

*Uffe Finst Holst*

# JÆRN- KONSTRUKTIONER

---

GRUNDLAG

FOR

FORELÆSNINGER PAA POLYTEKNISK LÆREANSTALT

AF

A. OSTENFELD

---

ANDEN DEL:

ANVENDELSER I HUSBYGNINGEN

---

ANDEN UDGAVE

---

KJØBENHAVN

JUL. GJELLERUPS BOGHANDEL

1917

I Forordet til 1ste Udgave (1909) udtaltes følgende, der har Gyldighed ogsaa for denne Udgave, angaaende den almindelige Plan for og Hensigt med Bogen.

Det er her forsøgt at give en kort, men dog nogenlunde fuldstændig Oversigt over de almindeligste Anvendelser af Jærnkonstruktioner i Husbygningen. Behandlingen er for saa vidt oversigtsmæssig, som det overalt er tilstræbt at fremhæve Hovedlinierne i Konstruktionen og de til Grund liggende Principper; paa den anden Side kræves der naturligvis et ret indgaaende Kendskab til de almindeligt forekommende Detailkonstruktioner, hvis man skal være i Stand til at føre Principperne ud i Praxis, og der er derfor, som man ogsaa vil finde ved et flygtigt Gennemsyn af Bogen, medtaget Illustrationer og korte Beskrivelser af saadanne Detailler i ret rigeligt Omfang. Baade i al Almindelighed og særlig ved Benyttelse af Bogen som Lærebog bør man imidlertid ikke lægge alt for megen Vægt paa disse Detailler; de kunne jo paa mange Punkter varieres i det uendelige, og Hensigten med at fordybe sig i dem bør kun være efterhaanden i sin Bevidsthed at faa udkrystalliseret Principperne, kunde man gerne ogsaa her sige, for Detailbehandlingen paa de forskellige Omraader. Den konstruerende Fantasi maa have en vis Stofmængde at arbejde med, og Konstruktorens umiddelbare Fornemmelse af god eller daarlig Konstruktion kan udvikles ved at stifte Bekendtskab med nyt Stof, selv om Spirerne til denne Fantasi og Fornemmelse helst skulde være til Stede i Forvejen; det gælder maaske nok i noget mindre Grad for det i denne Bog behandlede Gebet end f. Ex. for Jærnbrøbygningen, men dog ogsaa her, at en god Konstruktion aldrig bliver til alene ved Efterligning.

Paa adskillige Punkter har det været ret vanskeligt at afgøre, hvor meget der burde medtages, særlig under Hensyn til

den hyppigere og hyppigere Anvendelse af Jærnbeton. Det maa jo nemlig indrømmes at være med fuld Ret, at dette Konstruktionsmateriale nu foretrækkes til mange Anvendelser i Husbygningen fremfor de rene Jærnkonstruktioner. Som Regel er det valgt hellere at medtage for meget end for lidt; mange af de almindelige Konstruktions-Hovedtræk kunne jo nemlig ogsaa finde Anvendelse paa Jærnbetonkonstruktioner, og mange af de medtagne Detailler gaa igen paa andre Jærnkonstruktions-Omraader.

I den foreliggende 2den Udgave er der som sagt intet ændret ved Bogens Plan. Derimod er under Revisionen adskilligt skrevet om for at faa Hovedlinierne til at træde klarere frem, og paa nogle Punkter er medtaget en Del nyt Detail-Stof (saaledes navnlig i § 12—13), paa andre udeladt forskellige forældede eller for Bogens Plan unødvendige Ting, bl. a. hele sidste Paragraf om amerikanske høje Jærnskelet-Bygninger, hvorom der nu foreligger et saa udførligt Specialværk som Jos. K. Freitag: Architectural Engineering (New-York & London 1912). Samme Bemærkning gælder om Figurerne; enkelte af de ældre Figurer ere tegnede om og adskillige udeladte, men endnu flere nye medtagne, saaledes at det samlede Antal er voxet fra 321 til 366. Endelig er der anvendt smaat Tryk for Detailler og mindre vigtige Ting i langt højere Grad end i 1ste Udgave, saaledes at det i Hovedsagen nu kun er de Afsnit, der gennemgaas i det almindelige Kursus for Bygnings- og Maskiningeniører paa Polyteknisk Lærestanstalt, der ere beholdte med stort Tryk.

Ved Udarbejdelsen er benyttet en Række Haand- og Lærebøger, uden at de ere citerede i Noter under Texten. De vigtigste af dem ere, idet ogsaa de ældre, der kun have haft Betydning for 1ste Udgave, medtages:

Lauenstein: Die Eisenkonstruktionen des einfachen Hochbaues, I—II, 3. Aufl., Stuttgart 1902—03,

Scharowsky: Musterbuch für Eisenkonstruktionen, 4. Aufl. (ved R. Kohnke), Leipzig 1908.

Handbuch der Architectur,

III Del, 2. Bd., Hefte 3 a (Balkendecken), 1901,

— , — , — 4 (Dächer im allgemeinen, Dachformen), 1901,

— , — , — 5 (Dachdeckungen), 1899,

Th. Landsberg: Die Glas- und Wellblechdeckung der eisernen Dächer, Darmstadt 1887.

O. Schmiedel: Die Sheddachbauten, 2. Aufl., Berlin 1904,  
H. Hagn: Schutz von Eisenkonstruktionen gegen Feuer, Berlin 1904,

M. Foerster: Die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten. 4. Aufl., Leipzig 1909,

L. Geusen: Die Eisenkonstruktionen, Berlin 1909,

W. Knapp: Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues, Leipzig 1911,

C. Kersten: Der Eisenhochbau, Berlin 1913,

Milo S. Ketchum: The design of steel mill buildings, New-York 1904,

Henry G. Tyrrell: A treatise on the design and construction of mill buildings, Chicago & New-York 1911,

Henry Jackson Burt: Steel construction, Chicago 1917,

Henry Fidler: Notes on construction in mild steel, London 1907,

Jos. Husband and Wm. Harby: Structural Engineering, London 1911,

Albert S. Spencer: The practical design of steel-framed sheds, London 1915.

American Bridge Co.'s standards for detailing 1911,

Forskellige Reklamehefter, Jærnkonstruktionsværksteders Haandbøger o. l.

Ved Henvisninger til mine andre Bøger er benyttet Forkortelserne: T. E. for »Teknisk Elasticitetslære« 1916, T. S. I og II for »Teknisk Statik« I og II, 1908 og 1913, J. K. I og III for »Jærnkonstruktioner« I og III, 1914 og 1912.

*Novbr. 1917.*

A. O.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

### FØRSTE AFSNIT.

#### ETAGEADSKILLELSER.

	Side
§ 1. Almindelig Oversigt .....	1
§ 2. Belastning og tilladelig Paavirkning .....	5
§ 3. Detailler vedrørende Bjælker og Dragere .....	10
§ 4. Søjlerne .....	14
§ 5. Fagudfyldingen .....	22
§ 6. Beskyttelse mod Ildebrand .....	30
§ 7. Altaner, Karnapper o. l. ....	34
§ 8. Trapper .....	40

### ANDET AFSNIT.

#### TAGKONSTRUKTIONER.

§ 9. Almindelig Oversigt .....	47
§ 10. Belastning og tilladelig Paavirkning .....	51
§ 11. Detailler vedrørende Tagdækningen i Almindelighed; sekundære Spær, Aase .....	61
§ 12. Specielle Tagdækningsmaterialer, særlig Bølgeblik og Jærnbeton .....	71
§ 13. Indretninger for Belysning og Ventilation .....	81
§ 14. Vinddragere og Tværforbindelser .....	97
§ 15. Hovedspærfagene ere simpelt understøttede Bjælker over én Aabning .....	103
§ 16. Hovedspærfagene ere Kragbjælker, Konsoller eller Bjælker over flere Aabninger .....	114
§ 17. Valmtage .....	125
§ 18. Hovedspærfagene som Buedragere; fritbærende Bølgeblikstage .....	129
§ 19. Kuppel- og Pyramidetage .....	141

### TREDIE AFSNIT.

#### JÆRNSKELET-BYGNINGER.

§ 20. En-Etages, énskibede Bygninger .....	151
§ 21. Flerskibede eller flere-Etages Bygninger .....	158
§ 22. Belastning og tilladelig Paavirkning; Detailler vedrørende Jærnkonstruktionen og Fagudfyldingen i Væggene .....	165

## RETTELSE

til

Teknisk Elasticitetslære (1916):

- S. 26, Lin. 18 f. n.: desuden, læs: foruden,  
 S. 103, Lin. 4 f. n.:  $\frac{\partial u_y}{\partial z}$  læs:  $\frac{\partial u_z}{\partial z}$ ,  
 S. 374, Lin. 1 f. o.:  $tg\alpha$ , læs:  $\cot\alpha$ ,  
 S. 447, Lin. 3 f. o.: For saadanne..., læs: For symmetrisk Tvær-  
 snit og saadanne...,  
 S. 447, Lin. 8 f. o.: For Støbejern..., læs: For usymmetrisk  
 Tvær-snit og f. E. for Støbejern maa man  
 derimod...,  
 S. 494, Lin. 12 f. o.: og  $\sigma_{t,1} \cdot z_1 = \sigma_{t,2} \cdot z_2$  læs: og  $u_r =$  samme Værdi  
 umiddelbart indenfor og udenfor  $r = r_1$ ; sidst-  
 nævnte Betingelse kan ved (2) og (3) om-  
 skrives til:  $\Delta\sigma_t = \frac{1}{m} \Delta\sigma_r$ , hvor  $\Delta$  betegner den  
 Tilvæxt, Spændingerne faa ved Passagen  
 forbi  $r = r_1$ .

Teknisk Statik II (1913):

- S. 130, Lin. 21 f. o.: 0,0804, læs: 0,0833,  
 S. 245, Lin. 7 f. n.:  $X_{at}$ , læs:  $X_{at}$ ,  
 S. 289, Lin. 5—8 f. n.: 0,32, læs: 0,64,  
 S. » , Lin. 1—2 f. n. og øverst S. 290 foretages de heraf føl-  
 gende Rettelser.

## FØRSTE AFSNIT.

### Etageadskillelser.

§ 1. **Almindelig Oversigt.** I en Etageadskillelse indgaar to Hovedbestanddele, den bærende Konstruktion og Fag-  
 udfyldingen mellem Bjælkerne (det egentlige Gulv).

Idet der i dette Afsnit kun tænkes paa saadanne Byg-  
 ninger, hvor Ydermurene, og maaske ogsaa Skillerumsmure,  
 benyttes til Understøtning for Etageadskillelserne, er den  
 simpleste Ordning af den bærende Konstruktion den i  
 Fig. 1 viste, hvor der kun an-  
 vendes Bjælker, men ingen  
 Dragere eller Søjler. Bjæl-  
 kerne kunne hvile paa to  
 Mure eller gaa kontinuerligt  
 hen over et bærende Skille-  
 rum. Hvis Bekostningsspørgs-  
 maalet er det afgørende, læg-  
 ger man altid Bjælkerne paa  
 den korteste Led.

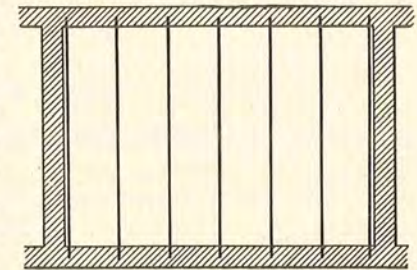


Fig. 1.

Ved større Bjækelængder bliver Ordningen i Fig. 1 for  
 dyr, idet Bjælkerne baade selv blive for svære og tage for  
 megen Plads i Højden. Man  
 kan da som i Fig. 2 skaffe  
 en Mellemandstøtning til  
 Veje ved Hjælp af en Dra-  
 ger, der simplest lægges helt  
 nedenunder Bjælkerne, hvis  
 en saadan Afbrydelse af den  
 plane Loftslade er tilladelig,  
 men ogsaa kan lægges højere

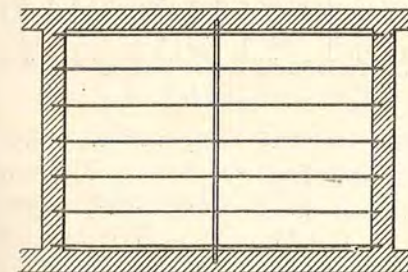


Fig. 2.

op, saa Bjælkerne løbe ind paa Siden af Drageren, eller endog helt oven over Bjælkerne, der da maa hænges op til Drageren. Denne sidste Ordning kan f. Ex. finde Anvendelse, hvor der over Etageadskillelsen kun findes et Tagrum e. l., i hvilket Drageren uden større Gène kan springe frem, medens Undersiden af Etageadskillelsen absolut skal være plan.

I Fig. 2 er Drageren lagt paa den korte Led. Hvis Rumets Længde bliver større, kan der være Tale om at anvende flere saadanne Dragere, men hvis ogsaa Bredden (Dybden) voxer, søger man, for ikke at faa Drageren for svær, at skaffe Mellemlunderstøtninger til Veje for den. Dette kan undertiden — naar det drejer sig om den øverste Etageadskillelse i Bygningen — gøres ved at hænge Drageren op til Tagkonstruktionen, men det almindeligste er at anvende Søjler, som det ses i Fig. 3. Naar det overhovedet kan lade sig gøre at opstille saadanne Søjler, vil det som Regel være mest praktisk at lægge Drageren efter Bygningens Længderetning (Fig. 3),

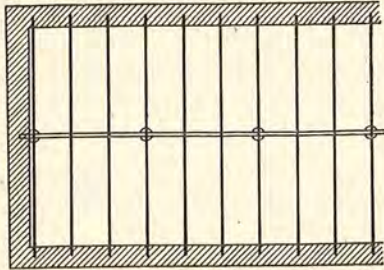


Fig. 3.

og man kommer saaledes til den i Pakhuse, Fabriksbygninger o. l. saa almindelige Ordning med en eller flere Søjlerækker og Dragere paa langs og Bjælkerne paa tværs (Fig. 4). Søjlerne i de forskellige Etager stilles naturligvis lige over hinanden, og de skulle hvile direkte paa hinanden uden Drageren som Mellemlid (nærmere herom i § 4).

I Fig. 3 og 4 ere Søjlerne holdte paa Plads og hindrede i at forskyde sig af selve Bjælkerne og Drageren, der i alt Fald ved deres ene Ende ere fastgjorte til Ydermurene. Imidlertid kommer Stabiliteten herved til at bero paa Ydermurenes Modstandsevne i ganske enkelte Punkter, og hvis Fagudfyldingen mellem Bjælkerne (Gulvet) ikke er særlig stiv, vil det derfor undertiden være rigtigst, som vist i

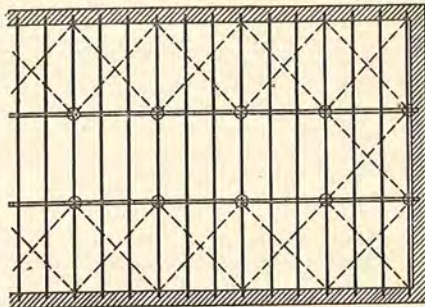


Fig. 4.

Fig. 4 ved punkterede Linier, at indlægge en Række Afstivningskryds af Fladjærn e. l. i Etageadskillelsen.

Foruden at bære Gulvet og Gulvbelastningen have Bjælker og Dragere i Almindelighed ogsaa den Funktion at afstive Ydermurene, idet disse i Bygninger med flere Etager sædvanligvis ikke gøres tykke nok til at være stabile i og for sig. Af den Grund forbindes en Del af Bjælkerne og Dragerne med Murene ved Murankere. Under Hensyn til Jærnbjælkernes Længdeændringer ved Temperaturvariationer, og særlig under en Ildebrand, bør man dog ikke forankre begge Ender af en Bjælke i Muren, naar dens Længde bliver større end 15—20 m, og endda kun hvis den er beskyttet ved en isolerende Bekiædning (herom nærmere i § 6). Hvis Afstanden mellem to parallelle Ydermure overskrider 15—20 m, kan man derfor ikke afstive dem mod hinanden ved Hjælp af gennemgaaende Jærnbjælker, men den nødvendige Stabilitet maa skaffes til Veje paa anden Maade. Der kan da være Tale om:

1. at gøre Ydermurene stabile i og for sig og give Bjælker og Dragere bevægelige Lejer ved den ene Ende. Denne Ordning kan dog i Almindelighed kun gennemføres ved lave (1—2-Etages) Bygninger;

2. at gøre Jærnkonstruktionen stabil for sig, anbringe Søjler ogsaa i Ydermurene og reducere disse til Fagudfyldinger i et Jærn-Bindingsværks Masker. Denne Konstruktion vil der senere (i 3die Afsnit) blive Lejlighed til at komme nærmere ind paa;

3. at gøre en Del af Jærnkonstruktionen stabil for sig og kombinere Ydermurene med den nærmest ved dem liggende Del af Jærnkonstruktionen til et andet, for sig stabilt System, medens de to Systemer kunne udvide sig og trække sig sammen uafhængigt af hinanden. En saadan Ordning ses skematisk i Fig. 5, der viser det halve Tværsnit af en Bygning med fire Søjlerækker paa langs. De to midterste Søjlerækker ere gennem Dragerne og Bjælkerne forbundne til et System for sig (I), hver af de yderste Søjlerækker er forbunden med

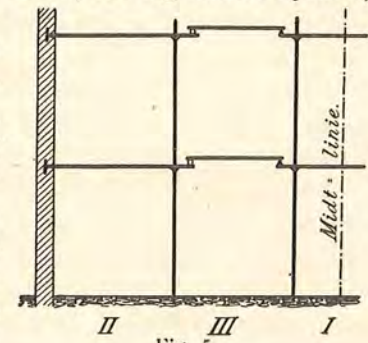


Fig. 5.

sin Ydermur ved Hjælp af forankrede Bjælker, hvorved der dannes de to stabile Systemer II, og endelig ere Mellemmurmene III overdækkede med Bjælker (Dragere), der frit kunne udvide sig uden at indvirke paa Systemerne I og II (ved Hjælp af aflange Huller i Forbindelserne e. l.).

En særlig Slags Dragere er saadanne, der bruges til Overdækning af Muraabninger. Ved almindelige, ikke særlig brede Vinduesaabninger er maaske det sædvanlige Stik tilstrækkeligt til at bære baade Muren ovenover og Bjælkelaget; men ved større Aabninger er der meget ofte ikke Højde nok for Stikket under Etageadskillelsen og i mange Tilfælde heller ikke Vederlag nok til at optage Stikkets Horizontaltryk, og der indlægges da en Drager til at bære Etageadskillelsen og maaske tillige Muren ovenover.

Fagudfyldingen bestaar af den egentlig bærende Udfylding, Bæredækket, og et Slidlag, hvilke to dog ogsaa kunne falde sammen.

Bæredækket kan først og fremmest indeles efter Materialet, idet man kan anvende Træ, Sten (Beton, Jærnbeton o. l.) eller Jærn; dernæst efter Virkemaaden, eftersom det kun giver lodrette Tryk paa Bjælkerne eller tillige vandrette Tryk (Hvælvinger). Endelig kunde man tænke sig ved Inddelingen at gaa ud fra Undersidens Form, der jo for Udseendet spiller den største Rolle, og skelne mellem plant og buet Loft, synlige Bjælker i én eller begge Retninger (Ribbeloft, Kassetteloft) osv.; men denne Inddelingsmaade har mindre reel Betydning, da man altid ved Anvendelse af Forskalling og Puds, Stuk o. l. kan variere Formen.

Der findes en overordentlig Mængde, for en stor Del patenterede, Konstruktioner af Fagudfyldingen, hvorved man har søgt at opnaa det mest mulige i Retning af Bæreevne og samtidig ringe Højde, Brandsikkerhed, Ugennemtrængelighed for Lyd og Varme, Vand- og Lufttæthed, Fugefrihed osv., og at opnaa alt dette med saa ringe Bekostning som muligt. For Øjeblikket er der ingen af alle de eksisterende Konstruktioner, der er trængt igennem som den absolut bedste, eller som virkelig opfylder alle de nævnte Betingelser, og med denne Stilling af Sagen er det en Selvfølge, at der nedenfor (i § 5) ikke kan være Tale om at gaa altfor dybt ind paa Detaillerne angaaende disse Fagudfyldinger.

Ved Anvendelse af Træ falder Slidlaget sædvanligvis sammen med Bæredækket, men hvor et Gulv er særlig udsat for Slid, kan der dog ogsaa her, ligesom ved Broer, være Tale om at lægge et særligt, 3—4 cm tykt, Sliddæk over Bæredækket. Ellers anvendes 1—3 cm Cementpuds, Terrazzo, Fliser, Pudslag med Linoleum, Linotol, Papyrolith o. l. og i Tilfælde af stærk og grov Færdsel ogsaa Asfalt eller Træbrolægning.

**§ 2. Belastning og tilladelig Paavirkning.** Belastningen paa en Etageadskillelse er dels hvilende (Egenvægten, Vægt af Skillerum eller Tryk fra Tagkonstruktionen), dels bevægelig (tilfældig, Nyttebelastningen).

Egenvægten maa beregnes i hvert Tilfælde for sig, efter at Konstruktionen af Fagudfyldingen er slaaet fast i alle Detailler; de Vægtfylder af forskellige Materialer, man herved faar Brug for, findes i de fleste almindelige Tabelværker.

For de her til Lands hyppigst anvendte Etageadskillelser, Slidlag og Mure (Vægge) kan man regne med følgende Værdier\*):

#### Etageadskillelser.

Bjælkelag af Træ eller Jærn:	
a. med Brædegulv .....	70 kg/m <sup>2</sup> ,
b. med Brædegulv, Forskalling og Loftspuds .....	100 — ,
c. med Gulv af to Lag Brædder med mellemliggende Tagpap .....	100 — ,
d. med Gulv som anført under c, Forskalling og Loftspuds .....	130 — ,
e. med Brædegulv, Indskud, Isolering (6 cm tykt Lerlag), Forskalling og Loftspuds .....	200 — ;
Bjælkelag af Jærn:	
med 23 cm tyk Udstøbning af Beton af Murstensskærver, exkl. Slidlag o. l. ....	500 — ;
Trapper af Træ:	
Vanger, Trin og Forskalling med Puds, pr. m <sup>2</sup> af Løbenes Horizontalprojektion .....	100 — .

#### Slidlag:

2 cm Cementpuds .....	42 — ,
2 — Terrazzo .....	44 — ,
2 — Lerfliser i Cementmørtel (ialt 3,5 cm) .....	72 — ,
6 — Ølandsfliser i do. (ialt 11 cm) .....	260 — ,

\*) Efter Dansk Ingeniørforenings Normer for Beregning af Husbygningskonstruktioner, 1916.

2 cm støbt Asfalt.....	30 kg/m <sup>2</sup> ,
5 — pteset Asfalt.....	100 — ,
1,5 — Linotol, Magnesit, Papyrolith, Linoleum med Underlag.....	20 — ,
3 — Brædder paa 10×10 cm Strøer i 1 m Afstand.	22 — ,
10 — Træbrølægning.....	110 — .

## Mure (Vægge).

(Indbefattet Mørtel til Opsætning, eventuelt Jærndlæg samt Pudslag paa begge Sider).

For hver  $\frac{1}{2}$  Sten af Murens Tykkelse regnes for:

Mure af Klinker.....	240 kg/m <sup>2</sup> ,
— - fuldbrændte Mursten.....	215 — ,
— - Molérsten, massive.....	160 — ,
— - Cementmursten.....	265 — ,
— - Kalksandsten.....	230 — ;

for hver Centimeter af den pudsede Vægs Tykkelse regnes for:

Vægge af Jærnbeton (herunder alle Vægge udførte af overvejende Cementmørtel med Jærndlæg, saasom Monieret, Rabitznet, Strækmetal, Trussit etc.....)	24 kg/m <sup>2</sup> ,
— - Beton af Natursten.....	23 — ,
— - Beton af Murstensskærver.....	20 — ,
— - Gibskalkmørtel (egentlige Rabitzvægge).....	16 — ,
— - Slaggebeton (herunder sømfaste Cementskille- vægge).....	14 — ,
— - Slaggegibsplader (Gibsskillevægge).....	12 — ,
— - Pimpstensplader.....	12 — ,
— - Cocolithplader (uden mineralske Fyldstoffer)	9 — ;

for den angivne Tykkelse af den pudsede Væg regnes for:

Vægge af 5,5 cm tykke, massive, fuldbrændte Sten med Jærndlæg, ialt 8 cm.....	140 kg/m <sup>2</sup> ,
— - 5,5 cm tykke, porøse Sten med Jærndlæg (Prüss' Patentskillevægge) ialt 8 cm.....	120 — ,
— - 10 cm tykke, hule Molérsten med Jærndlæg, ialt 12,5 cm.....	135 — ,
— - 6,5 cm tykke, hule Molérsten med Jærndlæg, ialt 9 cm.....	100 —
— - 3 Lag Brædder (tilsammen 7,5 cm) med Puds, ialt 11,5 cm.....	95 — ,
— - 2 Lag Brædder (tilsammen 5 cm) med Puds, ialt 9 cm.....	80 — .

En Drager, der bærer et muret Skillerum eller tjener til Overdækning af en Muraabning, beregnes ofte for hele Skillerummets Vægt eller for Vægten af hele den lodret over Muraabningen liggende Del af Muren (helt op til Toppen), inklusive de Tryk fra Etageadskillelser eller Tag, som mulig-

vis falde paa Muren. Hvis den understøttede Mur ikke er gennembrudt med Døraabninger e. l., er dette naturligvis i Virkeligheden altfor meget paa den sikre Side; det er jo bekendt, at en saadan Mur bliver staaende, selv om der forneden i den brydes et ret stort Hul igennem, idet Muren (tildels paa Grund af Forbandtet) fungerer som en Hvælving. Det faktiske Forhold er uden Tvivl, at Drageren kun kommer til at bære

en Trekant (eller lignende Figur) som  $ACB$  i Fig. 6, og det vil sikkert i mange Tilfælde være tilstrækkeligt at regne hermed, idet man f. Ex. sætter  $C$ 's Højde over Bjælken lig  $\frac{1}{2}AB^*$ ) eller noget mere; men man maa i saa Fald dog gaa frem med Forsigtighed og navnlig sikre sig, at Hvælvingsvirkningen

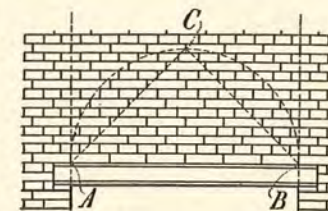


Fig. 6.

ikke umuliggøres af andre Gennembrydninger i Muren, samt at der paa begge Sider af den overdækkede Aabning findes en tilstrækkelig stor Længde af massiv Mur til at fungere som Vederlag for Hvælvingen.

Den tilfældige Belastning kan have højst forskellig Størrelse, idet den afhænger af Bygningens Anvendelse; i Boliger hidrører den saaledes fra Inventar og Menneskebelastning, i Pakhuse fra de oplagrede Varer, i Værksteder fra

\*) I Dansk Ingeniørforenings »Husbygningsnormer« af 1916 bestemmes herom: en Drager eller Murbue, der overdækker en Aabning i en fortløbende Mur, beregnes saaledes, at den kan bære en Højde af Muren lig Aabningens halve Vidde, foruden de Tryk fra Etageadskillelser o. lign., der overføres til Muren inden for en Højde lig Aabningens hele Vidde over Aabningens Overkant. En Betingelse for, at denne Regel skal kunne komme til Anvendelse, er, at andre Gennembrydninger eller Blendinger i samme Mur eller Enderne af Muren befinde sig i en Afstand, der mindst er lig den overdækkede Aabnings Vidde, fra denne Aabnings Sider eller Overkant. Naar denne Betingelse ikke er opfyldt, maa hvert Tilfælde undersøges for sig.

I »Pencoyd Iron Works«' Lommebog (»Steel in Construction«) 1896, S. 80, regnes der med en Trekant  $ACB$ , idet  $C$ 's Højde over  $AB$  endda kun sættes lig  $\frac{1}{3}AB$ .

Vistnok det eneste direkte Forsøg, der foreligger til Undersøgelse af dette Spørgsmaal, er udført af K. Stigler, Wien, og meddelt i Z. d. Oesterr. l.- u. A.-Ver. 1902, S. 351. Selv om det ikke er muligt at drage sikre Slutninger af dette ene Forsøg, taler det bestemt for, at Drageren i Virkeligheden kun belastes paa den i Fig. 6 antydede Maade.



Maskiner o. l., hvorved maaske ogsaa maa regnes med et Tillæg til Belastningen under Hensyn til dynamiske Virkninger. For de almindeligst forekommende Tilfælde findes der nu de fleste Steder bestemte Forskrifter herom fra Bygge-Autoriteterne.

Ifølge Dansk Ingeniørforenings »Husbygningsnormer« af 1916 skal der regnes med følgende Værdier:

I Boliger, Kontorer, mindre Butikker, samt som Regel i Tagetager .....	200 kg/m <sup>2</sup> ,
- Loftsrums, der paa Grund af ringe Højde eller Adgangsforholdene (f. Ex. Hanebjælkelofter uden Trappeadgang) eller Bygningens Anvendelse (f. Ex. Kirkelofter) kunne paaregnes kun i ringe Grad belastede, mindst .....	100 — ,
- Skoleværelser .....	300 — ,
- Varehuse (Stormagasiner) .....	400 — ,
- Kirker, Teatre, Koncertsale og andre Forsamlingsale med faste Siddepladser .....	400 — ,
- Foyerer, Gymnastik-, Bal- og Forsamlingsale uden faste Siddepladser .....	500 — ,
- Gaarde uden Indkørsel samt hævede Gaarde, mindst .....	500 — ,
- Porte og Gaarde med Indkørsel, for saa vidt Hjultryk paa mindst 1 <sup>4</sup> ikke er farligere, mindst .....	800 — ,
- Gennemgange og paa Trapper til Boliger, Kontorer, mindre Butikker og Tagetager .....	300 — ,
- Gennemgange og paa Trapper i Skoler og Varehuse .....	400 — ,
- Gennemgange og paa Trapper til Forsamlingsale .....	500 — ,
Paa Altaner .....	400 — ,
- flade Tage, der benyttes til Legepladser el. lign. ..	500 — ,
- flade Tage, der efter Adgangsforholdene maa antages at ville blive benyttede til Ophold for Mennesker, og som ikke falde ind under hævede Gaarde, Legepladser el. lign. ....	200 — :

Belastningen fra lette Skillerum (Maximalvægt 100 kg/m<sup>2</sup>) kan enten føres i Regning ved, at Etageadskillelsens tilfældige Belastning forøges med 100 kg/m<sup>2</sup>, eller maa gøres til Genstand for særlig Beregning.

I Behoelseshuse, Varehuse og Forretningsbygninger kan ved Beregning af Dimensionerne for saadanne Konstruktionsdele, som ere bestemte til at optage den tilfældige Belastning fra mere end 2 Etager, som f. Ex. Søjler, Dragere, Vægpillere, Fundamenter og lign., en Formindskelse af Belastningen finde Sted efter følgende Regel:

Den tilfældige Belastning af Taget, øverste og næstøverste Etage indsættes med fuld Værdi; for de følgende Etagers Vedkommende kan den tilfældige Belastning formindskes med 10 pCt. for den første, 20 pCt. for den anden, 30 pCt. for den tredje og 40 pCt. for de følgende Etager.

For den tilladelige Paavirkning findes der nu de fleste Steder bestemte Forskrifter, ligesom for Størrelsen af den tilfældige Belastning, opstillede af vedkommende Bygge-Autoriteter. Her anføres de i Dansk Ingeniørforenings »Husbygningsnormer« af 1916 indeholdte Bestemmelser.

#### Blødt Staal.

De fleste af de detaillerede Bestemmelser ere her de samme som for Tagværker (se § 10, Slutn.), hvortil derfor henvises. Specielt for Etageadskillelser og Trapper (Bjælker, Dragere, Søjler) sættes Sikkerhedskoefficienten  $n$  til:\*)

naar Beregningen udføres saa nøjagtigt som muligt, d. v. s. for Bjælker og Dragere bl. a. med den virkelige theoretiske Længde (fra Midte til Midte af Understøtning) og den nøjagtige (eventuelt uensformige) Belastningsfordeling, for Søjler under Hensyn til den eventuelt optrædende Excentricitet, o. s. v. ....  $n = 3$ ,

naar Beregningen gennemføres mindre nøjagtigt, d. v. s. for Bjælker f. Ex. med den frie Aabning i Stedet for den theoretiske Længde og uden Hensyn til en noget uensformig Fordeling af Belastningen, for Søjler uden Hensyn til Excentriciteten, naar denne kun er tilfældig og lidet udpræget, o. s. v. ....  $n = 3,5$ ,

For Bjælker, der ikke ere indstøbte i Beton, maa den beregnede Nedbøjning ikke overstige  $\frac{1}{400}$  af Spændvidden ( $E = 2\ 100\ 000$  kg/cm<sup>2</sup>).

Den frie Længde for Søjler regnes lig den virkelige Længde, medmindre en Afgivelse herfra særlig motiveres.

Staalstøbegods og smedet eller valset Haardt Staal\*\*).

Den tilladelige Paavirkning til Træk, Tryk og Bøjning regnes til ..... 1200 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Støbejern\*\*).

For Lejer og lignende Konstruktionsdele:

Tilladelig Paavirkning til Tryk .....	700 kg/cm <sup>2</sup> ,
— — — — — Bøjning .....	250 — ,
— — — — — Forskydning .....	200 — .

$$\text{Søjler beregnes efter Formlen: } \frac{P}{F} = \frac{700}{1 + 7\left(\frac{l}{i}\right)^2}$$

\*) Med disse Værdier af  $n$  bliver den tilladelige Paavirkning  $r$  i kg/cm<sup>2</sup> (noget afrundet) for Jærn, der svarer til de

	tyske	engelske Normalbetingelser
ved nøjagtig Beregning:	1200,	1450,
- mindre nøjagtig Beregning:	1050,	1250.

\*\*) Svarende til de tyske Normalbetingelser.

hvor

$P$  = Trykket i kg.  
 $F$  = Tværsnitsareal i  $\text{cm}^2$ ,  
 $l$  = fri Længde i m,  
 $i$  = mindste Inertiradius i cm.

Den fri Længde kan efter Omstændighederne regnes til 0,75 à 1,0 Gange den virkelige Længde.

§ 3. **Detaller vedrørende Bjælker og Dragere.** Bjælkerens Afstand retter sig efter Fagudfyldingen, hvorom i § 5, Afstanden mellem Dragerne (Søjlerækkerne) og mellem Søjlerne i Rækkerne vil i Almindelighed saa nogenlunde være given paa Forhaand ved Bygningens hele Indretning, eller der vil kun være nogle ganske faa Muligheder at vælge imellem; og for saa vidt Bekostningen skal være afgørende, maa Valget da træffes paa Grundlag af sammenlignende Overslag.

Som Bjælker anvendes i Reglen kun valsede  $\Gamma$ -Jærn (sjældent  $\square$ -Jærn), Normalprofiler eller unormale bredflangede, navnlig Differdinger-Profiler. Dragerne dannes ligeledes af enkelte valsede  $\Gamma$ -Bjælker, sværere Dragere enten af dobbelte  $\Gamma$ -Bjælker (indbyrdes forbundne ved Bolte og Støbejærns-Separatorer over Understøtningerne og ellers for hver 1,5—2,0 m, se J. K. I, S. 68, eller maaske ogsaa ved Stagbolte og Udmuring eller bedre Udstøbning med Beton i Mellemrummet) eller af Pladejærnsdragere, sjældnere Gitterdragere.

Hvis Bjælkerne ligge ovenpaa Dragerne, hvilket er den simpleste Ordning, kunne de enten være kontinuerlige eller overskaarne. Selv om de gøres kontinuerlige, beregnes de for Sæmpelheds Skyld oftest som overskaarne (med to lige store Aabninger og ensformig Belastning faas jo ogsaa det samme Maximummoment); Trykket paa Drageren bliver dog større, naar der tages Hensyn til Kontinuiteten (med to lige store Aabninger og ensformig Belastning 25% større), og bør derfor beregnes som for en kontinuerlig Bjælke. Men for ikke at faa Drageren sværere end nødvendigt foretrækker man ofte at skære Bjælkerne over lige over Drageren; de to Bjælkeender forbindes da blot ved dobbelte Laskeplader paa Kroppen, bedst med Bolte og aflange eller noget for store Huller paa den ene Side af Stødet (Fig. 7 viser Forbindelsen for en svær og en spinkel Bjælke).

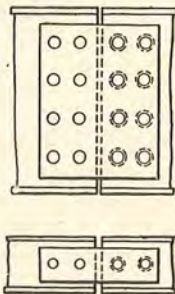


Fig. 7.

Forbindelserne mellem Bjælker og Dragere. I de fleste Tilfælde lægges Bjælkerne blot løst ovenpaa Drageren, saa de kun holdes paa Plads af Fagudfyldingen; naar denne er stiv, og navnlig hvis den naar helt ned til Bjælkefoden (som ved Hvælvinger, Betonudstøbning o. lign.), er dette ogsaa tilstrækkeligt. Skal man have en bedre Forbindelse, maa denne helst konstrueres saaledes, at en Svækkelse af Bjælker og Dragere ved Nitte- eller Boltehuller i Flangerne undgaas, og hertil har man forskellige

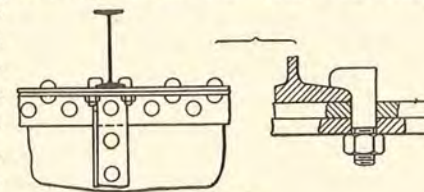


Fig. 8.

Midler, hvoraf Fig. 8—11 vise et Par. I Fig. 8 er Drageren en Pladejærnsdrager; ved Forbindelsen udelades to af de lodrette Nitte, og i Stedet anbringes et Par Hagebolte, der gribe op om Bjælkefoden. I Fig. 9 er hverken Drageren eller Bjælken svækket ved Huller i Flangerne; der er til Dragerens Krop nittet en  $\Gamma$ -bøjet

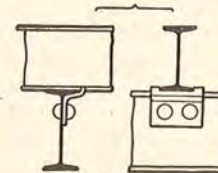


Fig. 9.

Plade (Svækkelsen ved Hullerne i Kroppen betyder forholdsvis lidt), hvis øverste lodrette Flig er udskaaren, saa den kan gribe op paa begge Sider af Bjælkefoden. Herved hindres dog kun en Forskydning af Bjælken paa tværs, ikke en Løfning; er dette ikke tilstrækkeligt, kan man erstatte den  $\Gamma$ -bøjede Plade med en  $\Gamma$ -bøjet, som i Fig. 10, og herigennem trække

to Hagebolte. Eller man kan som i Fig. 11 indskyde en korsformet udskaaren Plade  $a$  mellem Bjælke og Drager og bøje Pladens Flige op og ned om Flangerne. Forbindelsen kan varieres paa flere Maader.

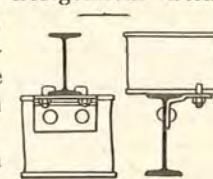


Fig. 10.

Naar Drageren er dobbelt, og man uden videre lader Bjælkerne hvile ovenpaa den, faar man paa Grund af Bjælkerens Nedbøjning en

skæv Belastning af Drageren. Man kan tildels ophæve den skadelige Virkning heraf ved, som i Fig. 12 antydnet, at lade hveranden Bjælke hvile kun paa den ene, hver anden kun paa den anden af de to Dragerhalvdele; dette opnaas ved blot at indskyde et Pladestykke mellem Bjælke og Drager paa de i Figuren ved et Kryds mærkede Punkter. Naar Mellemrummene mellem de to Dragerhalvdele er udstøbt med Beton, kan man lade dennes Overflade springe lidt frem for Drageren og lægge Bjælkerne direkte herpaa, hvis



Fig. 11.



Fig. 12.

Trykket ikke bliver for stort. I andre Tilfælde kan man anvende en Støbejerns Underlagsplade (Fig. 13), der hviler ovenpaa Dragerne og med et Fremspring griber ned i Mellemrummet; Forskydningen paalangs ad Drageren kan hindres ved en lignende bøjet Plade som i Fig. 9. Desuden bør de to Dragerhalvdele forbindes paa sædvanlig Maade enten lige under eller dog tæt ved Siden af Underlagspladen.

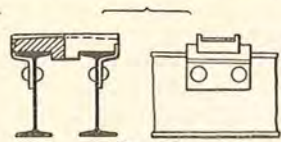


Fig. 13.

Hvis Bjælkerne løbe ind paa Siden af Drageren, befastes de til Dragerens Krop med Vinkellasker, som vist i Fig. 14—15. I Fig. 14 ere Bjælkerne og Drageren bindige paa Oversiden, og den øverste Flange er derfor skaaren bort paa Bjælken. Denne Afskæring undgaas dog helst ved som i Fig. 15 at lægge Bjælkerne lidt lavere. For Simpelheds Skyld, og ved de mindre Bjælkehøjder tillige for at faa Plads til flere Nitter, sættes Nitterne (eller Boltene) i Vinkellaskens to Flige gerne lige ud for hinanden, hvorfor Vinkeljærnet maa have mindst 90<sup>mm</sup> eller bedre 100<sup>mm</sup> Fligbrede. I

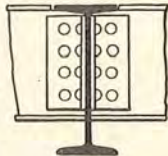


Fig. 14.

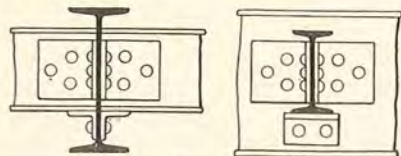


Fig. 15.

Fig. 15 er der anvendt endnu større Vinkeljærn, for at der kan blive Plads til to Nitterækker (i Figuren i Zigzag, ved større Nitteantal ogsaa Parallelnitning), og der er tillige tilføjet et Hylde-Vinkeljærn, hvorpaa Bjælkefoden hviler. I Fig. 16

er vist forskellige Modifikationer af Forbindelsen, svarende til en anden indbyrdes Højdebeliggenhed af Bjælke og Drager.

Man beregner altid disse Nitte- eller Bolteforbindelser alene for det største Tryk, som fra Bjælken skal overføres til Drageren, og tænker sig dette Tryk virkende ensformig fordelt over Nitterne (til simpel Forskydning eller Tryk paa Hulranden). Saalænge Nitterne ikke ere blevne løse, fungerer Forbindelsen ganske vist som en delvis Indspænding, og der optræder derfor i Virkeligheden tillige et Moment; men en blot nogenlunde paalidelig Beregning af Momentets Størrelse er ikke mulig, og man

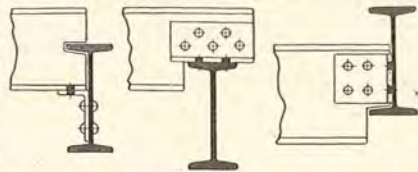


Fig. 16.

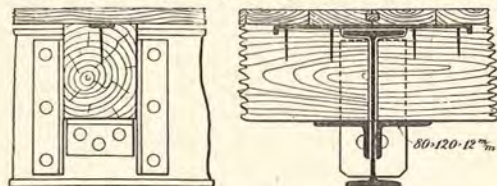


Fig. 17.

indskrænker sig derfor til at regne som angivet, men sætter saa dog nogle flere Nitter (eller Bolte), end Beregningen giver.

I Fig. 17 er vist,

hvorledes Træbjælker, der løbe ind paa Siden af en Jærn-Drager, kunne understøttes paa denne; det ene lodrette Vinkeljærn boltes paa, efter at Bjælken er bragt paa Plads. Endelig ses i Fig. 18, hvorledes Træbjælker kunne ophænges til en oven over liggende Jærn-Drager.

Dragerne kunne, hvis de hvile paa flere Understøtninger (Søjler), være afbrudte ved disse eller kontinuerlige, eller de kunne endelig udføres som Gerberdragere, hvorved man undgaar de Extraspændinger, der for kontinuerlige Dragere fremkomme ved en uensformig Synkning af Søjlefundamenterne. Charnierkonstruktionen udføres simplest som i Fig. 19 eller som et Boltecharnier (se J. K. I, Fig. 195, S. 184, uden de vandrette Fjederplader); skal der kunne foregaa en Udvidelse ved

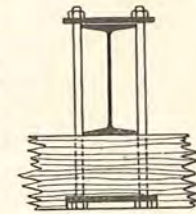


Fig. 18.

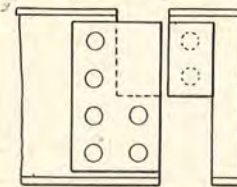


Fig. 19.

Charnieret, kan man benytte en Bolt med firkantet Skaft eller blot en almindelig Bolt med en Affladning paa Oversiden. Ogsaa andre af de i J. K. I, § 13, omtalte Konstruktioner kunne tænkes at finde Anvendelse.

Ved Understøtningerne paa Murene lader man Bjælkerne naa ind i Muren med en Længde, der for de mindre Profilnumre (op til Nr. 25—30) er omtrent lig Højden, medens dette Maal for sværere Bjælker aftager til omtrent  $\frac{2}{3}$  af Højden. Bjælkerne lægges ofte direkte paa Murværket, idet den rigtige Højde tilvejebringes ved Understøtning med Cementmørtel; kun maa man sørge for, at Trykket pr. cm<sup>2</sup> ikke bliver for stort (J. K. I, S. 157). Ellers benyttes for Bjælker og Dragere en Støbejerns Underlagsplade af en af de simple Former, der ere viste i J. K. I, S. 168, eller undertiden et Pladestykke af smedeligt Jærn af ca. halv saa stor Tykkelse som den, der vilde være nødvendig for en Støbejerns Underlagsplade. Under Lejet mures ofte nogle Skifter Klinker i Cementmørtel, hvorved man kan spare paa Underlagspladens Størrelse. Ved meget store Tryk, hvor almindelige Underlagsplader vilde blive urimelig svære, kan man benytte den i Fig. 20 viste Ordning, hvorved Trykket fordeles ud over en længere Strækning af Muren. — For at en Skillerumsmur skal kunne tjene til Understøtning for Bjælkerne, maa den være mindst 1 Sten tyk.

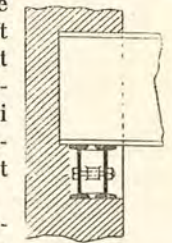


Fig. 20.

I Almindelighed anvendes ingen Forbindelse mellem Bjælke (eller Drager) og Underlagsplade, men nogle af Bjælkerne forankres i Murene ved begge Ender; Afstanden mellem de forankrede Bjælker er gerne 2,5—3,0 m. Disse Bjælkers Længde-

ændringer ved Temperaturvariationer kunne da kun foregaa, idet Murene følge med, men man regner dog, at Forankringen uden Betænkelse kan udføres, saalænge Bjælkelængden ikke overstiger 15–20 m (herom nærmere i § 6). Kun ved længere Bjælker eller

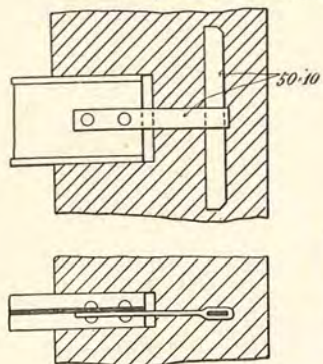


Fig. 21 a.

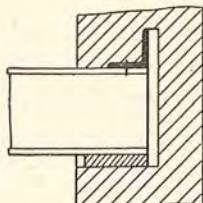


Fig. 21 b.

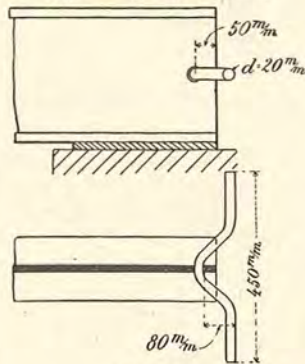


Fig. 21 c.

Dragere, og naar Ydermurene ere stabile hver for sig, udformes Lejerne derfor som faste eller Glide-Lejer. Dog er det i alle Tilfælde bedst at holde et Spillerum mellem Bjælkeenden og Muren, saaledes som det ses i Fig. 21, hvor nogle forskellige Ankerkonstruktioner ere viste. Konstruktionen i Fig. 21 b modvirker tillige en Væltning af Bjælken; Fig. 21 c er en yderst simpel amerikansk Konstruktion.

§ 4. **Søjlerne.** Det almindelige angaaende selve Søjlerne og deres Hoved og Fod er meddelt i J. K. I, § 14. I Husbygningen anvendes saa godt som altid »plane Endeflader«, d. v. s. en Konstruktion af Søjlefoden som den i J. K. I, § 14, Fig. 212–16 og Fig. 222–27 angivne og et lignende Søjlehoved. Pendulsøjler med Kugleled forekomme kun sjældent; der kan navnlig være Grund til at bruge dem, naar de tjene

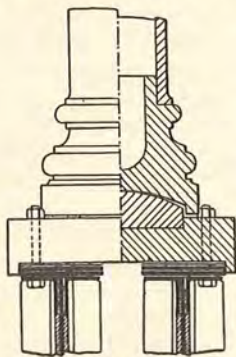


Fig. 22.

som Understøtning for Dragere af særlig stor Længde, idet de med Temperaturvariationerne følgende Længdeændringer kræve en vis Bevægelighed; ligeledes naar Søjlen som i Fig. 22 skal stilles op paa et elastisk Underlag, da man nemlig saa vanskeligt kan sikre sig en fuldkommen Berøring af to afdrejede plane Flader. Mellem Underlagspladen for Søjlefoden og Dragere indskydes her bedst en 3–5 mm tyk Blyplade for at sikre en ensformig Trykfordeling.

Hvis Søjlen ikke skal fortsættes højere op end til den Drager, den understøtter, saa Drageren kan løbe uafbrudt hen over Søjlen, er der heller ikke angaaende Søjlehovedet og Dragerens Befæstelse dertil noget væsentligt at tilføje, ud over hvad der er meddelt i J. K. I, S. 197 og S. 200–02. Det skal kun understreges, at man saa vidt muligt bør sikre Trykkets centrale Overførelse til Søjlen, f. Ex. ved at gøre Overfladen af Søjlehovedet lidt konvex; undertiden kan man med Fordel hertil benytte sig af den i Fig. 23 viste Konstruktion, hvor den hvælvede Underlagsplade for Drageren er støbt for sig.

Tilbage staar det at meddele noget om Søjlestødene, hvor en Søjle skal fortsættes op i Etagen ovenover. Det er her en Hovedregel, at den øvre Søjle skal hvile direkte paa den nedre, uden Drageren som Mellemled, og det drejer sig derfor ikke

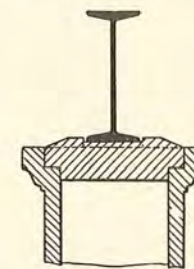
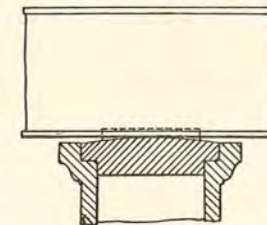


Fig. 23.

blot om Konstruktionen af selve Stødet i Søjlen, der i og for sig er simpel nok, men ogsaa om hvorledes Dragerens Understøtning paa Søjlen kan ordnes. Der haves her en Mængde forskellige Konstruktioner, eftersom Drageren er enkelt eller dobbelt, og eftersom den afbrydes ved Søjlen eller føres uafbrudt forbi.

Fig. 24–31 vise en Del Konstruktioner for Støbejærnsøjler.

1. Drageren bestaar af en enkelt Bjælke, a. Drageren afbrudt ved Søjlerne (Fig. 24–25). Den hviler da paa smaa, i ét med Søjleskaftet støbte Kon-

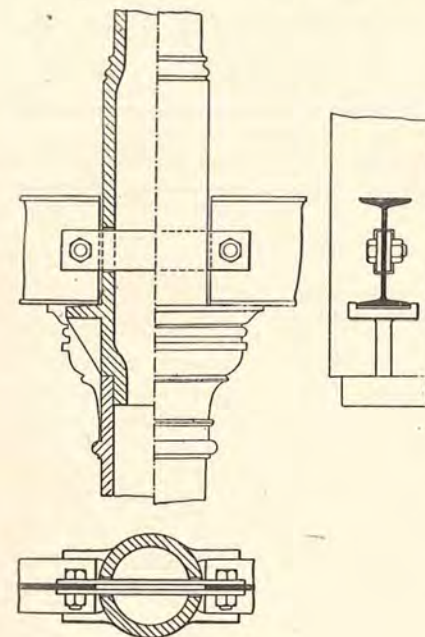


Fig. 24.

soller; i Fig. 24 ere de to Drager-Ender forbundne ved et Par Lasker af Fladjærn, der gaa igennem Huller i Søjleskaffet, i Fig. 25 (en almindelig amerikansk Konstruktion\*) boltes Dragerens Krop til en paa Søjleskaffet støbt Ribbe. Dette sidste er paa en vis Maade nok simplere, men dog noget mindre paalideligt; det skal imidlertid bemærkes, at amerikansk Støbejern i Almindelighed er af betydelig bedre Kvalitet end det, som normalt kan faas

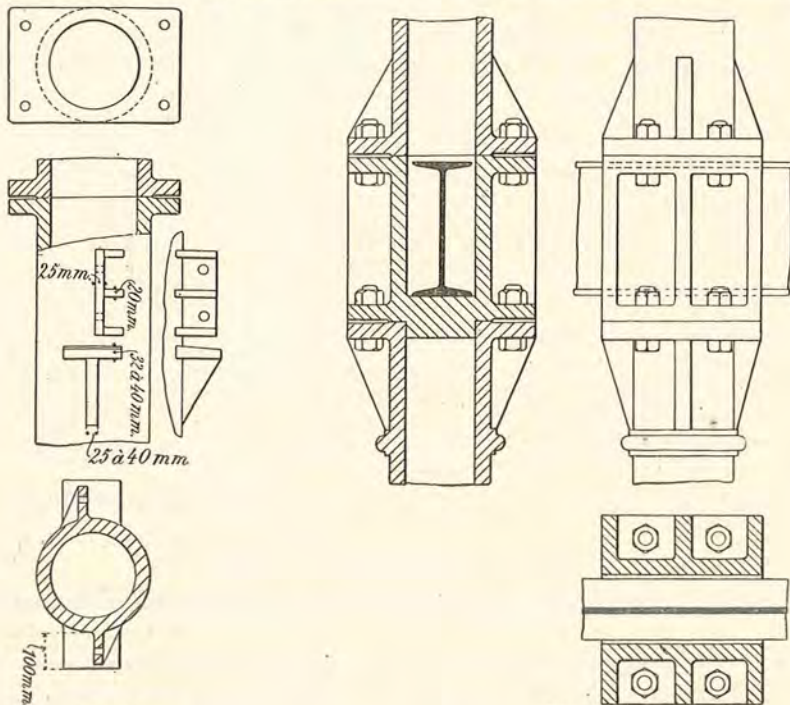


Fig. 25.

Fig. 26.

her til Lands. Konsollerne faa bedst en lille Heldning udad (f. Ex. 3 %), saa Trykket ikke kan komme til at virke helt ude paa Spidsen; ved Bestemmelsen af Højden af Ribben under Konsolpladen maa man dog helst tænke sig Kraften angribende ved Spidsen og beregne Ribben for Bøjning uden Hensyn til Konsolpladen; og hvis Søjleskaffet har mindre Tykkelse end denne Ribbe, bør man fra noget over til noget under Konsollen forøge Tykkelsen, saa den bliver lig Ribbens. — I Fig. 24 ligger Søjlestødet under Konsollerne og er (som almindeligst her i Europa) indrettet som en Muffesamling; i Fig. 25 ligger det over Konsollerne og er formet som en Flangesamling. I Almindelighed lægges det bedst ovenover Drageren (og kunde i Fig. 24 lige saa godt lægges her), fordi det

\*) Am. Br. Co.'s standards for detailing, 1911.

er et Punkt heroppe, man lettest faar styret og fastholdt ved Hjælp af Etageadskillelsen.

b. Drageren føres uafbrudt igennem Søjlen. Man benytter i saa Fald bedst en Konstruktion som den i Fig. 26 viste, hvor Gennembrydningen af Søjlen er iværksat ved Hjælp af et særligt Mellemsykke. Man har ganske vist undertiden ladet Søjlerne i Etagen ovenover og nedenunder støde direkte sammen (uden noget Mellemsykke) og ført Drageren igennem et Hul i selve Søjlevæggen; men den tilbageblivende Del af Væggen ud for Hullet maa da selvfølgelig forstærkes saa meget, at der alligevel er Areal nok til at optage Trykket, og herved kommer

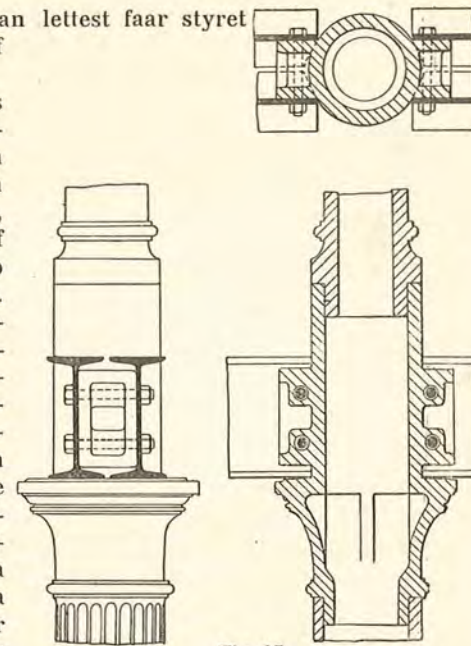


Fig. 27.

man let til saa stærk en Variation af Godstykkelser, at en Støbning i ét Stykke er uheldig. Ved Benyttelse af Mellemsykket faar man en langt paalideligere Støbning, og man opnaar, at Drageren kan lægges ind fra oven, ikke behøver at stikkes igennem Hullet paa langs.

2. Drageren er dobbelt og a) afbrudt ved Søjlerne. Her kan man ligesom i Fig. 24—25 lade Drageren hvile paa en paastøbt Konsol (Fig. 27) og forbinde Drager-Enderne ved Fladjærnlasker eller bolte dem til paastøbte Ribber; i Fig. 27 er valgt den sidste Anordning, og disse Ribber fungere tillige (ved Hjælp af en Fortykkelse om Boltehullet) som en Separator for de to Dragerhalvdele. Fig. 28 viser Anvendelsen af et lignende Mellemsykke som i Fig. 26, men med korsformet vandret Snit; man undgaar herved at maatte stole paa de paastøbte Konsoller til Trykkets Overførelse, og man faar Trykket fra Drageren ført nærmere ind til Søjlen's Axe; dette sidste er af ikke uvæsentlig Betydning, da man, naar Drageren er afbrudt, aldrig kan undgaa en vis Excentricitet af Trykket ved uens Belastning af de to tilstødende Dragerfag.

A. Ostenfeld: Jernkonstruktioner. II.

Fig. 28.

b. Drageren ikke afbrudt. Søjlen gaar op mellem de to Dragerhalvdele, og disse understøttes paa Konsoller. I Fig. 29 er Afstanden mellem Dragerhalvdelene saa stor, at Søjlen uden videre kan faa Plads imellem dem;

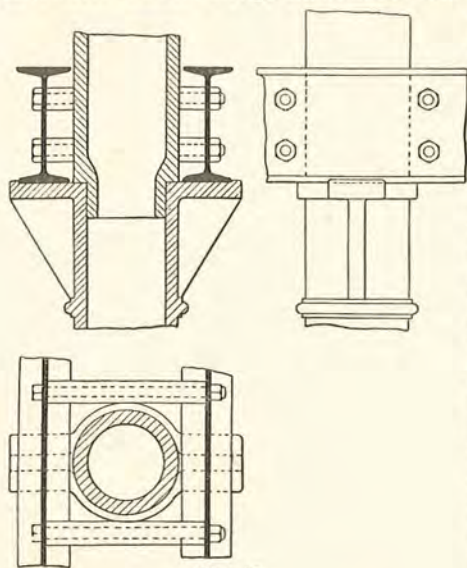


Fig. 29.

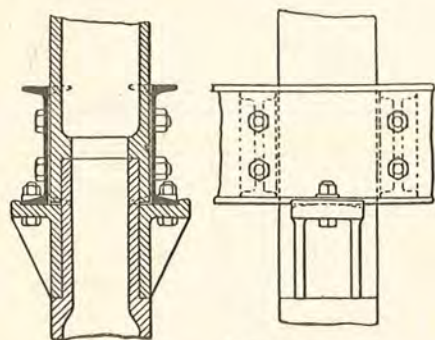


Fig. 30.

naar der anbringes en Separator med Bolte umiddelbart paa hver Side af Søjlen, behøves der ingen anden Forbindelse. I Fig. 30 har det derimod været nødvendigt at skære de indvendige Dragerflanger bort ved Passagen forbi Søjlen (saa Drageren kan næppe beregnes som kontinuerlig), og samtidig er det vist, hvorledes Konsollerne kunne anbringes paa et særligt, rørformet Stykke, der skydes ned over den nedre Søjle, førend den øvre stilles op; Støbningen bliver paa den Maade simplere.

I alle ovenfor angivne Konstruktioner har der været forudsat Cirkelring-Tværsnit af Søjlerne. I de sjældnere Tilfælde, hvor der bruges en anden Tværsnitsform, gaar man imidlertid frem efter lignende Principper, saa det er ikke nødvendigt at komme nærmere ind paa Detaillerne herved. Kun bemærkes, at man med disse andre Tværsnitsformer saa godt som altid maa benytte Flangesamlinger.

Søjler af smedeligt Jærn. Af Hensyn til Opstillingen og for at kunne variere Tværsnittet efter Trykkets Størrelse stødes ogsaa disse Søjler gerne for hver Etage\*), uagtet de naturligvis let kunde skaffes i større Længder. Man udfører

\*) I de høje amerikanske Jærnskelet-Kontorbygninger dog i Almindelighed kun for hver anden, undertiden endog kun for hver tredje Etage.

Stødforbindelserne paa to principielt forskellige Maader; enten dækkes Stødet fuldstændigt ved Laskeplader og Nitning (ofte dog med Skruebolte i Stedet for Nitter), saaledes at Laskepladerne have mindst samme Tværsnit som selve Søjlen, eller man anvender et Berøringsstød, d. v. s. man lader de to Søjler støde stumpt mod hinanden med nøjagtigt afrettede Endeflader, saa Trykket overføres ved direkte Berøring. I sidste Tilfælde styres Søjle-Enderne i Forhold til hinanden ved enkelte svage Lasker (der ikke ere tilstrækkelige til at overføre Trykket), ved at lade nogle af de Profiler, hvorfra Søjlerne ere sammensatte, gaa lidt forbi Stødet og gribe ind mellem hinanden eller ved mellem Søjle-Enderne at indlægge en Mellemlade af smedeligt Jærn og skaffe Styringen til Veje ved i Mellemladen at udhøvle Noter, hvori Søjleprofilen passer ind, eller ved at forbinde Søjle-Enderne med Mellemladen ved paanittede Vinkeljærn paa lignende Maade som ved en nittet Fodplade. Hvis der paa Søjlerne foruden Trykket kan komme til at virke bøjende Momenter af Betydning, maa man anvende en fuldstændig Laskning af Stødene.

I Fig. 31—37 ses en Række Exempler paa Detailkonstruktionen her.

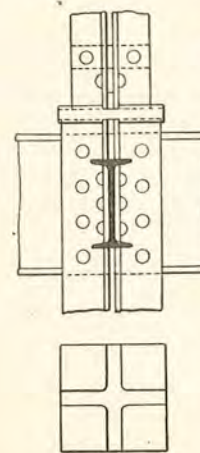


Fig. 31.

I Fig. 31 er Søjlen korsformet (4 Vinkeljærn), og baade for Drager og Bjælke ere Flangerne skaarne bort ved Tilslutningen, saa deres Krop kan gaa ind i Mellemladet mellem Søjlen Vinkeljærn og fastnittedes her. Søjlestødet er et Berøringsstød med en Mellemlade af smedeligt Jærn, hvori

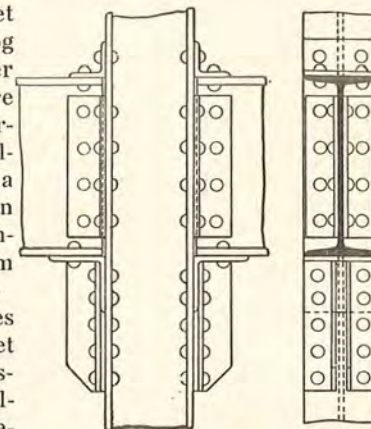


Fig. 32.

der paa Over- og Undersiden er udhøvlet korsformede Noter, passende efter Søjle-tværsnittet.

Fig. 32 viser Forbindelsen mellem en enkelt (afbrudt) Drager og en Søjle, bestaaende af et enkelt I-Jærn. Drageren hviler paa

en Hylde, dannet af et Vinkeljærn, hvis vandrette Flig understøttes paa et Par lodrette Vinkeljærn (med en Paaforing under), og den hindres i at vælte ved en lille Vinkellask, der forbinder Dragerhovedet med Søjlen. Desuden kan der anbringes de viste Vinkellasker paa Dragerens Krop, men dette er ikke altid nødvendigt og gøres langtfra altid. I Figuren er vist Dragerens Forbindelse med Søjleflanger, men en Forbindelse med Kroppen i Søjlen udføres paa samme Maade. — Et Stød i Søjlen lægges bedst lidt over Drageren og dækkes, hvis det skal være stift, med Laskeplader udvendig paa Flangerne og dobbelte Laskeplader paa Kroppen (i Stedet for Fladjærns-Lasker paa Kroppen er det adskiligt bedre at bruge  $\square$ -bøjede Plader). Et Berøringsstød kan udføres ved mellem de to afrettede Søjle-Ender at lægge en Mellemplade af smedeligt Jern med paanittede Vinkeljærn til Styling (Fig. 33).

