



LUND UNIVERSITY

Brandrisker och brandskador - hur kan de påverkas. Fire hazards and fire damages - how to influence them

Pettersson, Ove

1987

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Pettersson, O. (1987). *Brandrisker och brandskador - hur kan de påverkas. Fire hazards and fire damages - how to influence them*. (LUTVDG/TVBB--3038--SE; Vol. 3038). Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

LUND UNIVERSITY · SWEDEN
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF FIRE SAFETY ENGINEERING
REPORT LUTVDG/(TVBB - 3038)
ISSN 0282 - 3756

OVE PETTERSSON

BRANDRISKER OCH BRANDSKADOR -
HUR KAN DE PÅVERKAS

Fire Hazards and Fire Damages - How
to Influence Them

LUND 1987

Brandrisker och brandskador – hur kan de påverkas*

OVE PETTERSSON**

Det är angeläget, att det schematiska sätt, som nu normalt tillämpas för en dimensionering och utformning av en byggnads eller ett samhälles brandförsvär, på sikt ersätts med ett mer kvalificerat förfarande, som bygger på funktionsbaserade analyser eller bedömningar av brandpåverkade systems reaktion för alternativa möjliga scenarier. Detta är huvudbudskapet i följande rapport, som belyser förutsättningarna för en sådan förändring – med en inledande översikt av utvecklingen i Sverige av brandskador, brandskadekostnader och dödsfall vid bränder som en bakgrund.

Inledning. Allmän bakgrund

Utvecklingen av samhällets brandrisker och brandskador beror av ett flertal övergripande bakgrundsfaktorer. De primärt avgörande är därvid

- samhällets tilltagande grad av komplexitet med bl.a. en snabbt växande användning av avancerad teknologi
- en pågående kraftig ökning av samhällets totala riskpotential och
- som en följd av en omfattande internationell forskning – kontinuerligt förbättrade kunskaper och en därav initierad utveckling av funktionsbaserade metoder för projektering, dimensionering och utformning av brandförsvaret som en alltmer integrerad del av den totala räddningstjänsten.

Forskningsinsatserna har lett till att allt fler komponenter och system kan dimensioneras med tillämpning av analytiska och numeriska metoder och tillhörande datormodeller. Betydande framsteg har därvid gjorts i detta avseende för sådana fenomen och metoder som

- en brands utveckling i ett rum eller en brandcell (lägenhet)
- den fullt utvecklade rumsbranden,
- materials brandreaktion,
- brandens spridning mellan byggnader,
- byggnadskonstruktionernas verkningssätt vid brand,
- utveckling och spridning av rök i utrymningsvägar och byggnader,
- interaktion mellan sprinklers och förebyggande brandförsvär,
- utrymningsprocessen och
- systemanalys av en byggnads totala brandförsvär.

Den beskrivna utvecklingen ställer generellt ökade kompetenskrav för alla yrkesgrupper, som är involverade i samhällets kvalificerade brand- och räddningstjänstfrågor. Detta gäller såväl de

grupper, som arbetar med dessa frågor som sin huvuduppgift (brandchefer och brandingenjörer, brandtekniska konsulter, verksamma inom risk management), som tex arkitekter och konstruktörer, vars roll i detta sammanhang är att integrera det byggnadstekniska brandskyddet som en funktionellt viktig komponent i projekterings-, dimensionerings- och utförandeprocessen för en byggnad eller ett samhälle.

Med några få undantag är universitetens och högskolornas medverkan i utbildning och forskning inom brand- och räddningstjänstområdet svag såväl nationellt som internationellt [1], [2]. För att samhällets nuvarande och framtida krav skall kunna mötas inom området, måste universiteten och högskolorna kraftfullt öka sitt ansvar och engagemang i grundutbildning, forskarutbildning och forskning som underlag för brand- och räddningstjänstens utformning och utveckling. Det internationella intresset härför är nu tydligt och ett betydande uppbyggnadsarbete har inletts på flera håll för att kort- och långsiktigt förbättra situationen.

I det följande behandlas först utvecklingen i Sverige av brandskador, brandskadekostnader och dödsfall vid bränder med några representativa brandscenarier som bakgrund. Behandlingen understryker betydelsen av kvalificerade skadeanalyser för en noggrann kartläggning av aktuella förlopp och orsaker som underlag för förslag till åtgärder, som kan medverka till en minskad skadefrekvens.

