

B. J. RAMBØLL

BRANDSIKRING,

BYGNINGSMÆSSIGE FORANSTALTNINGER

B. J. RAMBØLL

BRANDSIKRING,

BYGNINGSMÆSSIGE FORANSTALTNINGER

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

TEKNISK FORLAG . KØBENHAVN 1951



11.107

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Brandlovgivning	7
Brandprøvning	8
Materialforsøg	9
Konstruktionsforsøg	10
Klasseinddeling af bygningskonstruktioner	14
Branddrøj $\frac{1}{2}$ time	15
» I »	16
Brandsikker 2 timer	17
» 4 »	18
» 8 »	18
Klasseinddelings anvendelse	19
Forskellige materialers brandtekniske egenskaber	21
Stål	21
Støbejern	27
Beton, jernbeton	28
Teglsten	30
Lette teglsten, molersten	30
Cementsten	31
Kalksandsten	32
Natursten	32
Træ	32
Byggeplader	36
Glas	37
Reparation af brandhæret jernbetonkonstruktion	39
Forskellige bygningslementer	42
Etageadskillelser	42
Sikringsruin	45
Trappeskillerum	46
Trapper	46
Ydervægge	47
Skillevægge	48
Skorstene	48
Brandmure	48
Afstandsbestemmelser	49
Afstande mellem bygninger	49
» fra bygninger til skel	50

	Side
Høje huse	52
Garager	61
Små garager	61
Store »	62
Hoteller, forsamlingsale m. m.	63
Hoteltategorien	64
Bestemmelser for større hoteller	64
Ny hotelbygninger	65
Høje hoteller	67
Sygehuse og skoler	68
Forsamlingsalls-kategorien	69
Lagre	71
Vædske	71
Film	71
Sprængstof	72
Træ	72
Fabriker	72
Overrislingsanlæg	73

Brandlovgivning

Offentlige myndigheders omsorg for samfundet har på brandværsområdet, som så mange andre steder, givet sig udslag i et indviklet, men temmelig nødvendigt kompleks af love og bestemmelser.

Bygnings- og brandbestemmelser for landdistrikter er hovedsagelig samlet i en særlig lov om brandpoliti på landet, (31. marts 1926) [1]. København har sin egen brandlov (15. maj 1868) [2] og byggelov (29. marts 1939) [3], Frederiksberg sin (11. april 1890) [4], og en særlig bygningslov er knyttet til de øvrige købstæder (30. dec. 1858) [5], der tillige har en speciel lov om brandvæsen (21. marts 1873) [6]. Derudover findes en række ministerielle bekendtgørelser og cirkulærer, samt bygnings- og brandvedtægter, rådstueplakater og andre kommunale reglementer med mere eller mindre lokalt tilsnit: Tilføjelser, som er udsendt og vil blive udsendt efter behovet, efterhånden som nye materialer, forbedret brandteknik og nye synspunkter vinder indpas.

Trods dette omfattende system — som man jo nok kunne ønske koordineret i hvert fald inden for to grupper: by og land — kan ethvert tænkeligt tilfælde ikke være dækket fuldtud af en lovbestemmelse. En mængde afgørelser af brandteknisk betydning er derfor overladt til de enkelte brand- og bygningsmyndigheders skøn.

Det kan tilrådes enhver ingeniør eller arkitekt, der skal projektere en større bygning eller et bygværk af en lidt særlig karakter, en fabrik, et varehus, et hotel, en biograf, et garagekompleks o. s. v. at søge kontakt med de stedlige brand- og bygningsmyndigheder. Og det bør gøres på et tidligt tidspunkt af projekteringen, da de brandtekniske krav kan komme i så alvorlig modstrid med de principper, man kan have lagt til grund for placeringen, planudformningen eller konstruktionen, at projektet må ændres totalt.

Det vil også være hensigtsmæssigt at søge kontakt med virksomhedens forsikringsselskab, idet bygningens udform-

Brandlovgivning

Brandlove.

Brand-lovgivning

Bygningsbestemmelser
sers formål.

ning, placering m. m. i høj grad kan influere på tariferings-spørgsmålet, især når det drejer sig om en fabriksvirksomhed eller lignende.

Det skal her nævnes, at *Dansk Brandvæns-Komité* giver vejledning i alle brandtekniske spørgsmål til den projekterende arkitekt eller ingeniør.

Bygningsbestemmelser af brandteknisk karakter kan inddeles i følgende grupper:

1. Bestemmelser til forebyggelse af ildebrandes opståen, herunder især krav til ildsteders, aftræksrørs og skorstenes indretning og placering.

2. Bestemmelser til forebyggelse af opstået ilds udbredelse fra bygning til bygning. F. eks. afstandsbestemmelser til nærmeste bygning eller skel, bestemmelser om brandmuradskillelse, bygningshøjde, ydermure, tagbeklædning o. s. v.

3. Bestemmelser til begrænsning af opstået ilds udbredelse inden for samme bygning. Her stilles krav til skillemures, etageadskillelsers og døres konstruktion. Disse krav sigter til lige mod fastsættelse af:

4. Bestemmelser til forebyggelse af skade på mennesker og dyr. Herunder hører også sikring af udgangsforhold. I visse bygninger kræves to trapperum, i andre brandfri adskillelse af trapperum og elevatorskakter fra den øvrige konstruktion o. s. v.

Brandprøvning

Koordinering af
brandprøvning.

Brandfasthed er en materialeegenskab ligesom f. eks. brudstyrke og isoleringsevne og er som disse underkastet måling på prøveanstalter jorden over. Desværre er man endnu ikke nået til en international standardisering af prøvningsmetoder. Temperatur under brandforsøg, varighed, prøvestykkets størrelse og mange andre faktorer varierer fra land til land. Hvilket vil sige, at erfaringer, som under stor udgift og i tidsrum af menneskealdre er indvundet ved eet laboratorium, kun meget ufuldstændigt lader sig overføre til et andet. Det er en kends-

gerning, at der i mængder af lande udføres brandforsøg med nøjagtig de samme materialer.

I Skandinavien arbejder man stadig på en koordinering, og selvom forsøgene langt fra er ens — der er næppe to ovne af samme konstruktion — er principperne dog så fælles, at der kan være tale om en sammenligning mellem skandinaviske landes forsøgsresultater.

Brandprøver kan deles i to grupper:

1. Materialforsøg
2. Konstruktionsforsøg.

1. *Materialforsøg*, hvis opgave det naturligvis er at konstatere det enkelte materiales forhold over for ild, kan i reglen udføres relativt billigt. Når det f. eks. drejer sig om at konstatere, hvorvidt et materiale kan antændes, kan man f. eks. påvirke en prøve af bestemte dimensioner med en flamme af en nærmere angiven styrke i en bestemt tid.

Ved den svenske *Schlyter metode*, som også benyttes her i landet, anbringes to prøvestykker i 5 cm's indbyrdes afstand, så der fremkommer en slags skorsten. Den bageste flage er forskudt 5 cm nedad i forhold til den forreste og flammen fra en gasbrænder anbragt i 4 cm's afstand virker netop på et område af de 5 cm, der går fri af den forreste plade. Gasflammen skal være en 20 cm's flamme.

Prøven påvirkes i 15 min., eller indtil den bryder i fuld brand (se fig. 18). Ved undersøgelse af prøvestykket efter forsøget kan det f. eks. karakteriseres på en af følgende måder:

1. Ikke antændelig
2. Meget svært antændelig
3. Svært antændelig.

Kan materialet ikke rubriceres under en af disse kategorier, må det betegnes som: *For antændelig til klassificering*. Er det derimod placeret i bedste række: ikke antændelig, kan en yderligere undersøgelse foretages i en stærkt ophedet ovn — f. eks. med temperatur 750° — hvori et prøvestykke ophænges. Ved iagttagelse konstateres det, om materialet overhovedet

Brandprøvning

Materialforsøg

Schlyter-metoden.

Brand- prøvning

Bålvejningsmetode.

Flammesprednings-
proven.

Konstruktions-
forsøg

Varmegrader.

kan nære ilden, hvorefter det kan tildeles en af betegnelserne: *brandbart* eller *ikke brandbart*.

Ved andre laboratorieforsøg kan man for et brandbart materiale registrere forbrændingens forløb f. eks. ved den såkaldte *bålvejningsmetode*, hvor hele bålet — et miniaturebål — er anbragt på en vægtskål, sådan at vægttabet pr. tidsenhed kan måles.

Indgående undersøgelser af fyrretræs forhold over for ild er for nylig her i landet foretaget ved hjælp af sådanne bål i lille målestok. [7].

Af andre her i landet benyttede prøver kan nævnes *flammespredningsproven*, hvor prøvematerialet bringes i brand ved berøring med et rødglødende varmelegeme. Prøven drages derefter bort fra varmelegemet, og tiden til flammens slukning samt flammens udstrækning måles.

Laboratorieforsøg af denne art giver et godt overblik over et materiales brandfasthed. Men den direkte modstandsdygtighed af materialet i sin anvendelse — ofte benyttes flere materialer sammen — kan dog kun tilfredsstillende registreres gennem

2. *konstruktionsforsøg*, hvorunder et konstruktionselement i fuldt målforhold underkastes en brandprøve.

De fleste steder, også her i landet, skelnes mellem 3 konstruktionsgrupper:

- a. Vægge (bærende eller ikke bærende)
- b. Etageadskillelser
- c. Søjler.

Til prøvning af hver af disse konstruktioner anvendes særlige ovntyper. Temperaturen i ovnen sættes — når prøven er anbragt — i vejret efter en bestemt kurve, der først stiger hurtigt siden langsommere. Her i landet når man efter 4 timers ophedning 1150°, hvorefter temperaturen holdes konstant. Temperaturkurven har i øvrigt i de fleste lande den samme karakter, men det er sjældent, at to lande har nøjagtig samme kurve. Ovnene er heller ikke ens, fyringen veksler — træ, olie, gas — ligesom konstruktionselementernes dimensioner i reglen er højst forskellige.

a. Prøvning af vægge.

På fig. 1 er vist et vandret snit igennem den danske statsprøveanstalts ovn. Der findes to kamre, figurens øverste beregnet til prøvning af vægge, det andet til døre.

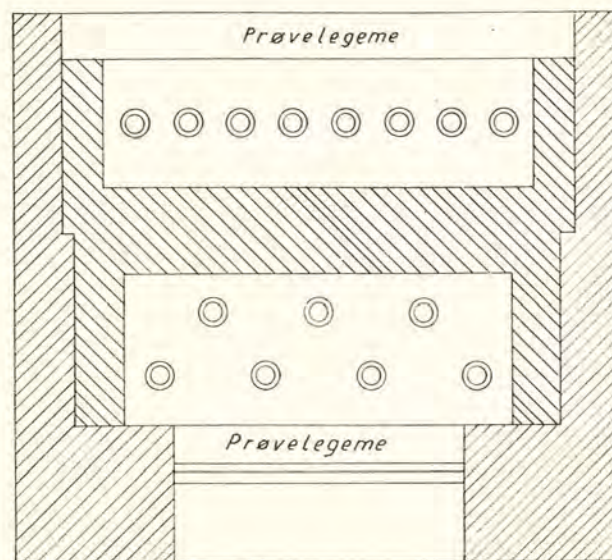


Fig. 1.
Vandret snit i brand-
prøvningsovn for
vægge og døre.

Ovnen opfyres af gasbrændere, der er vist som dobbeltcirkler. På fig. 2 ses et fotografi af ovnen med en trævæg indsat til prøvning.

I ovnen er i forskellig højde ca. 10 cm fra prøvewæggen anbragt termoelementer, der muliggør en temperaturregulering efter den før omtalte kurve.

Vægdersidens temperatur måles under forsøget. Efter et vist antal timer — svarende til den klasse, se nedenfor, væggen skal prøves for — afbrydes forsøget. En bærende væg prøves i reglen med en til praksis svarende belastning, og den må, hvis en klasse (der ligger over 1-times klassen) skal bestås, kunne tåle en påsprøjtning med vand i lige så mange minutter,

Brand- prøvning

Prøvning af vægge.

Brand- prøvning

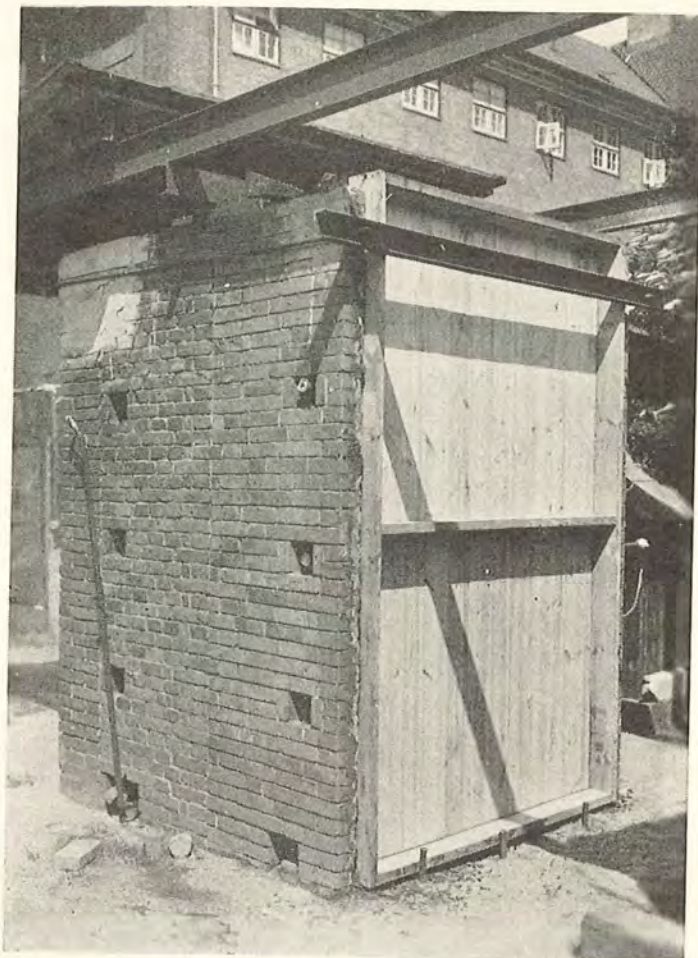


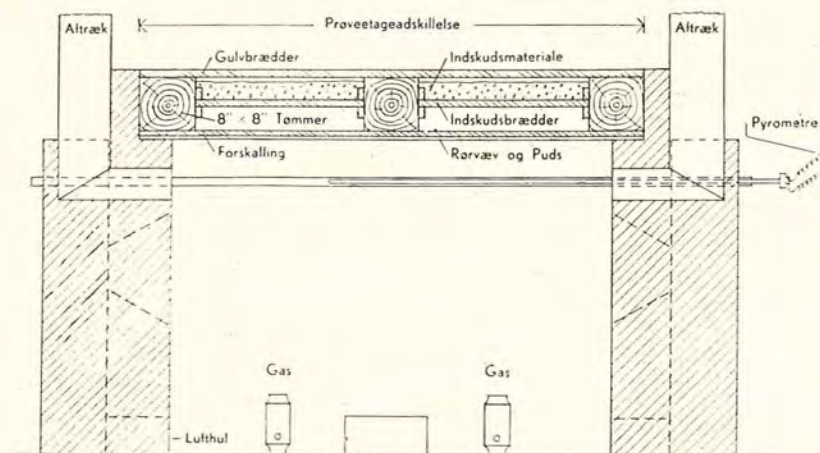
Fig. 2.
Trævæg indsat til
prøvning i brand-
prøvningsovn.

som forsøget har været i timer. Efter afkøling skal væggen kunne bære den dobbelte belastning.

Prøvning af etage-
adskillelser.

b. Prøvning af etageadskillelser.

På fig. 3 er vist lodret og vandret snit i en anden af Statsprøveanstaltens ovne. Prøvelegemet ligger her vandret, og temperaturen måles ved pyrometre anbragt ca. 15 cm under



Snit

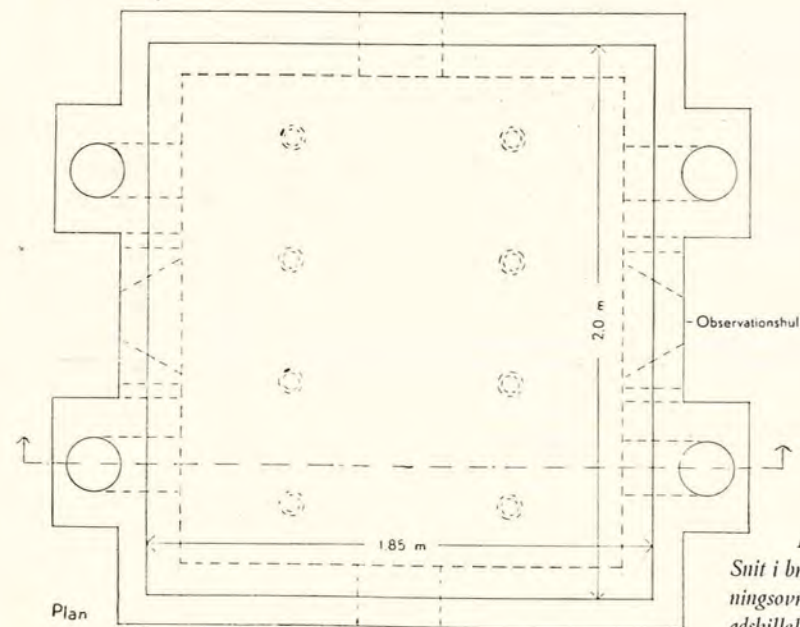


Fig. 3.
Snit i brandprø-
vningsovn for etage-
adskillelser.