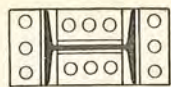


Fig. 33.

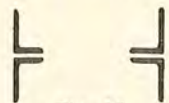
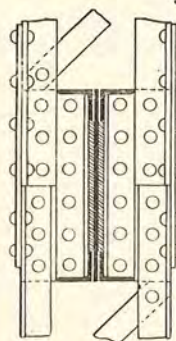


Fig. 35.

uden Mellempladen, der er forbunden med Søjle-Enderne ved Hjælp af Vinkeljærnene *v*, er der anvendt Laskepladerne *p* og Paaforingerne *u* (da Søjletværsnittet varierer ved Stødet).

I mange Tilfælde nøjes man med Vinkellasker alene til Dragerens Forbindelse med Søjlen. I Fig. 35 er Drageren saaledes nittet til en i Søjleprofilen indsat Kropplade, der tillige

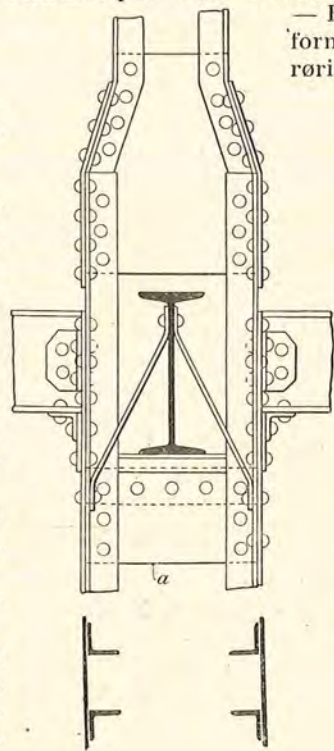


Fig. 36.

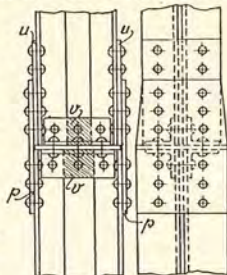
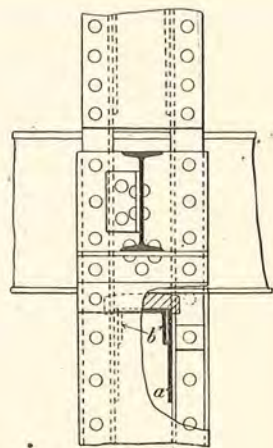


Fig. 37.

— For et sammennittet  $\square$ -formet Søjleprofil ses et Berøringsstød i Fig. 34; for-



tjener til Dækning af Stødet. Den nedre Søjle bestaar foruden af de fire Vinkeljærn endvidere af to Lameller, og idet disse ere førte noget forbi Stødet, er dette fuldstændig dækket.

I Fig. 36 er vist en central Understøtning for en enkelt uafbrudt Drager. Ved Hjælp af et Par paanittede, lodrette Plader *a* og et  $\square$ -Jærns-Stykke *b* er der dannet en Hylde, hvorpaa en hvelvet Støbejærns-Underlagsplade kan hvile. Drageren er sikret mod Væltning ved et Par Fladjærns-Baad, der ere nittede til Kroppen og saaledes ikke medføre nogen Svækkelse af Betydning.

I Fig. 37 er Drageren dobbelt og Søjlen dannet af to  $\square$ -Jærn og to Lameller. De indvendige Dragerflanger ere skaarne bort udfør Søjlen, saaledes at Dragerens Krop kan

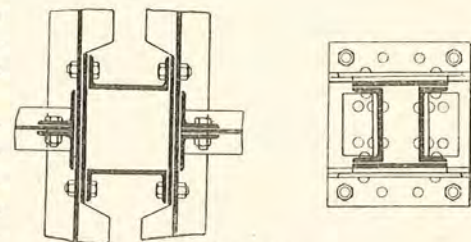
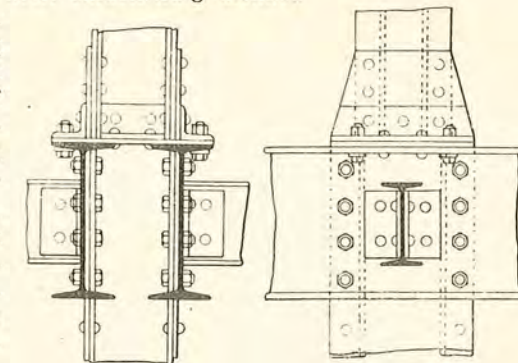


Fig. 37.

boltes direkte til Søjlen; Drageren kan alt-saa ikke beregnes som kontinuerlig. Søjlestødet ligger ved Dragerens Overkant og den øvre Søjle har noget mindre Dimensioner end den nedre. Stødet er et Berøringsstød, idet der til den øvre Søjle ved Hjælp af trapezformede Ribbeplader og Vinkeljærn er nittet en Fodplade, der hviler ovenpaa den nedre Søjles afrettede Endeplade (denne maa staa lidt frem for Dragerens Overkant);  $\square$ -Jærnene i den øvre Søjle ere kun saa meget mindre end  $\square$ -Jærnene i den nedre, at de omtalte trapezformede Ribbeplader komme til at ligge lige over Lamellerne i den nedre Søjle, saa der kræves ikke nogen videre Styrke af selve Fodpladen. For at sikre Stillingen er Fodpladen boltet til de udvendige Dragerflanger.

De i § 1 omtalte Afstivningskryds, som der undertiden kan være Grund til at indlægge i Etageadskillelserne, naar disse selv ikke

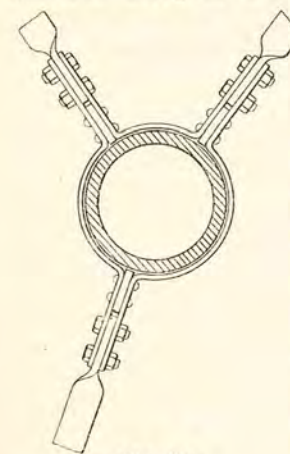
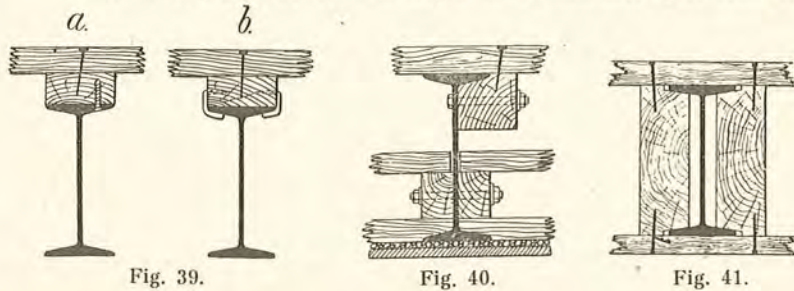


Fig. 38.

ere meget stive, kunne f. Ex. forbindes med runde Støbejernssøjler paa den i Fig. 38 viste Maade, eller de kunne ved andre Søjleværnsnit boltes til paastøbte Ribber; med Søjler af smedeligt Jærn forbindes de ved Nitter (Bolte) paa sædvanlig Maade. En Diagonal, der skal ende i Muren paa et Punkt, hvor den ikke kan faa fat i nogen Del af Jærnkonstruktionen, kan gøres fast her ved et almindeligt Muranker.

§ 5. **Fagudfyldingen.** Som allerede i § 1 nævnt kan Bæredækket konstrueres af Træ, Jærn eller Sten (Beton, Jærnbeton). Der findes en overordentlig Mængde Konstruktioner, navnlig af den sidste Klasse, saa her skal kun gives en ganske kort Oversigt.

Træ. I Fig. 39—41 er vist nogle af de almindeligste Maader,



hvorpaa Gulvbrædder kunne befæstes til Jærnbjælker. I Fig. 39 a og b er der ovenpaa Bjælken lagt en Træpaaforing, hvori Brædderne kunne sømnes. Paaforingen kan fastgøres til Bjælken ved Holtskruer (Fig. 39 a) eller Skruebolte med forsænkede Hoveder, eller hvis man vil undgaa at bore Huller i Bjælkens Flanger, ved Klammer (Fig. 39 b). I Fig. 40 hvile Brædderne direkte paa Bjælken, men ere sømmede til et Stykke Krydstømmer, der er boltet til Bjælkens Krop, og det er tillige her vist, hvorledes Indskud og Forskalling kan anbringes; i Fig. 41 er der paa hver Side af Bjælken lagt en Planke paa Højkant, af samme Højde som Bjælken og tildannet saaledes, at den kan klemmes lidt ind mellem Flangerne, og hertil er baade Gulvbrædder og Forskalling sømmede.

Gulvbrædderne gøres mindst 3 à 3½ cm tykke; ved større Belastninger kan man beregne Tykkelsen (Momentet =  $\frac{1}{9}pl^2$  à  $\frac{1}{10}pl^2$  paa Grund af Kontinuiteten), og der tillægges da gerne 1 cm for Slid.

Jærn. Det er forholdsvis sjældent, at Jærn alene anvendes som Bæredæk. I Skikkelse af Riffelplader (J. K. I, S. 9) kan det paa én Gang tjene som Bære- og Sliddæk; dette anvendes undertiden, f. Ex. paa Gallerier o. l. i Fabriksbygninger, Maskinsale, Kedelhuse o. s. v. Riffelpladerne have en Tykkelse af 5—15 mm og befæstes ovenpaa Bjælkerne ved forsænkede Nitter eller Skruer, bedst saaledes at en Plade understøttes og befæstes langs alle fire Sider, hvorved Bæreevnen nemlig forøges betydeligt; i saa Fald maa Overkanten af Bjælker og Dragere ligge i samme Højde.

Som Bæredæk alene kan Jærn benyttes i alle de samme For-

mer, hvori det anvendes til Brodæk, altsaa som Buckelplader Belægningsjærn (valsede Zoresjærn, nittede Trugdæk) Bølgeblik o. fl., men alle disse Konstruktioner maa nu til Dags mere og mere vige Pladsen for Jærnbeton. Buckelplader, Belægningsjærn, Trugdæk o. l. anvendes vel nu egentlig ikke mere her i Europa, derimod synes de endnu ikke helt opgivne i Amerika, navnlig i Tilfælde af store Belastninger (f. Ex. i Værksteder); den nærmere Detailler herved ere de samme som for Brodæk (se J. K. III, § 27 og 31). Noget større Betydning for Etageadskillelser har Bølgeblik, enten almindeligt (enkelt) Bølgeblik eller Knutson-Blik (dobbelt eller tredobbelt, se J. K. I, S. 10). I Nordamerika har man forøvrigt længe benyttet forskellige andre Former, der minde om Knutson-Blik, saaledes den i Fig. 42 viste\*). Bølgeblik anvendes forzinket

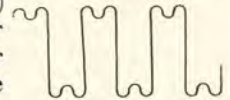


Fig. 42.

(galvaniseret) og ikke gerne med mindre end 1,0 à 1,5 mm Tykkelse; det er ikke ualmindeligt, at man af Hensyn til Rust forøger den beregnede Tykkelse med 0,5—1,0 mm. Ved Stødene efter Længderetningen overdække Pladerne hinanden med ca.  $\frac{1}{2}$  Bølgebredde i Bølgetoppen (Fig. 43), og de forbindes



Fig. 43.

(ved Anvendelse af Betonoverstøbning er denne Forbindelse ikke absolut nødvendig) med 6 mm Nitter (galvaniserede, nittes koldt, bedst med smaa

Underlagsskiver under Nittehovederne) eller  $\frac{1}{4}$ " Skruebolte (med Blyskive under Hovedet og galvaniseret Spændeskive under Møttrikken) i ca. 50 cm Afstand. Stødene paa den anden Led maa lægges over en Bjælke. Bølgeblikket kan enten, som i Fig. 44—45, hvile ovenpaa Bjælkerne eller paa Hylde-Vinkeljærn, nittede til Bjælkens Krop længere nede. Befæstelsen til Bjælkerne udføres ved Nitning eller bedre ved Hager som vist i Fig. 44, saa Pladerne frit kunne udvide sig; herved

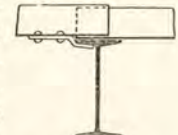


Fig. 44.

undgaar man tillige at bore Huller i Bjælkeflangen.

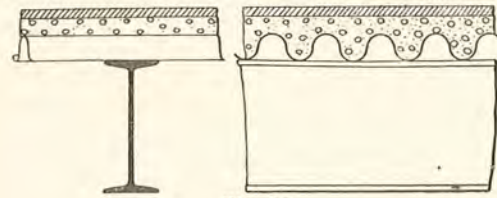


Fig. 45.

Bølgeblikket anvendes paa de to i Fig. 45—46 viste Maader, lige eller buet, i begge Skikkelser bedst med Betonudstøbning til en Tykkelse af 3—5 cm over Bølgetopene; i første Tilfælde fungerer det (og beregnes) som Bjælke, i sidste som Bue. Et sikkert Vederlag for Buen, hvis Pilhøjde

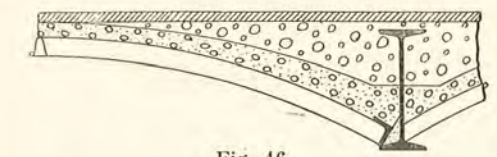


Fig. 46.

\*) Multiplex steel floor og Buckeye eller Triangular sheet steel trough.



gerne er  $\frac{1}{8} - \frac{1}{12}$  af Spændvidden, maa skaffes til Veje enten ved skraa Afskæring af Bølgeblikket, saa det passer ind mod Bjælkens Krop, ved en skraa Betonudstøbning, hvorimod den med et paanittet Vinkeljærn kantede Bølgeblikplade støtter (begge Ordninger viste i Fig. 46) eller paa anden, lignende Maade. Ovenover den omtalte Betonudstøbning direkte paa Bølgeblikket udlignes i Fig. 46 op til Gulvhøjde med magrere Beton, bedst Slaggebeton e. l., for ikke at faa for stor Egenvægt. Lige Bølgeblik anvendes med en Bjælkeafstand af 1—2 m, Bølgeblikbuer op til 2,5 à 4,0 m Bjælkeafstand.

Hvis Bølgeblikbuen har absolut faste Vederlag, kan den beregnes efter Formlerne for en To-Charniers-Bue (T. S. II, S. 244), hvorved man, idet  $f$  og  $b$  betegne Buens Pilhøjde og Spændvidde,  $g$  og  $p$  den hvilende og den bevægelige Belastning pr. Arealenhed, kommer til følgende Udtryk for det største Moment og det samtidigt virkende Horizontaltryk pr. Længdeenhed af Buen (i Frembringerretningen):

$$\max M = \text{ca. } \frac{1}{80} pb^2, \quad H = \frac{b^2}{8f}(g + 0,6 p); \quad (1)$$

ved Dimensionsbestemmelsen kan man, naar der findes 3—4 cm Beton over Bølgetoppene, godt tage Hensyn til den herved bevirkede Forstærkning paa den Maade, at man lader Betonen optage Normalkraften og kun regner Bølgeblikket paavirket af Momentet. Man kommer saaledes til det Resultat, at Bæreevnen for en Bølgeblikbue er 7,5 Gange saa stor, som hvis det samme Bølgeblik fungerede som Bjælke; dette stemmer med den ikke ualmindelige Opgivelse\*, at Bæreevnen for buet Bølgeblik er 8—10 Gange saa stor som for lige, men Resultatet gælder ganske vist kun, naar Vederlagene ere urokkelige. For en Række Buer med Mellemlunderstøtninger paa Jærnbjælker og med Beton-Udligning over Buerne kan man endnu regne paa samme Maade, hvis Bjælkerne ere indbyrdes forankrede (1,25—2,0 m Anker-Afstand). Er dette derimod ikke Tilfældet, blive Buerne stærkere paavirkede, saaledes som det vil fremgaa af følgende Betragtning, der forøvrigt har Betydning ikke blot her, men ogsaa for murede Hvælvninger og Beton- eller Jærnbeton-Buer, der understøttes af en Række ikke forankrede Bjælker.

For en Konstruktion som i Fig. 47 med kun tre ens Buer og med faste Ende-Understøtninger ville Horizontaltrykkene fra den hvilende Belastning ophæve hinanden ved Mellemlunderstøtningerne. Den farligste Paavirkning af Mellemlun-



Fig. 47.

\*) Saaledes i Eisen im Hochbau, udgivet af Stahlwerks-Verband A. G., Berlin 1913 (4te Aufl.), S. 73. Foerster (Die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten (4te Aufl.), Leipzig 1909, S. 882) angiver dog kun en 4 Gange saa stor Bæreevne som for lige Bølgeblik. I Virkeligheden afhænger Forholdet alene af Understøtningernes Evne til at modstaa Horizontaltrykket, som i Texten forklaret.

derstøtningerne i vandret Retning faas, naar den midterste Bue belastes med  $p$  over det hele, medens Sidebuerne ere ubelastede. Antages det nu, at Mellemlunderstøtningen I som Følge heraf trykkes et Stykke  $\delta$  til venstre, Mellemlunderstøtningen II lige saa langt til højre, faas (T. S. II, S. 246, for flade Buer, idet Koefficienten  $\nu$  her for Simpelheds Skyld sættes lig 1):

$$H_1 = H_3 = \frac{15 EI}{8f^2 b} \cdot \delta, \quad H_2 = \frac{pb^2}{8f} - \frac{15 EI}{8f^2 b} \cdot 2\delta,$$

hvor  $H_1$ ,  $H_2$  og  $H_3$  betegne Horizontaltrykkene for Buen til venstre, i Midten og til højre, og hvor  $I$  er Bue-Tværsnittets konstante Inertimoment,  $E$  Elasticitetskoefficienten for Buens Materiale. Ser man et Øjeblik bort fra Jærnbjælkernes Modstand mod Bøjning i vandret Retning, maa de tre Horizontaltryk være lige store, hvorved

$$\frac{15 EI}{8f^2 b} \cdot \delta = \frac{pb^2}{8f} - \frac{15 EI}{8f^2 b} \cdot 2\delta, \quad \delta = \frac{pb^3 f}{45(EI)_{\text{Bue}}}. \quad (2)$$

Nu gør Bjælken ganske vist Modstand mod den vandrette Bøjning (og denne Modstand er endda variabel, voxende fra Bjælkemidten hen mod Enderne, hvor Udbøjningen er Nul), og følgelig skal man egentlig ikke sætte  $H_1 = H_2$ , men  $H_1 +$  Bjælkens Bøjningsmodstand  $= H_2$ . Paa den Maade maa man imidlertid komme til en endnu mindre Værdi af største Udbøjning  $\delta$  end den ved (2) givne, og saa længe det drejer sig om at bestemme Bjælkens Paavirkning, er man altsaa paa den sikre Side ved at benytte (2). For at beregne Bøjningsspændingen i Bjælken, hvis Længde er  $l$ , kan man dernæst (se T. E. § 63) sætte (i vandret Retning):

$$\delta = \text{ca. } \frac{1}{10} \frac{Ml^2}{(EI)_{\text{Bj.}}}, \quad \text{hvoraf } M_{\max} = \frac{2}{9} p \frac{b^3 f}{l^2} \cdot \frac{(EI)_{\text{Bj.}}}{(EI)_{\text{Bue}}}, \quad (3)$$

hvor  $I_{\text{Bj.}}$  er Bjælkens Inertimoment om den lodrette Axe. Dette Moment bliver dog i saa godt som alle Tilfælde saa forsvindende, at man kun behøver at dimensionere Bjælken for dens lodrette Belastning\*). Herved er der ganske vist kun regnet med

\*) Man finder sædvanligvis angivet, at Bjælkerne ogsaa skulle beregnes for Bøjning i vandret Retning paa Grund af en vis Differens mellem de to Buers Horizontaltryk, og i den Anledning udledes (saaledes f. Ex. i Handbuch der Architektur, 3die Del, 2det Bind, Hefte 3 a, »Balkendecken« von G. Barkhausen, Stuttgart 1901, S. 221—22 og 239) en Formel for det største Modtryk, som en ubelastet Bue kan yde. Ved Opstillingen af denne Formel gaas der ud fra den ganske vilkaarlige og forkerte Forudsætning, at største Spænding i den ubelastede Bue højst bliver lig den tilladelige Paavirkning, og det overses, at der til denne Kraftfordeling svarer baade en bestemt Udbøjning af Bjælken og en bestemt Sammentrykning (Sammenbøjning) af den ubelastede Bue, og at man normalt ikke finder disse to Formforandringer lige store, skønt de selvfølgelig nødvendigvis maa være lige store.

tre Buer, som i Fig. 47, men til Gengæld er der ikke taget Hensyn til Udfyldningsbetonen over Buerne, saa dette Resultat angaaende Bjælkerne kan sikkert betragtes som almenlydigt.

Naar det dernæst drejer sig om Buernes Paavirkning, vilde det være urimelig meget paa den sikre Side at se bort fra Beton-Overstøbningen og Bjælkernes Modstand mod vandret Bøjning. Alene under Hensyn til den sidste Omstændighed bliver den vandrette Bevægelse  $\delta$  af Vederlaget gennemsnitlig (for hele Bjællelængden) kun lig ca.  $\frac{2}{3}$  af den ved (2) givne Værdi ( $\delta_2$ ). Man maa derfor kunne sætte  $\delta = \alpha \delta_2$ , hvor  $\alpha$  er en Talkoefficient, der sandsynligvis ligger mellem 0 og  $\frac{2}{3}$ , og herved faas:

$$H_1 = H_3 = \frac{\alpha pb^2}{24 f}, \quad H_2 = \frac{pb^2}{8f} (1 - \frac{2}{3} \alpha). \quad (4)$$

Det herved bevirkede største Moment i de ubelastede Buer optræder i Toppen og er

$$M_1 = -\frac{\alpha}{24} pb^2 \text{ (Træk foroven),} \quad (5)$$

medens man i Toppen af den belastede Bue faar:

$$M_2 = \frac{1}{8} pb^2 - H_2 f = +\frac{\alpha}{12} pb^2 \text{ (Tryk foroven).} \quad (6)$$

Hvilken Værdi af  $\alpha$  man nu i Virkeligheden kan regne med, er det meget vanskeligt at afgøre, da der næppe foreligger Forsøg herover. Forudsat at der helt op til nogle Centimeter over Toppen af den bærende Bue udlignes med (mager) Beton (Slaggebeton e.l.), ikke blot f. Ex. med løse Slagger, kan man dog efter al Sandsynlighed gaa ned til  $\alpha = \frac{1}{3}$ , hvorved man faar de samtidige Værdier:

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= -\frac{1}{72} pb^2, & H_1 &= \frac{gb^2}{8f} + \frac{pb^2}{72f} \\ M_2 &= +\frac{1}{36} pb^2, & H_2 &= \frac{gb^2}{8f} + \frac{pb^2}{10f} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Den indbyrdes Forankring af Bjælkerne iværksættes simplest ved Rundjærns-Bolte (Fig. 48) i 1,25—2,0 m Afstand, sjældnere anvendes Fladjærn paa Højkant. I de paa hinanden følgende Fag forsættes Ankrene lidt for hinanden. Man er ofte Ankrene lagte saa højt op, at de ikke blive synlige paa Buernes Underside, men i saa Fald gøre de i Virkeligheden ikke ret megen Gavn; de bør som i Fig. 48 have fat i Bjælken omtrent der, hvor Buens Midtlinie træffer Bjælkens Krop.

Det vil ofte vise sig, at de Mure, der danne Endeunderstøtning for Buerækken, ikke ere saa stabile, at de kunne taale Side-trykket; man kan da som i Fig. 49 vist, forankre Muren til den

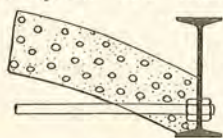


Fig. 48.

nærmeste Bjælke (a). Ankrene kunne have fat i Muren paa samme Maade som almindelige Bjælkeankre; bedre er det dog ogsaa paa (i) Muren at lægge en Bjælke, hvorimod Buen kan støtte, og at lade Ankrene have fat i den.

Ved Anbringelse af Ankre i det sidste Fag som i Fig. 49 bliver det Bjælken a (i Forbindelse med Bjælken i Muren, hvis der findes en saadan), der ved sin vandrette Bøjningsmodstand skal optage det Sidetryk, som ellers vilde træffe Muren ved Belastning af Faget a—b; ved Belastning mellem a og Muren paavirkes Bjælken a derimod kun til vandret Bøjning fra Anker til Anker. Undertiden kan man fortsætte Ankrene helt hen til Bjælken b og ved saaledes at tage denne Bjælke med maaske lettere faa Styrke nok overfor den vandrette Bøjning. — I Stedet for en saadan Forankring kan man ogsaa bruge en af de i Fig. 50 viste Anordninger. I Fig. 50 a er der i Muren lagt en I-Bjælke med vandret Krop til Optagelse af de vandrette Tryk, i Fig. 50 b er der skaffet en overfor vandret Bøjning meget stærk Bjælke til Veje ved at forbinde to I-Bjælker ved Bolte og Betonudstøbning, saa de kunne regnes at danne Flangerne i en og samme Bjælke. I begge Tilfælde kræves der en meget kraftig Understøtning af disse Bjælker ved Enderne, f. Ex. ved gennemløbende Ankre, der maaske kunne lægges i Skillerumsmure.

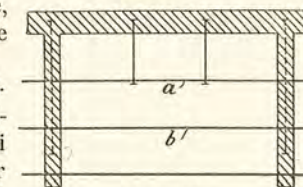


Fig. 49.

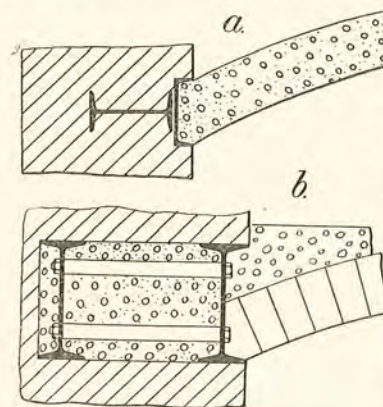


Fig. 50.

kræves der en meget kraftig Understøtning af disse Bjælker ved Enderne, f. Ex. ved gennemløbende Ankre, der maaske kunne lægges i Skillerumsmure.

Sten, Beton, Jærnbeton. De overordentlig talrige herhen hørende Konstruktioner kunne foruden efter Materialet indeles efter Virkemaaden (som Bjælke eller Bue) og derefter, om der anvendes en Armering med Jærndlæg eller ikke. Fig. 51—54 vise nogle uarmerede Konstruktioner.

Murede Kapper af almindelige Mursten (Fig. 51) anvendes med  $\frac{1}{2}$  Stens Tykkelse op til 1,5—2,5 m Spændvidde, sjældnere med 1 Stens Tykkelse op til 3—5 m; Pillhøjde ikke gerne under  $\frac{1}{10}$  af Spændvidden, ofte afpasset saaledes, at Ryggen

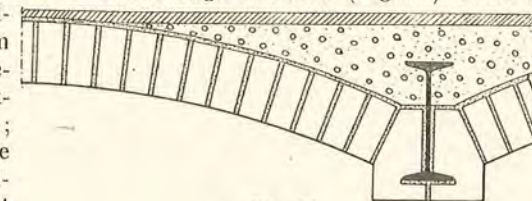


Fig. 51.

af Hvælvingen kommer op i Højde med Bjælkernes Overkant. Vederlaget kan dannes af særlig tilhuggede eller formede Sten (i Fig. 51 er anvendt Formsten, der tillige omslutte Bjælkernes Underflange, se næste Paragraf) eller undertiden af Beton. Over Hvælvingen udlignes med mager Beton (Slaggebeton e.l.) som Underlag for Sliddækket. — For at spare Vægt anvendes ofte hule Mursten, og ved videre Udvikling af denne Byggemaade kommer man til den navnlig i Nord-Amerika saa almindelige Konstruktion, hvor

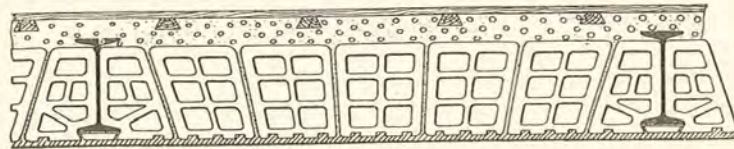


Fig. 52.

der anvendes Hvælvinger, hyppigst med plan Underside, dannede af hule Formsten af ildfast Ler eller Terrakotta; de herhen hørende Konstruktioner kunne deles i to Klasser, eftersom Hullerne i Stenene (som i Fig. 52) løbe parallelt med Bjælkerne eller vinkelret herpaa; det sidste synes ifølge Forsøg\*) at give størst Styrke. — I Stedet for murede Buer kan man støbe Beton-Hvælvinger (Fig. 53), og endelig viser Fig. 54 Anvendelsen af en plan Betonplade\*\*)

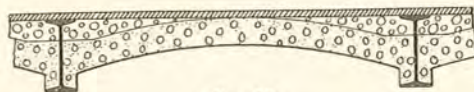


Fig. 53.

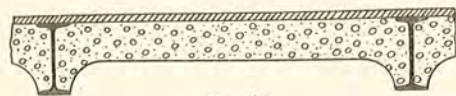


Fig. 54.

som Fagudfylding mellem Jærnbjælker; med denne sidste Konstruktion gaar man ikke gerne til større Bjælkeafstand end ca. 1m. Der kan anvendes Betonblandingen 1:3:5 e.l. Forøvrigt kan man i Fig. 54 ogsaa udnytte Betonen som en Forstærkning af

\*) J. K. Freitag: Architectural Engineering, New York 1912, S. 94.

\*\*) Pladetykkelsen  $h$  i cm kan bestemmes efter Formlen  $h = \sqrt{M}$ , hvor  $M = \frac{1}{8} q b^2$  er Momentet i kgm pr. 1m Bredde,  $b$  Bjælkeafstanden; se Zeitschr. f. Arch.-u. Ing.-wesen 1907, S. 489. — Ved Behandling af de i »Bericht des zweiten Gewölbe-Ausschusses«, II. Teil, Wien 1910 (Bruchversuche mit Gewölben und Flachdecken zwischen T-Trägern im Hochbau) meddelte Forsøgsresultater kommer Saliger i Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, Nr. 47, til omtrent den samme Formel, nemlig  $M = 4,8 (d + f)^2 \cdot \sigma$ , hvor  $M = \frac{1}{8} q b^2$  er Momentet i kgm pr. 1m Bredde,  $d$  er Tykkelsen af Plade eller Hvælving i cm,  $f$  Pilhøjden (= 0 for en Plade) og  $\sigma$  den tilladelige Trykspænding (= ca. 30 kg/cm<sup>2</sup> for Beton og = 15–20 kg/cm<sup>2</sup> for Murværk i Cementmørtel).

selve Bjælkerne, idet man betragter (og beregner) Konstruktionen som en Jærnbetonbjælke.

Fig. 55—58 vise forskellige armerede Konstruktioner.

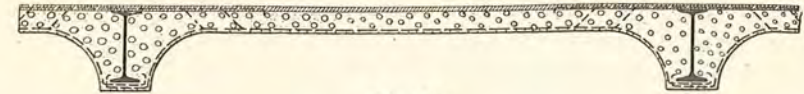


Fig. 55.

I Fig. 55 anvendes en enkelt, simpel Jærnbetonplade, saa Bjælkerne træde synligt frem paa Undersiden; i Fig. 56 er der tilføjet en



Fig. 56.

tynd Monierplade fornedet, saa Undersiden bliver plan, og Rummet mellem de to Plader er helt eller ofte kun delvis fyldt med Slagger, Slaggebeton eller andet let Isolationsmateriale. Fig. 57 viser en tynd Jærnbetonhvælving, hvortil der forøvrigt ogsaa, lige-



Fig. 57.

som i Fig. 56, kan tilføjes en plan Loftsforskalling paa Undersiden af Jærnbeton, Råbetspuds e.l.; Forskallingen kan hænges op til Buen ved Jærntraad paa en Del Mellempunkter, saa den behøver ikke at kunne bære frit mellem Bjælkerne. Endelig ses i Fig. 58 en armeret Murkonstruktion, hvor den af Rund- eller Fladjærn

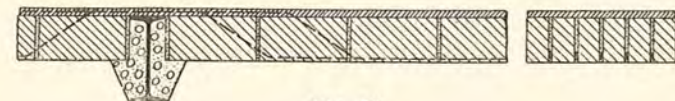


Fig. 58.

bestaaende Armering er indlagt i Fugerne. Der kan anvendes almindelige Mursten eller hule Sten, specielt fremstillede til Brug ved Etageadskillelser (saaledes Molérsten\*) med særlig ringe Vægtfylde), ofte med særlige Former, saa de gribe ind i hinanden, og en ny Række Varianter faas ved i Stedet for brændte Sten at benytte Beton-Kunststen.

Baade af saadanne armerede Stenlofter og af rene Jærnbeton-

\*) Afbildninger i Suenson: Byggematerialer, S. 346.

Etageskillelser eksisterer der en utrolig Mængde\*\*). For nogle af dem har den til Grund for Konstruktionen liggende Tanke først og fremmest været den at formindske Egenvægten, for andre at skaffe bedre Isolation, for andre at lette Fremstillingen (undvære Forskallinger) o. s. v.; men i Hovedtrækkene ville de som Regel (i alt Fald de, der kunne anvendes mellem Jærnbjælker) kunne henføres til et af de ved Figurerne ovenfor illustrerede Principper.

§ 6. **Beskyttelse mod Ildebrand.** Baade smedeligt Jærn og Støbejærn miste Størstedelen af deres Bæreevne ved Opvarmning til 5—600°, en Temperatur, der let naas ved en Ildebrand, i alt Fald i Rum, hvor Mængden af brændbare Stoffer ikke er helt forsvindende. Det synes efter de anstillede Forsøg, som om Støbejærn holder Stand lidt længere end smedeligt Jærn, men i Almindelighed maa det antages, at der under ugunstige Omstændigheder kun behøver at hengaa en ret kort Tid, inden Bæreevnen er udtømt for begge disse Materialer.

En ubeskyttet Jærnkonstruktion er derfor i Ildebrandstilfælde ikke bedre, i mange Tilfælde endogsaa daarligere end en Trækonstruktion. En saadan kan ganske vist blive antændt og saaledes selv nære og udbrede Ilden; men særlig for Søjlernes Vedkommende har det dog vist sig, at der kræves længere Tid til Ødelæggelse af en Træstolpe (navnlig af Eg) end af en Jærnsøjle, især hvis dennes Tværsnit bestaar af mange enkelte, fritliggende Smaadele. Og hertil kommer, at en ubeskyttet Jærnkonstruktion ved en Ildebrand indvirker langt uheldigere paa Bygningens Mure end f. Ex. en Trækonstruktion; ved Jærnbjælkernes Udvidelse ville Ydermurene let blive sprængte (gennemborede) ud for Bjælkeenderne eller endog væltede udad, og naar Opvarmningen er skredet saa langt frem, at Bjælkernes Bæreevne er udtømt, saa de give efter for Belastningen og Egenvægten og synke ned, ville de let paa Grund af Forankringen i Murene kunne trække disse

\*\*\*) Nærmere Oplysninger om en hel Del af disse Konstruktioner kunne f. Ex. findes i: Scharowsky: Musterbuch für Eisenkonstruktionen (4de Opl. ved R. Kohnke) Leipzig 1908; Kolbe: Die wichtigsten Decken und Wände der Gegenwart, 1905; Handbuch für Eisenbetonbau (Udgiver: Fr. v. Emperger), Bd. IV, Teil 1; Lief. 1; Eisen im Hochbau, udgivet af Stahlwerks-Verband A. G., Berlin 1913 (4te Aufl.); Freitag: Architectural Engineering, New-York 1912; Tyrrell: Mill Buildings, Chicago & New-York 1911, o. fl.

med og vælte dem indad. Efter de Erfaringer, man har samlet angaaende disse Forhold, bør man derfor, som allerede i § 1 nævnt, kun forankre Bjælker og Dragere i Murene, hvis deres Længde ikke overskrider 15—20 m, og hvis de ere beskyttede ved en Beklædning (hvorom nedenfor); kun hvis der saa godt som ingen brændbare Stoffer findes i Bygningen, behøver man ikke at holde fast ved disse Indskrænkninger.

Hvad nu selve den Beklædning angaar, som man i de senere Aar mere og mere er kommen ind paa at anvende, saa maa den naturligvis først og fremmest selv være ildfast, d. v. s. uforbrændelig, modstandsdygtig overfor den stærke Hede, i alt Fald uden at lide dybtgaaende Beskadigelser, og slet varmeledende; dernæst maa den kunne taale Paasprøjtning med koldt Vand under Branden, være passende modstandsdygtig overfor ydre Overlast, Stød o. l., ikke tage for megen Plads op og ikke fordyre Konstruktionen for meget. — Man har tidligere undertiden indrettet Beklædningen til at tage af, saa man kunde komme til at undersøge selve Jærnkonstruktionen, men man er nu kommen ganske bort herfra; Beklædningen bliver simplere, billigere og paalideligere, naar den gøres fast, og den tilsigtede Undersøgelse af Jærnkonstruktionen vilde dog sandsynligvis aldrig blive udført. Ligeledes er man kommen bort fra at holde et Luftrum mellem Jærnet og Beklædningen; man tænkte sig oprindeligt, at dette skulde give en bedre Isolation, men dels har denne Antagelse ikke bekræftet sig i Praxis, dels bliver Beklædningen baade simplere at udføre, og derfor billigere, og stærkere, naar den anbringes direkte med Jærnkonstruktionen som Skelet. Selvfølgelig maa der saa heller ikke anvendes noget Materiale, der ved Berøring angriber Jærnet.

Naar der forlanges en brandsikker Konstruktion, vil Fagudfyldingen nu til Dags som Regel blive udført af brændte Sten, Beton eller Jærnbeton paa en af de i Fig. 51—58 i forrige Paragraf viste Maader eller i alt Fald efter lignende Principper; og i saa Fald opnaar man i Almindelighed temmelig let en fuldstændig Indhylling af Bjælkerne (Bjælkefoden; se Fig. 51, 52, 55, 56) og undertiden tillige af Dragerne. Derimod maa der fremstilles en særlig Beklædning for Søjlerne og ligeledes for Dragerne, hvis de ligge helt nedenunder Bjælkerne eller dog rage et betydeligt Stykke nedenfor disse. Til denne Beklædning kan man anvende de samme Materialer, hvoraf Fagudfyldingen (og Bjælkefodens Indhylling) er

dannet, brændte Sten eller lignende Kunststen, Beton eller Jærnbeton, men desuden findes der en hel Del specielle (og i Almindelighed patenterede) Materialer og Konstruktionsformer; da det dog vilde føre for vidt at gaa nærmere ind paa dem her, maa det være tilstrækkeligt blot at nævne nogle af de vigtigste af dem.

**Brændte Sten.** Almindelige haardbrændte Mursten murede op paa Højkant i Cementmørtel giver en meget simpel og brugelig Søjlebeklædning (Fig. 59), bedst med et Cement-Pudslag udvendig. Mindre Vægt faar man ved Anvendelse af hule Sten eller Molérsten\*); til Brug ved en saadan Beklædning fremstilles ogsaa særlige porøse ildfaste Sten af en Blanding af ildfast Ler (Kaolin) med Savsmuld. I Nordamerika er der meget hyppigt anvendt lignende hule Terrakotta-Formsten som til Fagudfyldingen; Fig. 60 viser Tværnsnit af en Z-Søjle med en saadan Beklædning, Fig. 61 Beklædningen af en Drager.

**Beton, Jærnbeton.** Fig. 62 viser et amerikansk Søjleprofil, beskyttet med et Betonlag paa 6—8 cm Tykkelse, tilligemed Formen, der benyttes ved Fremstillingen. Selv om man anvender uarmeret Beton, indlægges bedst tæt under Overfladen et Net af Traadvæv o. l. for at give større Styrke mod ydre Paavirkninger.

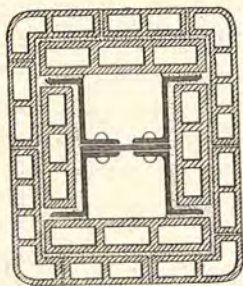


Fig. 60.

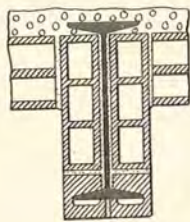


Fig. 61.

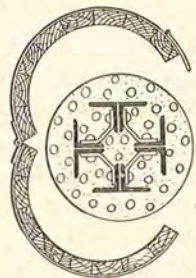


Fig. 62.

Ved Anvendelse af Jærnbeton kan man gaa ned med Beklædningens Tykkelse til 4 cm (Fig. 63); Hulrummene mellem fremstaaende Flanger paa Søjlerne og Monierkappen udfyldes bedst med magrere Stampebeton.\*)

Af særlige Materialer skal nævnes Kørksten, der fremstilles (af Kørkpulver med et Bindemiddel) dels i almindeligt Murstensfor-

\*) Under 13. Juli 1914 har Kjøbenhavns Bygningskommission bestemt følgende:

»Bærende Jerndeale skal forsynes med en mindst 5 cm tyk Beklædning enten af Monier udført som vist paa hosstaaende Tegning (Fig. 64) eller

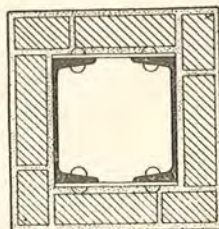


Fig. 59.

mat, dels som særlige Formsten og Plader. Den lader sig let bearbejde og anbringes i det hele taget, som det var en Bræddebeklædning (sømmes sammen); udvendig beklædes bedst med et Cementmørtel-Pudslag paa Traadvæv. — Af smalle Gibsbrædder, klæbde op paa grovt Jutevæv, fremstiller Mack en Beklædning, der kan foldes om hvilket som helst Overfladeformer; og saa her pudses Overfladen med Cementmørtel. — Asbestcement faas som et Pulver, der lige inden Anvendelsen røres ud med Vand til en Deig, og denne anbringes derpaa som et 2,5—4 cm tykt Pudslag paa forzinket Traadvæv; ligesom i Fig. 63 udfyldes Hulrum mellem fremstaaende Flanger med Beton e. l. — Forskellige andre Kompositioner som Plutonit, Asbest-Kiselgur-Cement o. s. v. vilde det her føre for vidt at komme ind paa\*).

Hvad her er meddelt om Beskyttelse af Søjler og Dragere i almindelige Etageadskillelser, finder selvfølgelig ogsaa Anvendelse paa andre Jærnkonstruktioner i Husbygningen, som Trapper og Tagkonstruktioner, for de sidste dog kun til en vis Grad. En virkelig Beskyttelse af alle enkelte Dele af Jærnkonstruktionen i et Tagværk vilde sædvanligvis blive for dyr og besværlig, saa den er kun gennemført i forholdsvis faa Tilfælde; man gaar sjælden videre end til at bruge en brandsikker Tagdækning og en brandsikker Etageadskillelse under Loftsrummet.

Til Slut skal det nævnes, at man ofte til Beskyttelse mod ydre Overlast

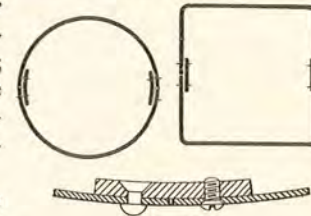


Fig. 65.

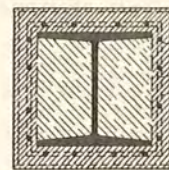


Fig. 64.

af Formsten af brændt Moler efter A/S Frederiksholms Tegl- og Kalkværkers Modeller formuret i Moleremørtel, i begge Tilfælde anbragt direkte paa Jernet; eventuelle Hulrum mellem Beklædning og Jern skal enten udmures, udstøbes med Beton eller — hvor Beklædning med Molersten anvendes — udfyldes med Molereschamotte. Beklædningen skal til enhver Tid fuldtud vedligeholdes.

Anden forsvarlig Indmuring eller Indstøbning af bærende Jerndeale kan anvendes enten alene eller i Forbindelse med en Beklædning som foranført under Forudsætning af, at Jernet paa ethvert Punkt bliver forsvarligt beskyttet.

Bygningskommissionen bestemmer i hvert enkelt Tilfælde, hvilke bærende Jerndeale der skal henføres under foranførte Bestemmelser; ganske i Almindelighed gælder disse dog for alle Dragere og Søjler.\*

\*) Se Hagn: Schutz von Eisenkonstruktionen gegen Feuer, Berlin 1904. Ogsaa: »Eisen im Hochbau« (Stahlwerks-Verband A. G.), 4te Aufl. Berlin 1913, S. 196.

anbringer en Kappe af (f. Ex. 2 mm tykt) Jærnblik om de nederste 2,0—2,5 m af Søjlerne, udenpaa den ovenfor omtalte Beklædning. Kappen samles bedst ved indvendige Lasker og udvendig forsænkede Nitter eller Skruer (se Fig. 65, for en rund og en firkantet Søjle).

§ 7. **Altaner, Karnapper o. l.** Understøtningen for Altaner, Karnapper og lignende Konstruktioner, der springe frit frem ud fra en af Bygningens Mure, skaffes meget simpelt til Veje, hvis Bjælkerne i Etageadskillelserne ligge vinkelret paa Muren (Fig. 66); man behøver da kun at forlænge nogle Bjælker ud over Muren. Meget ofte vil Egenvægten af Etageadskillelsen og Bjælken selv mellem dennes to Understøtninger

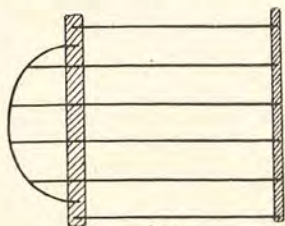


Fig. 66.

være tilstrækkelig til at kontrabalancere den overhængende Ende, selv om der her er anbragt den størst mulige tilfældige Belastning; skulde dette ikke være Tilfældet, og den Mur, hvorpaa Bagenden af Bjælkerne hviler, fortsætter sig højere op, kan man undersøge, om ikke denne Mur er tilstrækkelig som Kontravægt; kan man ikke klare sig paa anden Maade, maa der anvendes en Forankring (nedad) af Bagenden af Bjælkerne. Man støder snarest paa Vanskeligheder, hvor det drejer sig om en Karnap, idet her ikke blot Gulvbelastningen, men ogsaa Karnappens Ydervægge, i alt Fald i én Etagehøjde, skulle bæres af de fremspringende Bjælker; naturligvis bruger man en saa let Konstruktion som muligt af disse Ydervægge (hvoraf en stor Del altid vil være Vinduer). — For Enderne af de fremspringende Bjælker lægges et  $\square$ - eller  $\Gamma$ -Jærn som Kantning og til Understøtning for Rækværket eller Karnappens Ydervægge; det forbindes med Bjælkeenderne ved Vinkellasker.

Hvis de normale Gulvbjælker ligge parallelt med Muren, kan man maaske bruge den i Fig. 67 viste Ordning, hvor Altanbjælkerne løbe ind til den første Gulvbjælke; men undertiden, ved Altaner med ikke for stor Belastning og Udladning, kan man ogsaa nøjes med at indmure Altanbjælkerne, som i Fig. 68 antydet.

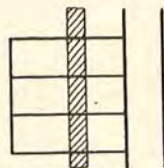


Fig. 67.

Man maa dog i saa Fald sikre sig, at der er Mur nok over Bjælkerne til at danne Kontravægt, og at Muren ikke bliver for stærkt paavirket. Undersøgelsen heraf meddeles nedenfor. — Hvis der lige over Bjælkerne findes en Muraabning, kan man føre det opadgaaende Tryk fra Altanbjælkenes Bagende hen under Mu-

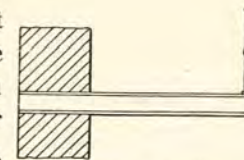


Fig. 68.

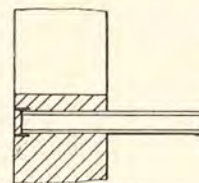


Fig. 69.

rene ved Siderne af Aabningen ved Hjælp af en Bjælke som den i Fig. 69 viste; samme Middel kan anvendes, naar Muraabningen ligger noget højere over Bjælkerne, men dog ikke saa højt, at der er Kontravægt nok. — Fortsættes Muren ikke højt nok op, kan man skaffe Stabilitet ved at tage en Forankring af Bjælkenes Bagende

(Fig. 70) til Hjælp. Forbindelsen mellem Anker og Bjælke er simplest, hvis Bjælken er dannet af to  $\square$ -Jærn, hvorimellem Ankeret kan gaa op (saaledes tænkt i Fig. 70); ved en  $\Gamma$ -Bjælke kan man blive nødt til at anvende to Ankerbolte, der gaa op gennem Huller i Bjælkefoden eller have fat i en Plade, der ligger ovenpaa Bjælken, eller man kan bruge den i J. K. I, S. 181, Fig. 190, viste Konstruktion.

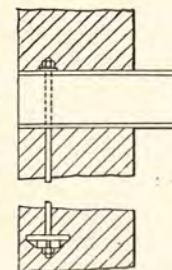


Fig. 70.

Stabilitetsundersøgelse for indmurede Altan-Bjælker. Vi begynde med det

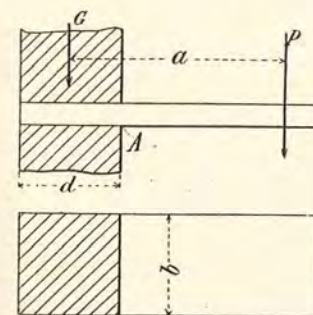


Fig. 71.

i Fig. 71 viste Tilfælde, hvor Indmureningsdybden  $d$  er lig Murens Tykkelse, og hvor der ikke er Tale om en fortløbende Mur, men kun om en Murpille med samme Bredde  $b$  som Bjælken; Murpillen tænkes fri foroven, d. v. s. uden Forbindelse med nogen Etageadskillelse her. Vægten af Altan med Belastning er  $P$ , virkende i Afstanden  $a$  fra Murpillens Midtlinie, Vægten af Pillen over Bjælken er  $G$ . Det vandrette Snit i Pillen langs Bjælkenes Under-

side er da paavirket af et centralt Tryk  $P + G$  og et Moment  $Pa$ , eller idet Resultanten af  $P$  og  $G$  virker i Afstanden

$$f = \frac{Pa}{P + G} \quad (8)$$

fra Pillens Midtlinie, af et excentrisk Tryk  $P + G$  med Excentriciteten  $f$ . Herved bevirkes Kant-Spændingerne

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_2 \\ \sigma_1 \end{array} \right\} = \frac{P + G}{bd} \left( 1 \pm \frac{6f}{d} \right), \quad (9)$$

eller hvis  $\sigma_1$  bliver negativ (Træk; hvis  $f > \frac{1}{6}d$ , se T. E., S. 391—92):

$$\sigma_2 = \frac{2}{3} \frac{P + G}{b \left( \frac{1}{2}d - f \right)}. \quad (9a)$$

Her maa Trykspændingen  $\sigma_2$  (i Punktet A) ikke blive større end den tilladelige Paavirkning for Murværket, men som bekendt (T. E., S. 392) har man ikke altid herigennem tilstrækkelig Sikkerhed for Murpillens Stabilitet, idet en Aftagen af  $(\frac{1}{2}d - f)$  kan bevirke en foruroligende Voxen af  $\sigma_2$ . I Almindelighed skaffer man sig ved Beregning af Murpillen den nødvendige yderligere Sikkerhed ved at forlange, at Momentet (om A i Fig. 71) af de Kræfter, der virke til Gunst, skal være f. Ex. mindst 1,5 Gange Momentet af de Kræfter, der søge at kænre Muren om A. Her kan man imidlertid skaffe sig den nødvendige Sikkerhed ( $n$ ) paa en nok saa rationel Maade\*), nemlig ved at forlange, at Trykspændingen  $\sigma_2$  ikke maa naa op til Murværkets Brudspænding, selv om man multiplicerer den tilfældige Belastning paa Altanen med  $n$  og regner hermed. I Tilfældet her kan det vel anses for passende at sætte  $n = 3$  og at antage Brudgrænsen for Murværket lig mindst 5 Gange den tilladelige Paavirkning; idet den ovenfor benyttede Værdi af  $P$  kan sættes lig  $P_g$  (hvilende) +  $P_p$  (tilfældig

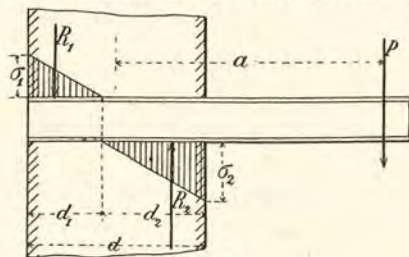


Fig. 72.

Belastning), skal man altsaa sørge for, at det  $\sigma_2$ , der bestemmes ved Formlerne (8) —(9 a), naar  $P$  heri erstattes med  $P_g + 3P_p$ , er mindre end 5 Gange det tilladelige Tryk for Murværket.

Vi ville dernæst undersøge det Tilfælde, hvor en

\*) E. Suenson, i Tekn. Foren.'s Tidsskr. 1907, S. 65.

Bjælke af Bredde  $b$  er indmuret i en fortløbende Mur, idet Indmurensdybden  $d$  fremdeles er lig Murens Tykkelse, og vi ville begynde med at finde de Tryk, hvormed Bjælken paavirker Muren uden Hensyn til dennes Egenvægt. Idet Spændingsfordelingen som sædvanligt antages retlinet, faar man den i Fig. 72 viste Variation af Trykkene paa Bjælkens Over- og Underside, og naar der som sagt foreløbig ses bort fra Murvægten  $G$ , er:

$$\sigma_2 = \frac{P}{bd} \left( 1 + \frac{6a}{d} \right), \quad \sigma_1 = -\frac{P}{bd} \left( 1 - \frac{6a}{d} \right). \quad (10)$$

Endvidere haves, at

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \quad \text{og} \quad d_1 + d_2 = d,$$

$$\text{hvoraf} \quad d_1 = \frac{d}{12a} (6a - d), \quad d_2 = \frac{d}{12a} (6a + d), \quad (11)$$

$$\text{og} \quad R_1 = \frac{1}{2} b d_1 \sigma_1 = \frac{(6a - d)^2}{24ad} \cdot P, \quad R_2 = \frac{(6a + d)^2}{24ad} \cdot P. \quad (12)$$

Muren ovenover Bjælken er altsaa paavirket af et Tryk  $R_1$  opad og af sin Egenvægt, men hvor stor den Murklods er, der paavirkes af  $R_1$ , er ikke umiddelbart indlysende. Det er klart, at den maa have Kileform, som antydet i Fig. 73, med voxende Bredde opad, men for Størrelsen af Vinklen  $\alpha$  finder man højst varierende Angivelser, lige fra  $\tan \alpha = \frac{1}{2}$  (svarende til de i Figuren paaskrevne Maal) til  $\tan \alpha = 1$ ; for Murværk af brændte Sten bør man neppe gaa videre end til  $\tan \alpha = \frac{3}{4}$ . Naturligvis maa der ved Bestemmelsen af den kileformede Murklods's Vægt  $G$  tages Hensyn til

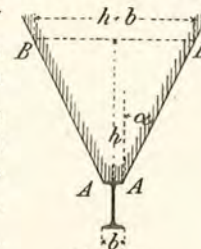


Fig. 73.

de Muraabninger, der falde indenfor Linierne B A A B i Fig. 73. — Man skal nu sikre sig, at denne Murklods (Fig. 74) ikke kan væltes af Trykket  $R_1$ . Under andre Forhold vilde man for at undersøge dette Spørgsmaal først og fremmest beregne Trykspændingen ved A (i Fig. 74) og ved hertil at addere det ved (10) givne  $\sigma_2$  finde Trykspændingen i  $A_1$  (Fig. 74), og dernæst vilde man eventuelt skaffe sig en extra Sikkerhed mod Kæntring af Murklodsens ovenover, paa samme Maade som i Fig. 71. Her vil det imidlertid være urimeligt at regne hele Trykket fra den kileformede Murklods virkende paa den lille

Bredde  $b$ ; hvis man tænker sig, at Kraften  $R_1$  begynder at vælte Murklodsens, vil Trykspændingen voxe langs hele Skillefladen  $BAAB$  i Fig. 73, og næsten hele Trykket vil

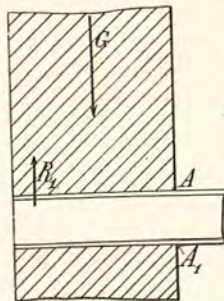


Fig. 74.

derfor passere uden om Bjælken uden at give nogen videre Tilvæxt til den i Fig. 72 efter (10) beregnede Trykspænding  $\sigma_2$ . Overhovedet er en Beregning af den Trykspænding, der hidrører fra Kæntringstendensen, umulig i Tilfældet her, og der er derfor ikke andet at gøre end at sikre sig, at Momentet af den kileformede Murklods  $G$  om Punktet  $A$  i Fig. 74 er større end  $R_1$ 's Moment, selv om man multiplicerer den tilfældige Belastning paa Altanen med f. Ex. 3. Man sørger

altsaa for, at

$$G \cdot \frac{1}{2}d > \frac{(6a-d)^2}{24ad} (P_g + 3P_p) \cdot (d - \frac{1}{3}d_1), \quad (13)$$

og desuden maa man holde den ved (10) bestemte Trykspænding  $\sigma_2$  rigelig lav, da den dog i Virkeligheden bliver forøget noget.

Det kan naturligvis hælde, at allerede de ved (10) beregnede Spændinger  $\sigma_2$  og  $\sigma_1$  blive større end tilladeligt, og man maa da lægge Underlagsplader baade paa Under- og Oversiden. Hvis man bruger plan Berøringsflade mellem Bjælke og Underlagsplade og gør Pladernes Længde lig  $d_2$  og  $d_1$ , kan man fremdeles beregne Trykkene paa Murværket efter (10), idet man blot lader  $b$  betegne Underlagspladernes Bredde, og denne kan da gøres saa stor, at Spændingerne ikke overskride de tilladelige. — Bedre er det at give Underlagspladerne en svagt hvælvet Overflade (Fig. 75), hvorved Angrebepunkterne for  $R_1$  og  $R_2$  ere slaaede fast paa Forhaand, midt i Underlagspladerne; i saa Fald er

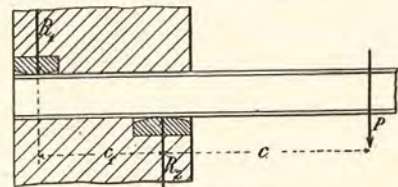


Fig. 75.

$$R_1 = P \frac{c}{c_1}, \quad R_2 = P \left( 1 + \frac{c}{c_1} \right), \quad (14)$$

og disse Tryk fordeles af Underlagspladerne ensformigt over Murværket.

Hvis man endelig har et Tilfælde som i Fig. 76 (Figuren

viser et vandret Snit i Muren), hvor Murpillens Bredde  $b_1$  ikke er at betragte som uendelig stor i Forhold til Bjælkens (Underlagspladernes) Bredde  $b$ , maa man gaa en Mellemsvej mellem de to Grænsetilfælde ovenfor. Man kan da som en brugelig Tilnærmelse beregne Bjælkens Tryk  $\sigma_2$  paa Muren efter (10) og hertil lægge den Trykspænding, der fremkommer ved  $A$  i Fig. 74, idet  $R_1$  og  $G$  virke paa Muren over Bjælken; denne sidste Spænding regnes ensformig fordelt over hele Bredden  $b_1$  (Fig. 76) af Murpillen, medens den paavirkede Murklods forneden regnes begrænset af de samme Skraaliner som i Fig. 73, indtil de træffe Murpillens lodrette Sideflader.

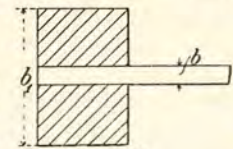


Fig. 76.

Ved Undersøgelse af Murens Stabilitet kan man undertiden tage Hensyn til en Understøtning ved Etageadskillelserne; disse kunne indvirke paa Muren med vandrette Kræfter, der tilsammen give et Moment lig og modsat Altanbelastningens Moment.

Det er naturligvis altid fordelagtigt at gøre Indmuringsdybden saa stor som muligt, og hvis der intet er i Vejen derfor, lader man derfor Bjælkerne gaa gennem hele Murtykkelsen. Ofte bliver man dog nødt til at holde dem  $\frac{1}{2}$  Sten fra Murens Inderflade, men man kan i Reglen godt ved Bestemmelsen af Murvægten  $G$  alligevel regne med hele Murtykkelsen.

Ved Anvendelse af en Forankring som i Fig. 70 findes Ankertrækket lig Kraften  $R_1$  efter (12) eller (14); regner man efter (12), hvorved forudsættes den i Fig. 72 viste Spændingsfordeling, skal Ankeret anbringes i Afstanden  $\frac{1}{3}d_1$  fra Murens Inderflade; Beregningen bliver i saa Fald nøjagtig den samme som den i J. K. I, S. 209, for en Søjlefod meddelte. — Murens Stabilitet maa undersøges for Snittet ved Ankerpladen paa lignende Maade som ovenfor.

I selve den indmurede Bjælke optræder det største Moment naturligvis lidt indenfor Murkanten. Regner man med Spændingsfordelingen i Fig. 72, bliver Momentet Maximum i Afstanden  $d_2 - d_1$  indenfor Kanten, og dette Maximum er tilnærmelsesvis:

$$M_{\max} = P \left( a - \frac{1}{2}d + \frac{d^2}{12a} \right); \quad (15)$$

med Anordningen i Fig. 75 er  $M_{\max} = Pc$ .



§ 8. **Trapper.** For en almindelig toløbet Trappe (Fig. 77) bestaar den bærende Konstruktion af Vangerne  $CC_1$  (Ydervangen) og  $DD_1$  (Indervangen) og Reposebjælkerne  $AB$  og  $A_1B_1$ .

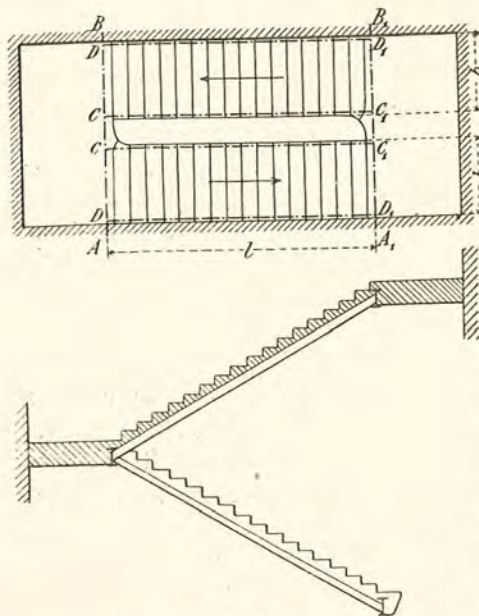


Fig. 77.

De sidste gaa ind i og understøttes paa Trapperummets Sidemure, Vangerne understøttes af Reposebjælkerne. Indervangen kan undertiden udelades, navnlig ved Sten- eller Betontrin, der saa gaa ind i Murene og understøttes direkte herpaa. Ved meget brede Trappeløb kan der undertiden være Tale om at indskyde en Mellemvange midt under Trinnene, ligesom der under meget brede Reposer kan være

Grund til at indlægge enten en Bjælke parallel med Reposebjælken, midt mellem denne og Muren, eller flere kortere Bjælker, der løbe vinkelret paa Reposebjælken, fra denne hen til Muren.

Til alle disse Bjælker anvendes nu saa godt som udelukkende valsede  $\Gamma$ - eller  $\sqsubset$ -Jærn, sjældnere nittede Pladejærnsdragere af  $\Gamma$ - eller  $\sqsubset$ -Form. Den almindeligste og simpleste Forbindelse mellem Vangerne og Reposebjælken ses i Fig. 78, hvor der tillige er vist en Stikbjælke under Reposen, parallel med Vangerne.

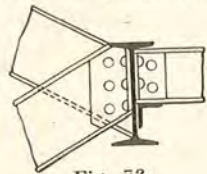


Fig. 73.

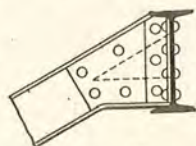


Fig. 79.

En noget besværligere og dyrere Forbindelse, men ganske vist ogsaa stivere, ses i Fig. 79; Vangebjælkerne ere her spaltede op ved Enderne og Foden op højet nedad, saa den kan løbe vandret ind over Reposebjælkenes Fod; paa begge Sider af Kroppen er der saa lagt en Laskeplade, og udenpaa dem ligge Vinkellaskerne.

Vangerne for det nederste Trappeløb faa en fast Understøtning forneden paa Fundamentmurværket, f. Ex. som i Fig. 80 angivet; en Forskydning hindres ved det under Fodpladen nittede Vinkeljærnsstykke eller ved Fundamentbolte gennem Fodens vand-

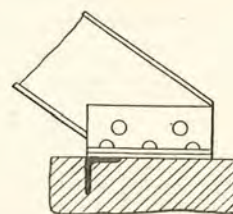


Fig. 80.

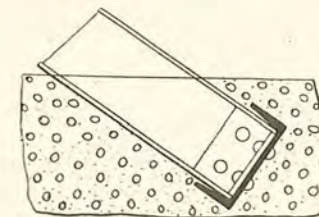


Fig. 81.

rette Flige. Undertiden lader man ogsaa de to til Trappeløbet hørende Vanger støde mod et fælles  $\sqsubset$ - eller  $\Gamma$ -Jærn (Fig. 81), der er indstøbt i Fundament-Betonen, eller man har nøjedes med til Enden af Vangen at bolte et Par Vinkeljærnsstykker (som Vinkellaskerne i Fig. 81, men uden  $\sqsubset$ -Jærnet) og saa indbetonere den.

