



# Forblad

**Om Tagkonstruktioner af Træ**

**J.A.Laursen**

**Tidsskrifter**

**BSM 19-2 Bygningsstatistiske Meddelelser**

**1948**

# OM TAGKONSTRUKTIONER AF TRÆ

AF J. A. LAURSEN

Udarbejdet paa Grundlag af et Foredrag holdt i Dansk  
Selskab for Bygningsstatik den 28/4 1947.

De fleste raadgivende Ingeniører vil jævnligt have haft Lejlighed til at konstatere, at de af dem paa Basis af Dansk Ingeniørforenings Normer udformede Trækonstruktioner har en udpræget Tilbøjelighed til at blive forholdsvis langt dyrere end de af Arkitekter og Haandværksmestre ud fra aarhundredgammel Tømmertradition udformede.

Det har forekommet mig naturligt at søge Aarsagerne til denne Skævhed nærmere klarlagt.

Den i det følgende omtalte Redegørelse gør ikke Krav paa Fuldkommenhed; dertil kræves en større Indsats, end det har været mig muligt at afse Tid til. Det er imidlertid mit Haab, at de foreliggende Resultater senere maa kunne danne Grundlag for en gennemgribende Undersøgelse af dette for vort Samfund, ikke mindst i nationaløkonomisk Henseende, saa betydningsfulde Problem.

## *I. Almindelige Sadeltage.*

Den dominerende Tagkonstruktion her til Lands er, som bekendt, det *almindelige Sadeltag*. I Modsætning til det, der er Reglen for Gittertagværker, bliver Sadeltaget saa godt som aldrig dimensioneret efter forudgaaende statisk Beregning, idet alle Landets Bygningsvedtægter indeholder simple, omend, som det vil fremgaa af det følgende, sjældent rationelt udformede Regler for, hvilken Spærdimension der i hvert enkelt Tilfælde skal anvendes. Det overlades endvidere — i det store og hele — alene til de respektive udøvende Haandværkere at træffe Bestemmelse om, hvorledes de forskellige Tømmerforbindelser i Spærfaget skal udformes, idet Bygningsreglementerne om dette Emne i Reglen indskrænker sig til i almindelige Vendinger at fastslaa: »at Forbindelserne skal udføres paa forsvarlig Vis og uden at svække Konstruktionerne unødigt«.

Man kan vist uden at fjerne sig væsentligt fra Sandheden fastslaa, at de Folk, som udfører Konstruktionerne, og de, der paa de offentlige Myndigheders Vegne skal godkende dem, kun rent undtagelsesvis har et saadant Kendskab til de paagældende Konstruktioners Virkemaade, at de kan afgøre, hvilket Konstruktionsprincip der ved de forskellige Detailudformninger vil være at foretrække, hvorfor Bygningstilsynet som Regel alene maa indskrænke sig til at paase, at Detaillerne bliver udformet og udført i Overensstemmelse med gældende Sædvane i den paagældende Landsdel. At en saadan Form for Planlægning ikke er tilfredsstillende idag, hvor der her i Landet normalt udføres Trætage til en efter et løseligt Skøn samlet Anskaffelsessum af ca. 10 Millioner Kr. aarligt, turde være indlysende.

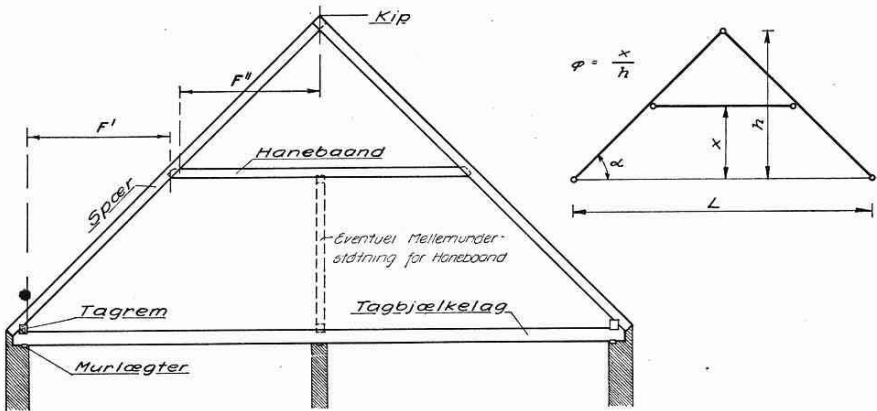


Fig. 1. Almindeligt Sadeltag.

### Normale Spærfag.

Et typisk alm. Sadeltag er vist paa Fig. 1. Den bærende Hovedkonstruktion bestaar af 2 skraatstillede Spær, der foroven støtter mod hinanden og forneden er understøttet paa Tagbjælkelaget. Paa deres frie Spændvidde er de 2 Spær gensidigt afstivede ved et vandret Hanebaand, almindeligvis af samme Dimension som Spærerne.

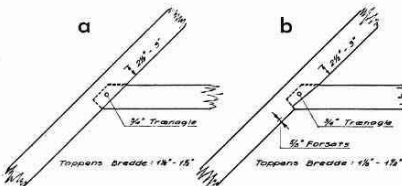


Fig. 2a og 2b. Forbindelse mellem Hanebaand og Spær.

Med Hensyn til Forbindelserne i et Sadeltag har der i Tidens Løb udviklet sig en bestemt Praksis. Paa Fig. 2 er de 2 almindeligste Udførelsesformer for Hanebaandets Befæstelse til Spæret vist. I mange Tilfælde nøjes man med en Tap med 1 Stk.  $\frac{3}{4}$ " Trænegle. Tappen har

en Bredde paa groft set  $\frac{1}{3}$  af Spærets Bredde og en Dybde paa  $2\frac{1}{2}$ —3". Efter at Hullet for Tappen er blevet stemmet ud i Spæret, bores, inden Tappen er skudt ind paa Plads, et  $\frac{3}{4}$ " Hul til Naglen. Derefter skubbes Tappen saa langt ind som muligt, hvorefter man med en Blyant streger Naglehullet i Spæret af paa Tappen, der udtages, medens Naglehullet i Tappen udbores med en Ekscentricitet paa ca.  $\frac{1}{8}$ ". I Haandværker-sprog hedder det, at Samlingen udføres med »Fortræk«. Naglen, der udføres af knastfrit Naaetræ, passer i Forvejen stramt til Hullet og spænder nu Hanebaandet fast ind til Spæret, naar den drives paa Plads

Spærprofil	$F_{\text{fuldt}}$ cm <sup>2</sup>	$W_{\text{fuldt}}$ cm <sup>3</sup>	$W'$ cm <sup>3</sup>	$W''$ cm <sup>3</sup>
4 × 4" . . . . .	100	167	130	92
4 × 5" . . . . .	125	260	196	149
5 × 5" . . . . .	156	326	255	194
5 × 6" . . . . .	188	469	367	293
6 × 6" . . . . .	225	563	452	349
6 × 7" . . . . .	263	766	618	515

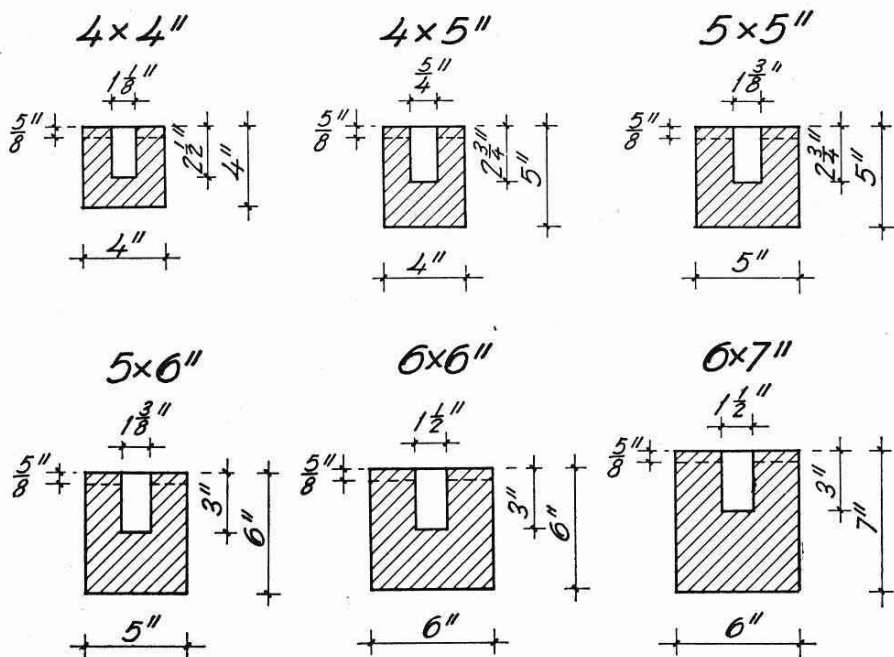


Fig. 3. Spærsvækkelser.

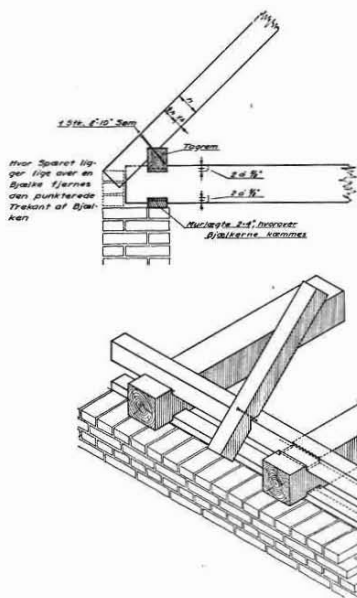


Fig. 4. Spærfagets Understøtning paa Tagrem og Bjælkelag.

samme Dimension som Spæret. Ved større Spærdimensioner anvendes dog oftest en noget mindre Rem og dennes Dimension overstiger saaledes sjældent  $5 \times 5''$ . Remmen kæmmes ned over Tagbjælkelaget, som vist



Fig. 5. Spærfagernes Understøtning paa Tagbjælkelaget.

med en Økse. En omhyggelig Tørrersvend vil altid yderligere forsyne Forbindelsen med et »Bryst« i en Tømmestoks Bredde ca. 1,6 cm (saaledes som vist til højre paa Fig. 2). Da den farligste Paavirkning af Spæret altid optræder netop i dette Tværsnit, vil det forstaaes, at den omtalte Svækkelse er meget betydningsfuld. I Tabellen Fig. 3 er for de forskellige i Praxis forekommende Spærdimensioner angivet dels  $W_{\text{fuld}}$ , dels de svækkede Tværsnits Modstandsmomenter  $W'$  og  $W''$  ved de 2 respektive Udførelsesformer.

Forneden sadles Spærene over en Rem af nogenlunde den

paa Fig. 4. Spæret spigres med 1 Stk. 8"—10" Spir, der anbringes, som vist. Da Spærfagsdelingen kun sjældent er den samme som Bjælkelagsdelingen, er det vilkaarligt, hvor paa Remmen Spærfagsreaktionen skal optages, saaledes som det f. Eks. fremgaar af Fotografiet Fig. 5.

Forbindelsen i »Kippen« har almindeligvis 2 forskellige Udførelsesformer, som vist paa Fig. 6, der taler for sig selv. Se endvidere Fig. 7.

Naar Tagdækningen, saaledes som det oftest er Tilfældet, ikke indeholder gennemgaaende plane Flader, der gør hele Sagen lidt mere indviklet i statisk Henseende, er Sadeltaget en i statisk Henseende overmaade skarpt defineret Konstruktion (en 3-Charniersbue med Trykbaand), der er 1 Gang statisk ubestemt.

Paa Fig. 8 ser man det bærende Hovedsystem for et Sadeltag. Øverst er vist Momenter og Nedbøjninger for Egenvægtsbelastningen 134 kg/m

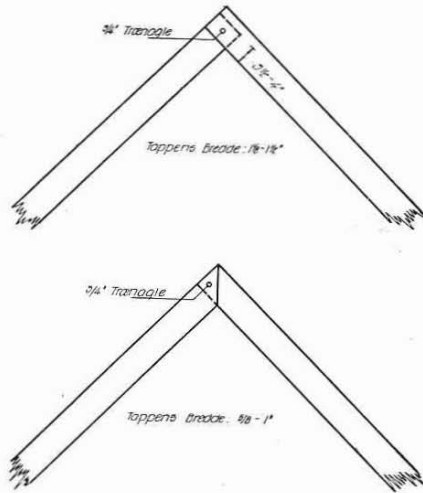


Fig. 6. Detaille af Kip.

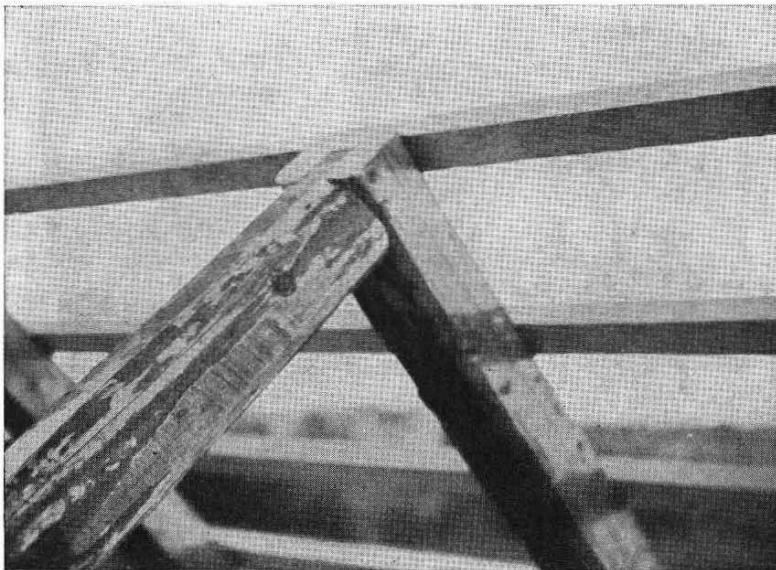


Fig. 7. Foto af Kip.

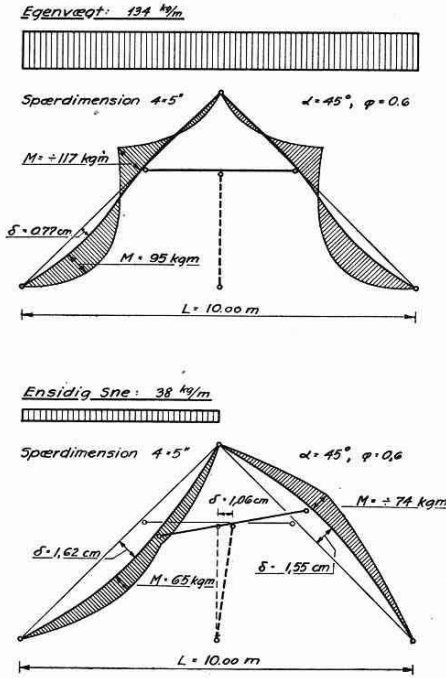


Fig. 8. Momenter i og Deformationer af almindeligt Sadeltag for henholdsvis Egenvægt og ensidig Snebelastning.

ket« ved Anbringelse af en Stolpevæg midt under Hanebaandets frie Spændvidde. Det vil med fornøden Tydelighed af Figur 8 fremgaa, at denne Foranstaltning praktisk talt ikke virker aflastende paa Spærene, men at den naturligvis giver en betydelig Støtte for en eventuel lodret Belastning paa Hanebjælkelaget.

Influenslinierne for forskellige karakteristiske Paavirkninger af et Sadeltag vil have et Udseende, som vist paa Fig. 9.

Ifølge de nye danske Belastningsnormer fra 1944 skal Tagværker, der underkastes ingeniørmæssig Beregning, her i Landet dimensioneres for en Egenvægt, der incl. Egenvægt af Lægter og Spær for

alene. Største bøjende Moment i dette Tilfælde er  $117\text{ kgm}$  med en dertil svarende største Nedbøjning paa  $0,77\text{ cm}$ . Konstruktionen er meget sensibel for skæv Belastning, hvilket med stor Tydelighed fremgaa af den underste Figur, hvor Momenter og Nedbøjninger for ensidig Snebelastning  $38\text{ kg/m}$  er vist. Største Moment er i dette Tilfælde  $74\text{ kgm}$  med en dertil svarende største Nedbøjning paa  $1,62\text{ cm}$ . Udtrykt paa anden Maade kan det siges, at en ensidigt virkende Belastning giver  $4,47$  Gange større Moment, og  $14,86$  Gange større Nedbøjning, end hvad den samme Totalbelastning vilde give, saafremt den var jævnt fordelt over hele Spændvidden.

Undertiden bliver, som mange Arkitekter og Tømrermestre ynder at udtrykke sig: »Spærfaget forstærket« ved Anbringelse af en Stolpevæg midt under Hanebaandets frie Spændvidde. Det vil med fornøden Tydelighed af Figur 8 fremgaa, at

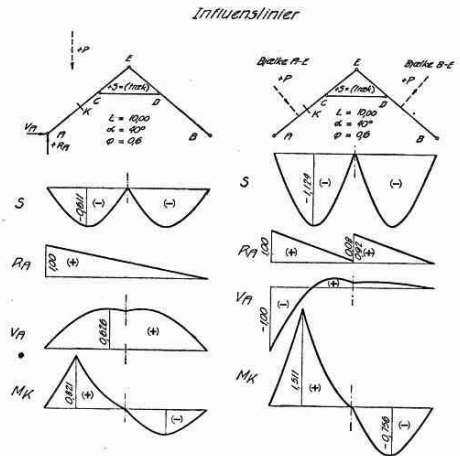


Fig. 9. Influenslinier for alm. Sadeltag.

almindelige gængse Tage dækket af Teglsten paa Lægter, er ansat til 95 kg pr. m<sup>2</sup> af den skraa Tagflade. For »lette Tage«, dækket af Skifer, Bølgeeternit eller lign., vil den tilsvarende Vægt andrage højst 50 kg/m<sup>2</sup> af den skraa Tagflade.

Som bevægelig Belastning skal der regnes med:

- 1) et Snetryk — paa den ene eller den anden, eller, saafremt det er farligst, paa begge Tagflader samtidigt — hvis Størrelse afhænger af Taghældningen og varierer mellem 75 og 0 kg/m<sup>2</sup> af Tagfladens vandrette Projektion.
- 2) Samtidig med Snebelastningen den farligste af 2 forskellige Vindbelastninger, hvoraf den ene svarer til Vindpaavirkning paa tværs af Tagets Længderetning og alene afhænger af Taghældningen. Den anden svarer til Vindpaavirkning paa langs af Taget og er ansat til et Vindsug paa 64 kg/m<sup>2</sup> af den skraa Tagflade paa enten den ene eller den anden Tagflade.

Bortset fra forskellige Bestemmelser om Stivhed og tilladelig Udbøjning maa Paavirkningen for disse samlede Belastninger ikke overstige  $\sigma = 90 \text{ kg/cm}^2$  for ren Bøjning og  $\sigma = 60 \text{ kg/cm}^2$  for rent Tryk uden Søjlevirkning.

Da Enhedsbelastningerne saaledes er uafhængige af Spændvidden, er det let at foretage en Simplifikation af de nødvendige statiske Beregninger for et almindeligt Sadeltag. For ligedannede Spærfagsfigurer vil de optrædende Normalkræfter og Reaktioner nemlig simpelthen være proportionale med Spændvidderne, medens Momenterne vil være proportionale med Spændviddernes Kvadrat.

