

kraft, saafremt en saadan ikke allerede er tilført Ejendommen, og at Kedlen forsynes med ildfaste Sten, som anbringes paa Risten i saadanne Kedler, hvor Risten ikke kan fjernes, samt paa Kedlens Bagside. Det er af største Vigtighed, at Stikflammen ikke berører Dele af Kedlen, der ikke er vandkølede.

Oliefyrets mange Fordele og Behageligheder er

udførligt omtalt ovenfor, og da Oliefyriansanlæg ikke giver Anledning til Røgplage, vil en udbredt Anvendelse formindske Røgplagen i Byerne.

Uden Overdrivelse kan man sige, at Kuls Erstatning med Olie til Varmeproduktion kan sammenlignes med Petroleums Erstatning med Elektricitet til Belysning.

Aage Jacobsen.

Byggematerialernes Forhold i Varme og Ild.

Af Professor E. Suenson

Her efter Brandværns Haandbogen.

Intet Byggemateriale er fuldkommen brandsikkert, selv de modstandsdygtigste taaler ikke i Længden en stærk Ildpaavirkning, men Modstandsevnen er meget variabel; nogle Stoffer ødelægges ved faa Minutters Ildpaavirkning, andre kan i timevis modstaa en Brand uden at miste Bæreevnen. F. Eks. skelner *British Fire Prevention Committee* mellem midlertidig, delvis og fuldkommen Brandsikkerhed, eftersom Bygværket kan modstaa en stærk Ildpaavirkning i henholdsvis mindst $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{2}$ og $2\frac{1}{2}$ Time. Temperaturen Højde under en Brand afhænger naturligvis af det brændende Materiales Art og Mængde; ved forskellige Brande har man konstateret en Lufttemperatur af 1100° , og ved Brandforsøg tilstræber man at naa denne Højde.

Aarsagen til, at Bæreevnen mistes, er forskellig. Træ brænder op, Staal bliver blødt som Voks, Natursten springer i Stykker. De forskellige Stoffer maa derfor omtales hvert for sig.

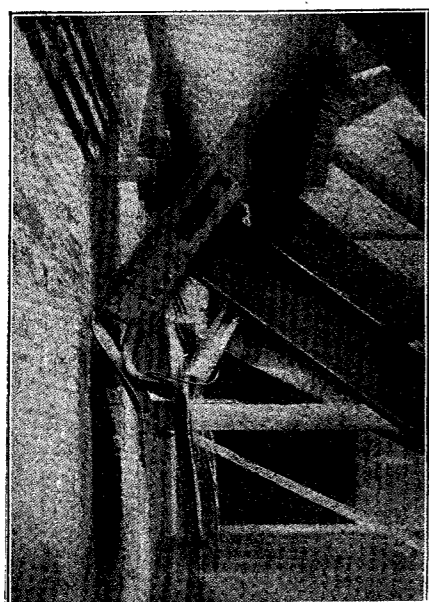


Fig. 1.

Staal og Støbejern.

Staal er et af de farligste Materialer i Ildebrandstilfælde saavel i Form af Bjælker som i Form af Søjler. Det begynder med at udvide sig, og Staalbjælker kan derved vælte Mure, i hvilke de er forankrede. Senere, naar Staalet bliver glødende og dermed blødt, mister det ganske Bæreevnen, Bjælkerne bøjer sig ned og Søjlerne ud (Fig. 1). Den store Varmeledningsevne er ogsaa en Fejl; en glødende Staalbjælke kan forplante Ilden tværs gennem en Mur.

Støbejern staar sig langt bedre, hvilket har vist sig baade i Praksis og ved Forsøg. Man har foretaget saadanne Forsøg med runde Støbejernsøjler og Staaletsøjler sammennittede af Profiljærn.

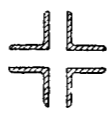


Fig. 2.

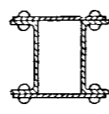


Fig. 3.

De blev lagt vandret over et Baal og sammentrykkede i Længderetningen med et Tryk, der svarede til, hvad man vilde byde dem i Praksis.

Staaletsøjlernes Modstandsevne afhænger af Profilet, idet et korsformet Profil af 4 Vinkeljærn (Fig. 2), der kun var sammennittede paa enkelte Steder, meget hurtigt bøjede sig ud til Siden, mens et lukket Profil som Fig. 3 med fortløbende Nitterækker holdt sig længere. Udbøjningen skete i det seneste samtidig med den første svage Glødning, men i Reglen lidt før 600° og altid til den Side, hvor Ilden var, som Følge af den stærkere Varmeudvidelse der. Sprøjtes der samtidig fra den anden Side, vil denne Virkning naturligvis forstærkes. Noget egentlig Brud indtraadte ikke, dertil er det glødende Staal for sejt, men Bæreevnen mistedes omtrent ganske, saa de Konstruktioner, der understøttedes af Søjlen, maatte nødvendigvis styrte sammen.

Støbejernsøjlerne bevarede i langt højere Grad deres oprindelige Egenskaber, de bøjede

sig ganske vist ogsaa noget henimod Ilden, men ikke meget, ikke engang naar de glødede paa hele Længden, og man saa rettede en Vandstraale mod Midten. Der kunde ved denne Behandling opstaa Ridser, hvilket dog ikke altid skete, men selv om der kom betydelige Revner, vedblev Søjlen at bære sin Last, og ved Afkø-

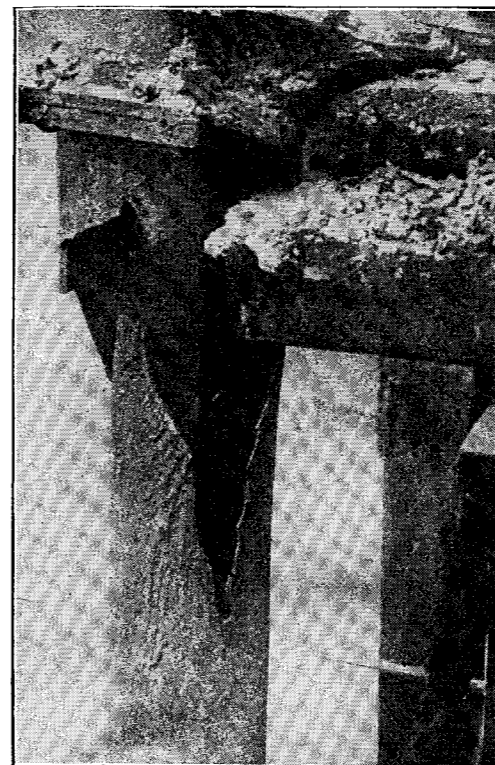


Fig. 4.

lingen rettede den sig ud igen og var efter Forsøget fuldkommen retliniet. Kun naar Søjlerne havde Kuglelejer i begge Ender og glødede paa hele Længden og blev besprøjtet energisk i Midten, bøjede de sig saa stærkt ud, at de brækkede. Omvendt forøgede en Indspænding af Enderne Modstandsevnen, navnlig mod Sprøjtning. Det er derfor af Betydning i Ildebrandstilfælde, at Brandvæsenet saavidt mulig undgaar at sprøjte midt paa Søjlerne i længere Tid.