For Reposernes Vedkommende kan Fagudfyldingen konstrueres paa alle de samme Maader som i en almindelig Etageadskillelse, og ligeledes for selve Trappeløbene kunne alle de samme Materialer — Træ, Jærn, Sten, Beton o.l. — komme til Anvendelse.

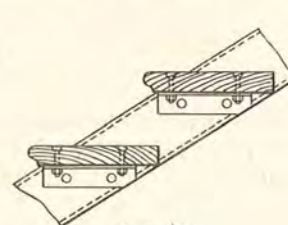


Fig. 82.

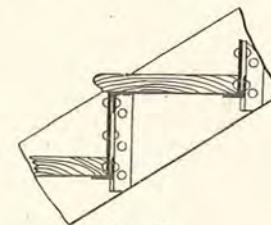


Fig. 83.

Fig. 82—87 vise nogle simple Konstruktioner af Trappeløbene. — I Fig. 82—83 er Anordningen den samme som for en »indstemt« Trætrappe; Træ-Trinplankerne ere i Fig. 82 kun understøttede paa smaa Vinkeljærns-Hylder, der ere nittede paa Vangerne, Stødbærder af Træ kunne let tilføjes; i Fig. 83 have Trinnene derimod en fortløbende Understøtning langs baade For- og Bagkanten paa en let  $\sqsubset$ -formet Bjælke, nitted sammen af en ca. 3 mm tyk, ofte gennembrudt, lodret Plade, der danner Stødtrinnet, og et spinkelt Vinkeljærn foroven og forneden. — I Fig. 84—85 ligge Trinnene helt ovenover Vangerne som i en »opsadlet« Trappe. I Fig. 84 er der ovenpaa Vangerne nittede trekantede Paaforinger, svarende til Trinnene og dannede af trekantede lodrette Plader kantede med Vinkeljærn, og hertil ere atter de  $\sqsubset$ -formede Stødtrin (ganske som i Fig. 83) befestede; i Stedet for de sammennittede Trekanter kan ogsaa anvendes støbte Stykker, der boltes ovenpaa Vangerne. I

Fig. 85 er Trinnet dannet af en (5 mm tyk) Riffelplade, hvis Stivhed er forøget ved et under Forkanten (bedst ogsaa langs Bagkanten) nittet Vinkeljærn (ca. 40·40·4—6 mm), og Understøtningen for Trinnene er tilvejebragt blot ved de viste, ovenpaa Vangen fastnittede, vinkelbøjede Fladjærn (50—60 mm brede). Naturligvis kunde der her ligesaa godt anvendes Trætrin, ligesom man omvendt i Fig. 82—84 kunde bruge Riffelplader.

Angaaende Anvendelsen af Jærn til Trinnene skal det endnu nævnes, at man ved stærkt befærdede Trapper i offentlige Bygninger (Banegaarde o. l.) har dannet den bærende Del af Trinnet som en flad Skaal (f. Ex. en Støbejernsplade med en opstaaende Kant helt rundt), der udfyldes med Beton med et stærkt Pudslag eller med Støbeasfalt, eller som en Art Støbejernsrist, indrettet saaledes,

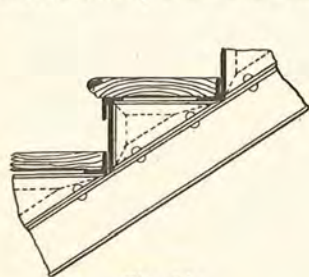


Fig. 84.

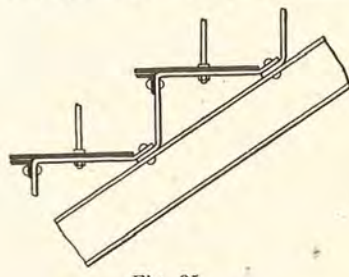


Fig. 85.

at der i de af Ristestængerne dannede Celler kan fastgøres Trækklodser med Endetræ opad, hvorved man faar en Træbrolægning som Slidlag paa Trinnene\*).

Endelig kan man danne de enkelte Trin af naturlige eller kunstige Sten (Granit, Beton, maaske armeret), der bære frit fra Vange til Vange. Formen af disse Trin kan simplest være den i Fig. 86 viste, idet de saa uden videre kunne lægges ovenpaa Vangerne. Vil man anvende et firkantet Tværnsnit af Trinnene, maa der først ovenpaa Vangerne anbringes lignende støbte eller nittede Trekanten som i Fig. 84.

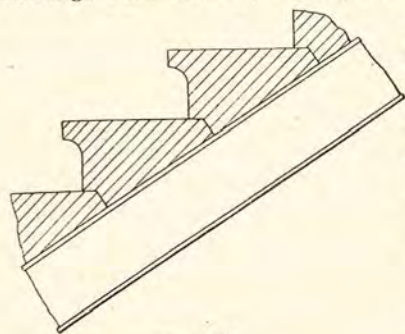


Fig. 86.

I alle de hidtil omtalte Konstruktioner blev hvert enkelt Trin bygget op for sig, uafhængigt af de andre. Man kan imid-

\*) Detailler af saadanne Konstruktioner findes afbildede i Lauenstein: Die Eisenkonstruktionen des einfachen Hochbaues, II, Stuttgart 1903, S. 126—28; Scharowsky: Musterbuch für Eisenkonstruktionen, 4de Opl., Leipzig 1908, S. 182; Foerster: Die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten, Leipzig 1909, S. 894.

lertid ogsaa anvende et fælles Bæredæk for hele Trappeløbet og ovenpaa dette anbringe eller fremstille Trinnene, der saaledes kun komme til at spille et Sliddæks Rolle. Bæredækket kan i saa Fald konstrueres paa alle de samme Maader som ved en massiv Etageadskillelse, af Bølgeblik, brændte Stens eller Beton-Hvælvinger, Jærnbetonplader eller -Hvælvinger o. s. v. Bølgeblikket kan lægges paa tværs fra Vange til Vange, eller (ved ikke for lange Trappeløb) ogsaa paa langs, saa det understøttes direkte af Reposebjælkerne, og Vangebjælkerne blive overflødige undtagen som Indfatning, hvorfor de kunne dannes blot af et Universaljærn, et Vinkeljærn e. l.; Fig. 87 viser en simpel Forbindelse mellem Bølgeblikket, anbragt paa sidstnævnte Maade, og Reposebjælkerne. Hvad her er sagt om Bølgeblik, gælder forøvrigt ligesaa godt om murede eller støbte Hvælvinger og om Monierplader; de kunne understøttes paa Vangerne, eller de kunne bære frit fra Reposebjælke til Reposebjælke uden egentlige Vanger.

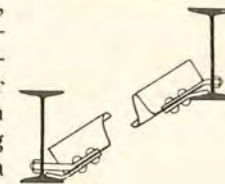


Fig. 87.

— Ovenpaa Bølgeblikket eller Hvælvingerne udlignes med Beton, og herpaa lægges saa Trin af samme Form som i Fig. 86, eller Trinnene støbes ligeledes raat i Beton og belægges med Fliser af forskelligt Materiale, Linoleum eller et andet af de almindeligt anvendte Slidlag; til stærkt befærdede Trapper faas ogsaa forskellige specielle Konstruktioner af Trin-Belægninger, riflede Støbejerns- eller Messingskinner med Blystrimler indlagte i Rillerne o. l.

For en treløbet Trappe som i Fig. 88 kan den bærende Konstruktion udføres paa flere forskellige Maader. Der kan saaledes maaske opstilles Søjler i Hjørnerne  $C$  og  $C_1$ , eller hvis dette ikke lader sig gøre, kan man benytte en

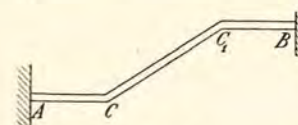
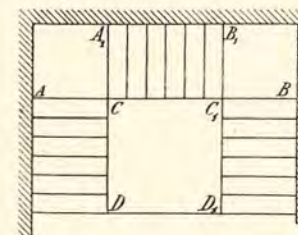


Fig. 88.

Drager  $ACC_1B$  af den nederst i Figuren (i lodret Billede) viste Form og herpaa understøtte Vangerne  $DC$  og  $D_1C_1$  og Reposebjælkerne  $A_1C$  og  $B_1C_1$ ; eller man kan foretrække at lade Bjælkerne  $DCA_1$  og  $D_1C_1B_1$  være gennemgaaende (med Knæk ved  $C$  og  $C_1$ ). Endelig kan man undertiden indmure Bjælkerne  $AC$  og  $A_1C$  ved  $A$  og  $A_1$ , saa de kunne bære frit ud til  $C$  og her danne Understøtningen for Vangerne  $DC$  og  $C_1C$ , og behandle den anden Hjørnerepose paa samme Maade; denne sidste Konstruktion vil maaske nok i de fleste Tilfælde være den billigste, men ogsaa den mindst stive.

Denne sidste Konstruktion vil maaske nok i de fleste Tilfælde være den billigste, men ogsaa den mindst stive.

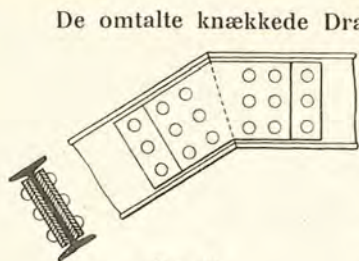


Fig. 89.

De omtalte knækkede Dragere (Fig. 88, nederst) kunne uden Vanskelighed konstrueres som Pladejærnsdragere, idet Flangevinkeljærn og Lameller kunne bøjes og saaledes føres uafbrudte forbi Knækket. I Almindelighed kan man dog nøjes med en enkelt eller dobbelt, valset I-Bjælke, der (Fig. 89) er stødt ved Knækket; da Momentet ved Knækket vil være en Del mindre end Bjælkens Maximumsmoment, kan man sædvanligvis faa Stødet tilstrækkelig dækket alene med Laskeplader (eventuelt to paa hver Side) paa Kroppen,

Beregningen af Vanger og Reposebjælker. Den skraatliggende Vange med den totale lodrette Belastning  $Q$  er understøttet paa Reposebjælkerne saaledes, at der maa fremkomme baade lodrette og vandrette Reaktionen. I Fig. 90 *a* ere Reaktionen opløste efter Vangens Længderetning og den lodrette; Komposanterne  $H'$  efter Vangen maa være lige store, naar den ydre Belastning er lodret, men forøvrigt statist ubestemmelige, de lodrette Komposanter kunne derimod bestemmes ved de statiske Ligevægtsbetingelser og blive ved ensformig Fordeling af Belastningen  $Q$  hver lig  $\frac{1}{2}Q$ . I Fig. 90 *b* ere Reaktionen opløste i lodrette og vandrette Komposanter; de sidste ere lige store,  $H = H' \cos \alpha$ , de lodrette Komposanter blive:

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2}Q + H \operatorname{tg} \alpha, \\ B &= \frac{1}{2}Q - H \operatorname{tg} \alpha, \end{aligned} \quad (16)$$

altsaa ikke lige store.

Den statist ubestemmelige Størrelse  $H$  eller  $H'$ , der saaledes optræder, afhænger af Reposebjælkerens Stivhed, og det endda ikke blot de to Reposebjælkers, hvorpaa den betragtede Vange understøttes, men alle Reposebjælkerne i hele Trappen maa sammen med Vangerne betragtes som et sammenhængende System\*); der er derfor i Praxis aldrig Tale om

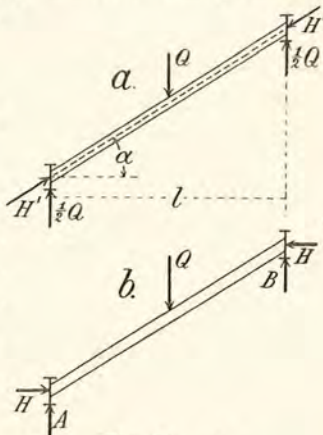


Fig. 90 a--b.

\*) Se Müller-Breslau: Die neueren Methoden der Festigkeitslehre, Leipzig 1913, S. 144.

at udføre en korrekt Beregning, man hjælper sig med Tilnærmelser. For den nederste Vange, der er fast understøttet forneden, ligger det nær at regne med en Understøtningsmaade som den i Fig. 91 viste; Reaktionen ved den øvre Ende maa da staa vinkelret paa Bjælken, hvorfor man maa have:

$$H = B \operatorname{tg} \alpha,$$

og ved Hjælp af Momentligningen om  $A$ :  $Bl + Hl \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2}Ql$  findes saa:

$$\begin{aligned} B &= \frac{1}{2}Q \cos^2 \alpha = \frac{1}{2}Q(1 - \sin^2 \alpha), & A &= \frac{1}{2}Q(1 + \sin^2 \alpha), \\ H &= \frac{1}{2}Q \sin \alpha \cos \alpha. \end{aligned} \quad (17)$$

Disse Størrelser af Trykkene fra Vangerne paa Reposebjælkerne kan man nu godt lade gælde for alle Vanger, ikke blot for den nederste. Man faar derefter lige store vandrette Tryk  $H$  foroven og forneden, men et større lodret Tryk paa den nederste end paa den øverste Reposebjælke. En saadan Trykfordeling er i alt Fald sikkert rigtigere end den, man faar ved at se helt bort fra de vandrette Tryk og sætte de lodrette Tryk lige store; dette gøres ganske vist ofte, men det er afgjort paa den usikre Side, undertiden endog i høj Grad.

For Vangerne selv spiller den statiske Ubestemthed forøvrigt ingen Rolle, idet Reaktionen  $H'$ , som det ses i Fig. 90 *a*, intet Bidrag give til Momentet, og den direkte Sammentrykning af Vangen giver et saa ringe Tillæg til Spændingen, at man altid kan se bort fra den og regne med Momentet alene. Naar Belastningen (hvilende + bevægelig) paa Trappeløbet er  $q$  pr. Arealen af Horizontalprojektion, bliver hele Vangens Belastning (med Betegnelserne i Fig. 77;  $l$  er Længden af Vangens vandrette Projektion):

$$Q = \frac{1}{2}q l b \quad (18)$$

og største Moment:

$$M_{\max} = \frac{1}{8}Q l, \quad (18 a)$$

altsaa lige saa stort som for en vandret Drager af Længde  $l$  og med samme Totalbelastning.

Reposebjælkerne skulle ifølge ovenstaaende beregnes for

de ved (17) givne Tryk fra Vangerne og desuden for den

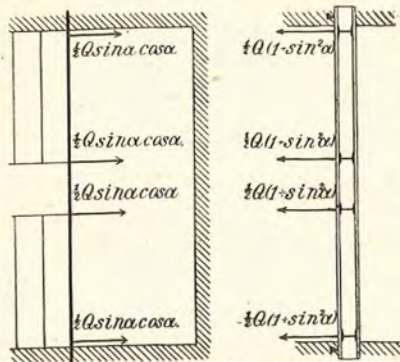


Fig. 92.

Belastning, der muligvis overføres til Bjælkerne fra selve Reosen. Ved en almindelig toløbet Trappe faas da fra Vangerne de i Fig. 92 indskrevne Kræfter. De vandrette Tryk ville i mange Tilfælde blive optagne af Reposekonstruktionen og af denne overførte til Murene, saaledes hvis der lægges Stikbjælker under Reposerne i Flugt med Vangerne, eller hvis Fagudfyldin-

gen paa Reosen danner en stiv Plade, der naar helt ned til Reposebjælkens Fod og støtter ogsaa denne; ellers maa Reposebjælken selv optage dem, og den maa i saa Fald beregnes efter T. E. S. 375, Formel (10 a).

En knækket Vange eller Reposebjælke som  $ACC_1B$  i Fig. 88 beregnes ganske som en vandret Bjælke med samme vandret maalte Længde.

## ANDET AFSNIT.

### Tagkonstruktioner.

§ 9. **Almindelig Oversigt.** En Tagkonstruktion bestaar af den bærende Hovedkonstruktion og Tagdækningen. Den sidste omfatter baade selve Tagdækningsmaterialet, hvorved Rumbegrænsningen tilvejebringes, og de Konstruktionsdele (Spær, Aase), der overføre Trykkene til den bærende Hovedkonstruktion; denne fører dem dernæst videre til Understøtningerne paa Murene.

Den bærende Hovedkonstruktion maa danne et for sig stabilt rumligt System, der er i Stand til at modstaa alle de forskelligt rettede ydre Paavirkninger. Dette System kan enten være en egentlig rumlig Gitterkonstruktion (f. Ex. Schwedlerkuppel e. l.), eller det kan være sammensat af en Række plane Dragere, Hovedspærfagene, og de nødvendige Tværforbindelser mellem dem. Sidstnævnte Ordning er saa langt den almindeligste, at vi foreløbig udelukkende ville tænke paa den.

I Fig. 93 er givet en skematisk Oversigt over Hovedordningen af en simpel Tagkonstruktion. Hvad først Tagdækningen angaar, saa indbefattes herunder de paa langs ad Taget løbende Bjælker  $a$ , Aasene, der hvile direkte paa Hovedspærfagene, og dernæst de sekundære Spær  $s$ , som understøttes af Aasene og anbringes i forholdsvis smaa indbyrdes Afstande, eftersom Tagdækningsmaterialet kræver det. Aasene findes altid, hvorimod de sekundære Spær undertiden kunne udelades, hvis Tagdækningsmaterialet kan bære frit fra Aas til Aas (f. Ex. altid ved Bølgeblik, undertiden ved Anvendelse af Forskalling). Forøvrigt udnyttes Aasene i Reglen ogsaa som Led i den bærende Hovedkonstruktion, hvorom nedenfor.

Den bærende Hovedkonstruktion bestaar i Fig. 93 af en Række engelske Spærfag (viste med Dobbeltlinier i det vand-

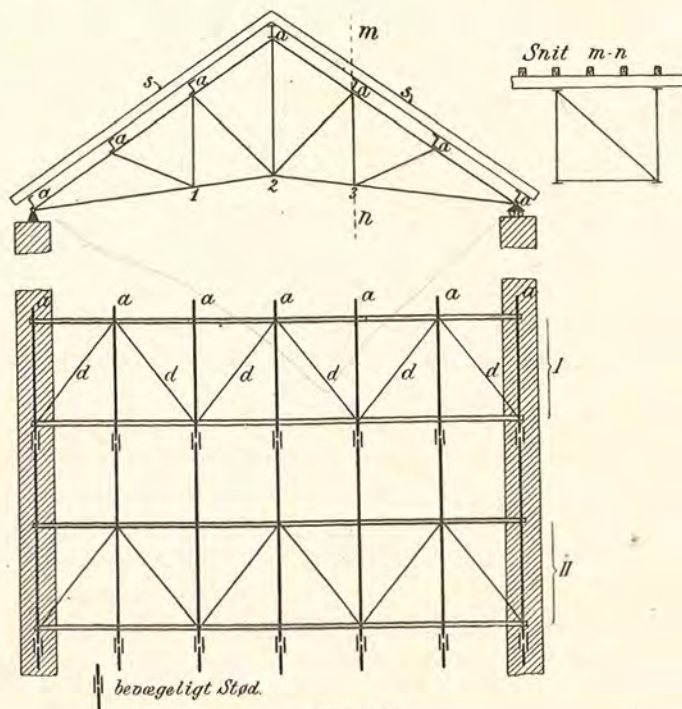


Fig. 93.

rette Billede) og Forbindelserne mellem dem. Disse Forbindelser kunne anordnes paa noget forskellig Maade. - Man kan saaledes forbinde to og to af Hovedspærfagene, saa man faar en Række Spærfag-Par (*I, II ...*), der hvert for sig danner et stabilt rumligt System, og for at opnaa dette behøver man i Almindelighed kun at tilføje de i Fig. 93 med *d* betegnede Diagonaler i de firkantede Fag, der dannes af Spærfagernes Overdele og Aasene; herved fremkommer der en saakaldet Vinddrager, hvori Spærfagernes Overdele fungere som Flanger, Aasene som Vertikaler. Strengt taget behøves der egentlig for i Fig. 93 at forbinde de to Spærfag *I* til et stabilt System foruden denne Vinddrager endnu tre »Tværafstivninger«, f. Ex. som vist i Snit *m-n*, i de lodrette Planer gennem Knudepunkterne 1, 2 og 3, og man vilde derved faa disse Knudepunkter fastholdt i Spærfagernes Planer. Men hvis der (som sædvanligt) ingen skraat rettede ydre Kræfter kan komme

til at virke i de nævnte Knudepunkter, og hvis Spærfag-Foden altid er paavirket til Træk, behøves der ingen særlige Foranstaltninger for at holde Fodens Knudepunkter paa Plads, og i saa Fald anbringer man derfor som Regel ikke Tværafstivningerne. Derimod kan man ikke udelade Tværafstivningerne, hvis de to nævnte Betingelser ikke ere opfyldte, f. Ex. naar Hovedspærfagene ere Bue- eller Gerberdragere.

Naar man anbringer baade Vinddrageren *I* og *II* i Fig. 93, bør der mellem de to Spærfag-Par lægges et Stød i Aasene, der tillader en indbyrdes Forskydning paa langs, saaledes som angivet i Figuren ved en Signatur; ellers vilde den af en Temperaturvariation bevirke Længdeforandring af Aasene fremkalde Extraspændinger i Vinddragerne. Derimod maa Afbrydelsen ikke lægges mellem de to til samme Par hørende Spærfag, fordi Aasene (som Regel i det mindste) skulle fungere som Vertikaler i Vinddragerne; af samme Grund maa Aasene ogsaa boltes fast til Spærfagene, saa de ikke kunne glide paa dem. — Imidlertid kan man aabenbart ogsaa lade være med at anbringe det bevægelige Stød mellem *I* og *II*, hvis man til Gengæld udelader alle Diagonalerne mellem Spærfagene *II*; gennem de uafbrudte Aase ere Knudepunkterne i de to Spærfag *II* fastholdte i Forhold til det stabile System *I* og dermed ogsaa fastholdte i Spærfagernes Planer. Og naturligvis kan man fastholde endnu flere af Hovedspærfagene i Forhold til Systemet *I* blot ved Hjælp af de uafbrudte Aase; kun maa man ikke lade Aasene være uafbrudte paa saa lang en Strækning, at der ved en Temperaturvariation kan fremkomme en utilladelig skæv Stilling eller Vindskævhed af de fastholdte Spærfag.

Det ses nu, at man i det hele kan indrette Forbindelserne mellem de enkelte Hovedspærfag paa følgende Maader:

der anbringes kun én Vinddrager i hele Tagkonstruktionen, og Aasene ere slet ikke afbrudte (men maa saa dog kunne glide paa Gavlene, hvis der overhovedet findes murede Gavle, hvorpaa Aasene skulle understøttes, og hvis Bygningens hele Længde er mere end ca. 15 m);

der anbringes to Vinddragere, f. Ex. én ved hver Ende af Tagværket, og der lægges et bevægeligt Stød i Aasene et eller andet Sted mellem Vinddragerne;

der anbringes flere Vinddragere, men dog højst mellem hvert andet Par Spærfag (som i Fig. 93), og der lægges et

bevægeligt Stød i Aasene i hvert Melletrum mellem Vinddragerne.

Hvad her er sagt om Anordningen af den bærende Hovedkonstruktion i det i Fig. 93 viste simple Tilfælde, gælder ganske almindeligt, selv om Hovedspærfagene ikke fungere som Bjælker paa to Understøtninger; blot kan det, som ogsaa ovenfor bemærket, blive nødvendigt foruden Vinddragerne at anbringe nogle Tværafstivninger som i Snit  $m - n$ , Fig. 93. Og undertiden kan det maaske være fordelagtigere at anbringe Vinddragerne langs Spærfagernes Fod og at fastholde Hovedets Knudepunkter ved Hjælp af Tværafstivninger; men nogen principiel Ændring af Anordningen indføres forøvrigt ikke herved. Endelig anvender man undertiden en Vinddrager baade langs Spærfagernes Hoved og Fod, men i saa Fald ingen Tværafstivninger.

Hovedformalet med disse Forbindelser mellem Spærfagene er som sagt at faa dannet et rumligt System, der kan modstaa alle de ydre Kræfter, men samtidig hermed opnaar man naturligvis at faa Spærfagernes Knudepunkter fastholdt i deres Planer. Dette spiller en særlig Rolle for de Knudepunkters Vedkommende, hvorfra der udgaar Trykstænger, idet disse frie Længde afhænger af, om deres Endepunkter ligge fast eller ikke. Dette Hensyn maa man stadig have i Erindring ved Ordningen af Forbindelserne, og det fører bl. a. til, at man i Almindelighed helst lægger Vinddrageren langs en trykket Flange. Af samme Grund er det, at man i Fig. 93 lader Aasene indgaa som Led i Vinddrageren; i og for sig kunde man ganske vist godt lade denne bestaa alene af Spærfagernes Overdele og det af Diagonalerne  $d$  dannede V-Gitter (uden Vertikaler), og saaledes vilde Forholdet blive, hvis man anbragte et bevægeligt Stød i Aasene mellem de to Spærfag  $I$ ,

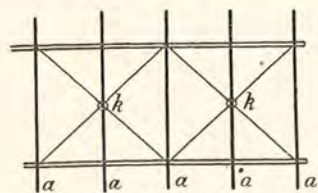


Fig. 94.

eller hvis man befæstede Aasene saaledes, at de kunde glide paa Spærfagene; men i saa Fald maatte man regne med en dobbelt saa stor fri Længde for det trykkede Spærfag-Hoved. I Fig. 94 have de firkantede Fag, der dannes af Aasene og Spærfagene, en saa langstrakt rektangulær

Form, at det ligger nær at anbringe Vinddragerens Diagonaler som vist, saa de spænde over to Fag; men saa maa man

enten regne med en fri Længde for Spærfag-Hovedet lig to Gange Afstanden mellem Aasene, eller man maa sørge for en Forbindelse med Aasene ved Diagonalkrydsningspunkterne  $k$ .

En Inddeling af Tagkonstruktionerne kan foretages efter Tagfladens Form. Denne kan være:

plan (maaske sammensat af flere Planer) som ved Halvtage, Saddeltage, Mansardtage, Shedtage samt Valmtage og lignende mere komplicerede Former, eller

enkelt krummet (bueformet), eller dobbeltkrum, som ved Kuppeltage o. l.

Af større Betydning er en Inddeling efter Hovedspærfagernes Virkemaade. Hovedspærfagene kunne fungere som Bjælker paa to eller flere Understøtninger eller som Buer. De første give kun lodrette Tryk paa Understøtningerne, naar Belastningen udelukkende er lodret virkende, men naturligvis optræder der ved Vindtryksbelastning ogsaa her vandrette Reaktionskomponenter. Buerne derimod give Sidetryk paa Understøtningerne selv for udelukkende lodret Belastning. Da en Bygnings Mure sædvanligvis ikke ere i Stand til at modstaa den Slags Sidetryk, tilføjer man ved Tagværker meget hyppigt Trækbaand til Sidetrykkets Optagelse; herved kommer Drageren udvendig set til at fungere som en Bjælke, men den staar dog Buekonstruktionerne nærmest og vil derfor blive behandlet sammen med dem. — Imellem Bjælker og Buer staa paa en vis Maade de fra en Mur frit udkragede Halvtage (Perrontage o. l.), der i det følgende ville blive betegnede som Konsoltage; ved lodret Belastning paavirke de Muren med et lodret Tryk og et Moment.

§ 10. **Belastning og tilladelig Paavirkning.** Den Belastning, man maa regne med paa en Tagkonstruktion, bestaar af Egenvægt, Snetryk og Vindtryk.

1. Tagkonstruktionens Egenvægt faas ved Addition af den egentlige Tagdæknings, Aasenes, Hovedspærfagernes og Tværforbindingernes Egenvægt.

a. Tagdækningen. For følgende almindelige Tækkematerialer kan man, inkl. Lægter eller Forskalling samt sekundære Spær, men exkl. Aasene, regne Egenvægten pr.  $m^2$  af den skraa Tagflade til\*):

\*) Ifølge Dansk Ingeniørforenings Husbygningsnormer, 1916.

Teglsten paa Lægter .....	95 kg/m <sup>2</sup>
do. do. Bræddebeklædning og Lister .....	110 —
Alm. Skifer og Eternit paa Lægter .....	50 —
do. do. paa Bræddebeklædning .....	65 —
Jærnblik paa Lægter .....	30 —
Kobber-, Zink- og Jærnblik paa Bræddebeklædning .....	40 —
Bølgeblik paa Vinkeljern .....	25 —
Enkelt Lag Tagpap paa Bræddebeklædning .....	45 —
Dobbelt Lag Tagpap paa Bræddebeklædning .....	55 —
Dobbelt Lag Tagpap paa Bræddebeklædning med 7 cm Grus .....	185 —
6—7 mm Glas paa Jærnsprosser .....	30 —
Undervinduer i Ovenlys .....	15 —

Andre Tages Egenvægt maa beregnes for hvert enkelt Tilfælde; der kan da pr. m<sup>2</sup> af den skraa Tagflade regnes:

Spær .....	20 kg/m <sup>2</sup>
Lægter .....	5 —
Bræddebeklædning .....	15 —
Teglsten .....	70 —
Alm. Skifer og Eternit .....	25 —
Enkelt Lag Tagpap .....	10 —
1 cm Grus .....	19 —

b. Aasene veje 7—15 kg/m<sup>2</sup> af Horizontalprojektion, sjældnere op til 20 kg/m<sup>2</sup>.

c. Hovedspærfagenes Vægt ligger gerne mellem 15 og 40 kg/m<sup>2</sup> af Horizontalprojektion. Et lidt nærmere Begreb om denne Størrelse kan man faa af følgende empiriske Formel\*);

$$g = \frac{q}{45} \left( 1 + \frac{l}{3\sqrt{a}} \right), \quad (19)$$

hvor  $g$  betyder Hovedspærfagenes Vægt i kg pr. m<sup>2</sup> af Horizontalprojektion ( $a \times l$ ),

\*) Angives af Milo S. Ketchum i hans »The design of steel mill buildings«, New York 1904, S. 5, for franske Spærfag med vandret Fod og med Heldning af Tagfladen 1:1,5 — 1:3, svarende til en tilladelig Paavirkning af ca. 1000 kg/cm<sup>2</sup>. Ved Omsætning til Metermaal ere Tallene rundede lidt af. Formlen synes at give meget brugelige Værdier ogsaa for andre Spærfagformer og andre Tagheldninger, men naturligvis med samme Størrelse af den tilladelige Paavirkning; i alt Fald stemmer den helt godt med en Række Tal, der ere fremgaaede som Resultat af Konstruktionsøvelserne paa den polytekniske Lærestalt. — Ved Benyttelsen af Formlen kan man som omtrentlige Værdier sætte:

for Tegltag	med Heldning 1:1	— 1:1,5:	$q = 300$ ,
» Skifertage	» —	1:1,5—1:2:	$q = 200$ ,
» Metallage, Paptage o. l.	» —	1:2 — 1:4:	$q = 180$ .

$l$  betyder Spændvidden i Meter,

$a$  betyder Afstanden mellem Hovedspærfagene i Meter,

$q$  betyder den totale lodrette Belastning fra Egenvægt, Sne og Vind, i kg pr. m<sup>2</sup> af Horizontalprojektion.

d. Tværforbindelserne mellem Spærfagene have sædvanligvis en Vægt af 2—5 kg/m<sup>2</sup> af Horizontalprojektion.

2. Snetrykket kan her til Lands regnes til 75 kg/m<sup>2</sup> af en vandret Flade\*), og naar Fladens Vinkel med den vandrette bliver større end ca. 50°, kan man gaa ud fra, at Sneen saa godt som fuldstændigt vil glide af og altsaa intet Tryk giver. Herefter kan man indføre følgende Værdier af Snebelastningen i kg/m<sup>2</sup> af Horizontalprojektionen\*\*):

for (se Fig. 95)  $h:s \leq 0,40$  (eller  $h:l \leq 0,44$ ) ..... 75 kg/m<sup>2</sup>,  
 » » —  $h:s = 0,60$  ( »  $h:l = 0,75$ ) ..... 50 — ,  
 » » —  $h:s \geq 0,80$  ( »  $h:l \geq 1,35$ ) ..... 0 — ;  
 for mellemliggende Værdier af Tagheldningen interpoleres.

\*) Ifølge Forsøg af Schaller (»Die Belastung der Baukonstruktionen durch Schnee«, Berlin 1909) er Vægtfylden af ganske tør Frostsne:

falden under fuldkommen Vindstille og med 30 cm Højde af Snelaget .....	0,12,
tæt lejret som Følge af Vindtryk og med 30 cm Højde af Snelaget .....	0,17,
fast sammenstampet eller sammentrampet .....	0,41—0,46,
medens Vægtfylden af vaad Sne gaar op til .....	0,79—0,85,

eftersom Lejrings Tæthed kun skyldes Egenvægten (i et 30 cm tykt Lag) eller Sammenstampning. — Endvidere finder Schaller ved Undersøgelse af Snefaldet i en Række Aar, at man for Tyskland kan sætte Snetrykket (i kg/m<sup>2</sup>):

$$p = 70 \left( 1 + \frac{h}{500} \right), \text{ hvor } h = \text{Stedets Højde (i m) over Havfladen,}$$

altsaa for  $h = 0 - 200$  m:  $p = 70 - 98$ , for  $h = 200 - 500$  m:  $p = 98 - 140$  kg/m<sup>2</sup>, medens Stedets Breddegrad (for Tyskland) ikke spiller saa stor en Rolle, at man behøver at tage Hensyn dertil. — Indenfor Omraader med større Udstrækning i Nord — Syd kan man derimod ikke se bort fra Stedets geografiske Beliggenhed. For Sverrig finder saaledes C. Frænell (ifølge Meddelelse til Forf.), at man for Højder  $h$  over Havfladen  $\leq 200$  m kan sætte  $p$  (kg/m<sup>2</sup>) =  $(\frac{1}{50} b - 1) n$ , hvor  $b$  er Stedets Bredde i Grader og  $n$  den aarlige Nedbør i mm, eller  $p = (b - 40) 5,5$ , hvilken Formel omtrent giver samme Resultat. For Højder  $h$  over Havfladen  $> 200$  m mener Frænell, at man for Sverrig kan regne Tillæget til  $p$  lig  $(\frac{1}{50} h - 4) \cdot 20$ , hvilket er henved 3 Gange saa meget, som Schallers Formel giver for Tyskland.

\*\*\*) Ifølge Dansk Ingeniørforenings Husbygningsnormer 1916.

Snetrykket skal behandles som en bevægelig Belastning, d. v. s. i alt Fald saaledes, at der tages Hensyn til Belastning paa kun den ene eller den anden Halvdal af Taget, naar dette er farligere end Totalbelastning.

3. Vindtrykket paa en Flade vinkelret paa Vindretningen regnes i Almindelighed for Tagværker, der ikke ere særlig udsatte, til  $125 \text{ kg/m}^2$ . Til Bestemmelse af Normaltrykket paa en Flade, der danner Vinklen  $\alpha$  med Vindretningen, benytter man forskellige, mere eller mindre empiriske Formler<sup>\*)</sup>, af hvilke den simpleste er den af v. Lössl angivne:

$$p_\alpha = p_{90^\circ} \sin \alpha, \quad (20)$$

hvor  $p_\alpha$  betegner Normaltrykket pr. Arealenhet af den skraa Flade,  $p_{90^\circ}$  Trykket pr. Arealenhet af en vinkelret truffen Flade. Ved Bestemmelsen af den i Formlerne indgaaende Vinkel  $\alpha$  antager man undertiden, at Vindretningen kan danne  $10^\circ$  med Horisonten; almindeligst er det dog nu at forudsætte Vindretningen vandret.

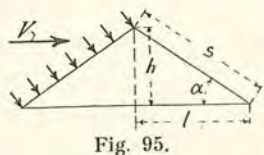


Fig. 95.

<sup>\*)</sup> Foruden v. Lössl's Formel, der anvendes en Del i Østrig og tidligere har været almindelig i Tyskland, nævnes den »theoretiske« (Newtons)  $p_\alpha = p_{90^\circ} \sin^2 \alpha$ , der gaar ud fra, at Trykket er proportionalt med Kvadratet paa Hastighedskomponenten vinkelret paa Fladen ( $v \sin \alpha$ , naar selve Vindhastigheden er  $v$ ), og som nu er foreskrevet i Tyskland; andre af de mere bekendte Formler ere:  $p_\alpha = p_{90^\circ} \cdot \sin \alpha^{1,842 \cos \alpha - 1}$  (Huttons, bruges meget i Nordamerika),  $p_\alpha = p_{90^\circ} \cdot \frac{2 \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$  (Duchemin's, bruges nu en Del i Nordamerika og Frankrig, giver adskilligt større Tryk end (20)),  $p_\alpha = \frac{(4 + \pi) \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot p_{90^\circ}$  (Rayleigh og Gerlachs, en af de Formler, der passe bedst med Forsøgene med tynde Plader),  $p_\alpha = (2 \sin \alpha - \sin^3 \alpha) p_{90^\circ}$  (Renards),  $p_\alpha = \frac{\alpha^\circ}{30^\circ} \cdot p_{90^\circ}$  for  $\alpha < 30^\circ$ ,  $p_\alpha = p_{90^\circ}$  for  $\alpha \geq 30^\circ$  (Eiffel's). Alle Formlerne angive den samlede Virkning af Vindens direkte Tryk paa Fladens Forside og af Sugningen paa Bagsiden; at en væsentlig Del af den Kraft, hvormed Vinden paavirker en Plade, hidrører fra Sugning (mindst — for  $\alpha = 90^\circ - 45^\circ/_{10}$ , og for mindre Vinkler  $\alpha$  langt mere), er først paavist ved Forsøg af Irminger, se »Ingeniøren« 1894, S. 101, hvor der ogsaa findes en Sammenstilling af de ovenfor nævnte Formlers Resultater med Forsøgene. Eiffels Forsøg og Formel er omtalt i »Ing.« 1908, S. 88.

Ifølge Dansk Ingeniørforenings Husbygningsnormer af 1916 benyttes (20) med  $p_{90^\circ} = 125 \text{ kg/m}^2$ <sup>\*)</sup> og vandret Vindretning, og herved faas (i  $\text{kg/m}^2$  af den skraa Tagflade):

For Taghældningen ( $h : l$ , Fig. 95):  
 $1 : 1, 1 : 1,25, 1 : 1,5, 1 : 2, 1 : 2,5, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5,$   
 Normaltryk  
 efter (20) = 89, 78 70, 56, 47, 40, 30, 25.

Med dette Tryk regnes paa den i Fig. 95 antydede Maade, d. v. s. man lader det virke som et direkte Normaltryk paa den mod Vinden vendende Tagflade, medens den læ Tagflade er upaavirket.

Herimod kan der ganske vist gøres væsentlige Indvendinger, og det baade hvad Trykkets Størrelse og Trykfordelingen angaar. Den angivne Størrelse af Trykket er funden ved Forsøg med tynde Plader, og Paavirkningen her hidrører ikke blot fra et direkte Tryk paa Forsiden, men for en meget væsentlig Del — og desto mere, jo mindre Vinklen  $\alpha$  mellem Vindretningen og Pladen er — ogsaa fra Sugning paa Bagsiden; men naar der i Stedet for Pladen sættes et Legeme (f. Ex. af Form som et Hus), bliver i alt Fald Sugevirkningen en helt anden, og man kan derfor egentlig slet ikke anvende Resultaterne for en tynd Plade paa et Legeme. — For at faa Spørgsmaalet her klaret maa man derfor gaa til Forsøg med Legemer af Form som de Bygninger, der er Tale om, og af saadanne Forsøg foreligger der kun faa; her gengives Resultaterne af nogle Forsøg af Irminger<sup>\*\*)</sup>. Modeller med Tværsnit som vist i Fig. 96—97 og forestillende en Bygning med et almindeligt Saddeltag og med et bueformet Tag indsattes i en Trækkanal med en konstant Luftstrøm, der omsluttede Modellerne helt, og der fandtes da de i Figurerne fremstillede Trykforhold paa de forskellige Flader;  $p$  betyder Totaltrykket (d. v. s. Tryk + Sugning) paa en tynd Plade, der er anbragt vinkelret paa Luft-

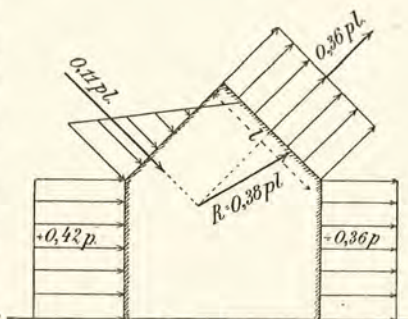


Fig. 96.

<sup>\*)</sup> For Taarne, Spir, Tagskilte o. l. skal dog regnes  $p_{90^\circ} = 150 \text{ kg/m}^2$ .

<sup>\*\*)</sup> »Ingeniøren« 1894, S. 108.



strømmen og har samme Længde og Højde som Modellen. Det ses, i Forbigaaende bemærket, at Trykket paa den lodrette, mod Vinden vendende Mur ikke naar op til  $\frac{1}{2}p$ ; hvad Tagfladerne angaar, viser Fig. 96, at Trykket paa Forsiden aftager opad mod Tagrygningen, medens man paa Bagsiden har en konstant (og større) Sugning, og Resultanten af Tryk og Sugning paa hele Tagværket,  $R = 0,38 pl$ , har en lodret opad rettet Komposant. For Buetaget i Fig. 97 fandtes Sugning overalt paa Tagfladen og Summen af alle Sugningernes lodrette Komposanter lig  $0,36 pl$ .

Herefter skulde altsaa den ovenfor (i Fig. 95) angivne Regnemaade være ganske forkert, men der kan dog anføres

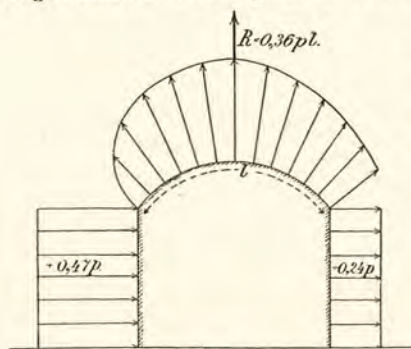


Fig. 97.

en Del Grunde, der gøre det forstaaeligt, at man endnu ikke har opgivet denne ældre Betragtning; først det ringe Antal af de foreliggende Forsøg (Antallet er navnlig for ringe til at danne Grundlaget for en ny Beregningsmaade), og dernæst den Omstændighed, at Forsøgsresultaterne svare til en Luftstrøm, der omslutter Bygningen helt

og befinder sig i en konstant Strømningstilstand, medens man i Virkeligheden ogsaa maa være forberedt paa pludselige og lokale Vindstød. Saa længe man ikke kender noget nærmere navnlig til disse sidste Forhold, er det ikke sandsynligt, at man vil opgive den ældre Beregningsmaade, hvis Tilstrækkelighed Erfaringen har bekræftet, og gaa over til en anden, der fører til mindre Paavirkninger. I en bestemt Henseende er der dog al mulig Grund til at gøre direkte Brug af Irmingers Resultater. Først og fremmest bør man altid anvende en solid Forankring af Tagværket til Murene, hvis man da ikke er ganske sikker paa, at Konstruktionens Egenvægt er en Del større end de opad rettede Kræfter, der kunne fremkaldes af Vinden. Og hvis man ikke tør gaa ud herfra, bør man fremdeles anvende stive Profiler ogsaa i de Stænger, der efter den sædvanlige Beregning udelukkende kunne faa Træk, idet man da kan

risikere, at Vinden kan bevirke en Bøjning opad af Spærfaget, hvorved alle Stangspændingerne skifte Fortegn; ved meget lette Tagkonstruktioner bør man af samme Grund heller ikke udelade de i forrige Paragraf (Snit  $m-n$  i Fig. 93) omtalte Tværafstivninger mellem Spærfagene, idet Fodens Knudepunkter maa fastholdes, hvis der kan risikeres en Trykspænding i Foden.

Vindbelastningen behandles korrekt paa den Maade, at man bestemmer Spændingerne for Vindtryk baade fra den ene og fra den anden Side, f. Ex. ved at tegne to Diagrammer, og adderer de største af de fundne Spændinger til dem fra den lodrette Belastning (Egenvægt og Sne). Undertiden simplificerer man sig dog Arbejdet ved at slaa Vind- og Sne-tryk sammen til en lodret Belastning paa  $100-125 \text{ kg/m}^2$  af Horizontalprojektion, og dette kan ogsaa nok anses for tilladeligt ved ikke for stejle Tage\*), hvis man til Gengæld ikke gaar for højt op med den tilladelige Fiberpaavirkning.

Endnu bemærkes, at det ikke altid anses for nødvendigt at regne med de ovenfor angivne fulde Sne- og Vindtryk som samtidigt virkende; der findes forskellige Forskrifter, f. Ex. gaaende ud paa, at man sammen med største Vindtryk kun behøver at regne med  $\frac{2}{3}$  af den sædvanlige Snebelastning\*\*). I Stedet for en saadan Reduktion af Belastningen kan man ogsaa tillade en højere Fiberpaavirkning, naar Maximums-Belastningerne regnes som samtidige; herom nedenfor.

Endelig maa det nævnes, at man ved Tagkonstruktioner over aabne Skure bør regne med et paa Indersiden virkende, lodret opad rettet Vindtryk paa f. Ex.  $50 \text{ kg/m}^2$ \*\*\*).

4. Paa de enkelte sekundære Konstruktionsdele, sekundære Spær, Sprosser, Aase, bør man tage Hensyn til en tilfældig Enkeltkraft paa  $75$  à  $100 \text{ kg}$  (en Mand), dog kun som samtidig med Egenvægten og altsaa kun, hvis den nævnte

\*) Ifølge Dansk Ingeniørforenings Husbygningsnormer af 1916 er dette tilladeligt, naar  $h:s \leq 0,40$  ( $h:l \leq 0,44$ ).

\*\*\*) Saaledes i de af den Østrigske Ingeniør- og Arkitektforening opstillede »Bestimmung für Belastung von Baukonstruktionen etc.«, Wien 1902; ligeledes sædvanligt i Nordamerika (se f. Ex. Milo S. Ketchum: The design of steel mill buildings, New York 1904, S. 10, o. a.).

\*\*\*b) Dette Tal foreskrives saaledes i Dansk Ingeniørforenings Husbygningsnormer.

Enkeltkraft + Egenvægten er farligere end de ovenfor angivne Belastninger.

Tal eksemp. Man skal bestemme Knudepunktsbelastningerne for det i J. K. I, S. 136, behandlede Spærfag (teoretisk Længde  $l = 15$  m, Afstand mellem Hovedspærfagene  $a = 4,0$  m, Skifertag paa Forskalling, Heldning 1 : 1,5; Afstand mellem Hovedets Knudepunkter 3,005 m, maalt i Tagfladen, 2,50 m i vandret Projektion).

Til et Knudepunkt svarer et belastet Areal paa:

- 4,0 · 3,005  $\sim$  12,00 m<sup>2</sup> i den skraa Tagflade,
- 4,0 · 2,50 = 10,00 m<sup>2</sup> i Horizontalprojektionen.

Efter (19) findes med  $q = 200$  kg/m<sup>2</sup>

$$g = \frac{200}{45} \left( 1 + \frac{15}{3\sqrt{4}} \right) = 15,6 \sim 16 \text{ kg/m}^2.$$

Knudepunktsbelastningen fra Egenvægten bliver da:

a. Tagdækningen,	65 · 12,0 = .....	780 kg
b. Aasene, anslaaes til	8 · 10,0 = .....	80 »
c. Hovedspærfaget	16 · 10,0 = .....	160 »
d. Tværforbindingerne ca.	2 · 10,0 = .....	20 »
		1040 kg.

Snetrykket findes ved Interpolation mellem de ovenfor angivne Tal at blive 56 kg/m<sup>2</sup> af Horizontalprojektionen, altsaa pr. Knudepunkt: 56 · 10,0 = 560 kg. Vindtrykket er efter v. Lössl's Formel og med vandret Vindretning 70 kg/m<sup>2</sup> og følgelig pr. Knudepunkt: 70 · 12,0 = 840 kg. De her fundne Sne- og Vindtryk stemme ikke med dem, hvormed der er regnet i J. K. I; Snetrykket er der sat til 65 kg/m<sup>2</sup> = 650 kg pr. Knudepunkt, og Vindretningen er antaget at danne 10° med Horizonten, hvorved v. Lössl's Formel giver 86 kg/m<sup>2</sup> (= 86 · 12  $\sim$  1040 kg pr. Knudepunkt).

Tilladelig Paavirkning. De almindelige Principper for Valget af denne ere omtalte i T. E. § 52, saaledes at det her kun drejer sig om de Talværdier, der anvendes ved Husbygningskonstruktioner, i denne Paragraf specielt ved Tagkonstruktioner. De fleste Steder findes der nu bestemte Forskrifter herfor, opstillede af vedkommende Bygge-Autoriteter; her anføres de i Dansk Ingeniørforenings »Husbygningsnormer« af 1916 indeholdte Bestemmelser.

Blødt Staal.

For de forskellige Jærnkvaliteter, der kunne komme i Betragtning, fastsættes de tilladelige Paavirkninger i Almindelighed

paa Grundlag af den Minimums-Trækbrudgrænse  $\sigma_{BT}$ , der foreskrives i det Lands Normalbetingelser, hvor Jærnet er fremstillet\*), og som det altsaa skal svare til, naar intet andet foreligger oplyst. I Tilfælde, hvor der stilles betryggende Garanti for en afvigende Kvalitet, kan dog den hertil svarende Værdi af  $\sigma_{BT}$  lægges til Grund. Der sættes:

Tilladelig Paavirkning til

Træk eller Bøjning.....	$r = \frac{1}{n} \sigma_{BT}$ ,
Forskydning.....	$r = 0,8r$ ,
Tryk (i Søjleformlerne nedenfor).....	$r_0 = 0,8r$ ,
Forskydning for Nitter og afdrejede Skruebolte.....	0,8r,
Forskydning for uafdrejede Bolte.....	0,6r,
Tryk paa Hulranden for Nitter og afdrejede Skruebolte.....	1,6r,
Tryk paa Hulranden for uafdrejede Bolte.....	1,2r.

Søjler og Trykstænger af Jærn, der svarer til de tyske Normalbetingelser, dimensioneres efter Formlerne:

for mindre Længder (d. v. s. naar  $\frac{1}{3}\zeta l^2 \leq F_0$ ):

$$F_0 = \frac{P}{r_0}$$

og

$$\begin{aligned} F_{\text{fuldt}} &\geq F_0 + \frac{1}{3}\zeta l^2, \text{ hvis Nittesvækkelsen er } < 12 \%, \\ F_{\text{nytt}} &\geq F_0 + \frac{1}{3}\zeta l^2, \text{ -- -- -- } \geq 12 \%; \end{aligned}$$

for større Længder (d. v. s. naar  $\frac{1}{3}\zeta l^2 > F_0$ ):

$$I_{\text{nodv.}} = \frac{n}{2100} Pl^2$$

og

$$\begin{aligned} I_{\text{fuldt}} &\geq I_{\text{nodv.}}, \text{ hvis Nittesvækkelsen er } < 12 \%, \\ I_{\text{nytt.}} &\geq I_{\text{nodv.}}, \text{ -- -- -- } \geq 12 \%; \end{aligned}$$

heri betegner:

- $P$ ..... Trykket i kg,
- $l$ ..... Søjle's frie Længde i m,
- $F_{\text{fuldt}}$  og  $F_{\text{nytt.}}$ ..... Søjle's fulde og nyttige Tværnsnitsareal i cm<sup>2</sup>,
- $I_{\text{fuldt}}$  og  $I_{\text{nytt.}}$ ..... -- -- -- Inertimoment i cm<sup>4</sup>,

$$\zeta = \frac{(F_{\text{fuldt}})^2}{I_{\text{fuldt}}}$$

For Jærn, der svarer til de engelske Normalbetingelser, skal blot Koefficienten  $\frac{1}{3}$  i ovenstaaende Formler ( $\frac{1}{3}\zeta l^2$ ) erstattes med  $\frac{2}{5}$ .

\*) I Tyskland og Sverrig  $\sigma_{BT} = 3700$  kg/cm<sup>2</sup>, i England  $\sigma_{BT} = 4400$  kg/cm<sup>2</sup>.

Sikkerhedskoefficienten  $n$  sættes til\*):

	For Etageadskillelser og Trapper (Bjælker, Dragere, Søjler)	For andre Jærnkonstruktioner (Tagværker, Jærnskeletbygninger o. l.)
Naar Beregningen udføres saa nøjagtigt som muligt, d. v. s. for Bjælker og Dragere bl. a. med den virkelige theoretiske Længde (fra Midte til Midte af Understøtning) og den nøjagtige (eventuelt uensformige) Belastningsfordeling, for Søjler under Hensyn til den eventuelt optrædende Excentricitet, for Tagværker o. a. Konstruktioner med den farligste Kombination af Vind- og Snetryk, o. s. v.	$n = 3,0$	$n = 2,5$
Naar Beregningen gennemføres mindre nøjagtigt, d. v. s. for Bjælker f. Ex. med den frie Aabning i Stedet for den theoretiske Længde og uden Hensyn til en noget uensformig Fordeling af Belastningen, for Søjler uden Hensyn til Excentriciteten, naar denne kun er tilfældig og lidet udpræget, for Hovedspærfag, hvor Vindtrykket ved en Heldning af Tagfladen $\frac{h}{s} \leq 0,4$ behandles som et Tillæg til Snebelastningen o. s. v.	$n = 3,5$	$n = 3,0$

For Bjælker, der ikke ere indstøbte i Beton, maa den beregnede Nedbøjning ikke overstige  $\frac{1}{400}$  af Spændvidden ( $E = 2\ 100\ 000$  kg/cm<sup>2</sup>).

\*) Med disse Værdier af  $n$  bliver den tilladelige Paavirkning  $r$  i kg/cm<sup>2</sup> (noget afrundet) for Jærn, der svarer til de tyske og engelske Normalbetingelser:

	For Etageadskillelser og Trapper (Bjælker, Dragere, Søjler)	For andre Jærnkonstruktioner (Tagværker, Jærnskeletbygninger o. l.)
Nøjagtig Beregning { tysk Jærn . . . . .	1200	1450
{ engelsk » . . . . .	1450	1750
Mindre nøjagtig Beregning { tysk » . . . . .	1050	1200
{ engelsk » . . . . .	1250	1450

Den frie Længde for Søjler regnes lig den virkelige Længde, med mindre en Afvigelse herfra særlig motiveres.

For Svejsjærn reduceres alle tilladelige Paavirkninger med 10 %.

Staalstøbegods og smedet eller valset Haardt Staal. \*)

Den tilladelige Paavirkning til Træk, Tryk og Bøjning regnes til . . . . . 1200 kg/cm<sup>2</sup>.

Støbejærn. \*)

For Lejer og lign. Konstruktionsdele:  
 tilladelig Paavirkning til Tryk . . . . . 700 kg/cm<sup>2</sup>,  
 » — » Bøjning . . . . . 250 — ,  
 » — » Forskydning . . . . . 200 — ;

$$\text{Søjler beregnes efter Formlen: } \frac{P}{F} = \frac{700}{1 + 7 \left(\frac{l}{i}\right)^2}$$

hvor  $P$  = Trykket i kg,  
 $F$  = Tværnsitsareal i cm<sup>2</sup>,  
 $l$  = Fri Længde i m,  
 $i$  = Mindste Inertiradius i cm.

Den frie Længde kan efter Omstændighederne regnes til 0,75 à 1,0 Gange den virkelige Længde.

§ 11. **Detallier vedrørende Tagdækningen i Almindelighed; sekundære Spær, Aase.** Alt, hvad der angaar selve de almindelige Tækkematerialer, deres Anvendelse og deres direkte Understøtning paa en Forskalling eller paa Lægter af Træ, forudsættes her bekendt; derimod skal der i et Par følgende Paragraffer meddeles nogle Enkeltheder vedrørende Anvendelsen af specielle Tagdækningsmaterialer, som Bølgeblik og andre Metalplader, Jærnbeton og Glas. Her drejer det sig da kun om Lægter af Jærn samt om de sekundære Spær og Aasene.

Lægterne gøres selv ved Jærntagværker hyppigst af Træ paa Grund af den simple Befæstelse af Tækkematerialet.

Vinkeljærns-Lægter (30·30·3 à 45·45·5 mm) egne sig ganske godt til Tegltage; de anbringes ovenpaa Spærene i den i

\*) Svarende til de tyske Normalbetingelser.

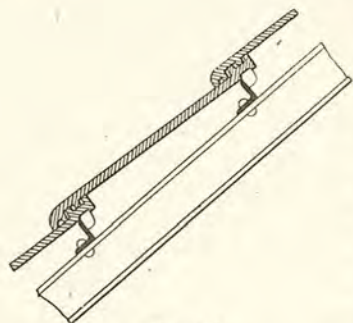


Fig. 98.

af 2—3mm Metaltraad, hvis øverste Ende bøjes om Kanten af den med Tagfladen parallelle Flig af  $\Gamma$ -Jærns Lægten, medens den nederste Ende bøjes op om Skiferpladens Underkant; Hagen ligger ved dobbelt Dækning i Mellemrummet mellem to Skiferplader og har fat ved Midten af den overliggende Plades Underkant; Skiferpladen bliver saaledes slet ikke gennemhullet.

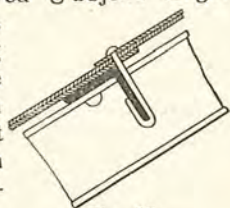


Fig. 99.

Fig. 98 viste Stilling. Som Underlag for Skifer benyttes de derimod sjældnere; de lægges her i den omvendte Stilling (Fig. 99) og befæstes til Spæret enten ved Hjælp af smaa Vinkeljærnsstykker, eller idet den nedhængende Flig skæres bort ved Spæret; i Stedet for Vinkeljærn kan ogsaa bruges smaa  $\Gamma$ -Jærn (N. P. 4). Skiferpladerne befæstes med Stifter (af Kobber eller blødt Jærn), der bøjes rundt om den nedhængende Vinkelflig (se Fig. 99), eller ved S-bøjede Hager

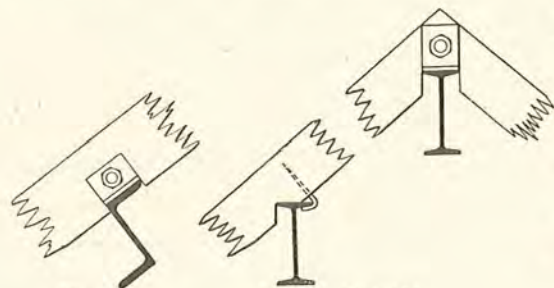


Fig. 100.

Fig. 101.

De sekundære Spær gøres ligeledes hyppigst af Træ. Skal der anvendes Jærn-Spær, giver man dem  $\Gamma$ ,  $\square$  eller  $\perp$ -Tværsnit (ved Glastage tillige forskellige andre Profiler; hvorom i § 13).

Træ-Spær skrammes ned over Aasene og befæstes (Fig. 100—01) ved et Par Vinkeljærnsstykker og en vandret Bolt eller paa Mellem punkterne ogsaa kun ved Hager eller Holtskruer. Jærn-Spær fastgøres til Aasene ved direkte Nitning gennem Flangerne eller ved Hjælp af Vinkeljærnsstykker. Fig. 102

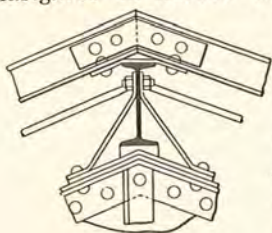


Fig. 102.

viser en Forbindelse ved Tagryggen, hvor der er anbragt bøjede Fladjærns-Lasker paa  $\Gamma$ -Spærenes Krop og et bøjet Fladjærn til Forbindelse med Aasen. — Trælægter eller Forskalling befæstes simplest til Jærn-Spær ved paa disse at bolte en Træ-Paaforing, hvori der kan sømmes, ellers ved Hager eller Holtskruer.

Spærenes Afstand fra Midte til Midte kan være:

ved Tegltag .....	0,9—1,0 m,
» Skifertag .....	1,0—1,1 - ,
» Zink- eller Jærnblik paa Forskalling .....	1,0—1,25 - ,
» Tagpap .....	1,0—1,5 - ,
» Bitumentag .....	0,7—0,9 - ,
» Glastag, sædvanlig (nærmere i § 13) .....	0,4—0,5 - .

Træ-Spær af Dimensionerne 13·13 cm—16·16 cm kunne med disse Afstande sædvanligvis anvendes op til et Frilliggende paa ca. 3 m, maalt i den vandrette Projektion.

Spærene beregnes kun for Bøjning; den direkte Sammen trykning spiller ligesom for Trappevanger (se § 8) i Almindelighed ingen Rolle. Naar Egenvægten af Tagdækningen og Spæret selv pr. løb. m af Spæret er  $g$ , altsaa pr. m af den

vandrette Projektion  $g \sec \alpha = g \frac{l}{\lambda}$  (se Fig. 103),

og naar endvidere Snebelastningen (pr. m af Horizontalprojektionen) er  $s$  og Vindbelastningen (pr. m af Spæret)  $v$ , bliver Momentet i Spæret

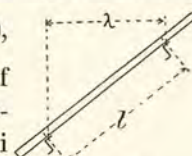


Fig. 103.

$$M = \frac{1}{8} \left( g \frac{l}{\lambda} + s \right) \lambda^2 + \frac{1}{8} v l^2. \quad (21)$$

Aasene. Træ-Aase af Dimensionerne 13·24cm—24·30cm kunne benyttes op til en Afstand mellem Hovedspærfagene paa 3—4 m. De anbringes i en af de i Fig. 104—105 viste Stillinger, hyppigst som i Fig. 104.

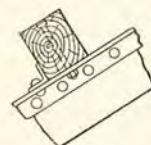


Fig. 104.

Aasen skrammes her ca. 1,0 cm ned over Hovedspærfagets Overdel og fastgøres med en  $\frac{5}{8}$ "— $\frac{3}{4}$ " Bolt; desuden støttes den ved et kort Stykke Vinkeljærn.

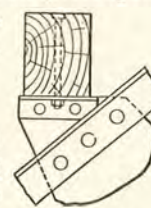


Fig. 105.

Jærn-Aase kunne ved ganske ringe Fritliggende og Belastning dannes af et Vinkeljærn (Fig. 106); ellers anvendes fortrinsvis valsede  $\Gamma$ -,  $\square$ - og  $\perp$ -Jærn (unormale, bredflangede  $\perp$ -Jærn\*) ere mere økonomiske end Normal- $\Gamma$ -Profilerne) eller ved større Dimensioner Profiler, der ere sammennittede af Vinkeljærn og Universaljærn eller  $\square$ -Jærn i  $\Gamma$ -,  $\perp$ - eller lignende Former (se



Fig. 106.

\*) Af saadanne findes der adskillige, som uden Vanskelighed kunne faas; da de imidlertid ikke ere optagne i »Hütte« og andre lignende Haand-

Fig. 107 og 113 f), sjældnere spinkle Gitterbjælker. Af Formerne i Fig. 107 ere de tre første temmelig sjældent, den længst til højre derimod ret almindelig anvendt; sidstnævnte benyttes ogsaa paa den Maade, at [- og I-Jærnet ikke forbindes ved fortløbende Nitterækker, men kun (ved et Par Bolte) over Understøtningerne, hvorved de to Profiler



Fig. 107.

komme til at virke (næsten) uafhængigt af hinanden, saa hver af dem kun optager den Bøjningskomponent, der falder i Retning af dets egen Krop. I Stedet for [-Jærnet anvendes undertiden en Træbjælke paa samme Maade (Fig. 108). En videre Udvikling af dette Princip ses i Fig. 109, hvor den lodrette Bøjning optages af I-Jærnet, den vandrette af en spinkel Gitterbjælke a-a. Endelig ses i Fig. 110 en Gitter-Aas, dannet af to plane Gitterbjælker med et Vinkeljærn som fælles Flange, hvilken Konstruktion undertiden med Fordel kan anvendes ved stejle Tage og stort Fritliggende for Aasen.

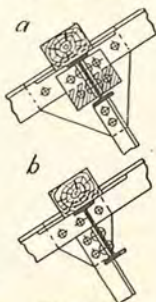


Fig. 108.

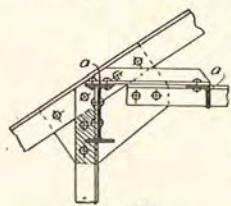


Fig. 109.

Aasene anbringes enten med Kroppen vinkelret paa Tagfladen (Fig. 108, 111) eller med Kroppen lodret (Fig. 109, 113), sjældnere i en mellemliggende Stilling (Fig.

bøger, anføres nogle af dem her (efter Chr. C. Rahr & Co's Profil-Album 1910, S. 99; Sophus Berendsens Normal-Album indeholder en lignende Række, ubetydeligt afvigende herfra):

Profil Nr.	Højde mm	Bredde mm	Krop- tykkelse mm	Flange- tykkelse mm	Vægt kg/m	Tværsnits- areal cm <sup>2</sup>	Modstands- momenter cm <sup>3</sup>		W <sub>x</sub> : W <sub>y</sub>
							W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	
7,6 brfl.	76	76	5	8	11,9	15,1	39,7	12,5	3,18
10,2 —	102	76	5,3	8	13,1	16,7	58,3	12,5	4,66
12,7 —	127	114	7,5	10,5	25,0	31,7	141	36,1	3,91
15,2 —	152	127	7,7	12,5	32,5	41,3	221	54,3	4,07
20,3 —	203	152	8	13	42,0	53,4	380	78,6	4,83
25,4 —	254	152	9	15,5	52,6	66,9	583	97,1	6,00

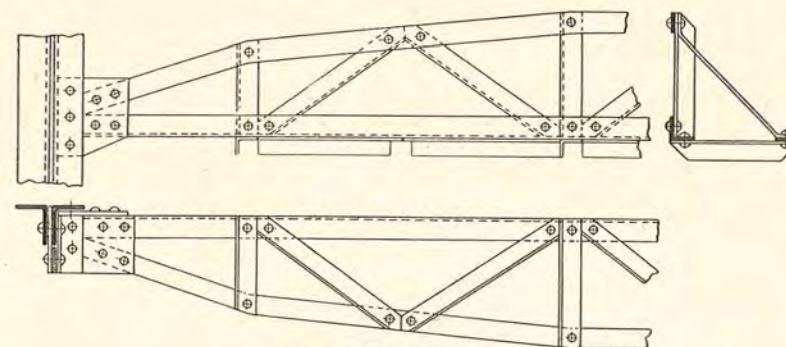


Fig. 110.