Paa Fig. 10—16 er vist forskellige Diagrammer. Ved Hjælp af disse vil man hurtigt kunne udregne de bestemmende Momenter og Kræfter for ethvert i Praxis forekommende Sadeltag.

Princippet i Kurvernes Anvendelse er, at man med Forholdet  $\varphi = \frac{x}{h}$  og med Taghældningen  $\alpha$  paa de respektive Diagrammer finder de til Dimensioneringen nødvendige Koefficienter til Bestemmelse af de bestemmende Momenter og Normalkræfter  $M$  og  $N$  pr. lbm Tag i de forskellige karakteristiske Punkter i Spærfaget.

Om selve Udregningen og til Brug for dem, som maatte ønske at kontrollere de fundne Resultater, skal følgende detaljerede Oplysninger gives (se Fig. 1):

$$\alpha = \text{Taghældningen i Grader}; \quad \varphi = \frac{x}{h}; \quad \varphi' = \frac{h \div x}{h} = 1 \div \varphi; \quad a = \frac{L}{2};$$

De lodrette Reaktionskomponenter  $R_A$  og  $R_B$  og de tilsvarende vandrette  $V_A$  og  $V_B$ .



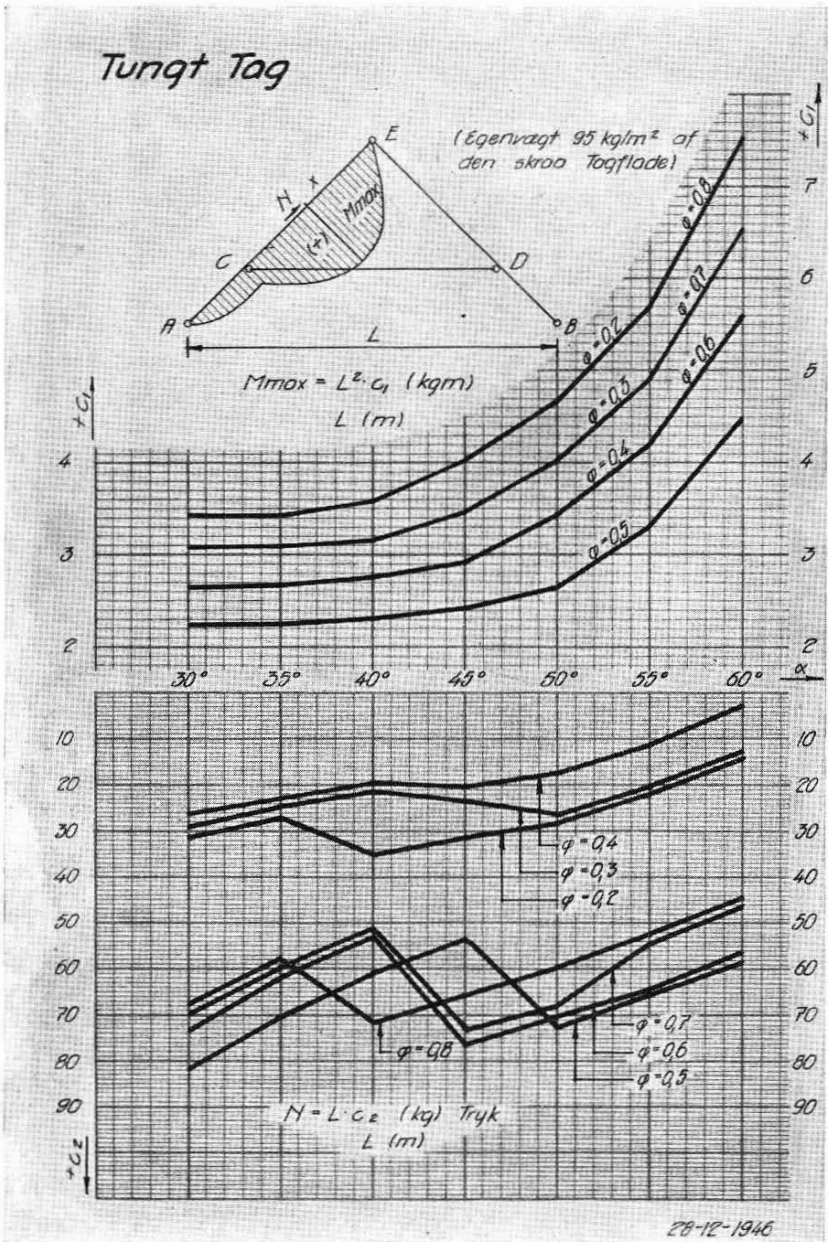


Fig. 10. Beregningsdiagram I for »Tungt Tag».

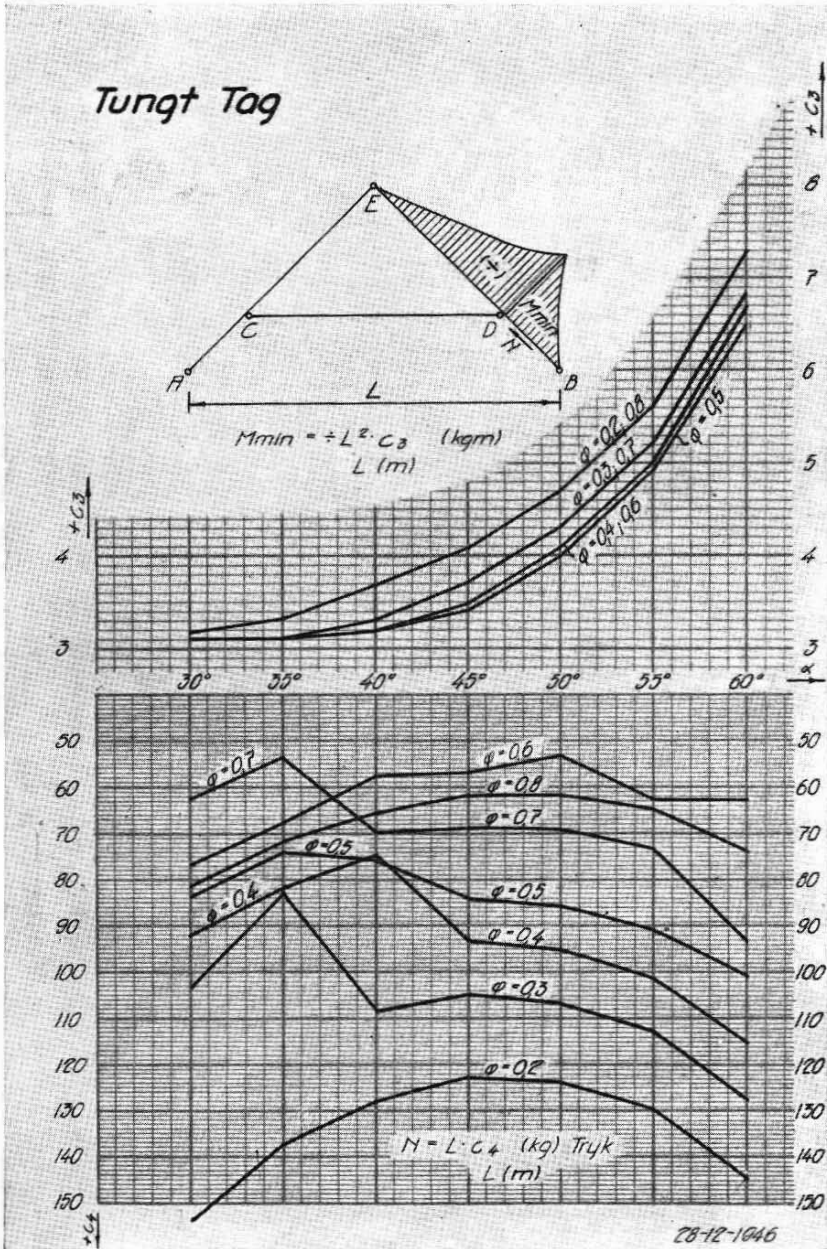


Fig. 11. Beregningsdiagram II for »Tungt Tag«.

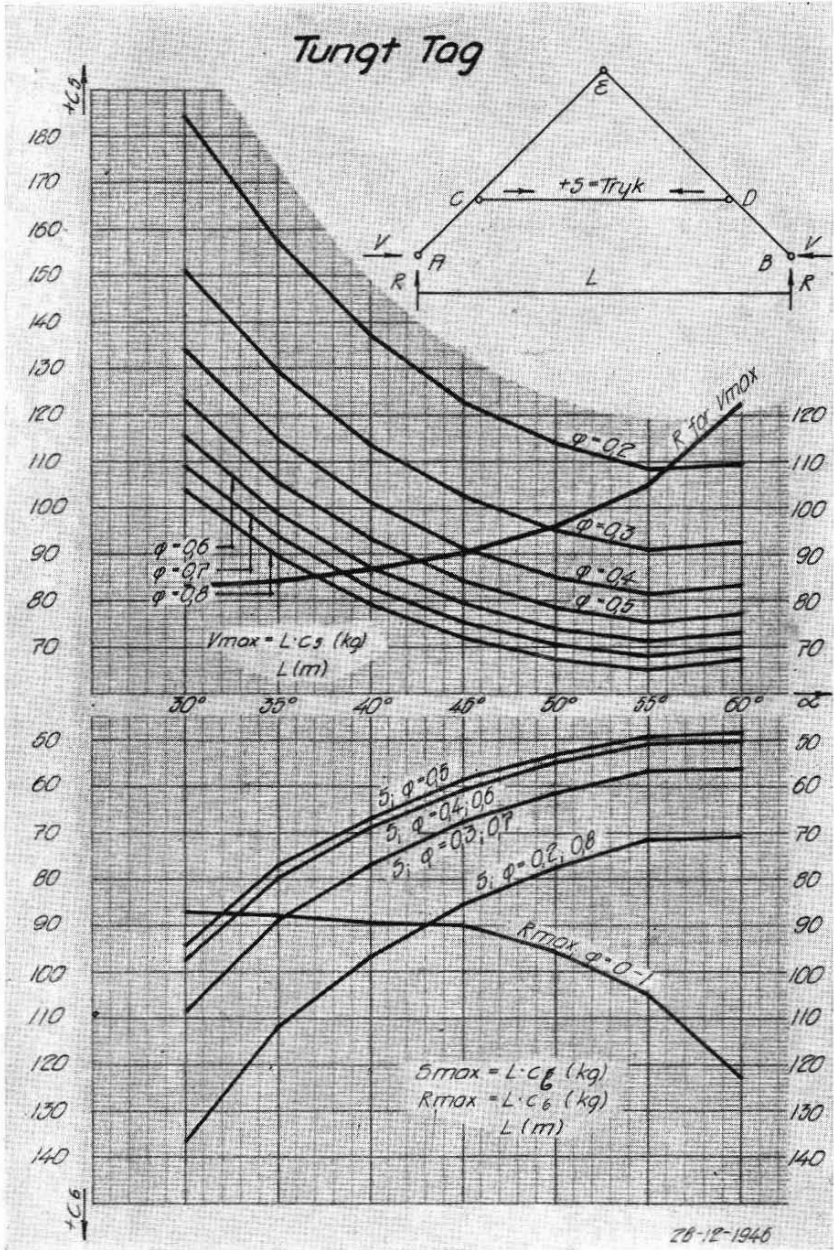


Fig. 12. Beregningsdiagram III for 'Tungt Tag'.

$S_{\max}$  er i Fig. fejlagtigt opgivet som  $S_{\max} = L \cdot c_s$  skal være  $S_{\max} = L \cdot c_s$  (kg)

Let Tag

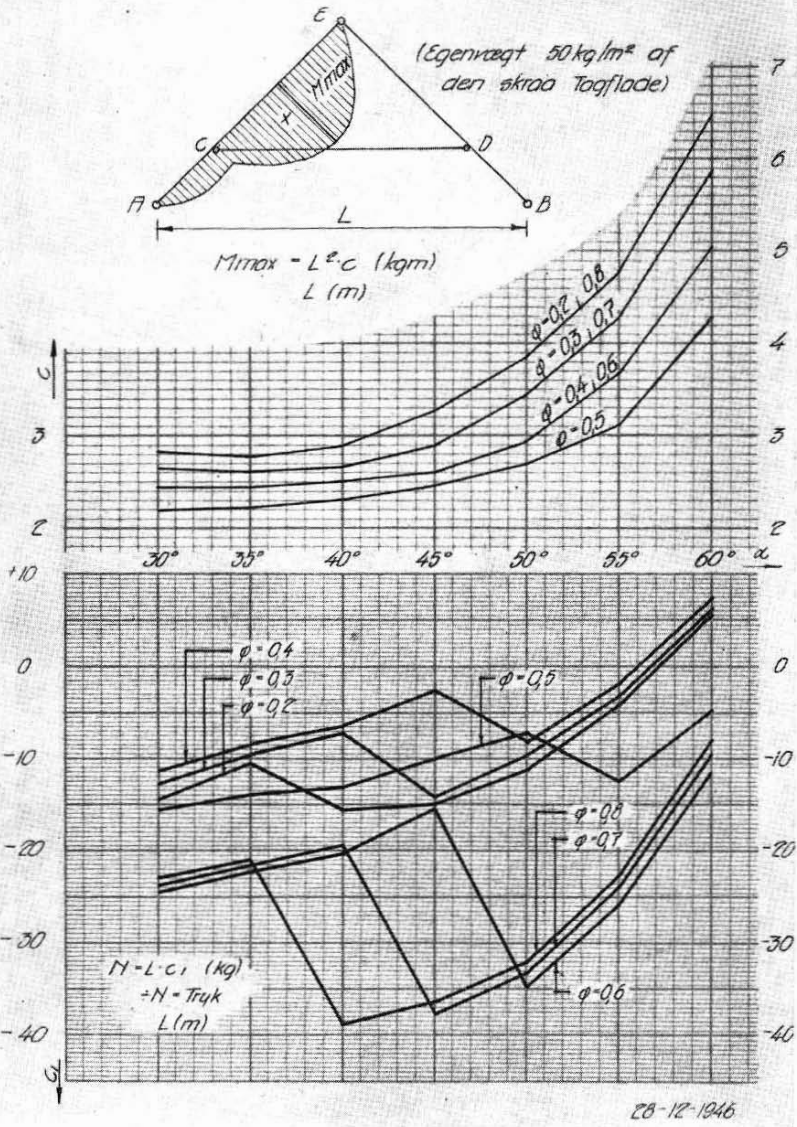


Fig. 13. Beregningsdiagram I for »Let Tag«.

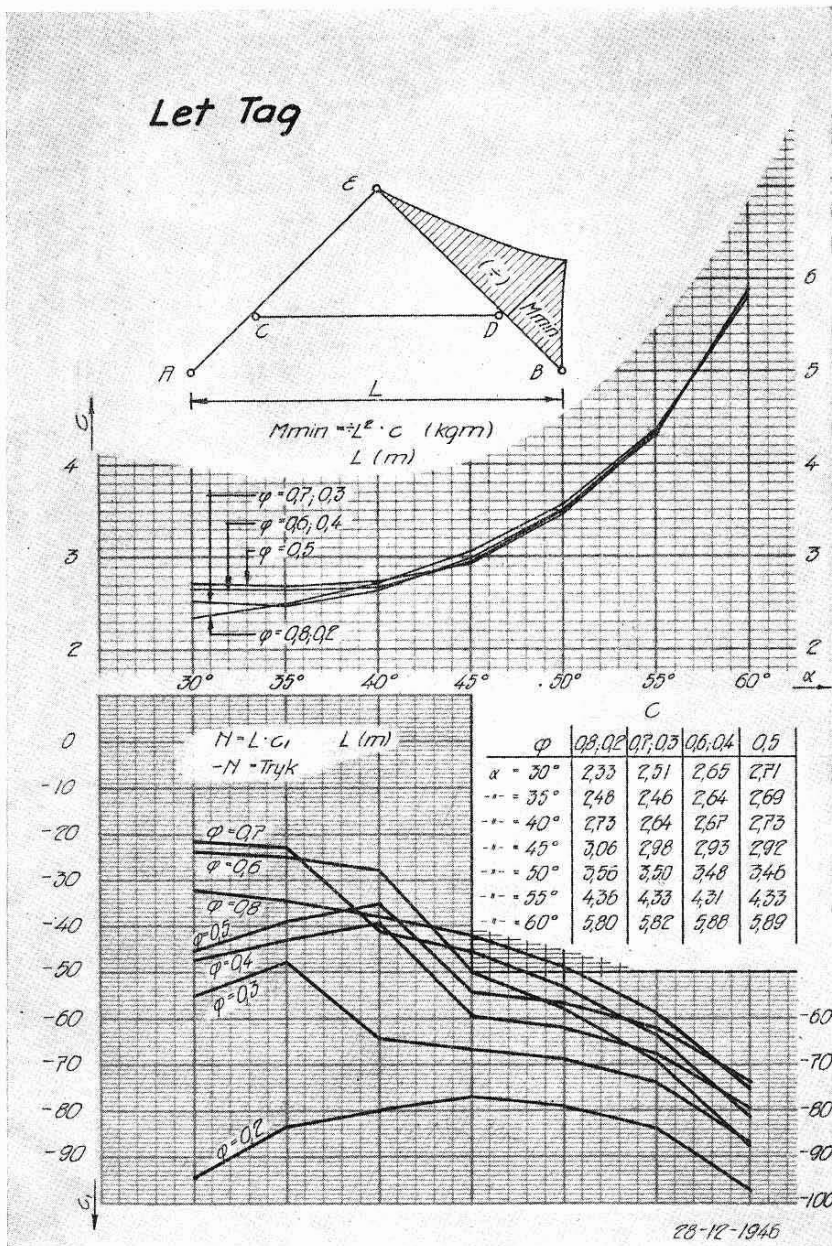


Fig. 14. Beregningsdiagram II for »Let Tag«.