Brand- prøvning

Prøvning af søjler.

etageadskillelsen, der skal prøves. Iøvrigt gælder alle bemærkninger vedrørende prøvningen, som er anført lige ovenfor under prøvning af vægge.

c. Prøvning af søjler.

Prøvesøjlen, der f. eks. kan være 3 m høj, indbygges helt i en ovn, sådan at den under forsøget er omgivet af flammer på alle sider. Den skal i reglen belastes med den til praksis svarende belastning, og den skal i samme omfang som en bærende væg kunne tåle besprøjtning.

Klasseinddeling af bygningsskonstruktioner

Efter gennemgået prøve kan en bygningskonstruktion rubriceres i en klasse. Her i landet benyttes et forslag, [8], der er udarbejdet og publiceret af Dansk Brandværens-Komité, og selvom det ikke af nogen myndighed er fastsat som norm, benyttes det som vejledning.

Forslaget ligger nær engelsk-amerikansk standard, men er især samarbejdet med de svenske bestemmelser. Nyeste revision af disse findes i [9]. I [10] er anført de norske bestemmelser.

Når en bygningsdel i $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 eller 8 timer har gennemgået brandprøven og tilfredsstillet de fordringer, som er nævnt foran under »prøvning af vægge«, får den en klassebetegnelse svarende til timeantallet:

Brandteknisk klasse	Brandprøvetid. Timer	Sprøjtetid Min.	Maximal temperaturstigning udvendig
branddrøj $\frac{1}{2}$ time	$\frac{1}{2}$	—	150° C
» 1 »	1	—	»
brandsikker 2 timer . . .	2	2	»
» 4 » . . .	4	4	»
» 8 » . . .	8	8	»

Brandtekniske
klassefordringer.

Til optagelse i klasserne »branddrøj« kræves ingen sprøjteprøve.

Når der som maximum er angivet en bestemt temperaturstigning — 150° C — på ydersiden, mener man herigennem at have sikret sig mod antændelse af letfængelige stoffer, der kan være oplagret mod en vægs ikke brandangrebne side eller på et dæk over et brandangrebet rum. Her tages altså hensyn til en konstruktions varmeledningsevne, medens dens egentlige modstandsevne over for ild — dens holdbarhed — måles ved gennembrændingstid og ved belastningsprøverne. Klassen er derfor ikke entydig bestemmende for en konstruktions brandtekniske egenskaber. Det er indlysende, at en 8 cm jernbetonvæg, med god dækning på jernene, har større modstandsevne end et pudset bræddeskillerum af to lag 1" brædder. Ikke desto mindre findes disse to vægge i samme klasse: »branddrøj 1 time«, idet betonvæggen på mindre end 2 timer har fået en temperaturstigning på 150° på den udvendige side, medens bræddevæggen i omtrent samme tidsrum ved gennembrænding har mistet sin modstandsevne.

Ved søjlebrandprøven, hvor søjlen er anbragt midt i bålet, er der naturligvis ikke tale om nogen begrænsning af temperaturstigning i søjlematerialet, her er det udelukkende bæreevnen der afgør klassen.

I det følgende er anført eksempler på bygningsdele i de 5 brandtekniske klasser. Forskellige mål (alle mål er minimumsmål) og konstruktioner, som ikke er angivet i det danske forslag, er hentet fra de foran omtalte svenske bestemmelser [9] fra 1946, der som nævnt følger ganske samme principper.

I. Branddrøj $\frac{1}{2}$ time. (Fig. 4).

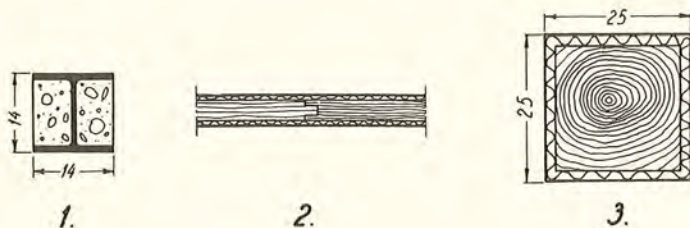
1. Søjle af profiljern med beton udstøbt mellem flangerne.
2. Skillerum af $5/4$ " pløjede brædder dækket på begge sider med egnet beklædning, f. eks. 3 mm asbestpap beslået med jernplader ca. $\frac{1}{2}$ mm tykke.
3. Søjle af træ dækket som anført under 2.

Klasse- inddeling

Branddrøj $\frac{1}{2}$ time

Klasse- inddeling

Fig. 4.
Bygningselementer
branddøje $\frac{1}{2}$ time.

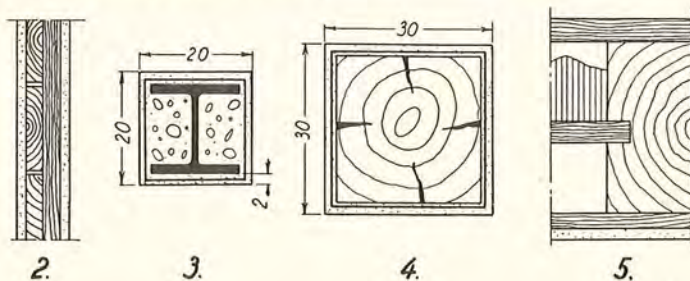


4. En række tyndere byggeplader, isoleringsplader m. v. af mange forskellige fabrikater i pudset eller upudset stand alt efter tykkelsen og materialet.

Branddøj 1 time

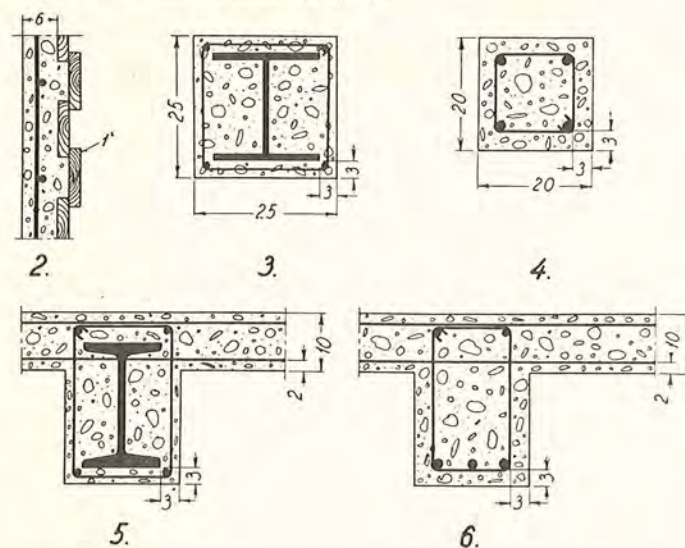
II. Branddøj 1 time. (Fig. 5).

Fig. 5.
Bygningselementer
branddøje 1 time.



1. Mur med fulde fuger af hulteglsten, molersten, forskellige letbetonsten og hulstensdæk.
2. Skillerum af to lag 1'' brædder uden hulrum, på begge sider røret, og pudset med 12 mm kalkpuds.
3. Søjle af profiljern dækket af beton med jertrådnæt.
4. Søjle af træ røret og pudset med 12 mm kalkpuds.
5. Træbjælkelag med undersiden forskallet med $1/2$ '' brædder, røret og pudset med mindst 12 mm kalkpuds og med indskud på 1'' brædder dækket med 5 cm ler og med $5/4$ '' gulvbrædder. I stedet for ler kan adskillige isoleringsmaterialer benyttes.
6. Jernbeton med 2 cm dæklag.

III. Brandsikker i 2 timer. (Fig. 6).



1. $\frac{1}{2}$ stens mur med fulde fuger af helbrændte mursten, molersten, visse letbetonsten, pudset, fuget eller berappet på begge sider. Forskellige hulstensdæk.
2. Skillerum med 1'' brædder »eet på to« ensidig dækket af 6 cm cementmørtel og puds, armeret med 7 mm rundjern, maskevidde 20 cm, holdt mindst 2 cm fra ydersiden. Klassificeringen gælder kun den beskyttede side.
3. Søjle af profiljern dækket som vist med beton armeret med 7 mm rundjern, maskevidde 25 cm, eller med jertrådsnet.
4. Jernbetonsøjle med 3 cm dæklag.
5. Stålbjælkelag, krav som til 3. Plade 10 cm med 2 cm betondækning.
6. Jernbetondæk, bjælke 3 cm dæklag, plade 10 cm med 2 cm dæklag.

Klasse- inddeling

Brandsikker 2 timer

Fig. 6.
Bygningselementer
brandsikre 2 timer.

Klasse- inddeling

Brandsikker
4 timer

IV. Brandsikker 4 timer. (Fig. 7).

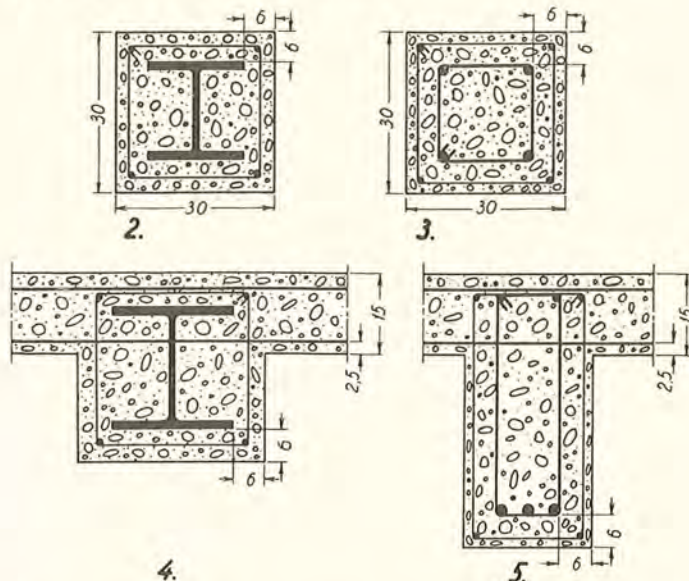


Fig. 7.
Bygningslementer
brandsikre 4 timer.

1. $3/4$ stens mur med fulde fuger med helbrændte mursten, molersten, visse letbetonsten, pudset, fuget eller berappet på begge sider.
2. Søjle af profiljern dækket som vist med beton armeret med 7 mm rundjern, maskevidde 25 cm, eller 1,5 mm jerntrådsnet, maskevidde 5 cm, i begge tilfælde holdt 1-2 cm fra overfladen.
3. Jernbetonsøjle, krav som til 2.
4. Stålbjælkelag. Bjælker: krav som til 2. Plade: 15 cm med 2,5 cm dæklag.
5. Jernbetondæk, krav som til 4.

Brandsikker
8 timer

V. Brandsikker 8 timer. (Fig. 8).

1. Enstensmur med fulde fuger af helbrændte mursten, molersten, visse letbetonsten.

Klasse- inddeling

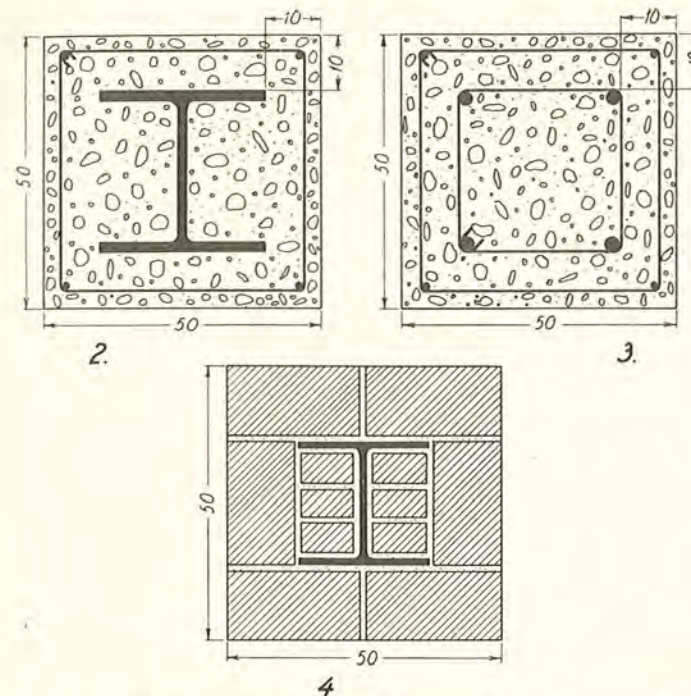


Fig. 8.
Bygningslementer
brandsikre 8 timer.

2. Søjle af profiljern dækket som vist med beton armeret med 7 mm rundjern, maskevidde 25 cm, eller 1,5 mm jerntrådsnet, maskevidde 5 cm, i begge tilfælde holdt 1-2 cm fra overfladen.
3. Jernbetonsøjle, krav som til 2.
4. Søjle af profiljern udmuret og dækket med $1/2$ stens mur af helbrændte mursten, molersten eller visse letbetonsten, med fulde fuger af bastardmørtel. Forankring af sten til profiljern med jernbøjler fordres.

Mange materialer, hulsten, letbetonsten, byggeplader, isoleringsplader, betonglas m. v. af mange forskellige fabrikater, som især i de senere år har vundet indpas, er blevet brandprøvet. Det er umuligt at give en nøjere oversigt over disse materialers klasse, da de findes i et betydeligt antal, og da variationerne i

Klasseinddelin-
gens anvendelse

Klasse- inddeling

deres anvendelse er mangfoldige: De benyttes med og uden puds, de benyttes sammenbyggede med andre materialer, og deres tykkelse er varierende. Kun et fåtal af disse kombinationer er brandprøvede, men deres anvendelsesområde i København bekendtgøres, efterhånden som bygningskommissionen har taget stilling til de enkelte sager i [11].

Klassebegrebet er ikke helt sanktioneret af myndighederne. I justitsministeriets bekendtgørelse [26], hvor betegnelsen brandsikker benyttes, anføres i en fodnote:

»Som brandsikker betegnes i denne bekendtgørelse en bygningsdel, der er uantændelig, og som kan modstå brand i 1 time, uden at temperaturen på den bort fra branden vendende side stiger mere end 150° over begyndelsestemperaturen, og uden at den mister sin stabilitet eller bæreevne ved ildens påvirkninger og eventuel samtidig vandpåsprøjtning«.

Konstruktionen kan altså betegnes som »brandsikker 1 time«, et begreb som ikke findes i klasseinddelingen. Men begrebet dækker åbenbart de fleste af de uantændelige konstruktioner, som forekommer i klassen »branddrøj 1 time«. En 7 cm slaggevæg er således rykket op i brandsikkerhedsklassen, medens de antændelige konstruktioner bliver tilbage i »branddrøj 1 time«.



Fig. 9.
Brandprøvning
af træhus.

Forsøgene i prøveovnen, der ligger til grund for klassificeringen, er naturligvis ikke helt ækvivalente med ildebrande i praksis, hvor f. eks. lufttilførselsforholdene er anderledes. Der findes f. eks. talrige eksempler på, at en etageadskillelse, der er optaget i klassen »branddrøj 1 time«, er gennembrændt langt hurtigere i virkeligheden end i forsøget. Der udføres undertiden mere realistiske forsøg. På fig. 9 er vist et forsøg med et helt træhus, hvori forskellige afsnit har sin særlige konstruktion, ligesom forskellige skillerum, vægge og døre er indsat. Et sådant forsøg kommer naturligvis nær virkeligheden, men resultaterne står dog næppe i noget rimeligt forhold til bekostningen.

Forskellige materialers brandtekniske egenskaber

Stål.

Ubeskyttet stål vil i brandtilfælde hurtigt miste sin bæreevne, da flyde- og brudgrænsen falder stærkt med voksende temperatur.

Ændringen afhænger af stålqualiteten, og selv stålsorter, der har samme brud- eller flydegrænse i kold tilstand, kan reagere yderst forskelligt.

I nedenstående tabel er angivet flydegrænsen σ_F kg/cm² ved 350° i % af flydegrænsen ved 20° for en række stålsorter (se [12]). Som prøvelegemer er brugt rundjern.

St	37	37.10 %	37.15 %	44	44.15 %	38	-	-	35	55	-
$\sigma_F^{20^\circ}$	2500	4700	5300	2900	5200	3000	2900	2800	2700	3400	3600
$\sigma_F^{350^\circ}$	78%	91%	90%	82%	93%	50%	72%	96%	48%	65%	81%

Flydegrænsen kan altså falde til halvdelen ved 350°, en temperatur som kan opnås ved en forholdsvis moderat brand.

37.10 % er st. 37, der gennem en koldstrækning på 10 % har fået hævet brud- og flydegrænse. Dette stål og de tilsvarende med 15 % forlængelse får en forholdsvis lille formindskelse i flydegrænsen ved opvarmning til 350°. Men ved

Klasse- inddeling

Stål

Tilstanden under
opvarmning.

Flydegrænsens fald
ved temperaturstigning
til 350°. For-
skellige stålsorter.

Materialer

højere temperatur, hvor der sker en udglødning, er forholdet utvivlsomt det omvendte.

Med stigende temperatur synker flydegrænsen naturligvis yderligere. For den stålsort, der i foranstående tabel er opført med flydegrænse 3000, fandtes følgende resultater:

Flydegrænsens fald med voksende temperatur.

Temperatur t°	20°	200°	300°	350°	400°	450°	500°	550°	600°	700°
σ_F^t % af $\sigma_F^{20^\circ}$	100%	70%	53%	50%	50%	47%	40%	33%	23%	12%

Brudgrænsen σ_B er fundet i en anden forsøgsrække:

Brudgrænsens fald med voksende temperaturer.

Temperatur t°		20°	450°	550°	700°	800°
σ_B^t % af $\sigma_B^{20^\circ}$	St 37	100	92	61	25	11
	St 69	100	73	51	20	10

St. 69 er et kraftigt koldtrukket stål af typen St. 37 eller St. 44. Faldet i brudgrænsen er større end for det ubearbejdede stål, hvilket er meget naturligt med temperaturer i udglødningsområdet. Ved 400° begynder virkningen fra udglødningen at blive udpræget.