För en utveckling mot en jämnare säkerhetsnivå och en bättre ekonomi för samhällets brandförsvär krävs en övergång från det schematiska dimensioneringssätt, baserat på detaljerade föreskrifter och regler, som nu normalt tillämpas, till en dimensionering, som bygger på funktionsbaserade analyser eller bedömningar av brandpåverkade system för alternativa möjliga brandscenarier. För att markera angelägenheten av och antyda möjligheterna för en så-

dan utveckling ägnas huvuddelen av redogörelsen åt mål och strategi för brandförsvarets utformning och funktionsbaserade metoder för brandförsvarets projektering och dimensionering.

Några exempel på brandscenarier och brandskador

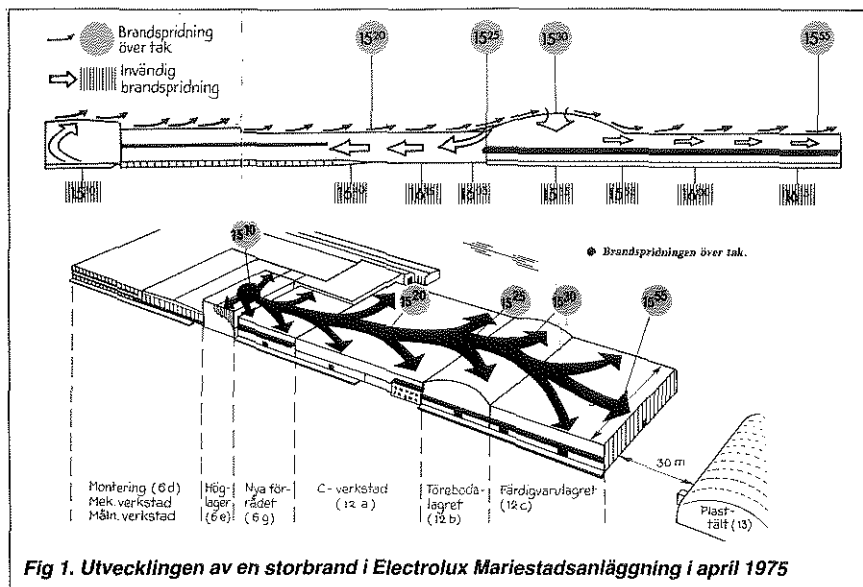
I april 1975 inträffade i *Elektrolux Mariestadsanläggning* för tillverkning av kylskåp den dittills största svenska industribranden. Branden uppkom i anslutning till svetsningsarbeten. Den startade i byggnadens höglagerdel och spred sig snabbt över byggnadens tak i vindriktningen med en hastighet av cirka 10 m/s – fig 1. Taket bestod av mineralulls-isolering med en utvändigt asfaltklistrad papptäckning och var försett med invändiga avloppsrör av plastmaterial. Efter cirka 20 min bröt branden genom taket i Törebodalagret, vars innehåll snabbt gav en intensiv invändig brand. Denna utbredde sig därefter åt båda håll i byggnadens längsriktning, underlättat av brister i den byggnadstekniska detaljutformningen av brandavskiljande vägg- och takkonstruktioner. Den totala skadekostnaden uppgick till cirka 100 Mkr [3].

I anslutning till de pågående byggnadsarbetena hade byggnadens automatiska brandlarm kopplats ur. Åtgärden hade ej anmälts till brandkåren. Ingreppet försenade brandkårens ankomst till brandplatsen, vilket avsevärt försvårade brandkårens möjligheter att bekämpa branden.

Samma år drabbades *Solna Offsets anläggningar* för tillverkning av tryckerimaskiner av en storbrand. Branden började i lagret, som innehöll olika emballerade metalldelar. Avsaknad av sektionering mellan lagret och den övriga delen av byggnaden bidrog till en snabb och omfattande spridning av rök och brandgaser. Brinnande plastmaterial i framför allt kablar orsakade stora korrosionsskador på utrustning under till-

* Redogörelse, utarbetad för SVR:s byggsföreläsningsgrupp

** Professor Institutionen för brandteknik, Tekniska och naturvetenskapliga högskolan, Lunds universitet



verkning och montering. I det efterföljande saneringsarbetet, som tog cirka 4 månader, deltog ett par hundra man. Den totala skadestånden blev cirka 80 Mkr [4].