112), og enten ovenpaa (oven-  
over) Spærfag-Hovedet (Fig. 111, 112, 113 a-d) eller forsænkede ned mellem Spærfagernes Overdele og nittede hertil ved Vinkellasker (Fig. 108, 109, 113 e-f). Stillingen i Fig. 112, hvor [-Jærnet er anbragt ovenpaa en smeddet Kile for at faa det drejet noget i Forhold til Tagfladen, kan være theoretisk fordelagtig,

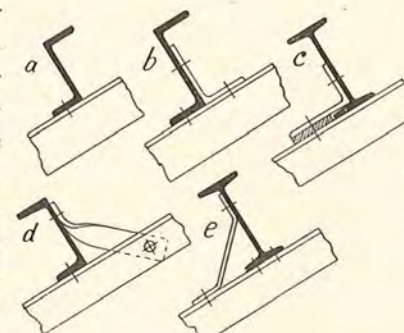


Fig. 111.

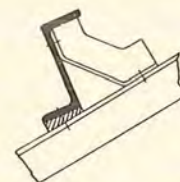


Fig. 112.

men er noget besværlig for Udførelsen. Ved Valget af Aase-Profilet maa man sørge for, at der ikke dannes Vandsække eller Render; [-Jærn maa derfor anbringes med Fligene nedad, som i Fig. 111 d, ikke i den omvendte Stilling, I-Jærn burde overhovedet ikke anvendes uden med lodret Krop; men denne Regel følges ganske vist langt fra altid.

I Toppen anbringes enten en enkelt Aas, der da naturligvis faar lodret Krop (Fig. 113 b, d, e), eller to Aase (Fig. 114), sædvanligvis af samme Profil som de andre, uagtet hver af dem kun faar den halve Belastning; denne sidste Bemærkning gælder ogsaa for Aasen nærmest Tagskægget.

Naar Kroppen skal staa vinkelret paa Tagfladen, nittes (eller boltes) Aasen direkte ovenpaa Spærfag-Hovedet, men denne Befæstelse alene (Fig. 111 a) er dog kun tilstrækkelig ved de mindre Profiler. Ellers støttes Aasen paa forskellig Maade, ved et nogen-

lunde svært Stykke Vinkeljærn (Fig. 111b—c), ved en Fladjærns-Strop (Fig. 111 d—e) eller bedre ved et Vinkeljærns-Knæ (Fig. 112).

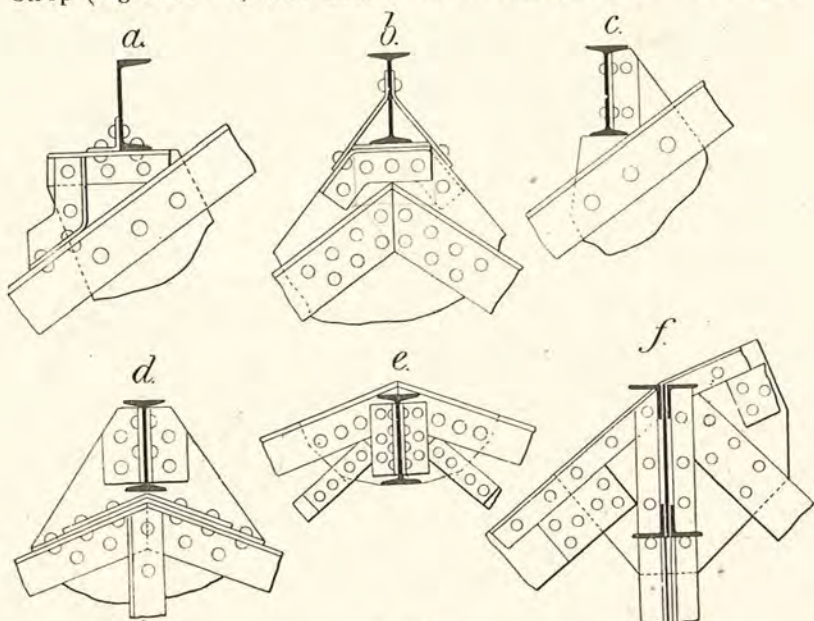


Fig. 113.

— En Aase med lodret Krop kan stilles paa en Hylde, dannet ved at forlænge Knudepladen ud og kante den med Vinkeljærn (Fig. 113 a—b), eller den kan fastgøres til den forlængede (og efter Aasens Profil udskaarne) Knudeplade med Vinkellasker paa Kroppen (Fig. 113 c), eller Aasen kan være afbrudt for hvert Hovedspærfag, saa den støder stumpt mod Knudepladerne og forbindes med dem ved Vinkellasker (Fig. 113 d).

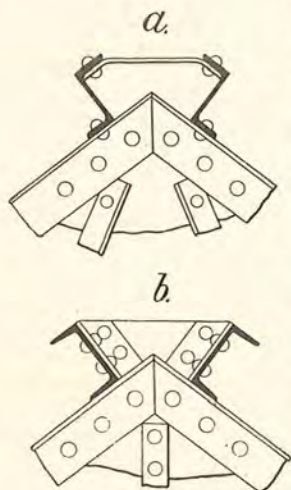


Fig. 114.

til de andre Aase (se Fig. 102); disse skulde derved kunne gøres spinklere, medens Top-Aasen til Gengæld skulde beregnes under

Fig. 114 a—b vise et Par forskellige Maader at forbinde de to Top-Aase paa; anbringer man en saadan Forbindelse for hvert sekundært Spær, bliver den dobbelte Top-Aase meget modstandsdygtig overfor Kræfter i Tagfladens Plan, og gennem de sekundære Spær afstives ogsaa de andre Aase overfor den Slags Kræfter. Undertiden har man, for med større Sikkerhed at opnaa denne Virkning, anbragt Rundjærns-Trækstænger fra Top-Aasen ned

Hensyn til de af Trækstængerne overførte Kræfter, men da Virkningen er afhængig af en rigtig Efterspænding af Trækstængerne, og derfor ikke meget paalidelig, er denne Ordning ikke særlig anbefalelsesværdig.

Naar Aasene ved Enderne skulle hvile paa og gaa ind i en Gavl-mur, maa der ligesom for almindelige Bjælker anvendes Underlagsplader, hvis Trykket paa Muren ellers vilde blive for stort. Hvis Aasen skal gøres fast i Muren, sker det simplest ved at nitte et Vinkeljærn e. l. tværs paa Aasen til dennes Underside og indmure det som et Forskud; skal Aasen kunne glide, anvender man bedst en Støbejærns-Underlagsplade, der ved skæv Stilling af Aasen sædvanligvis faar en tilsvarende skæv Form, som f. Ex. i Fig. 115 a, og udenom maa der saa holdes en Niche i Muren fri. For en dobbelt Top-Aase bruges fælles Underlagsplade (Fig. 115 b).

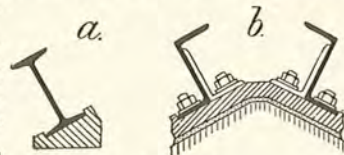


Fig. 115.

Stød i Aasene lægges enten midt over Hovedspærfagene og dækkes da blot med et Par Lasker paa Kroppen for at sikre den indbyrdes Stilling af de sammenstødende Ender, eller bedre lidt ved Siden af Hovedspærfagene, og saa meget at Befæstelsen paa

disse ikke generes af Laskerne; i sidste Tilfælde anvendes bedst nogle bøjede Plader som Lasker, saaledes som det ses for et  $\Gamma$ - og et  $\bar{\Gamma}$ -Profil i Fig. 116, men i mange Tilfælde nøjes man ogsaa her med Lasker paa Kroppen alene. Skal der ikke kunne foregaa nogen Udvidelse ved Stødet, nittes eller boltes Laskerne fast paa begge Sider; ellers anvendes Skruebolte og aflange Huller paa den ene

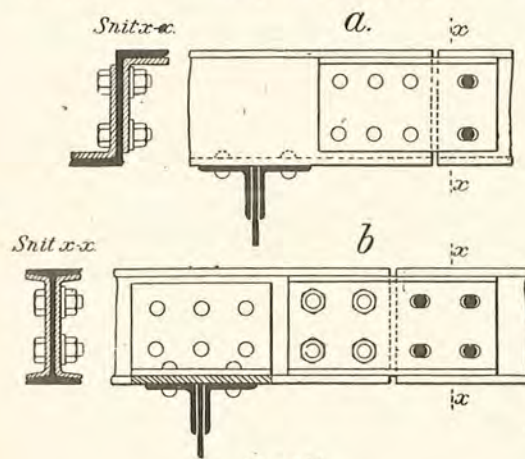


Fig. 116.

Side af Stødet, saaledes som vist i Fig. 116. — Undertiden har man formet Aasene som Gerberdragere; Charniererne konstrueres da i Reglen ganske som de omtalte bevægelige Stød, bedst dog kun med to Skruebolte paa den ene Side af Stødet (Fig. 116 a), idet den Drejning, der skal kunne foregaa, hindres mere af fire Bolte. Sjældnere har man anvendt en mere korrekt Charnierkonstruktion med kun én Bolt; Fig. 117 viser en saadan, hvor Kroppen i den svævende Bjælke (til venstre) med de paanittede

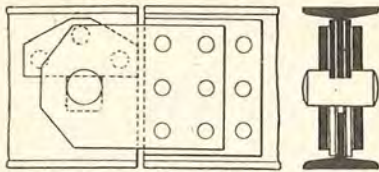


Fig. 117.

Paaforinger griber ned i en Fure i Boltens Overside, saa denne holdes paa Plads, uden at man behøver Hoved og Møttrik (ved Tilspændingen vilde Bevægeligheden formindskes); Hullet i den svævende Bjælkes Krop er firkantet, i Laskerne paa Kantileverarmen rundt, passende til Boltens. Skal Charnieret være bevægeligt, gøres blot det omtalte firkantede Hul aflangt, og der kan da foregaa en Glidning i Furen i Boltens Overside.

Aasene beregnes i Almindelighed som simpelt understøttede Bjælker, selv om de i Virkeligheden løbe uafbrudt hen over Understøtningerne, idet disse nemlig ikke ere absolut faste og det vilde blive for vanskeligt at tage Hensyn til deres Elasticitet, og idet man maa være forberedt paa betydelige Fejl i Understøtningernes Højdebeliggenhed. Kun hvis Aasene udformes som Gerberdragere, beregnes de naturligvis i Overensstemmelse hermed. Endvidere regner man med direkte Belastning, selv om Belastningen i Virkeligheden virker indirekte, gennem sekundære Spær; Fejlen, man herved be- gaar, vil altid være ubetydelig og paa den sikre Side.

Den totale Belastning, som en Aas mellem to Hovedspærfag skal bære, er lig Knudepunktsbelastningen for Hovedspærfaget; blot skal naturligvis Spærfagets og Tværforbindelsernes Egenvægt ikke regnes med som Belastning paa Aasene. Knudepunktsbelastningerne fra Egenvægt (d. v. s. kun fra Tagdækningen og Aasene selv), Sne og Vind kaldes  $P_g$ ,  $P_s$  og  $P_v$ .

Beregningen maa gennemføres for følgende tre mulige Belastningskombinationer:

- I. Egenvægt + Sne,
- II. Egenvægt + Vind,
- III. Egenvægt + Sne + Vind;

ganske i Almindelighed er det ikke muligt paa Forhaand at afgøre, hvilken der er farligst. Idet Afstanden mellem Hovedspærfagene kaldes  $\lambda$ , har man da Momenterne:

$$\left. \begin{aligned} M_I &= \frac{1}{8}(P_g + P_s)\lambda, \\ M_{II} &= \text{den geom. Sum af } \frac{1}{8}P_g\lambda \text{ og } \frac{1}{8}P_v\lambda, \\ M_{III} &= \text{---} \text{---} \text{---} \frac{1}{8}(P_g + P_s)\lambda \text{ og } \frac{1}{8}P_v\lambda, \end{aligned} \right\} (22)$$

virkende i tre bekendte Kraftlinier. Man maa nu gaa frem paa den Maade, at man vælger et bestemt Tværnsnit (Profil-

nummer) og som i T. E., S. 380—81, forklaret konstruerer de tre Nullinier og derved bestemmer de Maximumsspændinger, der svare til Momenterne, og hvis disse Spændinger ikke have en passende Størrelse, maa man vælge et nyt Tværnsnit og gøre Konstruktion og Beregning om. Foretrækker man ren Beregning for grafisk Konstruktion, kan man ogsaa opløse Momenterne efter Tværnsnittets Hovedaxer og ved Hjælp af Ligning (8), S. 374 i T. E., beregne Spændingen i alle de Punkter, hvori et Maximum muligvis kan optræde; men i Almindelighed er den grafiske Konstruktion hurtigere udført, og i alt Fald er selve Fremgangsmaaden, at man skal skønne et Profilnummer og gøre Beregningen om, indtil Maximumsspændingen faar en passende Størrelse, den samme som før. — Ved Beregning af Aasene bør man aldrig nøjes med den Tilnærmelse at slaa Sne- og Vindtryk sammen til en lodret Belastning.

For Aaseprofiler, der kunne indskrives i et Rektangel ( $\perp$ ,  $\square$ ), slipper man altid hurtigst fra Beregningen ved at opløse Momenterne efter Profilets Hovedaxer og benytte Ligning (10 a), S. 375 i T. E.; og her kan man endvidere indse paa Forhaand, at  $M_{III}$  er det farligste Moment, saa man behøver slet ikke at tage de to andre Belastningskombinationer i Betragtning. Grunden hertil er, at største Spænding altid optræder i en af Vinkelspidserne i det omskrevne Rektangel, medens den ved en vilkaarlig Tværnsnitsform kan optræde i et nyt Punkt for hver ny Belastningskombination. — Det vil i Almindelighed være mest økonomisk at stille Profilet lodret eller vinkelret paa Tagfladen, eftersom  $P_g + P_s \geq P_v$ .

For  $\square$ -Jærns-Aase er den ovenfor beskrevne almindelige Beregningsmaade, hvor man begynder med at skønne et Profilnummer, noget besværlig. Der er imidlertid beregnet Tabeller\*) over de tyske Normal-Z-Jærns Modstandsmomenter for forskellige Kraftlinieretninger (Radiene i W-Fladen, se T. E., S. 389), saaledes at man finder største Spænding ved blot at dividere Momentet med det til Kraftlinien efter Tabellen svarende Modstandsmoment, og selv om det her vilde føre for vidt at reproducere disse Tabeller fuldstændigt (d. v. s. med tilstrækkelig smaa Intervaller, til at man ved dem kan finde de nøjagtige Værdier af Spændingerne), skal der dog medtages

\*) Af Meyerhof (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 695). Tabellen findes i Ex. ogsaa i Förster: Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten.

saa meget af dem, at man med temmelig stor Sikkerhed kan afgøre, hvilket Profilnummer der skal bruges, uden at prøve sig frem.

$W(\text{cm}^3) =$											$W_{\text{max}}$	$W_{\text{max}}$
$\gamma =$	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°		optræder for $\gamma =$
N.P. Nr. 8	13,3	15,8	19,2	24,9	26,4	19,6	15,7	13,2	11,5	10,2	30,7	63° 1'
» » » 10	17,5	20,6	25,0	31,7	43,5	36,8	28,1	22,8	19,3	16,8	48,5	66° 20'
» » » 12	22,9	26,7	32,2	40,2	53,9	64,5	46,3	36,4	30,1	25,7	71,9	68° 36'
» » » 14	29,4	33,8	40,3	50,3	66,2	96,8	73,0	55,2	45,0	38,2	102,4	70° 34'
» » » 16	37,0	42,5	50,5	62,4	81,0	117,3	106,3	79,0	63,0	52,9	139,5	71° 45'
» » » 18	46,0	52,4	61,7	76,1	99,1	141,3	156,3	111,7	87,2	72,4	185,8	72° 57'
» » » 20	56,3	64,3	75,4	92,0	118,6	167,1	212,3	148,6	114,7	94,2	239,4	73° 39'

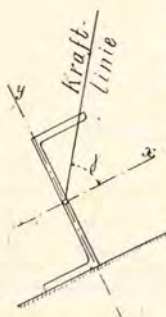


Fig. 118.

Vinklen  $\gamma$  er den Vinkel, som Kraftlinien danner med den paa Z-Jærnets Krop vinkelrette Tyngdepunktsaxe (se Fig. 118). I Tabellens to sidste Kolonner findes Værdien af største Modstandsmoment og den Vinkel  $\gamma$ , for hvilken det optræder, og denne Beliggenhed af  $W_{\text{max}}$  er yderligere markeret ved den tykke aftrappede Linie (mellem 60° og 75°); der begaas ikke nogen meget stor Fejl ved at interpolere mellem Tabellens Tal, naar der blot ikke interpoleres mellem to Tal, der adskilles af den omtalte tykke aftrappede Linie.

Tal eksemp. Man skal beregne Aasene for det i J. K. I, S. 110, behandlede Tagværk, for hvilket  $P_g = 780 + 80 = 860$  kg. (se Tal eksemp. i forrige Paragraf),  $P_s = 650$  kg og  $P_v = 1040$  kg, og Afstanden mellem Hovedspærfagene  $\lambda = 4,00$  m. Aasene skulle være af Z-Jærn og anbringes med Kroppen vinkelret paa Tagfladen; dennes Heldning er 1 : 1,5.

Man har altsaa her Momenterne:

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 860 \cdot 4 = 430 \text{ kgm,}$$

$$M_s = \frac{1}{8} \cdot 650 \cdot 4 = 325 \text{ » ,}$$

$$M_v = \frac{1}{8} \cdot 1040 \cdot 4 = 520 \text{ » .}$$

Ved grafisk Sammensætning finder man de resulterende Momenter, de tilhørende Kraftlinier og (med en tilladelig Paavirkning paa 1200 kg/cm<sup>2</sup>) de nødvendige Modstandsmomenter:

$$M_{g+s} = 755 \text{ kgm, } \gamma = \text{ca. } 56^\circ, W(\text{nødv.}) = 63 \text{ cm}^3,$$

$$M_{g+v} = 910 \text{ » , } \gamma = \text{ » } 75^\circ, W(\text{nødv.}) = 76 \text{ » ,}$$

$$M_{g+s+v} = 1220 \text{ » , } \gamma = \text{ » } 70^\circ, W(\text{nødv.}) = 102 \text{ » .}$$

Ved Hjælp af Tabellen for Z-Jærnene ovenfor finder man, at der ikke kan være Tale om at bruge et mindre Profil end Nr. 18; med  $\gamma = 56^\circ$  faas for dette Profil ved Interpolation  $W = 64,6 \text{ cm}^3$ , altsaa kun lidt større end nødvendigt, medens Modstandsmomentet for de to andre Kraftlinieretninger er en Del større end forlangt. Man kan derefter anstille en nøjagtigere Spændingsberegning ved Hjælp af den i T. E., S. 380—81, beskrevne grafiske Konstruktion, hvad vi ikke behøve at gaa nærmere ind paa her.

Derimod skulle vi vise, hvorledes man ved Beregning finder de resulterende Momenter og de tilsvarende Kraftlinieretninger, som vi ovenfor antog bestemte ved grafisk Konstruktion. — Idet Tagfladens Vinkel  $\beta$  med den vandrette er givet ved  $\text{tg } \beta = \frac{1}{1,5}$ , findes  $\sin \beta = 0,5547$ ,  $\cos \beta = 0,8321$ , og ved Opløsning af de ovenfor fundne Momenter  $M_g$ ,  $M_s$  og  $M_v$  efter de i Fig. 118 angivne Axer  $x$  og  $y$  faas da Komposanterne:

$$M_{g,x} = 238,5 \text{ kgm, } M_{g,y} = 357,8 \text{ kgm,}$$

$$M_{s,x} = 180,3 \text{ » , } M_{s,y} = 270,4 \text{ » ,}$$

$$M_{v,x} = 0 \text{ » , } M_{v,y} = 520,0 \text{ » .}$$

Heraf dannes:

- I. for Egenvægt + Sne:  $M_{g+s} = 755 \text{ kgm, } \gamma = 90^\circ - \beta = 56^\circ 19'$ ;
- II. for Egenvægt + Vind:  $M_x = 239, M_y = 878,$   
 $M_{g+v} = \sqrt{239^2 + 878^2} = 910 \text{ kgm,}$   
 $\text{tg } \gamma = \frac{M_y}{M_x} = \frac{878}{239}, \gamma = 74^\circ 46'$ ;
- III. for Egenvægt + Sne + Vind:  $M_x = 419, M_y = 1148,$   
 $M_{g+s+v} = \sqrt{419^2 + 1148^2} = 1222 \text{ kgm,}$   
 $\text{tg } \gamma = \frac{M_y}{M_x} = \frac{1148}{419}, \gamma = 69^\circ 57'.$

For disse tre Værdier af  $\gamma$  findes ved Hjælp af den ovenfor omtalte fuldstændige Tabel over Z-Jærnenes Modstandsmomenter:

$$W_I = 65,1, \sigma_I = \frac{75500}{65,1} = 1160 \text{ kg/cm}^2,$$

$$W_{II} = 159,1, \sigma_{II} = \frac{91000}{159,1} = 572 \text{ — ,}$$

$$W_{III} = 140,7, \sigma_{III} = \frac{122200}{140,7} = 869 \text{ — .}$$

Z-Jærn, N. P. Nr. 18, er altsaa lige netop stærkt nok.

§ 12. **Specielle Tagdækningsmaterialer.** I Forbindelse med Jærnkonstruktioner, til Fabriksbygninger, Skure, Perrontage o. lign., anvendes ofte nogle særlige Tækkematerialer, navnlig Metalplader i en eller anden Form og Jærnbeton.



Plane Metalplader — Kobber, Bly, Zink, galvaniseret Jærn — paa Bræddeforskalling og med False-Samlinger høre egentlig ikke herhen. Snarere kan der være Tale om Pande-

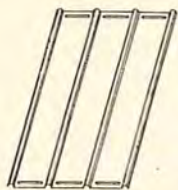


Fig. 119.

plader (Fig. 119) med indpressede Riller, der overdække hinanden ved Stødene; de kunne lægges paa en tæt Lægtning, men bedre ligeledes paa en Forskalling, og fastgøres ved Søm med store Blyhoveder ned gennem Rillerne. Større Betydning for den omtalte Slags Bygninger har dog Bølgeblik, der paa Grund af dets store Bæreevne kan anvendes uden Forskalling og med betydeligt Fritliggende og derfor giver et Tag med meget ringe Egenvægt. Til Gengæld klæber der imidlertid forskellige Ulemper derved; man kan saaledes nævne den Støj, et Regn- eller Hagelvejr forårsager; over et Værksted med megen Larm (Kedelsmedie o. l.) virker det som en Resonansbund, og overfor stærkt Rustangreb, f. Ex. fra svovlholdig Kulrøg, holder det paa Grund af den ringe Tykkelse kun kort Stand. Særlig generende virker i mange Tilfælde dets store Varmeledningsevne, der medfører, at det overdækkede Rum bliver for varmt om Sommeren og for koldt om Vinteren, og at Luftens Fugtighed giver Anledning til Dannelsen af det saakaldte »Svedevand«, der slaar sig ned paa Jærnet, naar den indvendige Temperatur er højere end Atmosfærens udenfor. Ulempen herved kan blive saa stor, at man enten maa sørge for at faa Svedevandet ledet bort, saa det ikke kan dryppe ned og gøre Skade, eller gribe til direkte Foranstaltninger til at hindre dets Fremkomst, hvorom nedenfor.

Der anvendes Jærn- eller Zink-Bølgeblik. I det følgende ville vi indskrænke os til Jærn, men forøvrigt ere Konstruktions-Enkelthederne i mange Tilfælde de samme; den væsentligste Forskel hidrører fra Zink-Bølgeblikkets ringere Bæreevne (tilladelig Paavirkning kun  $150 \text{ kg/cm}^2$ ), hvorved betinges tættere liggende Aase (kun op til ca. 1 m Afstand), og fra at Forbindelser ved Zink ofte tilvejebringes ved Lodning, hvor man ved Jærn-Bølgeblik bruger Nitter, Bolte e. l.

Jærn-Bølgeblik anvendes gerne i forzinket (galvaniseret) Tilstand, sjældnere males det. Den almindelige Tykkelse til Tagdækning er 0,75—1,5 mm, af Hensyn til Rust ikke gerne under 1,0 mm. Det understøttes direkte paa Aasene, og den normale Afstand mellem disse er 1,75—2,25 m. Med alminde-

ligt fladt Bølgeblik kan man som Maximum naa op til 2,5—3,5 m Aaseafstand, og med højt Bølgeblik naturligvis endnu længere; Knutson-Blik angives at kunne anvendes op til endog ca. 10 m Fritliggende. For ikke at risikere for stærke Bøjninger og lokale Buler ved en Betræden af Taget bør man dog ikke gøre Fritliggendet altfor stort.

Bølgeblikket beregnes for Egenvægt, Sne- og Vindtryk, og Beregningen udføres ganske som for de sekundære Spær i forrige Paragraf. »Hütte« og lignende Haandbøger indeholde Tabeller over en Række gængse Profiler\*) med Modstandsmomenterne angivne for 1 mm Pladetykkelse; for en anden Tykkelse  $\delta$  mm faas Modstandsmomentet nøjagtigt nok ved Multiplikation med  $\delta$ .

Ved Stødene paa langs ad Bølgerne, der altid for Tæthedens Skyld lægges i en Bølgetop, lader man Pladerne overdække hinanden med ca. en halv Bølgebredde (Fig. 120 a; i Nordamerika ofte med ca. halvanden Bølgebredde, Fig. 120 b, ved Tagdækning, en halv ved lodrette Vægge) og\*forbinder dem for hver 0,2—0,3 m

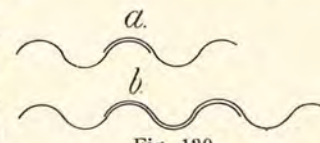


Fig. 120.

ved  $\frac{1}{4}$ " Skruebolte eller bedre ved 6 mm galvaniserede Jærnnitter. Ved Nitning i Bølgeblik lægges en galvaniseret Underlagsskive under Nittehovederne, for at Knapmagerens Kanter ikke skulle beskadige det tynde Blik, under Bolte- og Sømhoveder lægges en Blyskive; for Tæthedens Skyld udføres Nitningen (ligesom Boltning eller anden Befæstelse, der forudsætter Huller lokkede i Bølgeblikket) altid i Bølgetoppen. De her omtalte Stød langs Bølgerne lader man sædvanligvis falde i samme Linie i hele Tagets Bredde. — Stødene tværs paa Bølgerne lægges altid over en Aas og nittes som Regel slet ikke sammen for ikke at hindre Bevægelserne ved Temperaturændringer; Overdækningen kan gøres 8—18 cm for Tagheldningerne 1:1,5—1:4. Ofte falder der et saadant Stød over hver Aas.

Befæstelsen til Aasene maa udføres paa en saadan Maade, at Udvidelsen ikke hindres. Fig. 121 viser den her i Europa almindeligste Konstruktion; Bølgeblikpladen nittes ved sin øvre Ende til Aasen med en forsænket Nitte i hver

\*) I Tyskland er nu vedtaget en Række Normalprofiler; en Liste over disse findes f. Ex. i »Hütte«, 22. Aufl. 1915, 1, S. 1024.

4de—5te Bølgedal og overdækkes her af Pladen ovenfor; ved sin nedre Ende forbindes Pladen derimod kun med Aasen ved Hjælp af Hager af galvaniseret Jærnblik (2—3 Stkr. for hver Plade), der nittes (eller ikke slet saa godt: boltes) fast i Bølgetoppen med 1—3 Nitter. Hvis der ikke er Mulighed for Vindtryk fra neden, undlades ofte Nitningen til Aasen ved den øvre Ende, og denne fastholdes kun af den overliggende Plades Hager. I Stedet for Hagerne kan man ved Vinkeljærns-Aase bruge Hagebolte af lignende Form som Stifterne i Fig. 122 b.

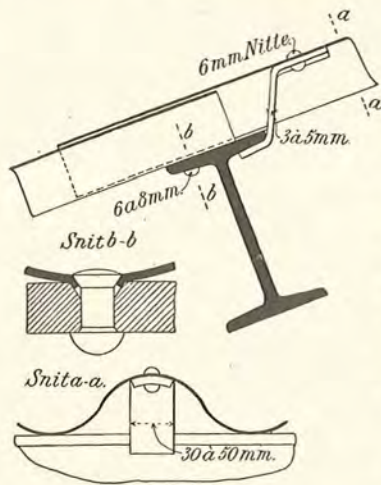


Fig. 121.

Fig. 122 viser forskellige Forbindelser, der i Nord-Amerika anvendes jævnsides med eller hyppigere end Hager. »Stropperne« i Fig. 122 a, der nittes eller boltes fast i Bølgetoppene, bruges navnlig ved I-, C- og Z-Aase (2 Stkr. pr. Plade og pr. Aas). Stifterne (»clinch nails« eller »clinch rivets«) i Fig. 122 b ligge an

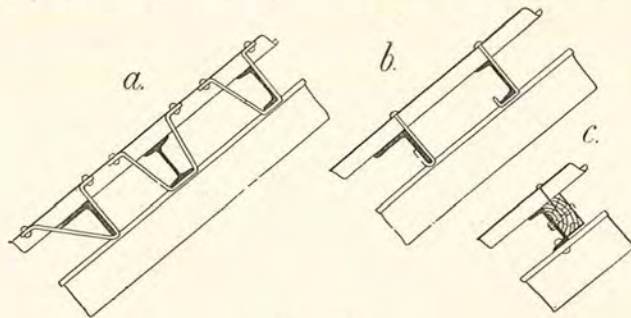


Fig. 122.

med deres Hoved i Bølgetoppen, føres ned tæt langs Oversiden af Aasen og bøjes rundt om dennes Underkant; de bruges især ved Vinkeljærns-Aase (3—4 Stkr. pr. Plade og pr. Aas). I Fig. 122 c er der endelig til Aasen boltet en Træ-Lægte, hvortil Bølgeblikket sømnes.

Ved alle de omtalte Konstruktioner havde Aasen en Flade parallel med Tagfladen, hvorpaa Bølgeblikket kunde hvile. Er Aasen anbragt med lodret Krop, kan man bruge en af de i Fig.

123 a-b viste Ordninger, med et tilføjet stumpvinklet Vinkeljærn (Fig. 123 a) eller en tynd, bøjet Plade (Fig. 123 b), eller man kan nøjes med at understøtte Bølgeblikket paa Hagerne, der da bøjes

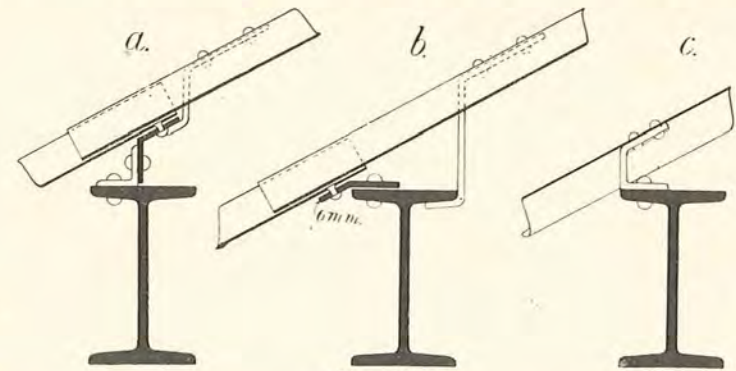


Fig. 123.

som i Fig. 123 c og fastnittedes ovenpaa Aasen. Men saa vidt muligt undgaar man disse Konstruktioner og stiller Aasens Krop vinkelret paa Tagfladen.

Tagrygningen dækkes paa forskellig Maade. Fordres der samme Tæthed her som ellers ved Stødene, kan man anvende en i Vinkel eller med jævn Krumning bøjet Bølgeblik-plade, der naar

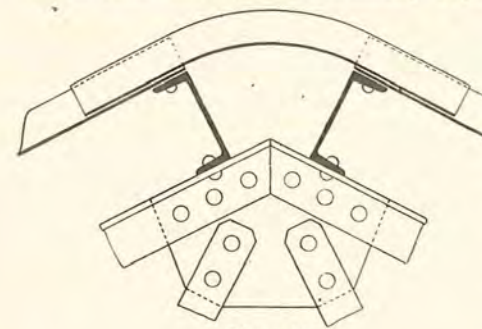


Fig. 124.

fra Aas Nr. 2 fra Toppen paa den ene Side helt over til den tilsvarende Aas paa den anden Side, saa der slet intet Stød kommer i Toppen; eller man kan bruge en af en kortere Plade bøjet Bølgeblik-rygning (Fig. 124) eller et til dette Brug særlig fremstillet bøjet Rygningsblik (Fig. 125). Forlanges der ikke nogen særlig stor Tæthed, eller ønskes

der for Ventilationens Skyld holdt noget aabent i Toppen, benytter

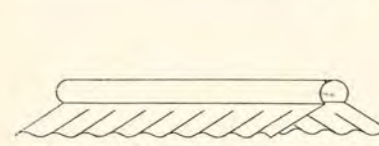


Fig. 125.

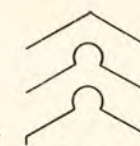


Fig. 126.

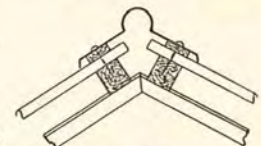


Fig. 127.

man et Rygningsblik med en af de i Fig. 126 viste Tværnsnitsformer.

I Fig. 127—28 ses, hvorledes disse Rygningsblik kunne fastgøres;



Fig. 128.

i Fig. 127 er der lagt en Trælist mellem Bølgeblikket og Rygningen, og der sømmes ned gennem List og Bølgeblik, i Fig. 128 er Rygningen nitted til Bølgeblikket; vil man her have yderligere Tæthed, kan man tilføje de to (med *a* betegnede) tungeformede udskaarne Blikplader, hvis Tunger bøjes ned i Bølgedalene.

Tilslutning til en Tagrende. For at Sne og Regnvand ikke skal kunne drive ind gennem Melletrummet mellem Tag-Bølgeblikket og Bagkanten af Tagrenden, maa man lade Bølgeblikket naa saa langt ned i Renden, at Punktet *a* (Fig. 129) ligger under den punkterede vandrette Linie, og naar Rendens Bagvæg er ført helt op til Bølgeblikket, faar man maaske alene paa den Maade Tæthed nok. Ellers maa der (efter lignende Principper som ved Tagrygningen) anvendes et Tætningsblik, der (*b* i Fig. 130) falses sammen med Tagrenden og løber op og slutter sig til Bølgeblikkets Underside. Dette Tætningsblik kan enten som i Fig. 130 dannes af en plan Plade med tungeformede Udkæringer, der passe op mellem Bølgerne, og Tungerne nittes saa fast til Undersiden af Bølgetoppene, eller Tætningsblikket kan paa den øverste Del være presset i Bølgeform (paa lignende Maade som i Fig. 125), saa det passer ind under Bølgeblikket.

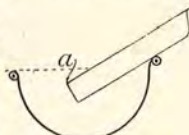


Fig. 129.

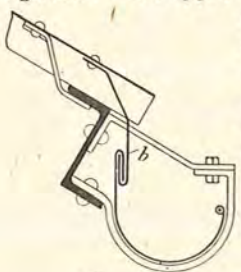


Fig. 130.

Grater og Skotrender. Anordningen her svarer saa temmelig til den ved Rygningen og Tagrenden. Graterne dækkes med

Rygningsblik paa lignende Maade som ovenfor. Skotrenderne dannes gerne af en plan galvaniseret Blikplade, der naar saa højt op under Bølgeblikket (Fig. 131), at Tætheden er tilstrækkelig sikret (den lodret maalte Højde fra Blikpladens Overkant til Rendens Bund mindst 15—20 cm). Ved Anvendelse af en Bræddeforskalling sømmes Bølgeblikket sammen med Skotrenden til Forskallingen; ellers kan man ligesom i Fig. 130 false Skotrenden sammen med et tungeformet udskaaet (eller foroven i Bølgeform presset, smlgn. Fig. 125) Tætningsblik, der nittes til Bølgeblikket. Fig. 132 viser en lidt anden Konstruktion, hvor yderligere Tæthed ogsaa kan skaffes til Veje ved Tilføjelse af tungeformet udskaarne Tætningsblik.

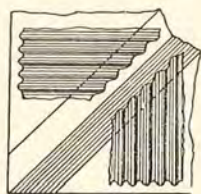


Fig. 131.

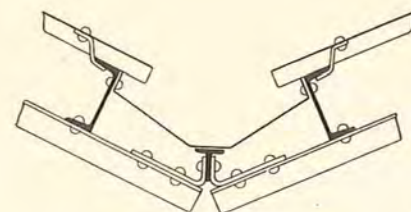


Fig. 132.

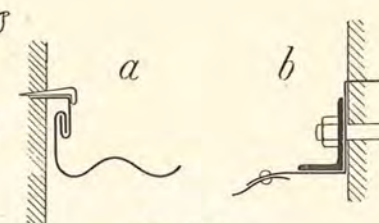


Fig. 133.

Tilslutning til en Mur udføres, naar Bølgerne løbe langs Muren, som vist i Fig. 133—34, ved Hjælp af et Tætningsblik, der falses eller nittes sammen med Bølgeblikket, og som med sin Overkant bøjes ind i en Fuge og fastholdes enten blot ved Murhager eller ved et til Muren boltet Vinkeljærn.



Fig. 134.

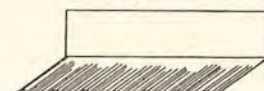


Fig. 135.

Idet Bølgeblikket sædvanligvis har Fald, medens Fugerne ere vandrette, maa de enkelte Stykker Tætningsblik gøres trapezformede. — Naar Bølgerne løbe vinkelret paa Muren, anvendes et Tætningsblik som i Fig. 135; skal der tillige tilvejebringes en Understøtning for Bølgeblikket, boltes der f. Ex. som i Fig. 136 vist et Vinkeljærn til Muren, hvorefter Tæthed skaffes til Veje ved et Tætningsblik, hvis Overkant ligesom ovenfor gaar ind i en Murfuge og her fastholdes ved Hager e. l., medens det forneden, hvor det skal slutte sig til Bølgeblikket, er tungeformet udskaaet eller presset til Bølgeform.

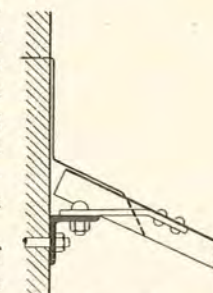


Fig. 136.

Tilslutningen til lodrette Vægge af Bølgeblik o. l. vil blive omtalt i 3die Afsnit (§ 22).

Som ovenfor omtalt medfører Bølgeblikkets store Varmeledningsevne, at Luftens Fugtighed slaar sig ned paa Inder siden som Svedevand, en Ulempe, man forøvrigt, om end i mindre Grad, træffer ved alle Jærnkonstruktioner under Tag.

— En Bortledning af Svedevandet muliggøres ved den i Fig. 137 viste Anordning af Stødene; der er her indlagt ca. 5mm tykke Udfyldingsstykker i de Bølgetoppe, hvor der skal nittes, og gennem de herved dannede

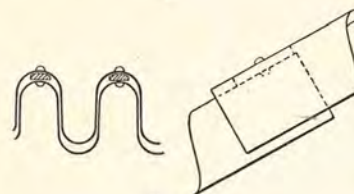


Fig. 137.

Mellemrum kan Svedevandet løbe ud fra Indersiden af en Bølgeblikplade og dryppe ned paa Ydersiden af Pladen nederunder. Samtidig modvirkes Dannelsen af Svedevandet ved den tilvejebragte Forbindelse mellem den ydre Luft og Rummet indenfor, men paa den anden Side maa der naturligvis benyttes en rigelig stor Overdækning, for at Tætheden ikke skal lade for meget tilbage at ønske.

Vil man hindre Dannelsen af Svedevand, er der intet andet Middel end at tilføje et isolerende Lag under Bølgeblikket; derved opnaar man tillige at kunne benytte dette Tagdækningsmateriale over Rum, der skulle kunne opvarmes. Som isolerende Lag har man anvendt en Bræddeforskalling, hvortil Bølgeblikket da sømmes (ligesom i Fig. 122 c), eller naar der ønskes en mere brandsikker Konstruktion, et almindeligt Rabitzlag eller et Pudslag paa Strækmetal eller Trussit, understøttet paa Aasene og herimellem indskudte Spær (af spinkle L- eller  $\perp$ -Jærn e. l.), sjældnere en tynd Jærnbetonplade.

I Nord-Amerika anvendes meget en saakaldet »Anti-Kondensations-Tagdækning«, der fremstilles paa følgende Maade: Over Aasene udsprendes galvaniseret Traadvæv, herover bredes et eller to Lag (1,5 mm tykt) Asbestpapir, undertiden desuden et eller to Lag tyndt Tjærepap, og ovenpaa dette lægges saa Bølgeblikket og fastgøres paa sædvanlig Maade, bedst ved Sømning i en til Aasen boltet Træ-Paaføring (Fig. 122 c), hvortil i saa Fald Traadvævet ogsaa befestes ved smaa Kramper eller ved vegnede Stifter (clinch nails, Fig. 122 b); ved Stødene paa langs ad Bølgerne bruges smaa Bolte i Stedet for Nitter, og idet disse Bolte gaa helt igennem Paplagene og Traadvævet og paa Undersiden heraf forsynes med (100·25·3 mm) Underlagsskiver, tjene de tillige til Understøtning for Isolationslaget; desuden lægges Aasene bedst noget tættere end ellers nødvendigt.

De omtalte Konstruktioner, hvor der anvendes Bølgeblik med en isolerende Forskalling under, ere imidlertid ikke meget rationelle, idet baade Bølgeblikket og Forskallingen (hertil medregnet de spinkle L- eller  $\perp$ -Jærns Spær) maa være i Stand til at bære frit fra Aas til Aas. Man er derfor i de senere Aar mere og mere gaaet over til at erstatte Forskallingen med en fritbærende Jærnbetonplade og Bølgeblikket med et blot og bart Dæklag paa denne Plades Yderside. Dæklaget dannes gerne af et eller to Lag Tagpap, der klæbes direkte paa Betonen; dennes Underside kan behandles paa forskellig Maade,

stryges med Cementvælling, hvidtes eller lign. Jærnbetonpladen kan støbes paa Stedet, eller man kan anvende i Forvejen færdig støbte Plader. En Betingelse for, at Konstruktionen skal blive økonomisk, er, at man kan fremstille en nogenlunde let Beton. I Tyskland bruges saa godt som udelukkende den saakaldte »Bimsbeton«, fremstillet af »Bimssand« (Pimpstenstuff-Grus fra Rhinegnene, Neuwied, Andernach) i Forholdet 1 C + 5 Bimssand + lidt almindeligt Grus, med en Vægtfylde af ca. 1,6. Hvor man ikke har et saadant naturligt forekommende Materiale til sin Raadighed, kan man bruge Slaggebeton (f. Ex. 1 : 2 : 4), hvorved man kan komme ned paa en Vægtfylde af ca. 1,4; dette anvendes saaledes meget i Nordamerika. Dog bør man være opmærksom paa Slaggernes Beskaffenhed, da et eventuelt Svovlindhold angriber Jærnet. Her til Lands kan der muligvis ogsaa blive Tale om Skærver af Molérsten.

Naar Jærnbetonpladen støbes paa Stedet, paa en interimistisk Træ-Forskalling, gøres den 4—8 cm tyk, hyppigst 5—6 cm med 2,0—2,5 m Aase-Afstand. Sædvanligvis lægges den helt ovenpaa Aasene (Fig. 138), sjældnere lader man den med Vouter gribe ned om Aasene (Fig. 139). — Armeringen dannes af almindeligt Rundjærn eller f. Ex. af Strækmetal. — Undertiden har man undgaaet Brædde-Forskallingen

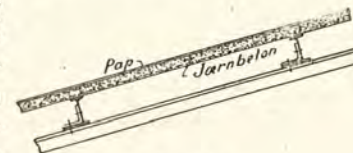


Fig. 138.



Fig. 139.

ved som Armering at anvende et tilstrækkelig tæt Net af Strækmetal eller Trussit; saaledes fremstillede Plader kunne dog ikke bære frit paa stort mere end 1,0—1,25 m. — I Forvejen færdigstøbte Plader kunne ligesom de paa Stedet støbte gøres massive, men her kan man ogsaa naa til en yderligere Reduktion af Egenvægten ved at anvende Udsparringer (Fig. 140) eller T-Forme (Fig. 141)\*. Pladebredden kan

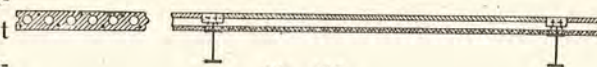


Fig. 140.

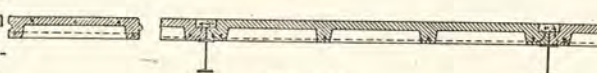


Fig. 141.

\*) »Der Eisenbau« 1913, S. 135.

f. Ex. gøres 50 cm, Længden lig Aase-Afstanden (1,5—3,0 m); de enkelte Plader samles ved Fjer og Not, der under Oplægningen udstøbes med Cementmørtel, og ved Stødet over Aasene bøjes Længde-Armeringsjærnene op i et udsparet Hulrum og forbindes her ved Bøjler inden Udstøbningen. I Fig. 141 ses Pladens Underside ved Tilføjelsen af Tværribberne at have faaet Form af et Kassetloft. En Befæstelse af Pladerne til Aasene kan udføres ved Hagebolte (Fig. 142).



Fig. 142.

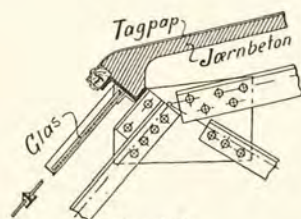


Fig. 143.

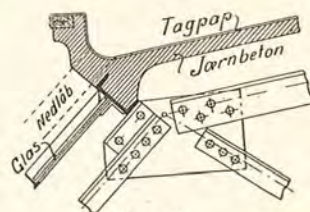


Fig. 144.

De forskellige Detailler — ved Tagryggen, Tagrender, Tilslutning til Ovenlys etc. — volde her betydelig mindre Vanskelighed end f. Ex. ved Bølgeblik, idet man med Lethed kan fremstille alle ønskelige Former i Jærnbeton. Fig. 143—45 vise et Par Exempler, Overgang fra Jærnbeton- til Glas-Tag og omvendt. Tagrender kunne her ogsaa støbes af Beton (paa lignende Maade som i Fig. 144) og beklædes da ofte indvendig blot med Tagpap.

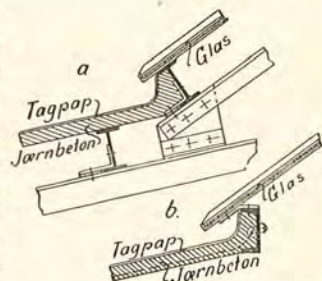


Fig. 145.

Til Slut bemærkes, at man ved større Tagværker med Bølgeblik- og Glastage, men forøvrigt ogsaa med andre Tækkematerialer, bør gøre det muligt at komme til de forskellige Punkter af Taget udvendig fra, uden at man er nødt til at betræde selve Tagfladen. Der anbringes i den Anledning enkelte Stiger eller Trapper efter Faldlinierne, smalle Løbebroer (navnlig over eller i Nærheden af Tagrenderne) og endelig undertiden et Par Skinner, dannede af Profil- eller Rundjærn, paa langs ad Taget; ved Hjælp af Stiger, der kunne forskydes paa disse Skinner, kan man da naa til ethvert Punkt af Tagfladen.

§ 13. **Indretninger for Belysning og Ventilation.** Det Glas-Areal i en Bygnings Ydermure og Tag, — naar Bygningens Indre udgør ét sammenhængende Rum, — der er nødvendigt til at give en passende Belysning, varierer naturligvis stærkt efter Anvendelsen, fra  $\frac{1}{8}$  til  $\frac{1}{2}$  eller mere af hele Tag-Arealet, og selv for samme Anvendelse finder man ret forskellige Opgivelser.

Ketchum\*) angiver for Maskin- og lignende Værksteder, hvor der kræves en god Belysning, 25 % af hele Bygningens Overflade (Vægge og Loft), og Halvdelen heraf i Taget, som en almindelig Fordring i Nordamerika, men tilføjer dog, at Tendensen nu gaar i Retning af at skaffe saa stort et Glas-Areal som muligt. Schwe-ring\*\*) opgiver, at man for Værksteder med en Gennemsnitshøjde af 8 m til Taget faar en meget god Belysning med et Glas-Areal i Taget paa  $\frac{1}{3}$  af hele Tagets Areal (begge maalte i Horizontalprojektion), hvorved der desuden er forudsat Sidelys fra Vinduer i Væggene; for Varehuse er Forholdet 1 : 6 à 1 : 7 tilstrækkeligt, for store Tage over Banegaardshaller 1 : 3 à 1 : 2.

Disse Glas-Arealer kunne tilvejebringes enten som Tagvinduer eller som Dele af den faste Tagflade, og den sidste Udvej, som vi her særlig skulle beskæftige os med, har atter ført til en Række principielt forskellige Anordninger. Det vigtigste Hensyn, man har at tage ved Valget mellem disse, er at skaffe en tilstrækkelig stor Heldning af Glasfladen, dels for Tætheds Skyld, dels for at Sne ikke skal blive liggende og udelukke Lyset; nogenlunde Sikkerhed for, at Sneen glider af, faar man først ved en Heldning af ca. 45°, og en Heldning under 1 : 3,5 bør man af Hensyn til Tætheden ikke anvende, med mindre der er Tale om en Detailkonstruktion, der erfaringsmæssigt giver tilstrækkelig Sikkerhed i saa Henseende. Endvidere afsætter Støv og Snavs sig vanskeligere, og Svedevand, der slaar sig ned paa Glasset, løber lettere ned langs Indersiden uden at dryppe af, naar Heldningen er nogenlunde stor.

1. Den med Glas dækkede Del ligger i den sædvanlige Tagflade, enten som et enkelt Bælte i Toppen eller som to adskilte Bælter; ved buedeformede Tagflader som i Fig. 146 passer den sidste Ord-

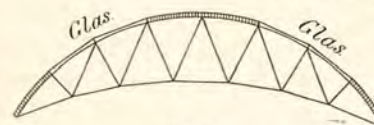


Fig. 146.

\*) The design of steel mill buildings, New-York 1904, S. 269.

\*\*) Handbuch der Architektur, III. Theil, 2. Bd. 5. Heft. Stuttgart 1899, S. 293.

ning bedst, da man her lettere opnaar en tilstrækkelig Heldning af Glasfladen end i Toppen.

2. Den med Glas dækkede Del falder nok helt i Tagfladen, men for at faa bedre Fald giver man Tagfladen en særlig Form, som i Fig. 147, eller ved de i

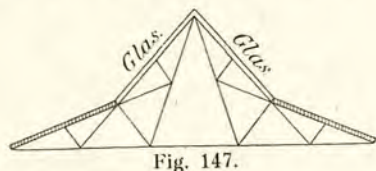


Fig. 147.

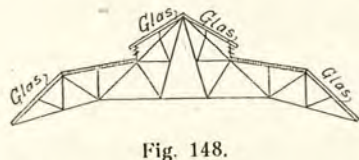


Fig. 148.

de senere Aar hyppigt anvendte Mansardtage (Fig. 148). Herhen høre ogsaa de saakaldte Shedtage (Fig. 149), savformede Tage, der navnlig bruges over Værksteder (Væverier o. l., derfor kaldes de ogsaa »Vævertage«), hvor der behøves et roligt, ensformigt

Lys. Tagfladen er her opløst i en Række usymmetriske Saddeltage, og Glasset anbringes kun i de stejle Tagflader, der saa tilmed vendes mod Nord eller omtrent mod

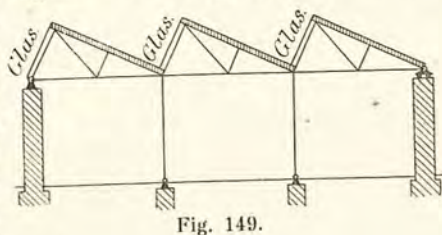


Fig. 149.

Nord, hvorved direkte Sollys undgaas; undertiden har man ogsaa gjort de stejle Tagflader helt lodrette.

3. Den med Glas dækkede Del hæves op over den øvrige Tagflade, som en paa langs ad Taget løbende Tagrytter (Laterne, Skylight), Fig. 148 og 150.

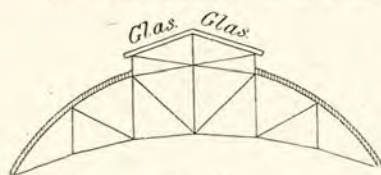


Fig. 150.

paa ved Banegaardshaller o. l., hvor man mellem to Hovedspærfag indskød 3—5 smaa Saddeltage (Fig. 151, Snit a-a). Herved opnaaedes den væsentlige Fordel, at man kunde bruge en stærk Heldning af Glasfladerne og ganske undgaa vandrette Fuger i disse Flader, idet én Glasplade kunde naa over hele Sidefladen for et af de smaa Saddeltage. Men til Gen-

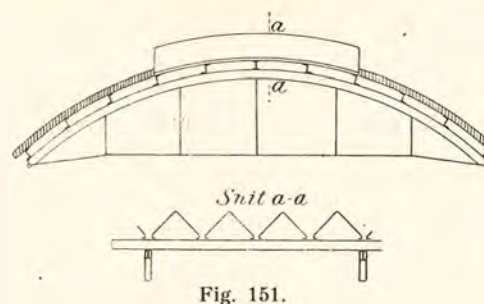


Fig. 151.

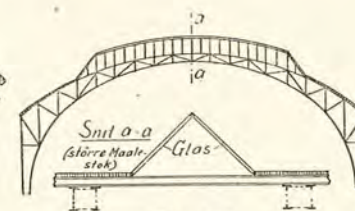


Fig. 152.

gæld fordyres Konstruktionen ikke ubetydeligt, og de mange Render mellem Saddeltagene ere vanskelige at holde tætte. Man har derfor i de senere Aar foretrukket at forøge Størrelsen og formindske Antallet af Tvær-Tagrytterne, som det ses i Fig. 152.

5. Endelig skal nævnes Boileau-Tagene (Fig. 153), der dog ikke spille nogen større Rolle og ogsaa i Almindelighed give for lidt Lys.

Princippet, der forøvrigt fremgaar med tilstrækkelig Tydelighed af Figuren, gaar ud paa skiftevis at anbringe den ugenomsigtige Tagflade ved Over- og Underdelen af Hovedspærfagene og at sætte Glas i de lodrette Overgangs-Flader i Spærfagenes Planer.

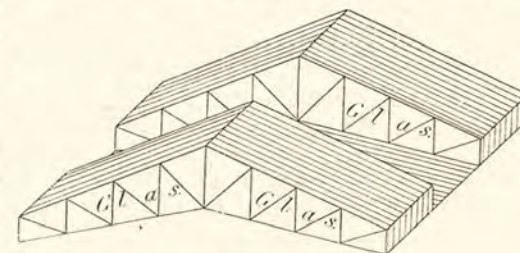


Fig. 153.

Glaspladerne understøttes paa sekundære Spær, som her kaldes Sprosser, og der findes ikke andre Fuger efter Tagets Faldlinieretning end de langs Sprosserne. I de derpaa vinkelrette Fuger maa der i Almindelighed skaffes Tæthed ved at lade Glaspladerne overdække hinanden; Overdækningen gøres for smaa Glasplader, som de anvendes i Drivhuse o. l., kun 1—3 cm, for større Plader 10—15 cm ved Heldningerne 1:1—1:3,5. — Af Konstruktionen maa man dernæst ganske i Almindelighed forlange, at Glaspladerne hverken kunne glide ned eller løftes op, medens dog Udvidelsen af den bærende Jærnkonstruktion maa kunne foregaa uhindret, da Glasset

ellers let knækker. Endvidere maa der sørges for Tæthed mod Regn og Sne og for Bortledning af Svedevand og af Fugtighed fra mulige Utætheder, og endelig bør en Udvexling af knækkede Glasplader kunne foregaa uden altfor stor Vanskelighed.

Glasset fremstilles ved Blæsning eller Støbning. Blæst Glas, der anvendes i Tykkelserne 3—5 mm, er det klareste; støbt Glas bruges med Tykkelser mellem 6 og 12 mm og kan faas med blank Overflade eller med Ribber eller Mønstre paa den ene Side eller endelig raat støbt i Sand, hvorved man opnaar et mere spredt og roligt Lys; i Traadglas (Monierglas), 7—10 mm tykt, er indstøbt et Jærntraadsnet, hvorved Styrken og navnlig Sikkerheden mod et pludseligt Brud er betydelig forøget, saa man kan undvære de ellers ofte nødvendige og af Bygningsautoriteterne foreskrevne Beskyttelsesnet af galvaniseret Jærntraad, der udspændes under Glastaget for at forebygge Ulykker ved nedfaldende Glasplader; desuden medfører det en større Brandsikkerhed, og det er derfor forstaaeligt, at det anvendes mere og mere.

Angaaende de Pladestørrelser, der kunne faas, anføres kun som omtrentlig Vejledning, at blæst Glas fremstilles op til: Længde + Bredde = 200 cm, for de tykkeste Sorter (4½—5 mm) dog kun 164 cm, almindeligt støbt Glas i de største Dimensioner, der fornuftigvis kan være Tale om at anvende, Traadglas op til højst 2,25 m<sup>2</sup>, med en største Længde 3,0 m og en største Bredde 1,0 m; men herom og ligeledes om Størrelsens Indflydelse paa Prisen maa man helst skaffe sig nærmere Oplysninger i hvert enkelt Tilfælde.

Ved lidt større Dimensioner beregnes Glastykkelsen som for en Bjælke, der ligger frit fra Sprosse til Sprosse, idet man indfører Sikkerhedskoefficienten 3 og kan gaa ud fra følgende Værdier af Brudmodulus for Bøjning:

for blæst Glas.....	375	kg/cm <sup>2</sup> ,
» støbt » , 6—12 mm tykt..	200	— ,
» Traadglas .....	500	— .

Herved finder man for følgende Værdier af Tykkelsen  $\delta$  (i mm) den højeste tilladelige Sprosseafstand  $a$ :

$a$ (cm) =	35	45	50	53	55	61	71	78	85	100	110	120,
blæst Glas, $\delta = 3$		4	4,5		5							
støbt —, $\delta =$				6		7	8	9	10	12		
Traad—, $\delta =$								7	8	9	10 .	

Den almindeligst anvendte Sprosseafstand er 50—80 cm.

Den nærmere Udformning af Konstruktionen afhænger navnlig af det anvendte Tætningsmiddel og af Sprossetværsnittet.

Som Underlag for Glasset paa Sprosserne og som Tætningsmiddel i Fugerne har man tidligere alene anvendt Kit, og saa længe Kittet er blødt og eftergivende, svarer det ogsaa ganske godt til Hensigten; for at bevare denne Tilstand bør Kittet derfor beskyttes ved Oliemaling. I Tidens Løb kan det imidlertid ikke undgaa, at Kittet bliver haardt; Glasset og Jærnkonstruktionen kunne saa ikke mere udvide sig eller bøje sig ned uafhængigt af hinanden, og Følgen er, at Glaspladerne knække, eller at Kittet revner, saa Fugerne blive utætte. Der anvendes derfor nu ogsaa en Mængde kitfri Konstruktioner, hvor Kittet som Underlag for Glaspladerne erstattes med Strimler af Filt eller Bly, tjærede Hampsnore eller lign., og hvor Tætheden ligeledes tilvejebringes uden Kit. Da saadanne Konstruktioner dog blive baade dyrere og mere komplicerede end de ældre (med Kit), nøjes man i maaige Tilfælde endnu med disse sidste.

Til Sprosserne, der beregnes ganske som de sekundære Spær (se § 11), anvendes navnlig to forskellige Slags Profiler, nemlig  $\perp$ -formede (og andre, der kunne betragtes som af-

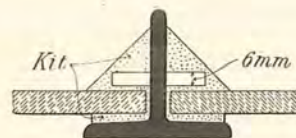


Fig. 154.

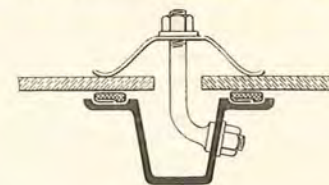


Fig. 155.

ledede heraf) og rendeformede. Fig. 154 viser en almindelig  $\perp$ -Sprosse med Glasset lagt i Kit, Stifter gennem  $\perp$ -Jærnets Krop til at hindre Glaspladerne i at løfte sig op og Fugen langs Sprossen ligeledes tættet med Kit; Fig. 155 en kitfri Konstruktion med Rendesprosse, hvor Glaspladerne hvile paa en Filtstrimmel (undertiden omviklet med tyndt Blyfolie) og holdes nede ved Fjedre af forzinket Staalplade, der spændes til ved Møttrikken ovenover.

Detaller vedrørende  $\perp$ -Sprosser. Kit-Underlaget i Fig. 154 faar af Hensyn til Overdækningen i Tværfugerne Kile-

form, som det fremgaar af Fig. 156—57; her ses tillige, hvorledes en Nedglidning af Glaspladen

hindres ved en Stift (Fig. 156) eller et paanittet Vinkeljærnsstykke (Fig. 157), hvorimod Pladen støtter; simplere endnu er det at ophænge Glaspladen i to Hager af forzinket Jærnblik (15×1 mm, Fig. 158), én langs hver Sprosse inde under Kit-tætningen, og herigennem til Pladen nedenunder, medens den

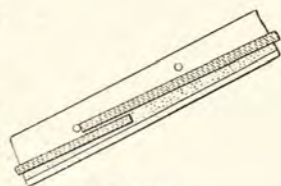


Fig. 156.

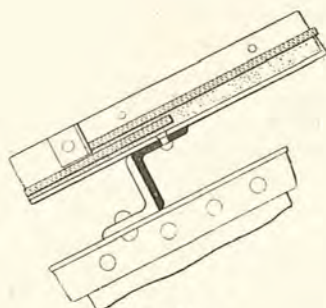


Fig. 157.

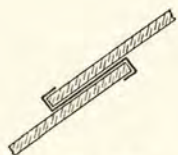


Fig. 158.

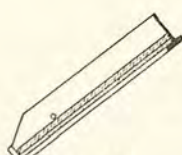


Fig. 159.

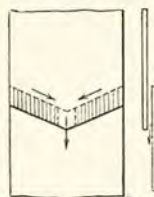


Fig. 160.

nederste Plade støtter mod den ombøjede Flig af Sprossen (Fig. 159). — De vandrette Fuger kunne ligeledes tættes med Kit, der sædvanlig anbringes som vist i Fig. 160, med Fald hen mod Midten af Pladen, hvor man lader en ikke tilkittet Aabning staa til Afløb for Svedevandet. Et saadant Hul tilstoppes dog let af Snavs og Is, hvorfor det er bedre, hvis Svedevandet absolut ikke maa dryppe ned, at opfangne det i en under Fugen anbragt Rende (Fig. 161) med Afløb til de nedenfor omtalte Svederender langs Sprosserne.



Fig. 161.

Ved Tagrygningen ere de simplest mulige Tætninger viste

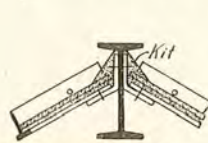


Fig. 162.

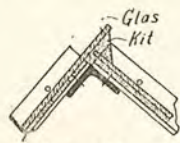


Fig. 163.

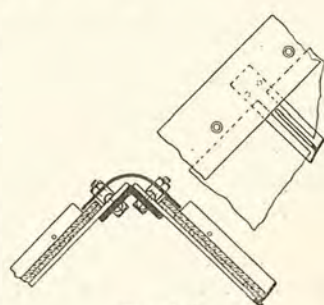


Fig. 164.

i Fig. 162—63, svarende til en enkelt Aas eller slet ingen Aas i Toppen (Fig. 163 kan f. Ex. tænkes at fremstille Rygningen for et af de smaa Saddeltage i Fig. 151—52);

bedre og ligeledes overmaade simple ere Ordningerne i Fig. 164—65. En noget mere kompliceret Konstruktion, for to Aase i Toppen, ses i Fig. 166; der er her anvendt et mere fremtrædende Rygningsblik, der er nittet eller boltet fast ovenpaa Aasene og fortsat længere ned,

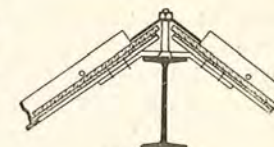


Fig. 165.