Ved Bedømmelse af Støbejernets brandtekniske Egenskaber maa dets Skørhed dog tages i Betragtning. En Støbejernssøjle, der er fast forbundet med en Staaldrager, kan, naar Staaldrageren krummer sig under en Brand, ikke følge med i denne Bevægelse uden at brydes. Fig. 4 viser en kvadratisk Støbejernssøjle, der svigtede paa denne Maade under en Brand i New York; at Søjlen Godstykkelse, som det ses af Billedet, er højst uensartet, har naturligvis ikke forøget dens Modstandsevne.

Isolering af Jærnkonstruktioner.

Navnlig Staalkonstruktioner maa for at opnaa en passende Brandsikkerhed isoleres enten ved Indstøbning i Beton eller ved at beklædes med Cementmørtel, brændte Sten eller Korkplader.

Cementmørtelens relative Ildfasthed og ringe Varmeledningsevne har gjort den til et almindeligt anvendt Isoleringsmateriale for Dragere og Søjler af Jærn. Genstanden omgives med et tyndt Jærn-Traadvæv, paa hvilket Mørtelen udkastes i et tyndere eller tykkere Lag. Udsat for Ild kan Mørtelen blive mør og revne, men den vedbliver at isolere, fordi det sammenhængende Traadvæv hindrer den i at falde af, og de senere Aars Erfaringer gaar netop ud paa, at den Beskyttelse, en Isoleringsskappe yder under en Ildløs, i mindre Grad er betinget af dens fuldkomne Ildfasthed end af dens fuldkomne Sammenhæng.

Den saakaldte *Asbestcement*, ren Cement blandet med Asbestfnug, synes særlig egnet til at modstaa Ild, fordi de sprængende Sandskorn er erstattede af den sammentrykkelige Asbest. Et Pudslag af dette Materiale kan vel faa Revner i en stærk Ildebrand, men det skørnes ikke som almindelig Cementmørtel. Efter Branden er det at skære i som blød Kalksten eller haard Kit.

Cellebeton omtales senere i Afsnittet om Beton.

Stærkere isolerende end almindelig Cementmørtel virker en Beklædning med *Molersten*. Ved Forsøg med Staaletsøjler beklædte dels med Cementmørtel (Fig. 5) dels med Molersten (Fig. 6) anbragt i Luft, der opvarmedes til 1000° , fandtes

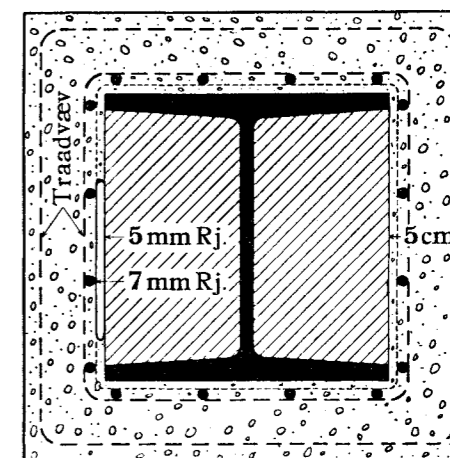


Fig. 5.

selve Staaletsøjlen Temperatur efter 2 Timers Opvarmning at være henholdsvis 340° og 90° . Tilsvarende fortræffelige Resultater fandtes for Staalbjælkelag og Staaldragere beklædte med

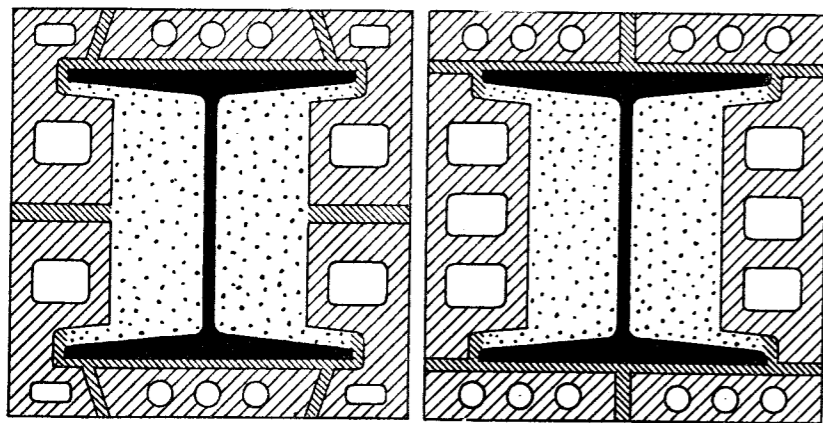


Fig. 6.

Molersten, og en paafølgende Besprøjtning af de glødende Sten gjorde ingen Skade.

At Molerstenene ikke falder ned, selv om de besprøjtes, er en meget værdifuld Egenskab, som lignende Fabrikater ikke altid er i Besiddelse af. De i Amerika brugte hule Teglsten er f. Eks. ikke til at stole paa. Solidt befæstede er de udmærkede, men det hænder ofte, at de løsner sig, enten paa Grund af Udførelsesfejl, eller fordi de springer, naar der sprøjtes, og falder blot en enkelt Sten ned, bliver Jærnet glødende paa det blottede Sted, og saa nytter det ikke, at Resten er godt beskyttet.

I den danske Brandpolitilov for Landet kræves Jærnkonstruktioner ikke isolerede, men i Byerne er Kravet almindeligt. I København forlanges saaledes en forsvarlig Isolering f. Eks. i Overensstemmelse med enten Fig. 5 eller 6.