Den 10 juni 1978 uppkom en brand i ett rouletterum på bottenvåningen i *stadshotellet i Borås*. Branden spred sig via uppställda branddörrar ut i huvudtrapphuset. Inom 5 minuter var våningen en trappa upp fylld med tät rök och brandgaser med livshotande kolmonoxidhalt. 20 människor omkom. Branden skulle sannolikt ej ha utvecklats till en katastrof, om gällande föreskrifter följts och om vid tidigare brandsyner föreskrivna, förebyggande brandskyddsåtgärder vidtagits [5].

Den 18 april 1982 utbröt en brand på vinden i ett omkring 400 m långt *sjuvånings bostadshus* vid Johan Enbergs väg i Solna. Vindsutrymmet var utfört på normalt sätt som förrådsvind med brandsektionerande väggar enligt gällande byggnadsbestämmelser. Trots detta fick branden en snabb spridning och vindsvåningen blev så gott som helt avbränd efter en längd av cirka 310 m

– fig 2. En kraftig vind med en hastighet av cirka 15 m/s bidrog till den snabba och omfattande brandspridningen. Taktäckningen utgjordes av asfaltfylld papp, vilket ytterligare medverkade till en snabb brandutbredning längs yttertakets ovasida [6], [7].

Brandförloppet innehöll brandgasexplosioner på såväl vindsvåningen som i övre delar av vissa trapphus. Detta ledde till att samtliga brandsektionerande väggar på vindsvåningen raserades totalt, att för berörda trapphus branddörrarna mot vindsvåningen trycktes in mot denna, att i ett av trapphusen lägenhetsdörrar trycktes in på våningsplanen sju till tre och att två lägenheter på sjunde våningsplanet blev helt utbrända. Den nedåtgående brandspridningen i huset förstärktes genom att smält och antänd asfaltfyllning ur takpapp och från tätningssmassor rann ner genom plaströrledningar i rörslitsar och genombröt dessa på flera nivåer.

Det brännbara godset på vinden bestod till viss del av brandfarliga varor som flytande bränslen, gasol, gummi och cellplaster. Det brännbara godsets pyrolyse-

och förbränningsegenskaper i förening med den täta yttertakskonstruktionen, innan yttertaget genombränts, har sannolikt medfört en kraftig utveckling av heta, oförbrända brandgaser, som i blandning med luft orsakat de uppkomna explosionerna.

Inga människor omkom vid branden. Sex hyresgäster blev chockade och fick föras till sjukhus och tre brandmän erhöll lindriga skador i anslutning till släckarbetet. Den totala skadestånden uppgick till cirka 25 Mkr, varav cirka 18 Mkr avser skador på byggnaden. Kommittén för utredning av allvarliga olyckshändelser, Kn 1981:02, föreslår i sin utredningsrapport över branden [6] följande tillägg och ändringar i då gällande byggnorm, SBN80:

- Brandmur eller annan brandavskiljande vägg vid primär sektionering av vind i bostadshus med lägenhetsförråd bör dras minst 0,5 m över taket, om takkonstruktionen är brännbar,
- föreskriften om brandventilationsluckor i yttertak bör gälla byggnad med fler än fyra våningar och med vind, som kan inredas eller utnyttjas som förrådsutrymme,
- vid brandventilation av trapphus bör kombinationen ventilation/brandventilation med gemensam fläkt inte godtas,
- på bostadshus bör brännbar taktäckning inte godtas på större sammanhängande takyta än 1200 m²,
- för höga och långsträckta bostadshus bör behovet beaktas av att snabbt kunna förflytta stegfordon alternativa vägar.

Föreslagna tillägg och ändringar har i huvudsak beaktats i kommande byggnorm.

Andra uppmärksammade exempel på omfattande vindsbränder utgör skolbränderna i Vallässkolan i Halmstad i december 1981 och i Haganässkolan i Älmhult i september 1982. I båda fallen gäller det enplans skolbyggnader med stor planyta och med ett snabbt brandspridningsförlopp, som nära ledde till en total förstöring av byggnaderna.