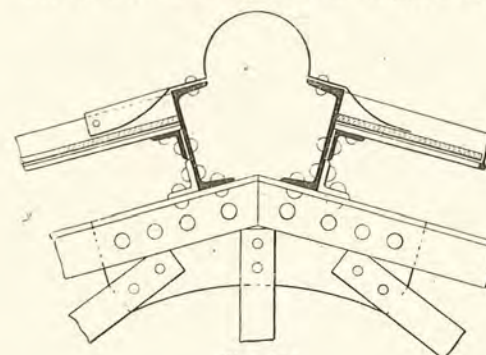


Fig. 166.

saar det slutter sig til Glaspladen; til højre i Figuren er der blot skaa-ret ud i Rygningsblikket for  $\perp$ -Sprossens Krop, til venstre slutter Rygningsblikket ved Hjælp af en paaloddet Næse om Kroppen i Sprossen og er fastholdt dertil ved en Stift.

Skal der træffes Foranstaltninger til Bortledning af Svedevand, kan man om  $\perp$ -Jærnet lægge en Zinkkappe, der forneden formes som »Svederender« (Fig. 167); da Svedevand ogsaa kan slaa sig ned paa selve Sprossen,

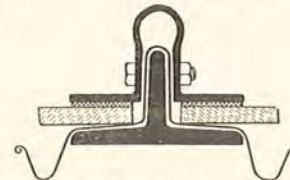


Fig. 167.



Fig. 168.

sen, er det dog bedre som i Fig. 168 at ophænge en Rende, der er noget bredere end  $\perp$ -Jærnet, under dette. Fig. 167 viser en ældre kitfri Konstruktion, hvor Glasset holdes nede og Fugen tættes ved

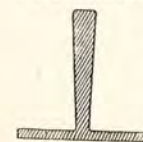


Fig. 169.

en af galvaniseret Jærnblik dannet Fjederplade, der trykker paa Glasset med en Filtstrimmel som Mellem-lag.

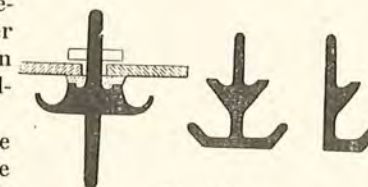


Fig. 170.

I Stedet for de almindelige  $\perp$ -Jærnet, der ikke ere videre økonomiske overfor Bøjningspaavirkningen, er der fremkommen specielle Sprosse- $\perp$ -Profiler med kileformet Krop (Fig. 169)\*,

\* Zentralbl. d. Bauverw. 1910, Nr. 6; vales af Mannstaedt & Co., Köln-Kalk.



og for at undgaa Tilføjeisen af en særlig Zink-Svederende, har man anvendt saadanne specielle valsede Sprosseprofiler som de i Fig. 170 viste, hvor de inderste Riller tjene til at holde

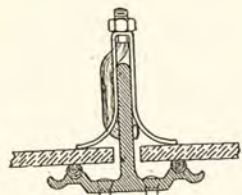


Fig. 171.

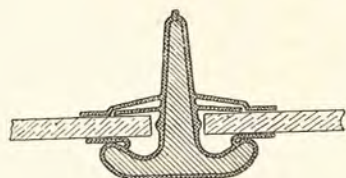


Fig. 172.

paa Kittet, de yderste som Svederender. I Fig. 171 ses en nyere kitfri Konstruktion med en lignende Sprosse (Union, Dortmund); Glasset hviler paa en tjæret Jute- eller Hampesnor og holdes nede ved Fjedre af forzinket Staalblik; Boltene, hvormed disse Fjedre

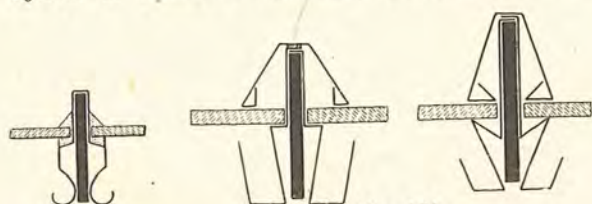


Fig. 173.

Fig. 174.

Fig. 175.

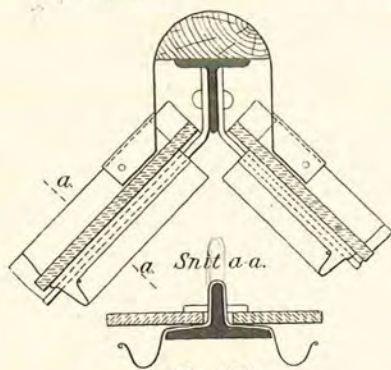


Fig. 176.

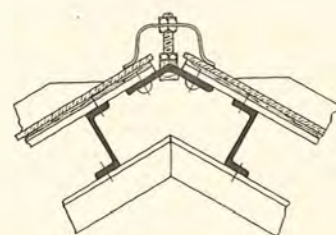


Fig. 177.

spændes til, hages ind i Huller i Srossens Krop; Fig. 172 viser en oprindelig engelsk Konstruktion (»Eclipse«), hvor  $\perp$ -Srossen er presset ind i en Blykappe, hvis tre Par vedhængende Flige benyttes dels til Underlag for Glasset, dels til (dobbel) Tætning af Fugen.

Man har ogsaa fremstillet Srossen af et Fladjærn paa Højkant med Zinkkappe (Fig. 173), der danner Anlægsflade for

Glasset samt Svederender. Fig. 174 viser ældre kitfri Srosser, hvor Tætningen tilvejebringes ved en ydre Zinkkappe, der langs Srossens Overkant er loddet til den indvendige Kappe eller befestet med smaa Skruetappe ned i Fladjærnet. Ved mindre Dimensioner kan man ogsaa udelade Fladjærnet og nøjes med Kappen alene (Fig. 175).

Detallerne ved Tagryggen kunne for disse Srosser ordnes paa lignende Maade som ovenfor i Fig. 162—66; en Konstruktion efter samme Princip som i Fig. 166 er vist i Fig. 176, en til Fig. 171 svarende Konstruktion i Fig. 177. Angaaende Tilslutningen til en Tagrende meddeles nogle Enkeltheder nedenfor (Fig. 193—95).

Detaller vedrørende Rendesprosser. Til selve Srosserne anvendes forskellige Profiler (se Fig. 155, 178—79, 183), enten

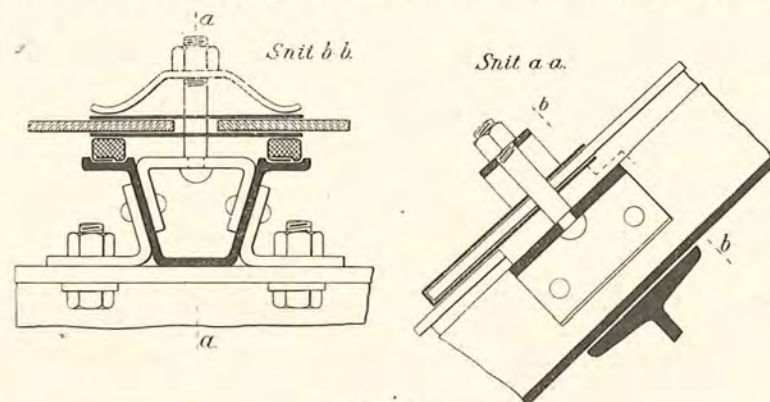


Fig. 178.

specielt valsede hertil eller f. Ex. bredflangede  $\perp$ -Jærn eller mindre Zoresjærn. Herpaa hvile Glaspladerne med et Mellemlag af Kit, Træ eller bedre (og nu hyppigst) Filt, Tjæresnor c. l. og holdes nede ved Fjedre som ovenfor omtalt (Fig. 155); for hver Glasplade benyttes i Reglen tre Fjedre, en ved hver Ende og en midtvejs. Fjederboltene fastgøres til Srossen, f. Ex. som vist i Fig. 155 eller 178, i alt Fald ikke i Bunden af Renden for ikke at spærre Aflobet. I Fig. 179\*) presses den kileformede Møttrik *a* op mod Srossens heldende Inderflader, naar Boltene spændes til, og de enkelte Fjedre ere her erstattede med en gennemgaaende Dækskinne af forzinket Jærnblik. Srossen

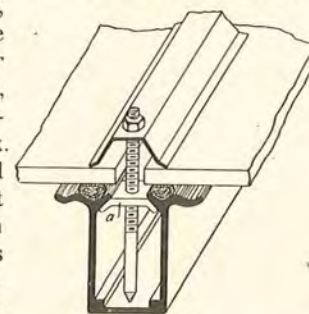


Fig. 179.

\*) »Wema«-Sprosse, Eberspächer, Esslingen.

er tillige forsynet med Svederender; Fortykkelserne ved Bunden ere anbragte for at opnaa en gunstig Beliggenhed af den neutrale Axe. — En Nedglidning af Glaspladen hindres ved Hager af 1—2 mm tykt Zink-, Kobber- eller forzinket Jærnblik; Hagerne have fat i Pladens Underkant og ere simplest ophængte til Fjederbolten (Fig. 178). Sprosserne fastgøres paa Aasene ved Hjælp af et Par Vinkeljærnsstykker eller bøjede Plader (Fig. 178).

Som allerede ovenfor nævnt kunne Glaspladerne af Hensyn til Overdækningen i de vandrette Fuger ikke lægges nøjagtigt parallelt med Sprosseretningen. Ved Anvendelse af Kit er det let nok at give Kit-Underlaget Kileform, men ved kit-fri Konstruktioner (baade med  $\perp$ - og Rendesprosser) volder Sagen

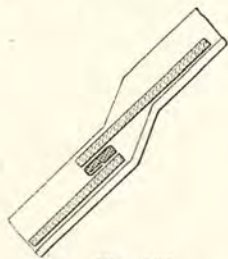


Fig. 180.

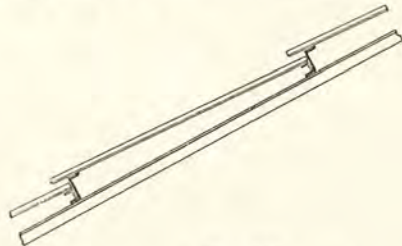


Fig. 181.

større Vanskelighed. Man har paa Sprosserne fastgjort Kiler af Træ eller Jærn (ved forsænkede Bolte eller Nitter), eller man har forkryppet Sprosserne (Fig. 180), men begge Udveje ere besværlige; bedre er den i Fig. 181 viste Ordning, hvor Sprosserne kun naa fra Aas til Aas og foroven hvile paa et Hyldevinkeljærn eller paa Foden af Aasen, forneden ovenpaa Aasen, og hvor Mellemrummet mellem to Aase overdækkes med én Glasplade. En anden ligeledes overmaade praktisk Løsning ses i Fig. 184. — Til selve Tætningen af de vandrette Fuger kan i Stedet for Kit ogsaa benyttes en Filtstrimmel (maaske med Blyfolie-Omvikling) eller lign. (Fig. 182, se ogsaa Fig. 184), undertiden med tilføjet vandret Svederende ligesom i Fig. 161.

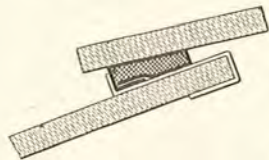


Fig. 182.

Den rationelleste Løsning af alle de berørte Spørgsmaal faas sikkert med den af J. Degenhardt angivne Konstruktion (System »Anti-Pluvius«), der foruden i Tyskland med forskellige Modifikationer har fundet Indgang ogsaa andet Steds; her beskrives den af Firmaet J. W. Unmack under Navnet »System J W U« valgte Udførelsesform (Fig. 183-84). Sprossen anvendes her kun som bærende sekundært Spær og som Svederende, men ikke direkte til An-

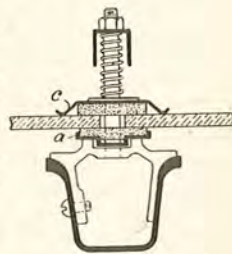


Fig. 183.

læg for Glasset. Dette bæres derimod, med en Strimmel Haarfilt som Mellemed, af en særlig Underskinne *a* af valset Jærn (galvaniseret, undertiden blot et Fladjærn), der understøttes paa Sprossen i en Række enkelte Punkter; Understøtningen dannes bedst som i Fig. 183 af en helt inden i Sprossen liggende »Bro«, men er hidtil hyppigere udført som en af to udskaarne Fladjærn bestaaende »Rytter« (*b* i Fig. 184). Fugen mellem Glaspladerne dækkes atter af en Haarfilt-Strimmel og en gennemløbende Dækskinne *c* (af galvaniseret valset Jærn, Zink eller Kobber), der spændes ned mod Glasset ved

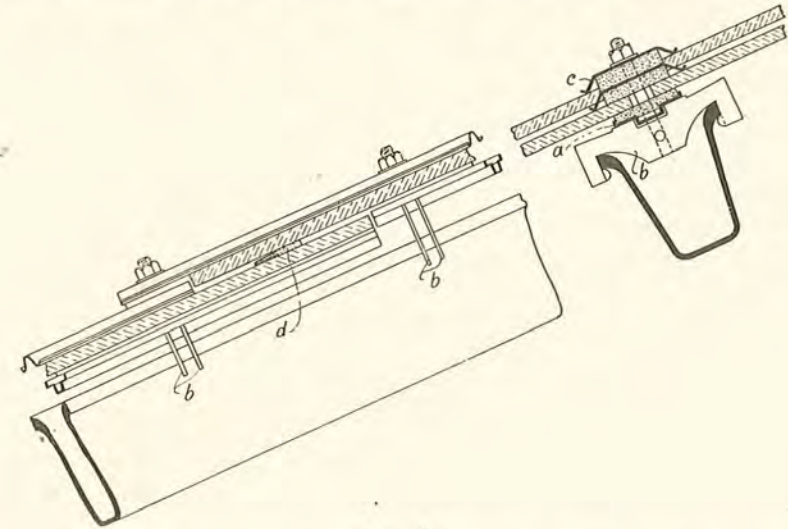


Fig. 184.

en Metal-Bolt (med Zink-Møttrik), som har fat i »Broen« eller »Rytteren«. I Fig. 183 er der mellem Dækskinne og Møttrik indskudt en Spiralfjeder og et gennemløbende  $\perp$ -Jærn, der hviler paa et Bryst paa Boltens;  $\perp$ -Jærnet tjener blot til Understøtning for Stilladsbrædder, hvis Tryk derigennem overføres direkte til Sprossen uden at paavirke Glaspladerne; disse Dele udelades dog ofte som i Fig. 184. — Glas-Stødet vinkelret paa Sprosserne ses i Fig. 184; Under- og Dækskinner samt Filtstrimlerne afbrydes, og under de to Glasplader anvendes Broer eller Ryttere af forskellig Højde; Fugen mellem Glaspladerne tættes ved en Filtstrimmel *d*, der faar et Knæk midt mellem Sprosserne og herfra falder hen mod disse, saaledes at Svedevandet langs Filtstrimlen ledes hen til og drypper ned i Sprosserenden; for at sikre den vinkelbøjede Form af Tætningen er Filtstrimlens Underkant, som det ses i Figuren, indfattet i en Skinne af sammenbøjet Zinkplade. — Ved denne Konstruktion er Sprossejærnet slet ikke i Berøring med den ydre Luft, hvorved Dannelsen af Svedevand paa selve Sprossen er saa godt som udelukket; det langs Glaspladernes Underside nedsivende

Svedevand bliver sikkert afledet, og Glassets Anlæg er, navnlig gennem Spiralfjedren i Fig. 183, overordentlig elastisk.

Fig. 185—87 vise forskellige Detailler. Rygningen (Fig. 185) dækkes med en Blyplade, der let kan bankes ned, saa den slutter baade til Glaspladerne og hen over Dækskinnerne; ved saa lille en Taghældning som 1:3 og mindre indlægges bedst en lignende Tætnings-Filtstrimmel (til højre i Figuren) som ved de vandrette

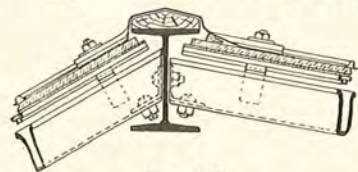


Fig. 185.

Glasstød (*d* i Fig. 184). Træpaaforingen paa Aasen isolerer denne fra den ydre Luft. — Fig. 186 viser i Snit efter Faldlinien et Ovenlys, der er hævet lidt op over den øvrige, med Pap dækkede Tagflade, Fig. 187

et Snit vinkelret paa Faldlinien. Ovenlyset indfattes langs Overkanten og Siderne af et større, langs Underkanten af et mindre  $\square$ -Jærn.

Tætningen foroven tilvejebringes ved en Blyplade (ligesom i Fig. 185), langs Siderne (Fig. 187) er Dækskinnen erstattet med en Zinkplade, og baade Bly- og Zinkpladen falses sammen med Tagpappet; forneden anvendes en Filt-Tætning *a*, anbragt i en for-

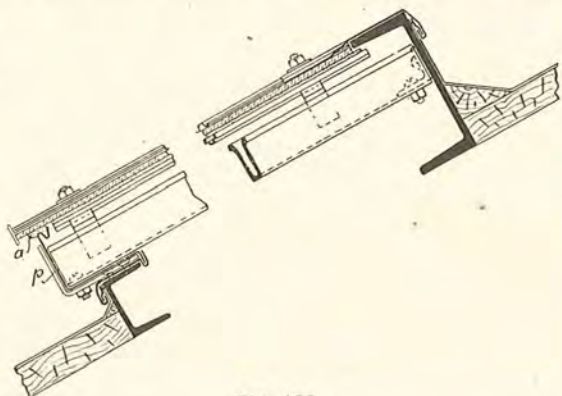


Fig. 186.



Fig. 187.

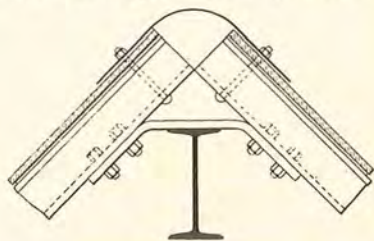


Fig. 188.

oven S-bøjet Zink- eller galvaniseret Jærnplade *p*, der lukker af for Spillerummet mellem  $\square$ -Jærnet og Glaspladen.

Ved andre Konstruktioner med Rendesprosser har man ellers benyttet Rygningsblik, der spændes ned mod Glasset ved særlige Bolte (Fig. 188—89), eller bedre ved de sædvanlige Fjedre og Fjeder-

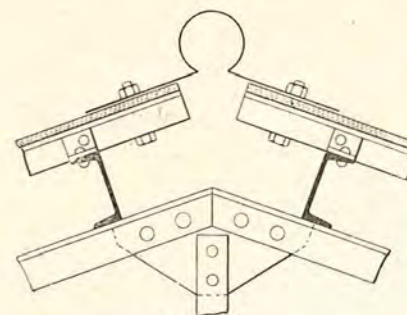


Fig. 189.

bolte. Fig. 190 viser en sjældnere Konstruktion, hvor Rygningsblikket blot er skudt ind over Aasens Overdel. I Fig. 191 ses endelig en Konstruktion for

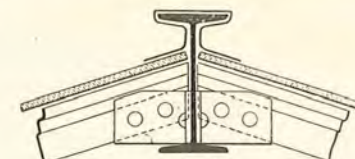


Fig. 190.

Toppen af et lille saddelformet Ovenlys; Sprosserne tjene her tillige som bærende Spær, de to Vinkeljærns Aase kun som Under-

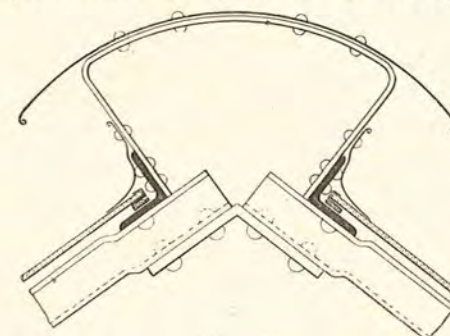


Fig. 191.

lag for Glaspladerne og som Forbindelse paa langs. For hver Sprosse er der til disse Aase nittet en Fladjærns-Bøjle til Understøtning for Rygningsblikket, og mellem dette og Tætningsblikket, der fra Glaspladen løber et Stykke op langs Bøjlen, hvortil det er nittet, bliver der et Spillerum tilbage for Ventilationens Skyld. Rygningsblikket maa springe tilstrækkeligt frem ud over

Bøjlerne, til at Regn og Sne ikke kan trænge ind.

Tilslutningen til en Tagrende udføres ved blot at lade Glaspladerne springe 4—5 cm frem udover Rendens Bagkant, hvorefter Tæthed tilvejebringes enten ved at lade selve Rendens Bagvæg naa helt op til Undersiden af Glaspladerne og følge denne paa en kort Strækning (Fig. 192, rendeformede Sprosser) eller ved ligesom for Bølgeblikstage at false et særligt Tætningsblik

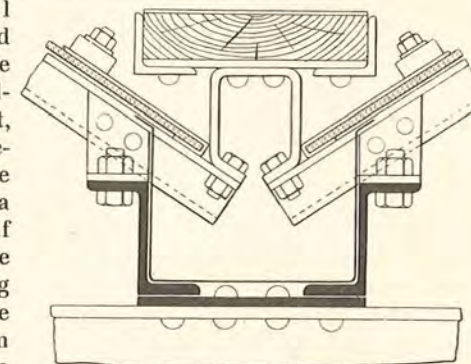


Fig. 192.

sammen med Rendens Bagvæg og lade dette slutte sig til Glaspladernes Underside; foroven understøttes Tætningsblikket bedst af et Flad- eller Vinkeljærn, der ligger tæt under Glasset og løber

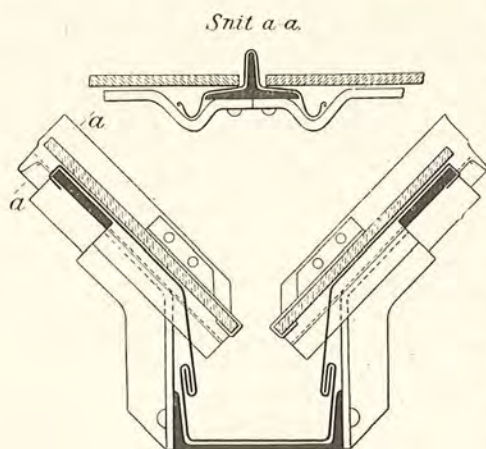


Fig. 193.

parallelt med Renden (Fig. 193,  $\perp$ -Sprosser med Svederender, der have Aflob til Tagrenden). De to Figurer vise tilige Ordningen af Render mellem saadanne smaa saddeltagformede Ovenlys som i Fig. 151; det er her praktisk at anbringe en Løbebro over Renden (Fig. 192). Ved Mellem - Renderne for Shedtage lader man enten Glasset naa ud over Rendens Kant (Fig. 194), og Konstruktionen er da (med Tætningsblik osv.)

den samme som ovenfor; eller Glastækningen standser lidt højere oppe (Fig. 195), hvorved Rendens Bund og Sider (dannet af Zinkplade paa Bræddeforskalling) snarere kommer til at ligne en Fortsættelse af det ugenomsigtige Tag.

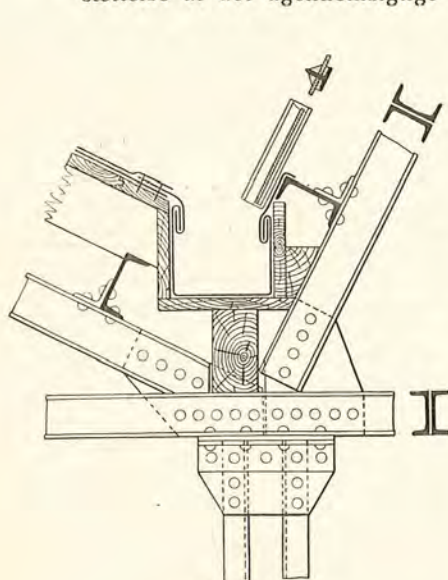


Fig. 194.

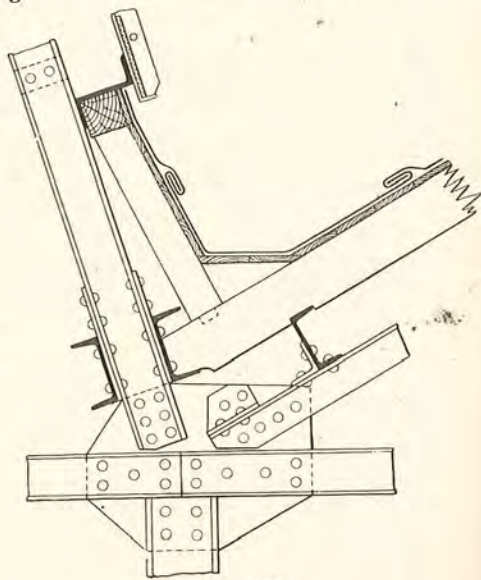


Fig. 195.

Tilslutning til et Bølgeblikstag. Hvis Glas og Bølgeblik støde sammen langs en Aas, ordner man det altid saaledes, at det øverste overdækker det nederste tilstrækkelig langt, og der maa derfor, som i Fig. 181, paa Overgangs-Aasen tilveje-

bringes to Understøtningsflader i forskellig Højde. Ofte nøjes man med en rigelig Overdækning (Fig. 196), men desuden kan man naturligvis skaffe yderligere Tæthed ved Hjælp af et Tætningsblik efter de samme Principper som ved flere af Detailkonstruktionerne ovenfor.

Naar Bølgeblik og Glas støde sammen langs en Sprosse, bruges Konstruktioner som de i Fig. 197—98 viste. I Fig. 197 a er der til Bølgeblikket nittet et Tætningsblik, der er bøjet rundt om L-Sprossens opstaaende Flig og slutter sig til Glaspladens Overside; i Fig. 197 b, hvor Spross-

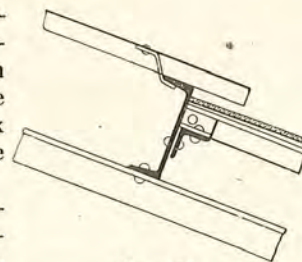


Fig. 196.

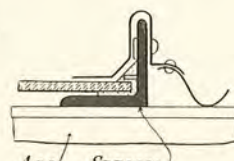


Fig. 197 a.

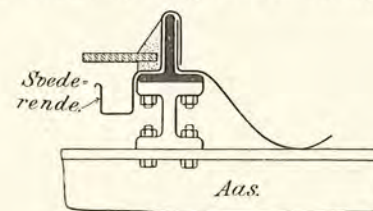


Fig. 197 b.

sen er anbragt ovenpaa en Støbejerns Oplødsning, er Bølgeblikket ført op langs Sprossens lodrette Flig og overdækkes her af et

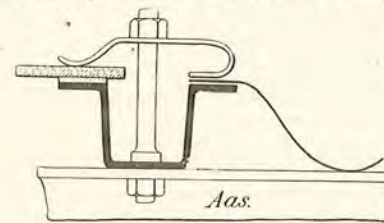


Fig. 198.

Tætningsblik, der løber ned langs den anden Side af Sprossens Krop og danner en Svederende under Glasset. I Fig. 198 endelig er Kanten af Bølgeblikket fastnittet ovenpaa Rendesprossens ene Flig eller fastholdt ved den samme Fjeder som Glaspladen.

En Tilslutning til andre ugenomsigtige Tagflader

udføres efter lignende Principper. Ovenfor, i Fig. 143—45 og Fig. 186—87, er vist nogle Exempler. — Endelig ses i Fig. 199—200 et Par Exempler paa Tilslutningen til en Mur.

Endnu tilføjes, at det ved Glage tage er endnu mere nødvendigt end ved Bølgeblikstage at træffe Foranstaltninger til at forhindre en Betræden af Taget.

I Stedet for Glas bruges i Nordamerika undertiden til Fabriksbygninger o. l. en Kompo-

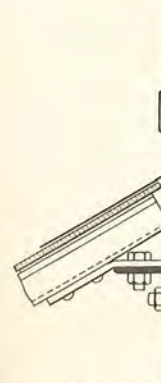


Fig. 199.

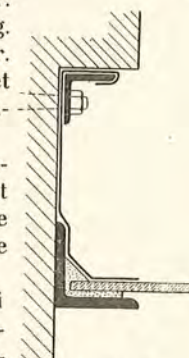


Fig. 200.

sition, der benævnes »translucent fabric«. Den fremstilles sandsynligvis af Linolie, kan bøjes  $180^\circ$  uden at revne og skal praktisk talt være brandsikker; den lader ikke slet saa meget Lys passere igennem som Glas, men giver dog, naar  $\frac{1}{4}$  af Tagfladen dækkes dermed, en tilstrækkelig Værksted-Belysning. Pladerne anbringes bedst paa et Skelet af Træ (Lægter), hvortil de sømmes fast.

Ventilationsaabninger i Taget. De Foranstaltninger, man træffer til Ventilation af Værkstedsbygninger o. l., gaa, for saa vidt der er Tale om naturlig Ventilation, ud paa at tilvejebringe Aabninger i Taget med et passende Areal i Forhold til Bygningens Størrelse. Aabningerne lades i nogle Tilfælde helt frie, men i Almindelighed dækkes de dog paa en saadan Maade, at Regn og Sne ikke kan trænge ind; undertiden indrettes de ogsaa til at aabnes og lukkes.

Hvad den nødvendige Størrelse af disse Ventilationsaabninger angaar, angive Ketchum og Tyrrel som almindelige Fordringer i Nordamerika, at de i Procent af Gulvarealet skulle udgøre:

for Maskinværksteder mindst  $\frac{1}{4}$ —1 %.

- Valseværker o. l. med 6—15 m Højde til Tagskægget 12—6 %, mindst 4 %.
- Smedier, Støberier o. l. med 6—15 m Højde til Tagskægget 14—9 %, mindst 6 %.

Disse Aabninger kunne tilvejebringes paa flere forskellige Maader; man anvender saaledes ofte cirkulære Ventilationsrør, der ovenover Tagfladen ere forsynede med en Hætte til Beskyttelse mod Regn og til Befordring af Trækket, men det almindeligste er at benytte de lodrette Sideflader i en Tagrytter (som i Fig. 148) til Ventilationen. Naar man ikke vil lade Aabningerne være helt ubeskyttede, kan man saa enten anbringe faste Jalousier i dem, f. Ex. af en Konstruktion som vist i Fig. 201 »Schiffler Louvres«, meget almindelig i Nordamerika; eller man kan udfylde dem med Lemme, f. Ex. (se Fig. 202) dannede af en Vinkeljærns-Ramme med Beklædning af Bølgeblek e. l. og indrettede til at aabne og lukke nedefra ved Hjælp af Tovtræk (med en Spiralfjeder, der virker imod Tovtrækket og besørger Lukningen) eller ved et Vægtstangssystem, der bevæges ved en lodret Axel med Snekke og Snekehjul; eller man kan endelig i Stedet for Lemmene bruge Vinduer, der kunne manøvreres paa lignende Maade.

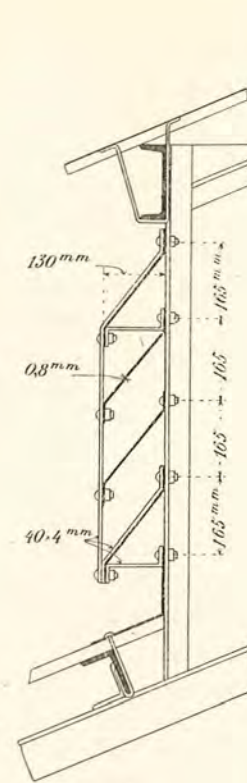


Fig. 201.

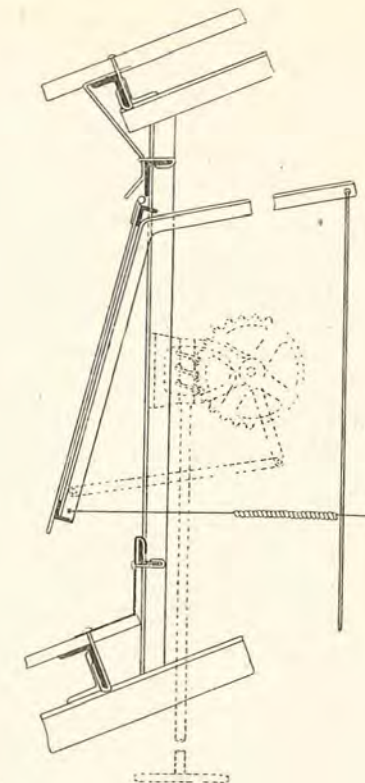


Fig. 202.

§ 14. **Vinddragere og Tværafstivninger.** Formaålet med disse Konstruktionsled og Hovedanordningen af dem er omtalt i § 9. Her skal meddeles de nødvendige Detailler, idet der stadig kun tænkes paa Tagværker, der understøttes af Bygningens Mure, ikke paa hele Jærnskelet-Bygninger.

Vinddragerne lægges her saa godt som altid langs Hovedspærfagenes Overdele, saaledes at disse fungere som Flanger, Aasene som Vertikaler; det er altsaa kun Diagonalerne, som skulle tilføjes. Det er fordelagtigst, naar Diagonalerne danne en Vinkel paa ca.  $45^\circ$  eller noget mindre med Spærfag-Hovedet, og passer dette ikke med Afstanden mellem Aasene, lader man dem ofte spænde over to eller flere Aasefag; i saa Fald maa man dog erindre Bemærkningen i § 9 (Fig. 94) om Spærfag-Hovedets Sidestivhed.

Man har Valget mellem to slappe og én stiv Diagonal i hvert Fag, og man vælger i Reglen det første; med de store Stanglængder og smaa Spændinger, der her er Tale om, bliver det nemlig i Almindelighed dyrere at anvende én Trykstang end to Trækstænger. Men skulde dette i et eller andet Tilfælde ikke slaa til, bør man selvfølgelig ubetinget nøjes med én stiv Stang, da dette giver en i det hele taget stivere Konstruktion. — Slappe Diagonaler kunne dannes af Flad- eller Rundjærn, bedre dog af stivere Profiler som enkelte Vinkeljærn eller lign. (smlgn. J. K. I, S. 107), bl. a. ogsaa for at undgaa at de komme til at hænge med Bugt paa Grund af Egenvægten. Benyttes Fladjærn, maa dette i alt Fald strammes inden Nitningen, hvad ikke altid er let at faa gjort ordentligt. Rundjærn, der undertiden foretrækkes af Hensyn til Udseendet, fordi de i nogen Afstand næsten ikke kunne ses, maa forsynes med Efterspændingsindretninger.

En Beregning af Spændingerne i Vinddrageren er i Almindelighed ikke mulig, fordi man ikke kan angive Størrelsen af de ydre Kræfter, der virke paa den. Vindtrykket efter Tagets Længderetning vil som Regel blive optaget enten af en muret Gavl, hvis en saadan er ført helt op, eller af Grat-spærene, hvis Taget er afvalmet; anderledes er Forholdet, hvis det er en Jærnskelet-Bygning, der er Tale om, men herom i næste Afsnit. Selv om Vinddrageren saaledes ofte kan synes at være mindre nødvendig for Optagelsen af Vindtrykket, bør den dog altid tilføjes, dels af Hensyn til Hovedets Side-stivhed, dels for Monteringens Skyld. — Hvis man imidlertid i et eller andet Tilfælde kan bestemme Dragerens

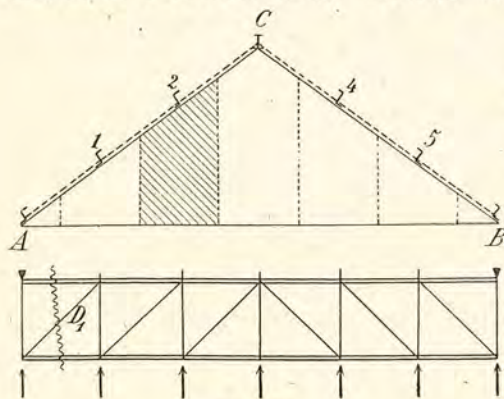


Fig. 203.

Belastning, er Spændingsbestemmelsen simpel nok. Antages det f. Ex. i Fig. 203, at Vindtrykket paa Trekanten  $ACB$  skal optages dels af Vinddrageren  $ACB$ , dels af en vandret Drager  $AB$  eller af Muren, der kun er ført op til Linien  $AB$ , saa kan man beregne Vindtrykket

paa den skraverede Strimmel, der begrænses af de lodrette Linier midt i Fagene 1—2 og 2—C, og fordele dette Tryk paa Knudepunkt 2 og Drageren  $AB$ , og paa samme Maade kan man bestemme Trykkene i de andre af Vinddragerens Knudepunkter. Dernæst finder man de vandrette Reaktionen  $A$  og  $B$  for Vinddrageren, og naar man saa lægger det i Figuren angivne Snit og projicerer alle Kræfter til venstre for Snittet paa Reaktionen  $A$ 's Retningslinie, faar man, at Diagonalspændingen  $D_1$ 's Projektion er numerisk lig Reaktionen (minus Knudepunktsbelastningen i  $A$ ). Dette Resultat kan som bekendt (se T. S. II, S. 471) ogsaa udtrykkes saaledes, at Horizontal-komponenterne af Vinddragerens Diagonalspændinger ere de samme som Diagonalspændingerne i den Paralleldrager, der er Vinddragerens Horizontalprojektion. Herved kunne alle Diagonalspændingerne let bestemmes, men ved ikke særlig store Tagværker er det forøvrigt almindeligt at give alle Vinddrager-Diagonalerne samme Dimensioner, og i saa Fald behøver man kun at finde den største Spænding, i Faget nærmest Enderne. — Ved lidt større Tagværker kan der selvfølgelig ogsaa blive Tale om at bestemme Spændingerne i Vinddragerens Flanger og Vertikaler (Hovedspærfagernes Overdel og Aasene) og tage Hensyn hertil ved Dimensionsbestemmelsen, hvis den her betragtede Vindbelastning paa langs skulde vise sig at være farligere for disse Stænger end det Vindtryk vinkelret paa Tagfladen, man altid regner med ved Spændingsbestemmelsen for Hovedspærfagene. — Den her omtalte Beregning kan der undertiden ogsaa være Grund til at anstille, selv om Gavlmuren er ført helt op, idet denne maaske ikke er stærk nok til alene at modstaa hele Vindtrykket; man kan da maaske regne paa, at Muren understøttes noget af Vinddrageren, og ved et Skøn i alt Fald danne sig et Begreb om, hvor stor en Belastning man skal regne paa Vinddrageren.

Naar der ingen Beregning kan opstilles, maa man bestemme Diagonalernes Dimensioner efter et Skøn i Forhold til de andre Dimensioner i Tagværket. For de almindelige, ikke særlig store Tagkonstruktioner vil det, naar man bruger krydsende Diagonaler, være tilstrækkeligt at vælge et enkelt Vinkeljærn, der blot er stort nok, til at man deri kan anbringe sine Nitter, eller tilsvarende Størrelser af Fladjærn eller Rundjærn (Diameter 20—30 mm).

Ved nittede Knudepunktsforbindelser fastgøres Diagonalen i Reglen ved en Knudeplade, der ved det almindelige T-formede Tværsnit af Spærfag-Hovedet (dannet af to Vinkeljærn) bedst anbringes paa Undersiden af den vandrette Flig for ikke at komme i Vejen for Aasene (se J. K. I, Pl. 2). I Toppen kan man bruge to adskilte eller en sammenhængende bøjet Knudeplade. — Naar Stængerne dannes af Vinkeljærn, kan man maaske lade den ene af de to Diagonaler i Faget vende Fligen opad, den anden nedad; ellers maa man skære den ene Diagonal over ved Krydsningspunktet og her anbringe en Knudeplade til at forbinde den overskaarne Stangs to Ender. Endvidere lader man for Simpelt Skyld gerne Systemlinien falde i Nittelinien, ikke i Vinkeljærnets Tyngdepunktslinie (se J. K. I, Pl. 2). — Ved mindre Tagværker tager man det ikke saa nøje med at lade Vind-Diagonalernes Tyngdepunktslinier udgaa ganske nøjagtigt fra det matematiske Knudepunkt; en mindre Excentricitet har ingen væsentlig Betydning for disse sekundære Konstruktionsdele. Ved de i J. K. I, Pl. 2, viste Forbindelser har man saaledes kunnet formindske Knudepladernes Størrelse en Del ved at finde sig i en lille Excentricitet. Og undertiden gaar man endnu videre i denne Retning, bortkaster Knudepladen helt og fastnitter Diagonalerne ovenpaa Spærfag-Hovedet, som det ses i Fig. 204.

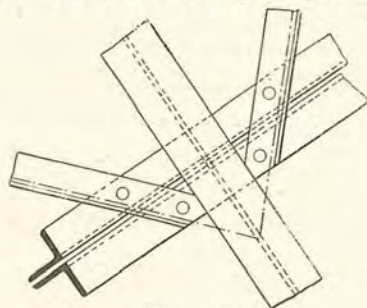


Fig. 204.

Men hvis der ikke kan opnaas nogen væsentlig Fordel derved, eller hvis Vinddrageren har en ganske bestemt Opgave, saa Spændingerne kunne angives ligesaa nøjagtigt som f. Ex. i Hovedspærfagene, og naar Spændingerne da ikke ere meget smaa, bør man naturligvis holde sig til centrale Forbindelser.

Naar Aasene skulle fungere som Vertikaler i Vinddrageren, maa man sørge for, at de blive tilstrækkelig solidt forbundne med Spærfag-Hovedet, til at Spændingen kan blive overført. Ved de almindelige mindre Tagværker vil den sædvanlige Befæstelse vel altid være tilstrækkelig i saa Henseende, undtagen hvis Aasene ere anbragte med lodret Krop, staaende ovenover Spærfag-Hovedet (Fig. 113) paa en af Knudepladen dannet Hylde; Knudepladen vil da bøjes og give saa meget efter, at Spændingen ikke bliver overført.

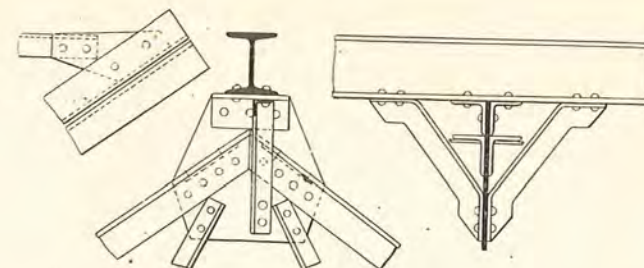


Fig. 205.

Fig. 205 viser et Knudepunkt i Toppen, hvor denne Ulempe gør sig mest gældende; Aasen her er afstivet mod Knudepladen i Hovedspærfaget ved to Vinkeljærns-Knægte. — Naar man med denne Stilling af Aasene lader Vinddrager-Diagonalerne spænde over to Aasefag (Fig. 206), bliver det ofte for vanskeligt at iværksætte en Forbindelse med Aasen ved Diagonal-Krydsningspunktet  $k$ ; hvis det er nødvendigt af Hensyn til Spærfag-Hovedets Sidestivhed, maa man i saa Fald hellere tilføje en særlig Stang (se Fig. 207), der fra Diagonal-Krydsningspunktet løber under Aasen hen til Mellem-Knudepunktet i Spærfag-Hovedet.

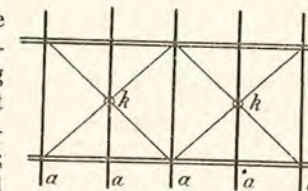


Fig. 206.

Fig. 208 viser en Bolteforbindelse for Rundjærns-Diagonaler; ved

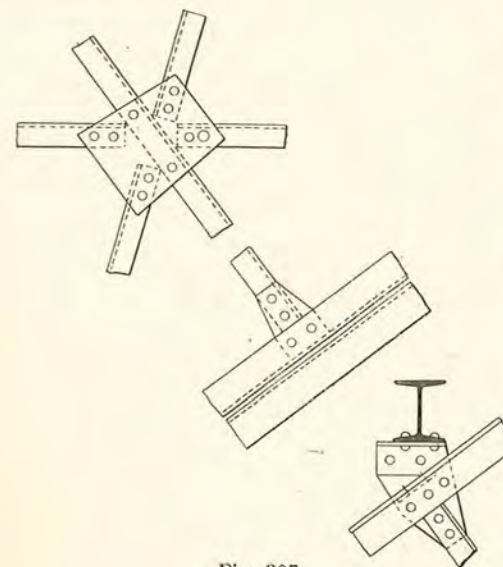


Fig. 207.

Diagonalernes Krydsningspunkt maa der da anbringes en Spændering (J. K. I, Fig. 129—130, S. 149). I Sted herfor kan man ogsaa bruge de i J. K. I, Fig. 131—32 (S. 150), viste Forbindelser, hvorved man undgaar de dyrere Øjstænger og Spænderingene. Fig. 131 egner sig f. Ex. ved  $\square$ -Form af Spærfag-Hovedet, hvorved Diagonalerne komme til

at ligge udfor Hovedets Tyngdepunktslinie; Forbindelsen i Fig. 132 (ovenpaa Spærfag-Hovedet) medfører en noget større Excentricitet. Forbindelsen i J. K. I, Fig. 133, har ligeledes været en Del benyttet, men den er langt daarligere end nogen af de andre.

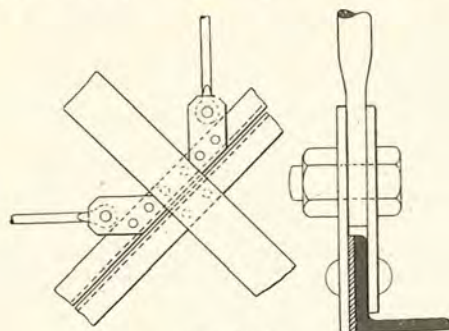


Fig. 208.

Tværafstivninger vinkelret paa Spærfagernes Planer anbringes som i § 9 omtalt (Fig. 93, Snit *m—n*) temmelig sjældent ved simpelt understøttede

Spærfag, hvorimod de kunne blive ganske nødvendige ved Bue- og Gerberdragere o. l. Ved de almindelige engelske og franske Spærfag lægges de, naar det overhovedet betragtes som nødvendigt (for Konstruktionens Stivheds Skyld) først og fremmest, og i Almindelighed kun, paa de i Fig. 209 ved tykke Linier angivne Steder.

En Tværafstivning ser i sin simpleste Skikkelse ud som vist i Fig. 93 (Snit *m—n*) og bestaar altsaa af en rektangulær Ramme med én stiv eller to slappe Diagonaler. Rammens øverste vandrette Stang dannes af Aasen, og dens Sidestykker ere Stænger i Hovedspærfagene, saa af nye Stænger tilføjes blot Diagonalerne og den nedre vandrette Stang. Diagonalerne anbringes kun i de samme Fag (Mellemrum mellem Hovedspærfagene) som Vinddragerne (smlgn. § 9), den nedre vandrette Stang løber derimod helt igennem ligesom Aasene og faar bevægelige Stød i de samme Punkter som disse.

Hvad Detaillerne angaar, dannes Diagonalerne ligesom i Vinddrageren bedst af enkelte Vinkeljærn, ikke slet saa godt af Fladjærn eller Rundjærn, den nedre vandrette Stang af ét eller to Vinkeljærn, et  $\perp$ -Jærn e. l. — Fig. 210 viser nogle Forbindelser for en Tværafstivning som i Fig. 209 *a*, idet Hovedspærfagets Fod dog er forudsat vandret. Midtervertikalen i Spærfaget er dannet af to Vinkeljærn i Korsform; foroven er Knudepladen for Tværafstivningens Diagonal kun nittet til disse Vinkeljærn (punkteret er det dog vist, hvorledes man ogsaa kan forbinde Knudepladen med

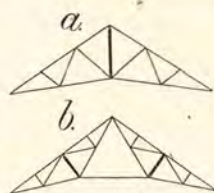


Fig. 209.

Aasenes Fod, ved Hjælp af en bøjet vandret Plade og et kort Stykke Vinkeljærn), foruden er der tillige lagt en vandret Knudeplade under Spærfag-Foden, og den vandrette Stang i Tværafstivningen er nittet baade til denne vandrette og til den lodrette Knudeplade; den vandrette Stang ses ogsaa at fortsætte sig paa den anden Side af Spærfaget.

— Hvis Spærfag-Foden ikke er vandret, nøjes man ofte med at fastnitte baade Diagonal og vandret Stang til en lignende lodret Knudeplade som foroven. —

Ved Anvendelse af Rundjærns Diagonaler maa man benytte lignende Forbindelser som i Vinddrageren.

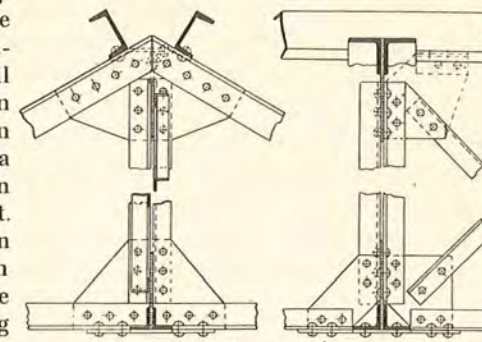


Fig. 210.

Naar Afstanden mellem Hovedspærfagene bliver stor i Forhold til Tværafstivningens Højde, giver man bedre Tværafstivningen en Form som i Fig. 211, og i saa Fald bliver man ofte nødt til at anbringe en særlig øvre vandret Stang, da det kan blive for vanskeligt at faa tilvejebragt Forbindelser mellem Diagonalerne og Aasen.

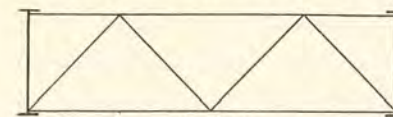


Fig. 211.

§ 15. **Hovedspærfagene ere simpelt understøttede Bjælker over én Aabning.** Hovedspærfagernes Afstand retter sig dels efter Bygningens Anordning i det hele taget (Vindues-Inddelingen), dels efter Aasene, til hvilke man helst maa anvende enkelte valsede Profiler. Vægten af Spærfagene selv pr.  $m^2$  af Horizontalprojektionens aftager, hvorimod Aasenes Vægt voxer, naar denne Afstand forøges; den mest økonomiske Afstand angives\*) at ligge mellem  $\frac{1}{4}$  og  $\frac{1}{8}$  af Spændvidden, saaledes at man omtrent kan regne den til:

Spændvidde . . . . .	10 m	20 m	40 m
Spærfag-Afstand . . . . .	2,5 m	4 m	6—8 m.

Hovedspærfagernes Form i de store Træk afhænger af Tagfladens Form og af den forlangte frie Højde neden-

\*) Tyrrell: Mill buildings (1911), S. 131.



under; den første Betingelse bestemmer Formen af Overdelen, der sædvanligt (og bedst) følger Tagfladen, Fodens Form afhænger af den sidste Betingelse, hvis der da overhovedet opstilles noget bestemt Forlangende i saa Henseende. Er dette ikke Tilfældet, har man til Bestemmelse af Fodens Form i alt Fald Hensynet til Dragerhøjden, der ikke maa gøres saa lille, at man faar for ringe Stivhed og uforholdsmæssigt store Flangespændinger. Den almindelige Regel for en Gitterdraggers fordelagtigste Højde —  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{5}$  af Længden — og Minimumshøjde under Hensyn til Stivheden — ca.  $\frac{1}{15}$  af Længden — kan naturligvis ogsaa anvendes for Spærfag, men man maa dog herved erindre, at netop for de almindeligste Spærfag-Former, det engelske og franske Spærfag, aftage Højderne meget stærkt fra Midten hen mod Enderne, stærkere end for de almindelige Brodrager-Former; for disse særlige Spærfag bliver den fordelagtigste Højde derfor snarere  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$  af Længden, og Minimumshøjden forøges i tilsvarende Grad. — Endelig kan man ogsaa tage Hensyn til Udseendet ved Bestemmelsen af Fodens Form. Det ser saaledes altid bedre ud at krumme Foden noget opad end at lade den følge den vandrette Forbindelseslinie mellem Understøtningerne, og det giver let et trykket Udseende, hvis Foden krummes nedad, under denne Forbindelseslinie; denne sidste Form bør derfor kun bruges, hvis man nødes dertil for at faa Højde nok. Paa den anden Side er en vandret Fod betydelig mere økonomisk end en opad krummet, saa man maa helst nøjes med en svag Stigning mod Midten, hvis man for Udseendets Skyld ønsker en saadan Stigning.

Hovedspærfagernes Form i Enkelthederne paa- virkes navnlig af Afstanden mellem Aasene, der igen afhænger af de sekundære Spærs eller selve Tagdækningens (f. Ex. ved Bølgeblik) Bæreevne. Som Regel bør der nemlig lægges et Knudepunkt under hver Aas; ganske vist er der mange Ex- empler paa, at man ikke har holdt sig til denne Regel, og der kan maaske ogsaa træffes enkelte Tilfælde, hvor det er rigtigere at tage den Bøjningspaavirkning med i Købet, som fremkommer, naar en Aas lægges mellem to Knudepunkter; men i Almindelighed er det ubetinget fordelagtigt hellere at skaffe flere Knudepunkter til Veje.

Ved en af økonomiske Hensyn ledet Bestemmelse af en Tagkonstruktions Hoveddimensioner gaar man i det hele taget

bedst saaledes frem: man begynder med Tagdækningen, lader den bestemme Afstanden mellem de sekundære Spær (ved Bølgeblik: Aasene), lader igen det tilladelige Fritliggende af et sekundært Spær af gængse Dimensioner bestemme Afstanden mellem Aasene og dermed mellem de belastede Knudepunkter i Hovedspærfagets Overdel, og lader endelig det tilladelige Fritliggende af en Aas af gængse Dimensioner bestemme Afstanden mellem Hovedspærfagene. Kun ved meget store Kon- struktioner, hvor Hovedspærfagene have den absolut overvej- ende Indflydelse paa Bekostningen, gaar man den modsatte Vej og vælger de Forhold, der ere de fordelagtigste for Hoved- spærfagene.

De i Praxis anvendte Spærfag-Former (for én Aab- ning). De hyppigst anvendte Spærfag, det engelske og franske, have de i Fig. 212 a og 213 a viste Grundformer; det engelske Spærfag fremkom først i Liverpool ca. 1830, det franske blev angivet i 1839 omtrent samtidigt af Franskman- den Polonceau og Tyskeren Wiegmann. I Fig. 212—13

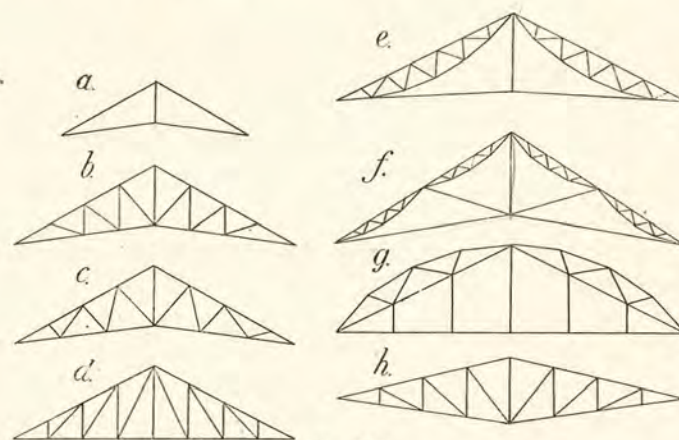


Fig. 212.

er det vist, hvorledes der ud fra Grundformerne ad to for- skellige Veje kan udvikles Former med flere og flere Melle- knudepunkter; man kan nemlig enten lade alle Knudepunk- terne indgaa i Systemet som sideordnede (Fig. 212 b-d), eller man kan holde sig til et forholdsvis stormasket »Grundsystem« og mellem dets Knudepunkter indskyde sekundære Gitter- bjælker (Fig. 212 e-f, se ogsaa T. S. I, S. 411—12); denne sidste

Ordning er navnlig fordelagtig ved smaa Afstande mellem Knudepunkterne. Hvad de øvrige, mindre væsentlige Forskelle i Fig. 212 angaar, bemærkes blot, at *b* viser et N-Gitter med trykkede, *d* et N-Gitter med strakte Diagonaler, *c* et V-Gitter; i dette sidste lægges det ene Sæt Diagonaler ofte vinkelret paa Tagfladen, hvorved man faar korte Trykstænger. Fig. 212 *g* viser det engelske Spærfag anvendt til et buet Tag, idet de sekundære Gitterbjælkers Overdel er krummet efter en og samme Parabel eller Cirkelbue; naar man som her kan lade det være en strakt Flange i de sekundære Bjælker, der falder sammen med den trykkede Flange i Grundsystemet, er Anvendelsen af sekundære Systemer særlig fordelagtig. — For det franske Spærfag ses en tilsvarende Række Former i Fig. 213; *b* og *b*<sub>1</sub> vise henholdsvis ét og to Mellemknudepunkter i hver Tagflade, og herfra kan man saa gaa videre enten til *c*, *c*<sub>1</sub>, og *d*, *d*<sub>1</sub>, hvor alle Knudepunkterne høre

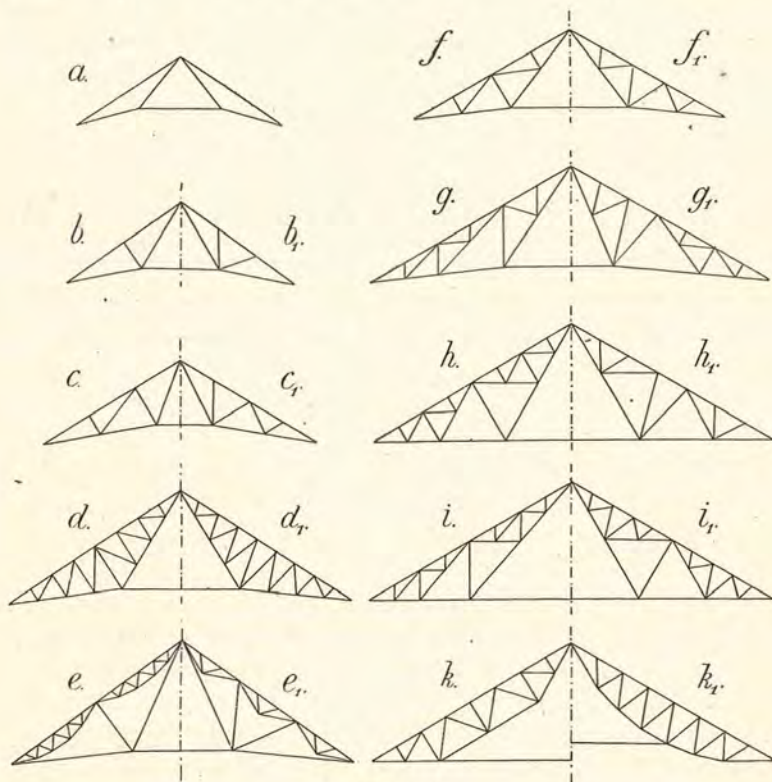


Fig. 213.

til Grundsystemet, eller til *e*, *e*<sub>1</sub>, hvor der er indskudt sekundære Systemer. Giver man de sekundære Systemer Trekantform som i *e*<sub>1</sub>, og lader man saa mange af deres Stænger som muligt falde sammen med Stænger i Grundsystemet, kommer man til *f*, *f*<sub>1</sub> — *i*, *i*<sub>1</sub>. Systemerne *f* og *h* ere de almindeligst anvendte, og de ere mere økonomiske end *g* og *i*, hvor den lodrette Stang-Retning er sat i Stedet for Retningen vinkelret paa Tagfladen. I *k* og *k*<sub>1</sub> endelig ses et Par sjældnere Former, hvor den Grundidé for det franske Spærfag, hvorefter det maa betragtes som en 3-Charniers-Bue med Trækstang, kommer tydeligt frem.

I Stedet for som i Fig. 212 *h* at lade Foden i et almindeligt engelsk (eller fransk) Spærfag krumme nedad faar man en bedre Konstruktion ved at benytte Dragerformerne i Fig. 214 *a-b*, hvor Højden over Understøtningerne ikke er svunden ind til Nul. I Fig. 214 *c* er vist en let Modifikation heraf, passende for Mansardtage, og i Fig. 214 *d* en anden Ændring, der ikke er ualmindelig i Nordamerika for høje Tage med større Spændvidde (Kamelryg-Tag); idet Overdelen har et Knæk i hver Tagflade, staar den paa Overgangen mellem Saddeltagene og de helt buedeformede Tage. Til disse sidste anvendes, naar det ikke skal være Buedragere (med Sidetryk),

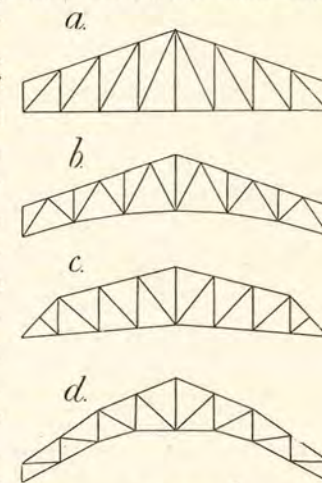


Fig. 214.

gerne paraboliske Spærfagformer som i Fig. 215, enten Halvmaanedragere eller med vandret Fod, med V-Gitter (mest økonomisk) eller N-Gitter. Disse Parabeldragere ere for større Spændvidder betydeligt mere økonomiske end de engelske og franske Spærfag. I Stedet for Parabelformen bruges undertiden for Udseendets Skyld Cirkelform.

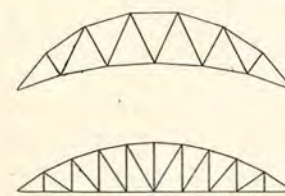


Fig. 215.

Endelig ses i Fig. 216 et Par Spærfag for Halvtage; her kan naturligvis ogsaa Paralleldragere og andre Former finde Anvendelse, og da Spændvidden ofte

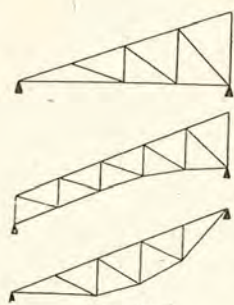


Fig. 216.

er ringe, ser man desuden meget ofte massive (f. Ex. valsede) Bjælker.

Til alle de omtalte Spærfag kan der føjes en Laterne-Opbygning (Tag-Rytter), som angivet i forrige Paragraf, for at skaffe Lys eller Ventilation. Denne Opbygning kan udføres som i Fig. 217 a, saaledes at den ligefrem kommer til at høre med til Systemet (se ogsaa Fig. 148), men i Praxis sætter man den hyppigere som en Tilføjeelse ovenpaa det egentlige Spærfag (Fig.

217 b-i). De i Figureerne punkterede Stænger anbringes næsten altid i Virkeligheden, men ere overflødige og gøre Systemet

statisk ubestemt. Ved Spændingsberegningen er det almindeligst at tænke sig Opbygningen fjernet, mod at dens Tryk (specielt ogsaa de fra Vinden hidrørende) paa Spærfaget tilføjes som ydre Kræfter, og paa den Maade kommer man sædvan igvis ogsaa let nok udover den statiske Ubestemthed; bagefter anstiller man saa en Beregning for Opbygningen for sig.

Men i og for sig er der naturligvis intet i Vejen for (og det er tilmed korrektest) at betragte Spærfag og Opbygning som ét sammenhængende System og bestemme Spændingerne i hele Systemet paa én Gang. Den statiske Ubestemthed vil man altid her kunne tillade sig at gaa udenom ved at gøre en eller anden vilkaarlig Antagelse, f. Ex. maaske ved i Beregningen slet ikke at tage Hensyn til de punkterede Stænger.

Angaaende Detailkonstruktionen af Hovedspærfagene gælder alt, hvad der i J. K. I, § 10—11, og for Lejernes Vedkommende i § 12, er meddelt om spinklere Gitterdragere i Almindelighed, saa her skal kun tilføjes nogle enkelte Bemærkninger samt meddeles nogle Oplysninger om ældre Konstruktioner, som man endnu træffer rundt omkring.

Der anvendes nu næsten altid nittede Forbindelser, hvil-

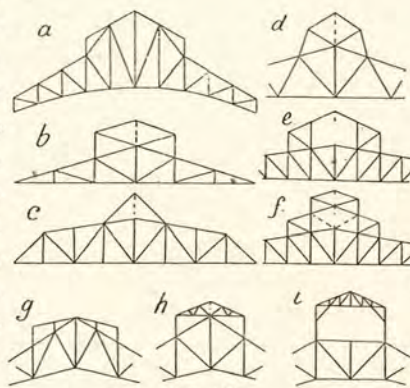


Fig. 217.

ket baade er bedst og billigst, og det er vel overhovedet kun af Hensyn til Udseendet, at man endnu ved enkelte Lejligheder kan se Bolteforbindelser og Rundjærns-Trækstænger foretrukne. De almindeligste Tværsnit for alle Stængerne ere to Vinkeljærn i T-Form (ofte uligeflgede), noget sjældnere anvendes to  $\square$ -Jærn, eller to eller fire Vinkeljærn i Korsform. Disse korsformede Tværsnit egne sig meget godt ogsaa for den trykkede Flange i lidt større Spærfag, og de føre til udmærket centrale Forbindelser for Vinddragerne; Aasene maa anbringes paa en Hylde, dannet af et Par paanittede Vinkeljærnsstykker (Fig. 218). I det hele taget bruger man bedst stive Profiler overalt, ogsaa for Trækstængerne. — Det er meget almindeligt at lade Stængernes Systemlinier falde i Nittelinierne, ved Zigzagnitning (for Vinkeljærn med Fligbredde 120—130 mm og derover) i den Nittelinie, der er nærmest ved Tyngdepunktslinien.



Fig. 218.