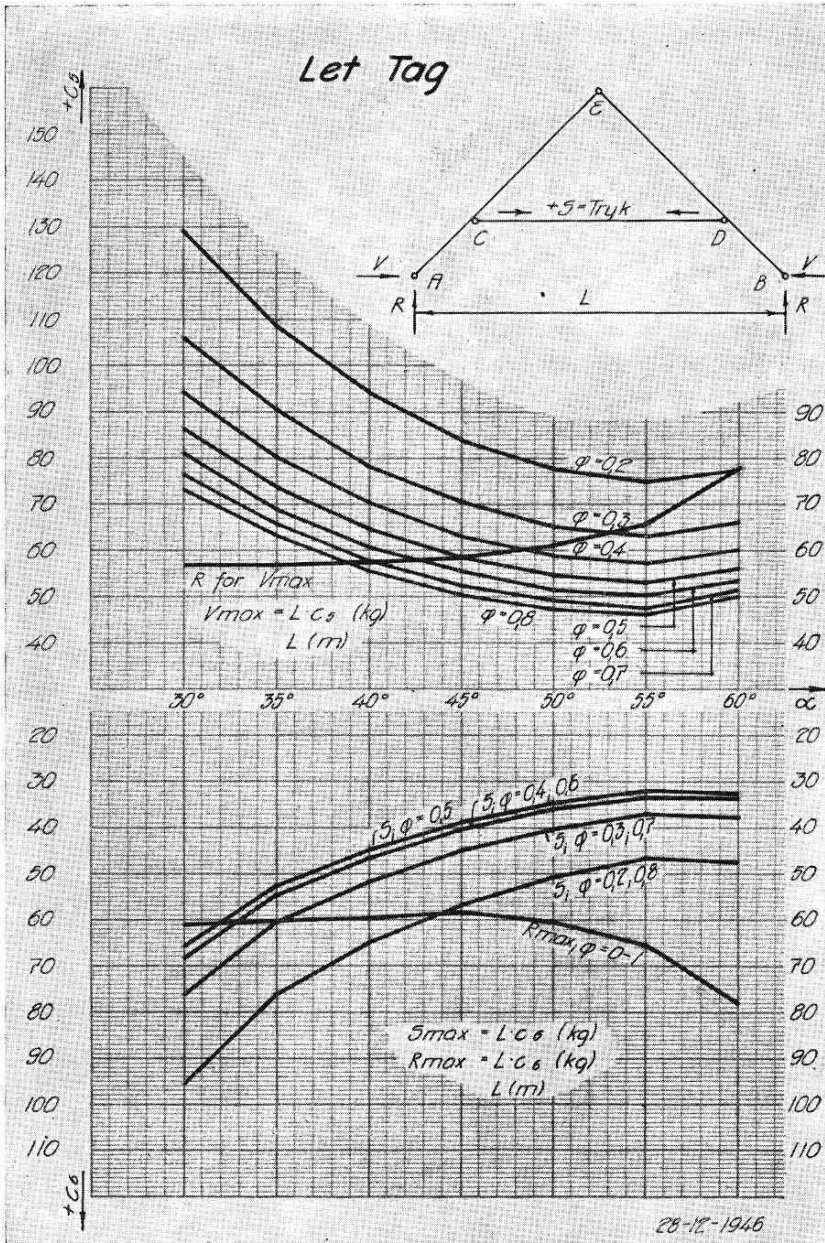


Fig. 15. Beregningsdiagram III for »Let Tag«.

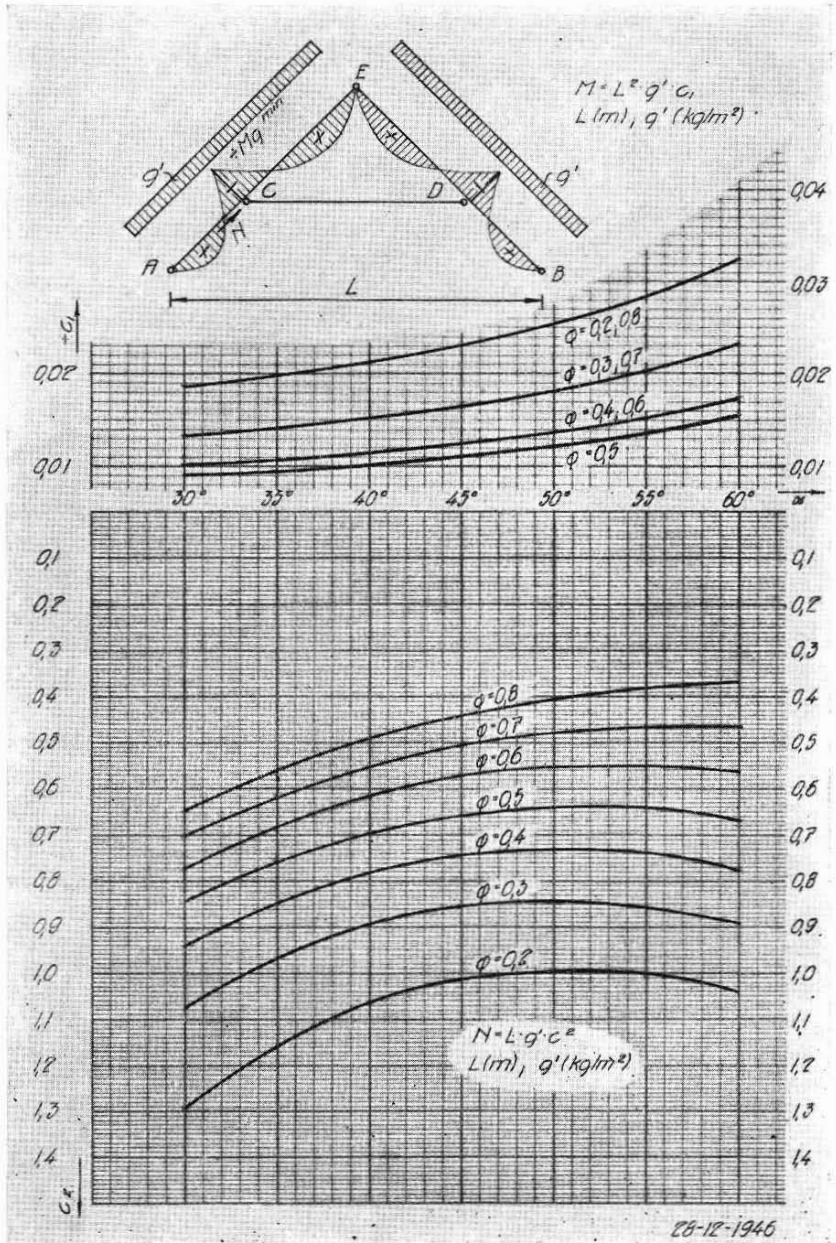


Fig. 16. Diagram for Eigenvægtsmomenter i Pkt. C.

$g'$  = Eigenvægten af Spærfaget for  $\text{m}^2$  skraa Tagflade (for »Tung Tag»:  $95 \text{ kg/m}^2$ , for »Let Tag»:  $50 \text{ kg/m}^2$ ).

$\xi$  er det til et vilkaarligt Punkt paa Spæret svarende Forhold mellem Punktets lodrette Afstand fra Linien A—B og Spærfagets Totalhøjde  $h$ , (for Pkt. C og D er saaledes:  $\xi = \varphi$ ),  $\xi' = 1 \div \xi$ .

1)

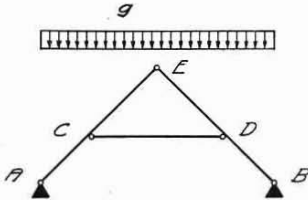


Fig. 17.

$$R_A = R_B = a \cdot g,$$

$$V_A = V_B = \frac{a}{8} g \cdot \cot \alpha \left( 4 + \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right),$$

$$S = \frac{a}{8} \cdot g \cdot \cot \alpha \cdot \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi \cdot \varphi'},$$

$$\text{for } \xi \leq \varphi : M = \frac{a^2}{8} g \cdot \left( 4 \xi' \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) \xi,$$

$$N = R_A \cdot \sin \alpha + V_A \cdot \cos \alpha \div a \cdot g \sin \alpha \cdot \xi,$$

$$\text{for } \xi \geq \varphi : M = \frac{a^2}{8} g \left( 4 \cdot \xi \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi'} \right) \xi',$$

$$N = R_A \cdot \sin \alpha + (V_A \div S) \cdot \cos \alpha \div a \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot \xi.$$

2)

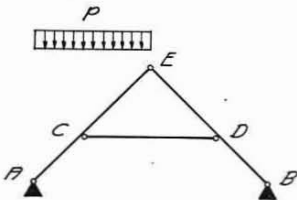


Fig. 18.

$$R_A = \frac{3}{4} \cdot a \cdot p; \quad R_B = \frac{1}{4} a \cdot p,$$

$$V_A = V_B = \frac{a}{16} p \cdot \cot \alpha \left( 4 + \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right),$$

$$S = \frac{a}{16} \cdot p \cdot \cot \alpha \cdot \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi \cdot \varphi'}.$$

$$\text{Spær A—E: } \left\{ \begin{array}{l} \xi \leq \varphi : M = \frac{a^2}{16} \cdot p \cdot \left( 8 \xi' \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) \xi, \\ \quad N = R_A \cdot \sin \alpha + V_A \cdot \cos \alpha \div a \cdot p \cdot \sin \alpha \cdot \xi, \\ \xi \geq \varphi : M = \frac{a^2}{16} \cdot p \cdot \left( 8 \xi \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi'} \right) \xi', \\ \quad N = R_A \cdot \sin \alpha + (V_A \div S) \cdot \cos \alpha \div a p \cdot \sin \alpha \cdot \xi. \end{array} \right.$$



$$\text{Spær B-E: } \left\{ \begin{array}{l} \xi \leq \varphi : M = \div \frac{a^2}{16} \cdot p \cdot \xi \cdot \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi}, \\ N = R_B \cdot \sin \alpha + V_B \cdot \cos \alpha, \\ \xi \geq \varphi : M = \div \frac{a^2}{16} \cdot p \cdot \xi' \cdot \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi'}, \\ N = R_B \cdot \sin \alpha + (V_B \div S) \cos \alpha. \end{array} \right.$$

3)

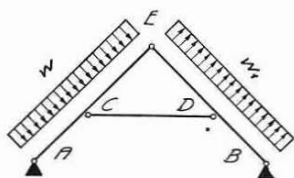


Fig. 19.

$$R_A = \frac{a}{4} \left[ w(3 \div \operatorname{tg}^2 \alpha) \div w_1(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \right],$$

$$R_B = \frac{a}{4} \left[ w(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \div w_1(3 \div \operatorname{tg}^2 \alpha) \right],$$

$$V_A = \frac{a}{16} \left\{ w \left[ \cot \alpha \left( 4 + \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) \div \operatorname{tg} \alpha \left( 12 \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) \right] \right. \\ \left. \div w_1 (\operatorname{tg} \alpha + \cot \alpha) \left( 4 + \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) \right\},$$

$$V_B = V_A + a \cdot \operatorname{tg} \alpha (w + w_1),$$

$$S = \frac{a}{16} \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi \cdot \varphi'} (\operatorname{tg} \alpha + \cot \alpha) (w \div w_1).$$

$$\text{Spær A-E: } \left\{ \begin{array}{l} \xi \leq \varphi : M = \frac{a^2}{16} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \left[ w \left( 8 \xi' \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) + w_1 \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right] \xi, \\ N = R_A \cdot \sin \alpha + V_A \cdot \cos \alpha, \\ \xi \geq \varphi : M = \frac{a^2}{16} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \left[ w \left( 8 \xi \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi'} \right) + w_1 \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi'} \right] \xi', \\ N = R_A \cdot \sin \alpha + (V_A \div S) \cos \alpha. \end{array} \right.$$

$$\text{Spær B-E: } \left\{ \begin{array}{l} \xi \leq \varphi : M = \div \frac{a^2}{16} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \left[ w \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} + w_1 \left( 8 \xi' \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) \right] \xi, \\ N = R_B \cdot \sin \alpha + V_B \cdot \cos \alpha, \\ \xi \geq \varphi : M = \div \frac{a^2}{16} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \left[ w \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} + w_1 \left( 8 \xi \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) \right] \xi', \\ N = R_B \cdot \sin \alpha + (V_B \div S) \cos \alpha. \end{array} \right.$$

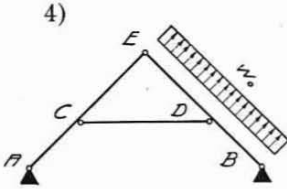


Fig. 20.

$$R_A = \div \frac{a}{4} w_0 (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha),$$

$$R_B = \div \frac{a}{4} w_0 (3 \div \operatorname{tg}^2 \alpha),$$

$$V_A = \div \frac{a}{16} w_0 \left( 4 + \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) (\operatorname{tg} \alpha + \cot \alpha),$$

$$V_B = V_A + a w_0 \operatorname{tg} \alpha.$$

$$S = \div \frac{a}{4} w_0 \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi \cdot \varphi'} (\operatorname{tg} \alpha + \cot \alpha).$$

$$\text{Spær A—E: } \left\{ \begin{array}{l} \xi \leq \varphi : M = \frac{a^2}{16} w_0 \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \xi (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha), \\ N = R_A \cdot \sin \alpha + V_A \cdot \cos \alpha, \\ \xi \geq \varphi : M = \frac{a^2}{16} w_0 \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi'} \xi' (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha), \\ N = R_A \cdot \sin \alpha + (V_A \div S) \cos \alpha. \end{array} \right.$$

$$\text{Spær B—E: } \left\{ \begin{array}{l} \xi \leq \varphi : M = \div \frac{a^2}{16} w_0 \left( 8 \xi' \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi} \right) \xi (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha), \\ N = R_B \cdot \sin \alpha + V_B \cdot \cos \alpha, \\ \xi \geq \varphi : M = \div \frac{a^2}{16} w_0 \left( 8 \xi \div \frac{1 + \varphi \cdot \varphi'}{\varphi'} \right) \xi' (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha), \\ N = R_B \sin \alpha + (V_B \div S) \cos \alpha. \end{array} \right.$$

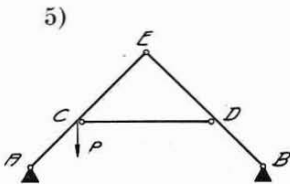


Fig. 21.

$$R_A = \frac{1}{2} P (2 \div \varphi),$$

$$R_B = \frac{1}{2} P \cdot \varphi,$$

$$V_A = V_B = \frac{1}{2} P \cdot \cot \alpha,$$

$$S = \frac{1}{2} P \cdot \cot \alpha.$$

$$\text{Spær A-E: } \begin{cases} \xi \leq \varphi : M = \frac{1}{2} P \cdot \alpha \cdot \varphi' \cdot \xi; & N = R_A \sin \alpha + V_A \cdot \cos \alpha, \\ \xi \geq \varphi : M = \frac{1}{2} P \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot \xi'; & N = (R_A \div P) \sin \alpha + (V_A \div S) \cdot \cos \alpha, \end{cases}$$

$$\text{Spær B-E: } \begin{cases} \xi \leq \varphi : M = \div \frac{1}{2} P \cdot \alpha \cdot \varphi' \cdot \xi; & N = R_B \sin \alpha + V_B \cdot \cos \alpha, \\ \xi \geq \varphi : M = \div \frac{1}{2} P \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot \xi'; & N = R_B \sin \alpha + (V_B \div S) \cdot \cos \alpha. \end{cases}$$

6)

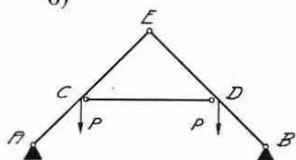


Fig. 22.

$$R_A = R_B = P,$$

$$V_A = V_B = P \cdot \cot \alpha,$$

$$S = P \cdot \cot \alpha,$$

$$M = 0.$$

$$\text{Begge Spær: } \begin{cases} \xi < \varphi : N = R_A \sin \alpha + V_A \cdot \cos \alpha, \\ \xi > \varphi : N = 0. \end{cases}$$

Ved Hjælp af Diagrammerne kan man underkaste de i Praksis forekommende Tagkonstruktioner en nærmere statisk Undersøgelse, og en saadan deler sig naturligt i 2 forskellige Afsnit, idet nemlig de i Bygningsvedtægten for Staden København herom indeholdte Bestemmelser i principiel Henseende adskiller sig fra de i de øvrige Bygningsvedtægter indeholdte.

### København.

I Københavns Bygningsvedtægt fra <sup>18</sup>/<sub>12</sub> 1939 indeholder §§ 39, 40 og 41 en Række Bestemmelser om Spærafstanden, Hanebjælkens Højdebeliggenhed samt hvilke Spærdimensioner, der skal anvendes ved de forskellige Husdybder. § 39 er aftrykt i Fig. 23. Af Stk. 3 kan citeres: »Hanebjælken skal forbindes med Spæret uden unødigt at svække dette«. Da netop den paagældende Detailles Udformning er af afgørende Betydning for hele Spærfagets Bæreevne, havde det været ønskeligt, om Vedtægten havde indeholdt mere skarpt definerede Krav om netop

§ 39.

## Tagkonstruktioner.

1. Naar Taget over en Bygning udføres som et almindeligt Sadeltag med Hanebaand (se Fig. 1), skal Spærrene, naar deres Afstand fra Midte til Midte er højst 1 m, mindst have de Dimensioner, der er angivet i nedenstaaende Tabel (S. 191).



2. Udføres Taget over en Bygning som et Sadeltag med Hanebaand og ved begge Sider forsvarligt understøttet i en Afstand fra Facadurens Yderside af 1,25 m (se Fig. 2), skal Spærrene, naar deres Afstand fra Midte til Midte er højst 1 m, mindst have de Dimensioner, der er angivet i nedenstaaende Tabel (S. 192).

3. Ved Husdybten forstaaes Afstanden mellem Facadurens Ydersider. For Taghældninger mellem 30° og 45° bestemmes Hanebjælkelagets Højde forholdsmæssigt under Henyn til de i Tabellen angivne Tal. Det er tilladt at afvige fra de angivne Højder af Hanebjælkelaget over Tagbjælkelaget med ± 20 cm. Hanebjælken skal have samme Dimension som det tilsvarende Spær, men kan dog udføres af to Stykker Halvtommer. Hanebjælken skal forbindes med Spæret uden unødigt at svække dette. Skal Hanebjælkelaget belastes, maa det understøttes særligt og paa godkendt Maade. Spærets Forankring til Tagbjælkelaget samt Stolens Konstruktion skal godkendes.

4. Er en Husdybde mindre end den for en bestemt Spærdimension i Tabellerne angivne maksimale Husdybde, men større end den for den nærmest lavere Spærdimension angivne, kan der anvendes den mindste af de omhandlede Spærdimensioner, saafremt Afstanden mellem Spærerne forindsækes med 1 cm for hver paaabegyndt 5 cm, som den foreliggende Husdybde overskrider den for den mindste af de to Spærdimensioner angivne.

5. Det er tilladt at anvende Spær med et andet Tværnsnit end det efter ovenstaaende Regler tilladte, naar Produktet: Bredde × Højde × Højde er mindst lige saa stort som det tilsvarende Produkt for det

Husdybde (indtil)	Tæthedning	Højde over Tagbjælkelaget	Dimension af Åper			
			Tungt Tag*)		Let Tag*	
			cm	Tommer	cm	Tommer
8	1:1,7 (ca. 30°)	1,80	12,5 × 12,5	5 × 5	10 × 12,5	4 × 5
	1:1 (45°)	2,50				
9	1:1,7	1,80	12,5 × 15	5 × 6	12,5 × 12,5	5 × 5
	1:1	2,50				
10	1:1,7	2,00	15 × 15	6 × 6	12,5 × 15	5 × 6
	1:1	2,60				
11	1:1,7	2,00	15 × 17,5	6 × 7	15 × 15	6 × 6
	1:1	2,75				
12	1:1,7	2,00	15 × 17,5	6 × 7	15 × 15	6 × 6
	1:1	3,00				
13	1:1,7	2,00	15 × 17,5	6 × 7	15 × 17,5	6 × 7
	1:1	3,25				

\*) Som tungt Tag regnes Tagsten paa Lægter, Tagsten paa Bræddebeklædning og Lister eller Materialer af tilsvarende Vægt.

Som let Tag regnes almindelig Skifer og Asbestcement-Skifer paa Lægter eller paa Bræddebeklædning, Asbestcement-Boldeplader paa Lægter eller Bræddebeklædning, Kobber, Zink, Jernblik eller Tagpap paa Bræddebeklædning eller Materialer af tilsvarende Vægt.

efter nævnte Regler anvendelige Tværnsnit. Tværnsnittets Bredde maa ikke uden særlig Tilladelse gøres mindre end Halvdelen af Højden.