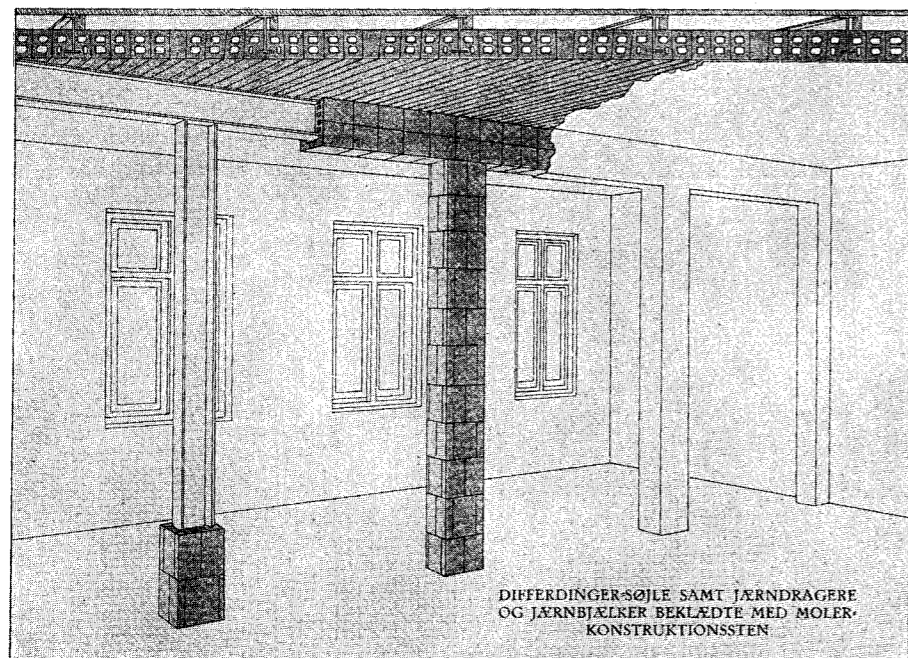


Fig. 7.

Fig. 7 viser et Jærnbjælkelag isoleret med Molersten.

Træ.

I mange Tilfælde er Træ uanvendeligt som Byggemateriale paa Grund af dets lette Antændelighed, og i alle Tilfælde maa man holde Træet i en passende Afstand fra Ildsteder. I København og Frederiksberg skal Afstanden fra et Skorstensrørs Inderside til nærmeste Træværk

mindst være 22 cm. Men iøvrigt er Træets Egenskaber under en Ildebrand ikke nær saa slemme, som man har villet gøre dem til. Mens de naturlige Sten springer, og Jærnbjælker bliver bløde og bøjer sig efter først at have udvidet sig stærkt og muligvis skudt Murene ud, vil Træbjælker, selv om der er Ild i dem, i lang Tid kunne bevare deres Bæreevne, og paa Grund af deres ringe Varmeudvidelse vil de ingen Skade gøre paa Murene.

Varmeudvidelsen er saa ringe, at den er betydningsløs for Bygningskonstruktioner. En Opvarmning vil som Regel bevirke, at Veddet svinder, fordi det tørrer, og omvendt vil en Afkøling fremkalde Vandoptagelse og Udbulning. Hvis Træet derimod er helt tørt og opvarmes i tør Luft, vil det udvide sig meget stærkt i Tværetningen, omtrent

5 Gange saa meget som Jærn. Vandet og Luften i Veddet paa virkes stærkere af Temperaturændringer, end selve Veddet; naar en Nybygning opvarmes, drives Gulvbjælkernes Fugtighed ud i Endetværsnittene, der derved udsættes for Svampeangreb.

Varmeledningsevnen er meget ringe, og Træ bruges der for som Varmeisolator f. Eks. til Beklædning af Yder-

mure. Ledningsevnen vokser med Veddet's Vaadhed og Vægtfylde og er dobbelt saa stor i Fibrenes Retning som vinkelret derpaa.

Antændeligheden varierer med Træsorden, idet den vokser med Veddet's Porøsitet, og navnlig er der mange af de oversøiske, haarde Træsarter, som kun er lidet brændbare; de forkuller, men Ilden slaar ikke ud i Flamme. Endvidere spiller Overfladens Beskaffenhed en Rolle; Antændeligheden forringes væsentlig, naar Træet høvles glat og Hjørnerne afrundes. Antændeligheden er størst hos de harpiksrige Naaletræer (Ildtændere fremstilles af Høvlspaaner dyppede i Harpiks), derefter kommer de bløde Løvtræer og endelig de haarde Træsarter. Eg antændes lettere end Bøg. Mange Træsarter er næsten uantændelige i grøn Tilstand, mens Naaletræer brænder let paa Roden. Normalt er Træs Antændelsestemperatur ca. 300°.

Beskyttelse af Trækonstruktioner.

Antændelsesfaren kan forringes ved at isolere eller imprægnere Træet. Man kan ikke gøre Træ uforbrændeligt; naar Temperaturen har naaet 3—400°, vil det forkulle og udvikle brændbare Gasarter, men ved Isolering kan man udskyde Tidspunktet for Forkulningen og Gasudviklingen og hindre Luftens Adgang til Træet, og ved Imprægnering kan man yderligere opnaa at gøre Gasarterne uantændelige, saaledes at Træet udsat for Ild, ikke brænder med Flamme og ved Ildens Fjernelse slukkes af sig selv. Saadant Træ der forholder sig passivt i Ildebrandstilfælde, kaldes flammesikkert.

Som brandhæmmende Midler bruges Beklædning, Bstrygning og Kedelimpregnering.

Beklædning. Træet kan som nævnt gøres mindre let antændeligt ved at dækkes med et isolerende Lag. Som Regel bruges et Pudslag af Kalkmørtel, der bringes til at sidde fast, ved at man først beklæder Træfladen med Tagrør. Pudning er forholdsvis dyrt og bruges derfor som Regel kun, naar man ogsaa af æstetiske Grunde ønsker at skjule Træværket. Langt dyrere, men ogsaa virkningsfuldere er Beklædning med Molersten, Cellebeton, Korkplader o. lign.

Trædøre beklædes med Asbestpap, der atter dækkes med 1 mm forzinket Jærnplade. Asbestpap bruges ogsaa som Indlæg i Pakhusgulve, idet der lægges to Lag Gulvbrædder med 8 mm

tyk Asbestpap imellem; Ild i det øvre Lag kan da ikke forplante sig til det nedre.

Overfor Straalevarme beklædes med Staniol.

