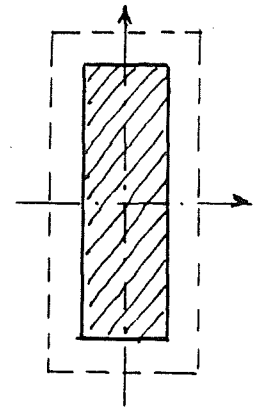
F. eks. 100x225 mm tværsnit af konstruktionstræ.

Tværsnitskonstanter for det fulde tværsnit.

$$A = 100 \times 225 = \underline{22500 \text{ mm}^2}$$

$$W_{\max} = \frac{1}{6} \times 100 \times 225^2 = \underline{843750 \text{ mm}^3}$$

$$i_{\min} = 0,29 \cdot 100 = \underline{29 \text{ mm}}$$

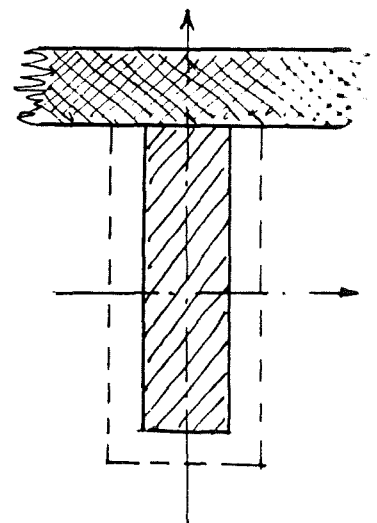
Tværsnitskonstanter for BD 30 red. tværsnit.

$$A = (100 - 2 \cdot 0,8 \cdot 30)(225 - 2 \cdot 0,8 \cdot 30) = \underline{9204 \text{ mm}^2}$$

$$W_{\max} = \frac{1}{6} (100 - 2 \cdot 0,8 \cdot 30)(225 - 2 \cdot 0,8 \cdot 30)^2 = \underline{271518 \text{ mm}^3}$$

$$i_{\min} = 0,29 (100 - 2 \cdot 0,8 \cdot 30) = \underline{15 \text{ mm}}$$

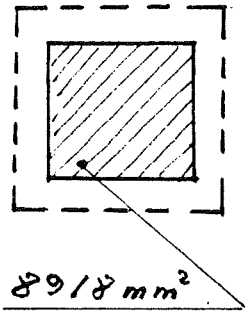
I sider som er beskyttet af konstruktioner med større brandmodstand skal der ikke reduceres.



Eksempel 20.BD 30 søjle.

L-30, normal sik.

$$L_s = 4,0 \text{ m}$$



Karakteristisk last.