6. Ved Udvekslinger skal Konstruktionen i hvert enkelt Tilfælde godkendes.

7. Udføres en Tagkonstruktion paa anden Maade end efter ovenstaaende Regler eller af andre Materialer, saa som Jern, Jernbeton el. lign., skal den som Helhed i hvert enkelt Tilfælde godkendes.

Fig. 23. Udsnit af Københavns Bygningsvedtægt.

denne Forbindelses Udformning i Stedet for at overlade dette til et efter sin Natur ret tilfældigt Skøn.

De i § 39 angivne Tabeller vedrører alene Taghældninger fra ca. 30° til 45°. Ved stejlere henholdsvis fladere Tage samt ved Anvendelse af andre Materialer end Træ, »skal Konstruktionen som Helhed i hvert enkelt Tilfælde godkendes«.

En Anvendelse af de førnævnte Beregningsdiagrammer paa de efter disse Regler for Taghældninger mellem 30° og 45° givne Spærfagsformer og -dimensioner giver for et normalt Spærfag følgende Resultat:

Ved Belastning af de skraa Tagflader, alene med de i Belastningsnormerne angivne Egenvægte og Nyttelaste, faas ved saavel »Tunge« som »Lette« Tage en kombineret Paavirkning fra Normalkraft og

Moment paa indtil  $\sigma = 1,5 \frac{N}{F_{\text{fuldt}}} + \frac{M}{W} = 6 + 112 = 118 \text{ kg/cm}^2$ . Den farligste Paavirkning haves i alle Tilfælde i Punkt C.

Hvor Rummet over Hanebjælkelaget er paaregnet udnyttet, er i det følgende forudsat, at den paa Fig. 1 med Punktering viste Mellemunderstøtning forefindes. I dette Tilfælde vil en skævt fordelt Nyttelast (saadanne Loftsrums anvendes ofte til Arkiver) forøge saavel Normalkraften som Momentet i Pkt. C, hvilket giver et Tillæg til førnævnte Spændinger,

der ved »Tungt Tag« er af Størrelsesordenen: 38—43 kg/cm<sup>2</sup> og ved »Let Tag«, hvor Spærdimensionen er mindre og Tillæget derfor forholdsvis større: 49—63 kg/cm<sup>2</sup>.

Herved kommer de resulterende Paavirkninger af disse, i nøje Overensstemmelse med Forskrifterne udførte Tagkonstruktioner, op paa indtil 155—180 kg/cm<sup>2</sup>, d. v. s. indtil ca. det dobbelte af det i D. I. F.s Husbygningsnormer tilladte.

Hanebjælken skal iflg. § 39, Stk. 3 »have samme Dimension som det tilsvarende Spær, men kan dog udføres af 2 Stk. Halvtømmer«.

En Kontrolberegning viser, at Hanebjælken med de for København gældende Regler i Almindelighed vil være rigeligt stærk. Den igennem Hanebjælken overførte Normalkraft skal optages igennem den paa Fig. 2a eller b viste Forbindelse. Det vil være urimeligt at antage, at saavel Tap som Forsats begge passer stramt i deres Anlægsflader, hvorfor der ved den kombinerede Forbindelse (Fig. 2b) kun er regnet med Overføring af Kraften gennem Forsatsen. Fladetrykket, Endetræ mod Endetræ, vil i saa Fald være 67—77 kg/cm<sup>2</sup>, hvilket i Sammenligning med den i Normerne givne Maksimalpaavirkning 40 kg/cm<sup>2</sup> giver en Overbelastning paa indtil 93 %.

Forbindelsen i Kippen vil sjældent være ekstraordinært kraftigt paavirket. Paa Fig. 6 er, som allerede nævnt, vist de to almindeligst forekommende Samlingsmetoder. De fra Spær til Spær overførte Trykpaavirkninger optages let af Anlægsfladerne, bedst ved den øverste af de 2 paa Figuren viste Samlingsmetoder. Trækpaavirkningerne skal optages af den  $\frac{3}{4}$ " Trænagle, og de farligste Tilfælde faas, naar  $\varphi \sim 0.7$ . For et »tungt Tag«,  $L = 12,62$  m,  $\alpha = 45^\circ$ ,  $\varphi = 0,54$  og Spærdimensionen  $6 \times 7$ ", faas ved en Beregningsmaade analog til den ved nittede Forbindelser i Staalkonstruktioner anvendte følgende Paavirkninger:

Tryk paa Hulrand.....	ca.	50 kg/cm <sup>2</sup>
Forskydning i 2 Snit af Naglen .....	»	40 »
Forskydning i Spæret ved Udtrækning ...	»	4 »

For Spærets Understøtninger paa Tagbjælkelaget er det ulige vanskelige uden forudgaaende Forsøg at foretage en generel Undersøgelse.

Paa Fig. 24 er eksempelvis øverst til venstre vist et Snit igennem den paagældende Forbindelse, saaledes som denne sædvanligvis vil være udført i København, naar der regnes med Tegltag  $L = 9,35$  m,  $\alpha = 30\frac{1}{2}^\circ$ ,  $\varphi = 0,7$ . Spærdimensionen er da  $5 \times 5$ ". Remmen forudsættes her at være af samme Dimension som Spæret.

Kræfterne er i den følgende Undersøgelse forudsat fordelt, som vist paa Figuren.

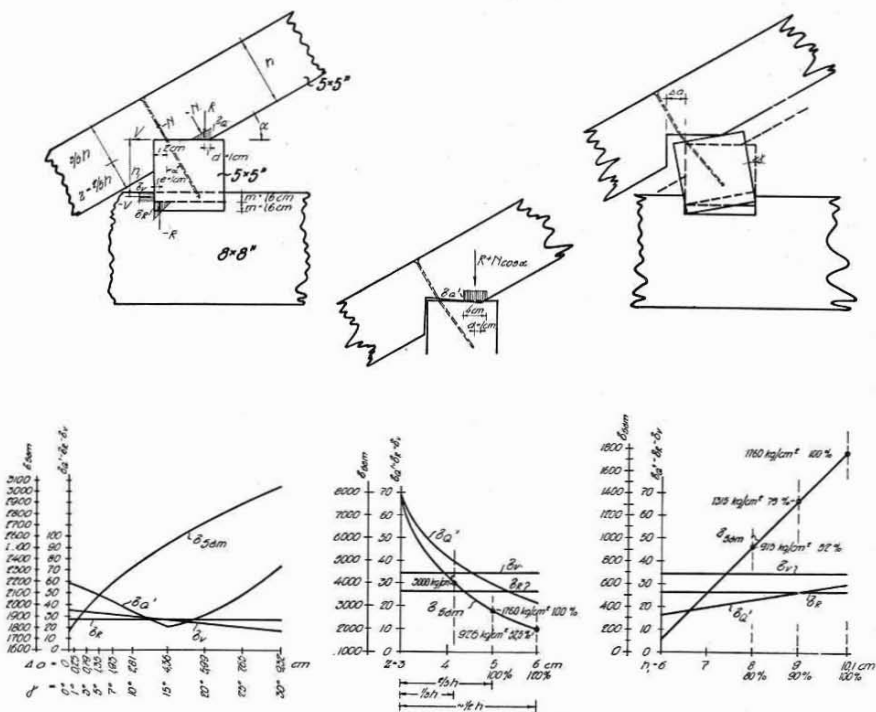


Fig. 24. Paavirkninger i Spærets Understøtning paa Tagbjælkelag.

For ikke at trætte Læserne skal jeg i det følgende indskrænke mig til blot at referere Resultatet af de foretagne Beregninger.

Den største Paavirkning faas for følgende 4 samtidige Belastningsbidrag:

- 1) Egenvægt
- 2) Snebelastning samtidig paa begge Tagflader
- 3) Normal Vindpaavirkning
- 4) Belastning paa Hanebjælkelag.

Det største samlede vandret udadrettede Tryk bliver da  $V = 1098$  kg og den dertil svarende samlede lodrette Reaktion  $R = 785$  kg.

Ved de paafølgende Beregninger er gjort den Forudsætning, at en væsentlig Del af den udadrettede Kraft  $V$  i Anlægsfladen mellem Spær og Rem bliver optaget som Friktion mellem de 2 Træflader (Friktionskoefficienten er forudsat  $\mu = 0,6$ ). Det skal villigt indrømmes, at det er lidt usædvanligt at medregne en saadan Friktionskraft ved en Beregning, og muligvis er det i Strid med de Synspunkter, som Bygningsmyndighederne ellers plejer at godtage, men i det foreliggende Tilfælde er det afgjort nødvendigt at føre Friktionen i Regning, saafremt

man skal kunne afgive en rimelig Forklaring paa, at Konstruktionen er stabil.

Største vandrette Kraft i Anlægsfladen mellem Spær og Rem til Optagelse alene af Sømmet bliver herved  $T = V - \mu Q$ , hvor  $Q = R + N \cos \alpha = 1470$  kg.  $T = 215$  kg. Det samlede Træk i Sømmet bliver under disse Forudsætninger  $N = 795$  kg eller  $\sigma_{\text{søm}} = 1760$  kg/cm<sup>2</sup>.

Under Forudsætning af jævnt fordelt Tryk i den lodrette Udskæring i Træbjælken faas

$$\sigma_V = 34,2 \text{ kg/cm}^2.$$

Med Trekantsfordeling i den vandrette Bjælkeudskæring bliver det maksimale Tryk her  $\sigma_R = 26,2$  kg/cm<sup>2</sup>.

Med Trekants-Trykfordeling mellem Spær og Rem for  $Q = R + N \cos \alpha$  faas  $\sigma_Q = 78,5$  kg/cm<sup>2</sup>. Uanset at denne Spænding kun er ca. det dobbelte af den i Husbygningsnormerne tilladte, og saaledes formodentlig let vil kunne optages af Konstruktionen, vil Spændingsfordelingen her som Følge af Spærets Nedtrykning i Remmen dog snarere være, som vist paa den lille Skitse. Under Forudsætning af jævn Spændingsfordeling over en Bredde paa 4 cm bliver  $\sigma_Q' = 29,4$  kg/cm<sup>2</sup>.

De fundne Resultater virker formodentlig ret chokerende. Der er næppe mange af Læserne, som for Alvor vil tro, at et Søm til Udtrækning vil kunne optage saa stor en Kraft, som svarer til Spændingen 1760 kg/cm<sup>2</sup> i Sømmets Tværsnit.

Hertil er kun at sige, at Taget formodentlig aldrig i Praksis vil blive udsat for saa farlig en Belastningskombination, som foreskrevet i D. I. F.s Belastningsnormer. De virkelig optrædende Spændinger vil derfor naturligvis blive tilsvarende mindre. Yderligere maa det nævnes, at Spærene ved de i Praksis forekommende Konstruktioner oftest — omend ikke altid — vil være indmurede og derved modtage ekstra vandret Understøtning fra Façademuren, et Forhold som en projekterende Ingeniør dog næppe i andre Tilfælde tør føre i Regning.

De enkelte Bidrag til Sømspændingen 1760 kg/cm<sup>2</sup> er iøvrigt:

Egenvægt .....	700 kg/cm <sup>2</sup>
Dobbelttidig Snebelastning .....	400 »
Normal Vindbelastning .....	110 »
Belastning paa Hanebjælkelag .....	550 »
	1760 kg/cm <sup>2</sup>

Paa de nederst paa Fig. 24 viste Diagrammer er vist, hvorledes de forskellige Paavirkninger varierer, naar de forskellige ved ovenstaaende Beregninger gjorde Forudsætninger varierer.

Af det første Diagram ses, at Trækket i Sømmet tiltager, jo mere Remmen drejer sig. Det skal her udtrykkeligt bemærkes, at der ved

Udregningen af de forskellige Paavirkninger er taget Hensyn til, at  $V$ , som Følge af en stedfunden udadgaaende Bevægelse af Spærfagets Understøtning, bliver formindsket. Bestemmelsen af  $\sigma_Q$  er selvfølgelig temmelig grov.

Paa de 2 næste Diagrammer er vist Betydningen af dels Indsnittet »z«s Dybde i Spæret dels den lodrette Afstand mellem Bjælkelagets og Remmens Overside. Naar Indsnittet  $z$  forøges fra 0,4  $h$  til 0,5  $h$  formindskes Trækket i Sømmet fra 1760 til 926  $\text{kg/cm}^2$ . Naar  $h_1$  formindskes med 20  $\%$ , i det foreliggende Tilfælde 2,1 cm, formindskes Trækkraften i Sømmet med 48  $\%$  fra 1760 til 915  $\text{kg/cm}^2$ .

Naar »z« forøges fra 0,4  $h$  til 0,5  $h$  og Remmens Overside sænkes 2,1 cm, bliver Trækket i Sømmet reduceret til ca. 480  $\text{kg/cm}^2$ , d. v. s. 27  $\%$  af den sædvanligvis i Praksis forekommende Værdi.

Der opnaas altsaa en væsentlig Forbedring af Spærfagskonstruktionen, naar 1) Indsnittet i Spæret gøres saa dybt som muligt, 2) Sømmet anbringes saa yderligt mod Remmens Kant som muligt, og endelig 3) at Afstanden mellem Remmens og Tagbjælkelagets Overside reduceres til det mindst mulige.

Jeg tror, det vil være af stor Betydning, om de projekterende Arkitekter og Ingeniører samt de Myndigheder, efter hvis Anvisning saadanne Konstruktioner udformes, vil have deres Opmærksomhed henledt paa dette Forhold.

Til ovenstaaende kan iøvrigt tilføjes, at den her ret udførligt refererede Undersøgelse er blevet suppleret med en ganske tilsvarende, med følgende ændrede Data.

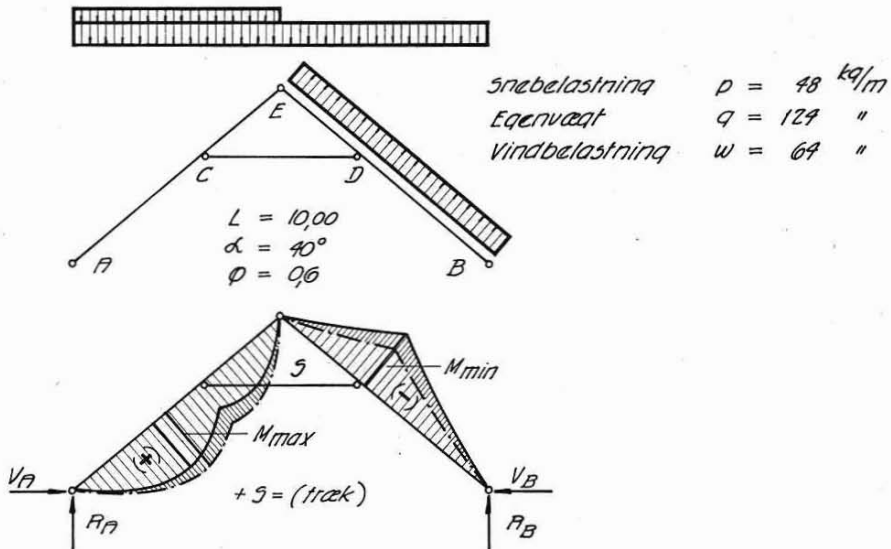
Tungt Tag,  $L = 12,62$  m,  $\alpha = 30\frac{1}{2}^\circ$ ,  $\varphi = 0,466$ , Spærdimension  $6 \times 7$ ", hvor Resultaterne under Forudsætning af  $z = \frac{2}{5} h$  og  $h_1 = 15,1$  cm blev, som følger:

$V = 2377$  kg,  $R = 1503$  kg,  $T = 507$  kg,  $N = 1870$  kg, 10" Spiger (74/260),  $\sigma_{\text{søm}} = 2710$   $\text{kg/cm}^2$ ,  $\sigma_V = 58$   $\text{kg/cm}^2$ ,  $\sigma_R = 40$   $\text{kg/cm}^2$ ,  $\sigma_Q' = 52$   $\text{kg/cm}^2$ .

Som ovenfor forudsat, viser det sig i Praksis ofte, at Spærfagets Understøtningspunkter under Indflydelse af den paa Spærene hvilende Belastning forskyder sig et lille Stykke udefter. Dette medfører naturligvis, at det ved Hjælp af Diagrammerne fundne positive Maksimalmoment bliver noget for lille, medens det negative Maksimalmoment bliver tilsvarende for stort. Til Orientering herom er paa Fig. 25 vist, hvorledes Momentfordelingen i det viste Spærfag ændrer sig, naar Afstanden mellem Understøtningspunkterne forøges med 2,2 cm, d. v. s. 4  $\%$ .

Naar der anvendes støbte Etageadskillelser, vil Spærfagene sædvanligvis være understøttet, saaledes som vist paa Fig. 26. En Kontrolberegning (der efter sin Natur maatte være baseret paa et vist Skøn,





	Resultierende Paavirkninger ved $L = 1000 \text{ cm}$	Ændring som følge af $\Delta L = 2 \times 2 \text{ cm}$	Resultierende Paavirkning ved Spændvidden $L + \Delta L = 1004 \text{ cm}$	% af første kolonne
$R_A$	664 kg	0 kg	664 kg	100
$R_B$	496 kg	0 kg	496 kg	100
$V_A$	426 kg	-36 kg	390 kg	92
$V_B$	694 kg	-36 kg	658 kg	95
$S$	-362 kg	90 kg	-272 kg	75
$M_{max}$	280 kgm		336 kgm	120
$M_{min}$	-319 kgm	90 kgm	-229 kgm	72

Fig. 25. Variation af Paavirkninger, som Følge af Understøtningernes Udskriden.

og derfor saalænge Forsøg ikke har været afholdt maa tages med et vist Forbehold), for et i Frederiksberg Kommune for et Par Aar siden udført Tag af denne Type syntes at vise, at den  $\frac{1}{2}$ " Bolt i det foreliggende Tilfælde, med de i Normerne forudsatte Belastninger, skulde have været udsat for den temmelig usandsynlige Trækspænding af  $2130 \text{ kg/cm}^2$ .

Indtil nu er der udelukkende redegjort for det, som kan kaldes for »normale Forhold«, nemlig der, hvor den samlede Tagkonstruktion be-

staar af en lang Række ens Spærfag med indbyrdes Middelfaststand paa 100 cm. Naar der foretages Udvekslinger i Tagkonstruktionen af den ene eller den anden Art, ændrer Forholdene sig væsentligt.

Som Eksempel herpaa kan anføres, at hvor en Hovedtrappe føres op gennem Tagbjælkelaget, vil Remmen miste nogle af sine vandrette Forankringer (Fig. 27). De udadrettede Reaktionskomponenter fra de mellemliggende Spær

kan i dette Tilfælde give en Bøjningspaavirkning i Remmen paa 270 kg/cm<sup>2</sup>, d. v. s. 200 % mere end den tilladelige Paavirkning 90 kg/cm<sup>2</sup>. Saafernt Friktionen mellem Remmen og den underliggende Mur føres i Regning, bliver Bøjningspaavirkningen dog formindsket til ca. 215 kg/cm<sup>2</sup>, d. v. s. ca. 140 % mere end tilladeligt.

Den københavnske Bygningsvedtægt fra 1939 er den i hele Landet, som indeholder de strengeste Bestemmelser for Tagværkers Udformning. Til Trods herfor er den saare langt fra at være lige saa vidtgaaende i sine Krav som de af Dansk Ingeniørforening udgivne Normer.