Haganässkolans byggnad bestod av flera sammanbyggda enplans huskroppar med källarvåning – fig 3. Den totala arean i markplanet var cirka 13000 m². Källarvåningen var utförd med golv, väggar och tak i betong. Våningen i markplanet hade pelare och balkar av betong och ytter- och innerväggar av murverk. Bortsett från simhall och idrottshall var byggnadens takkonstruktion utformad med ett yttertak av skyddsbelagd takpapp på träpanel och ett innertak av två lager gipsskivor med på några ställen utanpåliggande perforerade asbetscementskivor eller träpanel. Utrymmet mellan ytter- och inner-

tak varierade mellan 0,2 och 0,6 m och innehöll en isolering av 15 cm mineralull [8].

Simhall, idrottshall och en tillbyggd verkstadsskoledel hade brandavskiljande väggar upp till yttertak. I skolbyggnadens övriga delar – en total takarea av nära 9000 m² – var utrymmet mellan ytter- och innertak helt osekionerat. Utrymmet utgjorde vind i byggnormens mening. Enligt den byggnorm, SBN67, som gällde för projekteringen av byggnaden skulle denna ha varit sektionerad i delar med högst 1200 m² byggnadsyta genom till yttertaget uppdragna väggar i lägst klass B30. Därjämte skulle vinden analogt ha varit uppdelad i partier om högst 400 m² byggnadsyta. Enligt den nu gällande byggnormen, SBN80, ställs emellertid inga krav på sektionering av sådana vindsutrymmen i enplansbyggnader, som inte kan utnyttjas som förvaringsutrymmen. Den aktuella vinden uppfyller således kraven i SBN80 men ej i SBN67.

Branden i Haganässkolan började sannolikt i personalmatsalen och förorsakades av en isolationsskada på kylskåpets anslutnings- eller termostatlledning med strömavledning eller kortslutning som följd. Det är okänt, när branden började, men det är troligt, att den hade pågått under en relativt lång tid, då den först observerades omkring kl 03.40 den 16 september 1982. När den första brandförsvarsstyrkan anlände kl 03.59, brann det i kök och personalmatsal och yttertaget över dessa lokaler var då genombränt. När släckarbetet hade pågått i cirka 45 minuter, inträffade en kraftig brandgasexplosion i musiksalen och aulan. Därvid trycktes ytterväggen ut på en sträcka av omkring 20 m och delar av yttertaget rasade ned. Explosionen och den därigenom orsakade kraftiga lokala branden ledde snabbt till en total övertändning av hela det osekionerade vindsutrymmet. Med undantag av källarvåningen och verkstadsskoledelen förstördes skolanläggningen helt. Skadestånden har beräknats till cirka 70 Mkr.

En brandsektionering av vindsutrymmet enligt SBN67 hade sannolikt medfört, att branden hade kunnat hejdas i ett relativt tidigt skede och innan alltför omfattande skador uppkommit. Kommittén för undersökning av allvariga olyckshändelser, som analyserat branden ingående [8], rekommenderar i enlighet härmed, att bestämmelserna i SBN80 skärps så att brandsektionering av vind krävs oberoende av om vinden används som förvaringsutrymme eller ej.

Som sista exempel på brandscenarier väljs branden vid Sundsvalls vårdhem den 25 oktober 1982 [9]. Scenariet be-

skriver ytterligare en brand med ett snabbt förlopp och som i detta fall medförde, att fem utvecklingsstörda vårdtagare omkom.

Den aktuella vårdpaviljongen är uppförd i ett plan med ytterväggar av tegel och mellanväggar av stålregelstomme, på båda sidor klädd med gipsskivor och utanpå dessa hårda träfiberskivor med yta av plastlaminat eller målad glasfiberväv.

Undertaket är utfört som ett kassetak av gipsskivor. Ovanför detta finns ett 70 cm högt utrymme, i vilket byggnadens el-, vatten- och ventilationssystem är placerade. Taket över detta utrymme består av spånplattor på stålreglar och en ovanpåliggande isolering av mineralull. Yttertaget utgörs av takpapp på träpanel, lagd på trätakstolar.