Bstrygning kan udføres med

1) Stoffer, der lægger sig udenpaa Træet og kun virker som en tynd Beklædning. Hertil hører Cement, Kalk, Oliemaling m. m. De hæmmer en Antændelse og vanskeliggør Luftens Adgang til det brændende Træ, men Virkningen af disse tynde Lag kan naturligvis ikke maale sig med et Pudslags, og de beskadiges nemt. Deres varmeisolerende Evne kan forøges ved at iblande Asbest.

2) Stoffer, der trænger ind i Træet og stopper Porerne, men iøvrigt kun virker som 1). Blandt disse kan Vandglas anbefales som billigt og virksomt; det bruges, hvor Udseendet er af underordnet Betydning, navnlig til Lægter, Aase og Spær i Tagkonstruktioner over Skure og Fabriksbygninger, idet Pudning af sligt Tremmestværk vilde nødvendiggøre Anbringelsen af en indre Forskalling. Til udendørs Brug er det uegnet.

Først stryges to Gange med en tynd Opløsning (10—15 %), der trænger godt ind i Træet, derpaa een eller to Gange med en pigmentholdig Opløsning og endelig med rent Vandglas, der giver et glasagtigt Overtræk. Den Kiselsyre, der udskilles i Træet, forsinkes dets Antændelse, men naar Temperaturen er blevet saa høj, at Træet udvikler Gas, gaar der Ild i det. Da Vandglas er letopløseligt i Vand, blander man undertiden Kridt i og stryger to Gange med en Blanding af lige Vægtdele Vandglas (Handelsvædsken), Vand og Kridt; man faar derved et fast hvidt Dække af kiselsur Kalk, der ikke saa let gaar af i Regn, men paa den anden Side heller ikke er saa beskyttende som rent Vandglas, rimeligvis fordi det ikke trænger langt ind. Det vil formentlig være bedre at begynde med den rene Opløsning og først sætte Kridt til ved de sidste Strygninger. Iøvrigt frembyder Kridttilsætningen den Fordel, at man bedre kan kontrollere, om Strygningen er omhyggeligt udført. Man kan ikke oliemale ovenpaa Vandglas, da Malingen angribes og smuldrer.

Brændt Kalk læsket i en Klorkalciumopløsning bruges paa samme Maade.

3) Stoffer, som ved at udsættes for høje Temperatureer udvikler Vanddamp og andre ikke brænd-

bare Luftarter, der blander sig med Gassen fra Træet og forhindrer dens Antændelse. Hertil hører Alun, der allerede af Herodot (450 f. Chr.) omtales som flammedæmpende Middel, og forskellige Ammoniumsulte; endvidere Magnium- og Natriumsulfat samt Borsyre.

4) Stoffer, der smelter ved en ringe Varme og danner et Glasurovertræk, som hindrer Luftens Adgang og hæmmer Forgasningen. Hertil hører Boraks; det er billigere end Ammoniumsultene, men ogsaa mindre virksomt.

De i Handelen gaaende Strygemidler er som Regel en Blanding af flere eller færre af de ovennævnte Stoffer. Er Træet samlet med Bolte eller lign. bør man vælge et Strygemiddel, som ikke foraarsager Rust.

Asbestfarver er enten en Blanding af Vandglas med fint pulveriseret Fedtsten m. m. (f. Eks. 30 % Asbest, 20 % Ler, 10 % Borax, 10 % Vandglas, 30 % Vand og dertil Anilinfarver) eller en Oliefarve, der foruden et Farvestof indeholder pulveriseret Asbest. Af saadanne Farver har

Asbestos Oliemaling vist sig næsten lige saa beskyttende som Vandglas; den paastryges to Gange, efter at der først er grundet med en særlig Vædske.

Flamingo (tidligere *Iwu*) er en flammedæmpende Vædske, der fremstilles af I. W. Unmack, København. Uimprægnerede Træstokke, der holdtes over en Gasflamme, antændtes i Løbet af ca. 23 Sekunder, mens imprægnerede Stokke ikke flammede i de første 5 Minutter. Vædsken er ogsaa virksom til at hindre Svampeangreb. Den er brugt til Tagværkerne paa forskellige danske Slotte og til Trækonstruktionen over Københavns Personbanegaards Perroner. Der kan males ovenpaa Træet.

Kedelimprægnering. Langt bedre Resultater opnaas, naar man, i Stedet for at behandle Veddet overfladisk, presser Imprægneringsvædsken ind i det under Tryk. Fremgangsmaaden er den samme, som bruges, naar man imprægnerer mod Forraadnelse. Træet stables paa smaa Skinnevogne, der køres ind i en lang, liggende Kedel, som derpaa udpumpes for at fjerne Luft og Vand fra Træet, hvorefter den varme Imprægneringsvædske presses ind i Kedlen under stort Tryk. Brædder og Planker bør være helt gennemtrængte af Imprægneringsvædsken, mens Tømmer som Regel vil blive tilstrækkelig flamme-

sikkert, naar det imprægneres i en Dybde af ca. 5 cm.

Imprægneringsvædsken kan f. Eks. være en vandig Opløsning af Borsyre, Ammoniumsulfat og Magniumsulfat i Vægtforholdet 1 : 6 : 6. Ammoniumsulfat er meget hygroskopisk, og det er navnlig for at ophæve denne Egenskab, at Magniumsulfatet tilsættes. Hygroskopiske Salte kan dels fremkalde Skimmelvækst paa Træet og dels give Udblomstringer, desuden kan de angribe Søm o. lign. Ved Borsyrens Indvirkning paa Magniumsulfatet udskilles der i Træets Porer Krystaller af Magniumborat. Naar Træet udsættes for Ild, udvikler Borsyren og Magniumsulfatet Vanddamp, og Ammoniumsulfatet Ammoniak, Vanddamp og Svovlsyrling. Der indføres som Regel 80 kg Salte i hver m³ Træ (Brædder), idet en saadan Dosis er tilstrækkelig til at forhindre Fremkomsten af Flammer.

Det behandlede Træ er i Overfladen besat med Krystaller, men bearbejdes uden Vanskelighed, og paa en høvlet Flade ses Imprægneringen ikke. Det høvlede Træ kan baade males og poleres, Tømmerets Bøjningsstyrke forringes kun uvæsentligt, men Bolte og Søm ruste stærkt i det imprægnerede Træ. Stærkt harpiksholdigt Træ som Pitchpine lader sig vanskeligt imprægneres.

Da Borsyren og Ammoniumsulfatet er stærkt antiseptiske, hindrer de Larveangreb og Forraadnelse.