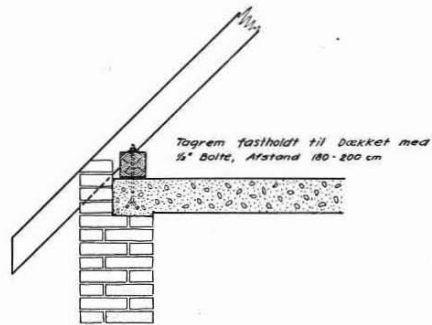


Fig. 26. Understøtning af Spær paa støbt Tagbjælkelag.



Fig. 27. Tagrems Udformning ved Trappeaabning i Tagbjælkelag.

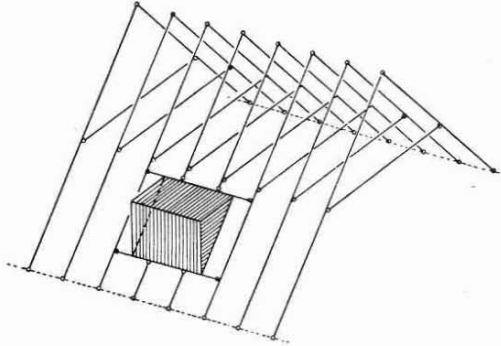


Fig. 28. Principskitse for Tagkvistudveksling.

For de øvrige her i Landet gældende Bygningsvedtægter bliver Misforholdet mellem de ved nøjagtig statisk Beregning udformede og de i Praxis faktisk anvendte Konstruktioner, som det senere, af det paa S. 60-67 anførte, vil fremgaa endnu mere udpræget.

#### Tagkviste.

Om Tagkviste i Trætage bestemmes i Københavns Bygningsvedtægts § 41, at disse i Almindelighed ikke maa have større udvendig Bredde end 2 m. I Stk. 3 staar dog en Tilføjelse, noget ubestemt affattet, hvorefter: »Paa Beboelseshuse med indtil 2 Etager foruden Kælder og Tagetage kan der anbringes Tagkviste med større Bredde . . . . ., naar Tagværket afbindes paa forsvarlig Maade«. Den følgende Undersøgelse omfatter kun Kvistkonstruktioner udformet i Overensstemmelse med den først citerede Bestemmelse. Konstruktionens Udseende vil fremgaa af det paa Fig. 28 viste.

Det har altid overrasket mig, med hvilken Frimodighed en Tømrersvend gaar til Værks, naar der skal anbringes en ny Tagkvist i et eksi-

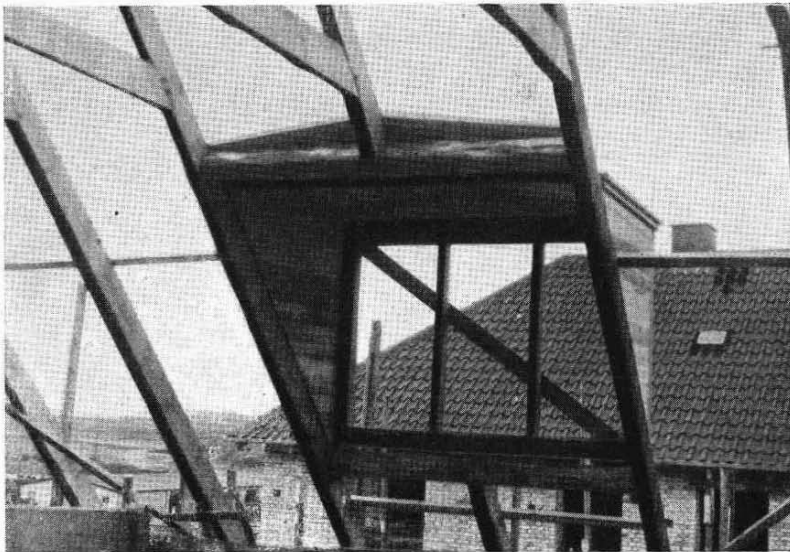


Fig. 29. Kvistkonstruktion.

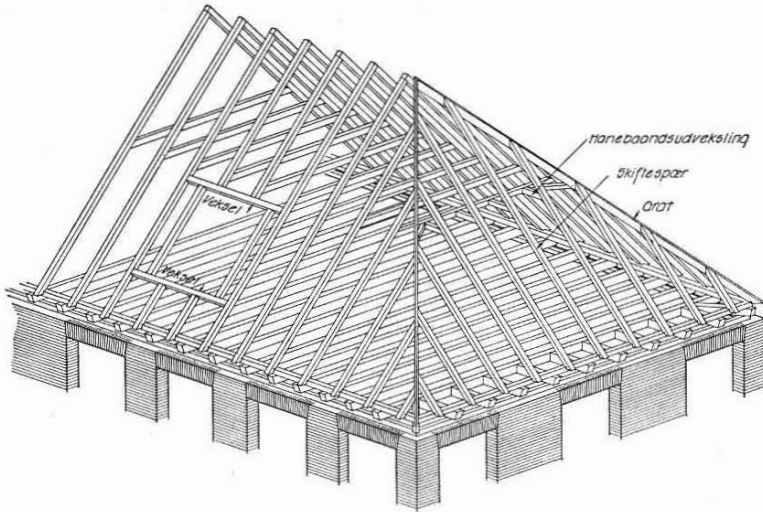


Fig. 30. Alm. Saddeltag med Udveksling for Kvist samt Afvalmning ved Gavl.

sterende Tag. Efter at Tagklædningen er blevet fjernet overskæres med største Sindsro eet, eventuelt to Spær; disse udveksles til de nærmeste hele Spær, hvorefter alt regnes at være i den skønneste Orden.

Paa Fig. 29 er vist et Fotografi af en typisk Kvistkonstruktion.

De procentvise Forøgelse af de forskellige Paavirkninger bliver for den paa Fig. 28 viste Konstruktion med  $L = 10,16$  m,  $\alpha = 45^\circ$  og  $\varphi = 0,5$ , som følger:

	»Tungt Tag«	»Let Tag«
For Spærene .....	4 0/0	69 0/0
» S.....	18 0/0	18 0/0
» den vandrette Reaktion V .....	59 0/0	54 0/0
» den lodrette » R .....	85 0/0	92 0/0

Udtrykt i absolutte Tal betyder dette for Københavns Vedkommende at der i de Spær, hvortil der udveksles, kan opnaas en resulterende Normal-, Bøjningsspænding:

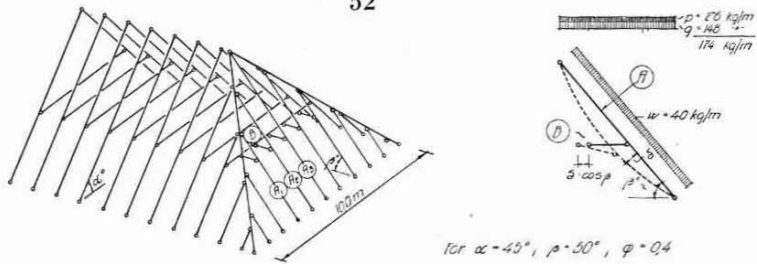
ved »Tungt Tag«  $\sigma = \text{ca. } 250 \text{ kg/cm}^2$  d.v.s. ca. 180 0/0 mere end tilladeligt.

» »Let Tag«  $\sigma = \text{ca. } 300\text{--}310 \text{ kg/cm}^2$  d.v.s. ca. 240 0/0 mere end tilladeligt.

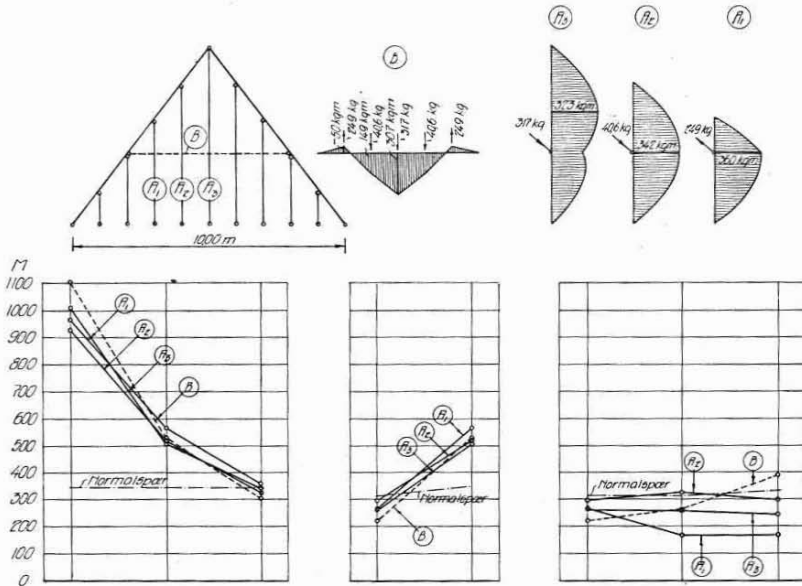
Hanebaandet klarer forholdsvis let den forøgede Paavirkning, men Trykket i Forsatsen bliver nu ca. 92 kg/cm<sup>2</sup>, d. v. s. 110 0/0 mere end tilladeligt ifølge Normerne.

#### Valmkonstruktioner.

Som bekendt er det meget yndet at foretage Afvalmning af Tagkonstruktionen. I saa Tilfælde kan den bærende Hovedkonstruktion have det paa Fig. 30 viste Udseende. For at et Hanebjækelag kan be-



for  $\alpha = 45^\circ$ ,  $\beta = 50^\circ$ ,  $\varphi = 0.4$



$\alpha$	45°			35°		35°		
$\beta$	30°	40°	50°	40°		40°		
$\varphi$	0.4			0.4		0.4	0.6	0.8

Fig. 31. Paavirkninger i Skiftespær og Hanebaandsudveksling ved Helvalm.

tragtes som belastet, maa det naturligvis have et gennemgaaende Bræddegulv. Dette Bræddegulv vil sikkert altid være i Stand til paa tilfredsstillende Maade at fordele »Hanebaandstrykket« fra Spærene i Valmen.

I modsat Fald, d. v. s. naar Hanebjælkelaaget ikke er forsynet med Gulv, er det øjensynligt, at den nærmest Gavlen værende Hanebjælke bliver væsentlig kraftigere paavirket end de øvrige Hanebjælker i samme Konstruktion.

Ved en foretaget Undersøgelse er de 2 Hovedtagflader paaregnet at være tilstrækkelig stive til at danne ubevægelig Understøtning for Valmkonstruktionen langs de 2 Grater. Under denne Forudsætning danner Skiftespærene og Hanebaandsudvekslingen et Risteværk. Den Valmkonstruktion, som er blevet nærmere undersøgt, er vist paa Fig. 31.

De optrædende Momenter i Spær og Hanebjælke vil med en given Spændvidde være Funktioner af 3 variable, nemlig  $\alpha$ ,  $\beta$  og  $\varphi$ .

De paa Fig. 31 angivne Kurver viser Størrelsen af de paagældende Momenter, naar hver af disse 3 variable varieres een ad Gangen.

1. Kurve angiver Momenternes Variation med  $\beta$ , naar  $\alpha$  og  $\varphi$  er konstante. Jo fladere Hældning paa Valmen, des større Paavirkning.

2. Kurve angiver de samme Momenters Variation med  $\alpha$ , naar  $\beta$  og  $\varphi$  holdes konstante. Jo stejlere Hældning paa det normale Tag, des større Paavirkninger.

3. Kurve angiver tilsidst Momenternes Variation med  $\varphi$ , naar  $\alpha$  og  $\beta$  holdes konstante. I dette Tilfælde varierer Momenterne i de enkelte Spær noget forskelligt, men da disse Spær i Praksis altid vil have samme Dimension, kan man nøjes med at betragte det maksimale af samtlige de optrædende Momenter i Skiftespærene, og de udviser ikke større Variation. Momentet i Hanebjælken varierer heller ikke synderligt. Det er bemærkelsesværdigt, at de fleste her i Landet gældende Bygningsreglementer netop forlanger Spærdimensionen væsentlig forøget, blot ved en relativ lille Forøgelse af  $\varphi$ .

Sammenholdes disse 3 Kurver, vil det ses, at den farligste Paavirkning opnaas for:

$$\beta = 30^\circ, \quad \varphi = 0,4 \quad \text{og} \quad \alpha = 45^\circ.$$

I dette Tilfælde er det farligste Moment i Skiftespærene 965 kgm, hvilket er ca. 176 % mere end det største Moment  $M_{\text{neg}} = \div 349$  kgm i det normale Spærfag. 176 % Forøgelse af Momentet giver en resulterende Paavirkning paa ca. 335 kg/cm<sup>2</sup>, d. v. s. ca. 270 % mere end det iflg. Normerne tilladte.

I den Hanebjælke, paa hvilken Skiftespærene understøttes gennem Hanebaandsvekslerne, bliver Paavirkningen  $\sigma = \text{ca. } 355$  kg/cm<sup>2</sup>, d. v. s. ca. 295 % mere end den iflg. Husbygningsnormerne tilladte.

### Kehler.

Det kan nævnes, at en Tagkonstruktion ofte indeholder et Element, der kan betegnes som det modsatte af en Grat, nemlig en Kehl.

En saadan Konstruktion er vist paa Fig. 32. Tiden har desværre ikke tilladt mig en nærmere Undersøgelse af denne Konstruktion. Bygningsvedtægterne indeholder mig bekendt aldrig Bestemmelse om Kehlens Dimension, endsige nærmere Regler for, hvorledes

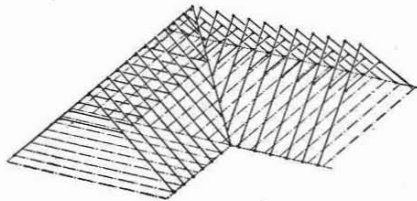


Fig. 32. Principskitse for Kehlkonstruktion.

denne Konstruktion skal udføres. En anset Tømrmester har givet mig følgende Erfaringsregler, som han plejer at anvende i sin Praksis:

Hvor der foreskrives Spær	$4 \times 4''$	anvendes	$5 \times 6''$	Kehl
» » »	$4 \times 5''$	»	$6 \times 6''$	»
» » »	$5 \times 5''$	»	$6 \times 7''$	»
» » »	$5 \times 6''$	»	$7 \times 8''$	»
» » »	$6 \times 6''$	»	$8 \times 8''$	»
» » »	$6 \times 7''$	»	$8 \times 9''$	»

Forhaabentlig vil der senere blive Lejlighed til at underkaste Kehlkonstruktionen en mere indgaaende Undersøgelse.

### Trimpeltage.

Denne af Arkitekter og Haandværkere meget yndede Tagkonstruktion er vist paa Fig. 33 og 34.

Den københavnske Bygningsvedtægt indeholder, saavidt jeg har kunnet fortolke den, ingen Bestemmelser om, hvorledes denne Tagkonstruktion skal udformes.

I Almindelighed anbringes der kun Skraabaand for hvert 3. Spærfag, saaledes som det fremgaar af Fig. 34, men der forekommer dog ogsaa Tilfælde, hvor der anbringes Skraabaand for hvert Spærfag.

Til Belysning af Konstruktionens Virkemaade er — ganske som Tilfældet var med Fig. 8, der illustrerede det almindelige Sadeltags Virkemaade, og med den samme Spændvidde — paa Fig. 35 vist Momenter og Nedbøjninger af Trimpelspærfaget dels for Egenvægt, dels for ensidig Snebelastning. Til venstre paa Figuren er vist Kurvernes Udseende, naar kun hvert tredje Spærfag er forsynet med Skraabaand, til højre de tilsvarende Kurver, naar samtlige Spærfag er forsynet med Skraabaand.

I første Tilfælde giver Egenvægten ( $134 \text{ kg/m}^2$ ) alene et største bøjende Moment  $M = 617 \text{ kgm}$  og en med den valgte Spærdimension  $6 \times 6''$  største Nedbøjning  $1,55 \text{ cm}$ . Ensidig Snebelastning ( $38 \text{ kg/m}^2$ ) giver et største bøjende Moment  $114 \text{ kgm}$  og  $1,14 \text{ cm}$  som største hertil svarende Nedbøjning. Udtrykt paa anden Maade kan det siges, at en ensidigt virkende, lodret Belastning giver  $1,30$  Gange større Moment og  $5,20$  Gange større Nedbøjning, end hvad den samme Totalbelastning vilde give, saafremt den var jævnt fordelt over hele Spændvidden.

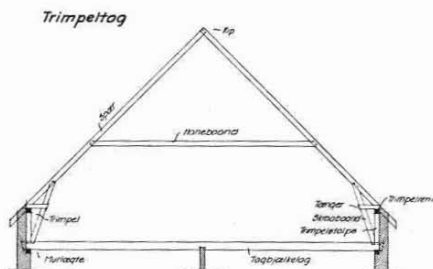


Fig. 33. Snit i Trimpeltag.

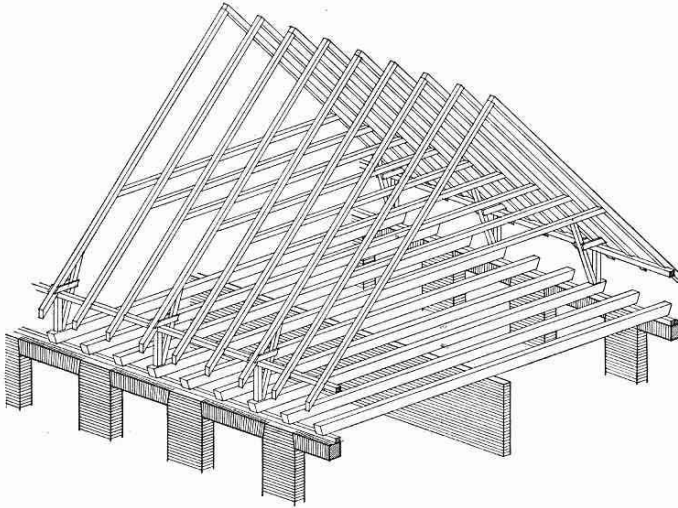


Fig. 34. Aksonometri af Trimpeltagkonstruktion, med hvert 3' Spærfag afstivet med Skraabaand.

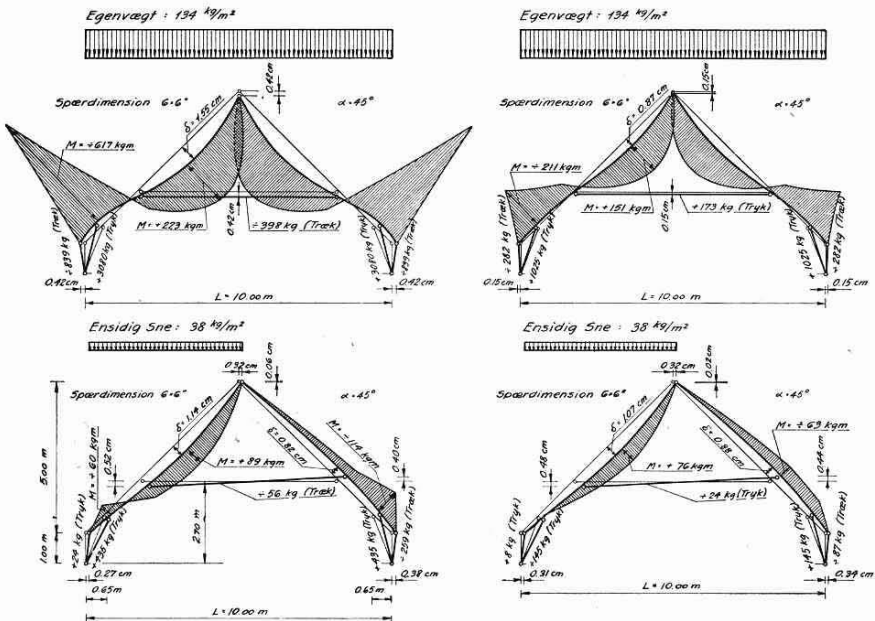


Fig. 35. Momenter og Deformationer af Trimpeltag for Egenvægt og ensidig Snebelastning, dels naar kun hvert tredje, dels naar samtlige Spær er afstivet med Skraabaand.