Nyttelast	16,00 kN
-----------	----------

Snelast	6,00 -
---------	--------

Egenvægt incl. søjle.	10,00 -
-----------------------	---------

$$N_{30} = 16,00 \cdot 0,5 + 6,00 + 10,00 = \underline{24 \text{ kN}}$$

$$N_{30} = 16,00 + 6,00 \cdot 0,5 + 10,00 = \underline{29,00 \text{ kN}}$$

Karakteristisk styrke

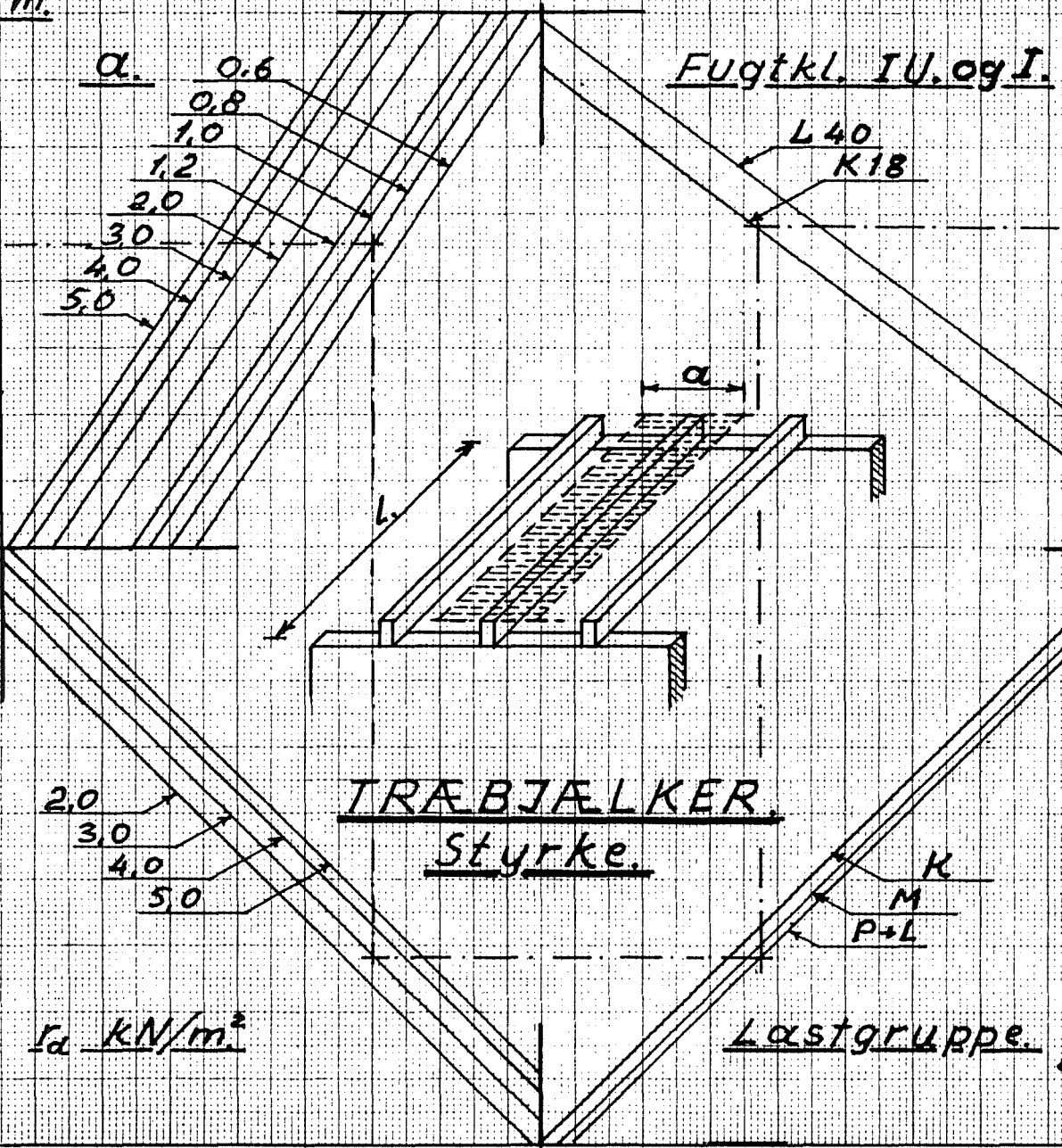
$$f_{ck} = \underline{29,0 \text{ N/mm}^2}$$

$$A_{30} = (140 - 2 \cdot 0,7 \cdot 30)(133 - 2 \cdot 0,7 \cdot 30) = 98 \times 91 = \underline{8918 \text{ mm}^2}$$

$$\frac{L_s}{l_{\min}} = \frac{4000}{0,29 \cdot 91} = 152 \rightarrow k_s = \underline{0,12}$$

$$\sigma_c = \frac{29,00 \cdot 10^3}{8918} = \underline{3,25 \text{ N/mm}^2} \leq f_{sk} = 0,12 \cdot 29 = \underline{3,48}$$

L, m.  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12



Fugt kl. IU. og I.