Resultaterne viser, at selv en svag brand er faretruende, når en bærende stålkonstruktion er ubeskyttet. Fig. 10 viser et parti af det i 1945 nedbrændte Shellhus i København. Stålbjælkerne har understøttet en træetageadskillelse, som er fuldstændig bortbrændt. I forgrunden ses et gulv, hvor der mellem stålbjælkerne er udstøbt beton. Stålet har her været effektivt beskyttet og skaden på denne konstruktion er meget begrænset. Se også fig. 14. Massive trækonstruktioner, som på fig. 16 er i virkeligheden brandmæssigt set at foretrække.

Uheldigt er det også, at stålet med sin store varmeledningsevne let forplanter varmen til fjernere rum, hvor brandbare materialer kan antændes.



Materialer

Fig. 10.
Stålbjælker og betondele efter brand (Shell-huset).

Under slukningsarbejdet vil ophevede stålelementer af vandstråler tit blive uens afkølede, de vil derfor bøje eller vride sig. Det er særlig farligt for en søjle, hvor en udbøjning vil fremkalde momenter, som foruden de oprindelige påvirkninger skal optages af den ved opvarmningen svækkede søjle.

Det er ikke alene stålets styrkeegenskaber i den opvarmede tilstand, der har interesse. Når der er tale om retablering af en

Tilstanden efter afkøling.

Materialer

brandhærgen jernbetonbygning, der uden nedstyrtning har modstået ildpåvirkning (se næste afsnit), er det stålets tilstand efter afkølingen, der er afgørende. Normalt blødt stål vil i reglen ikke være ændret, men der er to tilfælde, hvor der er særlig grund til at undersøge forholdene:

1. For stål med så stort kulstofindhold, at der kan være tale om hærkning.
2. For koldstrakt stål, hvor der kan være tale om anløbning.

I [13] er disse forhold udførligt omtalt.

1. Medens normalt blødt stål ikke indeholder mere end 0,2–0,3 % kulstof, er visse stålsorters flydegrænse og brud hævet ved tilsætning af større kulmængder. Det danske valsede *Kamstål* med en nedre flydespænding på mindst 4200 kg/cm² og brudgrænse omkring 6500 kg/cm² har et kulstofindhold op til ca. 0,65 % (i reglen dog under 0,5 %).

Kamstål.

Som bekendt vil smedeligt jern, der fra en høj temperatur langsomt afkøles, udskille det bløde kulfri jern *Ferrit*, der sammen med det kulholdige aggregat *Perlit* udgør hele massen. Hvis jernet fra en temperatur på godt 700° pludselig bringes til afkøling, vil Ferritten ikke i fuld udstrækning kunne nå at udskille sig, og en større eller mindre del af jernet — afhængig af temperatur, af afkølingshastighed samt af kulstofindhold — vil fikseres i en hård kulstofholdig masse *Martensit*.

Meget blødt stål indeholder så lidt kul, at det kulstofholdige *Martensit* ikke kan dannes. Men for det nævnte *Kamstål* kan der være en risiko for, at en vandpåsprøjtning og den dermed følgende hurtige afkøling under en brand kan fikseres en del af jernet som *Martensit*, der ikke alene er hårdt, men også skørt.

På Statsprøveanstalten er foretaget forskellige forsøg med *Kamstål*. Ved opvarmning til 850° og afkøling i olie til stuetemperatur konstateredes en tydelig hærkning, idet flydegrænsen steg gennemsnitlig fra ca. 4600 kg/cm² til ca. 7000 kg/cm². Forlængelserne blev dog ikke mindre end de af jernbetonnormerne fastsatte, så skørheden er ikke udpræget,

selvom bøjningsprøver, især ved små diametre hvor hærkning var trængt mest igennem, viste knækning for små vinkler.

En opvarmning til 850° med afkøling til stuetemperatur i vand resulterede derimod i en så udpræget hærkning, at *Kamstål* ville være ubrugeligt til bygningsbrug.

En praktisk prøve med opvarmning gennem to timer til 1000° af jernbetonsøjler og påfølgende afkøling med vand fremkaldte en udtalt ødelæggelse af søjlerne (fig. 11). Det



Fig. 11.
Jernbetonsøjler efter
brandforsøg.

viste sig, at det hårdest medtagne armeringsstål befandt sig i en tilstand, som svarer til det ovenfor nævnte fra 850° i olie afkølede stål, der ikke havde nogen foruroligende skørhed. Da den her udførte brandprøve er meget hård, skulle *Kamstål* kun i særlige tilfælde i praksis være udsat for en utilladelig hærkning.

2. Det dansk bearbejdede *Isteg-stål* har en koldstrækningsdeformation på ca. 6 % med flydegrænse på ca. 3600 kg/cm² og brudgrænse ca. 5000 kg/cm².

Isteg-stål.

De tilsvarende tal for det dansk bearbejdede *Tentorstål* er almindeligvis 6 %, 5200 kg/cm² og 6000 kg/cm² (der findes dog kvaliteter med højere grænser).

Tentorstål.

Ved langvarig svag opvarmning kan stål, der gennem koldbearbejdning har fået hævet flyde- og brudgrænse, udglødes, hvorved de deformerede korn igen efterhånden antager deres oprindelige form og størrelse, sådan at koldbearbejdningens virkninger ophæves.

Ved kortvarig ophedninger kræves en temperatur på 400°,



Fig. 12.
Gavl væltet af
temperaturudvidet
stålbjælke.

før udglødningen for alvor kan spores, og fuld virkning fås først, når man ved opvarmning til over 700° har fået iværksat en gennemgribende omkrystallisation.

Forsøg med opvarmning af Tentorstål til 250° , 350° ... 850° med fastholdelse af disse temperaturer 1 time og efterfølgende afkøling i kold luft er udført på Statsprøveanstalten. Det viser sig, at flydegrænsen (da der ingen udpræget flydegrænse findes, er den iflg. normerne fastsat som den grænse, hvor den blivende forlængelse er 0,2 %) praktisk taget ikke ændrer sig for stål, der ikke har været udsat for temperatur over 350° . Flydegrænsen for stål, der har været opvarmet til 850° , er derimod sunket til 60 % af den oprindelige, d. v. s. ikke meget over ikke koldtbearbejdet ståls flydegrænse. Forsøg med Istegstål har vist lignende forhold.

Ståls varmeudvidelseskoefficient er ikke foruroligende stor. I forbindelse med den ringe varmfylde og den store varmeledningsevne kan den dog være særdeles ubehagelig, idet en bjælke i sin helhed hurtigt opvarmes flere hundrede grader. En 10 m bjælke, der ved en opvarmning på 700° udvider sig $0,00012 \cdot 700 \cdot 10 \sim 0,1$ m, vil kunne skyde vægge ud, sprænge forankringer o. s. v.

Varme-
deformationer.

På fig. 12 ses en stålbjælke, som under en brand har udvidet sig så meget, at den har væltet en gavl, hvorpå den var understøttet.

Hvis en stålkonstruktion skal kunne modstå selv en moderat brand, er det nødvendigt at dække den ind. I den tidligere omtalte klassificering er anført forskellige eksempler på en hensigtsmæssig inddækning.

Støbejern.

Støbejern svækkes ikke så hurtigt ved stigende temperatur som stål. Men til gengæld er det skørt, sådan at et brud sker pludseligt. Også varmespændinger fra den uens varmepåvirkning under ild og sprøjtning kan sprænge et støbejernselement, se fig. 13. Som brandmodstandsdygtigt materiale er derfor

Støbejern



Fig. 13.
Støbejernsøjle
sprængt under brand.



Fig. 14.
Beton og stål efter
brand.

også støbejern meget ringe. Iøvrigt er brugen af støbejern jo aftaget i meget høj grad samtidig med jernbetonens fremtrængen.

Beton, jernbeton

Beton, jernbeton.

Jernbeton hører til blandt de mest brandsikre materialer. Det har gang på gang vist sig, at jernbetonkonstruktionen alene har stået tilbage efter en heftig brand, omend ikke ubeskadiget.

Normalt vil en kortvarig opvarmning til f. eks. 400° – 500° ikke skade beton, og der er tilfælde, hvor en konstruktion uden væsentlige skader har klaret 1000° i kortere tid.

På fig. 14 er vist en omtrent ubeskadiget jernbetonkonstruktion efter en brand som fuldstændig har ødelagt ubeskyttede stålbjælker. Se også figurerne 10, 15 og 22.

Modstandsevnen har dog vist sig højst forskellig. Der er eksempler på, at betondæklaget over jernene har været bortsprængt efter en ganske kort brand [14]. Ved en brand [15], hvor temperaturen i hvert fald ikke var over 600 – 700° i 25 min., blev mange søjler svært beskadiget. Allerede efter 15 min. forløb begyndte betonen at springe af. Forklaringen ligger sikkert deri, at bygningen i dette tilfælde var helt ny-

opført. Det vand, der endnu fandtes frit i betonen, er fordampet og har udøvet et så stort damptryk, at flager i overfladen er sprængt fra.

Det er væsentligt, at dæklaget er tilstrækkeligt tykt. 1 cm's dæklag, som i jernbetonnormerne kræves for indvendige konstruktioner, er brandmæssig set utilfredsstillende. I hvert fald findes ingen jernbetonkonstruktion med så lille et dæklag indlemmet i nogen klasse. Jernenes udvidelseskoefficient (jern er omtalt ovenfor under afsnittet »Stål«) er lidt større end betonens, og varmeudvidelsen foregår hurtigere på grund af den store varmeledningsevne. Hvis dæklaget ikke kan forhindre opvarmning af jernet, vil dette udvide sig og sprænge betonen bort. Betondæklaget skal derfor være forsvarligt. Mindre dæklag end 2 cm eller 1 cm + puds regnes for uheldigt brandmæssigt set. Dæklaget må ikke være for porøst. På den anden side har man erfaring for, at beton med stor tæthed står sig relativt dårligt i ildebrand, formodentlig fordi indre ekspansionsmuligheder er små. Sådant beton kan springe omtrent som glas. Der er mulighed for, at *air-entrained* beton, som i den sidste tid har vundet indpas bl. a. på grund af sin frostbestandighed, vil vise sig særlig modstandsdygtig også overfor ild. De mikroskopiske porer, som ved frost og tø påvirkning giver mulighed for en indre deformation uden tilsvarende spændinger, vil muligvis have samme virkning over for stærk varme.

Der er i Sverige [12] foretaget en sammenligning mellem beton med tilslag af granit og med tilslag af teglsten. Sidstnævnte, der var porøs, var særdeles modstandsdygtig over for varme. Armerede betonblokke udført med teglstenstilslag har i industriøjemed 8–10 timer ad gangen været udsat for 600° og tålt denne påvirkning omkring 20 gange, før det var nødvendigt at skifte blokkene ud. Netop ca. 600° er for granit en kritisk varmegrad, idet den omkring denne temperatur under ændring af sin tilstandsform udvider sig kraftigt. Allerede ved en mindre varmegrad vil granitten iøvrigt være tilbøjelig til at sprænge det omgivende materiale, fordi de enkelte krystal-

Materialer

lers udvidelseskoefficient er forskellig i de forskellige akseretninger.

I større jernbetonkonstruktioner har dilatationsfuger under en brand en heldig virkning.

Betons varmeledningsevne, $\lambda = \text{ca. } 1$, er så stor, at det snarere er den end betonens egentlige modstandsevne overfor brand, der begrænser anvendelse af tyndere vægge som brand-sikre konstruktioner. Man kan ikke tolerere, at væggen på sin ikke brandangrebne side bliver så varm, at letantændelige materialer ved væggen kan antændes.

Jernbetonskorstene.

Af jernbeton byggedes i begyndelsen af århundredet en række større jernbetonskorstene, som nu alle er fjernede. De uheldige erfaringer stammede ikke så meget fra varmepåvirkninger på betonen som fra jerntærende gasarter i røgen. Bygge-loven fordrer nu en indvendig beklædning i hvert fald af det nederste stykke af en jernbetonskorsten.

Teglsten

Teglsten.

Teglsten regnes for et af de mest brandsikre bygningsmaterialer. En upudset 1-stens mur modstår en ildpåvirkning på 8 timer med en temperatur på $11-1200^{\circ}$. På luftsiden vil temperaturen i reglen holde sig under 100° . På ildsiden vil ske en sintring eller, hvis temperaturen stiger noget over 1100° , en smeltning.

Det har dog vist sig, at overfladen ved en brand undertiden kan ødelægges mere end en betonoverflade, og i hvert fald lader den sig ikke som denne reparere medmindre den pudses eller dækkes på anden måde. Fig. 15 viser et fotografi fra det i 1945 udbrændte »Ingeniørhus«, hvor en udmuret døråbning i en betonvæg blev ødelagt langt mere end selve væggen. Rester af bortbrændte halmasfaltplader, som dækkede både mursten og beton, skimtes på betonvæggen.

Lette teglsten, molersten

Lette teglsten, molersten og en del andre lette sten har tit en bestandighed, der nærmer sig teglstenenes. Da varmelednings-evnen er mindre, vil luftsiden temperatur i reglen være lavere, især hvis murene er pudsede. Fordelen ved lette stens



Materialer

Fig. 15.
Beton og mur efter brand.

større varmeisoleringssevne kompenseres dog tit af virkningen fra den mindre varmekapacitet. En temperatur på 150° på luftsiden af en 10 cm slaggeplade blev målt efter $1\frac{3}{4}$ time, medens en lige så tyk teglstensmur under samme forhold først nåede denne temperatur efter 3 timers forløb.

Slaggeplade.

Ved høje varmegrader forbrænder materialet iøvrigt i en sådan slaggeplade. Det samme er tilfældet med f.eks. gasbeton, hvis yderste lag efter stærk ildpåvirkning smuldrer, medens materialet i en afstand fra overfladen, hvor temperaturen ikke har været over ca. 500° , er bestandigt, i hvert fald for akutte ildpåvirkninger.

Gasbeton.

En pudset 25 cm væg af gasbeton (900 kg/m^3) består med lethed 4 timers prøven. Det samme er tilfældet for flere andre letbetonsten f. eks. leca-beton-hulsten i 31 cm pudset væg.

Leca-beton.

Cementsten, som i reglen består af en meget mager beton, ligger i brandmæssig henseende langt under teglsten, idet de

Cementsten

Materialer

under ildpåvirkning skaller af på grund af de opståede varmespændinger. En times ildpåvirkning kan have samme virkning på en cementmur som 8 timers påvirkning på en teglstensmur. Her i landet er cementsten ikke tilladt anvendt i skorstene.

Kalksandsten

Kalksandsten, som efter københavnske byggeforskrifter skal tilfredsstillende visse fordringer, tåler i en murtykkelse på 25 cm ligesom en 1-stens teglmur 8 timers kraftig ildpåvirkning uden anden beskadigelse end en udbredt sintring af ildsiden.

Natursten

Natursten.

En mængde natursten er benyttet som bygningssten. Men da brugen af dem efterhånden er meget ringe, vil der ikke her blive foretaget en nærmere gennemgang af deres brandmæssige egenskaber.

Granit.

Nævnes skal det dog, at *granit*, som er den mest benyttede natursten i bærende konstruktioner, ved en ildebrand meget hurtigt springer i stykker væsentlig på grund af kvartskrystallernes udvidelse, der, som tidligere nævnt, ved ca. 600° finder sted under en tilstandsændring.

Kalksten, sandsten, basalt.

Kalksten, sandsten, basalt står sig vel nok bedre mod ild end granit, men også de må henregnes til de ikke brandsikre materialer.

Træ

Træ.

Som bærende konstruktion med massivt tømmer i søjler og bjælker er træ ikke så dårligt et materiale, som man i almindelighed er tilbøjelig til at tro. Det forkullede lag, som dannes i overfladen af en bjælke eller søjle, der angribes af ild, virker som isolering og skærmer mod luftens ilt, sådan at ilden tit dør ud af sig selv, hvis den ikke stadig holdes ved lige gennem stærk ophedning fra omgivelserne.

En normal etageadskillelse af svære bjælker, brædder og indskud kan f. eks. være 1 time om at blive brændt igennem ved en brand i rummet nedenunder. En bærende ubeskyttet stålkonstruktion ville i dette tidsrum under samme



Materialer

Fig. 16.
Trækonstruktion
efter brand.

forhold forlængst være sunket sammen. På fig. 16 ses en trækonstruktion efter en voldsom brand. De svære bjælker og søjler har endnu ikke så lidt bærekraft i behold.

Men opdelt i tynde profiler, brædder, paneler, er træ naturligvis brandmæssigt uheldigt. Ikke mindst fordi den kritiske temperatur, der kan føre til brand, ligger lavt. Ved ophedning af træ under lufttilførsel sættes efterhånden en iltningsproces i gang, hvorved varme frigøres. Er ophedningstemperaturen lav, er varmemængden ikke i stand til at øge temperaturen i selve træet, idet en stor del af varmen går til fordamning af træets fugtighed, medens resten afgives til omgivelserne. Men ved en lidt højere temperatur vil ligevægten ikke kunne opretholdes, og en del af varmen accumuleres i træet, hvis temperatur altså stiger. Derved fremmes iltningsprocessen, mere varmemængde accumuleres o. s. v., og ved en trætemperatur på f. eks. 200–250°, varierende med træsorten, bryder træet i brand. Branden fremmes og øges af de brandbare gasarter, der fra ca. 200°C udvikles og frigøres i træet. Se [7] og [16].

Der findes eksempler på, at overhedning fra et dampbrød på 120–150° har fremkaldt ild i træ. Det er muligt, at den

Materialer

kritiske grænse ligger lavere. I hvert fald er det en kendsgerning, at der under visse omstændigheder kan ske selvantænding i træ. Muligvis under medvirken af fremmede faktorer, forholdet er endnu ikke helt klarlagt.