Træværk i Tage og Taarne, der er saa høje, at Brandvæsenet ikke kan sprøjte derop, forlanges undertiden imprægneret paa denne Vis.

Træ, der er udsat for Regn eller andet Vand, lader sig ikke varigt beskytte, da Imprægneringsstofferne udvaskes, med mindre man giver det imprægnerede Træ et vandtæt Overtræk.

Natursten.

Naturstenene hører til de upaalideligste Materialer i Ildebrandstilfælde. Overfor en Opvarmning forholder de sig som Glas. Hælder man kogende Vand i et tykvægget Glas, springer det, fordi Indersiden udvider sig, medens Ydersiden endnu er kold og ikke kan følge med uden at revne. Stenene, der er lige saa skøre, springer paa tilsvarende Maade ved en eensidig Opvarmning.

Porøse Sten staar sig bedre end tætte, fin-kornet Granit bedre end grovkornet; Basalt regnes for ret modstandsdygtig. Langt bedre end de øvrige er Klæberstenen, der paa Grund af

sin Sejghed er saa lidt tilbøjelig til at revne, at den kan bruges til Ovne og Kogekar.

Kalksten ødelægges ikke blot ved Sprængning, men ogsaa fordi Kulsyren uddrives, saa Stenen omdannes til brændt Kalk, der læsker sig ved Sprøjtning.

Asbest-Cement-Skifer.

Af Asbest-Cement, der allerede er omtalt som Isoleringmateriale for Jærnkonstruktioner, fremstilles Kunstskeer ved at sammenslæmme ren Cement og Asbestuld og behandle denne Masse paa Maskiner omtrent som ved Papfabrikation, hvorefter den skæres ud i Plader, der underkastes et stærkt hydraulisk Tryk og derpaa lagres i 3—4 Maaneder. Pladerne forhandles af de forskellige Fabriker under forskellige Navne som Eternit, Martinit o. s. v. og bruges navnlig som Erstatning for naturlig Tagskeer. Asbesten virker dels som en Armering, der gør Pladen sejgere og mere brandsikker end Naturskeerens, og dels nedsætter den Varmeledningsevnen til $\frac{1}{3}$ af dennes. Asbest-Cement-Skeerens har ogsaa større Bøjningsstyrke og større Modstandsevne mod Slag og er billigere. I Tidens Løb bliver Overfladen ulden, fordi Regnen opløser Cementen i Overfladen, men det gaar meget langsomt, og da Pladerne er 4 mm tykke, har de en betydelig Varighed.

Pladerne udskæres som Regel i smaa Stykker, af Størrelse og Form som de naturlige Tagskeerens. Større Plader kan bruges som Underlag (Blindtræ) for Finér ved Fremstilling af brandsikre Paneler i Teatre.

Store Bølgeplader, indtil 2 m lange og mere, bruges i de senere Aar til Tækning. Ligesom Bølgeplader kræver de kun faa Lægter og er hurtige at lægge, og saa er de mere varige og varmeisolerende.

Teglsten og andre Mursten.

Almindelige Teglsten er ikke ildfaste; ved Ildebrande med meget høje Temperaturer, som naar store Mængder Olie og Sukker brænder, kan de ødelægges 3 cm ind, dels ved Smeltning, dels ved Sprængning fremkaldt af Slukningsvandet. Endnu mere lider Kalkmørtlen, som ofte ødelægges i 6 cm Dybde. Undertiden kan Brandskaden være saa stor, at Murene maa nedrives, men ikke desto mindre er Teglstensmurværket et af de mest brandsikre Husbygningsmaterialer. Brandsikre Mure bør mindst være 1 Sten tykke, og for Brandmure foreskrives ofte en Minimumstykkelse af $1\frac{1}{2}$ Sten i øverste Etage.

Molersten forholder sig som almindelige Teglsten, men er langt mere varmeisolerende, hvorfor de som tidligere nævnt er særligt egnede til Isolering af Jærn- og Trækonstruktioner.

Cementmursten er mere varmeledende end Teglsten, og den almindelige Handelsvare er saa fattig paa Cement, at den kun har ringe Modstandsevne saavel overfor Varmespændinger som overfor Forbrændingssgassens kemiske Indvirkning, hvorfor Justitsministeriet har forbudt disse Stens Anvendelse til Skorsten. I Tyskland maa gode Cementmursten gerne bruges paa denne Maade.

Kalksandsten er ogsaa mere varmeledende end Teglsten, selv om Porositeten er den samme, da Sandet er en bedre Leder end det brændte Ler, men hvad Brandsikkerhed angaar, regnes de jævnyrdige. I København maa kun visse, godkendte Fabrikers Sten bruges, paa Landet er der ikke denne Indskrænkning, men til Gengæld maa Stenene ikke bruges til Skorsten.

Beton og Jærnbeton.

Beton og navnlig Jærnbeton hører til de mest brandsikre Materialer. Beton kan omtrent side-stilles med Teglstensmurværk, medens Jærnbeton maa stilles højere, da dette Materiale er sejgere, og da det bevarer Sejgheden i høje Temperaturer, idet Jærnet holder sammen paa Betonen, og Betonen beskytter Jærnet mod at blive blødt. Dette sidste er en Følge af Betonens forholdsvis ringe Varmeledningsevne.

Varmeledningsevnen udtrykkes ved Varmeledningstallet, og dette er for Jærn 56, for Beton af Natursten kun 1 og for Slaggebeton endnu mindre. Indstøbt Jærn er derfor godt beskyttet mod Temperaturændringer, og en Betonvæg er en god Isolator i Ildebrandstilfælde. Varmeledningstallet vokser med Betonens Tæthed og Vandindhold. I højere Temperaturer udskiller Cementen Hydratvand, hvilket forringer Ledevnen, da meget af Varmen bindes ved denne Proces.

Beton har et ca. dobbelt saa stort Varmeledningstal som Teglstensmurværk, og den egner sig derfor mindre godt til Ydermure om Boliger og Stalde; den bortleder Varmen hurtigere, og Væggene dugger, da Betonen kun er lidet vand-sugende. Denne Dugdannelse kan ogsaa finde Sted paa Jærnbetonlofter over Stalde, naar Ydertemperaturen er lav, og der ikke er Hø i Loftrummet. Til Skure og lign., hvis Indertem-

peratur ingen Rolle spiller, kan man godt bruge Ydervægge af Jærnbeton, og naturligvis kan man ogsaa bruge dem til Boliger, saafremt de varmeisolerers.