L 40  
K 18

TRÆBJÆLKER  
Styrke

$r_d$  kN/m<sup>2</sup>

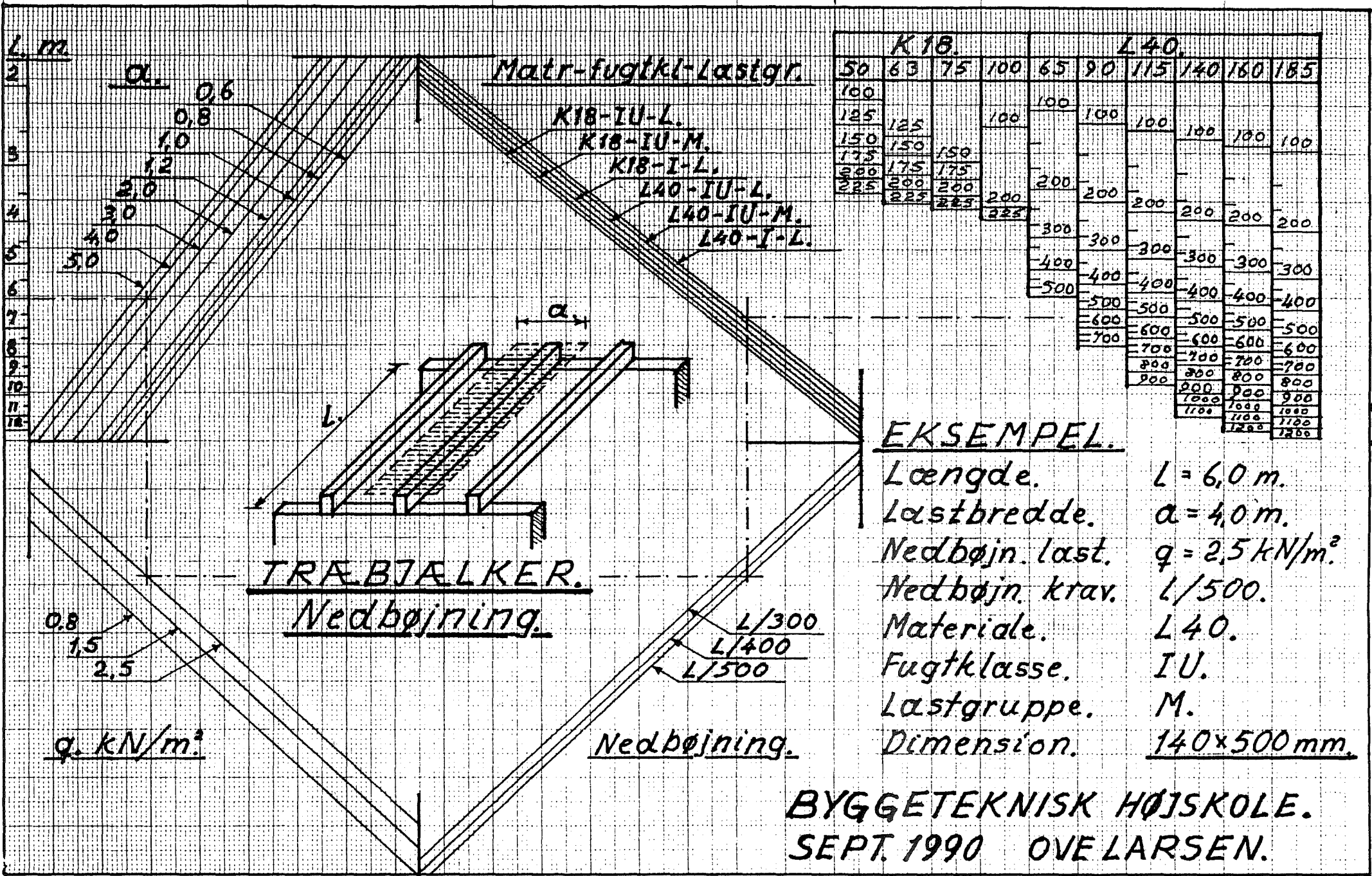
Lastgruppe

	K 18.				L 40.					
	50	63	75	100	65	90	115	140	160	185
100					100					
125						100				
150				100			100			
175		125						160		
200		150	150						100	
225		175	175							100
		200	200	200	200	200	200	200	200	200
		225	225	225	300	300	300	300	300	300
					400	400	400	400	400	400
					500	500	500	500	500	500
					600	600	600	600	600	600
					700	700	700	700	700	700
					800	800	800	800	800	800
					900	900	900	900	900	900
					1000	1000	1000	1000	1000	1000
					1100	1100	1100	1100	1100	1100
					1200	1200	1200	1200	1200	1200
					1300	1300	1300	1300	1300	1300
					1400	1400	1400	1400	1400	1400
					1500	1500	1500	1500	1500	1500
					1600	1600	1600	1600	1600	1600
					1700	1700	1700	1700	1700	1700
					1800	1800	1800	1800	1800	1800
					1900	1900	1900	1900	1900	1900
					2000	2000	2000	2000	2000	2000

EKSEMPEL.

Længde.  $L = 4,0$  m.  
 Lastbredde.  $a = 0,8$  m.  
 Regn. last.  $r_d = 3,0$  kN/m<sup>2</sup>.  
 Lastgruppe. P+L.  
 Fugtklasse. IU.  
 Styrkeklasse. K 18.  
 Dimension.  $63 \times 225$  mm.

BYGGETEKNISK HØJSKOLE.  
SEPT. 1990 OVE LARSEN.



K 18.				L 40.					
50	63	75	100	65	90	115	140	160	185
100				100					
125	125		100	100		100	100	100	100
150	150								
175	150	150							
200	175	175							
225	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	225	225	225	200	200	200	200	200	200
				300	300	300	300	300	300
				400	400	400	400	400	400
				500	500	500	500	500	500
				600	600	600	600	600	600
				700	700	700	700	700	700
				800	800	800	800	800	800
				900	900	900	900	900	900
				1000	1000	1000	1000	1000	1000
				1100	1100	1100	1100	1100	1100
				1200	1200	1200	1200	1200	1200

**EKSEMPEL.**

- Længde.  $L = 6,0 \text{ m.}$
- Læstbredde.  $a = 4,0 \text{ m.}$
- Nedbøjn. læst.  $q = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- Nedbøjn. krav.  $L/500.$
- Materiale.  $L40.$
- Fugtklasse.  $IU.$
- Læstgruppe.  $M.$
- Dimension.  $140 \times 500 \text{ mm.}$

BYGGETEKNISK HØJSKOLE.  
SEPT. 1990 OVE LARSEN.