Vårdpaviljongen är indelad i tre brandceller enligt fig 4. De brandskadade vårdavdelningarna (lägenheterna 1 och 2) utgör tillsammans en brandcell. Analogt bildar lägenheterna 3 och 4 i paviljongens andra ände en brandcell. Den tredje brandcellen omfattar den mellanliggande servicedelen. De brandcellsavgränsande väggarna är uppförda till yttertaget.

I de brandskadade vårdavdelningarna fanns två skilda utrymningsvägar – dels genom huvudingången, som öppnades vid tryck på strömbrytare eller strömbrott, dels genom altandörrarna från de två dagrummen. Vidare fanns möjlighet att utrymma via servicedelen.

Byggnaden var ej utrustad med anordning för automatiskt brandlarm, anslutet till brandförsvarets larmcentral, och ej heller med något internt brandlarm. Branden uppstod i pentryt till lägenheten 1 och sannolikt en relativt lång tid, innan den upptäcktes. Enligt uppgift var dörren till pentryt låst av säkerhetsskäl. Brandorsaken har ej kunnat fastställas.

Vid brandtillfället pågick slutjustering av byggnadens ventilationssystem. För att underlätta åtkomligheten hade där-

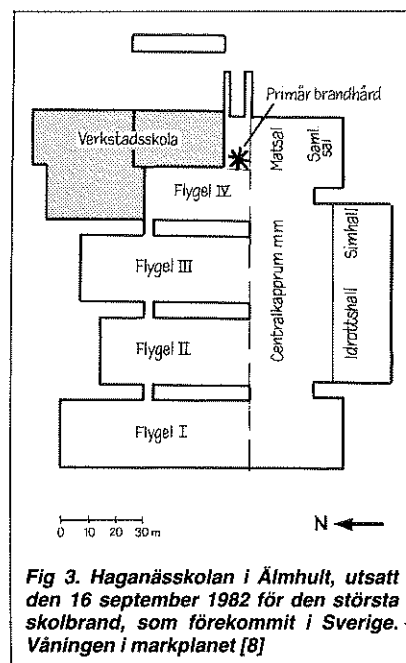


Fig 3. Haganässkolan i Älmhult, utsatt den 16 september 1982 för den största skolbrand, som förekommit i Sverige. Våningen i markplanet [8]

vid två takluckor i undertaket tagits loss i varje pentry. Som en följd härav spred sig branden till utrymmet ovanför undertaket och utbreddes vidare över vindsutrymmet inom brandcellen. Senare trängde rök och värme ned i lägenheterna 1 och 2 och antände dessas inredning. Rök och värme spred sig också till servicedelen, vilket berodde på att en vårdare i ett tidigt skede av branden drog in en slang från en brandpost i servicedelen till brandcellen med lägenheterna 1 och 2. Detta hindrade, att den brandsektionerande dörren kunde hållas stängd mellan de båda brandcellerna.

Ambulanspersonal anlände till brandplatsen 3–4 minuter efter larm och den första brandförsvarsstyrkan ett par minuter senare. Två rökdykare tog sig omedelbart in i den brinnande paviljongdelen genom en altandörr i byggnadens västra del för att försöka rädda de personer, som uppgavs finnas kvar inne i byggnaden. Rökdykarna blev emeller-

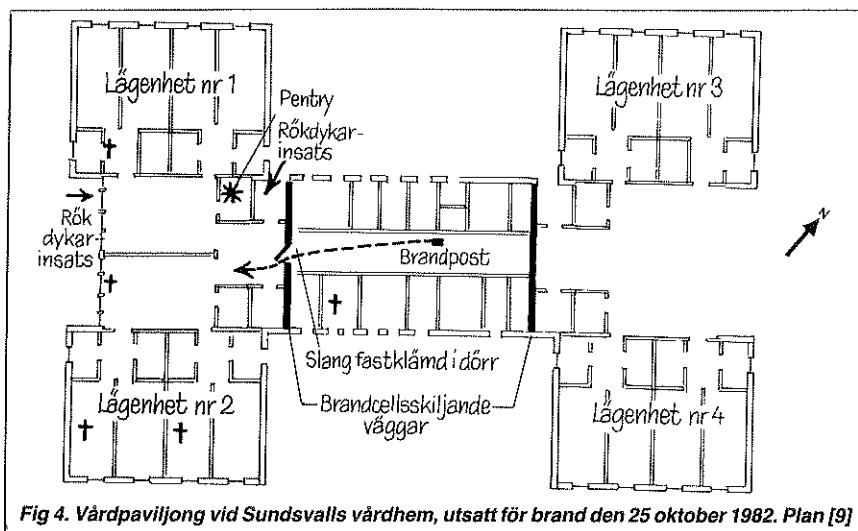


Fig 4. Vårdpaviljong vid Sundsvalls vårdhem, utsatt för brand den 25 oktober 1982. Plan [9]