Varmeudvidelse. Beton og Jærnbeton udvider sig ved Opvarmning ligesom andre Stoffer, men samtidig vil der foregaa en Udtørring, der — omend først i Løbet af nogen Tid — bringer Betonen til at svinde.

Varmeudvidelsestallet er for blødt Staal $1/86000$ og for Beton $1/100000$. Staalet udvider sig altsaa noget mere end Betonen og har Tendens til at sprænge denne ved en Temperaturstigning. Forskellen i Udvidelse er imidlertid saa ringe, at de almindeligt forekommende Temperaturvariationer ingen Spændinger af Betydning fremkalder, kun i Ildebrandstilfælde vil de kunne naa en betydelig Værdi.

Styrketab. Naar Betontærninger opvarmes til f. Eks. 1000° og derefter afkøles og trykprøves, kan de have mistet Halvdelen af deres Trykstyrke eller mere, hvilket i mindre Grad skyldes kemiske Forandringer (Cementens Hydratvand uddrives) end Sprængninger fra uens Varmeudvidelse.

Tilslagstoffernes Art spiller derfor en Rolle. Finkornede Natursten er bedre end grovkornede. Kvarts og kvartsholdige Sten (Granit) er de daarligste, fordi Kvartsens Varmeudvidelse ikke er ens i alle Retninger, og fordi der ved 573° pludseligt sker en stærk Udvidelse. Basalt og Diabas er de bedste, deres Varmeudvidelse ved 1000° er mindre end Kvartsens og Granitens ved 600° . Kalksten, der ved nogle Forsøg har vist sig daarlige, har i Praksis og ved Forsøg med hele Søjlere staaet sig godt; den Omdannelse til brændt Kalk, som man kunde befrygte, indtræder kun i Overfladen, dybere inde naar Betonen ikke den fornødne Temperatur. Ved Brandforsøg med et Jærnbetonhus viste Beton af Kalkstensskærver sig bedre end Grusbeton; den ledede Varmen daarligere, og det Jærnet dækkende Betonlag sprang mindre let af. Ogsaa Slagger, Teglstensskærver og Chamotte er gode Tilslagstoffer.

Smaa Sten er at foretrække for store, da de fordeler de sprængende Kræfter mere jævnt i Betonen. Skærver er formentlig bedre end runde Sten.

Cementindholdet skal være stort nok til at give en stærk Beton, men maa ikke overdrives; en passende Grad af Porøsitet er gavnlig, da de

enkelte Bestanddele da har Plads til at udvide sig; meget fed og meget mager Beton staar sig daarligere end Mellemkvaliteter.

Trykelasticitetstallet er efter en Opvarmning langt stærkere forringet end Trykstyrken; den Sammentrykning, som en given Spænding med-



Fig. 8.

fører, kan for Beton, der har været opvarmet til 700° , være 20 Gange saa stor efter Opvarmningen som før denne.

Brandsikkerhed. De ovenfor omtalte Laboratorieforsøg viser, at Cementmørtel ikke er en ildfast Mørtel, men om dens Modstandsevne ved Ildsvaader giver de kun et daarligt Begreb. En fuldstændig Gennemglødning i Timevis, som Laboratorierne anvender, vil der sjældent være Tale om ved en almindelig Ildebrand hvor Betonen er til Stede i store Dimensioner og kun paavirkes fra een Side; Overfladen kan blive beskadiget, men til dens Indre naar Ilden ikke paa Grund af Mørtelens forholdsvis ringe Varme-



Fig. 9.

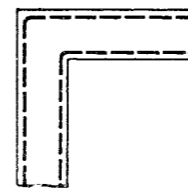


Fig. 10.

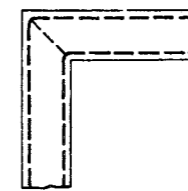


Fig. 11.

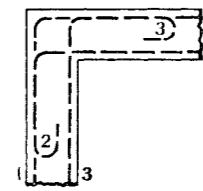


Fig. 12.

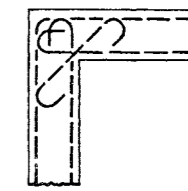


Fig. 13.

ledningsevne. Det er en Kendsgerning, bekræftet ved talrige Brandprøver og virkelige Ildebrande, at Betonens Brandsikkerhed langt overgaaer Jærns, Stens og Træs.

Trapper af Granit og Kalksten styrter sammen efter en kortvarig Ildpaavirkning, medens Betontrapper staar sig langt bedre. Specielt frembyder Jærnbetonkonstruktioner baade som Trapper og Etageadskillelser en Sikkerhed ved Ildsvaader, der ikke overgaaer af nogen anden Konstruktion. Brandforsøg i et dertil støbt Forsøgshus har vist, at selv ved en Lufttemperatur af 1100° vil en Jærnbetonkonstruktion kunne bære sin Nyttelast og mer uden at styrte sammen. En kun 8 cm tyk Væg eller Loftplade vil som Regel være tilstrækkelig til at forhindre Ildens Udbredelse fra et Rum til et andet, man vil under Branden kunne færdes i Naborummene, og brændbare Stoffer der antændes ikke.

Et godt Indtryk af Jærnbetonens Brandsikkerhed faar man af Fig. 8 og 9, der gengiver Fotografier fra en heftig Brand i Aalborg 1922. Mellem to Foderstofpakhuse af Træ fandtes en Forbindelsesbygning af Jærnbeton (Fig. 8). Branden opstod i det ene Pakhus, forplantende sig gennem Luften til det andet, og efter Branden var Tilstanden som Fig. 9 viser.

Brandmure bygges derfor i stigende Grad af Jærnbeton. Angaaende Konstruktionen foreskriver Dansk Ingeniørforenings Husbygningsnormer: „Brandmure af Jærnbeton maa ikke være tyndere end 15 cm (foruden de mulige Pudslag) og skal krydsarmeres i bægge Sider med mindst 7 Stk. 7 mm Rundjærn pr. m i bægge Retninger i hvert Næt. Maskevidden maa ikke forøges, selv om der bruges sværere Jærn, og Jærnmængden maa ikke forringes, selv om der bruges spinklere Jærn. Alle Jærn skal kroges i Enden og skal sammenbindes i alle Krydsningspunkter med Jærntraad.“

Ogsaa brand- og indbrudssikre Rum bygges gerne af Jærnbeton; undertiden ogsaa Dørene, hvorved opnaas, at disse ikke kan aabnes ved Flammeskæring, men kun under Brug af Hammer og Mejsel, hvis Støj virker allarmende.