Angaaende Knudepunktsforbindelserne er der ikke stort at føje til det herom i J. K. I, § 10, meddelt. Over Understøtningen nitter man gerne et Par vandrette Vinkeljærnsstykker til Knudepladen og tilvejebringer herved en Flade, hvormed Spærfaget kan hvile paa Lejet. Naar disse Vinkeljærnsstykker nittes direkte til Knudepladen, bør Forbindelsen afstives som i J. K. I, Fig. 113 og 191; lader man derimod, som i J. K. I, Pl. 2, de vandrette Vinkeljærnsstykker gribe udenom de lodrette Flige af Hovedets Vinkeljærn, bliver For-

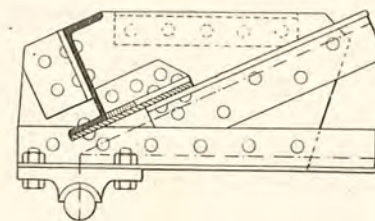


Fig. 219.

bindelsen maaske stiv nok i sig selv. — Fig. 219 viser en anden, ikke ualmindelig Konstruktion af dette Knudepunkt; den af to Vinkeljærn dannede vandrette Fod løber her helt igennem, og Lejets Overdel er befæstet direkte hertil. Knudepladen maa saa dog, for at blive stærk nok,

forlænges op over Hovedet, og Aasen kan da skæres over ved hvert Hovedspærfag og nittes til Knudepladen ved en Vinkel-lask. Endvidere ses Vindkorsknudepladens (skraveret) Befæstelse og (punkteret) en Afstivning af Knudepladens Overkant for at forhindre Foldning. Konstruktionen, der ogsaa kan bruges, selv om Foden ikke er helt vandret, idet Overdelen

af Lejet da gøres tilsvarende skæv, er dog i Almindelighed baade mindre simpel og mindre økonomisk end den først omtalte.

For Fuldstændigheds Skyld nævnes endnu en Spærfag-Konstruktion, der er fremkommen og anvendt en Del i de senere Aar; den er fremstillet i Fig. 220, hvor der er vist den ene Ende af et parabolisk Spærfag med vandret Fod. Hoved og Fod dannes hver af et enkelt  $\square$ -Jærn, og Hovedet er kontinuerlig krummet; Gitterstængerne bestaa ligeledes hver kun af et enkelt  $\square$ -Jærn, der nittes til Flange- $\square$ -Jærnenes Krop uden Knudeplader. Knudepunktsforbindelserne blive saaledes excentriske, og al Symmetri er kastet

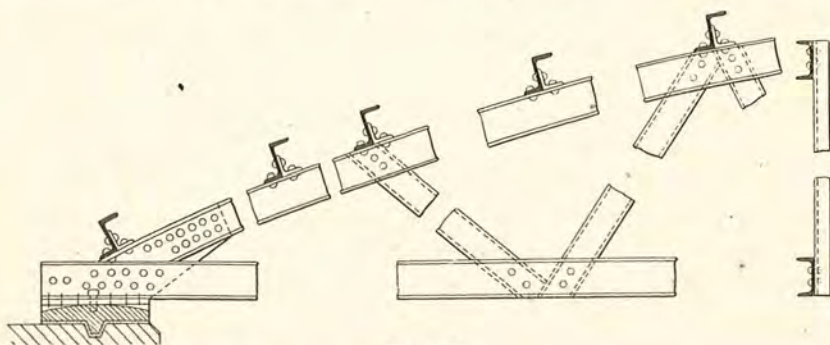


Fig. 220.

over Bord; Aasene anbringes ogsaa imellem Knudepunkterne. Som man ser, stødes der an mod omtrent alle Regler for god Konstruktion, men til Gengæld gøres alle Stænger betydeligt sværere, end det vilde være nødvendigt, hvis man regnede paa centrale Forbindelser og ensformig Fordeling af Spændingen over Tværnittene. Der opnaas en meget billig Fremstilling i Fabrikken, og Besparelsen herved opvejer rimeligvis Merudgiften til den større Jærnvægt, der er anvendt i de udførte Konstruktioner. Men om de for Udførelsen valgte større Dimensioner i Virkeligheden ere tilstrækkelige til at uskadeliggøre alle Extraspændingerne, saa man faar samme Sikkerhed, som man er vant til at forlange med en rationel Konstruktion, er vel mere end tvivlsomt, og den Omstændighed, at man slet ikke kan gennemføre en paalidelig Beregning og derfor til syvende og sidst intet Begreb har om den opnaaede Sikkerhed, vil altid være en saa vigtig Indvending mod Konstruktionen, at man gør bedst i ikke at indlade sig paa den.

Lejerne. Op til ca. 20 m Spændvidde anvender man gerne Pladelejer, bedst med hvælvet Overside af Underlagspladen (som i J. K. I, Fig. 168—70 og paa Plan 2); det bevægelige Leje er da et Glidleje. Ved større Spændvidder maa

man derimod forme det bevægelige Leje som et Rulle- eller Pendulleje; de almindeligst anvendte Konstruktioner ere de i J. K. I, Fig. 180—82 viste, med én eller to Ruller. Som hertil svarende fast Leje kan man endnu benytte et Pladeleje med hvælvet Overside eller et lignende, men mere bestemt udformet som Tangential-Vuggeleje, eller et Tap-Vuggeleje med løs cylindrisk Tap (se Overdelen af Lejet i J. K. I, Fig. 191). Det faste Leje kan enten gøres ganske lavt eller af samme Højde som det bevægelige, i hvilket Tilfælde man ved Opløsning i Ribber maa konstruere Underdelen højere end i og for sig nødvendigt, men hvorved man til Gengæld opnaar at skulle mure op til samme Højde under begge Lejerne. Man maa naturligvis sørge for, at den vandrette Reaktionskomponent (fra Vindtrykket) med Sikkerhed kan blive optaget af det faste Leje; hvis dettes Højde, som omtalt, gøres større end nødvendigt, maa Befæstelsen til Muren være tilstrækkelig solid til at modvirke Tendensen til Væltning, og der maa tages Hensyn til den uensformige Fordeling af Trykket paa Muren; Beregningen heraf er den samme som i J. K. I, S. 205—09. — Endelig bør man, som omtalt i § 10, af Hensyn til Vindens Sugning forankre Lejerne; ved et Rulleleje anvendes simplest en Forankring som i J. K. I, Fig. 191, ved et Glidleje og ved det faste Leje kan man nøjes med at føre selve de Bolte, der fastholde Underlagspladen, tilstrækkelig langt ned i Muren og under Møttrikkerne lægge Klemlader, der gribe ind over Dragerfoden (se J. K. I, Plan 2).

Ældre Konstruktioner\*) adskille sig fra de moderne ved Anvendelsen af forskellige Materialer ved Siden af hinanden, idet Trykstængerne dannedes af Træ eller Støbejern, senere ogsaa af valsede Profiler ( $\top$ ,  $\Gamma$ ), Trækstængerne saa godt som udelukkende af Rundjern. Forbindelserne iværksattes ved Kiler eller Bolte, ofte med Støbejernssko som Mellemlid. Fig. 221—31 vise nogle Exempler.

I Fig. 221 ses et Mellemlid i Foden af et engelsk Spærfag, hvor alle Stængerne ere af smedeligt Jærn; den  $\top$ -formede Skraastivers Krop er skaaren bort ved Forbindelsen. Samme Forbindelse brugtes med Skraastiveren af Støbejern, idet denne da forneden havde en paastøbt Fortykkelse med et lodret Hul som i Fig. 222; i denne Figur er der dog i Stedet for Udsmedningen af Spærfag-Foden til et Øje anvendt to (liggende) Knudeplader. —

\*) For en stor Del efter E. Brandt: Lehrbuch der Eisenkonstruktionen, 3te Aufl., Berlin 1876, og Ludw. Klasen: Handbuch der Hochbaukonstruktionen in Eisen, Leipzig 1876.

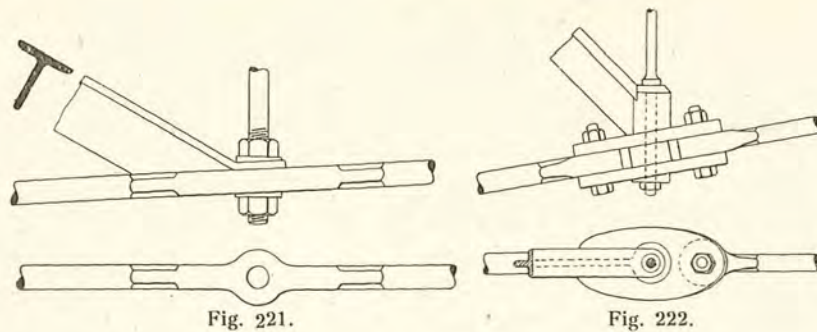


Fig. 221.

Fig. 222.

Fig. 223 viser et Melleknudepunkt i Hovedet; Skraastiveren er her af Støbejern med korsformet Tværnsnit, og baade den og Rundjærns-Trækstangen ender med en Gaffel. — Fig. 224 viser Knudepunktet midt i Spærfag-Foden, konstrueret efter samme Princip som i Fig. 222. Man ser her tillige den i den lodrette Plan vinkelret paa Spærfaget anbragte Tværafstivning, med baade den nederste vandrette Stang (6) og Diagonalerne (7) dannede af Rundjærn.

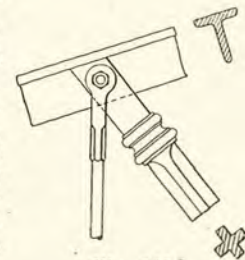


Fig. 223.

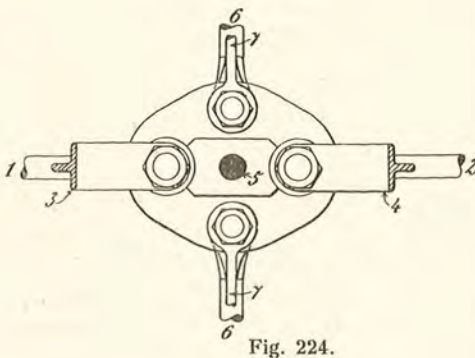
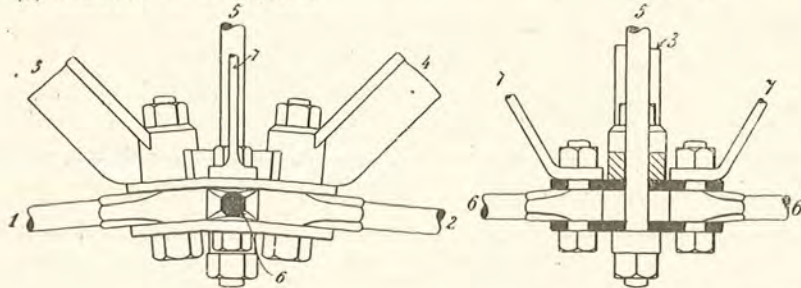


Fig. 224.

I Stedet for de vandrette Knudeplader i Fig. 222 og 224 anvendte man ogsaa lodrette Knudeplader med Bolteforbindelser, lignende de i J. K. I, § 11, omtalte. I enkelte Tilfælde kan man endog finde saadanne lodrette Knudeplader af Støbejern, støbte i ét med den fra Knudepunktet udgaende Trykstang. — Fig. 225 viser Forbindelsen i

Toppen iværksat ved Hjælp af en Støbejernssko, der i Hovedsagen bestaar af to Sæt paa hinanden vinkelrette Flige; mellem de nederste (a) gaa Spærfag-Hovedet og den lodrette Trækstang ind (den sidste fastholdes ved en Kile); de øverste Flige (b) tjene til Befæstelse af den T-formede Aas. I Stedet for en Kile brugtes ogsaa en Bolt til Fastgørelse af Trækstangen, og paa denne Bolt kunde saa ogsaa Tværafstivningens Diagonaler (Stængerne 7 i Fig. 224) anbringes, paa samme Maade som det er vist i Fig. 224 for Diagonalernes nederste Ender. —

Endelig vise Fig. 226—27 et Par Konstruktioner af Understøtningsknudepunktet. Der anvendtes en Støbejernssko med en Slidse eller Udsparring for Spærfag-Hovedet, saa dette kunde støtte sikkert mod Skoen; Spærfag-Foden fastholdes i Fig. 226 med dobbelte Kiler, i Fig. 227 føres den gennem det viste Hul og fastholdes ved en Møttrik, der ligger an mod Bagenden af Skoen.

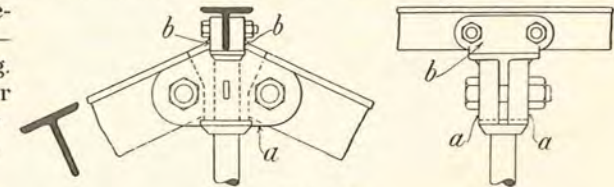


Fig. 225.

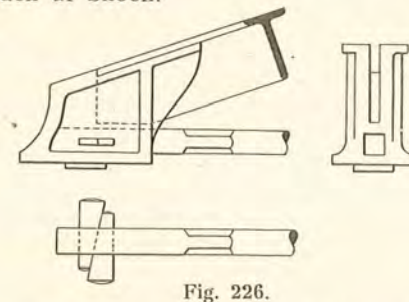


Fig. 226.

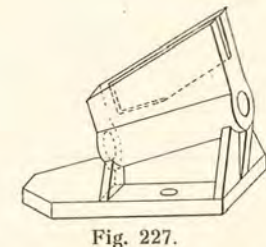


Fig. 227.

Anvendelse af Træ til Spærfag-Hovedet, Støbejern til de trykede Gitterstænger, Rundjærn til Trækstængerne og Forbindelser ved Hjælp af Støbejernssko ses i Fig. 228—31. I Toppen støtte de to Tømmer-Spær mod en Sko, som i Fig. 228 har paastøbte

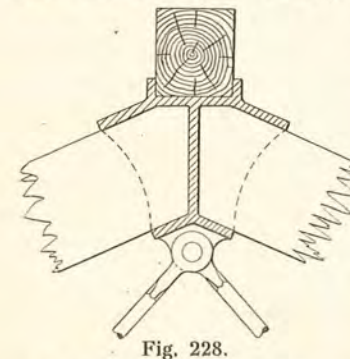


Fig. 228.

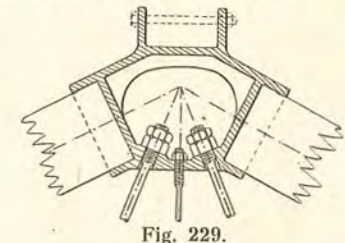


Fig. 229.

Lapper til Fastgørelse af Rundjærns-Trækstængerne (den ene af disse omslutter Boltene gennem Lapperne med et Øje, den anden med en Gaffel uden om den første). I Fig. 229 er Skoen formet noget

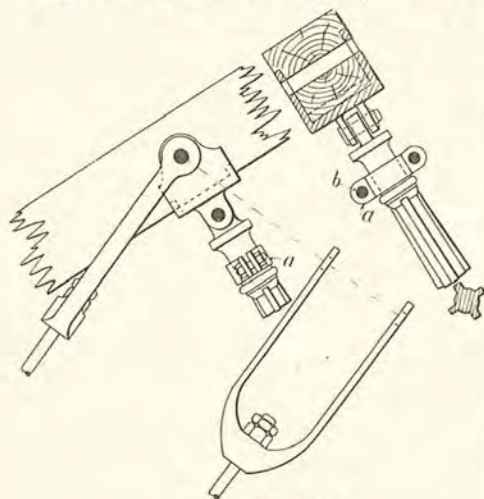


Fig. 230.

anderledes, saa man faar en bedre Forbindelse med Trækstængerne. Fig. 230 viser et Melleknudepunkt, der forstaas uden videre; i Planen gennem Støbejærns-Stiveren vinkelret paa Spærfaget findes der en Tværafstivning, hvis

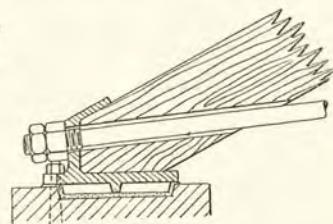


Fig. 231.

Diagonaler ved Boltene *b* fastholdes mellem Fligene af Halvringene *a* (smedeligt Jærn), der ved de samme Bolte *b* klemmes fast om Støbejærnsstiverens Hals. I tidligere Tider vilde man uden videre have støbt et Par Lapper paa Stiveren eller Skoen til Befæstelse af dette Diagonalkryds. Understøtningspunktet endelig ses i Fig. 231.

§ 16. **Hovedspærfagene ere Kragbjælker, Konsoller eller Bjælker over flere Aabninger.** Et ud over en Bygningens Ydermure fremspringende Halvtag kan bæres enten af Forlængelser af Hovedspærfagene eller af særlige Konsoller. Fig. 232—234 vise skematisk nogle Exempler

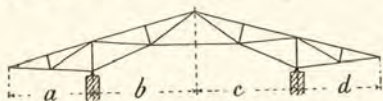


Fig. 232.

paa den førstnævnte Ordning, hvor Hovedspærfagene ere Gitterbjælker. Understøtningerne dannes enten, som nævnt, af Bygningens Mure eller af Søjlerækker, og i sidste Tilfælde kan der stilles en Søjle under hvert Hovedspærfag, eller der kan indskydes en Drager (massiv eller Gitter-) paa langs hen over Søjlerne, saa disse kunne anbringes i større Afstand end Hovedspærfagene (Fig. 233).

Ved Beregningen af saadanne Spærfag, der ere forlængede ud over Understøtningerne, gaar man gerne ud fra, at den bevægelige Belastning (Sne- og maaske ogsaa Vindtryk) kan

komme til at virke paa hver af Strækningerne *a*, *b*, *c* og *d* i Fig. 232 alene, uden at paavirke de andre, eller paa nogle af dem eller dem alle samtidigt. Man kan da foretage Spændingsbestemmelsen rent mekanisk ved at tegne Diagrammer for Belastning paa *a* alene, paa *b* alene o. s. v. og kombinere de fundne Spændinger paa farligste Maade; i Tilfælde af Symmetri er det naturligvis tilstrækkeligt at tegne Diagrammer for Belastning paa de to Strækninger paa den ene Side af Symmetriaxen. Stængerne i en overhængende Bjælkeende paavirkes kun af Belastning paa selve denne udkragede Bjælke-  
del, Stængerne inde mellem de to Understøtninger derimod af en hvilken som helst Belastning. — En nøjagtig Under-

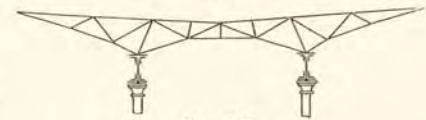


Fig. 233.

søgelse af Spændingerne kan foretages ved Hjælp af Influenslinierne, der let konstrueres ved Hjælp af det i T. S. II, § 4 og 7, for Gerberdragere meddelte; selv om man ikke direkte vil benytte Influenslinierne til Spændingsbestemmelsen, kan det dog ofte være praktisk blot at skitsere dem løseligt op og derved klare s g Spændingens Fortegn for de forskellige Stillinger af Belastningen.

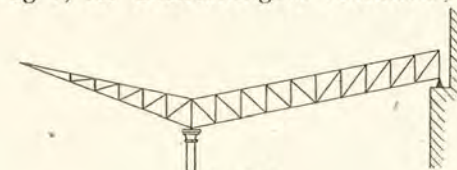


Fig. 234.

— Meget ofte ere de her forekommende Tagheldninger saa smaa (se Fig. 233—234 og ligeledes i Fig. 235 nedenfor), at man nøjagtigt nok kun tager Hensyn til den lodrette Komponent af Vindtrykket og altsaa regner med en enkelt (fra Sne- og Vindtryk paa én Gang hidrørende) bevægelig lodret Belastning: For Søjlerne (f. Ex. i Fig. 233 og 235) kan man derimod selvfølgelig aldrig se bort fra Vindtrykkets vandrette Komponent.

I Fig. 233—234 er der nærmest tænkt paa den meget hyppige Anvendelse af disse Tagværker til Perron-Overdækninger; i dette Tilfælde er man ogsaa ofte i de senere Aar gaaet over til at bruge massive Bjælker som i Fig. 235. Ogsaa her

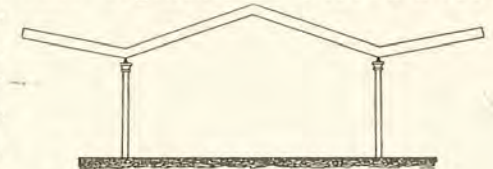


Fig. 235.

regnes kun med den lodrette Komposant af Vindtrykket. Længdedrageren over Søjlerne i Fig. 233 faar sin største Paavirkning ved Totalbelastning paa Midterfaget og paa den overhængende Bjælkeende, der er nærmest ved Drageren, medens den anden overhængende Bjælkeende belastes saa lidt som muligt.

Hvad angaar Detailkonstruktionen af saadanne Gitter-spærfag som dem i Fig. 232—234, er der intet særligt at tilføje ud over det i § 15 og det nedenfor om Konsoltage meddelte, og det samme gælder om Tværforbindelserne mellem Spærfagene. For Konstruktionen med massive Bjælker i Fig. 235 ses nogle Detailler i Fig. 236—337. — I Fig. 236 er der anvendt Støbejerns Søjler:

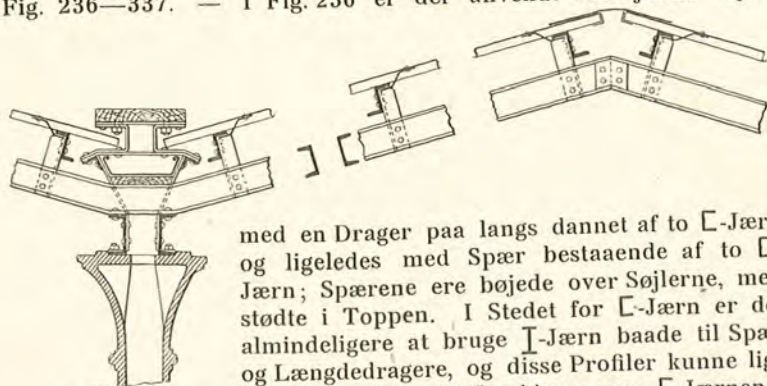


Fig. 236.

med en Drager paa langs dannet af to C-Jærn og ligeledes med Spær bestaaende af to I-Jærn; Spærene ere højede over Søjlerne, men støtte i Toppen. I Stedet for C-Jærn er det almindeligere at bruge I-Jærn baade til Spær og Længdedragere, og disse Profiler kunne lige saa godt højes ved Knækkene som C-Jærnene; ved lidt større Dimensioner foretrækker man

dog at støde Spærene ved Knækkene som i Fig. 237. Ved saa forholdsvis lave og brede Profiler som i Fig. 236 kunne Længde-

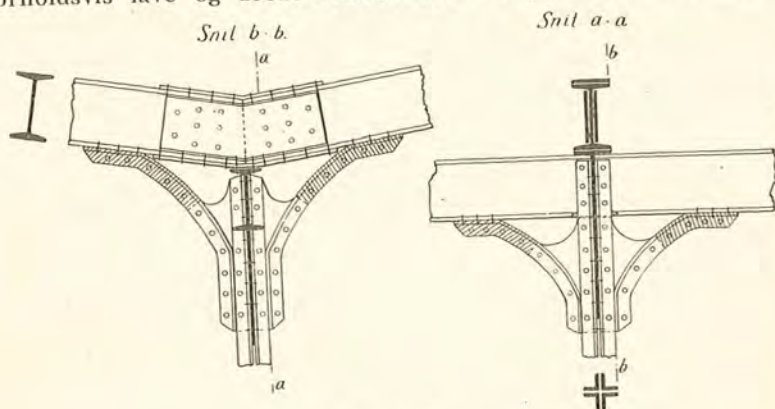


Fig. 237.

dragerne uden videre fastboltes ovenpaa Søjlerne og Spærene blot forbindes med Dragerne ved Nitter gennem Flangerne ved Kryds-

ningspunkterne, idet Tendensen til Væltning bliver af forsvindende Betydning. Derimod maa Spær og Længdedragere sikres mod Væltning, naar der anvendes lidt højere, enkelte I- eller C-Profiler; i Fig. 237 er saaledes Drageren afstivet mod baade Søjlen og Spæret ved Vinkeljærnskonsoller, der tillige ere benyttede som Led i den arkitektoniske Udformning. I samme Hensigt er der ofte anvendt ret langt udladende Konsoller paa Støbejerns Søjler. Ved den stive Forbindelse mellem Søjle og Drager i Fig. 237 bliver det lettere at opnaa den nødvendige Stabilitet overfor Vindtrykket paa langs, idet der herved fremkommer en stiv Portalkonstruktion i denne Retning; ellers maa de forneden indspændte Søjler alene ved deres Bøjningsmodstand optage denne Paavirkning. — I Fig. 236 er ogsaa vist Anbringelsen af Aasene (paa en ret usædvanlig Maade) og Bølgeblikket samt Tagrenden over Søjlerne med en Løbebro ovenover; Afløbet fra Tagrenden tilvejebringes ved Nedløbsrør enten indvendig eller ned langs Søjlerne.

Konsoltage. I nær Sammenhæng med de ovenfor beskrevne Konstruktioner staa de egentlige Konsoltage, hvor det fremspringende Halvtag ikke bæres af Forlængelser af Hovedspærfagene inde over Bygningen, men af særlige Konsoller, der understøttes af og ere forankrede til Bygningens Ydermure eller fritstaaende Søjler.

Fig. 238 viser forskellige Former af saadanne Konsoller, der alle ere statisk bestemte. 1 betegner en fast simpel Understøtning, 2 et Understøtningspunkt, hvor Reaktionen Retning er bekendt; i Fig. 238 a er 2 en Forankring, der kun kan give en vandret Reak-

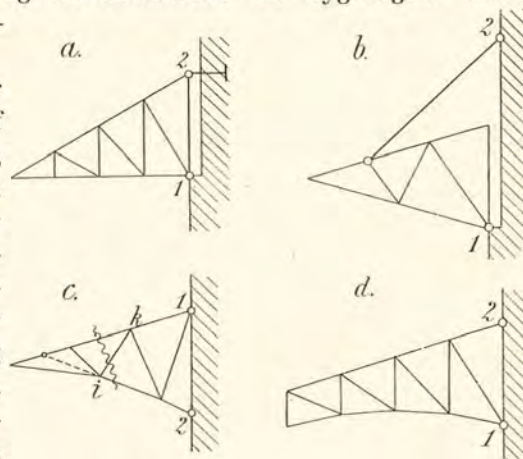


Fig. 238.

ktion, i b (sjældnere) er der anvendt en særlig Trækstang, i c og d er Endevertikalen langs Muren udeladt. I Fig. 239 a, der ligeledes er sjældnere anvendt, er den statiske Ubestemthed ikke undgaaet, hvorimod Fig. 239 b til Trods for de tre Understøtningspunkter atter er statisk bestemt ( $s + u = 13 + 5 = 2k = 2 \cdot 9$ ; Punkt 1 er en bevægelig, 2 og 3 faste simple Understøtninger). Endelig ses i Fig. 240 a—b et Par Dobbelt-Kon-

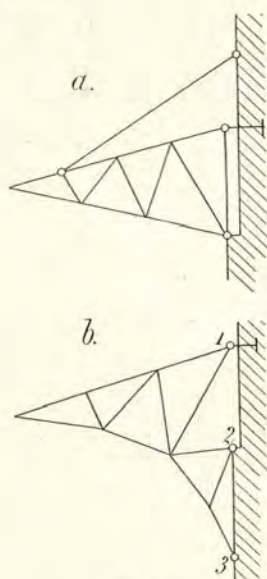


Fig. 239.

noget mindre simple Konstruktioner som dem i Fig. 238 b og Fig. 239 b kan man altid let gennemføre Undersøgelsen ved

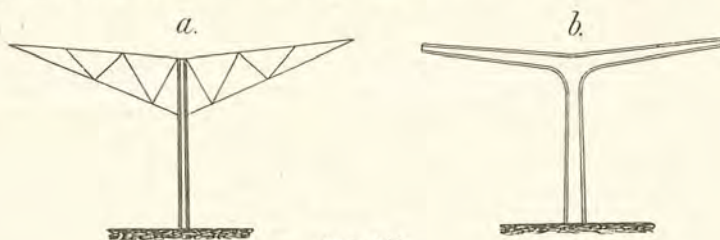


Fig. 240.

Hjælp af Influenslinier. — Søjlerne i Fig. 240 paavirkes baade til Bøjning og Tryk; de største bøjende Momenter faas ved at belaste den ene Arm saa stærkt, den anden saa lidt som muligt. Ved Beregning af Momentet ved Søjlefoden bør man ogsaa medtage det vandrette Vindtryk paa Søjlen selv, og Søjlefodens Forankring maa være i Stand til at modstaa dette samme Moment.

Tværforbindelserne mellem Hovedspærfagene anordnes efter de tidligere udviklede almindelige Principper. Da der her, og ligesaa ved de ovenfor omtalte Spærfag, der ere forlængede ud over Understøtningerne, sædvanlig faas Tryk i Foden, kan

sollage, saaledes som de hyppigt anvendes til Overdækning af Mellemperroner, og hvorved man i Sammenligning med Fig. 233 og 235 undgaar Søjler langs Perronkanterne; i Fig. 240 b er anvendt en massiv Bjælke-Konsol i Stedet for en Gitterkonstruktion.

Ved Spændingsbestemmelsen kan man altid nøjes med at regne med den lodrette Komposant af Vindtrykket. I Konsoller med retlinede Flanger (Fig. 238 a) er Totalbelastning farligst for alle Stænger; ved krumlinede Former gælder samme Regel, hvis Momentcentre for Gitterstængerne falde udenfor Konsolspidsen, men i en Gitterstang som  $i-k$  i Fig. 238 c faas Træk eller Tryk, eftersom Belastningen befinder sig til højre eller til venstre for Momentcentret. For de

det undertiden blive nødvendigt at fastholde Fodens Knudepunkter i Spærfagets Plan ved Hjælp af Tværafstivninger.

Detailkonstruktionen. Ved Konsolspidsen ser man meget ofte en Knudepunktskonstruktion som den i Fig. 241 viste. Naar Spændingerne ere smaa i Forhold til de valgte Dimensioner, og naar der ellers opnaas nogen Fordel derved, er der maaske ikke saa meget at indvende mod Excentriciteten, men i Almindelighed er det ganske vist lige saa simpelt og billigt at udføre en central Forbindelse paa en af de i Fig. 242 a-c viste Maader; naar der benyttes en Bøjning som i Fig. 242 c, bør den bøjede Stang inden Knækket være til-

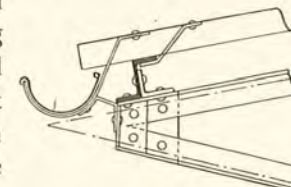


Fig. 241.

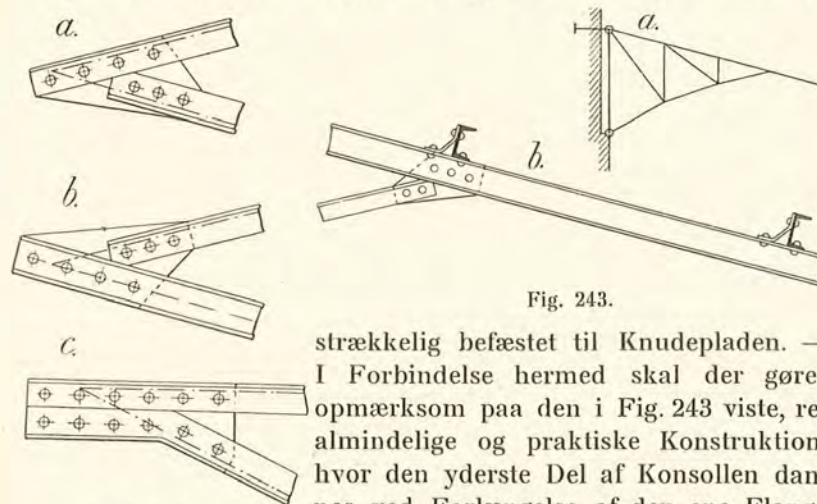


Fig. 242.

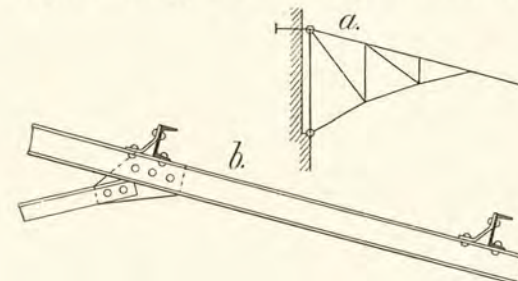


Fig. 243.

strækkelig befæstet til Knudepladen. — I Forbindelse hermed skal der gøres opmærksom paa den i Fig. 243 viste, ret almindelige og praktiske Konstruktion, hvor den yderste Del af Konsollen dannes ved Forlængelse af den ene Flange alene; denne paavirkes da til Bøjning,

og Konstruktionen er i det hele ikke mere nogen ren Gitterkonstruktion.

Et Par forskellige Konstruktioner af Understøtningen og Forankringen ses i Fig. 244—45, begge svarende til Fig. 238 a. Figurerne forstaaes uden nærmere Forklaring; ved lidt større Dimensioner bør man ved Lejet forneden i Fig. 244 føre Konsolfoden (ved Hjælp af Kile-Paaforinger) op over Fligene af de to Vinkeljærnsstykker, der danne Forbindelsen med Lejet. I Fig. 245 indstøbes det nederste Leje ofte efter Opstillingen i Beton, ud til Murens Forflade. Ankerboltene foroven have fat i en Støbejerns Ankerplade, et indmuret C-Jærn e. l.; undertiden kan man opnaa



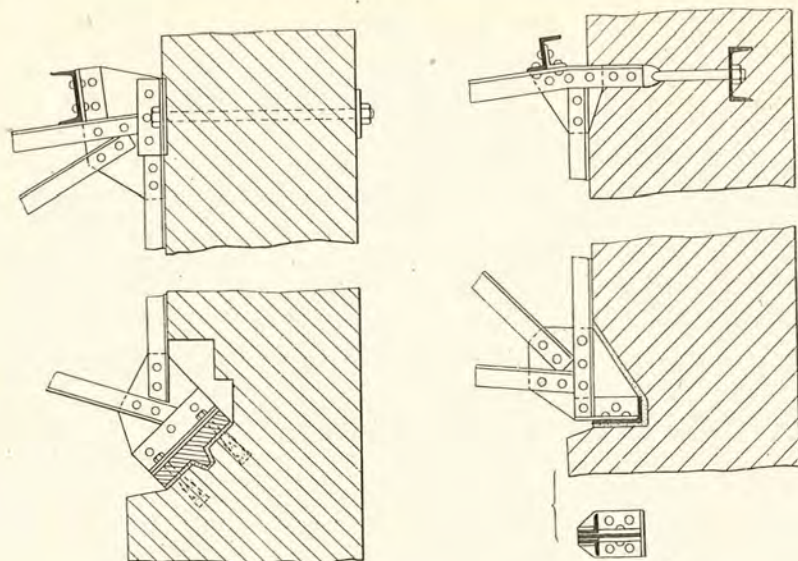


Fig. 244.

Fig. 245.

en Formindskelse af Murens Paavirkning ved at sætte Forankringen i Forbindelse med en Etageadskillelse eller med Tagkonstruktionen over Bygningen.

I Fig. 246—51 ses nogle Konstruktioner vedrørende Dobbelt-Konsoltage, svarende til Fig. 240. Fig. 246—47 vise massive Konstruktioner, saaledes som de nu ofte foretrækkes baade af Hensyn til Udseende og Økonomi, Fig. 248 og 251 et Par forskellige Former af Gitterkonstruktioner. — I Fig. 246 er der baade i Søjler og Konsoller anvendt et I-formet Tværsnit, bestaaende af Kropplade og fire Vinkeljærn, i Søjlen maaske desuden et Par Lameller. Der er tilvejebragt nogen Længdestivhed ved Tilføjelse af en Hjørneafstivning mellem Søjlerne og den midterste, af to C-Jærn dannede Aas (se Snit *a-a*), hvorved Konstruktionen overfor Vindtryk paa langs kommer til at fungere som en Række Portaler; ellers maatte Søjlerne alene ved deres Bøjningsmodstand optage dette Vindtryk.

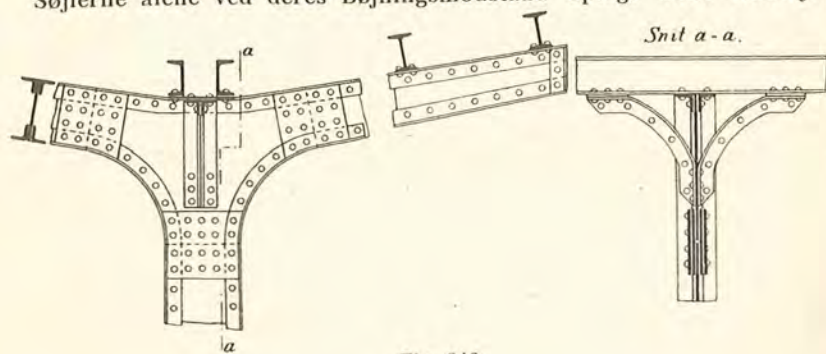


Fig. 246.

Fig. 247 viser en Konstruktion, hvor Søjlen har et lignende Tværsnit som ovenfor, med voxende Bredde nedad, men hvor Konsollerne yderst ude dannes af to C-Jærn alene, nærmere inde ved Søjlen desuden af en Kropplade, hvis Underside er kantet med to Vinkeljærn.

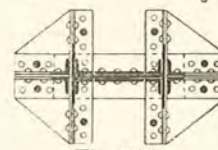
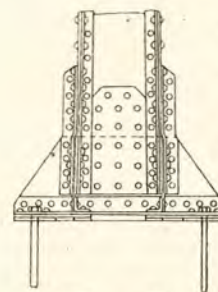


Fig. 247.

paa Midter-Længdedrageren (*D-D*) samt paa de to yderste Aase Drageren *D-D* kan let gøres stærk nok, idet man her har rigelig Højde; i Fig. 248, der viser

Konstruktionerne i Fig. 246—247 varieres ofte saaledes, at der kun lægges Aase (Længdedragere) lige over Søjlerne og ved Konsolspidserne (og disse Længdedragere forsænkes maaske ned mellem Konsollerne) og dernæst Spær af spinkle I- eller C-Jærn her ovenpaa. Idet Længdedragerne paa den Maade blive sværere, opnaar man tillige en mere effektiv Længdestivhed ved de ovenfor omtalte Hjørneforbindelser. — Men man gaar ogsaa endnu videre i den Retning, navnlig ved Gitterkonstruktioner, idet man, som det ses i Grundridset i Fig. 249, anbringer Søjler og Hovedspærfag (*H*) i forholdsvis store Afstande og her imellem indskyder 2-3 Mellemspærfag (*M*), der understøttes

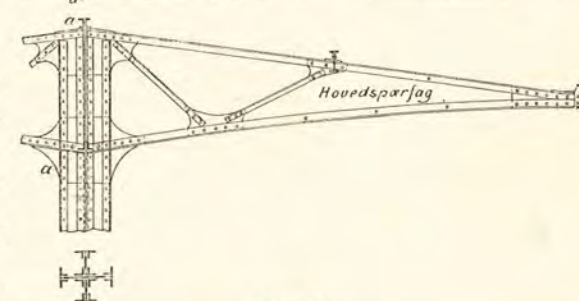
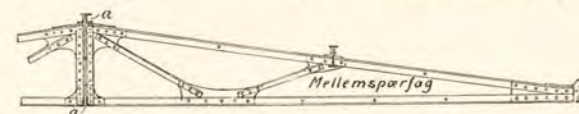


Fig. 248.

de til Fig. 249 hørende Hoved- og Mellemspærfag, har Drageren Flangerne *a-a*, af hvilke den øverste er dannet af to Jærn, da den tillige skal gøre Tjeneste som Aas. Derimod

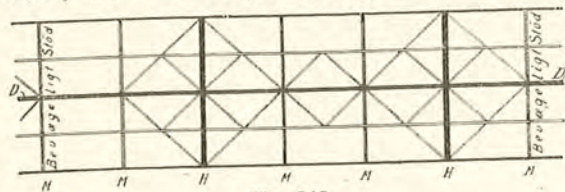


Fig. 249.

er Højden for Aasene ved Konsolspidserne ofte ret kneben, hvorfor man undertiden er gaaet den i Fig. 251 antydede Vej, at anbringe to svære Længdedragere *a-a*, symmetrisk om Midten, og lade Mellemspærfagene fungere som simple Bjælker, der ere forlængede ud over Understøtningerne; dette medfører igen en Ændring af Konsolformen, som det fremgaar af Figuren. — I Fig. 249 ses endvidere Anordningen af Vinddrageren og Afbrydelser i Konstruktionen af Hensyn til Temperaturvariationer.

Hvad Detaillerne angaar, gøres endnu opmærksom paa det korsformede Tværsnit af Søjlen i Fig. 248; dette er praktisk, idet Søjlen sammen med Længdedra-

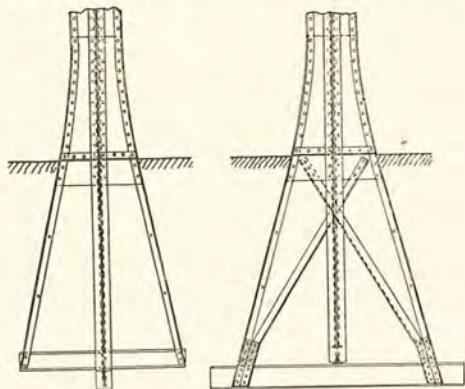


Fig. 250.

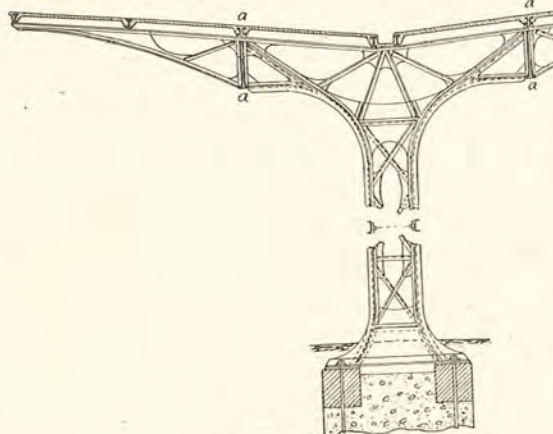


Fig. 251.

geren danner en (indspændt) Portal, der skal optage Vindtrykket paa langs; Længdedragerens Højde aftager fra Hovedspærfaget hen til Mellemspærfaget, idet Underdelen er krummet. I Fig. 251 er Længde-Afstivningen vanskeligere, idet de to excentrisk liggende Dragere *a-a* ikke

kunne komme til at virke sammen med Søjlerne som Portaler; i Almindelighed maa man her nøjes med de enkelte Søjlers Bøjningsmodstand og Indspænding. I denne Figur ses Tagdækningen forøvrigt at bestaa af Jærnbeton med paaklæbet Tagpap. — Søjlernes Indspænding kan som sædvanligt tilvejebringes ved en Forankring (Fig. 247 og 251) eller ved en Indstøbning (Fig. 250, svarende til Fig. 248—49). Den korsformede Søjles Kropplader ende i Fig. 250 lidt under Fundament-Overkanten og ere herunder kun i Hovedspærfagets Plan erstattede af et Par Diagonaler. Flangerne i Søjlen divergere nedad og have forneden fat i et Par J-Bjælker.

Bjælke-Tagkonstruktioner over flere Aabninger. Naar det Rum, der skal overdækkes, er meget bredt, vil det altid for Tagkonstruktionens Vedkommende være økonomisk at anvende Mellemunderstøtninger, og i mange Tilfælde lægger Bygningens Anvendelse heller ingen Hindringer i Vejen herfor. Mellemunderstøtningerne kunne dannes af Skillerums-Mure, hvis saadanne findes, eller naar Bygningens Indre skal danne ét sammenhængende Rum, af én eller flere Søjlerækker; Jærnsøjler tage kun ringe Plads op og hindre i mange Tilfælde ikke det frie Overblik mere end tilladeligt. Dog kan man i Almindelighed ikke stille Søjlerne saa tæt, at der kan komme en under hvert Hovedspærfag; man bliver derfor nødt til at lægge en Drager hen over Søjlerækken, og meget ofte vælges Søjleafstanden lig 2—4 Gange Afstanden mellem Hovedspærfagene.

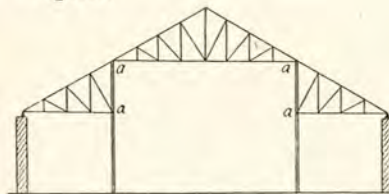


Fig. 252.

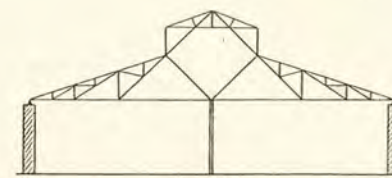


Fig. 253.

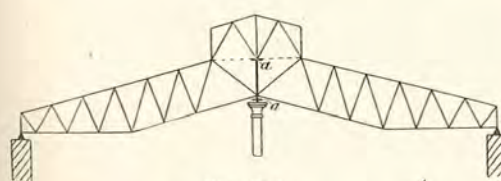


Fig. 254.

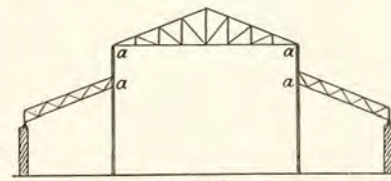


Fig. 255.

Fig. 252—55 vise nogle af de Tagformer, man paa den Maade kommer til. I Fig. 252—54 er det udvendige Udseende som et enkelt Saddeltag bevaret, i Fig. 255 er Halvtagene over

Sideskibene lagt lavere ned. Herhen høre ogsaa de usymmetriske Shedtage (se Fig. 149, S. 82), af hvilke en modificeret

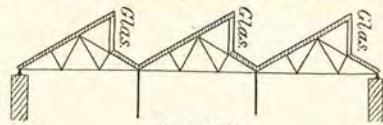


Fig. 256

Form (med lodrette Glasflader) ses i Fig. 256. I alle de hidtil omtalte Figurer fungere Spærfagene som simple Bjælker, der ere uafhængige af hinanden;

i Fig. 257—58 er det derimod Gerberdragere; kontinuerlige Dragere anvendes saa godt som aldrig.

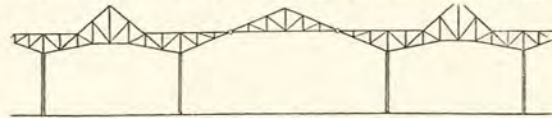


Fig. 257.

Søjlerne kunne være Pendulsøjler eller forankrede forned og stift forbundne med Drageren foroven eller endelig indspændte (forankrede) forned og dreje-

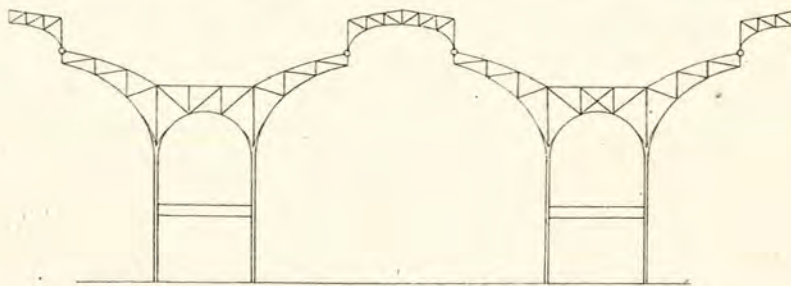


Fig. 258.

ligt forbundne med Spærfagene. Som Drager over Søjlerækkerne kan anvendes valsede Bjælker, nittede Pladejærnsdragere eller Gitterdragere, det sidste navnlig naar de paa en naturlig Maade kunne indgaa i Konstruktionen uden at tage Plads op nedenunder Spærfagene; i Fig. 252 og 254—55 kunne Gitterdragerne saaledes optage hele Højden  $a - a$ .

Angaaende Hovedanordningen og Detaillerne af selve Tagkonstruktionen (Hovedspærfag, Aase, Vindkors osv.) er der intet nyt at tilføje her. Derimod kunde der nok være Anledning til at gaa noget nærmere ind paa Anordningen af Konstruktionen som Hele, naar man hertil medregner Søjler, Længdedragere og eventuelt ogsaa Bygningens Ydermure. Virkemaaden bliver nemlig højst forskellig, eftersom man anvender Pendulsøjler, eller man forankrer Søjlerne til Fundamenterne og maaske forbinder dem stift med Længdedragerne, maaske

ogsaa med Hovedspærfagene, saa der fremkommer stive Portalkonstruktioner; eftersom man gør Spærfagene Lejer faste eller bevægelige paa langs og paa tværs; eftersom man vil have det vandrette Vindtryk tværs paa Bygningen optaget for hvert Fag af Bygningen for sig af de Konstruktionsdele, der ses i Tværprofilet (Ydermurene, stive Søjler, stive Portaler o. s. v.), eller man vil føre dette Vindtryk hen til Gavlene ved Hjælp af Vinddragere efter Bygningens Længderetning. Angaaende alt dette maa det her imidlertid være tilstrækkeligt at henvise til det følgende Afsnit om Jærnskelet-Bygninger, hvor netop hele Bygningens Konstruktion vil blive behandlet.

§ 17. **Valmtage.** I Fig. 259 skal et almindeligt Saddeltag, hvis midterste Del bæres af Hovedspærfagene  $aa_1$ ,  $bb_1$  og  $cc_1$ , afsluttes med Valme for Enderne. Til Understøtning for disse maa da først og fremmest Grat-Spærfagene  $dd_1$  og  $dd_2$ ,  $ee_1$  og  $ee_2$  indlægges, endvidere sandsynligvis et Par Halv-Spærfag som  $dd_3$  og  $ee_3$ , og hvis Aaselængden i Valmfladerne og de tilstødende Trekanter  $add_1$  og de analoge endnu er for stor, maa der yderligere tilføjes nogle Skifter fra Grat-Spærfagene ned til Murene.

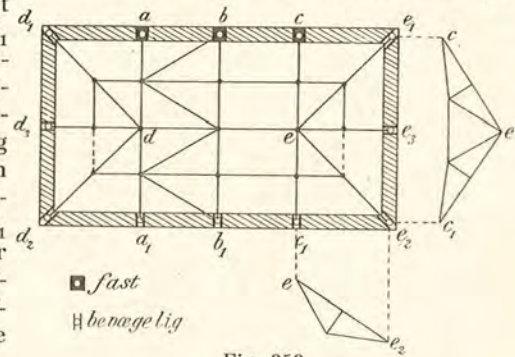


Fig. 259.

I Almindelighed vil man understøtte alle de nævnte bærende Spærfag som antydnet i Figuren, med en fast og en bevægelig Understøtning, hvorved Punkterne  $d$  og  $e$  fungere som faste Understøtninger for Halv-Spærfagene  $dd_1$ ,  $dd_3$ ... Endvidere vil man i Almindelighed forme Forbindelserne mellem Spærfagene som vist i Figuren, saaledes at der mellem et enkelt Par af de normale Spærfag anbringes en fuldstændig Vinddrager langs Overdelen, hvorefter de øvrige Knudepunkter i Spærfag-Hovederne sluttes hertil ved Hjælp af Aasene; derimod er der som sædvanligt ikke nogen absolut Nødvendighed for at fastholde Knudepunkterne i Spærfag-Underdelene i deres Planer. Ved en længere Bygning kan der naturligvis være Tale om at anbringe flere Vinddragere, adskilte ved bevægelige Stød i Aasene, som i § 9 forklaret.

Beregningen udføres gerne paa den Maade, at Skifter, Grat-Spærfag o. s. v. betragtes som simpelt understøttede Bjælker ligesom f. Ex. Trappevanger. Til  $ff_1$  svarer (Fig. 260) Belastningsfladen

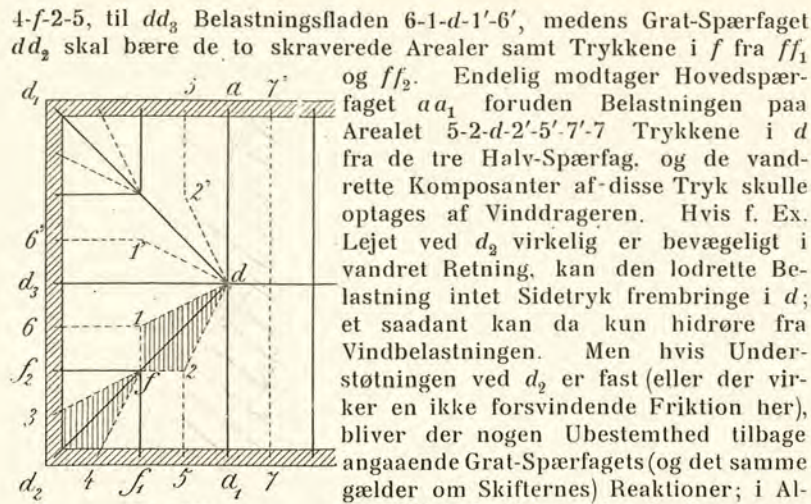


Fig. 260.

4-f-2-5, til  $dd_3$  Belastningsfladen 6-1-d-1'-6', medens Grat-Spærfaget  $dd_2$  skal bære de to skraverede Arealer samt Trykkene i  $f$  fra  $ff_1$  og  $ff_2$ . Endelig modtager Hovedspærfaget  $aa_1$  foruden Belastningen paa Arealet 5-2-d-2'-5'-7'-7' Trykkene i  $d$  fra de tre Halv-Spærfag, og de vandrette Komposanter af disse Tryk skulle optages af Vinddrageren. Hvis f. Ex. Lejet ved  $d_2$  virkelig er bevægeligt i vandret Retning, kan den lodrette Belastning intet Sidetryk frembringe i  $d$ ; et saadant kan da kun hidrøre fra Vindbelastningen. Men hvis Understøtningen ved  $d_2$  er fast (eller der virker en ikke forsvindende Friktion her), bliver der nogen Ubestemthed tilbage angaaende Grat-Spærfagets (og det samme gælder om Skifternes) Reaktionen; i Almindelighed vil man dog let kunne faa et tilstrækkelig nøjagtigt Begreb om Sidetrykkene, f. Ex. ved at opløse Belastningen i Komposanter vinkelret paa og i Grat-Spærets Retning og ræsonnere paa lignende Maade som ved Trapeevanger.

Forøvrigt vil det naturligvis være korrektest her, hvor man i  $d$  kan faa med Kræfter at gøre, der ikke falde i Hovedspærfagets Plan, at opfatte hele Tagkonstruktionen som et rumligt System, og denne Betragtning bør man i alt Fald anstille for at sikre sig, at Forbindelserne mellem Spærfagene ere tilstrækkelige til at gøre Systemet stabilt. Denne Undersøgelse former sig for Konstruktionen i Fig. 259 saaledes:

der haves 3 faste og 9 enkelt bevægelige Understøtninger, altsaa ialt  $u = 3 \cdot 3 + 9 \cdot 2 = 27$  ubekendte ved Understøtningerne,

i hvert af de 3 Hovedspærfag er der 11 Stænger, i hvert af de 6 Halv-Spærfag (se det udtegnede  $e-e_2$ ) 5 Stænger; i den vandrette Ring, dannet af Mellemaasene, indgaar der 12 Stænger, eller naar de to punkterede Stænger, der strax indses at være overflødige, udelades, 10 Stænger; i Top-Aasen 2 Stænger; Aasen langs Tagskægget regnes ikke med, da Understøtningerne ere betragtede som ubevægelige i den Retning; endelig findes der 4 Vinddrager-Diagonaler; af Stænger haves saaledes ialt  $s = 3 \cdot 11 + 6 \cdot 5 + 10 + 2 + 4 = 79$ ;

af Knudepunkter i Tagfladen, for hvilke der skal opstilles tre Ligevægtsbetingelser (rumlige Knudepunkter), findes der 5 i hvert af de 3 Hovedspærfag og desuden 2 i hvert af de 6 Halv-Spærfag, ialt  $3 \cdot 5 + 6 \cdot 2 = 27$ , og af Knudepunkter i Spærfag-Foden, for hvilke der kun skal opstilles to Ligevægtsbetingelser (plane Knudepunkter), haves paa samme Maade  $3 \cdot 2 + 6 \cdot 1 = 12$ .

Antallet af Ligevægtsligninger bliver saaledes ialt  $3 \cdot 27 + 2 \cdot 12 = 105$ , medens Antallet af ubekendte fandtes lig  $s + u = 79 + 27$

= 106; der er saaledes endnu én Stang for mange foruden de punkterede. — Hvis man tager en Stang, f. Ex. den fra  $d$  udgaaende Top-Aas, bort, kan man da gennemføre en Spændingsbestemmelse som for et almindeligt, statisk bestemt rumligt System. At man alligevel anbringer den omtalte Stang (og rimeligvis ogsaa de to punkterede), er kun at betragte som en Forbedring, idet Stivheden derved forøges. Men som sagt har Optællingen navnlig Betydning for at sikre sig, at der er Stænger nok; er dette opnaaet, kan man i Almindelighed godt blive staaende ved den ovenfor antydede Beregning.

Hvad Detailkonstruktionen angaar, er der kun noget særligt at bemærke om Forbindelserne i  $f$  og  $d$  i Fig. 260 og om Aasenes Befæstelse paa og Forbindelse over Grat-Spærfagene.

Forbindelsen i  $f$ . Skifterne slutes her til Grat-Spærfagets gennemgaaende Knudeplade paa en af de i Fig. 261 viste Maader (Figuren fremstiller et Snit  $\neq$  Graten og  $\perp$  Grat-Spærets Knudeplade). Simplest er det som i Fig. 261 *a* at bøjse selve Skiftspærenes Knudeplader; ellers bruges skævvinklede Vinkeljærn eller bøjede Plader (Fig. 261 *b* og *c*), ved meget spids Vinkel bedst som i den sidstnævnte Figur. Forbindelsen kan yderligere forstærkes ved en bøjst Knudeplade ovenpaa de tre sammenstødende Spærfag-Hoveder.

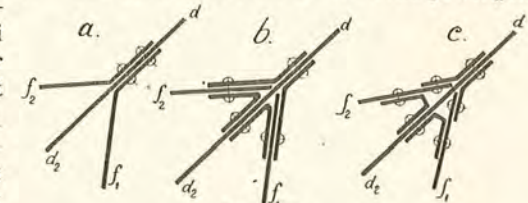


Fig. 261.

Forbindelsen i  $d$ . Ogsaa her ender hvert af Halv-Spærfagene med en lodret Knudeplade, der forbindes med den gennemgaaende Knudeplade i Hovedspærfaget  $aa_1$ . Fig. 262-63 vise i vandret Snit et Par forskellige Konstruktioner; de paaskrevne Bogstaver referere sig til Fig. 260. I Fig. 262 ere først Grat-Spærfagets Knudeplader nittede til Knudepladen  $aa_1$  ved Hjælp af bøjede Plader, og dernæst er Halvspærfaget  $dd_3$  ved en ny bøjst Plade forbundet med Grat-Spærfagene; naturligvis kan sidstnævnte bøjede Knudeplade først anbringes, efter at Nitningen indenfor er udført. I Fig. 263 er omvendt Halv-Spærfaget  $dd_3$  sluttet først til, og Grat-Spærfagene dernæst forbundne baade med  $dd_3$  og Hovedspærfaget.

Fig. 262.

Undertiden faar man en simplere Forbindelse, naar man som i Fig. 264 ikke

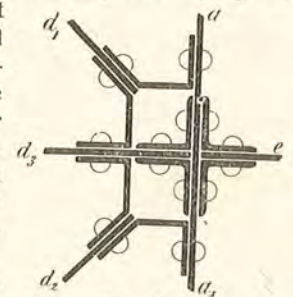


Fig. 263.

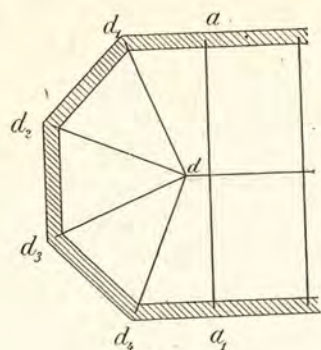


Fig. 264.

lægger et Hovedspærfag gennem Punktet  $d$ , men forlænger Top-Aasen ud over Hovedspærfaget  $aa_1$  hen til  $d$ ; Halv-Spærfagene bæres da foroven af denne Aas. Der kan herved enten være Tale om en ganske ringe Udkrægning af Aasen, blot saa langt at Forbindelsen gaar fri af Hovedspærfaget, eller Aasen kan forlænges et betydeligt Stykke, i hvilket Tilfælde den maa konstrueres som en noget sværere Drager. Fig. 265 viser en saadan Forbindelse (for en pyramideformet Afvalmning som i Fig. 264), hvor Top-Aasen er en valset I-Bjælke. Ved Enden af Aasen er dens Underflange skaaren bort, saa de lodrette Knudeplader i Halv-Spærfagene  $dd_2$  og  $dd_3$  (se Fig. 264) med et svagt Knæk kunne føres hen paa hver sin Side af Kroppen, og udenpaa disse Knudeplader er der fastnittede Vinkellasker til Forbindelse med  $dd_1$  og  $dd_4$ .

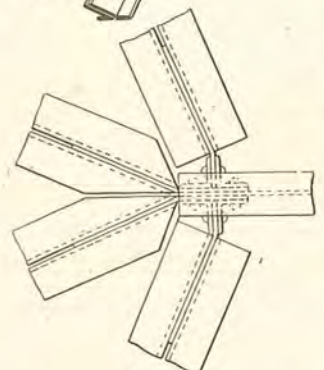
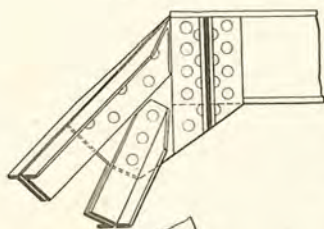


Fig. 265.

Aasene. Hvis der til Grat-Spærfagernes Hoved undtagelsesvis anvendes skævvinklede Vinkeljærn, saa der falder en Vinkelrig i hver af de sammenstødende Tagfladers Planer, kunne Aase med Kroppen vinkelret paa Tagfladen understøttes umiddelbart paa Grat-Spærfagene ligesom paa Hovedspærfagene, og de to her sammenstødende Aase kunne forbindes med bøjede Laskeplader. Anvendes derimod retvinklede Vinkeljærn i Grat-Spærfagene, hvad man saa godt som altid gør, kunne Aasene ikke passere hen over Grat-Spærfagene, og man maa derfor skære deres Underflange bort. Fig. 266 viser (i et Snit parallelt med Grat-Spærets Overside) en Z-Jærns-Aas behandlet paa denne Maade; de to sammenstødende Z-Jærn  $z$  ere forbundne og samtidig be-

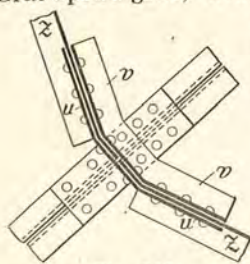


Fig. 266

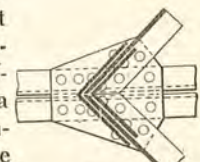
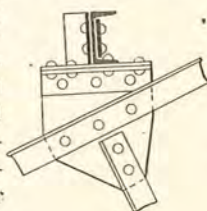


Fig. 267.

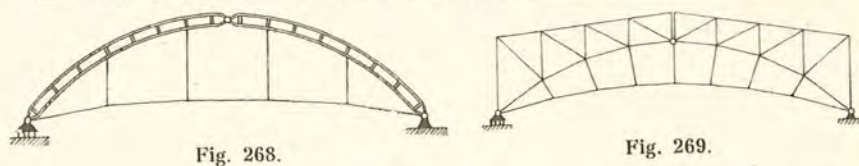
fæstede ovenpaa Grat-Spærfaget ved et bøjet Vinkeljærn  $v$ , og desuden er der paa den anden Side af Kroppen lagt en Flad-jærns-Lask  $u$ . — Hvis Aasene anbringes med lodret Krop paa Hylder ovenover Spærfagene, møder man ingen Vanskelighed ved Graterne, idet man her kan tilvejebringe en lignende Hylde med Overkanten i samme vandrette Plan som ved de andre Spærfag (se Fig. 267).

§ 18. Hovedspærfagene som Buedragere; fritbærende Bølgeblikstage. Naar Hovedspærfagene udføres som Buedragere, vil det i Almindelighed være af Hensyn til Udseendet, idet man ønsker at holde Rummet under Taget enten helt frit eller dog saa frit som muligt for sværere Konstruktionsdele.

De Buedragere, der anvendes, ere næsten altid Tre- eller To-Charniers-Buer, hyppigst det første; indspændte Buer forekomme ret sjældent og i alt Fald vel kun under Form af de nedenfor omtalte Portalkonstruktioner. Endvidere kan der være Tale om enten Pladejærns- eller Gitterbuer; nu til Dags er man langt mere tilbøjelig end tidligere til at foretrække de massive Konstruktioner, baade af Hensyn til Udseendet (fordi man paa den Maade faar Hovedlinierne til at træde kraftigere frem) og Økonomien. — Hvis Tagkonstruktionen skal hvile paa høje Mure, vil det saa godt som aldrig være muligt at gøre disse stærke nok til at optage Buernes Sidetryk, og det bliver da nødvendigt at tilføje en Trækstang. En saadan virker ganske vist forstyrrende, idet den, maa lægges et godt Stykke under selve Tagfladen, lige saa dybt nede som Foden i et Bjælke-Spærfag; men dels kan man give den et massivt Tværsnit (Rundjærn), saa den syner forholdsvis lidt, dels bliver man i alt Fald fri for de Diagonaler, som vilde være nødvendige i et Bjælke-Spærfag. Ved Anvendelsen af Buedragere frembyder der sig imidlertid ogsaa den Mulighed helt at undgaa Understøtninger paa høje Mure. Man kan nemlig bruge Buer med saa stor Pilhøjde, at Vederlagene kunne lægges helt ned til Jorden, hvor Fundamentet i Almindelighed let kan gøres stærkt nok overfor Horizontaltrykket. Og navnlig ved massive Konstruktioner kan man endvidere forme den nederste Del af Buerne som lodrette Søjler, hvorved man faar en Portal- eller Rammekonstruktion (med krum Overdel), der staar paa Overgangen til de i næste Afsnit behandlede Jærnskelet-Bygninger. Naturligvis kan man dog ogsaa i disse sidste Konstruktioner tilføje Trækstænger for at formindske Paavirkningerne i Søjlerne (den nederste, lodrette Del af Buerne).