tid snart utslagna på grund av en momentan rökgasövertändning. De erhöll därvid brännskador och fick föras till Sundsvalls sjukhus för vård.

Efter ytterligare några minuter anlände en andra brandförsvarsstyrka till platsen. Släckledningen beslöt att brandventilera vindsutrymmet genom att ta hål i yttertaket och detta underlättade för rökdykare att ta sig in i byggnaden. Under släckarbetet rasade delar av taket in. Branden kunde i huvudsak begränsas till den brandcell, inom vilken den uppstod. Skadorna i de två övriga brandcellerna begränsades till rök- och vattenskador.

Vid branden omkom fem av de åtta vårdtagare, som bodde i lägenheterna 1 och 2. Två av dessa påträffades i sina bostadsrum i lägenheten 2 och en utanför sitt bostadsrum i lägenheten 1 – fig 4. En återfanns i det dagrum, som hör till lägenheten 2 och den femte i ett personalrum i servicedelen. Dödsorsaken var i samtliga fall kolmonoxidförgiftning.

Det är uppenbart, att branden vid vårdhemmet skulle ha upptäckts väsentligt tidigare, om byggnaden hade varit försedd med ett fungerande automatiskt brandlarm. Ett sådant krav bör vara en självklarhet även för enplans vårdanläggningar. Brandens utbredning hade också kunnat minskas, om de borttagna undertaksluckorna varit infästade med gångjärn och försedda med en enkel låsanordning så att luckorna lätt hade kunnat stängas efter injustering eller skötsel av ventilationssystemet.

Några slutsatser från brand- och skadeanalyser

I anslutning till föregående avsnitts redovisning av några representativa brandscenarier och brandskador har vissa slutsatser dragits med avseende på orsaker och åtgärder för att i framtiden förebygga en skadeupprepning.

En anmärkningsvärd observation är därvid, att även i sådana fall, då gällande normer helt följts, kan en brand leda till mycket omfattande person- och egendomsskador. De beskrivna bränderna i bostadshuset vid Johan Enbergs väg i Solna, Haganässkolan i Älmhult och Sundsvalls vårdhem är exempel härpå. De utgör samtidigt också exempel på bränder och brandskador, som analyserats på ett förebildligt sätt och som därigenom kunnat utnyttjas för att förbättra normernas föreskrifter, råd och tillhörande godtagna lösningar och metoder. De redovisade exemplen understryker vikten av regelbundna kontroller samt utbildning av och information till berörda personer för att säkerställa, att brandskyddsnivån för tex en byggnad inte temporärt eller permanent försämrats. Erfarenheten visar, att risken här-

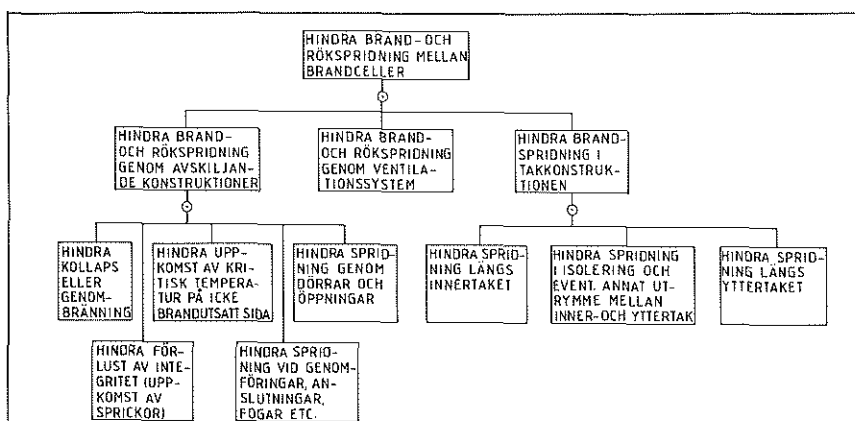


Fig 5. Beslutsträd svarande mot kravet att förhindra brand- och rökspridning från en brandcell till en angränsande. O betecknar en sk "och" grind, för vilken gäller, att samtliga element på nivån närmast under grinden är nödvändiga för funktionen av elementet ovan grinden