En omhyggelig Armering er af stor Betydning

for Brandsikkerheden. Det er ikke altid tilstrækkeligt at armere for de Trækspændinger, som Nyttelasten fremkalder, thi den uens Opvarmning kan fremkalde Trækspændinger paa Steder, hvor der normalt er Trykspændinger, og hvis disse Steder er blottede for Jærn, kan Konstruktionen faa alvorlige Revner. Det er ogsaa vigtigt, at alle Jærnene kroges i Enden, og at de ved Stødene overdækker hinanden paa en rigelig Længde. I Hjørnet mellem to Vægge bør Armeringen ikke indlægges som vist i Fig. 10, thi hvis Varmespændingerne søger at aabne Vinklen, kan de indre Jærn rette sig ud og derfor ikke yde Modstand. Man kan hindre Udretningen ved Bøjleindlæg (Fig. 11), eller ved at armere paa een af de i Fig. 12 og 13 viste Maader.

Bygværkets Tilstand efter en Ildsvaade afhænger naturligvis af Temperaturens Højde og af Konstruktionens Karakter; i nogle Tilfælde har en fuldstændig Nybygning været nødvendig, i andre har man kun behøvet at forny Pudsen. Søjle- og Bjælkehjørner er meget tilbøjelige til at springe af, og undertiden følger her det dækkende Betonlag udenfor Jærnet efter, hvilket ogsaa gælder for Plader. Disse Afsprængninger sker dog først, naar der sprøjtes paa Betonen.

Af Betydning for Brandsikkerheden er Betonens Alder, idet ung Beton, der endnu indeholder meget ubundet Vand, let kan revne og skalle som Følge af den stærke Dampdannelse. Brand under en Konstruktion, der endnu staar i Forskallingen, kan saaledes virke stærkt ødelæggende.

For at en Jærnbetonkonstruktion skal være brandsikker, maa der være mindst 1 cm Beton udenfor Jærnet; dertil kommer saa ofte et Pudslag; selv om dette før eller senere springer af, gør det indtil da god Nytte som Varmeisolator. Fra visse Sider kræves en samlet Tykkelse af 2,5 cm for Plader og 5 cm for Bjælker og Søjlere, paa hvilke Ilden jo virker fra henholdsvis 3 og 4 Sider, men hvor Brandfaren ikke er meget stor, er der næppe Grund til at gaa saa vidt. Ved Forsøg har det vist sig uden Betydning, om Dæklaget var $1/2$ eller 2 cm tykt. Det er vig-

tigere, at Dæklaget ikke springer af, end at det er tykt, og vil man have en særlig bransikker Konstruktion, bør man derfor indlægge Traadvæv (Hønsenæt) enten i Pudsen eller i Betonen. Endnu virkningsfuldere er det at indlægge en 1 cm tyk Korkplade mellem Betonen og den armerede Puds. Eventuelt kan den sammen med Hønsenættet anbringes i Formen inden Støbningen.

Konstruktionens ydre Form er ikke uden Indflydelse paa Brandsikkerheden; et plant Loft er at foretrække for et Bjælkeloft, en massiv Konstruktion for en spinkel. Fritliggende, kontinuerlige Bjælker beskadiges ofte mest ved Mellemunderstøtningerne, fordi Undersidens Opvarmning fremkalder Trykspændinger i den, der adderer sig til de alt tilstedeværende, saaledes at Betonen kan knuses.

Cellebetonen, der fremstilles ved at blande Cementmørtel med Sæbeskum, forener den almindelige Betons Brandsikkerhed med stor Lethed og Varmeisoleringssevne. Den i Husbygningen brugte Cellebetons Vægt er kun $\frac{1}{3}$ og Varmeledningstallet kun $\frac{1}{8}$ af almindelig Betons. For en 6 cm tyk Plade, hvis Underside var 750° varm, fandtes Temperaturen paa Oversiden ikke at overstige 55° . Som Følge af disse Egenskaber er Materialet udmærket egnet til Isolering af Jærn- og Trækonstruktioner. Et Træbjælkelag helt indstøbt i Cellebeton, saaledes at Bjælkerne var dækkede af 3 cm Beton foroven og 5 cm Beton med Hønsenæt forneden, taalte ved et Brandforsøg 3 Timers Ildpaavirkning paa Undersiden, uden at Betonen skallede af, og uden at Bjælkerne viste Antydning af Forkulning.

Glas.

Glas smelter ved ca. 1200° , men sprænges som Regel længe forinden som Følge af Varmespændinger. Brandsikre Vinduer, der skal være uigennemtrængelige for Ild og Røg, maa derfor fremstilles enten af Traadglas, hvis Jærntraadvæv holder sammen paa Stumperne, eller inddeles i saa smaa og saa godt indfattede Ruder, at disse kan revne uden at falde ud.

Traadglas er Raaglas med et indlagt Jærntraadvæv med kvadratiske eller sekskantede Masker. Saadant Glas er mindst lige saa skørt som det almindelige, men naar det revner, holder Jærnet Brudstykkerne sammen og bevarer Formen. En Rude af Traadglas vil derfor ved Ildsvaader forhindre Ildens og Røgens Fremtrængen i Modsætning til en almindelig Rude, og selv om

den er ophedet og der sprøjtes paa den, falder den ikke ned. Traadvævet virker ogsaa fordelende paa Varmen, men det formindsker den indfaldende Lysmængde en Del; ved 1 mm Traadtykkelse og 7,5 mm Maskevidde saaledes 27 %.

Traadglas bruges navnlig til Ovenlys og Fabriksvinduer samt til Ruder, der er udsat for Overlast, eller hvor man kan frygte Indbrud. En stor Del Ruder af Størrelse $0,5 \text{ m}^2$ anvendes i København i Mure mellem W.C. og andre Rum.

Endvidere bruges Traadindlæg til Glassager, der er udsatte for pludselige Temperaturvariationer (f. Eks. Vandstandsglas).

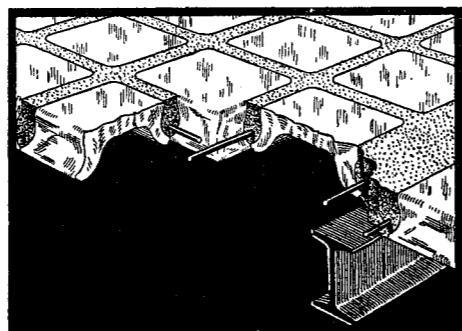


Fig. 14.