I Fig. 268—79 ses en Del forskellige Former af saadanne Buedragere over en enkelt Aabning; hvor der i Figurerne er vist tre Charnierer, kan man i Almindelighed lige saa godt tænke sig Top-Charnieret borte og derved komme til en brugelig Form af en To-Charniers-Bue. Fig. 268—74 passe til Understøtning paa Bygningens Sidemure; Trækstangen kan lægges vandret som i

Fig. 270 eller krummes opad som i Fig. 268—69; i alle Tilfælde maa den hænges op til Buen ved Hængestænger, der i Alminde-



lighed og simplest ere lodrette, men ogsaa som i Fig. 269 ere udførte med andre Retninger, f. Ex. radialet. I Fig. 271 er Træk-

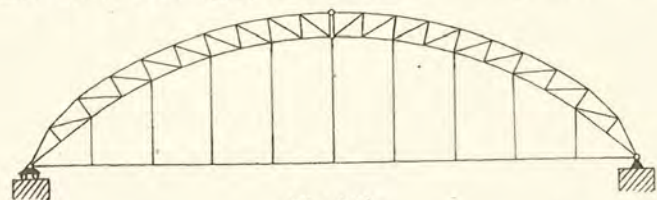


Fig. 270.

stangen ikke anbragt mellem Understøtningspunkterne, men mellem et Par

Knudepunkter højere oppe; blot med en lidt anden Form af Systemet vilde man have et almindeligt fransk Spærfag. —

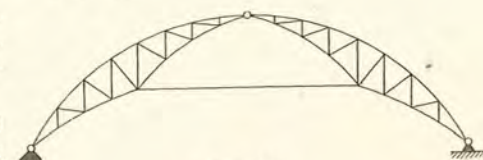


Fig. 271.

Fig. 272—74 vise forskellige simple To-Charniers-Tagkonstruktioner, saaledes som de ret almindeligt ere udførte i de senere Aar (i Stedet for Bjælke-Spærfag) for Fabriksbygninger o. l., hvor man

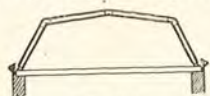


Fig. 272.

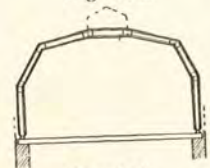


Fig. 273.

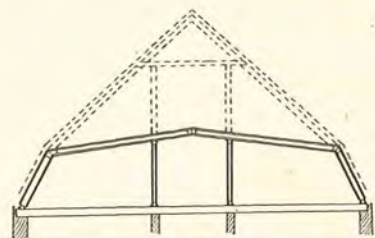


Fig. 274.

vil udnytte Tagrummet; Horizontaltrykket optages af Bjælkerne i Etageadskillelsen. I Fig. 274, hvor der er tilføjet et Par Pendul-søjler til Understøtning for Riglen, er det punkteret vist, hvorledes man ogsaa kan benytte Konstruktionen, selv om der ønskes en anden Tagform; i saa Fald vil man dog gøre Riglen vandret.

Dernæst ses i Fig. 275—79 en Række Former med dybtliggende Vederlag. Fig. 275 viser Tværsnittet af en stor Bane-

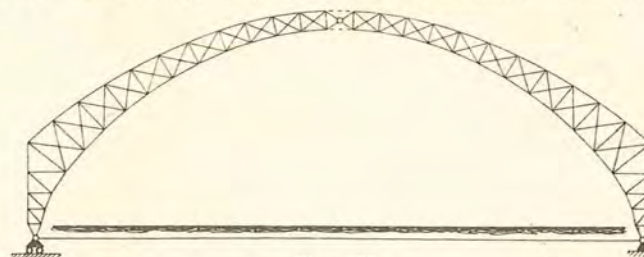


Fig. 275.

gaardshal; Understøtningerne kunne her i Almindelighed let gøres stabile nok til selv at modstaa Sidetrykket, men i enkelte Tilfælde har man dog foretrukket at anbringe en Trækstang (som i Figuren

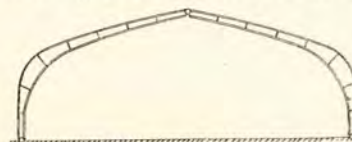


Fig. 276.

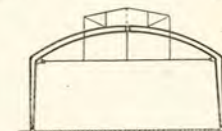


Fig. 277.

vist), beliggende nedenunder Spor og Perroner. Fig. 276 er en lignende, men massiv Konstruktion; i Fig. 277 er der i den massive

Tre-Gharniers-Bue tilføjet en højt liggende Trækstang (ligesom i Fig. 271), og da begge Understøtningerne er faste Charnierer, bliver Konstruktionen statisk ubestemt; den er ret jævnlig anvendt i de senere Aar.

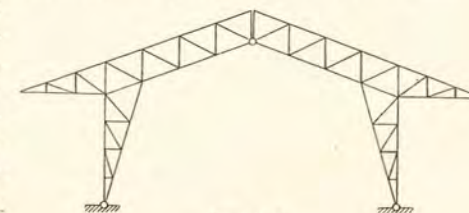


Fig. 278.

Fig. 278—79 passe for Skure, Fabriksbygninger o. l. og danne Overgangen til Jærnskelet-Bygningerne i næste Afsnit. — Ved Indspænding af Søjlerne forneden i Fig. 277—79 eller ved stiv Forbindelse med Gulvbjælkerne i Fig. 272—74 kommer man til mere komplicerede Konstruktioner.

Endelig ses i Fig. 280—82 et Par Exempler paa Bue-Konstruktioner over flere Aabninger. I Fig. 280 er for Midteraabningen benyttet samme Bueform som i Fig. 277, blot uden Top-Charnier, og Sideaabningerne ere overdækkede med To-Charniers-Buer med Trækstang; Fig. 281 er en Tre-Charniers-Cantilever-Konstruktion. Naturligvis

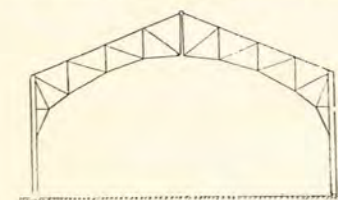


Fig. 279.

9\*

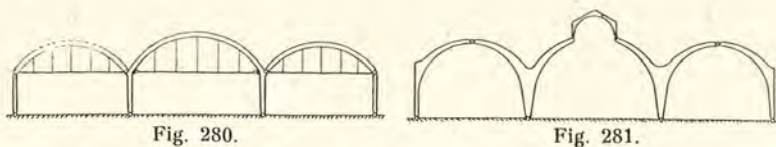


Fig. 280.

Fig. 281.

kan der fremstilles mange andre Konstruktioner, navnlig naar man ogsaa tænker sig Muligheden af at indspænde Søjlerne forneden.

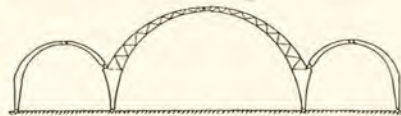


Fig. 282.

Angaaende Spændingsberegningen for disse Buekonstruktioner maa det være tilstrækkeligt at henvise til T. S. II. Snebelastningen plejer man ligesom tidligere at behandle som virkende enten over det hele eller kun over den ene Halvdelen, og i Tilfælde af Symmetri er det da tilstrækkeligt direkte at bestemme Spændingerne for en Belastning alene paa den ene Side (se T. S. I, S. 239—40); dette gælder ogsaa, selv om det er en Bue med Trækstang, der er Tale om, saa Lejerne ikke ere symmetriske, og det gælder lige saa godt for en To- som for en Tre-Charniers-Bue. Kun ved meget store Konstruktioner kan der være Grund til at behandle Snebelastningen som en fuldkommen bevægelig Belastning og benytte Influenslinier til Bestemmelsen af dens farligste Stilling. — Ved megen flade Tage kan man maaske nøjes med at regne med Vindtrykkets lodrette Komposant og alt-saa behandle Vindtrykket paa samme Maade som Snetrykket; ellers maa man som sædvanligt undersøge Virkningen af Vindtryk baade fra den ene og den anden Side. For symmetriske Buer uden Trækstang faar man ogsaa for Vindtrykket kun én Spændingsberegning at udføre; ved en Bue med Trækstang er der derimod aldrig fuldstændig Symmetri (paa Grund af Lejernes Forskelighed), og man maa derfor udføre to Beregninger. — For To-Charniers-Buer benyttes simplest en Forskydningsplan til Beregningen; Forskydningsplanen kan enten tegnes direkte, eller den kan (nøjagtigere) konstrueres ved Hjælp af en beregnet Nedbøjningslinie, saaledes som i T. S. I, S. 402, Fig. 312, forklaret. Det vil sædvanligvis være nøjagtigt nok at se bort fra Gitterstængernes Indflydelse paa Formforandringen og at regne alle Flangetværsnit lige store.

Hovedanordningen af Vinddragere, Tværafstivninger, Afbrydelser i Aasene o. s. v. er den samme som for Bjælke-Spærfag; kun maa man ved Hjælp af Tværafstivninger fastholde tilstrækkelig mange Punkter ogsaa af Buens Fod paa Grund af den her optrædende Trykspænding.

Detailkonstruktionen. Massive Buer udføres med det almindelige Pladejærnsdrager-Tværsnit (se Fig. 283) og gøres kontinuerlig krumme. Buens Højde er gerne  $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{60}$  af Spændvidden. Nitteafstanden i de fortløbende Nitterækker kan beregnes efter de samme Formler [(36)—(37) i J. K. I, S. 84—85] som for

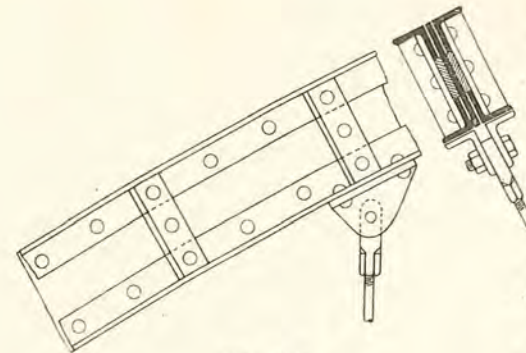


Fig. 283.

Pladejærnsdragere, naar man blot i Stedet for Transversalkraften sætter Tangentialkraften. Man kan her bedre end ved en Bjælke benytte stor Kroptykkelse, idet Kroppen ogsaa hjælper med til at optage Normalkraften. Ved Aasene og maaske desuden paa nogle Mellempunkter anbringes Kropafstivninger, i Almindelighed radialt. Af Hensyn til

Krumningen maa Kroppladen (angaaende dennes Fremstilling se J. K. III, S. 434) stødes i forholdsvis smaa Afstande De to Flanger gøres i Almindelighed ens.

Saadanne mindre Konstruktioner som i Fig. 272—74 har man ofte fremstillet af valsede I- eller C-jærn, der laskes ved Knækkene.

Gitterbuer afvige ved Konstruktionsenkelthederne ikke synderligt fra Gitterbjælker. Flangerne gøres ofte kontinuerlig krumme, og hvis Knudepunktsafstanden ikke er meget lille, maa der tages Hensyn hertil ved Dimensionsbestemmelsen, idet Krumningen medfører et extra Bøjningsmoment (angaaende dettes Størrelse se T. S. II, S. 395). Men ellers bruges de samme Tværsnitsformer og de samme nittede Knudepunktsforbindelser (med Knudeplader) som ved Gitterbjælker. Dog træffer man her hyppigere end ved Bjælker den i Fig. 284 viste Konstruktion med T-formet Tværsnit af Flangerne, dannet af en Staaplade og et Par Vinkeljærn, maaske tillige med Lameller, og med direkte Fastnitning af Gitterstængerne paa Staapladen, uden Knudeplader. Gitterstængerne ere nemlig i Reglen ikke stærkt paavirkede, saa de kræve kun faa Nitter til deres Befæstelse; hvis man vil

undgaa Knudeplader, bliver det dog ofte nødvendigt at anvende et sammensat Gitter (med krydsende Diagonaler), som ogsaa vist i Fig. 284, og Spændingsberegningen (ved Deling i to Enkeltssystemer) bliver

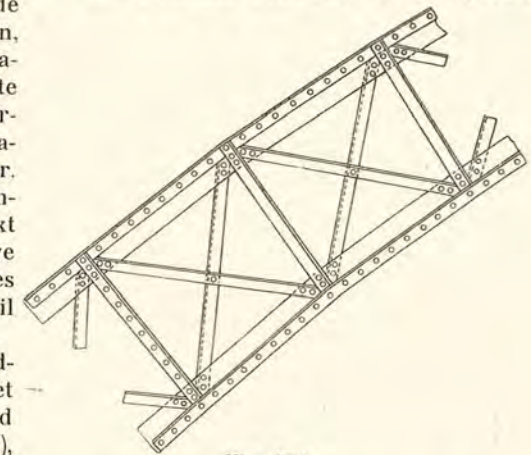


Fig. 284.

derved noget mindre sikker. Det er derfor i Virkeligheden bedre at holde sig til et enkelt Gitter og, om nødvendigt, bruge Knudeplader ved Forbindelserne. — Hvor Flangerne løbe sammen til en Spids eller Buens Højde bliver meget lille, anvendes en massiv Pladekrop i Stedet for Gitter; det samme er sædvanligvis Tilfældet i Nærheden af Charnierer og Lejer.

Ved større Buekonstruktioner faar man Brug for mere sammensatte Tværnsnit, og alle Detailler nærme sig i det hele til dem, man træffer i Brobygningen. Her maa det imidlertid være tilstrækkeligt at nævne et Par mere principielle Enkeltheder, der særlig angaa større Bue-Tagkonstruktioner (Banegaardshaller o. l.). Det er saaledes ved disse bleven almindelig Praxis at anvende »Dobbelt-Buer«, som det ses i Fig. 285, d. v. s. to og to Buedragere anbringes tæt sammen, i 0,8—1,5 m Afstand og forbindes ved et Gitter baade langs Over- og Underdelen, med samme Faginddeling som i selve Buerne, og desuden ved radiale Tværafstivninger i større Afstande. Herved komme de to Buer til at

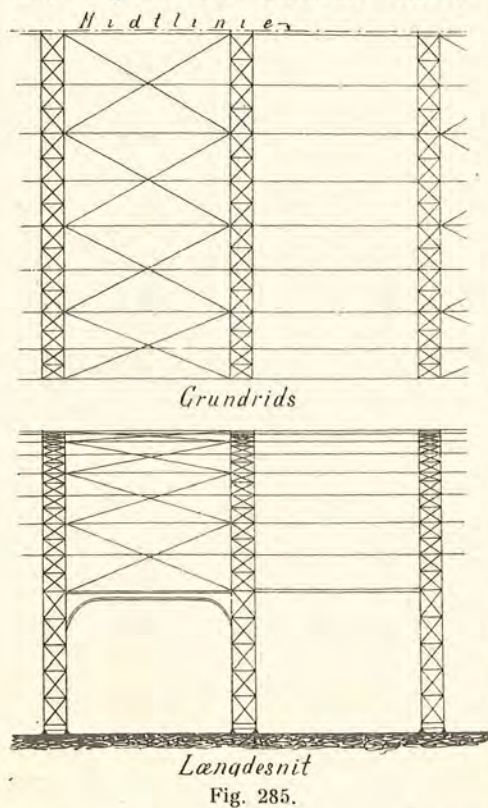


Fig. 285.

paa Sidemurene e. l. — Angaaende Afslutningen af disse Banegaardshaller for Enderne med en lodret (Glas-) Væg, der ender saa højt

danne en sammenhængende Drager med kasseformet Tværnsnit og altsaa med stor Stivhed i alle Retninger. Afstanden mellem disse Bue-Par er derimod sædvanlig 5—10 m eller mere, afhængig af Aasenes Bæreevne. I hvert andet Melletrum mellem Dobbelt-Buerne anbringes dernæst en Vinddrager og Tværafstivninger ligesom ellers i Melletrumene mellem de enkelte Spærfag. Ved saadanne Buer med stor Pilhøjde og med dybt liggende Vederlagscharnierer er det meget ofte umuligt at faa Vinddragerne ført helt ned til Vederlagene; man maa da, som vist i det skematiske Længdesnit i Fig. 285, lade Vinddrageren ende forneden med en Rammekonstruktion, eller man maa skaffe Vinddrageren understøttet højere oppe,

oppe over Skinnerne, som det frie Profil fordrer, henvises til det følgende Afsnit om Jærnskelet-Bygninger (§ 20, Fig. 333).

Trækstangen, hvis en saadan anvendes, og Hængestængerne dannes som sagt gerne af Rundjærn for ikke at syne for meget og maa da forsynes med Efterspændingsindretninger. Hængestængerens Forbindelse med Buen udføres simplest som i Fig. 283 (ovenfor) vist, deres Forbindelse med Trækstangen som i Fig. 286, og hvis der netop paa dette Punkt er indskudt en Spændemøttrik i Trækstangen, som i Fig. 287; Forbindelsen her maa ikke hindre en Drejning af Spændemøttrikken. Trækstangens Forbindelse med

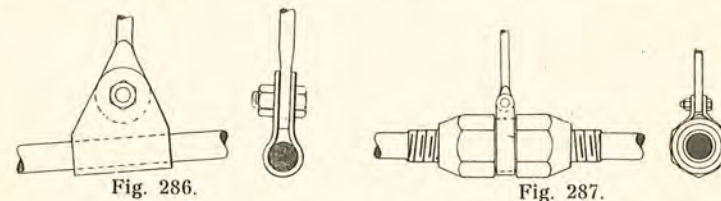


Fig. 286.

Fig. 287.

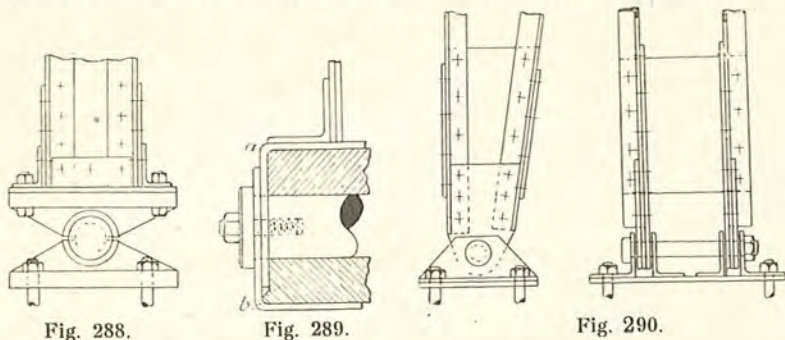
Buen iværksættes simplest efter det i Fig. 124 (S. 147) i J. K. I viste Princip, saa Trækstangen ved en Charnierbolt fastgøres (symmetrisk) til Knudepladen; ved en massiv Bue maa Kroppladen ved Forbindelsen erstattes med en Knudeplade, der stikker nedenfor Buen (se Fig. 291).

Lejer og Charnierer konstrueres sædvanligvis som almindelige Tap- eller sjældnere Tangential-Vuggelejer, de bevægelige Lejer for Buer med Trækstang som Vugge- og Rullelejer, ved smaa Tryk med kun én Rulle (se J. K. I, § 12); undertiden har man ogsaa erstattet Tap-Vuggelejet med Trykoverførelse gennem en smal Kile eller lignende simple Konstruktioner, og Top-Charnieret er ikke sjældent udført som et Fjedercharnier. Angaaende disse Lejekonstruktioner maa det her i Hovedsagen være tilstrækkeligt at henvise til J. K. I samt til J. K. III, § 52. — Kun paa et enkelt Punkt er der noget at tilføje, fordi det her drejer sig om Tagkonstruktioner. Charnier- eller Leje-Trykkets Retning kan variere langt mere ved en Tag-end ved en Brokonstruktion, og man bliver derfor ofte nødt til at anvende en Forankring af Lejerne og at konstruere Charniererne saaledes, at de ogsaa kunne modstaa Træk, f. Ex. ved at lade de to i Charnieret sammenstødende Buehalvdele omslutte Boltens helt. — I Fig. 288—96 ses nogle herhen hørende Detailkonstruktioner, der dog kun tilsigter at supplere, hvad der i J. K. III meddeles om Lejer og Charnierer for Buedragere.

Fig. 288 viser et simpelt Tap-Vuggeleje (af Støbejærn eller Staalstøbegods) for en Søjlelod eller til at stille ovenpaa et Søjlehoved. Skal Lejet forankres, kan man bruge Anordningen i Fig. 291 (se ogsaa J. K. I, Fig. 193, S. 182) eller den i Fig. 289 viste Konstruktion, hvor de to valsede Plader *a* og *b*, der ligge over og under Lejet, ere bøjede lodret om for begge Ender af Tappen og



omslutte denne med nøjagtigt passende Huller. I Fig. 290 er anvendt en Charnierbolt, hvad særlig egner sig ved omtrent lige store Træk og Tryk. Fig. 291 viser et forankret Vugge- og Rulle-



leje (for smaa Træk) for en Bue med Trækstang. Vuggelejets Overdel er todelt efter Buens Midterplan, gaar med en Flig op paa Siderne af Buens Krop og er forbunden hermed ved fire Bolté; disse skulle dog kun holde Overdelen paa Plads og overføre et muligt Træk, hvorimod Trykket overføres ved direkte Berøring mellem Kroppladen og de to Paaforinger paa hver Side og en nøjagtig afrettet Flade paa Lejets Overdel; i Berøringsfladen ind-

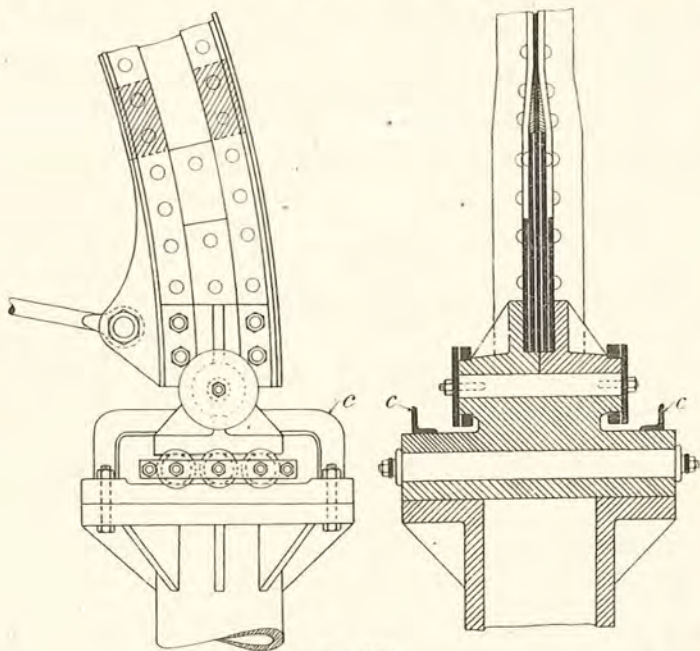


Fig. 291.

lægges bedst en tynd Bly- eller Kobberplade. De to inderste Paaforinger paa Kroppladen ere forlængede udenfor Buens Flangevinkeljærn og tjene som Knudeplade for Trækstangens Tilslutning. Vuggelejets Over- og Underdel ere dernæst forbundne paa lignende Maade som i J. K. I, Fig. 193, — i Stedet for en Skaal er der anvendt en løs Ring, — og endelig er Rullelejets Overdel hindret i at løfte sig op ved et Par Koulisser *c* af bøjede Vinkeljærn. Hele Lejet er i Figuren vist staaende ovenpaa en Søjle, til hvis Hoved Rullelejets Overdel er fastboltet.

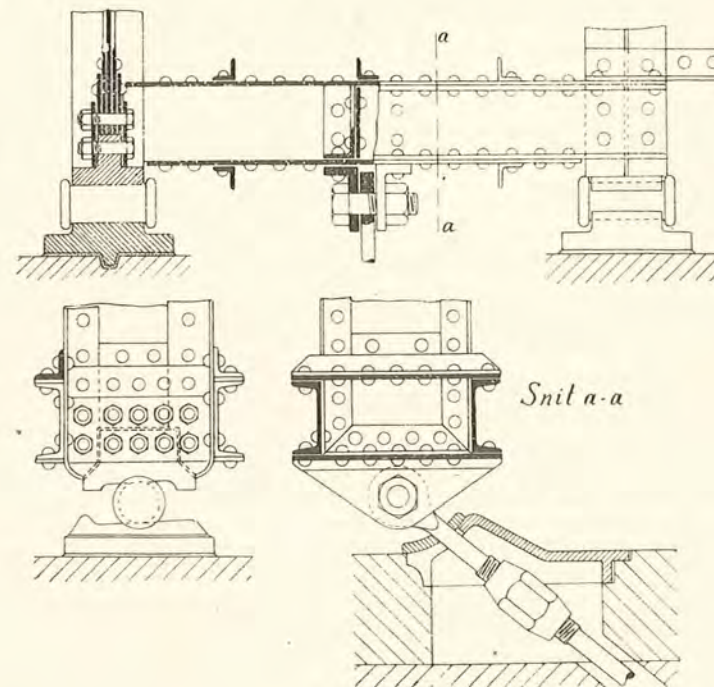
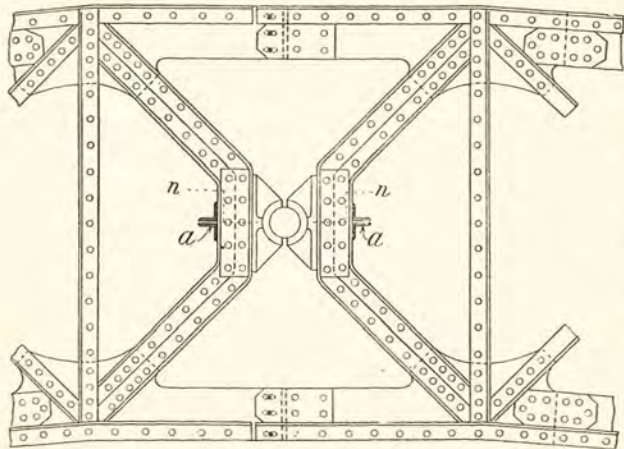


Fig. 292.

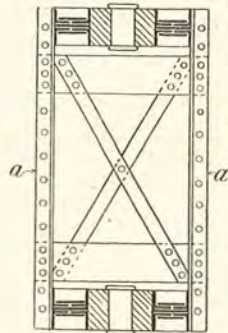
I Fig. 292 ses en Understøtningskonstruktion, der er anvendt for Dobbelt-Buerne i en Banegaardshal. Trykket overføres fra Buen til Lejets Overdel ved direkte Berøring, idet der som sædvanligt er lagt Paaforinger paa Buens Krop, og Lejet selv indeholder kun én Rulle, saa det kommer først til at fungere som et fast Charnier ved Hjælp af den tilføjede skraa Forankring, der har fat i en Tværbjælke mellem de to Enkelt-Buer lige over Lejerne. Forankringen gaar indad, saaledes at den kan optage Buernes Horizontaltryk, men da der ved Vindtryk paa Siden af Bygningen ogsaa skal kunne tilvejebringes en vandret Reaktion med den modsatte Retning, om end af langt mindre Størrelse, er Overfladen af den Underlagsplade, hvorpaa Rullen hviler, svagt heldende udad. — I andre Tilfælde har

man i Stedet for Rullelejet med den ene Rulle anvendt et Tap-Vuggeleje, hvor Tappen havde lidt mindre Diameter end de halvcylindriske Fordybninger i Lejets Over- og Underdel.

Fig. 293 viser et Top-Charnier, ligesom i Fig. 292 for en Dobbelt-Bue. Selve Charnieret er konstrueret som et almindeligt Tap-Vuggeleje og frembyder intet særlig mærkeligt; det er anbragt i Buens Middelinie, og de to derfra udgaaende halve Diagonaler danne saaledes i Virkeligheden en Fortsættelse af Flangerne, medens deegentlige Flangestænger udfor Charnieret kun ere bibeholdte for Udseendets Skyld og her ogsaa afbrudte, som det fremgaar af Figuren.



Snit n-n



Fi. 293.

den imidlertid ogsaa i Stand til at modstaa et Træk, idet der mellem de to Enkelt-Buer er tilføjet en Slags Tværafstivning a-a, der er nittet fast paa begge Sider af Charnieret, men dog ikke hindrer en Drejning, da baade Diagonalerne og de tæt langs Buerne liggende Vertikaler ere dannede af Fladjærn. — Fig. 294 viser en almindelig Gerber'sk Bolteforbindelse (se J. K. I. S. 184, Fig. 195), anvendt som Top-Charnier i en

Gitterbue. I Buens Midterplan ligger først en Knudeplade, hvortil Vertikalen er nittet; uden om den griber den dobbelte Knudeplade fra højre Side, og paa hver Side heraf endelig en Knudeplade fra venstre; Charnierbolten gaar saaledes gennem fem Pladetykkelser. De vandrette Fjederplader ere nittede ind mellem de vandrette Flige i de korsformede Flanger og tjene tillige som Knudeplader for Vindgitteret. Foden i Buedrageren er lige overfor Charnieret kun bevaret for Udseendets Skyld og sluttet til Vertikalen ved Bolte gennem aflange Huller.

Fig. 295 viser en Understøtningskonstruktion, hvor Trykket

overføres i en smal Flade under den ene af Buens Flanger ved direkte Berøring. I Figuren er Buens Tværsnit I-formet, og paa den ene Flange er der nittet saa mange Lameller, at der fremkommer en tilstrækkelig stor Flade til at overføre Trykket; under Buen er endvidere ved et Par Vinkeljærn fastnittede en vandret Plade, og den afgiver Trykket til en smal afhøvlet (5 mm fremspringende) Flade a paa Støbejærns-Lejet, medens der under hele Resten af Buefoden bliver et (5 mm) Spillerum. Buefodens Forskydning i Forhold til Lejet hindres af fremspringende Lister (eller bedre: enkelte Knaster) paa dette sidste.

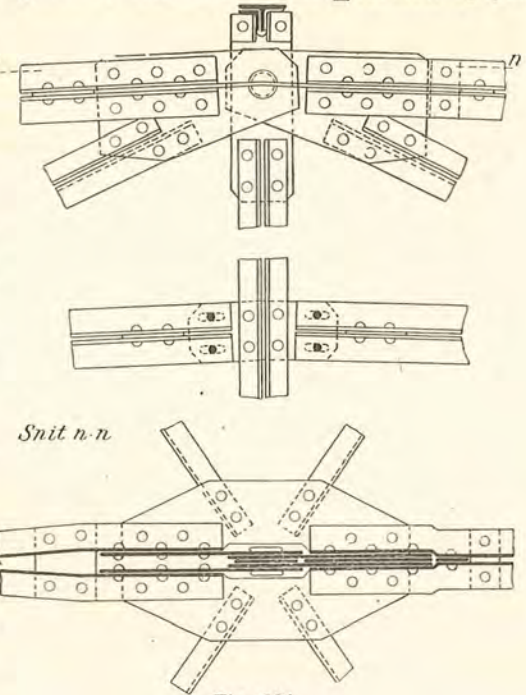


Fig. 294.

Endelig ses i Fig. 296 et Fjeder-Topcharnier. Det vandrette Tryk overføres gennem to Lameller, der ere fastnittede ovenpaa Buen paa begge Sider af Charnieret, den lodrette Komposant

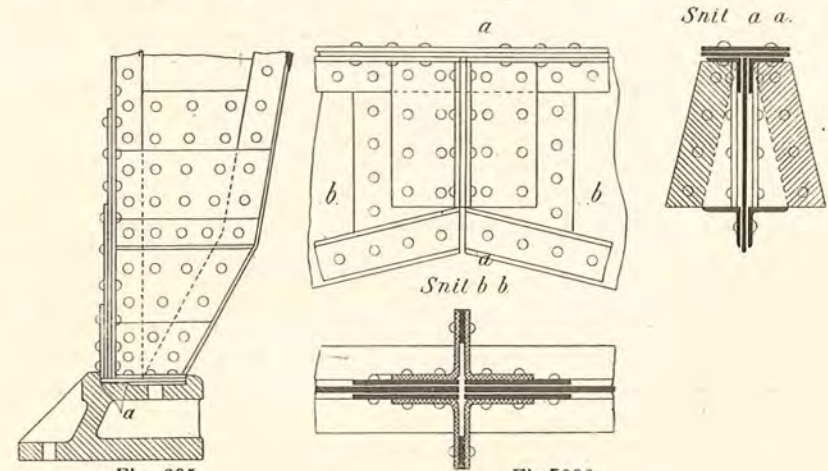


Fig. 295.

Fig. 296.

af Trykket gennem vinkelbøjede Staalplader, der have samme Højde som Buen, og hvis udstaaende trapezformede Flige, som det ses i det vandrette Snit, ere sammennittede langs Kanten, idet der i Fugen imellem dem er indlagt en Strimmel Fladjærn.

Fritbærende Bølgeblikstage. Ved disse optræder Bølgeblikket ikke blot som Tagdækningsmateriale, men tillige som bærende Konstruktion; Spærfagene ere helt udeladte, hele Taget kan opfattes som en Bølgeblik-Hvælving (To-Charniers-Bue med Trækstang). Horizontaltrykket afgives fra Bølgebliksbuen til en Bjælke, der i dette Øjemed anbringes langs Tagskægget, og denne understøttes for hver 3—4 m af Trækstænger. Buen er en Cirkelbue med Pilhøjde  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$  af Spændvidden, i Almindelighed  $\frac{1}{8}$ . — Saadanne Tage ere udførte med indtil 30 m Spændvidde og mere, men ere (med tilladelig Paavirkning 14—1600 kg/cm<sup>2</sup>) kun økonomiske op til ca. 20 m, saalænge der anvendes almindeligt Bølgeblik; med Knutson-Blik\*) (dobbel eller tredobbel) kan man derimod naa op til 30—40 m.

Beregningen. Egenvægten kan regnes til 20—40 kg/m<sup>2</sup> af Horizontalprojektion for Spændvidderne 6—25 m. Snetrykket betragtes som virkende (med  $75 \cos \alpha$  kg/m<sup>2</sup>) over hele Taget eller kun over den ene Halvdel. Hvis man vil nøjes med at behandle Vindtrykket som en lodret Belastning (søm et Tillæg til Snetrykket), idet man f. Ex. regner med den Middelværdi af Trykkets lodrette Komponent, som vilde faas, hvis Tagfladen forløb retlinet fra Tagskægget til Toppen, kunne Momenter og Normalkræfter i Buen findes efter de i T. S. II, S. 249, Noten, angivne Formler. En nøjagtigere Beregning, under Hensyn til Cirkelformen og med Vindtrykket (med Intensiteten  $p_{90} \sin \alpha$ ) virkende normalt paa Buen, er udført af Landsberg (se det anførte Sted i T. S. II); Resultaterne ere nedlagte i Tabeller, saaledes at man herfra næsten uden Mellemregninger kan tage Værdierne af Momenter og Normalkræfter. Paa Grundlag af en Række gennemregnede Exempler har Siegm. Müller\*\*) endelig (for Vindtrykket  $p_{90} \sin^2 \alpha$ ) opstillet tre meget simple halvempiriske Formler for Maximumsmoment, Horizontaltryk og lodret Reaktion, hvorved man umiddelbart har alt fornødent for Dimensionsbestemmelsen.

Detaller. Der anvendes »højt« Bølgeblik (se J. K. I, S. 10) i Plader paa 2—4 m Længde, 0,45—0,90 m Bredde, eller Knutson-Blik med 0,75 m Nyttelængde, ca. 3 m Længde. Stødene (Fig. 297) paa langs ad Bølgerne lægges i samme Linie over hele Tagets Bredde (med  $\frac{1}{2}$  Bølgebreddes Overdækning og Nitning som i § 12 angivet), Stødene vinkelret paa Bølgerne forsættes derimod for hinanden og nittes (ved almindeligt Bølgeblik) sammen i Bølgetoppene med 3—4

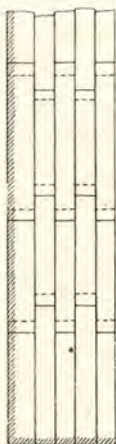


Fig. 297.

\*) Se »Der Eisenbau« 1911, S. 497—99.

\*\*) »Der Eisenbau« 1915, S. 159.

Rækker 6—8 mm Nitter. Med Knutson-Blik kan der desuden nittes i S-Krumningerne, hvorved faas en betydelig bedre Dækning af Stødet.)\*

Den omtalte Bjælke langs Tagskægget til Optagelse af Horizontaltrykket er enten et I- eller □-Jærn, der anbringes med Kroppen parallel med Tagfladen. Fra Bølgeblikket til Bjælken overføres Trykket ved smaa Konsoller *a* (se Fig. 298—299), dannede af en 2—3 mm tyk Blikplade, der bøjes rundt ligesom Pladen *p* i Fig. 300 og nittes fast i Bølgetoppene, og samtidig fastholdes Bølgeblikket ved Skruebolte, der bøjes om Bjælkens Flige. Bjælken understøttes for hver

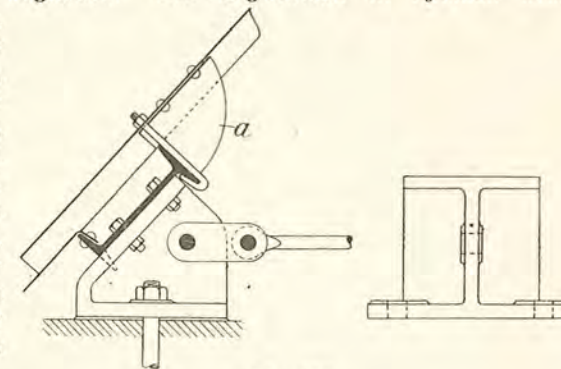


Fig. 298.

3—4 m af en Støbejærns (Fig. 298) eller en sammennittet (Fig. 299) Sko, og i denne Sko har tillige Trækstangen fat. Sædvanligvis fastboltes Lejerne ved begge Sider til Murene, men i Virkeligheden burde det ene gøres bevægeligt, i det mindste ved at anbringes paa en Glideplade, hvilket let nok lader sig udføre. — Bjælken

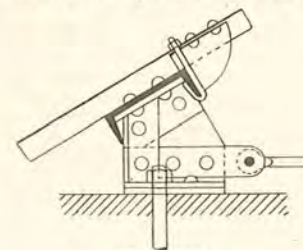


Fig. 299.

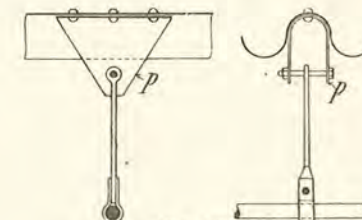


Fig. 300.

paavirktes ligesom en Aas til skæv Bøjning og beregnes i Overensstemmelse hermed. — Trækstangen hænges for hver 3—4 m op til Bølgebliksbuen ved en 8—10 mm Hængestang; de almindelige Forbindelser herved ses i Fig. 300.

§ 19. Kuppel og Pyramide-Tage. Der kan skelnes mellem to principielt forskellige Konstruktioner af Kupler. Ved den ene er det kun udvendig, at Taget faar Kuppelform, medens Rummet indvendig opfyldes af den bærende Konstruktion, idet denne i Hovedsagen bestaar af et Antal, i Almindelighed radialt stillede,

\*) Se »Der Eisenbau« 1914, S. 237.

plane Dragere; ved den anden er derimod hele den bærende Konstruktion anbragt i selve Kuppelfluden, saa det indvendige Rum holdes fuldstændig frit, og Konstruktionen her er et egentligt rumligt Gittersystem, hyppigst en Schwedlerkuppel, men ogsaa forskellige andre (se T. S. II, § 69). En Overgangsform haves i det Tilfælde, hvor de plane Dragere Højde er saa lille, at det indvendige Rum alligevel er helt eller omtrent frit.

Plane Dragere. Ved mindre Rum og navnlig ved ikke for stort Drager-Antal lader man Dragerne løbe helt sammen i

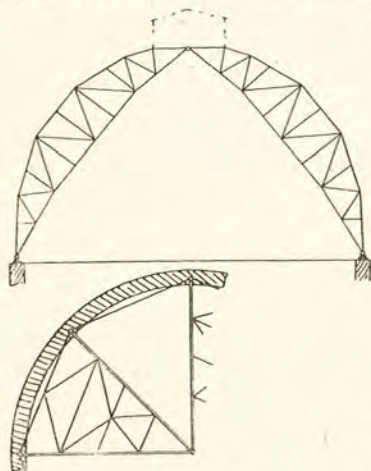


Fig. 301.

Konstruktionen i Fig. 302 en fast og en enkelt-bevægelig Understøtning ved de to Ender af samme gennemgaaende Drager. Men

naar Kuppen staar ovenpaa høje Mure, der ikke kunne taale noget radiale Sidetryk, tilføjes som i Fig. 301 en Mur-Ring, og Understøtningsbetingelsernes Antal reduceres i Overensstemmelse hermed (i Fig. 301 anbringes saaledes lutter enkelt-bevægelige Understøtninger; smlgn. Schwedlerkupler, T. S. II, S. 445). To og to Dragere forbindes gerne ved Kryds i Plan med Hoved eller Fod samt Tværafstivninger til Fastholdelse af den anden Flanges Knudepunkter (Fig. 301).

Anvender man Konstruktionen med plane Dragere over større Rum, og derfor ofte med et større Antal Dragere, er det upraktisk at lade Dragerne løbe helt sammen i Kuppelaxen, idet man saa ikke kan faa Plads til her at iværksætte en ordentlig Forbindelse. Man udelader da det midterste Stykke af alle Dragerne og forbinder alle de tilbageblivende Halv-Dragerne med en Ring. Svarende til Fig. 301 faar man da Konstruktionen i Fig.

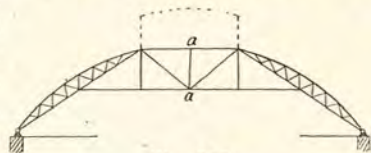


Fig. 302.

303, hvor hver Halvdrager foroven støtter mod en plan Ring i et enkelt Punkt; svarende til Fig. 302 faas Fig. 304, hvor Ringen er bleven til en Tromle, bestaaende af to i parallelle vandrette Planer og paa

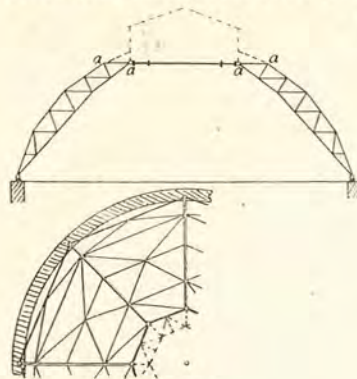


Fig. 303.

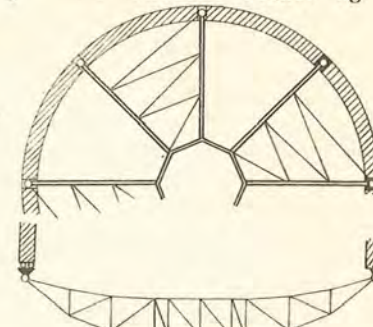


Fig. 304.

samme lodrette Cylinderflade liggende Ringe (som Flanger) og herimellem et af Diagonaler og Vertikaler dannet Gitter. Ligesom ved Schwedlerkupler kan dernæst denne Slut-Ring (Tromle) konstrueres saa lidt stiv, at Knudepunkterne kunne betragtes som Led, eller man kan give den en betydelig Stivhed, idet den formes som en i sig selv tilbageløbende Gitter- eller Pladejærnsdrager som punkteret i Fig. 303 (i denne Figur lægges en stiv Ring dog mere praktisk med Flangerne i *a-a*, se lodret Billede). Om Understøtningernes Beskaffenhed og Tilføjelsen af en Mur-Ring gælder det samme som ovenfor. Forbindelser mellem de enkelte Halvdragere anbringes i Fig. 304 kun i hvert andet Melletrum, i Fig. 303 derimod i Almindelighed mellem alle Dragerne (herom dog nærmere nedenfor).

Over et firkantet Rum kommer man ved Anvendelse af plane Dragere enten til Anordningen i Fig. 305 med radiale stillede

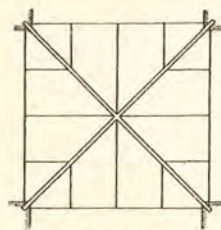


Fig. 305.

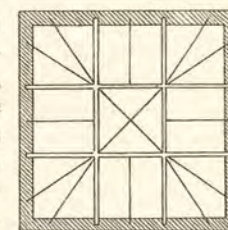


Fig. 306.

Dragere, anbragte under Graterne, eller man kan bruge den i Fig. 306 skematisk viste Konstruktion, hvor Spærfagene ere lagte parallelt med Firkantens Sider og krydse hinanden i nogen Afstand fra Kuppelaxen; man kan her ogsaa udføre kun to af Spærfagene som Hoveddragere og be-

handle de to andre som sekundære Dragere, der understøttes af de to første.

Tagdækningens Tryk overføres som sædvanligt til Hoveddragerne ved Aase. Disses Fritliggende bliver ofte, naar Hoveddragerne Antal holdes nogenlunde lille, hvad kun kan anbefales (bedst

ikke over 8—12), meget betydeligt, og man maa derfor anvende Gitter-Aase, med indvendig retlinet eller brækket Flange, medens den udvendige Flange er krummet efter Kuppelflader (se Fig. 316); disse Aase lægges i Almindelighed i Parallelcirkel-Planer, i enkelte Tilfælde har man dog anbragt dem i Storcirkel-Planer. Over Aasene kommer dernæst sekundære Spær af spinkle I- eller C-Jærn, ligeledes bøjede efter Kuppelflader. Aasenes Friliggende kan ogsaa formindskes ved Indskydelse af Skifter ligesom ved Valmtage (se Fig. 305).

Om Detailkonstruktionen af selve Hoveddragerne er der intet væsentligt at meddele. Nu til Dags foretrækker man ofte massive Dragere. — Forbindelsen i Toppen ved saadanne Konstruktioner som i Fig. 301—02 iværksættes ved vandrette Knudeplader paa Oversiden af Hovedet og Undersiden af Foden og tillige ved f. Ex. efter samme Princip som i Fig. 264—65 at nitte de enkelte Drageres lodrette Knudeplader i Sammenstødspunktet til Midtervertikalen; eller der indskydes en Tromle af Staalstøbegods (Fig. 307), hvortil Dragerne boltes ved Vinkellasker. I et enkelt Tilfælde har man ogsaa for en Række Buer dannet et fælles Top-Charnier ved at lade dem støtte mod samme Kugle.

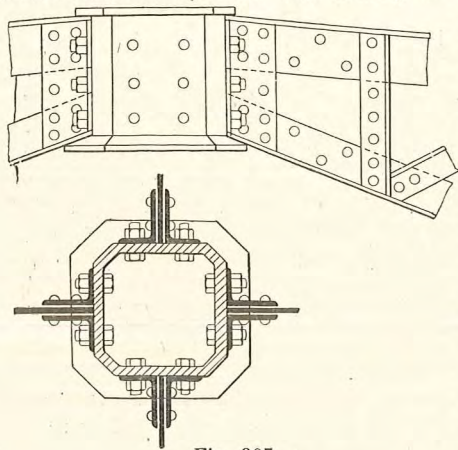


Fig. 307.

Beregningen. Konstruktionen i Fig. 301 med  $n$  Halv-Drager, lutter faste Understøtninger (eller en Mur-Ring og lutter enkelt-bevægelige Understøtninger) og med de ovenfor beskrevne Forbindelser i hvert andet Drager-Mellemrum indeholder  $n-3$  overtallige Størrelser.

Dette indses let at være rigtigt, hvis hver Halv-Drager reduceres til en enkelt Stang; og for hvert Mellem-Knudepunkt der indskydes i Drageren, forøges Stængernes Antal med 3 (i Fig. 308 medføre de 4 Mellem-Knudepunkter i de to forbundne Dragere 12 nye Stænger).

Uden Mellem-Knudepunkter og med lutter faste Understøtninger (Fig. 309) ses Konstruktionen i Fig. 302 at indeholde  $2(n-3) + 1$  (Midter-Vertikalen) overtallige, og

dette Forhold ændres heller ikke ved Indskydelse af Mellem-Knudepunkter (se de punkterede Stænger i Fig 309). Anvendes for de  $n$  Halv-Drager  $n_{bev}$  enkelt-bevægelige (og altsaa  $n - n_{bev}$  faste) Understøtninger, reduceres Antallet af overtallige følgelig til  $2n - n_{bev} - 5$ .

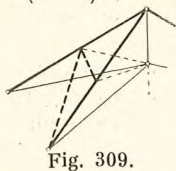


Fig. 309.

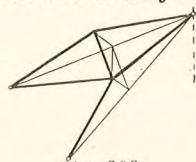


Fig. 308.

Konstruktionen i Fig. 303 med en leddet Slutring og lutter faste Understøtninger (eller med Mur-Ring og lutter enkelt-bevægelige Understøtninger) ses ved Optælling af Stænger og Knudepunkter at være statisk bestemt, naar den bygges op som i Fig. 310 vist, hvor alle Halv-Drager ere forbundne til Drager-Par ved Vinddragere og Tværafstivninger, medens der i hvert andet Drager-Mellemrum kun anbringes en enkelt Diagonal. Med fuldstændige

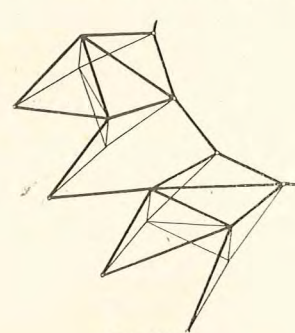


Fig. 310.

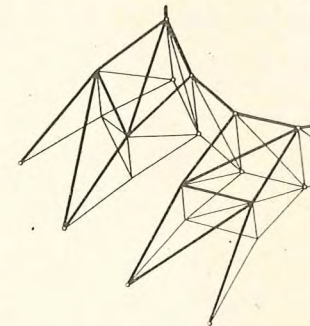


Fig. 311.

Forbindelser i alle Drager-Mellemrum som i Fig. 303 er Konstruktionen altsaa statisk ubestemt. Gøres Slutringen stiv i sin egen Plan, men leddet i den derpaa vinkelrette Retning, indføres en ny overtallig for hver af dens Vinkelspidser.

Endelig er Konstruktionen i Fig. 304 med en leddet Slut-Tromle og med halvt faste, halvt enkelt-bevægelige Understøtninger statisk bestemt, naar den er bygget som i Fig. 311, helt uden Forbindelser i hvert andet Drager-Mellemrum.

En korrekt Spændingsberegning for disse Kupler maa naturligvis udføres efter de almindelige Regler for Behandling af rumlige Systemer. — For en regulær, statisk bestemt Kuppel som i Fig. 303—04, belastet med en vilkaarlig lodret Enkeltkraft, kan man komme til en temmelig simpel Bestemmelse af Reaktionen (hvad vi dog ikke kunne komme ind paa her\*) og derigennem ogsaa af Spændingerne; naar først Reaktionen ere bekendte, kan man nemlig tegne Diagrammer for hver enkelt af de plane Dragere; og ved Hjælp heraf kan man aabenbart finde Spændingerne for en vilkaarlig lodret Belastning. Derimod er der for Vindtryksbelastning ikke andet at gøre end at benytte de almindelige Fremgangsmaader for rumlige Gittersystemer. — For Konstruktionerne i Fig. 301—02 bliver Beregningen meget simpel i Tilfælde af en lodret Belastning, der er symmetrisk fordelt om Axen; alle Dragerne blive nemlig saa ganske ens paavirkede og følgelig forsvinder den fra Forbindelsen i Toppen hidrørende statiske Ubestemthed, og man kan beregne hver af de plane Dragere for sig. For halv Sne-Belastning regner man gerne paa samme

\*) Se Foerster: Die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten, 4te Aufl. 1909, S. 568—69.

Maade, idet den lodrette Nedbøjning i Toppen ganske vist bliver ens for alle Dragere, men helt korrekt er det ikke, da de vandrette Forskydninger ikke kunne falde sammen uden Tvang. For Vindbelastningen er denne Fremgangsmaade endnu mindre korrekt, men anvendes dog ofte; for ikke ganske flade Kupler bør man dog ubetinget gennemføre en nøjagtig Beregning.

Schwedlerkupler. Princippet for disse er bekendt fra T. S. II, § 67—68. Konstruktionen udførtes første Gang i 1863 i Berlin og er siden anvendt mangfoldige Gange rundt omkring helt op til en Diameter paa 64,5 m (over en Gasbeholder i Wien).

I de fleste Tilfælde have de udførte Schwedlerkupler været forholdsvis flade Kupler med omtrent de i Fig. 312 angivne

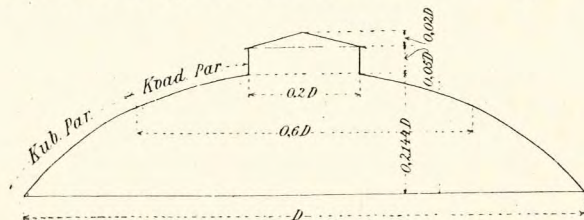


Fig. 312.

Forhold; Spærene ere paa det nederste Stykke formede efter 3die Grads Parabler (se herom T. S. II, S. 457), paa det øverste Stykke efter 2den Grads Parabler, og i Toppen er anbragt en Laterne-Ophugning. Det overdækkede Rum er cirkulært eller danner en regulær, mangesidet Polygon, og der er gerne (for Diametrene 10—60 m) anvendt 12—36 Spær og 3—7 Ringe, i Laternen sædvanlig kun halvt saa mange Spær som i Kuplen.

Tagbeklædningen er i Almindelighed Pap, Zink- eller Kobberblik paa en af to Lag Brædder bestaaende, i alt ca. 5 cm tyk Forskalling, og denne understøttes af Træ-Aase i ca. 1 m indbyrdes Afstand, anbragte ikke blot i, men ogsaa mellem Knudepunkterne, saa Spærene paavirkes baade til Tryk og Bøjning; sjældnere er der anvendt Bølgeblik paa Jærn-Aase, derimod er ofte en Del af Taget dækket med Glas. — Med den førstnævnte almindeligste Tagdækning kan man regne Kuplens totale Jærnvægt lig  $(\frac{1}{4} D + 20)$  kg pr. m<sup>2</sup> af Horizontalprojektionen, hvor  $D$  betegner Kuplens Diameter i Meter; Tagdækningens Egenvægt, inkl. Aasene, er ca. 35 kg/m<sup>2</sup>, Laternens Totalvægt, der ved Spændingsberegningen indføres som en Belastning paa den øverste Ring, kan med de i

Fig. 312 angivne Forhold omtrent sættes til  $(13 + \frac{3600}{D^2})$  kg pr. m<sup>2</sup> af hele dens Overflade.

Fig. 313—14 vise den oprindelige Detailkonstruktion for disse flade, mangesidede Kupler\*). Spærenes Overkant er krummet efter Kuppelfladens Meridiankurve, medens Underkanten er retlinet fra

\*) Schwedler: Die Konstruktion der Kuppeldächer, Berlin 1877.

Knudepunkt til Knudepunkt; Tværsnittet bestaar af en Staaplade og to Vinkeljærn, undertiden er Staapladen langs Undersiden kantedet med to Fladjærn eller Vinkeljærn. Murringen dannes af et svært Fladjærn paa

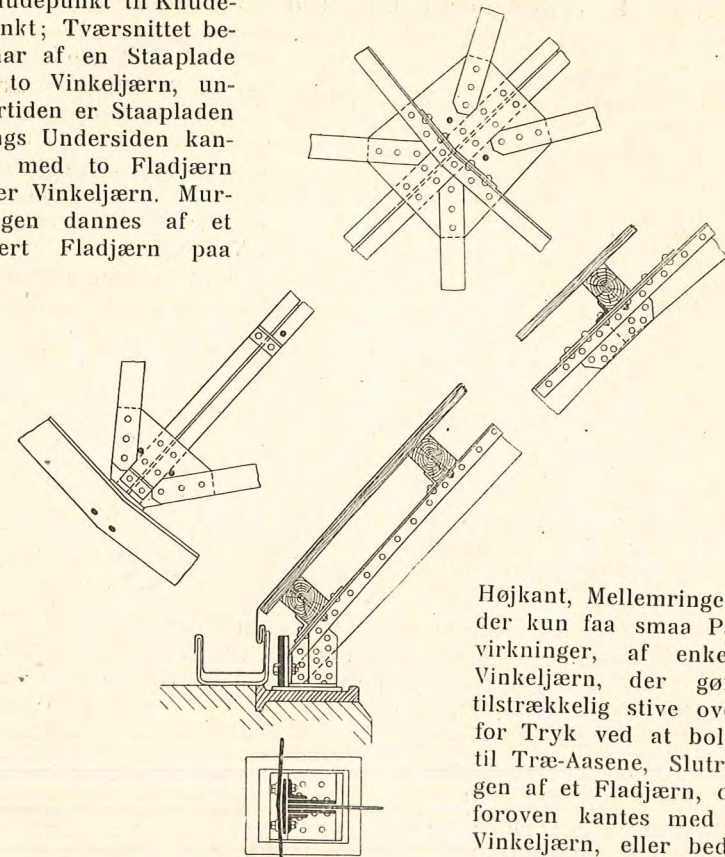


Fig. 313

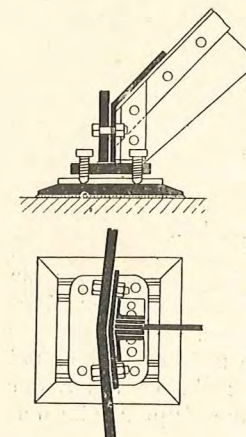


Fig. 314.

Fig. 313—14 vise den oprindelige Detailkonstruktion for disse flade, mangesidede Kupler\*). Spærenes Overkant er krummet efter Kuppelfladens Meridiankurve, medens Underkanten er retlinet fra

udførtes i Schwedlers oprindelige Konstruktion af Rundjærn med Bolteforbindelser ved Knudepladerne og Spænderinge ved Krydsningspunkterne, senere af Fladjærn med nittede Forbindelser. Lejerne konstrueredes oprindeligt som i Fig. 314 vist, saaledes at Trykket overførtes gennem fire Stilleskruer, hvis afrundede nederste Ender kunde glide i Riller i Underlagspladen; senere har man (bedre) brugt almindelige Glidelejer (Fig. 313). — Laternens almindelige Konstruktion ses i Fig. 315; Vertikalerne i den cylindriske Væg ere anbragte midt mellem Slutringens Knudepunkter (dog kun mellem hvert andet Par) og nittede til Slutringen, der saaledes paavirkes til Bøjning (se Fig. 315a); Spærenes Forbindelse i Toppen ved en vandret Knudeplade ses i Fig. 315 b.

Højkant, Mellemringerne, der kun faa smaa Paavirkninger, af enkelte Vinkeljærn, der gøres tilstrækkelig stive overfor Tryk ved at boltes til Træ-Aasene, Slutringen af et Fladjærn, der foroven kantes med et Vinkeljærn, eller bedre af et  $\square$ -Jærn eller  $\square$ -formet Profil. Diagonalerne

Nu til Dags vil man vel, naar man overhovedet bygger saadanne mangesidede Kupler (se T. S. II, § 68), foretrække at anvende stive Profiler overall, navnlig ogsaa til Murringen og Diagonalerne. Men forøvrigt undgaar man nu hellere disse mangesidede, i Virkeligheden uberegnelige Kupler og anvender

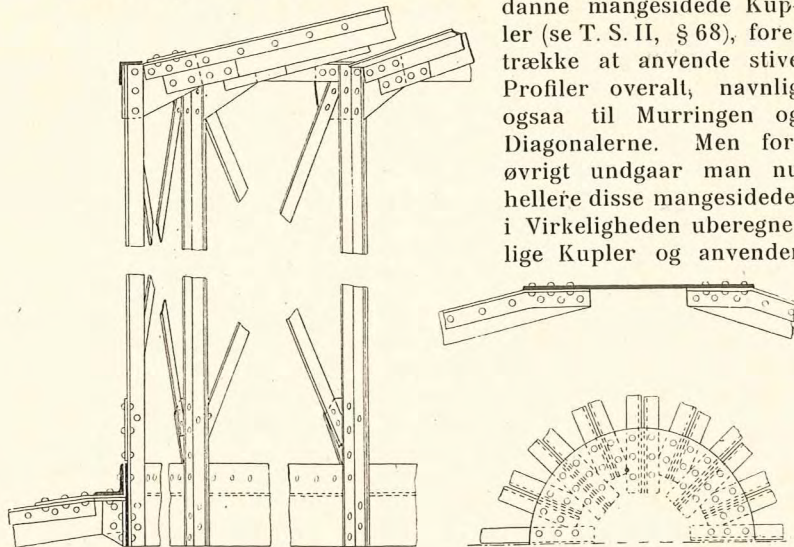


Fig. 315 a.

Fig. 315 b.

højest 8—12 Hoved-Spær og til Gengæld en mere udviklet sekundær Konstruktion, saaledes som Fig. 316 skematisk viser (den af Müller-Breslau byggede Domkuppel\*) i Berlin). Den egentlige Kuppel er her 8-kantet; Ringene (Aasene) ere vandrette Gitterbjælker, hvis indvendige Flange er retlinet fra Knudepunkt til Knudepunkt, medens Yderflangerne ere krummede efter Cirkelbuen; de sekundære Spær ere dannede af bøjede I-Jærn og bære en Forskalling af to Lag hinanden krydsende Brædder. Slutringen er gjort meget stiv baade i lodret og vandret Retning (1,0 m høj, 0,76 m bred), hvorved hele Konstruktionens Stivhed voxer i høj Grad (se T. S. II, § 69).

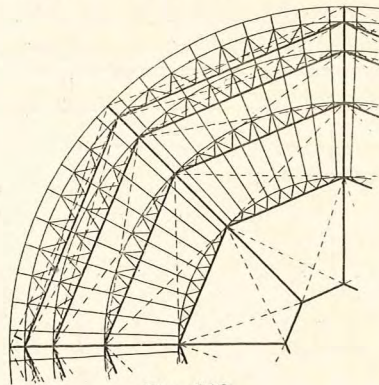


Fig. 316.

Pyramidetage adskille sig, hvad Formen angaar, fra de omtalte Kupler ved at have retlinede Spær, men iøvrigt er Konstruktionen i de fleste Henseender den samme. Dette gælder navnlig for de fladere Pyramidetage; disse udføres enten med plane Dragere eller som Schwedlerkupler med retlinede Spær, der her maaske noget hyppigere end ved de krumme Kupler løbe helt sammen i Toppen.

\*) Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 1207.

Ved nogenlunde flade Tage kan man iværksætte Forbindelsen i Toppen ved at bøje de sammenløbende Spær og nitte dem til en vandret Knudeplade (ligesom i Fig. 315 b), ved noget stejlere Tage kan man benytte en konisk Knudeplade (Fig. 317)

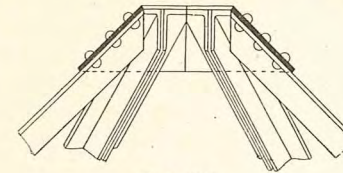


Fig. 317.

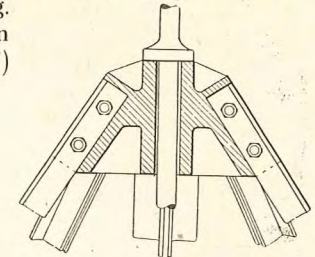


Fig. 318.

eller en Sko (Fig. 318) eller Tromle (Fig. 307 ovenfor) af Støbejern eller Staalstøbegods.

Den skematiske Anordning af stejle Pyramidetage, Taarnspidser, er omtalt i T. S. II, § 69, saa her skal kun tilføjes et Par Oplysninger om de vigtigste Detailler. Som Tvær-

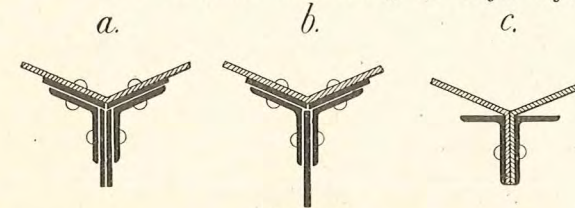


Fig. 319.

de i Fig. 319 viste Former været anvendte (der tænkes her kun paa 8-kantede Taarnspidser), ved smaa Dimensioner ogsaa enkelte I-Jærn. Knudepladerne til Befæstelse af Diagonaler og Ringstænger ere skraverede i Fig. 319.