Men det er øjensynligt, at jo lavere temperaturen er, desto længere vil antændelsestiden være. Amerikanske forsøg har ført til den på fig. 17 viste kurve. (Se herom i [16]).

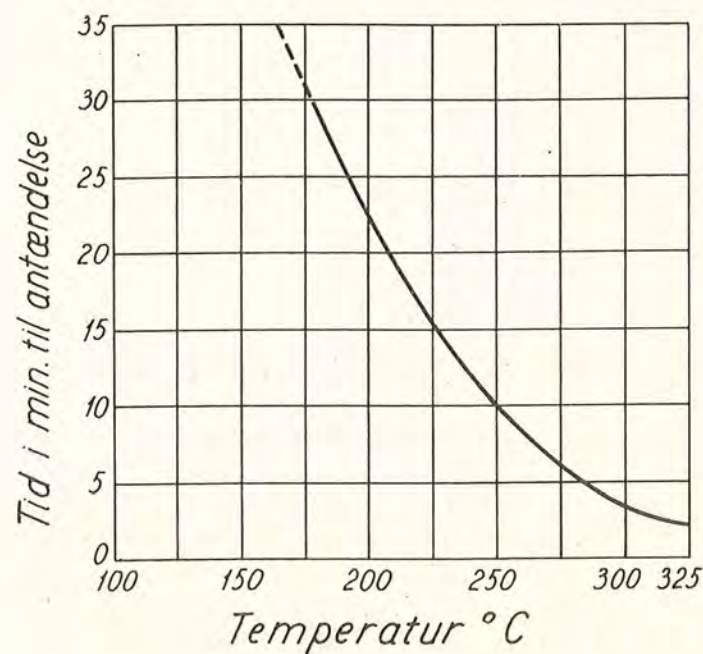


Fig. 17.
Træs antændelsestid
som funktion af
temperaturen.

Man vil efter dette forstå, at der er mening i de bestemmelser, der påbyder en vis afstand mellem træværk og f. eks. en skorsten, selvom varmen ikke er overvældende. Den virker til gengæld i lange tidsrum, og hvis træværket f. eks. på en eller anden måde er anbragt sådan, at den varme, som tilføres og frigøres selv ved en svag iltningproces, ikke kan komme bort, kan temperaturen stige til antændelse.

Brandbeskyttelse af træ.

Imprægnering af træ kan ikke gøre træet brandsikkert. Er en ildebrand med høj rumtemperatur først udviklet, vil imprægneringen normalt ikke virke meget hæmmende.

Men imprægneringen kan forhøje antændingstemperaturen. Ved en Schlyter-prøve som er omtalt s. 9, vil det direkte flammepåvirkede træ altid brænde eller i hvert fald gløde, men med et godkendt imprægneringsmiddel skal ilden ved 15 min. påvirkning ikke kunne brede sig, og den skal af sig selv være bragt til slukning 30-60 sek. efter flammens borttagelse. Fig. 18 viser forskellen efter 15 min. flammepåvirkning mellem en god og en dårlig imprægnering.

Her i landet findes ingen klassificering af imprægneringsmidler. I Sverige, hvor træ i husbygningen spiller en større rolle, er undersøgelser over imprægneringsmetoder langt mere omfattende. I [16] er problemet behandlet udførligt.

Som påstrykningsmidler benyttes en mængde forskellige stoffer som f. eks. cementvælling, kalkvand, vandglas, zinkklorid, alun o. s. v.

En imprægneringsmaling — blæremaling — som for nylig

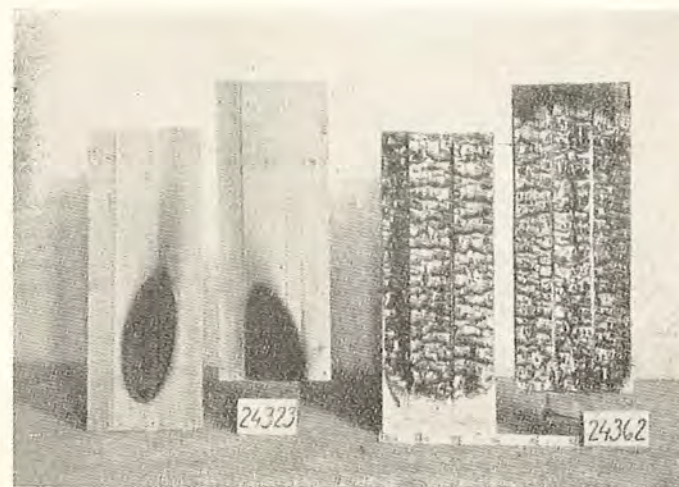


Fig. 18.
Schlyter prøve udført
på imprægneret træ.

Materialer

Brandbeskyttelse
af træ.

Materialer

er bragt i handelen, synes at love godt, men erfaring med hensyn til holdbarhed har man endnu ikke.

Hvis præparaterne sprøjtes eller stryges på træet, bliver kun de yderste porer fyldt. Bedre er det naturligvis at presse stofferne ind i vædskeform. Træet anbringes i store lufttætte stålkedler, som sættes under vakuum, hvorved luft og vand suges ud af porerne. Når imprægneringsvædsken dernæst til-sættes under tryk, suges og presses den ind i porerne. Men der går betydelige mængder stoffer til denne fremgangsmåde, metoden er derfor ikke helt billig og anvendes kun i særlige tilfælde.

Byggeplader

Byggeplader.

De fleste af det meget betydelige antal byggeplader, der findes i handelen, sidestilles i brandteknisk henseende med træ. Pladernes karakter er dog så varierende og de kombinationer, hvori de optræder (sammen med andre materialer, pudsede eller upudsede o. s. v.) så forskellige, at man ikke kan sige noget generelt om byggeplader. En række plader, som kan rubriceres under følgende kategorier [17]:

Træfiberplader.
Halm- og torve-
plader.
Korkplader.

Træfiberplader
Halm- og torveplader
Korkplader,

er i mere eller mindre udpræget grad forbrændelige og kan ikke regnes at yde nogen nævneværdig modstand mod brand.

Gipsplader er mere modstandsdygtige. De er tit iblandet savsmuld, korksmuld o. lign. og ofte beklædt med kraftpapir.

To sådanne gipsplader med mellemliggende paplameller, tilsammen dannende en væg af tykkelse 8 cm, upudset, underkastedes brandprøven. Efter 1 time var de endnu ikke gennembrændte, men lidt før dette tidspunkt glødede papiret på ydersiden.

Træbeton.

Træbeton eller træuldsbeton findes i en mængde forskellige udførelser og handles under mange forskellige navne. De består af træspåner, der efter en særlig kemisk behandling sammenkittes med cementmørtel.

Materialer

Det er et materiale med forholdsvis gode brandtekniske egenskaber.

To lag træbetonplader à 5 cm med puds bestod prøven »branddrøj 1 time«, men efter påvirkning på 1½ time var ydersidens temperatur steget 150°.

I lovmæssig henseende er de sidestillet med træ, selvom de åbenbart er langt mindre antændelige. Men det har adskillige gange i praksis vist sig, at selvom pladerne ikke ligefrem bryder i brand, kan de gennem stærk varmpåvirkning f. eks. fra en skorsten bringes i glød, og glødningen kan forplante sig til store arealer i pladen, før ilden overhovedet opdages [18].

Træbetons brandmæssige egenskaber er dog trods alt så gode, at man i København har godkendt en væg af træbetonhulblokke af et bestemt fabrikat som brandmur i 1-etages bygninger med udnyttet tagetage.

Eternitplader o. lign. produkter af cement med iblanding af asbest eller et tilsvarende materiale, er helt uforbrændelige, men har en tilbøjelighed til at revne og må derfor, hvis de skal være brandbeskyttende, være pålideligt fastholdt. Alligevel kan de under en brand springe med explosionsagtige knald, hvorved brudstykker ofte slynges ud i rummet. I den svenske klassificering sidestilles en 8 mm eternitplade med 2 cm røret puds, forudsat, at pladerne er forsvarligt befæstet på et stabilt underlag.

Ud over de her nævnte plader findes adskillige andre, hvoraf de fleste tilhører kategorien letbeton, der er omtalt ovenfor.

Glas.

Smeltepunktet for almindeligt glas ligger på omkring 1200°.

Det blødgøres dog for mindre temperaturer og kan flyde ned som f. eks. vist på fig. 19.

På grund af opståede varmespændinger ødelægges glas ofte ved sprængning. I passende tykkelser eller godt armeret kan det dog alligevel ofte i længere tid bevare sin sammenhæng under en ildebrand.

Eternitplader.

Glas

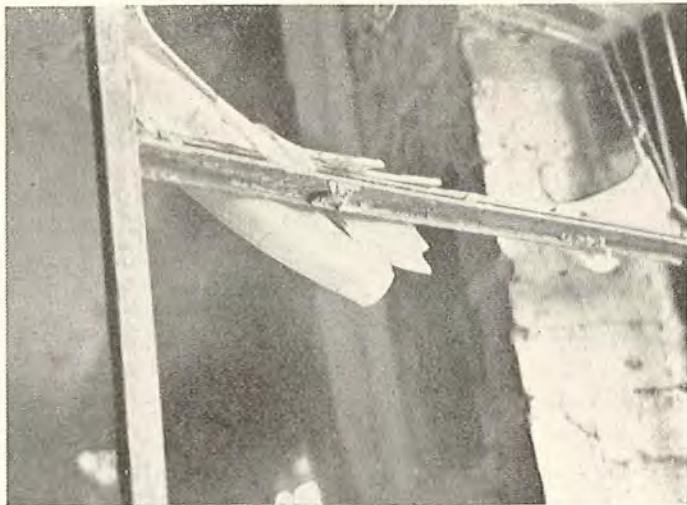


Fig. 19.
Glasrude
smeltet under brand.

Glasbygningsten.

På fig. 20 er vist luftsiden af glasbygningsten, der har været brandprøvet 1 time. Maximumstemperaturen var 800° . Som det ses, er denne side ubeskadiget, og væggen kan for så vidt hindre selve ildens udbredelse. Men varmeledningsevnen er stor, luftsidens temperatur derfor høj — i lige omtalte tilfælde efter 1 time ca. 300° , og der er derfor fare for en forplantning af ilden gennem varmeledning. Allerede efter ca. $\frac{1}{2}$ time var luftsidens temperatur 150° , der som nævnt i det foregående er maximumstemperatur for et ildpåvirket materiales luftside, dersom det skal kunne optages i en brandteknisk klasse. Iøvrigt kan ild forplante sig gennem glas selvom glasset ikke er opvarmet væsentligt, idet varmestraler jo kun i ringe udstrækning tilbageholdes af glasset.

Trådglass.

6 mm trådglass regnes for så brandsikkert, at det under visse omstændigheder tillades anvendt i brandmure, dog ikke i størrelse over $0,5 \text{ m}^2$. Men særlig effektivt er det ikke, og hvis der tilstræbes en fuldstændig brandsikker adskillelse, vil trådglass, der også benævnes monierglass, ikke blive tilladt.

Betonglass eller prismeglass, som er forsynet med riller for armeringsjern, er langt mere brandbestandigt end glasbygningsten eller trådglass.

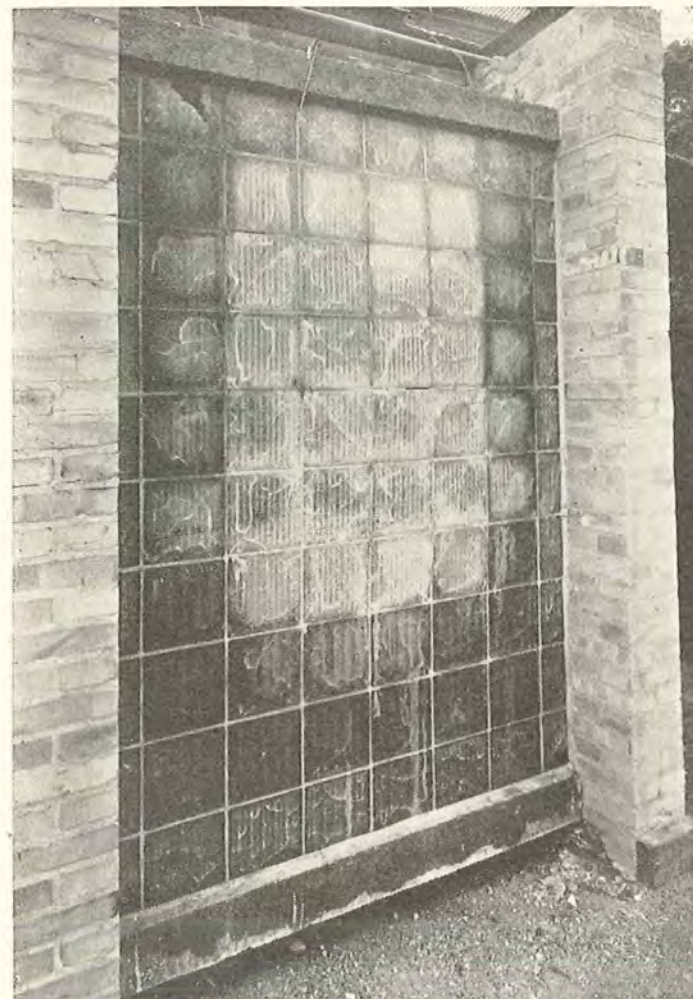


Fig. 20.
Udvendig side af
glasbygningsten efter
1 times brandprø-
ning.

**Reparation af brandhærgen
jernbetonkonstruktion**

Medens de fleste bygningsmaterialer efter en nogenlunde kraftig brand må udskiftes, lader jernbeton sig tit reparere, også i tilfælde, hvor den synes meget medtaget.

På fig. 21 er vist en brandhærgen underside af en plade med

Reparation

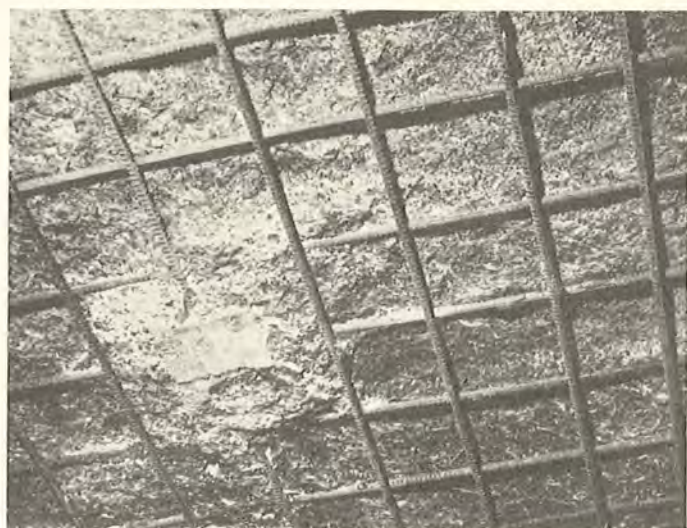


Fig. 21.
Betondæk med kamstålsarmering efter brand.

kamstålsarmering. Det er ikke ualmindeligt, at dæklaget udenfor armeringen springer af under en ildebrand. Men et udseende som på fig. 21, hvor jernene ligger helt blottede, fremkommer i reglen kun — medmindre ildpåvirkningen har været meget langvarig — når der er sprøjtet vand på den hede betonoverflade.

Før reparationen må armering og beton undersøges.

Armeringen i brandhærgen jernbetonkonstruktion.

1. *Armeringen.* Som omtalt i forrige afsnit kan kulstofholdigt stål hærde ved ophejning d. v. s. blive hårdere, men også mere skørt, medens koldstrakt stål kan udglødes, hvorved den ved koldstrækningen hævede flyde- og brudgrænse kan falde mod det ikke behandlede jerns grænser.

I det ovenfor omtalte tilfælde — fig. 21 — med kamstålsarmering udtoges prøver. Mikrostrukturen viste, at temperaturen i stålet har været i nærheden af 700° , idet Perlitten var på vej til omdannelse til Sarbit (kugleformet Cementit). Flydespændingen, der oprindeligt var 5200 kg/cm^2 , var før to prøvestænger faldet til 4200 kg/cm^2 og 4960 kg/cm^2 , hvilket ikke just tyder på, at der har fundet nogen hærtningsproces

sted. Når flydespændingen tværtimod er faldet, må der være foregået en udglødning, hvilket forudsætter en koldbearbejdning, der sandsynligvis hidrører fra den sidste del af valsningen.

Denne armering har altså kun i ringe grad taget skade ved den kraftige brand. Hvis der — som det er muligt ved de koldstrakte stål — har fundet en udpræget udglødning sted, er det let at supplere armeringen ved indlæggelse af nye rundjern eller eventuelt stålsvæv, som er særlig egnet til at binde den ny beton, som skal påstøbes.

2. *Betonen.* Ved sprøjtningen er den værst medtagne beton faldet af. Det er især flinten i det nedfaldne materiale, der har lidt under heden, idet den først calcinerer og ved større varmetemperaturer bliver blødt og blød, så den næsten falder fra hinanden af sig selv. (Om skader på beton se [19]).

I den fremkomne overflade må de ødelagte partier hugges bort. Det viser sig, at man med hammer eller tryklufmejsel uden særlig øvelse kan fornemme, når den sunde overflade står tilbage. Når denne er blottet, sandblæses den — afbørstning med stålborste er mindre effektiv — og vandes grundigt.

Reparation

Beton i brandhærgen jernbetonkonstruktion.

Udbedring med sprøjtebeton.



Fig. 22.
Betonbygning efter brand (Ingeniorhuset).

Reparation

Udbedring med vibreret beton.