Tykkelsen er 5—100 mm; de store Tykkelser, der bruges i Kørebaner, er armerede med svær Traad. De tyndere Sorter kan faas indtil 1 m brede og 3 m lange; for de tykkere Sorter er Maalene mindre. Jærnindlægget umulig- eller vanskelig gør Skæring, og Ruderne bestilles derfor altid i nøjagtige Maal.

Naar Traadglas bruges af Hensyn til Brandsikkerheden, forlanger Myndighederne gerne en Tykkelse af mindst 6 mm, og Vinduernes Størrelse begrænses til f. Eks. 1 m^2 . Slige Vinduer kan under ikke altfor uheldige Omstændigheder taale en Brand i 1 à 2 Timer. Grænsen for deres Ydeevne er naaet, naar Jærnrammen bøjer sig, eller Glasset er blevet saa blødt, at det ikke kan bære sig selv.

Landbygningernes Brandforsikring forlanger Traadglas med mindst 2 cm Maskevidde til Vinduer i Rum for Petroleum- og Benzinmotorer.

Hvor stor Gennemsi g tighed ønskes, bruges Spejlglas med Traadindlæg.

Vil man have brandsikre Vinduer af et pynteligere Udseende end Traadglassets, bruger man smaa Ruder indfattede i Kobberrammer, der ved elektrolytisk Kobberudfældning gøres tætslutende. Saadant Glas benævnes Elektroglas, Galvanoglas Elektrolytglas o. s. v. Der foreskrives

som Regel en Glastykkelse af mindst 4 mm og en Rudestørrelse af højst 100 cm^2 , mens Størrelsen af hele Skiven ikke maa overstige $0,6 \text{ m}^2$. Slige Vinduer er ikke saa stærke, som naar de udføres i Traadglas, men de regnes for lige saa brandsikre, og der gaar mere Lys igennem dem.

Brandsikre Ovenlys i Jærnbetonkonstruktioner kan fremstilles ved Indstøbning af særligt formede Glasfliser (Fig. 14) af System Kepler el. lign. Disse Ovenlys kan udføres med stor Spændvidde og dog bære store Vægte, saa man kan færdes paa dem, og set fra neden er der den Ejendommelighed ved dem, at Mørtelrib-

berne er usynlige, idet deres og Glassets Grænseflade virker som et Spejl, der tilbagekaster Lyset. Hele Ovenlysfladen gør derfor Indtryk af at være gennemsigtig.

E. Suenson.

Literatur: „Red Books“ of the British Fire Prevention Committee. Ragnar Schlyter. Brandtekniske Provninger i England och Förenta Staterna (Statens Provninganstalt Medd. 5). Anders Friis: Flammesikring af Træ, Straa og Væv (Teknisk Forenings Tidsskrift 1911, S. 81). Carl Forssell. Om brandsäkra Byggnader (Teknisk Tidsskrift, Arkitektur 1913, Häft 7). Nordisk Byggnadsdag 1927. Handbuch für Eisenbetonbau, 2. Aufl., Bd. VIII. Silomon: Ueber die Feuerbeständigkeit von Eisenbetonbauten (Beton und Eisen 1924).

De vigtigste Bygningskonstruktioner og Bygningsprincipper med Hensyn til Brandfare.

Af Direktør, cand. polyt. Poul Serup

Her efter Brandværns Haandbogen.

Spørgsmaalet om, hvilke Principper der af Hensyn til Brandfare bør følges ved en Bygningens Opførelse og Indretning, er ikke det samme som Spørgsmaalet om, hvorledes man opfører en saakaldt brandsikker Bygning. Ogsaa for de Bygningers Vedkommende, der ikke kan betegnes som brandsikre, er der visse Principper, som man af Hensyn til Brandfare bør følge, Principper der lige saa vel kan finde Anvendelse paa en Bygning, der delvis bestaar af brændbart Materiale, som paa en Bygning, der f. Eks. er opført udelukkende af Jern og Sten.

Ved Bedømmelsen af, om en Bygning i brandteknisk Henseende kan siges at være vel konstrueret eller ej, kommer det ikke udelukkende an paa, om Bygningen i sig selv er uforbrændelig. Det har Gang paa Gang vist sig, at en Bygning, der udelukkende var opført af ubrændbare Materialier, alligevel tog overordentlig stor Skade ved en heftig Ildebrand, og iøvrigt er det jo ikke nok, at Bygningen i sig selv kan modstaa Varmepaavirkningen. Den maa ogsaa være saaledes indrettet, at den er egnet til at beskytte sit Indhold mod Ødelæggelse af Ild udefra eller indefra. De nærmere herhenhørende Forhold vil senere blive omtalt.

Det kan ikke nytte noget at stille Krav om, at alle Bygninger, der opføres, skal udføres i brandsikker Konstruktion. Ikke alene vil økonomiske Hensyn i overmaade mange Tilfælde være en Hindring herfor, men desuden er mange

Bedrifter af en saadan Natur og kræver saadanne driftsmæssige Hensyn, at Anvendelse af brandsikker Byggemaade ikke lader sig gennemføre. Et nærliggende Eksempel herpaa er en almindelig Melmølle, hvor dels Melets Behandling og dels Nødvendigheden af de mange lodrette Kanaler umuliggør Anvendelsen af en brandsikker Bygning. Det gælder i saadanne Tilfælde om at afpasse de Krav, der kan gennemføres, saaledes, at ikke enkelte Dele af Konstruktionen i brandteknisk Henseende i højere Grad end nødvendigt bliver svagere end de øvrige, eller man maa med andre Ord sørge for, at de Fordringer, man stiller til Bygningens enkelte Dele, staar i rimeligt Forhold til hinanden.

Forinden Omtalen af en Bygningens enkelte Dele og de Hensyn, der for hver af disse gør sig gældende, paabegyndes, skal enkelte Forhold af mere almindelig Betydning i brandteknisk Henseende ganske kort omtales.

En Bygning bør ikke kunne bidrage for meget til en opstaaet Brands Intensitet, d. v. s. den maa ikke i sig selv indeholde for meget brændbart Materiale, og dette maa helst ikke findes i en saadan Skikkelse, at det er særlig let angribeligt for Ilden. Den samme Træmængde gør langt mere Skade, naar den findes i Form af en Tagkonstruktion, bestaaende af et Net af tynde Bjælker og Lægter, end hvis den f. Eks. findes i Form af meget svære, bærende Træsøjler.

Det er endvidere af den største Betydning, at