## Influenslinier for Trimpeltage

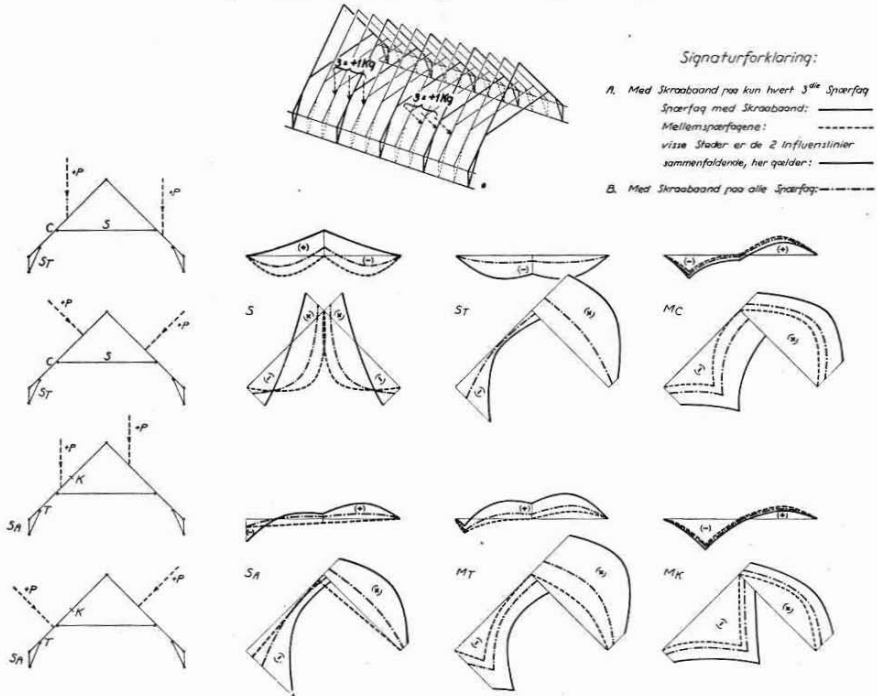


Fig. 36. Influenslinier for Trimpeltage.

I andet Tilfælde (Skraabaand for hvert Spærfag) giver Egenvægten ( $134 \text{ kg/m}^2$ ) alene et største Moment  $M = 211 \text{ kgm}$  og en største Nedbøjning  $0,87 \text{ cm}$ . Ensidig Snebelastning ( $38 \text{ kg/m}^2$ ) giver tilsvarende et største Bøjningsmoment  $M = 76 \text{ kgm}$  og en dertil svarende største Nedbøjning paa  $1,07 \text{ cm}$ . Udtrykt paa anden Maade: En ensidigt virkende, lodret Belastning giver  $2,54$  Gange større Moment og  $8,70$  Gange større Nedbøjning, end hvad den samme Totalbelastning vilde give, saafremt den var jævnt fordelt over hele Spændvidden.

Som Helhed kan man altsaa sige, at Trimpeltagkonstruktionen er væsentlig mindre sensibel overfor skæv Belastning end det almindelige Sadeltag, men samtidig maa bemærkes, at den første Tagform er væsentlig mere uøkonomisk, idet Egenvægtsmomentet for samme Spændvidde i det foreliggende Tilfælde er ca.  $5,3$  henholdsvis  $1,8$  Gange større end ved det tilsvarende almindelige Sadeltag.

Paa Fig. 36 er vist nogle typiske Influenslinier for de betydende Momenter og Stangkræfter, dels i Trimpelspærene, dels i de mellemliggende almindelige Sadeltagsspær. Til fuldstændig Orientering er endvidere paa

samme Figur indtegnet de tilsvarende Influenslinier, naar hvert Spærfag er forsynet med Skraabaand. Med den sidstnævnte Udformning bliver samtlige Paavirkninger, som det var at vente, væsentlig mindre end ved den første — indenfor Boligbyggeriet i det mindste — langt hyppigere anvendte.

En nøjere Gennemregning af den paa Fig. 35 viste Trimpeltagkonstruktion udformet paa den Maade, som sædvanligvis vil anvendes i København, har iøvrigt givet det paa Fig. 37 viste Resultat:

Spærfagene *A* er de mellem de egentlige Trimpelspærfag *B* beliggende almindelige Sadeltagsspærfag. Momentfordelingen i Spærfagene *B* for Egenvægt og ensidig Snebelastning er tidligere vist paa Fig. 35. Største Moment optræder i Spærfag *B* i Punkt *U*.

Den maksimale Bøjningspaavirkning i Spærfag *B* er  $\sigma = 272 \text{ kg/cm}^2$ , hvilket er 2,47 Gange den i Spærfag *A* optrædende maksimale Bøjningspaavirkning. Spærfag *B* er som Helhed langt kraftigere paavirket end Spærfag *A*.

En særlig bemærkelsesværdig Ting er, at der i Spærfag *B* i Modsætning til det, som er Tilfældet for et normalt Sadeltag, altid er Træk i Hanebaandet. For det her gennemregnede Spærfag er  $S_{\max} = 511 \text{ kg}$ . Dette Træk skal optages af en  $\frac{3}{4}$ " Trænagle. En Beregningsmaade for denne Forbindelse, analog til den der anvendes ved Nitteberegninger, giver:

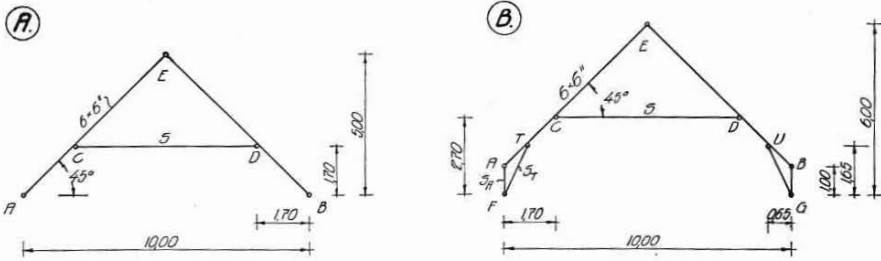
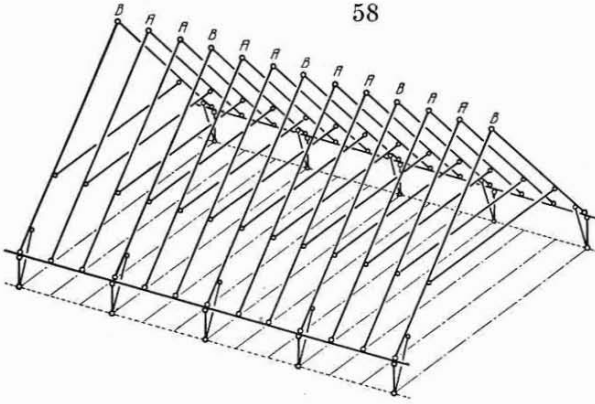
Tryk paa Hulrand.....	73 kg/cm <sup>2</sup>
Forskydning i 2 Snit.....	92 »
Forskydning i Spæret ved Udtrækning..	13 »

En Forudsætning for, at hele Konstruktionen virker, som forudsat, er, at Stolpen i Trimpelvæggen samt dennes Forbindelser kan optage en Trækraft paa 2111 kg. Om den kan det, er mere end tvivlsomt.

Som rimelig Forklaring paa det Faktum, at der vitterligt her i Landet findes i Tusinder af denne Tagkonstruktion, som Aar efter Aar udfylder deres Funktion paa tilfredsstillende Vis, maa det sikkert være tilladt at fastslaa, at den Belastningskombination, som frembringer denne betydelige Trækpaavirkning, kun optræder med saa forsvindende Hyppighed, at det i Praksis vilde være rimeligt at maatte bortse herfra.

Remmen bliver af de lodrette og vandrette Reaktionen fra Spærfagene *A* paavirket til saavel Bøjning som Vridning i saavel lodret som vandret Retning. Saafremt Remmen har samme Dimension som Spærene ( $6 \times 6''$ ), bliver under Forudsætning af simpel Understøtning af Remmen  $\sigma_{\max} = 330 \text{ kg/cm}^2$ , d. v. s. 265 % mere end den iflg. Normerne tilladte Spænding:  $90 \text{ kg/cm}^2$ .

Saafremt alle Spærene i Konstruktionen havde været af Typen *B*,

**Spær A**

$$\begin{aligned}
 S &= + 639 \text{ kg (Tryk)} \\
 M_{\max}^{C-E} &= 326 \text{ kgm}; N = + 247 \text{ kg (Tryk)}; \sigma = 60 \text{ kg/cm}^2 \\
 M_{\min}^C &= - 359 \text{ kgm}; N = + 990 \text{ kg (Tryk)}; \sigma = 110 \text{ kg/cm}^2 \\
 R_{\max} &= 900 \text{ kg} \\
 V_{\max} &= 972 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Spær B**

$$\begin{aligned}
 S &= 511 \text{ kg (Træk)} \\
 S_A &= - 2056 \text{ kg (Træk)} \\
 &\quad + 471 \text{ kg (Tryk)} \\
 S_T &= + 5090 \text{ kg (Tryk)} \\
 M_{\max}^{C-E} &= 692 \text{ kgm}; N = + 218 \text{ kg (Tryk)}; \sigma = 124 \text{ kg/cm}^2 \\
 M_{\min}^U &= - 1207 \text{ kgm}; N = - 4000 \text{ kg (Træk)}; \sigma = 284 \text{ kg/cm}^2 \\
 M_{\max}^C &= 658 \text{ kgm}; N = - 25 \text{ kg (Træk)}; \sigma = 181 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

**Naar alle Spær er af Type B**

$$\begin{aligned}
 S &= + 259 \text{ kg (Tryk)} \\
 S_A &= - 687 \text{ kg (Træk)} \\
 &\quad + 155 \text{ kg (Tryk)} \\
 S_T &= + 1700 \text{ kg (Tryk)} \\
 M_{\max}^{C-E} &= 414 \text{ kgm}; N = + 196 \text{ kg (Tryk)}; \sigma = 75 \text{ kg/cm}^2 \\
 M_{\min}^U &= 455 \text{ kgm}; N = - 527 \text{ kg (Træk)}; \sigma = 103 \text{ kg/cm}^2 \\
 M_{\max}^D &= 312 \text{ kgm}; N = + 361 \text{ kg (Tryk)}; \sigma = 92 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Fig. 37. Paavirkninger i Trimpeltagkonstruktion.

Trimpeltag med  
Skraabaand for  
hvert Spærfag

$$\varphi = \frac{m}{h}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

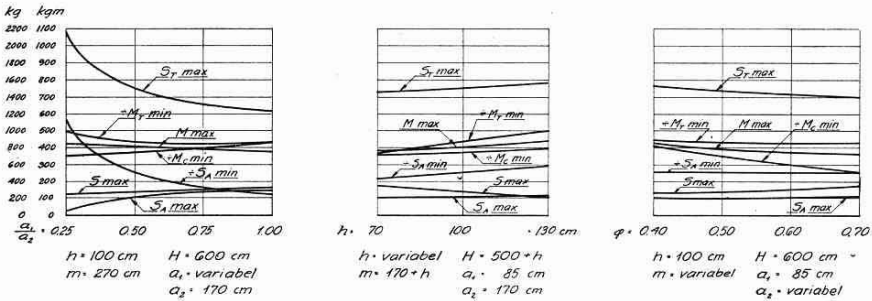
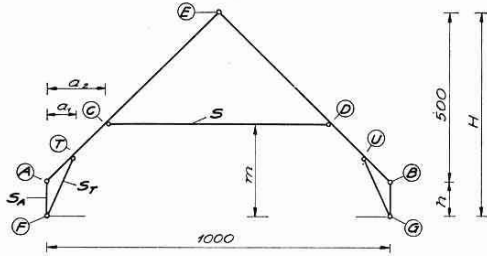


Fig. 38. Paavirkning i Trimpeltag med Skraabaand for hvert Spær nær Pkt. *T* forskydes eller *h* og  $\varphi$  varieres enkeltvis ad Gangen.

vilde Maksimalspændingerne være meget rimelige og tilsyneladende mindre end de, der optræder i et normalt Sadeltag (se Fig. 37 for-neden).

Forinden Behandlingen af Trimpeltagene afsluttes, kan det maaske være af Interesse at referere en speciel Undersøgelse af et saadant i sin mest afklarede Form, nemlig der hvor hele Tagkonstruktionen bestaar af ens Spærfag, hvert forsynet med Skraabaand.

Undersøgelsens Resultat fremgaar af Fig. 38. Paa denne er for-neden i Diagramform vist, hvilken Indflydelse

- Skraabaandets Placering,
- Trimpelstolens Højde og
- Hanebaandets Højdebeliggenhed

har paa Spærfagets Paavirkninger.

For Paavirkningen af Spærene vil i Almindelighed  $M_C$  eller  $M_T$  være bestemmende. For den behandlede (indenfor Boligbyggeriet i alt Fald, som tidligere nævnt, dog noget usædvanlige) Konstruktionsform ses en Forskydning af Pkt. *T* til den ene eller anden Side kun at have forholdsvis ringe Indflydelse paa Spærenes Paavirkning. Den mest hensigtsmæssige Placering synes dog at ligge indenfor den nærmest *C* beliggende Halvdel af Stykket *A—C*.

Med voksende Højde af Trimpelen stiger, som det var at vente, Momentpaavirkningen i Spæret.

En Variation af  $\varphi$ , hvilket vil sige af Hanebaandets Højdebeliggenhed, synes derimod kun i forsvindende Grad at have Indflydelse paa Spærfagets Paavirkning. Dette Forhold er det værd at lægge Mærke til, da vore Bygningsvedtægter netop som tidligere nævnt, altid lader det med Forholdet  $\varphi$  nøje sammenhængende maksimale Fritliggende være bestemmende for Spærdimensionen.

### Forholdene udenfor København.

Civilingeniør V. Malling har i »Ingeniøren« den  $\frac{2}{3}$  48 offentliggjort en Artikel »Tanker om en landsbyggelov«, hvori bl. a. skrives:

»Mens Københavns byggelov, Frederiksberg bygningslov og købstadsbygningsloven gælder for byggeriet de paagældende steder uden videre, er det saadan, at det hidtil har beroet paa kommunalbestyrelsernes skøn, om de vilde bringe en bygningsvedtægt i anvendelse. Dette forhold virker meget grelt, fordi købstadsbygningsloven er fra 1858, og fordi der for landkommunerne kun gælder brandpolitiloven, hvis sogneraadene ikke ønsker at vedtage et bygningsreglement«.

Civilingeniør Malling oplyser i sin Artikel, at der i Jylland og paa Øerne findes ialt 85 Købstadskommuner og 1304 Landkommuner. Af disse har 60 Købstæder og 197 Landkommuner en Bygningsvedtægt. Af samtlige 1389 Kommuner har altsaa kun ialt 257 d. v. s. 18,5  $\frac{1}{100}$  en Bygningsvedtægt. I de resterende 81,5  $\frac{1}{100}$  har man i det store og hele Lov til at bygge, som man vil.

Naar en Kommune har naaet en vis Størrelse, eller Forholdene iøvrigt skønnes at opfordre dertil, er det Kommunen selv, som tager Initiativet til at faa tilvejebragt en Bygningsvedtægt. Oftest vil Sogneraadet anmode den eventuelle Kommuneingeniør om at udarbejde et Forslag hertil.

Hvorledes bliver nu en saadan Bygningsvedtægt til? Ja, den, hvem Sogneraadet har udpeget til at udføre dette Arbejde, vil i de fleste Tilfælde først søge at samle noget Materiale sammen forskellige Steder fra, og af dette udarbejder han, der i Parentes bemærket ofte har sin Hovedbeskæftigelse og særlige Sagkundskab paa helt andre Felter, et Forslag af de efter hans bedste Skøn mest egnede Ingredienser. Bjælkelagstabellen faar han maaske et Sted fra, Murtykkelserne et andet Sted fra o. s. v., o. s. v.

Efter Behandling i det stedlige Sogneraad, hvorunder Forslagets Affattelse muligvis ændres paa afgørende Vis, vedtages den nye Bygnings-

vedtægt her og skal saa, inden den faar Gyldighed, godkendes af Centraladministrationen i København, somme Tider af Justits- og somme Tider af Indenrigsministeriet. Resultatet af denne Organisationsform er, at saa godt som ikke to Bygningsvedtægter i dette i Udstrækning dog ret beskedne Land er nøjagtig konforme (herfra dog undtaget Kommunerne i Storkøbenhavns Periferi, som paa prisværdig Maade har draget Omsorg for, at deres Bygningsvedtægter er blevet enslydende affattet).

De fleste Bygningsvedtægter her i Landet, der indeholder konstruktive Bestemmelser for Tagværkers Udformning, vil, bortset fra Københavns Bygningsvedtægt fra 1939, som jeg allerede har ofret indgaaende Omtale, være affattet efter samme Princip, som § 62 i Herlevs Bygningsvedtægt, godkendt af Indenrigsministeriet saa sent som  $25/8$  44 (Fig. 39).

Udover det af Fig. 39 fremgaaede kan oplyses, at Spærenes Middelafstand fra Midte til Midte ikke maa være over 0,95 m og Afstanden intet Sted over 1,05 m.

De angivne Fritliggende refererer sig til de paa Fig. 1 med  $F'$  og  $F''$  anførte Maal, altsaa ikke de teoretiske Spændvidder.

Reglerne giver samme Spærdimensioner, uanset Taget er stejlt eller fladt. Som jeg tidligere har paavist, svarer en saadan Betragtning kun meget daarligt til de virkelige Forhold. Jo stejlere Taghældningen er, desto større bliver nemlig Momenterne.

At Reglerne i Herlevs Bygningsvedtægt, hvis Affattelse — bortset fra Talværdierne, som varierer fra Sted til Sted — er ganske tilsvarende den i det øvrige Lands Bygningsvedtægter brugte (Københavns og Gjentoftes nugældende Bygningsvedtægt alene undtaget), er højst urationelt udformet, skulde fremgaa af det paa Fig. 40 viste Diagram. Alle de paa Figurens venstre Side viste Spærformer har samme maksimale »Lysvidde«  $F_{\max}$ , nemlig 2,40 m, og man vil saaledes iflg. Vedtægten overalt anvende  $4 \times 4''$  Spær. Paa Diagrammet i Figurens højre Side

#### H. Tagværker.

##### § 62.

Naar et Tag dækkes med Teglsten, Skifer eller andet ligt saa tungt Materiale, skal Tagtommeret mindst have de i følgende Tabel angivne Dimensioner (Bredde b, Højde h):

Fritliggende (smalt paa vandret Plan)	cm		Dimensioner Sværst Høiende maal i Tommer	
	b	h	b	h
til og med 2,4 m	10	10	4	4
fra 2,4 m til 3,0 »	10	$12\frac{1}{2}$	4	5
» 3,0 » » 3,3 »	12 $\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	5	5
» 3,3 » » 3,9 »	12 $\frac{1}{2}$	15	5	6
» 3,9 » » 4,2 »	15	15	6	6
» 4,2 » » 4,8 »	15	$17\frac{1}{2}$	6	7
» 4,8 » » 5,1 »	17 $\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	7	7
» 5,1 » » 5,7 »	17 $\frac{1}{2}$	20	7	8
» 5,7 » » 6,0 »	20	20	8	8

Er Taget dækket med Tagpap, Zink, Asbestplader el. lign., kan det i Tabellen anførte Fritliggende forøges med 15 pCt. Er det dækket med Græssten el. lign., maa Fritliggendet kun være indtil 70 pCt. af det i Tabellen angivne.