2-3 dage efter vandingen kan påføringen af sprøjtebeton finde sted, idet dog kun et lag på et par cm bør påsprøjtes ad gangen. Den følgende dag — hvis det er koldt efter et par døgn forløb — kan næste lag sprøjtes på. Hvis der skal påføres over 3-4 cm sprøjtebeton, må der indlægges et armeringsnet.

I stedet for sprøjtebeton kan man, især for lodrette flader og for oversider, anvende vibreret beton [20]. Efter rensning af overfladen gennemvædes den grundigt ved sprøjtning, og når overskydende vand er fjernet, påsprøjtes to gange med ca. en times mellemrum en tynd vand-cement grød. Efter ca. en times forløb kan betonen udstøbes i formen og vibreres. Efter $\frac{1}{2}$ à 1 times forløb vibreres igen for at modarbejde svind, som kan føre til adskillelse mellem den nystøbte og den oprindelige beton. Denne fremgangsmåde skal kunne give særdeles tilfredsstillende resultater idet gammel og påført beton bliver effektivt forenet.

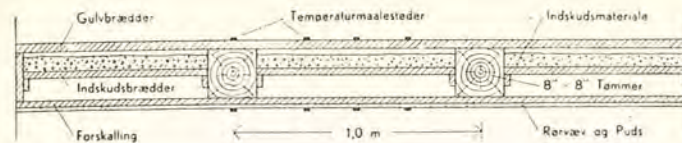
I »Ingeniørhuset«, som i 1945 blev bombet, var praktisk taget alt træværk og andet brændbart materiale forkullet, fig. 22. Den bærende konstruktion, som er af jernbeton, lod sig uden væsentlige nedbrydninger reparere med sprøjtebeton.

Forskellige bygningselementer

I det følgende er omtalt en række konstruktioner og senere også virksomheder, hvor en del brandtekniske krav er anført. Kravene er ikke altid ens rundt omkring i landet, og brandlovene kan tolkes forskelligt af de forskellige myndigheder. Da der desuden stadig udsendes tilføjelser og ændringer til de bestående bestemmelser, kan en udtømmende redegørelse ikke gives. Men der er gjort forsøg på at fremdrage de vigtigste og mest aktuelle bestemmelser og de bærende principper i brandsikringen.

Etageadskillelser

På fig. 23 er vist den næsten klassiske etageadskillelse, som stadig benyttes i udstrakt grad i mindre byggeri. I stedet for



Snit

5 cm lerindskud kan benyttes f. eks. 50 mm knuste brændte molerskærver, 33 mm glasuldmatte eller en lige så tyk rockwoolmatte.

Dette dæk er af klassen »branddrøj 1 time«, brandmæssigt set altså slet ikke helt dårligt.

Men med de stigende krav til brandsikkerhed er dets rolle i større byggeri udspillet.

I lov om civilforsvarsforanstaltninger [21] hedder det:

I nye bygninger skal etageadskillelserne udføres efter nærmere bestemmelser:

1. Etageadskillelsen over kælderen udføres brandsikker.
2. Er bygningen på 3 etager eller derover, skal tillige etageadskillelsen over øverste fulde etage eller mansardetage udføres brandsikker og hvile på mur eller anden brandsikker konstruktion.
3. Er bygningen på 4 etager eller derover, skal tillige samtlige øvrige etageadskillelser udføres brandsikre.
4. Såfremt fabriks-, værksteds- og lagerbygninger har over 300 m² grundflade og mere end 1 etage, skal samtlige etageadskillelser udføres brandsikre og hvile på mur eller anden brandsikker konstruktion.
5. Såfremt der i en bygning, som er på mere end 1 etage, indrettes teater, biograf, restauration, udstillings- og forlystelseslokale, lokale til afholdelse af møder, forsamlinger o. lign. med en samlet gulvflade på over 300 m², finder bestemmelserne i pkt. 4 tilsvarende anvendelse.

Undtaget fra disse bestemmelser er kun:

1. Bygninger, der er fritliggende (villabebyggelse o. lign.) eller adskilt ved brandmur, og hvis grundflade ikke overstiger 200 m², for såvidt de enten:

Forskellige bygnings-elementer

Fig. 23. Normal træetageadskillelse.

Forskellige bygnings-elementer

- a. udelukkende er bestemt til bolig for højst 2 husstande, eller
 - b. ikke har over 2 helt eller delvis til beboelse eller i erhvervsøjemed indrettede etager (herunder tagetage) foruden kældere.
2. Bygninger, som benyttes til land-, have- eller skovbrug.

Om brandsikre etageadskillelser siger loven:

Som godkendte anses følgende udførelsesmåder:

1. Ikke-forspændt jernbeton i mindst 8 cm's tykkelse, udført i overensstemmelse med Dansk Ingeniørforenings normer for jernbeton.
2. Jernbjælker omstøbt med mindst 5 cm jernbeton og i forbindelse med jernbetonplader udført som angivet i pkt. 1.
3. Andre efter særlig meddelelse fra indenrigsministeriet godkendte konstruktioner.

Ønskes en etageadskillelse udført af en ikke godkendt konstruktion, må særlig andragende indsendes til Indenrigsministeriet til godkendelse. Ministeriet kan til brug ved sagens afgørelse forlange den konstruktion, der ønskes godkendt, underkastet en brandprøve.

De etageadskillelser, der består klassen »brandsikker 2 timer« vil i hvert fald kunne vente at blive godkendt uden videre.

Men Indenrigsministeriet har slækket lidt i sine krav til en brandsikker etageadskillelse, idet der også i civilforsvarsloven benyttes den i [26] her i bogen s. 20 nævnte definition.

Som eksempel på konstruktioner, der er godkendt af Indenrigs- og Boligministeriet, forudsat at de er udført efter DIF's normer, kan nævnes:

Bauma-Dæk
Bisondæk
Brandts Dæk
Dana-Dæk
Durisol Hurdisdæk
H. C. Hulstensdæk

Kalltondæk
K. H. Betonbjælker
Linds Dæk
L. M.-Dæk
Mammut-Dæk
Nybo-Dæk
Roma-Dæk
Røselers-Dæk
Sperle-Dæk
Ståltegl-Dæk
Tentor-Dæk
W. X. Etageadskillelser.

Forskellige bygnings-elementer

Sikringsrum.

I de fleste bygninger må en del af etageadskillelsen over kælderen udføres i 20 cm jernbeton som dæk over et sikringsrum. Loven siger herom:

1. I civilforsvarsområder og i byer og bymæssige bebyggelser skal sikringsrum indrettes i alle bygninger med undtagelse af:
 - a. bygninger, der udelukkende er bestemt til bolig for højst 2 husstande,
 - b. bygninger, der er bestemt både til bolig for 1 husstand og til virksomheder, hvor der ikke påregnes beskæftiget mere end 5 personer samtidig,
 - c. bygninger, hvor der ikke indrettes bolig og ikke påregnes beskæftiget mere end 10 personer samtidig.
- Pkt. c er dog ikke undtaget, hvor der er tale om benyttelse af bygningen til biograf, restauration, forsamlingslokale el. lign.

Uden for de i pkt. 1 nævnte områder skal der kun indrettes sikringsrum i:

- a. bygninger, hvor ialt mindst 25 personer samtidig påregnes beskæftiget, og som ikke benyttes til land-, have- eller skovbrug,

Sikringsrum

Forskellige bygnings-elementer

b. sygehuse, plejeanstalter, alderdomshjem, skoler, børnehjem o. lign., beregnet til ophold for ialt mindst 25 personer.

Et sikringsrum skal for hver person have mindst 2 m³ rumindhold og mindst 0,5 m² gulvareal. Det må ikke beregnes til over 300 personer.

Sikringsrummets loft må højst ligge 1 m over terrain. Dette dæk skal som nævnt være mindst 20 cm jernbeton. Desuden skal det af hensyn til nedstyrtning af den overliggende bygning være dimensioneret for følgende belastninger:

For bygninger udført i murværk med

indtil 2 etager: 2000 kg/m²

» 3-4 » : 2500 »

over 4 » : 3000 »

For bygninger af særlig stabil konstruktion: 1000 kg/m².

Herudover gælder særlige bestemmelser om udgangsforhold, opdeling af rummet i mindre enheder m. m. Mure omkring rummet skal have følgende mindstetykkelser:

Murværk i kalkmørtel: 2½ sten

» » bastarmørtel: 2 »

grovbetonmure: 40 cm

jernbetonmure: 25 ».

Trappeskillerum

Trappeskillerum.

Københavns bygningsvedtægt, se [3], anfører, at i bygninger, hvor etagehøjden (fra gulv til gulv) er højst 3,1 m, kan trappeskillerum i den øverste etage, hvor selve trappen findes, udføres af ½ stens mur, i de tre påfølgende etager af ¾ stens mur og i øvrige etager af 1 stens mur.

Udføres trappen af indspændte jernbetontrin er 1 stens mur minimum.

Trapper

Trapper i beboelsesbygninger.

I bygninger, der, bortset fra mindre forretningslokaler i stueetagen, indrettes til bolig for mennesker, skal der i henhold

til bygningsvedtægt for København anbringes trapper efter følgende regler:

Trappers antal og bredde.

1. I bygninger med 2 etager skal der, når de indrettes til beboelse for een familie, anbringes en mindst 78 cm bred trappe, og når de indrettes til beboelse for mere end een familie, en mindst 90 cm bred trappe. Som etage medregnes tagetage, hvori indrettes opholds- og arbejdsrum, og kælderetage, hvis loft ligger mere end 1 m over det omgivende terræn; ved en trappes bredde forstås den for passage frie bredde af trappens løb og reposer, målt fra væg til håndlist.

2. I bygninger med 3 etager, i hvilke der kun anbringes een trappe, skal denne have en bredde af mindst 1 m. Er gulvet beliggende mere end 7,5 m eller underkant af vindue mere end 8,5 m over det omgivende terræn, skal trappen udføres brandfri, hvilket ligeledes gælder, hvis der i nogen etage indrettes mere end 3 lejligheder til samme repos.

3. I bygninger med fra 4 til 7 etager, i hvilke der kun anbringes een trappe, skal denne udføres brandfri og gives en bredde af mindst 1 m. Såfremt trappen ikke adskilles fra kælderen ved brandfri etageadskillelse, skal lejlighederne forsynes med altaner. Altanerne skal have en størrelse af mindst 1 m² og et fremspring for murlinien af mindst 60 cm.

4. Anbringes der i de i stk.rne 2 og 3 omhandlede bygninger to trapper, kan begge disse udføres af træ og altaner kan udelades. De to trapper — hovedtrappen og bitrappen — skal gives en bredde af mindst henholdsvis 1 m og 70 cm.

5. I bygninger med mere end 7 etager skal trappeforholdene ordnes efter nærmere godkendelse i hvert enkelt tilfælde.

6. Omgives en trappe med væg el. lign. på begge sider (lukket trappe), kan trappens bredde kræves passende forøget.

Ydervægge må ikke udføres af mindre end 1½ stens mur for et etagehus. Eller som en ligeså brandsikker konstruktion f. eks. 8 cm jernbeton i udfyldningsfelter.

Forskellige bygnings-elementer

Ydervægge

Forskellige bygnings-elementer skillevægge skorstene

Skillevægge mellem lejligheder udføres af mindst $\frac{3}{4}$ stens mur eller 3 lag brædder bestående af et lag $5/4''$ og 2 lag $1''$ brædder med svært gulvpap mellem lagene. Eller ækvivalent konstruktion.

Skorstene.

I Københavns bygningsvedtægt, se [3], er anført bestemmelser for skorstene, hvoraf de vigtigste er følgende:

Vangetykkelse mindst $\frac{1}{2}$ sten. Udfør træbjælkelag dog udkraget til mindst 1 sten som vist på fig. 24. Træværk i bjælkelag, skillerum og tagværk skal være mindst 22 cm fra skorstens inderside. Lægter, gulv- og tagbrædder samt enkeltbræddeskillerum kan dog føres helt ind til vangen.

På ydersiden må ikke anbringes brændbar beklædning udover 15 cm fodpaneler eller 5 cm væglisters.

Skorstenspipecanalen skal normalt nå mindst 75 cm over tagrygning.

Brandmure.

Mellem to sammenstødende ejendomme skal iflg. [3] anbringes en brandmur, der i 1 stens tykkelse føres mindst 30 cm op over taget (målt \perp på tagfladen). For bygninger over 2 etager skal selve brandmuren være $1\frac{1}{2}$ sten, for 1- og 2-etages bygninger mindst 1 sten.

En ydervæg, der har en afstand mindre end 2,5 m fra nabo-skæl, skal også udføres som brandmur.

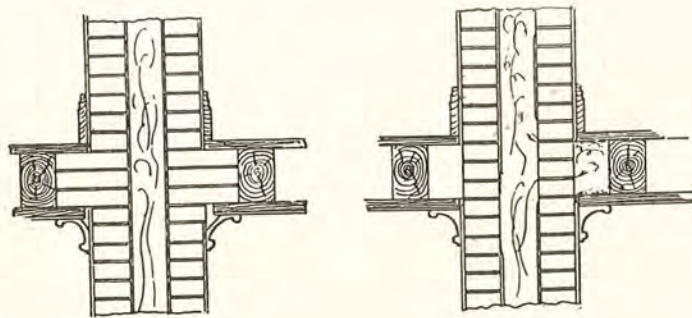


Fig. 24.
Skorsten ført gennem
træbjælkelag. Rigtig
og forkert gennemførelse.

Har en beboelsesbygning i nogen retning større udstrækning end 40 m eller større etageareal end 500 m², skal der henholdsvis for hver 40 m eller 500 m² opføres en brandmur af mindst $\frac{3}{4}$ sten, eller hvis træværk føres ind i muren af 1 sten.

I brandmure må kun med særlig tilladelse anbringes åbninger som:

- Ventilationsåbninger højst 550 cm² i areal, lysåbninger højst 0,5 m² i areal, dækket med fast indsat monierglas,
- døråbninger højst 1,0 × 2,2 m² i areal, dækket med brandsikker dør.

Afstandsbestemmelser

Afstande mellem bygninger.

En brandmur tillades kun anvendt som adskillelse mellem nærliggende bygninger, når disse er grundmurede og hårdt-tækte. Hvis dette ikke er tilfældet, kræves der visse afstande mellem nabobygninger. For landet er der i [1] § 1 (se også [22]) fastsat følgende afstande (smlg. fig. 25):

- 1) 3 m afstand fra en bygning til en anden bygning tilhørende et nabosted kan man nøjes med, når begge bygninger er opført af mur, stampet ler eller mur- og bindingsværk samt med hårdt tag, hvortil henregnes tag af tegl, skifer, cementsten, bitumen, mindst 2 mm tykt tagpap, eternitskifer og glas samt, ifølge en justitsministeriel afgørelse, græstørv ovenpå tagpap. Det er dog en betingelse, at der ikke findes nogen ydre beklædning af brædder eller andet ildfængende materiale. (Om adskillelse ved brandmur se nedenfor). Sådanne bygninger betegnes i det følgende som grundmurede og hårdt-tækte.
- 2) 30 m mindste afstand kræves derimod, når begge bygninger er dækket med ildfængende tag, hvortil henregnes tag af strå, rør, træ, spån m. v. (i det følgende kaldet blødt tag), eller hvis ydervægge, herunder gavle, er beklædt med strå

Forskellige bygnings-elementer

Gennembygninger i brandmure.

Afstande mellem bygninger

Afstands- bestem- melser

- eller rør. Det bemærkes, at blødt tag dækket med jernplader betragtes som blødt tag.
- 3) 12,5 m mindste afstand kræves i alle andre tilfælde, altså for grundmuret, hårdttækt bygning på den ene bedrift til stråttækt bygning tilhørende anden bedrift, eller hvis den ene eller begge bygninger er træbygninger, eller hvis der findes trætrimpel eller trægavl på ellers grundmuret, hårdttækt bygning.

Selv om en træbygning ydervægge bliver beklædt med brandbeskyttende plader eller lignende, falder den dog stadig ind under punkt 3.

Afstande fra bygninger til skel

Afstande fra bygninger til skel.

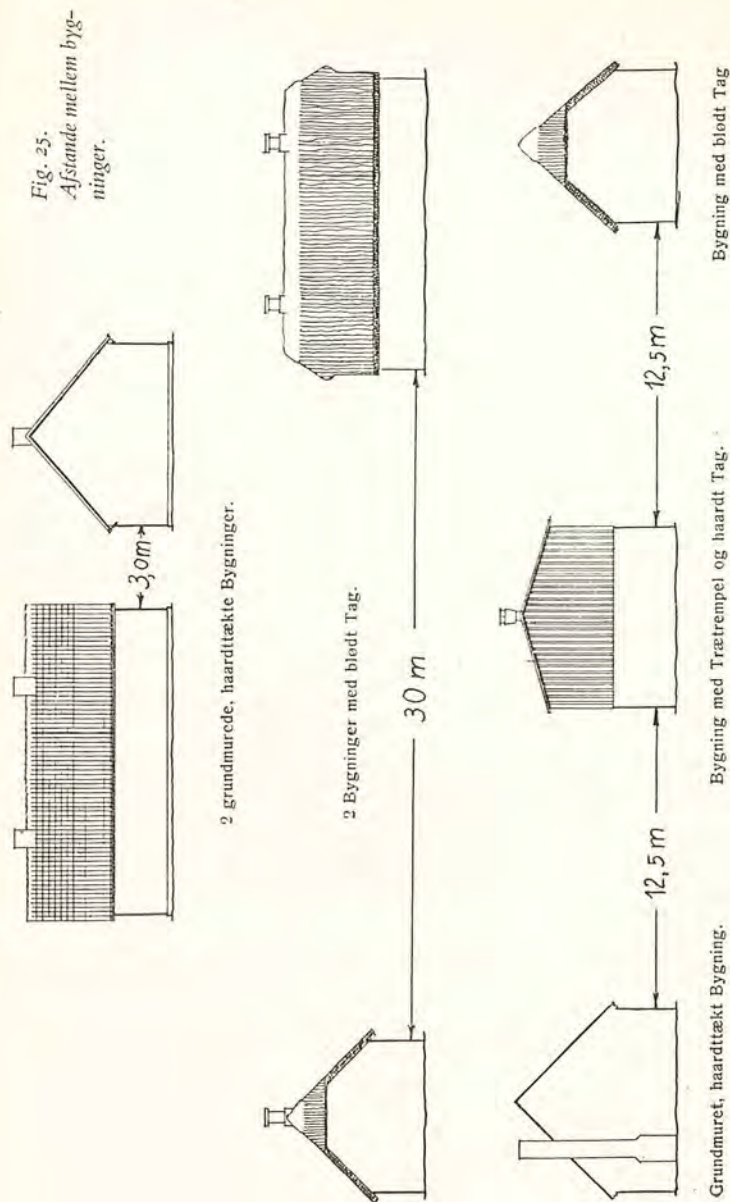
Afstanden til skel se fig. 26 fra de forskellige nævnte kategorier af bygninger skal være mindst halvt så stor som ovenfor angivet, forsåvidt byggegrunden tillader det; er det ikke tilfældet, skal der bygges så langt fra skel som muligt.