Ved stor Højde af Spiret varieres Spær-Tværsnittet, dels ved Anbringelse eller Udeladelse af Lamellerne i Fig. 319 a—b, dels ogsaa ved Variation af Vinkeljærnenes Profilnummer; helt oppe ved Spidsen bestaa Spærene ofte blot af enkelte Vinkeljærn. Ringene dannes af enkelte eller dobbelte Vinkeljærn (Fig. 320 a), hvis ene Flig er parallel med Tagfladen og nittes til de i Fig. 319 skraverede Knudeplader, eller af enkelte eller dobbelte I-Jærn, der ere anvendte baade med Kroppen parallel med (Fig. 320 b) og vinkelret paa Tagfladen (Fig. 321); i disse Figurer ses tillige, at der til den af Ringens Flige, der staar vinkelret paa Tagfladen, nittes en Knudeplade, der bøjes ind i den vandrette Plan og benyttes til Forbindelse med de mere eller mindre stive Gulve, der med 2,5—4,0 m Afstand anbringes inden i Spiret, dels til derpaa at understøtte en Trappe- eller Stigeopgang, dels

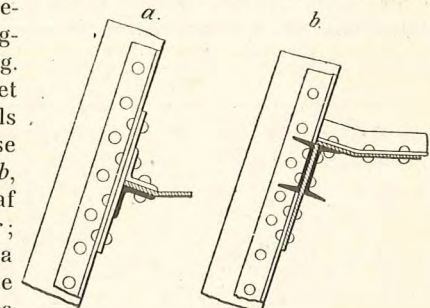


Fig. 320.

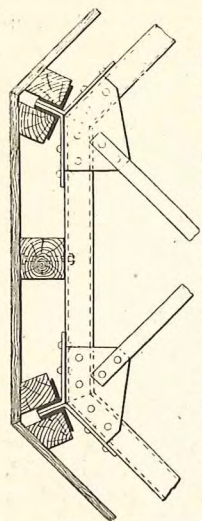


Fig. 321.

ogsaa direkte for Afstivningens Skyld. I Fig. 321 ses endvidere Anbringelsen af Forskallingen paa sekundære Spær; i Stedet herfor kan man ogsaa lægge Forskallingen paa (Træ-) Aase, der boltes til Spærene ved smaa

Vinkeljærnsstykker. De omtalte Afstivningsgulve kunne f. Ex. konstrueres paa en af de i Fig. 322 skematisk viste Maader; hvis de tillige skulle bære nogen nævneværdig Belastning, maa de foruden ved de omtalte vandrette Knudeplader nittes til Spærene ved lodrette Knudeplader eller understøttes ved Knægte, der krages ud fra Spærene.

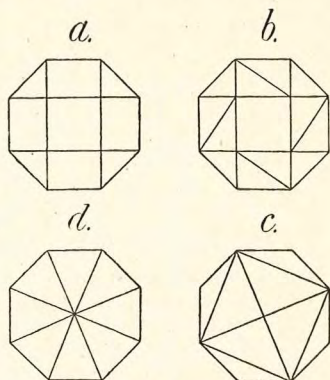


Fig. 322.

Lejerne udføres som faste Pladelejer, saaledes som det eksempelvis ses i Fig. 323; der maa altid anvendes Forankring. Forbindelsen i Toppen tilvejebringes enten ved en Støbejernssko paa lignende Maade som i Fig. 318, eller bedre og hyppigere ved et Pladejernsrør, hvortil Spærene nittes (Fig. 324). Dette Rør tjener tillige til Befæstelse af Fløjstangen;

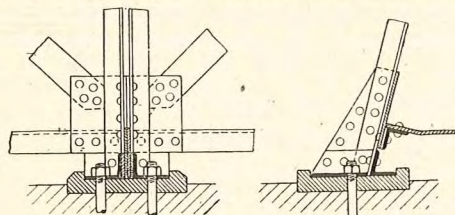


Fig. 323.

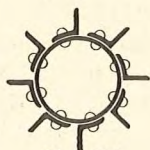
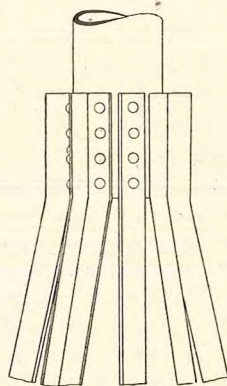


Fig. 324.

ved større Dimensioner maa Fløjstangen, desuden forlænges nedad og fastgøres til et af de vandrette Gulve.

Jærnvægten for en Taarnspids angives at ligge mellem 25 og 33 kg pr. m<sup>3</sup> af Spirets Volumen, mindst for større Højder af Spiret.

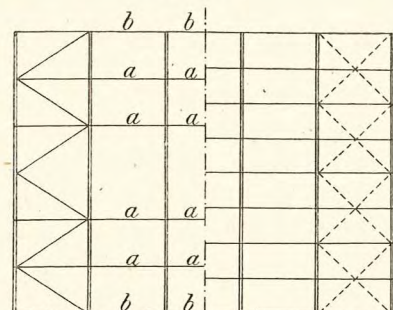
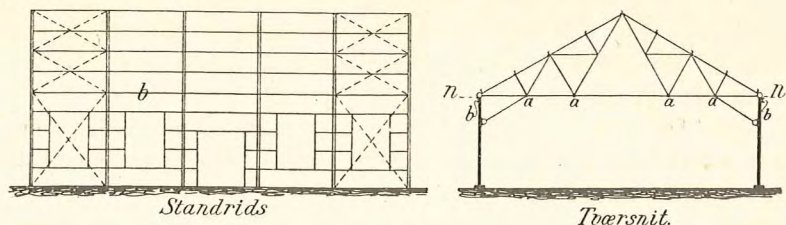
## TREDIE AFSNIT.

### Jærnskelet-Bygninger.

§ 20. **En-Etages, énskibede Bygninger.** I Jærnskelet-Bygninger bæres ikke blot Taget af en Jærnkonstruktion, men ogsaa Murene dannes af et Jærnskelet med en passende Fagudfylding. Denne sidste kan bestaa af Bølgeblik, undertiden med en Bræddeforskalling indvendig og maaske med Hulrummet mellem Bølgeblikket og Forskallingen fyldt med et eller andet isolerende Materiale, eller af en Udmuring (i Almindelighed  $\frac{1}{2}$ —1 Sten, Jærnbindingsværk) eller endelig af Jærnbetonplade, Rabitzvæg e. lign., maaske af to saadanne Plader med Luftrum eller et isolerende Materiale imellem. Jærnskelettet i Muren bestaar i Hovedsagen af en Række Søjler, der bære Tagkonstruktionen, og derimellem af en Del lodrette og vandrette Stolper og Bjælker, saa der fremkommer et Net med tilstrækkelig lille Maskevidde til at afgive den fornødne Understøtning for Fagudfyldingen. Imidlertid kan man her ikke uden videre tale om Taget for sig og Murene for sig; Jærnkonstruktionen i hele Bygningen — Tag og Mure tilsammen — maa nemlig først og fremmest danne et stabilt System, der er i Stand til at modstaa alle de ydre Kræfter; og vi skulle nu først se paa, hvorledes Bygningens bærende Hovedkonstruktion kan indrettes under Hensyn hertil.

Det kommer herved navnlig an paa, hvorledes Vindtrykket tværs paa Bygningen optages; dette kan gøres paa to Maader, og man faar saaledes to principielt forskellige Anordninger:





Vandret Snit n-n. Set fra oven  
Fig. 325.

1. Vindtrykket optages Fag for Fag af en Portalkonstruktion (Hovedfaget), dannet af to lige overfor hinanden staaende Søjler i Ydermurene og det derpaa hvilende Hovedspærfag (Fig. 325, Tværsnittet), og den bærende Hovedkonstruktion bestaar da, som det ses i Stand- og Grundridset i Fig.

325, af en Række saadanne Hovedfag i parallele Planer samt de nødvendige Forbindelser mellem dem.

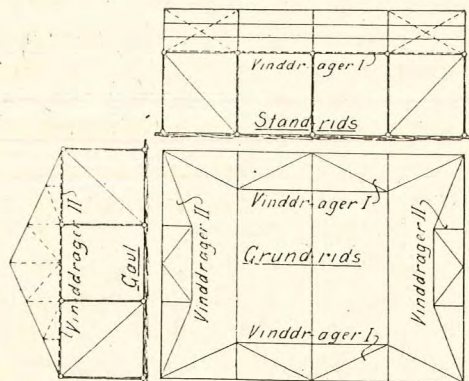


Fig. 326.

rette Kryds i Gavlfladerne (Fig. 326).

Vindtrykket paa Gavlene kan i sidste Tilfælde (se Fig. 326) behandles nøjagtigt paa samme Maade som Vindtrykket tværs paa Bygningen; i Fig. 325 benytter man her gerne samme Princip som i Fig. 326. Forøvrigt træffer man ogsaa Kon-

2. Overfor Vindtrykket fungere Søjlerne i Ydermurene som Bjælker, der understøttes forned paa Fundamenterne, foroven paa en vändret Vinddrager; denne fører Vindtrykket hen til Gavlene og afleverer det her til lod-

struktioner, der nærmest maa opfattes som en Kombination af de to Principper, eller som paa et eller andet Punkt gaa en Mellemvej.

Den førstnævnte af de to Hovedanordninger er saa ubetinget den almindeligste (Fig. 325). Den bærende Hovedkonstruktion bestaar her altsaa først og fremmest af en Række som Portaler virkende Hovedfag, men disse skulle dernæst forbindes saaledes, at man faar et stabilt System ogsaa overfor Kræfter paa langs ad Bygningen. Denne Forbindelse mellem Hovedfagene kan principielt indrettes paa samme Maade, som det i § 9 er beskrevet for Tagkonstruktionen alene. Af to Hovedfag fremstilles et stabilt System ved at tilføje en Vinddrager, hvis Flanger dannes af Søjlerne og Spærfag-Overdelene, saa Vinddrageren strækker sig helt rundt langs Hovedfagets Kontur fra Fundament til Fundament, og endvidere de nødvendige Tværafstivninger til at fastholde Spærfag-Fodens Knudepunkter (se Fig. 93, Snit *m-n*); og dernæst kunne alle de andre Hovedfag fastholdes til det saaledes sammenbyggede Hovedfag-Par alene ved at forbinde alle enslyggende Knudepunkter med Stænger efter Bygningens Længderetning (Aasene og Stængerne *a* og *b* i Fig. 325), uden Tilføjeelse af nye Kryds. Undertiden udelader man dog nogle af Tværafstivningerne og af Stængerne *a*; de ere nemlig kun nødvendige for at holde Spærfag-Fodens Knudepunkter paa Plads, men hvis der ingen skraat rettede ydre Kræfter (fra Kraner o. l.) kan komme til at angribe i disse Knudepunkter, og hvis Foden altid er strakt, behøves de aabenbart ikke. Stængerne *b* langs Tagskægget (Ramstykkerne) ere derimod vigtige Led i Konstruktionen; undertiden kan man maaske lade dem falde sammen med Aasene her, men i mange Tilfælde passer det bedst (af Hensyn til Detaillerne) at anbringe en særlig Stang. — I Stedet for de omtalte Tværafstivninger kan man ogsaa anvende en Vinddrager langs Spærfag-Foden foruden den langs Hovedet (se det vandrette Snit *n-n* i Fig. 325), og denne Ordning foretrækkes i Almindelighed, bl. a. paa Grund af det store Vindtryk paa Gavlen.

Selv om man saaledes strengt taget kan nøjes med at anbringe Kryds mellem et enkelt Par Hovedfag, vil det altid være bedre at indsætte et Sæt Kryds ved hver Ende af Bygningen, saaledes som det er vist i Fig. 325, og det gør man

da som Regel; der opnaas herved, at man faar Vindtrykket paa Gavlene optaget saa direkte som muligt, og tillige forøges Stivheden af hele Konstruktionen. Ved længere Bygninger end 20—30 m kan man ikke lade Aasene og de øvrige Konstruktionsdele paa langs (Stængerne *a* og *b* i Fig 325) løbe uafbrudte igennem fra den ene Ende til den anden; der maa da indskydes Expansionsfuger (Bolteforbindelser med aflange Huller), og paa hver af Strækningerne mellem disse Fuger (inkl. den mellem Gavlen og den nærmeste Fuge) maa der selvfølgelig findes et Fag med Kryds. — Ved Anvendelse af en særlig stiv Fagudfylding, som Jærnbeton e. l., kan man maaske helt udelade Krydsene, hvis de ikke ere nødvendige af Hensyn til Montering. Da Krydsene i Murfladerne ofte kunne være noget generende for Vindues- og Døraabninger, har man ogsaa ret hyppigt udeladt dem, hvor der som Fagudfylding er anvendt en Udmuring, men dette er ikke tilraadeligt, idet den opnaaede Stabilitet ikke er særlig paalidelig.

Gavlene kunne konstrueres paa de to i Fig. 327 viste Maader. I Fig. 327 *a* er der anvendt et Hovedfag ganske som de andre Hovedfag i Bygningen, og underneden Spærfagfoden er der ligesom i Sidemurene tilføjet et passende Antal Stolper og Rigler til Understøtning for Fagudfyldingen. I Almindelighed faar dette Gavl-Hovedfag de samme Dimensioner som de andre i Bygningen, uagtet Belastningen er mindre, men ved større Konstruktioner (stor Afstand mellem Hovedfagene) har man ogsaa undertiden gjort det spinklere. Ved Anvendelse af Gavl-Hovedfag er det ikke nødvendigt at anbringe Kryds i Gavlæggen, men hvis de ikke ere i Vejen for Vinduer o. l., har man dog ogsaa tilføjet dem (ligesom i Fig. 327 *b*) for at opnaa større Stivhed. — I Fig. 327 *b* er Spærfaget helt udeladt og Gavlæggen bygget paa samme Maade som Sidemurene, alene af Søjler (Stolper) og vandrette Stykker, men dog naturligvis foroven afsluttet med et Spær i Tagfladen. Man maa her skaffe Stabilitet overfor Vindtryk tværs

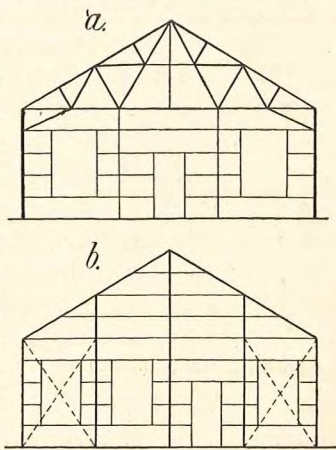


Fig. 327.

paa Bygningen ved Tilføjelse af Kryds i Gavfladen. Den sidstnævnte Ordning er i Almindelighed noget billigere end den første, men er ubekvemmere, hvis der senere skulde blive Tale om en Udvidelse (Forlængelse) af Bygningen. — Vindtrykket paa Gavlen overføres fra Fagudfyldingen til Søjlerne, der fungere som lodrette Bjælker og understøttes forneden ved Fundamentterne, foroven sædvanligvis paa en Vinddrager i Tagkonstruktionen. Af Hensyn hertil er det, at man sædvanlig foretrækker at lægge en vandret Vinddrager langs Spærfagfoden (se Fig. 325) foruden den i Tagfladen, i Stedet for at nøjes med sidstnævnte Vinddrager og en Del Tværafstivninger. I enkelte Tilfælde, hvor den nævnte Vinddrager ikke har kunnet anbringes, har man maattet lade Søjlerne fungere som forneden indspændte, foroven frie Bjælker. — Om den særlige Gavlkonstruktion ved Banegaardshaller o. l. meddeles et Par Oplysninger nedenfor.

Den almindeligste Anvendelse af de her omtalte én-Etages Bygninger er til Fabrikker o. l., og Hovedfagene faa da gerne en af de i Fig. 328—30 viste Former. I

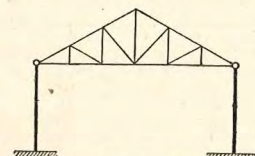


Fig. 328.

Fig. 328 ere Søjlerne indspændte (fast forankrede) forneden og foroven forbundne med Spærfaget ved Charnierer; Forbindelsen foroven udføres just ikke altid som et virkeligt Charnier, men dog saaledes, at den kun er i Stand til at overføre et

forsvindende Moment. I Fig. 329 *a* ere Søjlerne derimod stift forbundne med Spærfaget og drejeligt understøttede forneden;

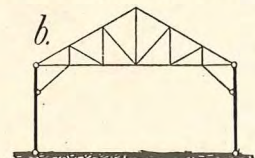
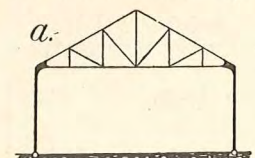


Fig. 329.

den stive Forbindelse foroven iværksættes næsten altid som i Fig. 329 *b* vist ved Tilføjelse af en særlig Skraastiver i Hjørnet. Endelig ere i Fig. 330 Søjlerne baade indspændte forneden og stift forbundne med Spærfaget foroven; denne sidste Form, eller en Mellemting mellem den og Fig. 329 *b* (idet Forankringen forneden i Fig. 330 ikke

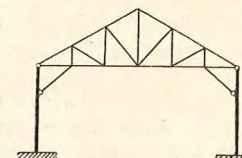


Fig. 330.

just altid konstrueres saaledes, at den kan forudsættes at virke som en fuldstændig Indspænding), er den almindeligste. I en-

kelte Tilfælde har man udført (eller tilstræbt at udføre) en Modifikation af Fig. 328, saaledes at Spærfaget har hvilet paa den ene Søjle med en bevægelig simpel Understøtning; Hensigten hermed naas imidlertid neppe med et Gliddeleje, idet Friktionen i et saadant i Almindelighed vil være saa stor i Forhold til Søjleens Modstand mod Bøjning, at der alligevel ingen Bevægelse foregaar ved Lejet; derimod kan man anvende et Rulleleje. — Spærfag-Foden er i alle Figurerne vist vandret, og dette er ogsaa det hyppigste, men forøvrigt kan man naturligvis benytte alle de tidligere omtalte Spærfag-Former. I de senere Aar har man jævnlig foretrukket en massiv Bjælke for et Gitter-Spærfag; Hovedfaget bliver derved til en massiv Portal, hvor Søjle og Bjælke gaa jævnt over i hinanden (se Fig. 276—77 i § 18, Fig. 340 i § 21). Angaaende Beregningen af disse Hovedfag, der sædvanligvis kun gennemføres ret tilnærmet, vil man finde en Del Oplysninger i T. S. II, § 52. Søjlerne blive paavirkede til Bøjning (foruden til Tryk) og faa derfor altid langt sværere Dimensioner end Stængerne i Spærfagene; en betydelig Besparelse vilde derfor i Reglen opnaas ved at benytte en Form som i Fig. 331, men Hensynet til Pladsen er som oftest i Vejen herfor. Bortset herfra kan man naturligvis som Hovedfag anvende alle de i § 18 omtalte

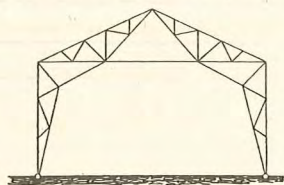


Fig. 331.

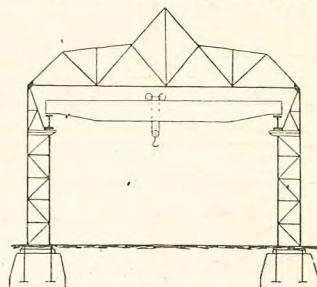


Fig. 332.

Bue-Spærfag, hvis Vederlags-Charnierer ere lagte helt ned i Terrænhøjde (se Fig. 276—77, 279). Fig. 332 viser en Form, der nærmest svarer til Princippet i Fig. 328.

Ved de Banegaardshaller o.l., hvor disse Bue-Spærfag særlig finde Anvendelse, er Gavlkonstruktionen noget afvigende fra den ovenfor beskrevne, idet Gavlvæggen, hvis Fagudfyldning i Reglen bestaar af Glas over det hele, kun føres ned til 5—6 m over Skinnetoppen. Konstruktionen ses skematisk i Fig. 333. I Gavlen ligger en af de sædvanlige Dobbeltbuer, langs Gavlvæggens Underkant er der anbragt en vandret Vinddrager

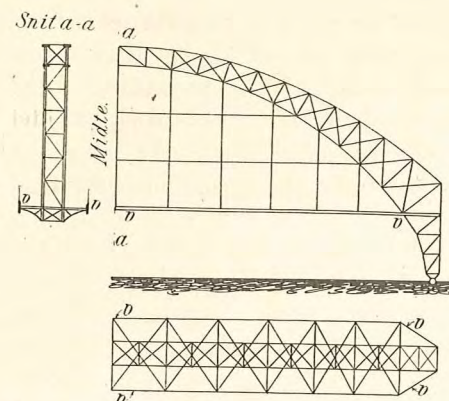


Fig. 333.

dragerens Flanger ofte sammen til en Spids, og den understøttes her enten paa den massive Sidemur eller ved et Kryds i Bygningens Sidevæg.

Den 2den af de nævnte Hovedanordninger (Fig. 326) anvendes sjældnere, men staar sikkert ikke tilbage for den første, naar det overhovedet er muligt at skaffe Plads til Vinddragerne. Disse anbringes simplest i vandrette Planer, langs Spærfag-Foden, men kunne i og for sig ogsaa godt lægges skraat, langs Spærfag-Hovedet; i Værkstedbygninger med Konsol-Kørekraner kunne Vinddragerne desuden udnyttes til Optagelse af Sidekræfterne fra Kranerne. I Fig. 326 er der vist en særlig Vinddrager for hver Side i Bygningen; i Virkeligheden er det naturligvis tilstrækkeligt med to af dem (én Drager Nr. I og én Drager Nr. II) ligesom med ét sammenbygget Hovedfag-Par i Fig. 325. Ved smalle Bygninger kan man maaske lade alle fire Vinddragere falde sammen til én (Fig. 334), eller man kan bruge massive Bjælker langs de korte Sider; der er i det hele mange Variationer mulige. — Søjlerne kunne, som i Fig. 326 vist, være forsynede med Charnierer baade foroven og forneden, men ogsaa paa dette Punkt kan der varieres, f. Ex. ved at indspænde Søjlerne forneden og alligevel understøtte dem paa en Vinddrager foroven. — Endelig kan Systemet ogsaa anvendes paa den Maade, at Vinddrageren faar (Mellem-) Understøtninger paa enkelte stive Portaler, ikke blot paa Gavlene.

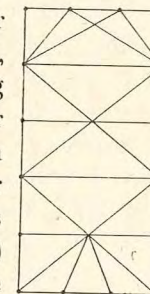


Fig. 334.

$v-v$ , ophængt til Buen ved lodrette Stænger, der tillige fungerer som Bjælker, idet de modtager Vindtrykket fra Fagudfyldningen og overføre det til Buen og Vinddrageren. For at faa Højde nok maa Vinddrageren springe frem udenfor Dobbeltbuen (se Snit  $a-a$  og Grundridset i Fig. 333), og da der i Almindelighed lægges en Løbebros ovenpaa den, understøttes den ved Konsoller (se Snit  $a-a$ ). Ved Enderne føres Vind-

§ 21. **Flerskibede eller flere-Etages Bygninger.** Den almindeligste Konstruktion af flerskibede Bygninger er principielt den samme som den førstnævnte i forrige Paragraf, saa der altsaa anvendes en Række Hovedfag, som ved deres egen Stivhed kunne optage Vindtrykket tværs paa Bygningen. Men Hovedfagene blive her næsten altid mere komplicerede med Hensyn til Virkemaade og Beregning, idet de komme til at bestaa af flere sammenbyggede Portaler og derfor blive i højere Grad statisk ubestemte. Fig. 335—40 vise nogle Exempler, hentede fra én-Etages

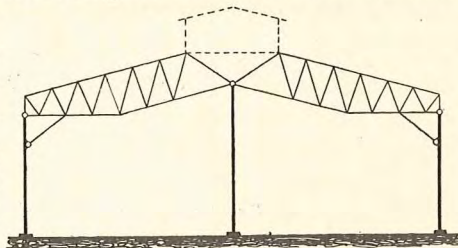


Fig. 335.

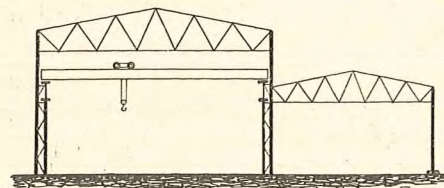


Fig. 336.

Værkstedbygninger. Ved Beregningen søger man dog altid at simplificere det System, der lægges til Grund, navnlig ved at forudsætte Charnierer paa saadanne Steder, hvor Stivheden er relativt lille. I Fig. 337 og Fig. 339 kan man saaledes tilnærmelsesvis betragte Vægsøjlerne som Penduløjler (især hvis de i Fig. 339 punkterede Stænger i Spærfagfoden udelades eller slutes bevægeligt til Søjlerne), hvorved hvert Sideskib for sig kommer til at fungere som en enkelt statisk ubestemt Portal. Paa disse Portaler hviler saa Taget i Midterskibet i Fig. 339 som en simpel Bjælke, hvorved ganske vist indføres en ny statisk Ubestemthed; men herover kan man

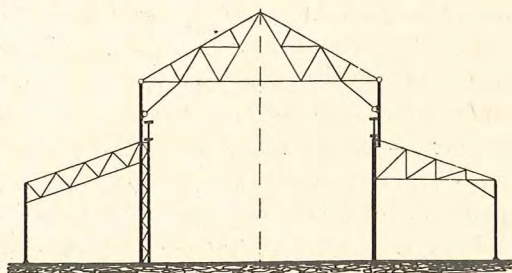


Fig. 337.

sætte sig ud ved en fornuftig Fordeling af Vindtrykket paa de to Portaler. I Fig. 337 kan man paa lignende Maade betragte Tagværket over Midterskibet og den øverste Del af Midtersøjlerne som en To-Charniers-Portal, der er stillet op

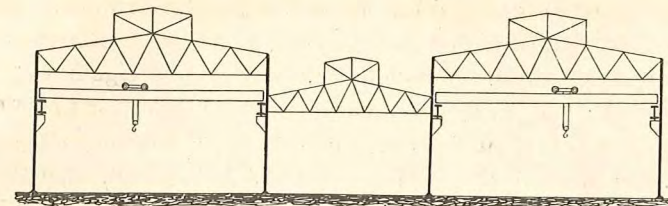


Fig. 338.

ovenpaa Sideskibene. I Fig. 338 kan man lade Midterskibets Spærfag hvile mere eller mindre løst paa de af Sideskibene dannede Portaler.

I Virkeligheden er det naturligvis tilstrækkeligt, naar der i Tværsnittet indgaar en eneste Portal, der kan optage alle de vandrette Kræfter; til den kunne saa de øvrige Skibe sluttes med mere eller mindre korrekt udformede, drejelige og undertiden ogsaa forskydelige Forbindelser. Det er ganske vist ikke særlig almindeligt (paa Grund af Bekostningen) at udføre virkelige Charnierer eller Rullelejer (Glidelejer ville sædvanligvis ikke svare til Hensigten), men der haves dog Exempler herpaa; der kan saaledes meget godt skaffes Plads til et simpelt Rulleleje med én eller to Ruller ovenpaa selv en ret spinkel Søjle. Imidlertid kan man i mange Tilfælde betragte selv et nittet Knudepunkt som en tilstrækkelig Tilnærmelse til et Charnier, naar man sørger for, at Stivheden i og i Nærheden af Knudepunktet ikke bliver for stor (se Forbindelsen mellem Sideskibets Spærfag og Vægsøjle i Fig. 339, naar den punkterede Stang udelades), og forøvrigt kan man ogsaa med meget simple Midler hidføre en tilstrækkelig Bevægelighed (se § 22, Fig. 351).

Fig. 340 viser et Exempel paa massiv Konstruktion af Spærfagene, der i de senere Aar ikke sjældent er bragt til Udførelse.

\*Saadanne Værkstedbygningers Anordning af

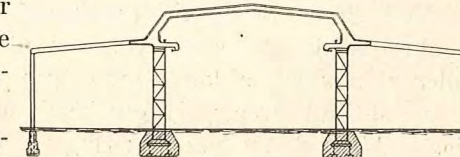


Fig. 340.

hænger forøvrigt i høj Grad af deres Udstyrelse med Kraner, saaledes som det ogsaa fremgaar af Figurerne. Den massive eller Gitter-Drager, der bærer Kranskinnen, kan som i Fig. 338 understøttes paa Konsoller, hvad dog er mindre heldigt af Hensyn til den excentriske Paavirkning paa Søjlerne, eller den kan hvile paa særlige Søjler (Fig. 336—37, 339), der i hele Højden forbindes med Væg-Søjlen ved et sekundært Gitter (Fig. 336, 337 tilvenstre, 339). Hvis man ikke ønsker den meget stive Søjle, som paa den Maade fremkommer, kan man ogsaa gaa den i Fig. 337 til højre anviste Vej, at lægge Kran-drageren centralt over Søjlen og slutte den Søjle-Forlængelse, der bærer Taget, excentrisk til; en saadan Ordning er i alt Fald at foretrække for den i Fig. 338, naar Kran-Trykket er større end Tagkonstruktionens Tryk, hvad ofte vil være Tilfældet. I Fig. 339 er samme Ordning anvendt ved Midter-Søjlerne, men med en mindre Excentricitet for Tagtrykket (se ogsaa Detailtegningen af denne Søjles øverste Del i Fig. 349). For at undgaa en altfor stor Spændvidde for Løbekranen har man i nogle Tilfælde anordnet to Kraner ved Siden af hinanden, hver kun spændende over den halve Aabning; de indvendige Krantragere ere da ophængte til Tagkonstruktionen.

Ved Udstillingsbygninger, Banegaardshaller o. l. ere Variationerne i Almindelighed langt mangfoldigere end ved

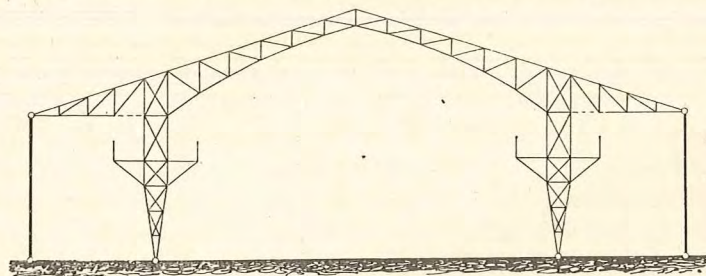


Fig. 341.

de simple Værkstedbygninger; et Exempel ses i Fig. 258, et andet i Fig. 341.

Ved større Spændvidder vil det ofte være praktisk, dels af økonomiske Grunde, dels for at formindske Antallet af Søjler, at indskyde sekundære Spærfag mellem Hovedfagene. Naar det kun drejer sig om Tagkonstruktionen, er den gunstigste Afstand mellem Spærfagene den samme som i § 15 (Begyndelsen), altsaa 2,5—8,0 m for Spændvidder 10—40 m;

ved Medtagelse af Søjlerne vil denne Afstand blive noget større, men man finder iøvrigt ingen almindelige Oplysninger herom, saa Spørgsmaalet maa afgøres i hvert Tilfælde for sig ved sammenlignende Beregninger. Imidlertid vil den gunstigste Søjleafstand ofte være for lille af andre Grunde, og i saa Fald gaar man til 8—15 m Afstand mellem Hovedfagene (og mere) og anbringer 1 à 2 sekundære Spærfag i hvert Melletrum, hvilende paa Længdedragere mellem Søjlerne. Til Optagelse af Vindtrykket maa man saa i Almindelighed ogsaa indskyde Vindtragere fra Hovedfag til Hovedfag, og Konstruktionen kommer saaledes til at staa paa Overgangen til den følgende.

Gavlene behandles i Almindelighed ganske som ved én-skibede Bygninger, saa herom er intet videre at tilføje. Hvis man optager Vindtrykket paa Gavlen ved en øvre Vinddrager, behøver man dog ikke her at nøjes med de Understøtninger, der faas ved Kryds i Sidemurene, idet man ogsaa kan bygge Mellem-Gavlsøjlerne sammen med de indvendige Søjler i det ved Gavlen nærmeste Hovedfag, ved Kryds eller snarere ved stive Forbindelser, saa der ligeledes paa langs i Bygningen fremkommer Portalkonstruktioner. Ved ringe Afstand mellem disse Portaler kan man endelig ogsaa helt undvære Vind-drageren.

Efter den 2den af de i forrige Paragraf omtalte Hovedanordninger overføres Vindtrykket paa Siden af Bygningen ved en vandret Vinddrager til Gavlene. Denne Konstruktion passer i mange Tilfælde særligt for flerskibede Bygninger med Shedtage (paa Grund af den ringe Bredde af de enkelte Skibe), hvorfor vi som Exempel lidt nærmere skulle omtale de forskellige her anvendte Ordninger.

Fig. 342 viser først den samme Anvendelse af stive Hovedfag som ovenfor. Ydersøjlerne ere indspændte forneden,

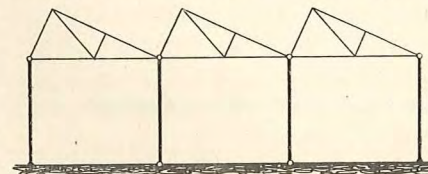


Fig. 342.

medens Mellemsøjlerne ere viste som Pendulsøjler; de to Ydersøjler maa altsaa alene modstaa Vindtrykket tværs paa Bygningen, men man kan naturligvis ogsaa indspænde Mellemsøjlerne

forneden og derved faa alle Søjlerne til at virke sammen. — Med det samme bemærkes, at det med de sædvanlig anvendte smaa Spændvidder af de enkelte Spærfag (5—10 m), og de

hertil svarende gunstigste Afstande mellem Spærfagene paa 2,5—4,0 m, næsten altid er praktisk at anvende 2—4 sekundære Spærfag mellem hvert Par Hovedfag. Mellem-Spærfagene

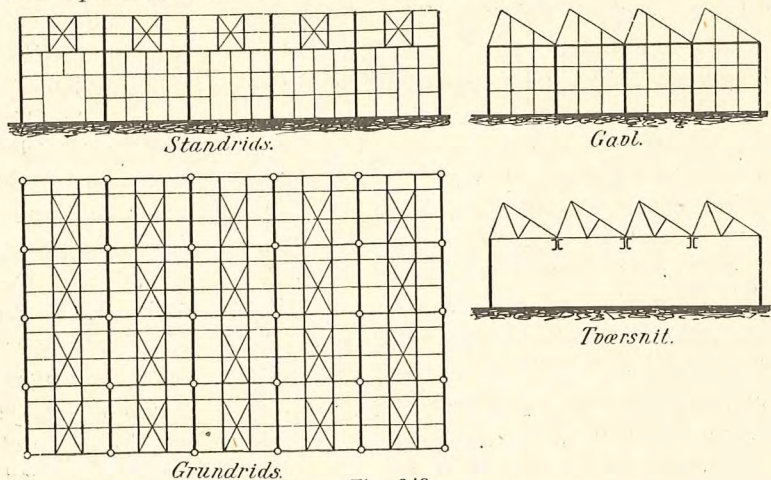


Fig. 343.

understøttes saa paa Dragere langs Søjlerækkerne, og disse Dragere paavirkes ogsaa til Bøjning i vandret Retning, med mindre man foretrækker desuden at indskyde sekundære Vinddragere. Man kommer derved til den i Fig. 343 i Standrids, Grundrids og Tværsnit skematisk viste Ordning; i Standridset og det ene Tværsnit ses tillige Inddelingen af Side- og Gavl-væggene med Stolper og Rigler, hvorom senere. — Den i Fig. 342 viste Konstruktion af Hovedfagene med foruden indspændte, foroven drejeligt forbundne Søjler er ikke videre økonomisk; man har derfor foreslaet en Konstruktion som i Fig. 344, hvor der dog i Stedet for den skraverede Tre-Charniers-Portal (Gitter- eller massiv) lige saa godt kan bruges en To-Charniers eller en indspændt Portal.

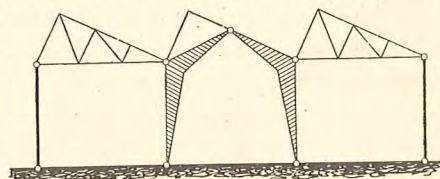
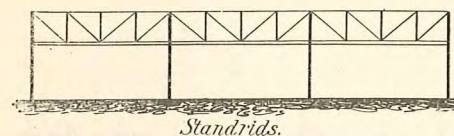


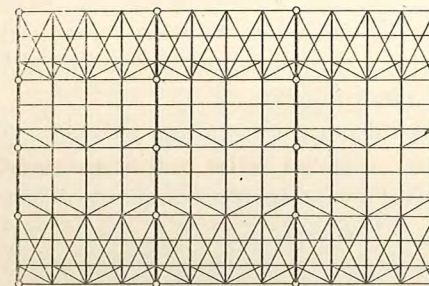
Fig. 344.

I Stedet for at anvende stive Hovedfag kan man nu ogsaa gaa over til den i Fig. 345 skematisk viste Ordning, hvor alle Søjlerne i og for sig godt kunne være Pendulsøjler. Langs hver af Bygningens Sidevægge er der her lagt en vandret Vinddrager ( $v-v$  i Tværsnittet), der understøttes paa lodrette

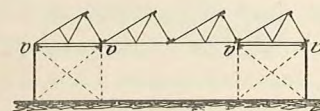
Kryds i Gavlene. Hvis Søjlerne virkelig udføres som Pendulsøjler, er Vinddrageren statisk bestemt, men i de fleste Tilfælde har man forankret



Standrids.



Grundrids.



Tværsnit.

Fig. 345.

for Vinddragerens Vedkommende, blive Søjlerne langt mere anstrengte end efter denne Beregning\*).

I Fig. 345 findes der kun en Søjle for hvert 4de Spærfag, og hen over Søjlerækkerne maa der da lægges Dragere. Disse kunne, som det vel ved første Øjekast synes naturligst, lægges nedenunder Spærfagene og udføres da som valsede eller Pladejærnsdragere, men de kunne ogsaa formes som Gitterdragere af samme Højde som de stejle Tagflader og lægges op i disse. Dette passer maaske bedst, naar disse Tagflader gøres lodrette som i Fig. 346, men der er heller intet i Vejen derfor ved skraa Tagflader, og som det ses i Længdesnittet, er det denne

\*) En korrekte Tilnærmelsesberegning findes i Schmiedel: Die Sheddachbauten, Berlin 1904, S. 123 o. f., en nøjagtigere Undersøgelse er foretaget af Geusen i Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 1482, og af K. Pohl: Untersuchungen über das Zusammenwirken wagerechter Verbände und eingespannter Stützen im Eisenhochbau, Leipzig og Berlin 1914.

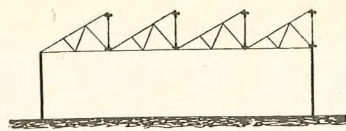


Fig. 346.

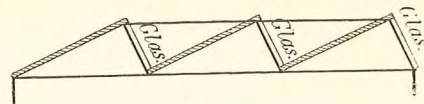


Fig. 347.

Ordning, der er tænkt paa i Fig. 345. Med den store Højde, som Dragerne faa paa denne Maade, kan man gaa til meget store Søjleafstande. Ved skraat liggende Dragere maa den lodrette Belastning opløses i to Komposanter, af hvilke den ene kommer til at paavirke Vinddragere.

For Fuldstændigheds Skyld nævnes endnu, at man ved Shedkonstruktioner ogsaa har undgaaet Søjler ved at sammenbygge de enkelte Spærfag til Paralleldragere tværs paa Bygningen, saaledes som det ses i Fig. 347.

Hvis Bygningen skal have flere Etager, bliver man i Reglen nødt til mellem Ydersøjlerne at opstille en eller flere Søjlerækker til Understøtning for Etageadskillelserne. Man kan saa enten (som i Fig. 348) lade Væg-Søjler og Tagkonstruktion tilsammen danne Hovedfag, der virke helt uafhængigt af de indvendige Søjler og Etageadskillelser eller dog ikke paavirkes synderligt heraf, eller man kan, hvilket i de fleste Tilfælde vil være det naturligste, lade Mellem-søjlerne indgaa i Hovedfagene (i Fig. 348 f. Ex. ved at forankre dem forneden og maaske ogsaa forbinde dem stift med Bjælker og Dragere) og føre dem helt op, saa de ogsaa kunne benyttes til Understøtning for Tagværket.

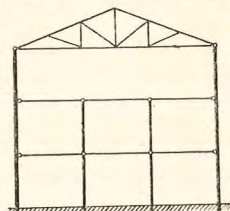


Fig. 348.

Eftersom Forbindelserne mellem de forskellige Søjler og Bjælker i Etageadskillelserne og Tagkonstruktionen ere mere eller mindre stive, kommer hele Konstruktionen aabenbart til at virke paa højst forskellig Maade, og der har ikke paa dette Omraade uddannet sig bestemte Typer i samme Grad som f. Ex. for én-Etages Værkstedbygninger. Dette gælder dog ikke for de amerikanske høje Staalskelet-Kontorbygninger (Skyskrabere), men en nærmere Omtale af dem vilde her føre for vidt. I de enkelte Tilfælde vil man altid have nogen Vejledning i de ovenfor (i denne og den foregaaende Paragraf) beskrevne Principper og Konstruktioner.

§ 22. Belastning og tilladelig Paavirkning; Detaljer vedrørende Jærnkstrukturen og Fagudfyldningen i Væggene. a. Belastning og tilladelig Paavirkning. For Tagkonstruktionens Vedkommende ere alle nødvendige Oplysninger herom meddelte i § 10, og disse Tal kunne i de fleste Tilfælde ogsaa uden videre anvendes her, hvor det drejer sig om hele Bygninger. Der skal derfor kun tilføjes følgende:

Jærnvægten i Sidemure og Gavle kan ifølge Ketchum\*) tilnærmelsesvis findes ved at multiplicere Arealet af Sidemure og Gavle med Fradrag af det halve Areal af Vinduer og Døre med den samme Vægt pr. Kvadratmeter, som der regnes med for Tagets Horizontalprojektion.

Vindtrykket paa Tagværker regnes som i § 10 til 125 kg/m<sup>2</sup>, hvorimod man med Trykket paa Ydervæggene (ifølge Dansk Ingeniørforenings Husbygningsnormer, 1916) kan gaa ned til 75 kg/m<sup>2</sup>. Totaltrykket paa en større Flade er nemlig erfaringsmæssigt altid mindre end paa et lille Areal; Forsøg af Baker ved Forthbroens Bygning gav kun ca.  $\frac{2}{3}$  saa stort et Tryk, naar det maalttes paa en 28 m<sup>2</sup> stor Flade, som for en Flade paa 0,14 m<sup>2</sup>.

Ved Beregning af Vindtrykket paa langs af en Bygning med

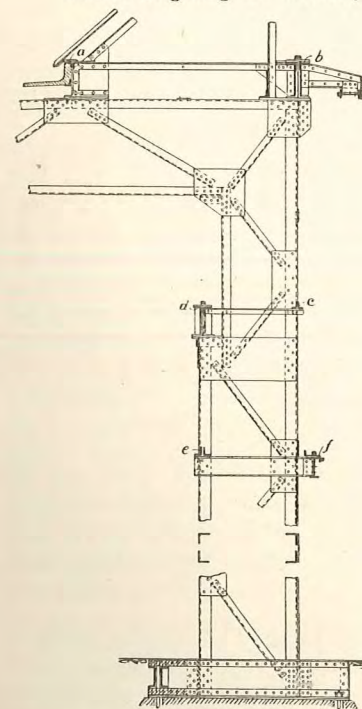


Fig. 349.

Bølgeblikstag er det ikke helt tilstrækkeligt kun at medtage Vindtrykket paa Gavle, Tagryttere o. l.; naar Vindretningen regnes at kunne danne indtil 10° med Horizonten, ville ogsaa Bølgetoppene i hele Taget frembyde en Flade, der kan træffes af Vinden. Efter Foerster\*\*) kan man gennemsnitlig regne med en vandret Kraft paa 1,5 kg/m for hver Bølge.

Foruden Egenvægt, Sne- og Vindtryk maa der ved Fabriksbygninger ofte tages særligt Hensyn til Paavirkninger fra Kraner, Transmissioner o. l., men herom maa Oplysninger fremskaffes i hvert enkelt Tilfælde.

b. Hovedfagene. De almindeligste Søjleprofiler dannes af et enkelt I-Jærn, undertiden bredflanget, af to C-Jærn eller af fire Vinkeljærn i I-Form, forbundne ved Gitter eller fuld Plade; alle disse anbringes med Kroppen i Hovedfagets Plan og passe bedst, saalænge Spærfaget er en Gitterbjælke med enkelt

\*) The design of steel mill buildings, New York 1904, S. 9.

\*\*) Die Eisenkonstruktion der Ingenieur-Hochbauten 1909, S. 481.

Krop. Ved sværere Konstruktioner, hvor Spærfaget faar dobbelt Krop, anvendes fortrinsvis to  $\square$ -Jærn i nogen Afstand fra hinanden og forbundne ved Gitter, Z-Søjler (J. K. I, S. 199, Fig. 220  $q-r$ ) eller lignende Profiler, der ere sammennittede af to  $\square$ -Jærn og et  $\Gamma$ -Jærn; i Gittersøjler dannes Flangerne hyppigst af to Vinkeljærn og Lameller (se Fig. 349, der viser den indvendige Søjle fra Fig. 339 i større Maalestok).

Søjlerne ende næsten altid forned med en nittede Fodplade (konstrueret efter det i J. K. I, S. 201—02 viste Princip), der hviler direkte paa Fundamentet og fastboltes hertil ved to eller fire Ankerbolte. Hvis der kun anbringes to Bolte i Axen 1 (Fig. 350), der er vinkelret paa Hovedfagets Plan, maa Forbindelsen nærmest betragtes som et Charnier, idet der i alt Fald ikke kan overføres noget videre Moment; anbringes Boltene derimod, som det virkelig er Tilfældet i Fig. 350, i Axen 2, nærmer Forbindelsen sig til en Indspænding, men vil man fremstille en effektiv Indspænding, bør man dog (som i J. K. I, Fig. 223—24) enten under Ankerboltens Møttriker lægge en svær Underlagskive, der slutter tæt ind til selve Søjlen, eller lade Boltene have fat i selve Søjlen ved Hjælp af bøjede Øskenplader. Ved sværere Søjler (store Indspændingsmomenter) maa man benytte Konstruktionen i J. K. I, Fig. 228, saaledes som det ogsaa ses i Fig. 349. I denne Figur er Trækket betydelig større i venstre end i højre Side; Ankerboltene have derfor i venstre Side fat i et Par  $\square$ -Jærn, der ere forlængede ud over den Kassetrager, der danner Søjlefoden, saa der her bliver Plads til 4 svære Bolte, medens der i højre Side kun behøves to spinkle. — Skal Søjleens Understøtning forneden virke som et Charnier (Fig. 329 og 331), hvad dog er forholdsvis sjældent ved almindelige Fabriksbygninger, kan man anvende Konstruktionerne i Fig. 288 og 290 (§ 18) eller et lignende Tangential-Vuggeleje. I Fig. 351 er vist, hvorledes man ved simple

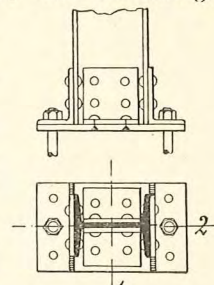


Fig. 350.

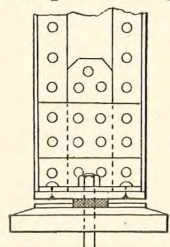


Fig. 351.

Midler kan opnaa en tilstrækkelig Bevægelighed; mellem den nittede Fodplade og Underlagspladen er der blot indlagt et smalt Fladjærn, og det hele holdes sammen af de to Ankerbolte, der gaa op gennem Underlagsplade, Fladjærn og Fodplade, men ikke frembyde nogen væsentlig Hindring for en Vuggebevægelse af Søjlen. Samme Konstruktion kan ogsaa benyttes ved Forbindelsen mellem Søjlen og Spærfaget. Søjlefoden kan anbringes i forskellig Højde i Forhold til Terrænoverfladen eller Bygningens Gulv. Sædvanligvis anvender man et muret eller i Beton støbt fortløbende Fundament for Bygningens Ydermure, med Overkanten i eller lidt over Gulvhøjde, og under Hovedfagernes Søjler udvides Fundamentet til en større Klods. Den almindeligste Ordning er saa at forsænke hele

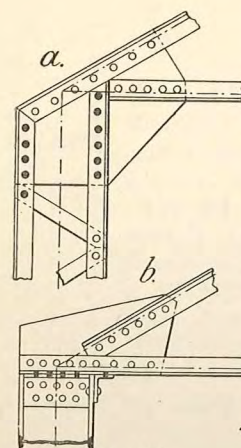


Fig. 352.

Søjlefoden ned under Overkanten af Fundamentet for Murene og indstøbe den i Beton, i alt Fald naar der tilsigtes en Indspænding; forlanges der Bevægelighed, maa man derimod anbringe en Kappe af tynd Jærnplade om Søjlefoden som Begrænsning for Betonen.

Forbindelsen med Spærfaget ved Toppen af Søjlen iværksættes sædvanligvis paa en af de to i Fig. 352 viste Maader, ved en Knudeplade eller ved Vinkellasker (se ogsaa Fig. 358 nedenfor).

Sekundære Spærfag udføres gerne med enkelt Krop, selv om Hovedfagene faa dobbelt Krop. Længdebragerne, hvorpaa de sekundære Spærfag hvile, kunne være Pladejærns- eller Gitterdragere og falde ved Fabriksbygninger sammen med Krandragerne. I Fig. 349 (se ogsaa Fig. 339) bæres

Skinen for Kørekranen i Midterskibet af en Gitterdrager  $b-c$ , og herpaa hvile ogsaa de sekundære Spærfag; Vindtrykket overføres til Hovedfagene af en vandret Gitterdrager  $a-b$ , der ogsaa optager Horizontaltrykket fra Konsolkranen foroven, medens det tilsvarende vandrette Tryk paa Konsolkranens nedre Skinne  $f$  optages af en Gitterdrager  $e-f$ ; endelig er  $d-e$  Krandrageren for Sideskibet.\*)

Krydsene i Sidevægge og Gavle ere noget afhængige af Fagudfyldingen og ville derfor blive omtalte nedenfor.

Det sekundære Jærnskelet i Murene bliver forskelligt efter Fagudfyldningens Art; her skal meddeles nogle Detailler for de to vigtigste Slags Fagudfyldninger, Bølgeblik og Udmuring.

c. Bølgebliksvægge. I lodrette Vægge kan anvendes noget tyndere Bølgeblik end til Tagdækning, dog ikke gerne under  $\frac{3}{4}$  mm. Det understøttes paa vandrette Riger, der indsættes mellem Hovedfagernes Søjler (ligesom Aasene mellem Hovedspærfagene), og det befastes dertil paa de samme Maader som til Aasene (se § 12), ved Nitter eller Skruebolte, Hager, Stropper eller ombøjede Stifter (Fig. 353), undertiden sømmes det til Træ-Paaforinger; Nitning maa helst kun anvendes ved den ene Ende af en Plade. I de lodrette Stød (paa langs ad Bølgerne) dække Pladerne  $\frac{1}{2}$  Bølgebredde over hinanden og nittes sammen for hver ca. 30 cm, i de vandrette Stød (vinkelret paa Bølgerne) bruges mindst 10 cm Overdækning. Afstanden mellem Rigerne bestemmes efter Bølgeblikkets Bæreevne overfor Vindtrykket og gøres gerne 1,25—2,00 m. Rigerne selv beregnes dels for vandret Bøjning fra Vindtrykket, dels for lodret Bøjning fra Egenvægten;

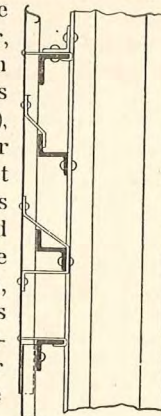


Fig. 353.

\*) Fig. 339 og 349 er taget fra »Der Eisenbau« 1910, S. 18 o. f.



undertiden understøttes de paa et eller to Mellempunkter ved lodrette Hængestænger af 10—13 mm Rundjærn, der fører Egenvægtstrykket op til Ramstykket.

Riglerne gøres af Vinkeljærn, Z- eller C-Jærn og befæstes udenpaa Hovedfagernes Søjler paa samme Maade som Aasene ovenpaa Spærfagene (Fig. 353). Den nederste Rigel, Fodstykket, kan være et Vinkeljærn, navnlig hvis det understøttes af et fortløbende Fundament (Fig. 354); skal det bære frit mellem Hovedfagene, vil et Z-Jærn med lodret Krop ofte være mere praktisk. Den øverste Rigel, Ramstykket, kan ligeledes dannes af et Vinkeljærn (Fig. 358 a) eller ved større Fritliggende og Belastning (f. Ex. naar de andre Rigler ere hængte op dertil) af et C-Jærn med lodret Krop (Fig. 358 b).

I Gavlene dannes Skelettet af en Række Stolper af I- eller C-Jærn, i lignende Afstande som Hovedfagene

ellers, og hvis der intet Hovedfag er anbragt i Gavlen, føres Stolperne helt op til Taget og afsluttes her med et Spær, der sædvanlig bestaar af et enkelt C-Jærn. Mellem Stolperne, der beregnes for Bøjning af Vindtrykket, anbringes dernæst Rigler ligesom i Sidevæggene. Hjørnestolpen dannes simp-  
lest af et enkelt svært Vinkeljærn, der forsynes med en Fodplade som i Fig. 355, og hvortil Bølgeblikket kan slutte sig, som vist i samme Figur. Andre Hjørnesamlinger, som kunne anvendes, hvor ingen Stolpe findes helt ude i den af Bølgeblikket dannede Vinkel, ses i Fig. 356.

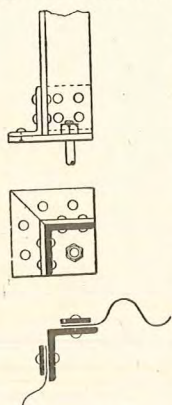


Fig. 355.

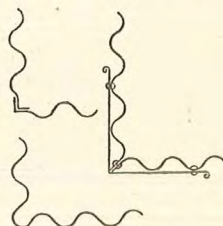


Fig. 356.

Gavlens Tilslutning til Taget kan udføres paa flere Maader;

et Par Exempler ses i Fig. 357 a og b. I begge Tilfælde er Bølgeblikket i Gavl-væggen ført helt op til Tag-Bølgeblikket og dette sidste fortsat et Stykke udenfor Gavlen; i Fig. 357 a er der fremstillet en Gesims ved at bøje Tag-Bølgeblikket om de til Aasen nittede Vinkeljærns-Forlængelser og fastnitte det til Bølgeblikket i Gavl-væggen; i Fig. 357 b er Gesimsens Profil fremstillet af en oprindelig plan Blikplade, der foroven er sømmet til en Planke for Enden af Aasene, forneden nittede til Gavl-Bølgeblikket (dette er selv sømmet til Træ-Paaforin-gen paa C-Spæret), medens Tag-Bølgeblikket er

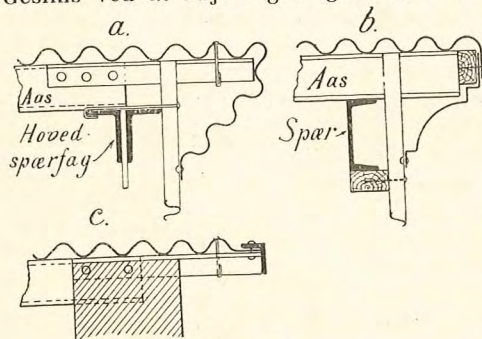


Fig. 357.

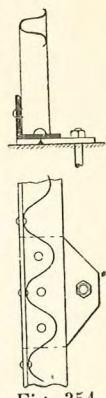


Fig. 354.

bøjet ned over Gesims-Blikket og sømmet til samme Planke. Endelig viser Fig. 357 c Fremstillingen af et simpelt Tag-Udhæng ved en muret Gavl.

Tilslutningen ved Tagskægget er vist paa et Par forskellige Maader i Fig. 358. I Fig. 358 a er Aabningen mellem Væggens og Tagets Bølgeblik lukket med et Tætningsblik, der i Almindelighed

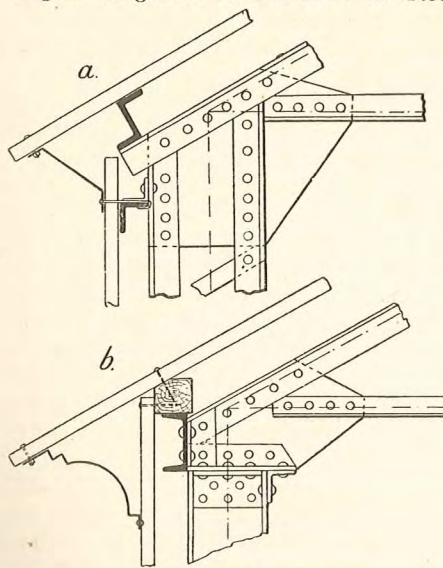


Fig. 358.

kun ligger an mod Tag-Bølgeblikkets Underside med en plan Kant, men som, hvis det skal give ordentlig Tæthed, maa slutte sig til Tag-Bølgeblikket med tungeformede Udskaaringer, der bøjes op og fastnittedes i hver enkelt Bølgetop. Bedre er det som i Fig. 358 b at føre Væg-

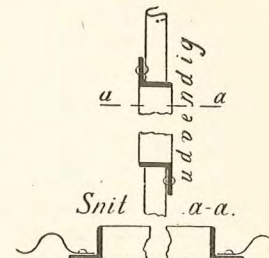


Fig. 359.

gens Bølgeblik helt op til Taget; der er da mindre at indvende imod, at Tætningsblikket, der her er formet som en lidt rigere Gesims, slutter sig til Taget blot med en plan Kant.

Vindues- og Døraabninger indrammes med Vinkel- eller Z-Jærn, sjældnere C-Jærn, hvortil Bølgeblikket nittes. Rammens Profiljærn maa vendes saaledes, at der opnaas Tæthed (se Fig. 359).

Diagonalkrydsene i Sidevægge og Gavle udføres ofte af Rundjærn eller Fladjærn, men gøres bedre af stive Profiler, som C- eller I-Jærn.

d. Fagudfyldning af Murværk. Imellem Søjlerne, Fodstykket forneden og Ramstykket foroven foretages en yderligere Inddeling af Murfladen ved lodrette Stolper og vandrette Rigler (Fig. 360) for at give den forholdsvis tynde Mur (i Almindelighed kun 1/2 Sten) tilstrækkelig Styrke. Med den sædvanlige Afstand af 5—7 m mellem Søjlerne (Hovedfagernes eller dem, der i Reglen anbringes i Ydermurene under de sekundære Spærfag) lader man som oftest Riglerne (en over og en under Vinduerne) gaa igennem og indskyder

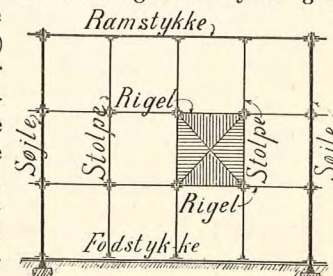


Fig. 360

i hvert Fag en enkelt Mellestolpe. Denne Inddeling angives af Czech\*) at være tilstrækkelig for  $\frac{1}{2}$  Stens Mur, naar Fagstørrelsen ikke overskrider  $12 \text{ m}^2$ ; andre regne dog, at man ikke kan gaa videre med Størrelsen af de frie Murflader end til kvadratiske Felter med ca. 2 m Sidelinie. Med under 1,2 m Afstand mellem Stolperne er det ikke mere nødvendigt at tilføje Rigler. Baade Stolper og Rigler skulle helst have et saadant Profil, at Murtykkelsen netop kan passe ind deri og derved faa en sikker Understøtning; ved  $\frac{1}{2}$  Stens Mur anvender man derfor bedst I- eller C-Jærn, N. P. Nr. 14, og paa Hovedfagenes Søjler tilføjer man ofte et Par Vinkeljærn (a i Fig. 361) som Indfatning for Murtykkelsen.

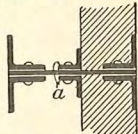


Fig. 361.

Rigler og Stolper paavirkes til Bøjning i vandret Retning af Vindtrykket; herved kan man regne, at Vindtrykket paa et firkantet Murfelt fordeler sig med  $\frac{1}{4}$  paa hver af Bjælkerne langs Feltets Sider og virker paa disse Bjælker som en Trekantbelastning (antydnet ved Skravering i et af Felterne i Fig. 360. Om Riglen dernæst ogsaa paavirkes til Bøjning i lodret Retning af Murvægten i Feltet ovenover, afhænger først og fremmest af dens Forbindelse med Søjlerne eller Stolperne. Hvis denne Forbindelse, som det hyppigt er Tilfældet, udføres som i Fig. 362, kan der naturligvis herigennem ingen lodret Kraft af Betydning overføres. Bedre, men sjældnere, er Forbindelsen i Fig. 363, hvor Riglens Flanger ere skaarne bort, og hvor der maaske desuden

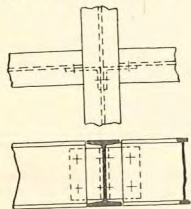


Fig. 362.

er tilføjet Knudeplader udvendig paa Flangerne. Men selv med denne Forbindelse ser man sædvanligvis bort fra den lodrette Bøjning, idet man gaar ud fra, at Riglen paa Grund af sin ringe Stivhed i lodret Retning vil bøje sig ned og understøttes af Udmuringen i Feltet nedenunder. Maaske bliver Riglen paa den Maade noget overanstrengt, men det maa erindres, at Nedbøjningen strax vil fremkalde en Hvælvingsvirkning i Muren (smlgn. Fig. 6), saa kun en mindre Del af Murvægten kommer til at belaste Riglen. Man bør dog sørge for en omhyggelig Udmuring navnlig ved Midten af Riglen.

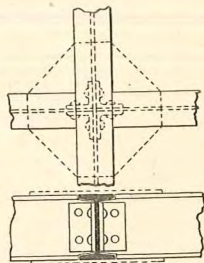


Fig. 363.

Hvis Fodstykket, som det i Almindelighed er Tilfældet, understøttes paa et fortløbende Fundament, dannes det simplest af et C-Jærn paa Fladen (Fig. 364), der fastboltes til Fundamentet, saaledes at heller ikke den vandrette Bøjning kommer til at spille nogen Rolle. Undertiden skal Fodstykket bære frit mellem Fundamenterne for Hovedfagenes Søjler, og i saa Fald maa man anvende et I-Profil med lodret Krop, valset eller nittet, bedst med et I-

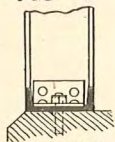


Fig. 364.

\*) »Der Eisenbau« 1910, S. 31.

Jærn paa Fladen nittet ovenpaa som Indfatning for Muren; Bjælken maa da beregnes baade for lodret og vandret Bøjning.

Ramstykket i en én-Etages Bygning, hvor der ingen Mellemspærfag findes mellem Hovedfagene, tjener som øvre Afslutning for Muren og paavirkes kun til Bøjning i vandret Retning (af Vindtrykket); maaske fungerer det tillige som Flange i en Vinddrager. I saa Fald dannes det i Almindelighed af et liggende C- eller I-Jærn. Anvendes der sekundære Spærfag, kunne disse enten understøttes paa særlige Søjler i Ydermurene, eller de kunne bæres af Ramstykket, der da fungerer som Længdedrager. Noget lignende er Tilfældet ved flere-Etages Bygninger, hvor Ramstykket ligger frit mellem Hovedfagenes Søjler og skal bære baade Muren i Etagen ovenover og Bjælkerne i Etageadskillelsen; der maa da ligesom ved et som Drager fungerende Fodstykke anvendes et valset eller nittet I-Profil med lodret Krop, undertiden med et liggende C-Jærn nittet baade over Hovedet og under Foden.

Diagonalkrydsene dannes bedst af I- eller C-Jærn med Højde lig Murtykkelsen og med Kroppen vinkelret paa Murfladen; Forbindelserne ved Enderne iværksættes ved udvendige Knudeplader paa begge Flanger, maaske ogsaa ved skæve Vinkellasker paa Kroppen, især i den stumpe Vinkel. Hvis Diagonalen krydser en Rigel eller Stolpe, er det disse sidste, der maa afbrydes og slutes til Diagonalen. Meget ofte, men mindre godt, anvender man ogsaa Diagonaler (og i saa Fald krydsende) af dobbelt Fladjærn, liggende i den ud- og indvendige Murflade; derved generes Udmuringen mindre.

Murens Yderflade og dermed Yderfladen af alle de nævnte Konstruktionsdele, Rigler, Stolper o. s. v., lægges gerne i Plan med Ydersiden af Hovedfagenes Søjler.

I Gavlene anbringes Hoved-Stolper med lignende Afstande som Hovedfagenes Søjler i Sidemurene, og Fagene herimellem inddeles ved Stolper og Rigler som ellers. — Hvis der intet Hovedfag ligger i Gavlen, afsluttes foroven med et Spær, der skal understøtte Aasene og danne Indfatning for Muren. Hjørne-Stolperne kunne i saa Fald se ud som vist i Fig. 365 a—c; den sidste Figur svarer til det Tilfælde, hvor Taget er afvalmet og et Gratspær udgaar fra Toppen af Hjørnestolpen.

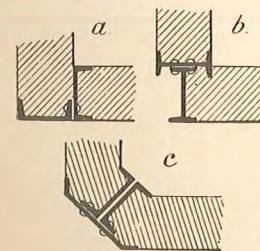


Fig. 365.

Rammer for Dør- og Vinduesaabninger dannes gerne af C-Jærn (Fig. 366 tilhøjre). Denne Figur viser et vandret Snit gennem et stort, fast Vindue, delt i to ved en I-Stolpe. Vinduerne indrammes her af smaa Z-Jærn, hvorimellem I-Sprosserne ere nittede. Til Inddeling af saadanne Vinduer haves forøvrigt flere patenterede Sprosse-Konstruktioner, hvor Krydsningen iværksættes uden Nitning.

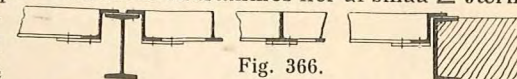


Fig. 366.