Der kan ogsaa vælges andre rektangulære Tværnit, naar Bredden deri er mindst halvt saa stor som Høiden, og Tværnittet mindst har vundet halvt saa meget i Høiden, som det har mistet i Bredden. Tommeret skal være af saa god Behugning, at et Tværnit paa Midten af Længden er fuldkantet, d. v. s. at Bomkanten ikke overskrider 2,5 cm.

Spærerne maa ikke have større indbyrdes Afstand end Bjælkerne.

For Udvekslinger gælder det samme som for Bjælkeudvekslinger anført. Halvtommer maa kun anvendes til korte Veksler.

Trimpeltage skal betryggende afstives enten ved Skraabaand i Forbindelse med Tænger af Træ eller ved Jernbaand, som forankrer Remmen, hvorpaa Spærerne hviler, til Bjælkelaget. Skraabaand skal anbringes mindst for hvert 3. Spærfag. Agetes Jernbaand anvendt, skal en Beregning sendes. I vanskelige Tilfælde kan Bygningskommissionen forlange Spærfagene understøttet ved een eller flere Aase.

Fig. 39. Spærfagsforskrifter hidrørende fra typisk dansk Bygningsvedtægt (Herlev).

Tungt Tog efter Herlevs Bygningsreglement af 23 August 1944  
Største fritliggende for spær 2,40 m (vandtret moarit)  
Bøjningspaavirkningen i spær ved forskellige værdier af  $\alpha$  og  $\varphi$ .

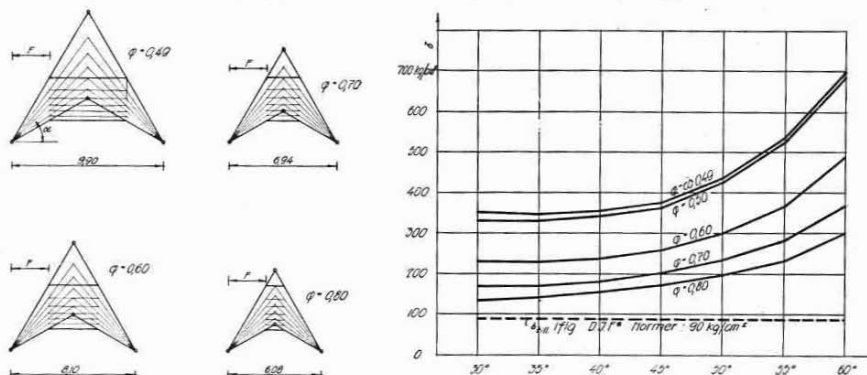


Fig. 40. Varierende Paavirkning af Spær naar  $\alpha$  og  $\varphi$  — under Bibeholdelse af et konstant største Fritliggende 2,40 m — varierer.

er angivet, hvorledes Bøjningspaavirkningen i Spærene varierer med vekslende Værdier af  $\alpha$  og  $\varphi$ , naar »Lysvidden«  $F'$  holdes konstant paa de i Tabellen anførte 2,40 m.

Med de i Praksis hyppigst forekommende Taghældninger (fra  $30^\circ$  til  $50^\circ$ ) varierer Momentet i Pkt. C fra 117 kgm til 392 kgm og Spændingen fra 134 til  $437 \text{ kg/cm}^2$ , svarende til 49 henholdsvis 386  $\%$  Overbelastning (iflg. D. I. F.s Husbygningsnormer).

Den i ovennævnte § 62 indeholdte Passus: »Der kan anvendes andre rektangulære Tværnsnit, naar Bredden deri er mindst halvt saa stor som Højden, og Tværnsnittet mindst har vundet halvt saa meget i Højden, som det har mistet i Bredden«, som uændret gaar igen i samtlige Landets Bygningsvedtægter (København stadig undtaget), giver det ejendommelige Resultat, at det naar som helst er tilladt at erstatte et kvadratisk Spærtværsnit med et rektangulært, som har et Modstandsmoment, der er 13,7  $\%$  mindre end svarende til det i Tabellen anførte.

I det store og hele er, som tidligere nævnt, samtlige danske Bygningsvedtægters Bestemmelser om Spærdimensionerne ensartet affattet, men Spær-afstanden og de til de forskellige Spærdimensioner svarende maksimale Lysvidder varierer paa tilsyneladende ganske vilkaarlig Vis fra Sted til Sted.

Indenfor et tilfældigt Udvalg paa ialt 38 Bygningsvedtægter, som jeg har haft ved Haanden, har jeg foretaget nedennævnte Grupperdeling, saaledes at de indenfor hver Gruppe nævnte Vedtægter stort set har samme Affattelse af Spærfagsparagraffen. Den i Parentes anførte vekslende Nummerering af nævnte Paragraf, selv indenfor samme Gruppe, understreger det førnævnte tilfældige Præg i de enkelte Bygningsvedtægters Affattelse.

1) Bygningsvedtægt for Staden *København* stadfæstet af Indenrigsmin.  $18/12$  39 (§ 39). De samme Bestemmelser er nogenlunde uændret optaget i det nye Bygningsreglement for Gjentofte Kommune (§ 39), stadfæstet af Indenrigsmin.  $8/8$  1947.

2) Bygningsvedtægt for *Næstved* Købstad (§ 25), appr. af Justitsmin.  $16/12$  1922.

3) Bygningsvedtægt for *Aarhus* Købstad (§ 24), appr. af Justitsmin.  $12/10$  1909.

4) Bygningslov for *Frederiksberg* Kommune af  $11/4$  1890 (§ 39).

5) Bygningsvedtægt for *Korsør* (§ 28); appr. af Indenrigsmin.  $6/10$  1925; Bygningsvedt. for Grenaa Købstad (§ 25), appr. af Indenrigsmin.  $22/1$  1941; Bygningsregl. for Hvedstrup-Fløng (§ 39), appr. af Indenrigsmin.  $16/1$  1937; Bygningsregl. for Farum (§ 14), appr. af Indenrigsmin.  $23/1$  1929; Bygningsvedt. for Holbæk (§ 25), appr. af Justitsmin.  $7/4$  1923; Bygningsregl. for Ballestrup-Maaløv (§ 24), appr. af Justitsmin.  $26/6$  1920; Bygningsvedt. for Helsingør (§ 38), appr. af Justitsmin.  $26/6$  1916.

Til denne Gruppe henhørte indtil  $8/8$  1947 ogsaa Gjentofte Kommunes Bygningsvedt. (§ 56), appr. af Indenrigsmin.  $30/7$  1937.

6) Bygningsvedt. for *Roskilde* Købstad (§ 23), appr. af Indenrigsmin.  $2/2$  1931.

7) Bygnings-Vedtægt for *Sorø* Købstad (§ 28), appr. af Indenrigsmin.  $23/1$  1940.

8) Bygningsvedt. for *Hillerød* Købstad (§ 23), appr. af Justitsmin.  $30/3$  1895; Faaborg Købstads Bygningsvedt. (§ 39), appr. af Indenrigsmin.  $16/4$  1940; Bygningsvedt. for Køge Købstad (§ 73), appr. af Indenrigsmin.  $1/3$  1940; Bygningsregl. for Tikøb (§ 22), appr. af Indenrigsmin.  $30/11$  1939; Bygningsregl. for Hørsholm (§ 62), appr. af Indenrigsmin.  $2/2$  1939; Bygningsregl. for Thorslunde-Ishøj (§ 50), appr. af Indenrigsmin.  $13/12$  1937; Asminderød-Grønholt Kommunes Bygningsvedt. (§ 28), appr. af Indenrigsmin.  $25/1$  1936 (denne Bygningsvedt. indeholder dog besynderligt nok ingen Regler for tilladelig Spærafstand); Sorø Landdistrikts Bygningsregl. (§ 51), appr. af Indenrigsmin.  $17/7$  1935; Bygningsregl. for Karlslunde-Karlstrup (§ 51), appr. af Indenrigsmin.  $13/7$  1934; Bygningsregl. for Herstedernes Kommune (§ 24), appr. af Indenrigsmin.  $27/1$  1933; Frederiksborg Slotssogn (§ 33), appr. af Justitsmin.  $18/5$  1923.

9) Det af *Indenrigsministeriet* udarbejdede udaterede *Normal-Bygningsreglement for Landkommuner*, sidst optrykt i 1946 (§ 54). Udarbejdet i Overensstemmelse hermed er bl. a. Bygningsregl. for Lillerød Kommune (§ 54), appr. af Indenrigsmin.  $26/7$  1945.

10) Bygningsregl. for *Herlev* (§ 62), appr. af Indenrigsmin. 25/8 1944, hvilket Reglement er enslydende med de tilsvarende for følgende Omegnskommuner til København, appr. af Indenrigsmin. til de anførte Tidspunkter: Bygningsregl. for Glostrup ( $30/1$  1939), Bygningsregl. for Hvidovre ( $28/4$  1937), Bygningsregl. for Taarnby ( $13/6$  1936), Bygningsregl. for Søllerød ( $13/6$  1936), Bygningsregl. for Rødovre ( $27/12$  1935), Bygningsregl. for Gladsaxe ( $6/9$  1935), Bygningsregl. for Lyngby-Taarbæk ( $23/5$  1935).

11) Bygningsregl. for *Dragør* (§ 28), appr. af Justitsmin.  $16/1$  1920.

12) Bygningsvedt. for *Silkeborg* Købstad (§ 25), appr. af Indenrigsmin.  $20/6$  1945. Denne adskiller sig principielt fra de foregaaende ved en ændret Affattelse af Spærtabelen. Med de i denne givne Regler er det tilladt for et alm.  $45^\circ$  Sadeltag at have en Bøjningsspænding paa ca. 310 kg/cm<sup>2</sup> (ca. 240 ‰)



Overskridelse iflg. D. I. F.s Normer). Med den tilladte  $50^\circ$  Taghældning bliver  $\sigma = 350 \text{ kg/cm}^2$  (d. v. s.  $290\%$  Overskridelse).

13) *Karlebo*, appr. af Indenrigsmin.  $\frac{9}{8}$  1940, bemærkelsesværdigt derved, at det overhovedet ikke indeholder Bestemmelser om Spærdimensioner.

For at anskueliggøre Forskellighederne mellem de 11 første Grupper, efter ensartede Principper affattede Spærfagsbestemmelser, er der udarbejdet de paa Fig. 41 viste Diagrammer, hvoraf det til venstre vedrører alm. Tegltage («Tungt Tag»), medens det til højre vedrører Eternit-, Bølgeblik- o. lign. Tagbeklædninger («Let Tag»).

For et Kuriosums Skyld er tillige i Diagrammerne med Prikker indtegnet de tilsvarende Paavirkninger, som vilde kunne opnaas ved Anvendelse af den *gamle københavnske Bygningsvedtægt af  $\frac{12}{4}$  1889*, som var gældende indtil Udgangen af 1939, og *efter hvilken langt den overvejende Del af Tagene i Københavns nuværende Bygningsmasse er udformet!*

Diagrammerne viser den største kombinerede Bøjnings- og Normalpaavirkning, der ved forskellige Spændvidder kan opnaas i et gennemgaaende ukompliceret almindeligt Sadeltag med Taghældningen  $\alpha = 45^\circ$ . Ved større Taghældninger, naar der foretages Udvekslinger for Kviste og naar Tagbjælkelaget er belastet m. v., kan der uden Tilsidesættelse af Reglementernes Bestemmelser opnaas væsentlig større Spændinger.

Til Understregning af det aabenlyse Misforhold mellem disse Bygningsvedtægters Bestemmelser og de af Dansk Ingeniørforening i 1930 udgivne Husbygningsnormer er forneden med kraftig Punktering markeret den iflg. disse Normer størst tilladelige Spænding af  $90 \text{ kg/cm}^2$ .

Reglerne for, hvilken Spærdimension der skal anvendes for »lette Tage«, er stærkt varierende og følger ikke altid den for »tunge Tage« gældende Grupperdeling. Som det vil bemærkes af Diagrammet til højre paa Fig. 41, vil der for »lette Tage« opnaas langt større Spændinger end for de »tunge Tage«.

En fuldstændig Gennemgang af, hvilke Muligheder de citerede Bestemmelser indebærer for fuldt lovlige, men alligevel stærkt underdimensionerede, Tagkonstruktioner, er blevet gennemført for Herlev Bygningsreglements Vedkommende.

Herlev Bygningsreglement er, som nævnt, enslydende med de øvrige for Hovedstadsomraadet Yderperiferi gældende og *danner saaledes Grundlaget for en alt overvejende Del af det aktuelle Boligbyggeri indenfor Hovedstadsomraadet.*

For en Taghældning paa  $45^\circ$  faas for et ukompliceret alm. »tungt Tag« en kombineret Paavirkning for Moment og Normalkraft paa indtil ca.  $360 \text{ kg/cm}^2$ , d. v. s. ca.  $300\%$  Overbelastning i Forhold til den iflg. Normerne tilladte. Ved en Taghældning paa  $50^\circ$  bliver Spændingen

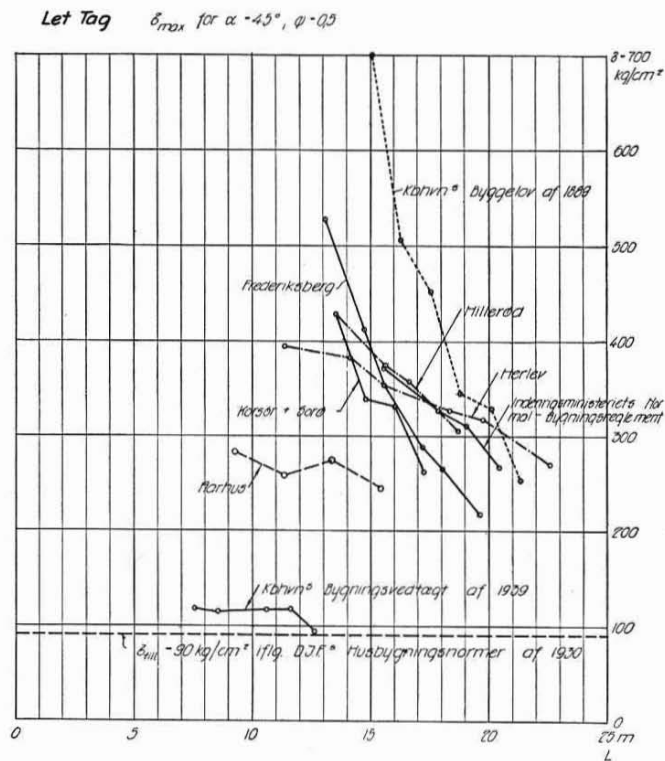
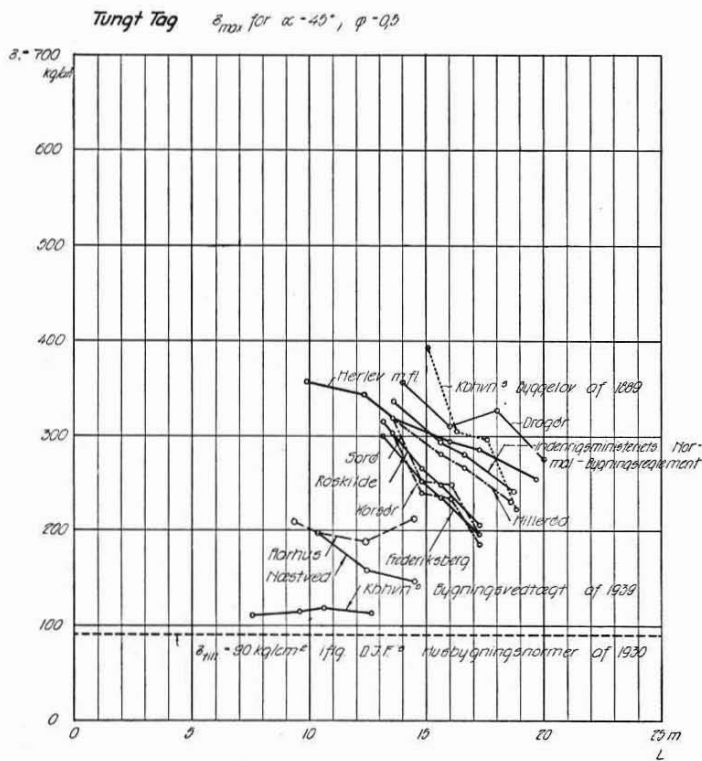


Fig. 41. Sammenligning mellem forskellige danske Bygningsreglementers Spærfagsbestemmelser.

ca. 420 kg/cm<sup>2</sup> svarende til ca. 370 % Overbelastning. For »let Tag« bliver Paavirkningerne større, nemlig for  $\alpha = 45^\circ$ ,  $\sigma = \text{ca. } 400 \text{ kg/cm}^2$ , ca. 340 % Overbelastning, og for  $\alpha = 50^\circ$ ,  $\sigma = \text{ca. } 475 \text{ kg/cm}^2 = \text{ca. } 430 \%$  Overbelastning. Der er, saavidt jeg kan se, intet til Hinder for at lave Taghældninger indtil  $75^\circ$ , og Spændingerne vil i dette Tilfælde blive saa formidable, at Spærfaget utvivlsomt vil falde ned, men da større Taghældninger end  $50^\circ$  kun undtagelsesvis vil forekomme, har jeg valgt ikke at komme nærmere ind herpaa. Det kan i denne Forbindelse nævnes, at der i Bygningslov for Købstæderne i Danmark af <sup>30/12</sup> 1858 i § 11, som dog vistnok ikke har Gyldighed for de Kommuner, der her er Tale om, er indeholdt en Bestemmelse, som dog vist næppe er indført af konstruktive Grunde, hvorefter »intet Tag eller nogen Del af samme maa danne en større Vinkel med Horizontalplanen end  $50^\circ$ «.

Saaftremt Hanebjækelaget er belastet, vil der i Tilfælde af skæv Fordeling af Nyttelasten, som omtalt tidligere under Behandlingen af Københavns nugældende Bygningsvedtægt, kunne opstaa Tillægsmomenter i Hovedspærenes farligst paavirkede Tværsnit, hvorved de resulterende Spændinger kan komme op paa følgende Værdier:

»Tungt Tag«	»Let Tag«
$\alpha = 45^\circ$ $\sigma = \text{ca. } 520 \text{ kg/cm}^2 \approx \text{ca. } 480 \%$ Overbel.	$\sigma = \text{ca. } 630 \text{ kg/cm}^2 \approx 600 \%$ Overbel.
$\alpha = 50^\circ$ $\sigma = \text{ca. } 620 \text{ kg/cm}^2 \approx \text{ca. } 590 \%$ Overbel.	$\sigma = \text{ca. } 750 \text{ kg/cm}^2 \approx 735 \%$ Overbel.