Disse afstande kan være mindre, hvis naboejeren giver sit samtykke; men det medfører, at han ikke må have eller senere opføre bygninger nærmere, end at de ovenfor nævnte bygningsafstande overholdes, og derfor må man sikre sig bevis for det meddelte samtykke.

Den opfattelse gør sig undertiden gældende, at afstandsbestemmelserne ikke behøver at overholdes ved sommerbebyggelser, f. eks. på strandgrunde; men kravene skal efterkommes, og det er af samme årsag i en tilføjelse af 1937 til udstykningsloven bestemt, at strandgrunde til bebyggelse ikke må være under 400 m².

Undtagelser.

Hårdttækte skure med grundflade ikke over 30 m² og ikke over 3 m højde til tagryg er undtaget fra afstandsbestemmelserne, forudsat at de ikke indeholder ildsted og ikke tjener til opbevaring af brandfarlige genstande eller stoffer. Undtagelsen gælder derfor f. eks. ikke for bygninger anvendt til beboelse, garage, vaskehus, tørveskur, oplag af brandfarlige vædsker eller staldrum, og det hjælper ikke, at man — som det er for-



Afstandsbestemmelser

Brandmure.

søgt — deler et skur, der er over 30 m² stort, med en brandmur i 2 mindre skure.

I byerne, hvor bygningerne normalt er grundmurede og hårdttækte, er bygningsplaceringen mere bestemt af lysforholdene for hver enkelt bygning end af brandtekniske hensyn.

Når minimumsafstandsbestemmelsen mellem to grundmurede, hårdttækte bygninger fraviges, må der anbringes brandmur. Iflg. [1] kan man på landet lægge to grundmurede, hårdttækte bygninger, der hører til forskellige steder, umiddelbart op til hinanden eller i mindre indbyrdes afstand end 3 m, såfremt de adskilles ved brandmur; ved ingen anden art af bygninger kan anvendelsen af brandmur efter loven berettiget afvigelse fra afstandskravene. En brandmur på landet skal være af grundmur af mindst en stens tykkelse og række 20 cm over taget, samt være udfuget med kalk eller cement på udvendig side.

Materialet skal være helbrændte mursten (af tegl). Cementsten o. lign. må ikke anvendes.

Særlige bygninger.

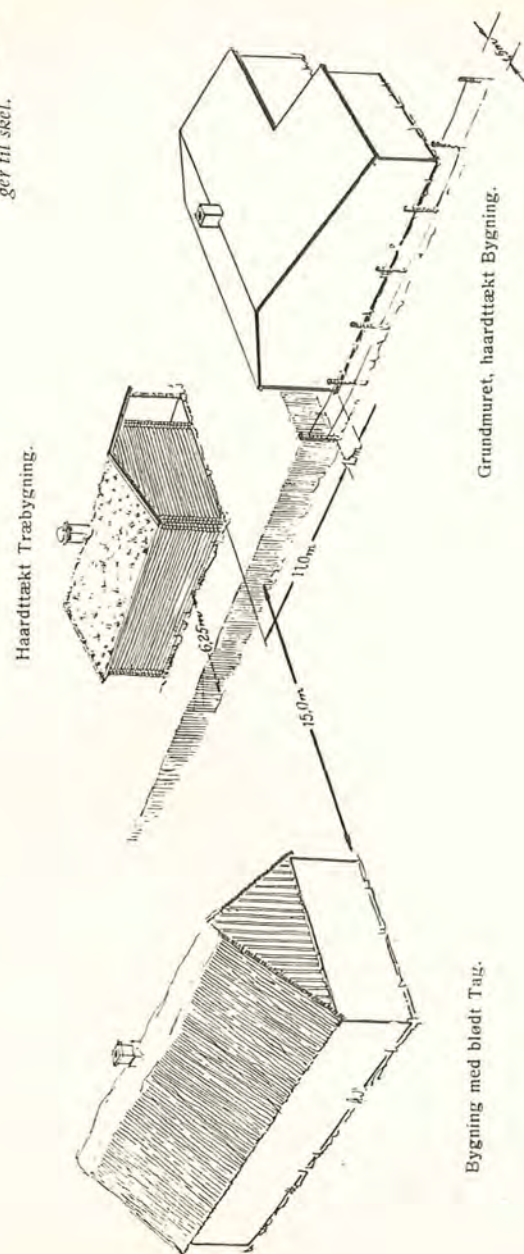
I [1] § 4 kræves det, at bygninger til industriel virksomhed af særlig brandfarlig eller eksplosionsfarlig art (herunder tjærkøgeri, træbearbejdningsvirksomhed eller vindmølle til næringsbrug) skal være grundmurede og hårdttækte og ikke må ligge anden mands grund nærmere end 50 m — for vindmøller dog 30 m og for vindmotorer 20 m — medmindre Justitsministeriet dertil giver sit samtykke.

Afstandsregler indenfor egen grund findes for disse virksomheder i [1] § 10, stk. 2.

Høje huse

For ikke alt for mange år siden fandtes her i landet praktisk taget ingen bygninger over 5-6 etager. I de senere år har man givet tilladelse til højere byggeri, når der tages visse brandtekniske hensyn. Især de såkaldte punkthuse — fritliggende huse

Fig. 26.
Afstande fra bygninger til skel.



Høje huse

Regulativmæssig
maximumshøjde.

med lille grundareal i forhold til højden — er aktuelle. Der er derfor her givet en lidt udførlig behandling af brandtekniske problemer, som knytter sig til højhusbyggeriet [se 23].

Efter Københavns bygge Lov [3] må ingen bygning eller bygningsdel gives større højde end brandtekniske hensyn tillader. Denne bestemmelse ligger til grund for den maximumshøjde på 20,5 m af øverste gulv over terrain, som er fastsat i byggevedtægterne. Erfaringen viser, at det er uforsvarligt at regne med at redde mennesker ad stiger fra en højde, der er større end en snes meter, selvom stiger udmærket kan udføres i større længde.

Hvis der skal dispenseres fra bestemmelsen om maximumshøjde er man derfor nødt til at bruge andre principper. Der er i hvert fald een tilfredsstillende løsning: anbringelse af sikkerhedsstiger, som er brandfri, og som brandmæssigt set er forsvarligt adskilt fra det øvrige hus.

Der tænkes ikke her på de i reglen hæslelige udvendige jerntrapper — fire-escapes — som tidligere især i Amerika anvendtes ved høje huse. Disse trapper har adskillige gange vist sig at være særdeles uhensigtsmæssige, idet flygtende mennesker er blevet et bytte for flammer fra de brændende etager.

Det er en selvfølgelig forudsætning, at høje huse i videst mulig omfang udføres af brandsikre materialer. Dette gælder i udpræget grad trapperummet, som ikke direkte må stå i forbindelse med lejlighederne, idet flammer og røg fra en brændende lejlighed da gennem entredøren kan blokere trappen. Den eneste tilfredsstillende adgang fra lejlighed til trappe sker gennem fri luft, som vist i de følgende projekter, hvor adgangen fra entre eller vindfang til trappe går gennem en luftsluse, d. v. s. over en åben altan, f. eks. som vist på fig. 34.

Luftsluse.

Luftslusen bør ikke være for lang og smal, da man ellers som ved fire-escapes risikerer, at udslående flammer — her gennem entredøre — forhindrer passage.

På fig. 27 er vist en luftsluse med adgang fra 3 lejligheder, hvor der kan være en vis fare for flammekobling af slusen. Men forholdene er dog her ganske anderledes end ved de

Høje huse

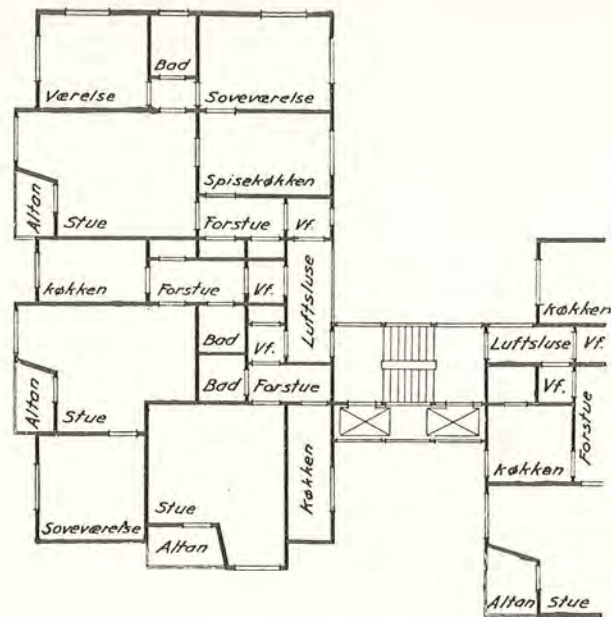


Fig. 27.
Højhusplan.

nævnte udvendige passager. Hvis slusen er impassabel på grund af flammer fra en anden lejlighed, eller hvis man gennem en brændende lejlighed slet ikke kan trænge ud til slusen, er der mulighed for at søge tilflugt på en altan i den modsatte side af huset. Væggen mod altanen må ikke bestå alene af glasarealer, en rimelig del må være mur, bag hvilken man kan søge ly, indtil brandmandskabet gennem trappen har nået lejligheden og fået nedkæmpet ilden. Det er et almindeligt krav, at der i alle opholdsstuer skal være 2 døre.

En forudsætning er det naturligvis, at brandtrappen er virkelig brandsikker. Ud over døre fra luftsluser, håndlister og vinduesindfatninger må intet brandbart findes i rummet. Der må kun være forbindelse til kælder, hvis der her findes særdeles effektive sluser med selvslukkende jernbestdøre. Et stigrør (3''), hvortil der ved hver etage kan kobles brandvæsenets slanger, må føre op gennem trappeskakten. Stig-

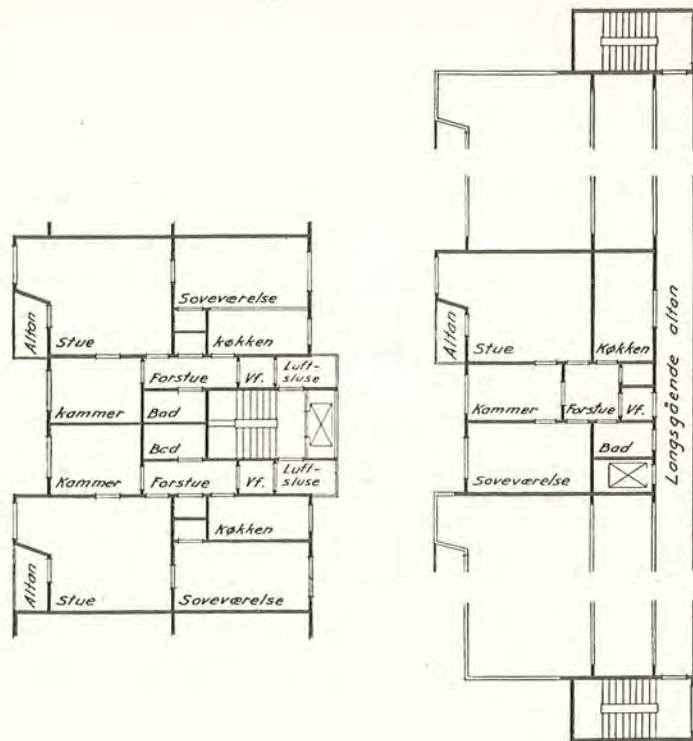


Fig. 28. Fig. 29.
Højhusplaner.

røret skal i terrainhøjde kunne tilkobles brandvæsenets motor-sprøjte.

Indvendige brandtrapper med ovenlys frarådes af brandvæsenet, men indvendingerne er lige så meget af psykisk som af teknisk art: Under brand vil en mørk indelukket skakt forstærke en opstået panikstemning.

Elevatore er nødvendige i høje huse. Fra et brandmæssigt synspunkt var det mest tiltalende at have elevatoren helt adskilt fra både lejligheder og trapper med adgang gennem fri luft som på fig. 29. Eller i det mindste som på fig. 27 og 28 adskilt ved luftsluse fra lejlighederne og koblet sammen med trappen.

Men andre synspunkter end brandmæssige gør det ønskeligt at nå en lejlighed uden gennemgang i det fri. Da praktisk taget al daglig færdsel foregår via elevator, ligger det nær at søge tilvejebragt en ordning, hvor kun trappen, som sjældent benyttes, er friluftsforbundet med lejlighederne. På fig. 30 ligger elevatoren inde i huset. Det er forudsætningen for denne ordning, at der fra en lejlighed ikke alene gennem forstuen, hvortil elevatoren støder op, er adgang til luftsluse og trappe, men at der også er en direkte adgang hertil fra lejligheden. Det kræves tillige at forrummet har uafåselig dør til luftslusen og at entredørene fra fælles forrum til lejlighederne i det mindste udføres som 35 mm tykke massive trædøre. Herudover stilles følgende krav:

Elevatore skal være af brandfast materiale, elevatorstolen må højst udfylde 60 % af skaktens tværsnit og skakten skal være grundig ventileret.

På fig. 31 en anden godkendt type. Hovedtrappen, hvortil elevatoren støder op, må udføres efter samme regler som for trapper i eentrappehuse af normal højde, medens bitrappen er en sikkerhedsstige med adgang fra lejlighed gennem luftsluse. Elevatoren kan her udføres af træ, når elevatordøren

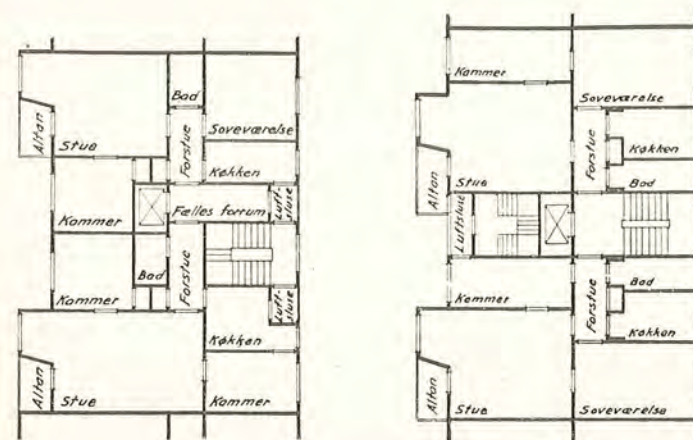


Fig. 30, fig. 31.
Højhusplaner.

Hoje huse

er en jernasbestdør. Også her må stolen kun udfylde 60 % af skakten, som skal være forsvarlig ventileret.

Den på fig. 29 viste type er brandmæssigt set særdeles tiltalende. Men det kan findes ubehageligt — i hvert fald usædvanligt — at man ikke alene gennem en kort luftsluse skal ud i det fri for at nå en lejlighed, men at man muligvis skal tilbagelægge en længere strækning på den langsgående altan.

De lige nævnte type-grundplaner, der alle vil kunne godkendes her i landet, skal her suppleres med et par eksempler fra København og fra Frederiksberg, hvor kravene ikke altid er helt ens.

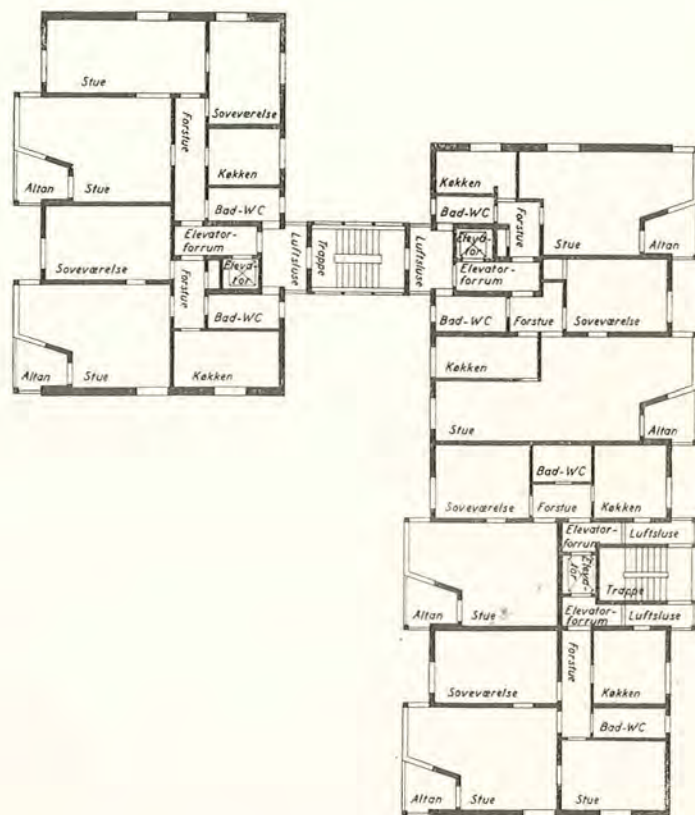


Fig. 32.
Højhusplan
(Bellahøj).

Hoje huse

Hus på Bellahøj.

På fig. 32 er vist et projekt til bebyggelsen på Bellahøj i København. I bygningen findes 12 etager + en tagetage.

Fra begge trapper er der adgang til lejlighederne over luftsluser, medens adgangen fra elevatorer ikke kræver gennemgang i fri luft. Følgende brandmæssige krav — både for trappen i det særlige trappehus og for den indbyggede trappe — som er stillet af bygningsvæsenet, er overholdt:

Luftslusen kan foruden gennem forstuen, der kunne tænkes at blive blokeret, nås direkte fra alle lejligheder, enten gennem badeværelse eller køkken. Fra alle opholdsstuer findes to udgangsmuligheder.

I alle lejligheder findes altaner med brandly, d. v. s. et stykke væg — og ikke kun glasarealer — mod lejligheden. Glasarealerne mod altanerne er udført af glassten.

I fig. 33 er vist en 14 etages høj bebyggelse på Frederiksberg. Trappen er her særdeles effektivt udnyttet, idet ikke mindre end 6 lejligheder støder op til den. Fra to af lejlighederne er der — foruden gennem forstue og elevatorforrum — direkte adgang til luftsluse gennem køkken. I to andre lejligheder er indrettet en ekstra gang, hvorigennem luftslusen direkte kan nås. Og for de to sidste lejligheders vedkommende, hvor der ikke er mulighed for nogen direkte udgang til luftsluse, er i altanerne udsparret en (til daglig tildækket) åbning, hvorfra man på stige trin har adgang til den næste altan. Alle altaner i samme lodrette linie over 20,5 m, hvortil brandstiger kan nå, er forsynet med en sådan åbning.

Hus på Frederiksberg.

Åbningen er i højere grad beregnet til opstigning for brandmandskab end til nedgang for beboerne. Der kan mod denne ordning rettes den alvorlige indvending, at dækslet kan blive blokeret af tunge genstande, som anbringes på altanen. En sådan nødadgang, som f. eks. også godkendes i Stockholm, vil ikke blive accepteret i København.

I et enkelt tilfælde er der, omend med betænkelighed, til et hus på Bellahøj givet tilladelse til, at trapper fra den del af huset, der ligger over 20,5 m, ender blindt på en brand-

Høje huse



Fig. 33.
Højhusplan
(Sondermarken).

sikker altan, hvorpå beboerne kan opholde sig under en brand og eventuelt bringes ned ad brandvæsenets stiger. Altanen skal naturligvis da ligge under højden 20,5 m, og der må nedenfor være vejarealer, hvorfra stiger kan rejses. Tilladelsen er givet forsøgsvis og kun for et antal af højst 3 etager over de 20,5 m.

Forsvarligt fra et brandmæssigt synspunkt er det at udføre de nederste 20,5 m af et højhus efter bygningsvedtægtens almindelige regler, herunder med trapper af sædvanlig udførelse og med udlægning af arealer for brandsikring, medens

Højhus med trapper
uden luftsluser i de
nedre etager.

Høje huse

de overliggende etager er tilbagetrukket, således at der fremkommer en rundtgående balkon, fra hvilken et antal passende anbragte normale trapper føres til terræn. Trapperne i den høje del må da udføres som sikkerhedstrapper og ende ved balkonen.

De her nævnte typer kan naturligvis varieres på mange måder. Da kravene om sikkerhedsforanstaltninger som brandsikre døre og anvendelse af brandsikre materialer, og da luftslusernes størrelse, forstuernes placering og udnyttelse (mange lejligheder til een forstue) til en vis grad beror på et skøn, bør man på et tidligt stadium af projekteringen søge kontakt med brandmyndighederne.

Anbringelse af luftsluser eller lange altaner er naturligvis forbundet med en vis udgift. På den anden side kan virkningsgraden af trappen være særdeles effektiv, som på figurene 27 og 33, hvor 5-6 lejligheder støder op til den, hvilket ikke normalt forekommer i et lavt hus.

En anden fordel, som indvindes ved luftslusesystemet, er følgende: Normalt fordres der om en bygning arealer som gårdsplads, kørebaner og lign., der giver mulighed for rejsning af stiger, og der kræves under mange forhold vinduer med areal $1,0 \cdot 0,5$ på lodrette hængsler, idet vipperuder er vanskelige at redde folk igennem (der dispenseres dog ofte fra dette krav). Med de ændrede principper for nedkæmpning af ilden og for redning af mennesker falder krav som de nævnte helt bort.

I nogle tilfælde vil man udelukkende af hensyn til vanskeligheden ved at efterkomme disse krav benytte sig af højhusprincipperne også ved lave huse, se f. eks. hotellet på fig. 35 og den dermed forbundne tekst. På figur 37 er vist et hotel, der kan udføres med ubegrænset etageantal.

Garager

Små garager.

I [24] er for København fastsat bestemmelser for små garager, der har plads til højst 4 motorvogne. For garager, der indrettes

Luftslusers økonomi.

Små garager

Garager

i bygninger, der tillige tjener til andet formål, gælder særlige regler. F. eks. må en sådan garage ikke engang gennem en enkelt dør have forbindelse til den øvrige bygning.

Store garager

Kældregarager og selvstændige garageanlæg.

Store garager.

Er der tale om større *kældregarager* eller *garageanlæg i selvstændige bygninger* må der træffes betydelige brandsikringsforanstaltninger. I København stilles normalt følgende hovedfordringer: Fuldstændig brandsikker adskillelse fra den øvrige bygning, automatisk sprinkleranlæg eventuelt med tilsluttet brandalarmanlæg, ventilationsanlæg, der fornyer luften 4-6 gange i timen, elektriske installationer efter stærkstrømsreglementets bestemmelser for udførelse af installationer i garager, nødbelysning fra særlig strømkilde uafhængig af hovedbelysningen og gode udgangsforhold, normalt i hver af bygningens 4 hjørner. Betjeningsmandskabets garderobeskabe fordres udført i jern eller andet uforbrændeligt materiale.

Etagegarager.

I *etagegarager* bør trapperne være udført som sikkerheds-trapper med luftsluser (som nærmere beskrevet i omtalen af høje huse), sådan at adgang fra bygning til trappe sker i fri luft. På fig. 34 er vist adgang fra trappetur til et garageanlæg.

Reparationsværksteder.

Når der findes afdelinger for reparation, vulkanisering, sprøjtelakering m. m., bør disse være henvist til særlige rum. Især er bestemmelserne for sprøjtekamre strenge. I justitsministeriets bekendtgørelse [25] anføres at vægge og tag skal være af murværk, beton, galvaniseret jern, trådglas eller indvendig fuldstændigt jernbeslået træ. Gulvet skal være af ubrændbart materiale. Max. gulvareal 40 m² for automobillakereri. Ventilationsanlæg med udsugning fra gulvet og udblæsning i mindst 5 m's højde over terrain skal kunne forny luften 30 gange i timen.

Om reparationsværksteder hedder det i [24]:

Stk. 1. Reparationsværksteder, i hvilke der indføres motor-køretøj med påfyldt brandfarlig vædske af fareklasse I, skal

Garager



Fig. 34.
Trappetur med luftsluser (garagebygning Dr. Tværgade).

indrettes efter de for garager gældende bestemmelser, således at der regnes med 1 motorvogn for hver 25 m² gulvareal.

Stk. 2. Reparationsværksteder må ikke ved døre, vinduer eller på anden måde være i forbindelse med garagerum uden brandvæsenets tilladelse.

For vaskepladser [24] er fastsat følgende bygningsmæssige bestemmelser:

Vaskepladser.

Stk. 1. Erhvervsmæssig vask af motorvogne må kun udføres på særlig dertil indrettet vaskeplads, der har afløb gennem sandfang og benzinudskiller til kloak udført i overensstemmelse med afløbsregulativet.

Stk. 2. ved indretning af vaskeplads i bygning skal det pågældende rum indrettes som garage efter de gældende bestemmelser, således at der regnes med 1 motorvogn for hver 25 m² gulvareal.

Hoteller, forsamlingsale m. m.

I det følgende er foretaget en lidt nærmere gennemgang af hoteller og forsamlingsale.

Hoteller, forsamlingsale m. m.

De bestemmelser, der gælder for hoteller, er af ny dato og således i overensstemmelse med nutidens krav. Hoteller står som repræsentant for en række bygninger, hvoraf kan nævnes kroer, gæstgiverier, pensionater, vandrehjem, klublejligheder, kollegier. De brandtekniske synspunkter, der må anlægges overfor disse virksomheder, falder meget nær sammen med de synspunkter, der ligger til grund for de i det følgende anførte bestemmelser for hoteller. Skoler, sygehuse og alderdomshjem må betragtes under en lignende synsvinkel.

Forsamlingsale dækker en anden kategori, hvorunder hører teatre, biografer, restaurationer, udstillingslokaler, kirker, gymnastiksale m. m., kort sagt store rum, hvor mange mennesker samles, og hvor det fra et brandteknisk synspunkt er et mål hurtigst muligt at kunne tømme salen for mennesker.

Hotellkategorien

Bestemmelser for »store hoteller«.

Som lige nævnt falder adskillige virksomheder brandteknisk set ind under denne kategori.

I det følgende er brugt betegnelsen hotel, idet der her kun tænkes på et »store hotel« med over 25 sovepladser. For et »mindre hotel« med under 25 er fordringerne knap så vidtgående.

Justitsministeriets bekendtgørelse [26] rummer de krav, der stilles til nybygninger:

Ydervægge og tag.

Ydervægge og tag.

Bygningen skal være grundmuret og hårdttækt.

Etageadskillelser.

Etageadskillelser.

I hoteller med højt beliggende etager (over $7\frac{1}{2}$ m over jord) skal etageadskillelserne direkte over og under soverum, gange og trapper fra disse og over alle rum i kælder være brandsikre*).

*) Se definitionen s. 20.

Skillevægge, som omgiver soverum og gange fra disse samt forstuer skal mindst være branddrøje 1 time*).

Gange i etagerne skal være mindst 1,25 m brede og skal fra soverum føre til to trapper. Afstanden til nærmeste trappe fra soverum må ikke overstige 25 m.

Trapper skal være brandsikre. Vægge i trapperum af mindst $\frac{3}{4}$ stens mur (i øverste etage $\frac{1}{2}$ sten) eller af 8 cm jernbeton.

Døre. Udgang fra soverum skal ske gennem to døre uden glaspartier. Trapperum skal være adskilt fra gange over stueetagen ved selvlukkende massive døre. Døre mellem hovedtrapper og gange kan udformes som dørpartier af størrelse ikke over $2,2 \times 2,5$ m. I sådanne dørpartier kan anbringes glas, hvis døren udføres af metal, når glaspartiet ikke er over $0,5$ m² og af mindst 6 mm monierglas eller elektroglass. Dørene skal åbnes udad mod trappe.

Døre mellem trapperum og loftgange skal være selvlukkende branddøre. Dette gælder også døre mellem hotelrum (sove- og opholdsrum) og andre afdelinger som restauration, køkken, teatersal o. lign.

Vindue i soverum skal være oplukkeligt og lodret hængslet og med fri åbning af mindst 1,0 m's højde \cdot 0,5 m's bredde.

Ny hotelbygninger.

Med et par eksempler fra ny hotelbygninger i København skal det her vises, hvordan nogle af bestemmelserne føres ud i livet (se [27]).

Kravet om fri adgang til at rejse brandstiger til alle vinduer i hotel *Richmond* er opfyldt for gadefacadens vedkommende. Gårdfacaden er ikke sikret på denne måde, idet gården er overbygget. I stedet er gårdfacadens værelser alle sluttet til lange altaner (fig. 35), som hver har forbindelse med to brandfri trapper anbragt ved gavlene. Den ene trappe — til højre på figuren — er en sikkerhedstrappe, hvortil der kun er adgang fra hotellet via altanen. Trappen når kun ned til den

*) Se definitionen s. 20.

Hotellkategorien

*Skillevægge.
Gange.*

Trapper.

Døre.

Vinduer.

Ny hotelbygninger

Hotel Richmond.

Hotellkategorien

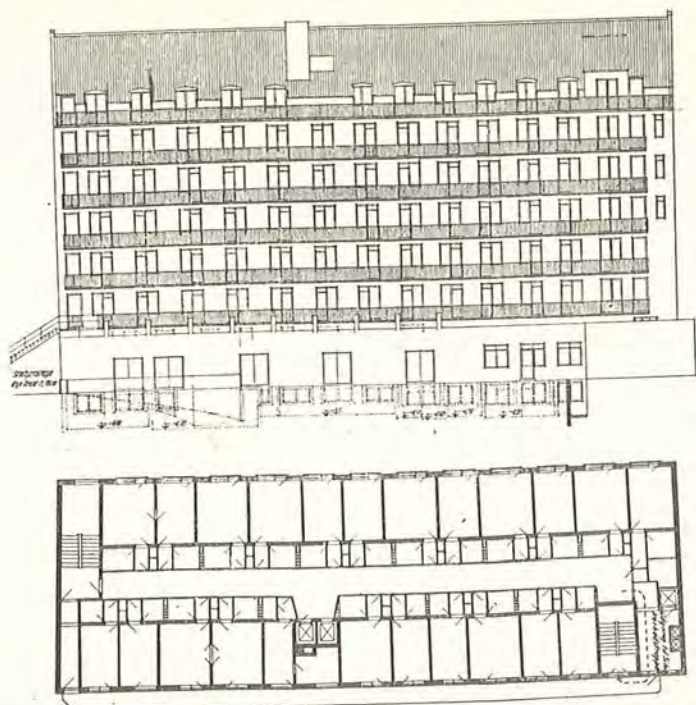


Fig. 35.
Hotel Richmond.

overdækkede gårds niveau, hvorfra der, som vist på facadeplanen, fører en trappe ned til terrainhøjde.

Af etageplanen ses det, at bestemmelsen om, at hvert værelse i 2 retninger skal være i forbindelse med en trappe, er oplydt (afstand til nærmeste trappe højst 25 m).

De to elevatorer munder ud i hotellets hall, hvortil hovedtrappen mod sædvane ikke fører. Denne ordning er formodentlig affødt af den ny bekendtgørelse, hvor hovedtrappen skal være effektivt afskærmet fra gange. Ønskes glas i dørene, skal disse som nævnt være udført af metal, og glaspartierne skal være små og solide. De store hoteltrapper, der gæstfrit — også for ilden — åbner sig mod alle gange, vil ikke mere blive tolereret af brandvæsenet.

Hotel Codan.

På fig. 36, der viser stue og etageplan af hotel Codan,

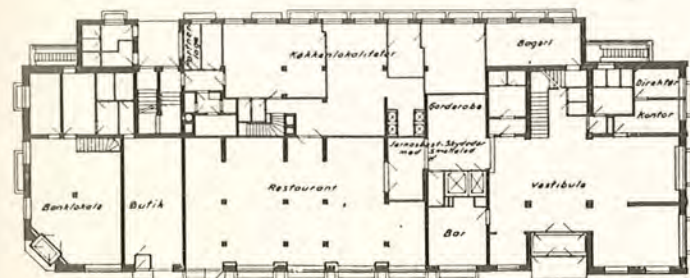
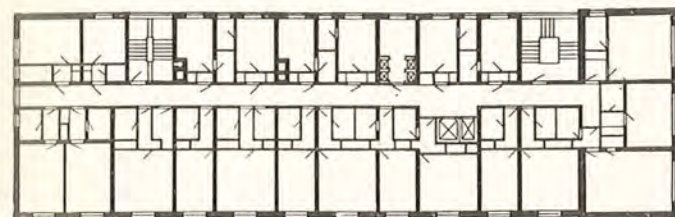
fremgår det, at vestibuletrappen er af beskeden størrelse og lovmæssigt adskilt fra hotellets gange.

Det ses af stueplanen, at den foreskrevne strenge adskillelse mellem restaurationsafdelingen og hotelafdelingen er realiseret ved en skydedør med smelteled, som mekanisk skyder sig for, når smelteledet ved omkring 70° varme smelter over. Også i dette hotel har hvert værelse forbindelse med to trapper.

I begge hoteller er værelserne adskilt fra gange ved to døre. Bestemmelsen om lodret ophængte vinduer er gennemført. Alle døre i trapperum åbner sig fra gange ud imod trapperne.

Høje hoteller m. m.

Når der er tale om hoteller med øverste gulv beliggende mere end 20,5 m over terrain, skal der naturligvis som ved andre højhuse (se afsnittet om høje huse) træffes særlige foranstaltninger. Det tidligere nævnte krav om at kunne nå en trappe gennem en luftsluse ad to veje er ikke altid lige let at



Hotellkategorien

Branddør med smelteled.

Høje hoteller

Fig. 36.
Hotel Codan.

Hotelkategorien

realisere. På fig. 37 er vist en løsning, hvor man både gennem gangen inde i huset og ad den omkringgående altan kan nå trappen, eller rettere to trapper som hotelloven uanset etageantallet kræver.