Med  $L = 9,90 \text{ m}$ ,  $\alpha = 30^\circ$  og  $\varphi = 0,5$  faar Hanebjælken ved ubelastet Tagbjækelag en Trykkraft paa 909 kg, hvilket kan medføre alvorlig Fare for Udbøjning.

Trykket i Forsatsen bliver for »normale Spær« ved »Tungt Tag« indtil ca. 50 kg/cm<sup>2</sup>.

For Knudepunkt A giver Undersøgelse, gennemført paa samme Maade som tidligere for København og med samme Bogstavbetegnelse (se Fig. 24)

	ubelastet Hanebjækelag	belastet Hanebjækelag
$\sigma_N$ .....	2110 kg/cm <sup>2</sup>	2890 kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_Q$ .....	44,5 »	62 »
$\sigma_V$ .....	36 »	50 »
$\sigma_R$ .....	26 »	36,6 »

Bortset fra København og Gjentofte muliggør de forskellige Bygningsvedtægter ved Anbringelse af Tagkviste kun Overskæring af 1 Spær. Reduktionen i Konstruktionens Sikkerhedsgrad bliver derfor ikke saa udpræget her som i København.

Den procentvise Forøgelse af de forskellige Paavirkninger bliver stort set, som følger:

	»Tungt Tag«	»Let Tag«
For Spærene .....	14 0/0	33 0/0
» S.....	5 0/0	9 0/0
» vandret Reaktion V .....	22 0/0	16 0/0
» lodret Reaktion R .....	43 0/0	45 0/0

Tænker man sig et almindeligt Sadeltag »Tungt Tag« med en teoretisk Spændvidde  $L = 9,90$  m,  $\alpha = 45^\circ$  og  $\varphi = 0,49$ , vil største Fritliggende  $F$ , vandret maalt, være 2,40 m. I Tagfladen tænkes under Iagttagelse af Bygningsreglementets herom givne Bestemmelser, anbragt en Række Tagkviste. Hanebjælkelaget tænkes endvidere effektivt understøttet paa Midten og det overliggende Loftsrums udnyttet f. Eks. til Pulterrum.

I dette Tilfælde vil de Spær, hvortil der udveksles, være paavirket til en kombineret Normal- og Bøjningspaavirkning paa  $\sigma = \text{ca. } 600$  kg/cm<sup>2</sup>, svarende til ca. 565 0/0 Overbelastning iflg. Normerne.

Med »Let Tag« kan Spændvidden i Henhold til Bygningsreglementets Bestemmelse uden Forøgelse af Spærdimension forøges til  $L = 11,34$  m (største Fritliggende  $F = 1,15 \times 2,40 = 2,76$  m). I dette Tilfælde faas:  $\sigma = \text{ca. } 840$  kg/cm<sup>2</sup> svarende til ca. 830 0/0 Overbelastning i Forhold til Normernes Bestemmelser.

Hanebaandets Tryk forøges i Forhold til disse voldsomme Paavirkninger kun i beskedent Omfang.

Trykket i Forsatsen bliver saaledes  $\sigma = \text{ca. } 100$  kg/cm<sup>2</sup>, hvilket »kun« repræsenterer ca. 150 0/0 Overbelastning i Forhold til Husbygningsnormernes Bestemmelser.

## II. Nogle spredte Bemærkninger om Gitterspærfag.

I Modsætning til det, som er Tilfældet med Hensyn til almindelige Sadel- og Trimpeltage, bliver større Gitterspærfagskonstruktioner oftest underkastet ingeniørmæssig Beregning. Hvor det er en Ingeniør, der har udarbejdet Tegningen, vil han saa godt som altid af Bygningsmyndighederne blive afkrævet fuldstændig Dokumentation for, at D. I. F.s Normkrav er blevet opfyldt til Punkt og Prikke. Naar Tegningen til et mindre Gitterspærfag er udarbejdet af en Arkitekt, vil Bygningsmyndighederne derimod sjældent besvære denne med Krav

Tagbeklædning: 1' ru pl. Brædder + 2 Lag Tagpap.  
 Forskalling:  $\frac{3}{4}$ " ru Brædder  
 Hvor intet andet er angivet anvendes 5" Søm.  
 Spærreståne: 100 cm.

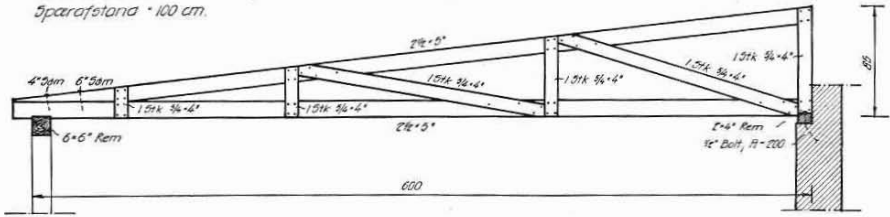


Fig. 42. Gitterspærfag for Garagebygning.

om Fremsendelse af statiske Beregninger til Eftervisning af den normmæssige Styrke. Denne ulige Behandling fra Bygningsautoriteternes Side er baade urimelig og uretfærdig og betyder naturligvis et alvorligt Handicap for Ingeniøren. Saa længe denne Tilstand opretholdes, er der ikke Grund til at vente nogen større ingeniørmæssig Indsats til en rationel Forbedring af vore Tagværker.

Paa Fig. 42 er vist et »Arkitektspærfag« for en Garagebygning. Med de viste Sømforbindelser bliver den Kraft, der skal optages pr. 4" Søm (tilladeligt: 53 kg/Stk.):

For Stang 2—3: 172 kg (226 % Overskridelse af det till. iflg. D. I. F.s under Udarbejdelse værende Trænormer).

For Stang 4—B: 319 kg (500 % Overskridelse af det till.)

Knudepunkt A: samlet forskydende Kraft: 1919 kg, till.  $53 + 98 = 151$  kg, d. v. s. 1170 % Overskridelse.

Paa Fig. 43 er vist et ingeniørmæssigt udformet Gitterspærfag. Sædvanligvis bliver de statiske Beregninger til en saadan Konstruktion udført ved Spændingsbestemmelse ad grafisk Vej under Forudsætning af simpel Understøtning. Selvfølgelig er det rigtigere at udnytte Indspændingsmulighederne over Mellemunderstøtningen. Vil man yderligere tage alt med i Regning, kan man ogsaa tage Hensyn til de gennemgaaende Over- og Underflanger. Ved de 3 forskellige Beregningsmaader vil Paa- virkningerne blive som vist paa Fig. 44.

Til Forsvar for den mere »elskværdige« Behandling af »Arkitektspærfagene« end af »Ingeniørspærfagene« fremholdes netop ofte fra

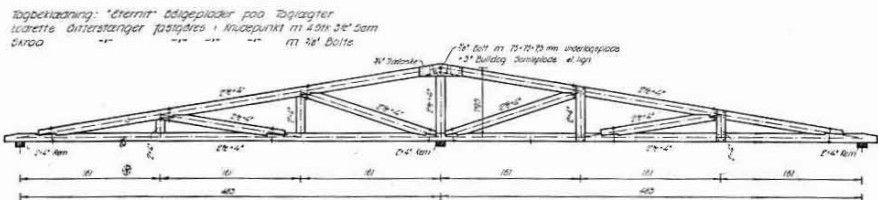
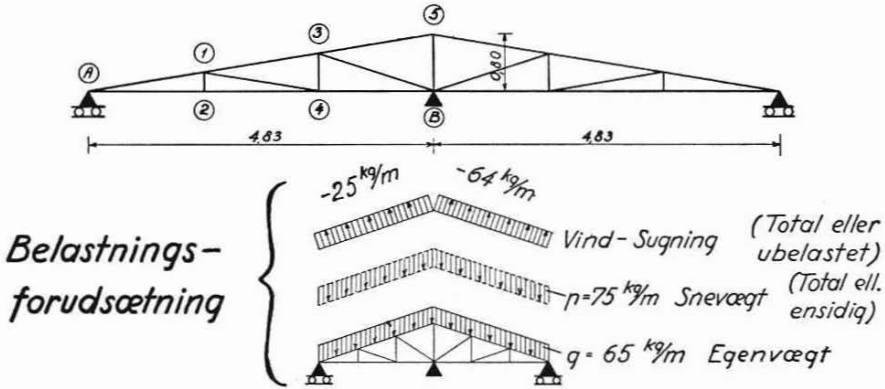


Fig. 43. Ingeniørmæssigt udformet Gitterspærfag.



	Statisk bestemt	1 Gang statisk ubestemt	10 Gange statisk ubestemt
Spær	110 %	101 %	100 %
Spær fod	79 %	44 %	100 %
Skraabaand 1-4	108 %	109 %	100 %
— 3-B	89 %	89 %	100 %
Vertikal B-5	41 %	94 %	100 %

Fig. 44. Tilnærmede Spændingsbestemmelser for det paa Fig. 43 viste Spærfag sammenholdt med de ved eksakt Udregning konstaterede.

Bygningsautoriteternes Side, at de gennemgaaende Over- og Underflanger giver en saadan Forbedring af Spærfaget i Forhold til de gjorte Forudsætninger om friktionsfri, hængslede Knudepunktsforbindelser, at de trods underdimensionerede Søm eller Bolteforbindelser yder betryggende Sikkerhed.

Med Hensyn til de mere nøjagtige Beregningsmetoder vindes der erfaringsmæssigt ikke stort i Træforbruget. Derimod er Forskellen fra den første til den anden Beregningsmaade ret mærkbar for Knude-

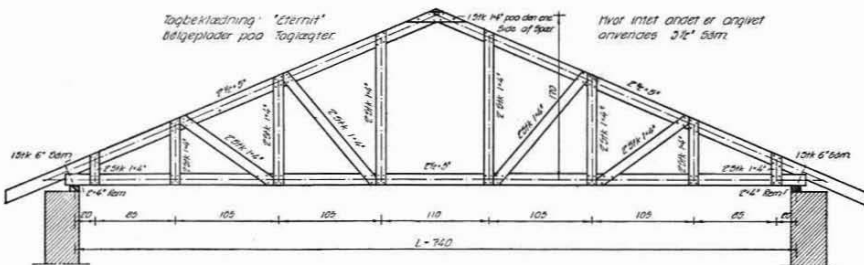


Fig. 45. 7,40 m »Gitter«-Spærfag for Fabrik.

punktsforbindelsernes Vedkommende. Da Samleplader og Bolte for det paa Fig. 43 viste Spærfag med de idag gældende Priser andrager ca. 40% af den samlede Pris paa dette Spærfag, vil det umiddelbart ses, at en alt for nonchalant Beregningsmaade er uforsvarlig Behandling af Bygherren.

Som nævnt bliver ikke alle Gitterspærfag projekteret af Ingeniører. Paa Fig. 45 er vist et »Arkitektspærfag«, som jeg engang blev præsenteret for. Gitterudfyldningen i Spærfagets Midte har jo faaet en efter Ingeniøropfattelse noget ejendommelig Udformning udfra Ønsket om at have et passende Fritrumsprofil for den paa dette Sted værende Gangbro. Ved Forespørgsler rundt omkring har jeg erfaret, at den paagældende Konstruktionsform faktisk har en betydelig Udbredelse. Jeg skylder hertil at oplyse, at en stedfunden korrekt gennemført Kontrolberegning har vist, at Konstruktionen i og for sig slet ikke er saa daarlig, som den ved første Øjekast skulde synes at være. Den størst optrædende Bøjningspaavirkning i Spærets Hovede viste sig i det foreliggende Tilfælde at være  $\sigma = 75 \text{ kg/cm}^2$ . De i Underflangen optrædende Momenter var uden Betydning.

Den paa Fig. 46 viste Spærfagskonstruktion er anvendt paa nogle af de her til Landet importerede monteringsfærdige finske Træhuse.

Disse Huse er i Finland altid dækket med Brædder og Pap. Naar dette er Tilfældet, vil Skivevirkningen utvivlsomt være saa udpræget, at Taget stort set kan regnes spændende frit fra Kip til Gesims. Regnes der saa med Samvirken mellem Spær og Loftsbjælke, bliver de maksimale Spændinger i denne Konstruktion ca.  $110 \text{ kg/cm}^2$ .

Inden Afslutningen af nærværende Redegørelse har jeg haft Lyst til at ofre et Par Ord paa den i Fig. 47 viste Skitse, som var offentliggjort i »Haandværkets Dagblad Licitationen« <sup>14/11</sup> 46.

Som bekendt skorter det ikke paa Opfordringer til Landmændene om at modernisere deres forældede Landbrugsbygninger. Den her viste Tegning er udarbejdet af en Arkitekt, som efter sigende skal være

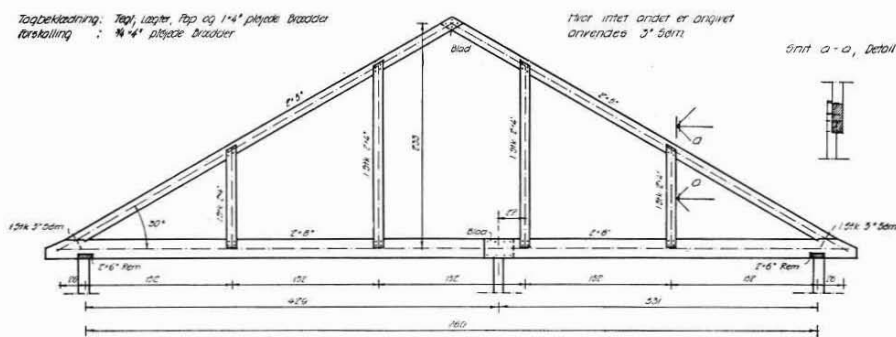


Fig. 46. 7,60 m Spærfagskonstruktion for finsk Træhus.

Ekspert i disse Forhold. En skønmæssig Kontrolberegning, der ovenikøbet ikke har taget Hensyn til den af den viste Hejseanordning tilførte Tillægsbelastning, har vist, at Momentet i Spærene ved den af Arkitekten foreslaaede Ændring i den bærende Hovedkonstruktion, bliver forøget med ca. 200 %! Det har den paagældende Arkitekt næppe gjort sig helt klart, da han fremkom med sit iøvrigt sikkert velmente Forslag.

### Afslutning.

Som det forhaabentlig med tilstrækkelig Tydelighed er fremgaaet af denne Redegørelse, er de forskellige her i Landet gældende Regulativer for Spærfagskonstruktioner højst uensartet udformede. Saafremt Redegørelsen nu skulde blive ensidigt taget til Indtægt for en Skærpelse i mere eller mindre udpræget Grad af samtlige Regulativer, er Hensigten imidlertid ikke naaet.

Saavidt mig bekendt har alle de empiriske Regler, som her har været omtalt, stort set altid givet brugbare Konstruktioner af fornøden Sikkerhed, hvorved i denne Forbindelse maa forstaas, at de paagældende Konstruktioner ikke er faldet ned. Det maa være rimeligt at forudsætte Konstruktørens Opgave som værende den at gøre de af ham projekterede Konstruktioner netop saa stærke som nødvendigt og ikke mere. Al yderligere Anvendelse af Materialer er Spild.

Det kan maaske lyde voldsomt, naar det af min Redegørelse fremgaar, at en Spærfagskonstruktion udformet efter de i Københavns Yderperiferi gældende Bygningsreglementer kan faa en kombineret Moment- og Normalkraftpaavirkning paa indtil  $840 \text{ kg/cm}^2$ , naar vi samtidig ved, at Brudmodulus for de Træsarter, som kommer i Betragtning, i bedste Fald næppe overstiger  $5\text{--}600 \text{ kg/cm}^2$ , men det maa dog sikkert i denne Forbindelse tages i Betragtning, at Spæret for at blive saa stærkt paavirket foruden af sin Egenvægt tillige er forudsat belastet med det størst tænkelige Snetryk samtidig med den størst tænkelige Vindpaavirkning, som formodentlig kun undtagelsesvis vil forekomme paa det her i Landet af Vinden mest udsatte Sted.

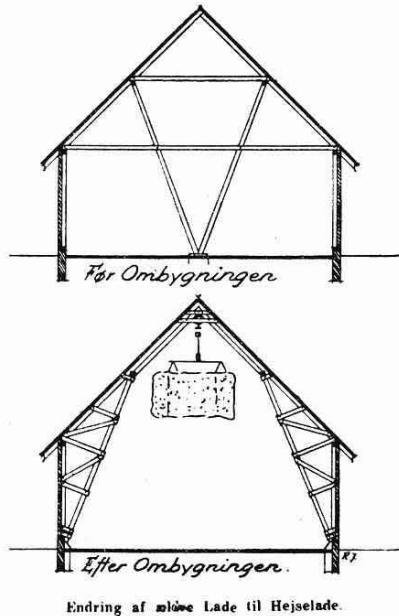


Fig. 47. Forslag til »Forbedring« af ældre Ladetags Konstruktion.



Naar de paagældende Spærfagskonstruktioner vitterligt har vist sig at være passende dimensioneret, forekommer det mig ulige naturligere at drage den Slutning, at det er Normernes Bestemmelser, der er for strenge. Det maa derfor anses for ønskeligt, at der ved passende Ændringer i Dansk Ingeniørforenings Bygningsnormer tilvejebringes en paakrævet Harmoni mellem disse og Bygningsvedtægternes konstruktive Bestemmelser.

Bygningsvedtægterne indeholder imidlertid ogsaa mange aabenlyse Urimeligheder, og de maa fjernes, ligesom Affattelsen i sin Helhed maa bringes i Overensstemmelse med rimelige logiske Krav, saaledes at den kyndige Mand faar »fair play«.

Det er for urimeligt, naar den Ulejlighed, som den ansvarsbevidst arbejdende Mand gør sig i Henseende til omhyggelig statistisk Analyse af de af ham projekterede Konstruktioner, medfører, at han stilles væsentlig ringere end den Mand, som bare lader 5 være lige og slumper sig til det hele.

Et egnet Grundlag for en Forbedring af vore Tagværkers Standard maa efter min Opfattelse være den, at der, eventuelt ved Byggeforskningsinstitutets Mellekomst, udarbejdes en Række Standardtegninger til forskellige Spærfag. Disse Standardtegningers Antal behøver ikke at være overvældende stort, da der indenfor det aktuelle Boligbyggeri kun kommer et begrænset Antal Spændvidder, Taghældninger og Tagbeklædninger i Betragtning. De paagældende Standardspærfag vil kunne gøres til Genstand for en langt dyberegaaende Analyse og tilhørende Belastningsforsøg, end hvad Ingeniørhonoraret ved de enkelte Byggeopgaver vil være i Stand til at bære.

Under alle Omstændigheder er det mit Haab, at nærværende Redegørelse maa kunne medvirke til, at der i Fremtiden tilvejebringes et saadant Grundlag for vore Tagværkers Udformning, at de rationelt udformede Konstruktioner faar »fair play« i Konkurrencen med de efter den hævdvundne aarhundredgamle Praksis udformede.

Under mit Arbejde med disse Problemer har jeg modtaget værdifuld Støtte fra min daværende Medarbejder Civilingeniør Viktor Böhm, for hvilken det er mig magtpaaliggende at bringe ham min bedste Tak.