Man kan ikke nøjes med luftsluser alene i de høje etager. Da luftsluserne skal hindre trappen i at blive utilgængelig på

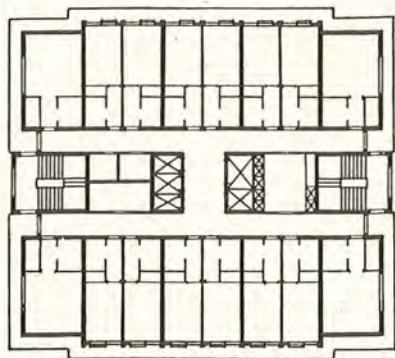


Fig. 37.
Højhus-hotel.

grund af udstrømmende røg fra en brændende etage, må de naturligvis findes også i de etager, der ligger under de 20,5 m.

Dette forhold vil tit være afgørende for valget af etageantal. Det kan nævnes, at kollegium på Nørre Fælled, der ved dette skrifs trykning kun er projekteret, er holdt på 8 etager, og at en oprindelig påtænkt tagetage blev opgivet, netop fordi denne sidste etage ville bringe øverste gulvhøjde op over de kritiske 20,5 m. Det ville da have været nødvendigt at udføre alle trapper i hele højden med luftsluser.

I sygehuse og skoler o. lign. virksomheder, der som nævnt i brandmæssig henseende er nær beslægtet med hoteller, skal der naturligvis træffes visse foranstaltninger, som direkte knytter sig til bygningens anvendelse:

I sygehuse må brandfarlige stoffer som æter, benzin, petroleum, alkohol m. m. som film til røntgenfotografering opbevares under betryggende forhold. Laboratorier i skoler og skolekøkkener må indrettes under hensyn til brandsikkerheden

Sygehuse og skoler

med stinkskebe, uforbrændeligt underlag for gasapparater o. s. v. Et cirkulære [28] omhandler skoler, men tager specielt sigte på gymnastiksale.

For *alderdomshjem* har man fornylig udarbejdet bestemmelser, som endnu ikke ved dette skrifs trykning er publiceret [29].

Forsamlingskategorien.

Det er ikke mærkeligt, at brandmyndighederne følger planlæggelsen af biografteatre, udstillingsbygninger, stormagasiner o. lign. med største opmærksomhed. I biografens og teatrets historie er der indtruffet brandkatastrofer af et omfang, som næppe har sit sidestykke i nogen anden kategori af bygninger.

Faremomentet i tæt pakket sal skyldes ikke mindst den panikstemning, som kan gribe en menneskemængde. De udgange, der har været — og tit alt for få — kan hurtigt blive blokeret af snublende mennesker, der af de bagved kommende kan blive kvalt eller trykket ihjel. Ved en brand i Montreal 1927 i et biografteater omkom 78 personer: 52 som følge af kvælning, 25 trykkes ihjel, og 1 omkom som følge af forbrænding.

Det er altså udgangsvejene, der først og fremmest må ofres opmærksomhed. Der er udført forsøg over døres konstruktion og over udgangsarealernes fordeling for at finde frem til arrangementer, der sikrer den hurtigste tømning og hindrer sammenkilning af mennesker.

På grundlag af de erfaringer, man i tidens løb har høstet, er der opstillet en række regler, som må følges [30], [31], se også [32].

Den ideelt beliggende biograf har sit gulv i terrainhøjde og sådan, at der kan tilvejebringes udgange i begge langsider. Anbringes gulvet over eller under terrain henholdsvis som *Palladium* og *Dagmar* i København, stilles der særlige krav til sikring af brandsmitte fra udenomsrum f. eks. ved sprinkling.

Hotelkategorien

Alderdomshjem

Brandkatastrofer.

Biografteatre.

Forsamlings-sals-kategori- en

Selve biografteatret og de dertil hørende rum må være brandsikkert adskilt fra andre bygningsdele. Kontorer og lignende bør anbringes uden for biografen med eventuel forbindelse over fri luft (luftsluse). Til operatørrum stilles der især særlig strenge krav. Taget — i hvert fald altid den bærende konstruktion — må udføres brandsikkert, hvilket praktisk taget vil sige af jernbeton.

Udgange og hertil hørende korridorer, der ikke må føres gennem foyer eller andre opsamlingsrum for publikum, må så vidt mulig udføres uden trin. Højdeforskelle bør søges udlignet med ramper, der kan gives stigning indtil 1:7,5. Nødvendige trapper: grund mindst 28 cm, stigning højst 17 cm. Trapper med bredde over 2 m deles med håndlister på midten.

Døre i udgangsveje skal åbnes i færdselsretningen. De skal være markerede ved lamper, som til stadighed skal være i funktion, når lokalet er i brug.

Færdselsveje i salen bør ikke have mindre bredde end 1 m, og døre, gange, trapper ikke mindre bredde end 1,5 m. Tillige bør alle bredder svare til mindst 1 cm pr. person, der skal passere.

Stoffer må ikke anvendes til udsmykning eller til akustisk regulering. Betræk på stole skal være af heluld, ligesom eventuelt forhæng ved scenen. Det tilrådes i teatre at anbringe overrislingsanlæg foran scenetæppe. Hvis der findes en større scene, må den i alle tilfælde være forsynet med overrislingsanlæg.

Ved ethvert større teater bør prosceniumsåbningen kunne lukkes med et jerntæppe, en stålkonstruktion beklædt med så svære plader, at et tryk på 50 kg/m² fra scencesiden kan optages. Konstruktionen får herved en betydelig vægt, det kgl. teaters jerntæppe vejer 4,5 t.

Forslag til opvarmnings- og ventilationsanlæg skal godkendes af brandmyndighederne. Frisk luft må indtages i en højde af mindst 4–5 m over terrain, og ventilatormotoren må anbringes i særligt rum med aftræk til det fri. Samtlige ventilatorrum må kun have adgang til det fri eller til en kældergang, der står i åben forbindelse med det fri.

Lagre

Oplag af brandfarlige eller brandbare stoffer er så mangede, at det er umuligt at give generelle brandsikringsanvisninger. Til belysning af de retningslinier, der lægges til grund for opbevaringsforholdene, skal her nævnes nogle få eksempler.

I de fleste virksomheder benyttes brandfarlige vædsker. I en justitsministeriel bekendtgørelse [33] er anført en række krav vedr. opbevaring og transport af sådanne vædsker. De er efter deres brandsikkerhed inddelt i 4 fareklasser. Til fareklasse I, hvortil benzin hører, er kravene meget strenge. Oplag ud over ganske få liter skal opbevares efter detaljerede regler. På fig. 38 er vist en opbevaringsgrube for benzin i det fri. Til fareklasse II, III og IV hører henholdsvis petroleum, solarolie og sprit.

Letforbrændelige film skal, bortset fra helt små mængder, opbevares brandsikkert [34]. Over 2 kg må ikke uden sikkerhedsforanstaltninger opbevares i beboelsesrum.

For filmslagre findes strenge bestemmelser. På grundlag af meget omfattende brandforsøg af Statens Provningsanstalt i Stockholm [35] har man fastsat følgende bestemmelser: Brandsikre filmagerum til højst 1500 kg pr. rum kan indrettes i en bygning øverste etage. Et sådant rum skal beregnes for et

Lagre

Vædsker

Film



Fig. 38.
Grube i det fri til
opbevaring af
vædsker i
fareklasse I.

Lagre

overtryk på 2000 kg/m² og forsynes med en skorstenslignende sprængskraft, der føres op over taget, og som er udstyret med to jernriste i indbyrdes afstand 2 m. Adgang til rummet skal ske gennem en brandsluse, og rummet skal sprinkles.

Sprængstof

Til *sprængstofsoplag* stilles naturligvis ganske særlige krav, endnu strengere end til filmlagre, idet disse oplag skal ligge helt isolerede, tit med en afstand af mange hundrede m fra nærmeste beboelse. Lovgivningen på dette punkt er noget forældet, men anvisninger gives af justitsministeriets sagkyndige i sprængstofsager.

Træ

Traeoplag skal i København tilfredsstillende krav, der er fastsat 1912 [36], hvor der især er gjort rede for mindste afstande til bygninger, afstande, der afhænger af lagringsmåde og af de enkelte træelementers dimensioner. Iøvrigt er bestemmelserne forældede og bruges kun i revideret form. Det kan oplyses, at der er udarbejdet forslag til en ny landsgældende bekendtgørelse.

Fabriker

I alle industrier findes brandfaremomenter, også når fabrikatet i sig selv ikke synes farefuldt. Der anvendes kraftanlæg, der kan i fabrikationen benyttes ovne til opvarmning, ventilation eller tørring. Der kan foretages autogenskæring, svejsning eller lodning, som ledsages af gløder eller gnister. Rensemidler, smøremidler og lignende kan være brandfarlige, og klude eller tvist gennemtrængt af sådanne vædske kan selvantænde, hvilket som bekendt også kan ske i kuloplag.

Det er umuligt på få sider at give en blot nogenlunde udtømmende omtale af de brandsikkerhedsproblemer, der knytter sig til fabriker. Fabrikationer er så mangeartede og af så forskellig brandfarlighed, at hver fabrikation måtte omtales for sig. Der findes et betydeligt antal bekendtgørelser med vidt forskellige emner, f. eks. om sprøjtemaling, om tørring af tobak, om forbrændingsmotorer og dampkraftanlæg o. s. v.

Den tidligere nævnte institution Dansk Brandvæns-Komité

har især specialiseret sig i fabrikers brandsikring og yder råd allerede ved projekteringen, hvor rummenes indbyrdes placering og adskillelse event. i selvstændige bygninger skal planlægges.

Fabriker

Overrislingsanlæg.

I særlige virksomheder, hvor brandfaren er stor, eller hvor udgangsforholdene af en eller anden grund ikke er så ideelle, installeres overrislingsanlæg.

Et system af vandrør indlægges i sådanne tilfælde, i reglen under loftet. Med passende mellemrum kan anbringes brusere, der træder i funktion, når rørene fyldes med vand.

Ved overrislingsanlæg af denne art, der betjenes fra en ventil, er der mulighed for at bestråle visse dele af et stort lokale, sådan at en opstået brand kan afskærmes af »vandtæpper«. I et garageanlæg kan man hindre en benzinbrand der ikke lader sig slukke ved vand i at brede sig ved at sætte passende anbragte vandtæpper i funktion. Men et sådant system fordrer betjening, og der vil derfor ofte blive stillet krav om automatiske overrislingsanlæg.

Ved disse anlæg er brusere — sprinklerne — i lukket tilstand anbragt på rør med permanent vandtryk, og de åbner sig først, når temperaturen stiger til ca. 70°. På fig. 39 er vist en sådan sprinkler. I midten i normal tilstand, til højre et snit, hvor man ser den halvkugleformede ventil, der af en holder er presset ind mod rørabningen. Og endelig er til

Vandtæpper.

Sprinklere.



Fig. 39.
Sprinklerhoved.

Over- rislings- anlæg

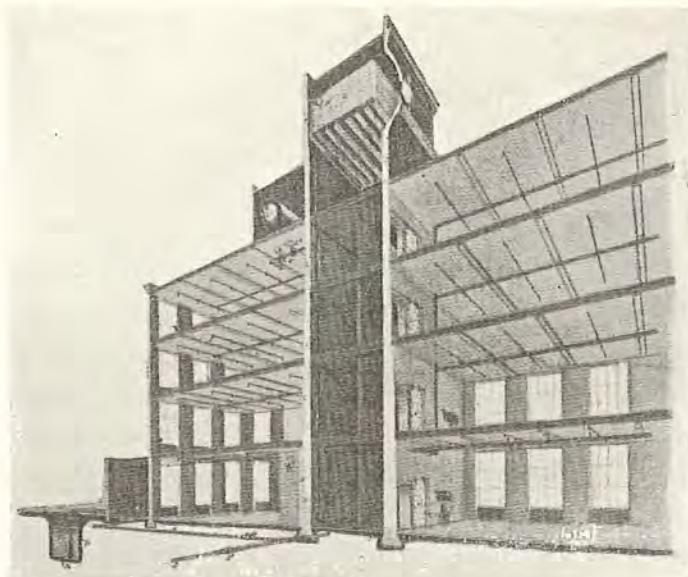


Fig. 40.
Sprinkleranlæg
i fabrik.

venstre vist sprinkleren i åben tilstand, hvor ventilen og holderen, der er forsynet med et letsmelteled, er slynget ud af vandtrykket efter oversmeltning. Sprinkleren er udformet sådan, at det udstrålende vand rammer en særlig formet plade, som deler strålen til en fin regn.

På fig. 40 er vist et sprinklersystem i en fabriksbygning.

Et sprinkleranlæg er naturligvis, når det er i god stand, pålideligere end et håndbetjent overrislingsanlæg, idet det uden indgriben træder i funktion ved forannævnte temperatur. Sprinkleranlæg erstatter ikke de sædvanlige håndslukningsapparater, hvormed man ofte vil være i stand til at nedkæmpe ilden før sprinklerne åbner sig.

I det foregående er der — f. eks. under teaterscener og storgarager — omtalt flere tilfælde, hvor en sprinkling vil være på sin plads, og hvor den ofte vil blive krævet af brandmyndighederne.

LITTERATURLISTE

- [1] Lov om brandpoliti på landet, og det nærmest dermed i forbindelse stående bygningsvæsen af 31. marts 1926.
- [2] Brandlov for København af 5. maj 1868.
- [3] Byggelov af 29. marts 1939 for staden København. (Med tilhørende bygningsvedtægt).
- [4] Bygningslov for Frederiksberg kommune af 11. april 1890 (med senere tilføjelser).
- [5] Bygningslov for købstæderne i kongeriget Danmark af 30. dec. 1858 ændret i overensstemmelse med lov nr. 153 af 8. juni 1912.
- [6] Lov om brandvæsenet i købstæderne af 21. marts 1873. (Udg. af Dansk brandvæsen-komité 1939 med ændringer og beslægtede love, anordninger, bekendtgørelser og cirkularer).
- [7] Jørgen Mygind: Studier over træbrand. Kbhvn. 1951.
- [8] Forslag II til brandteknisk klasseinddeling af bygningsmaterialer og bygningsdele. Kbhvn. 1939. (Udgivet af »Dansk Brandvæsen-Komité«: Brandtekniske meddelelser nr. 7).
- [9] Statens prøvningsanstalt, meddelande 66, Stockholm 1946.
- [10] Meddelelse nr. 1 fra Norges brandtekniske laboratorium 1949.
- [11] Meddelelser fra Københavns bygningsvæsen (4 årlige hefter).
- [12] Brandskydd H 10 og 11, 1950 (Carl Forssell).
- [13] Arne Jeppesen: Armeringsstål, nyere typer og kvaliteter. Beton bd. 1 Kbhvn. 1950, udg. af DIF's arbejdsgruppe for beton og jernbeton.
- [14] Medd. fra Københavns bygningsvæsen 1948 nr. 4 og 1949 nr. 4.
- [15] Brandskydd H 6 1950 (Christer Møller).
- [16] Statens prøvningsanstalt, meddelande 62, Stockholm 1939.
- [17] Brandvæsenet på landet aug. 1949.
- [18] » » » nov. 1950.
- [19] Otto Christensen: Beton bd. 1 Kbhvn. 1950 udg. af DIF's arbejdsgruppe for beton og jernbeton.
- [20] Journ. of am. concrete inst. march 1948.
- [21] Lov nr. 253 27. maj 1950 om bygningsmæssige civilforsvarsforanstaltninger.
- [22] N. Chr. Hafn: Om bygningsbestemmelser i brandpolitiloven for landet, Kbhvn. 1944.
- [23] H. W. Schmidt: Brandmæssige synspunkter ved højhusbyggeri, Københavns brandvæsenens beretning 1949-50.
- [24] Justitsministeriets bekendtgørelse af 15. nov. 1941 om indretning og benyttelse af garager m. m. i København for motorkøretøjer, til hvis drift anvendes brandfarlige vædsker.

- [25] Justitsministeriets bekendtgørelse om indretning og drift af sprøjtemalingsværksteder o. s. v. af 10. april 1947.
- [26] Justitsministeriets bekendtgørelse angående brandvænsforanstaltninger i hoteller m. v. 25. jan. 1949.
- [27] L. Borup: Brandsikring af hoteller, foredrag ved Nordisk Brandteknikermøde 1949.
- [28] Undervisningsministeriets cirkulære af 3. okt. 1936 vedr. opførelse af gymnastiksale og anlæg af idrætspladser.
- [29] Almindelige retningslinier for indretning af alderdomshjem i landkommuner (Arbejds- og socialministeriet).
- [30] Justitsministeriets bekendtgørelse af 12. dec. 1938 ang. indretning og benyttelse af biografteatre og andre lokaler.
- [31] Justitsministeriets bekendtgørelse af 17. sept. 1936 ang. indretning og benyttelse af forsamlingsale og lignende lokaler på landet.
- [32] L. Borup: Råd og regler for indretning af forsamlingslokaler, særlig biografteatre. Medd. fra Københavns bygningsvæsen 1941 nr. 2.
- [33] Justitsministeriets bekendtgørelse af 27. febr. 1937 om opbevaring og transport af brandfarlige vædsker.
- [34] Justitsministeriets bekendtgørelse af 20. marts 1930 om opbevaring af celluloidvarer.
- [35] Statens provningsanstalt, meddelande 35, Stockholm 1927.
- [36] Rådstueplakat af 27. sept. 1912 om træoplæg.
- [37] Brandværnshåndbogen København 1940. Fra denne bog, der af forskellige forfattere indeholder en række artikler om forskellige emner, er hentet mange oplysninger.

Dansk Brandværn-Komité har ved direktør, civilingeniør H. Høeg og civilingeniør H. Lundsgaard med stor interesse for dette skrift fremskaffet mange værdifulde oplysninger og stillet materiale til disposition.

Brandchef dr. techn. Poul Vinding har gennemset manuskriptet og givet mange gode råd.