för kan vara betydande i samband med tex installations-, reparations- och ombyggnadsarbeten. Exempel härpå utgör Electroluxbranden i Mariestad och branden i Sundsvalls vårdhem.

En förhållandevis generell erfarenhet från inträffade bränder är, att brister i brandavskiljande konstruktioner inte sällan leder till omfattande skador. Det kan gälla otätheter i form av springor i anslutningen vägg/vägg, vägg/tak eller vägg/bjälklag, dåligt utförda tätningar runt rör, ventilationskanaler och elkablar i anslutning till genomföringar eller springor runt dörrar [10]–[13]. Utförandet i anslutning till luckor för brandventilation har hög frekvens i förekomst.

För portar och dörrar, som har brandsektionerande funktion i stängt läge, är det nödvändigt, att typprovning och tillverkningskontroll i anslutning till typgodkännande följs upp av funktionskontroller dels i samband med montering, dels under produktens livslängd – enligt ett fastställt drift- och underhållsschema – med avseende på stängningsfunktion och effekter av mekanisk påverkan, slitage och åldring [10], [11]. Användning av beslutsträd av den typ, som illustreras genom fig 5, kan medverka till att alla relevanta komponenter för att uppfylla ett definierat brandskyddskrav blir beaktade och lösta på ett funktionellt underbyggt sätt vid projektering, dimensionering, utformning och utförande. Därigenom reduceras risken för att sådana brister och fel skall uppkomma, som exemplifierats i det föregående. En tillämpning av beslutsträd stimulerar också till en behandling, som integrerar olika brandskyddsåtgärder till ett sammanhållet system.

Utvecklingen av brandskador och brandskadekostnader

De beskrivna bränderna utgör några representativa exempel inom svensk brandskadeutveckling. Fig 6 visar ut-

vecklingen av den årliga kostnaden för de direkta brandskadorna i Sverige under perioden 1964–1986 [14]. Den hel-dragna kurvan refererar till löpande priser och den streckade till indexkorrigerad kostnad. I absoluta tal har de utbetalda försäkringsersättningarna stigit under perioden från 190 Mkr år 1964 till 2290 Mkr år 1986. Till dessa belopp kommer kostnader, som inte täcks av försäkring därför att egendomen ej alls är försäkrad eller är underförsäkrad. Vidare skall adderas kostnaden för driftavbrott, förlorade marknadsandelar mm samt kostnaderna för skyddsåtgärder mot brand. En studie, som genomförts inom Svenska Brandförsvärsföreningen, antyder därvid en sammanlagd årskostnad för brandskador, förebyggande åtgärder och brandbekämpning, som uppgår till 5,5 å 6 miljarder kr under 1980. Det är mot den bakgrunden

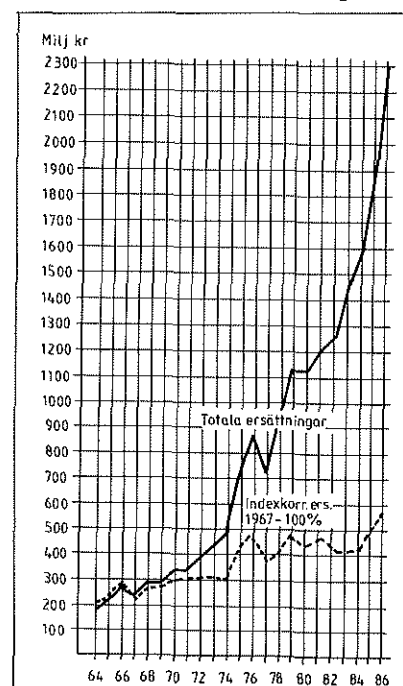


Fig 6. Årlig kostnad för direkta brandskador i Sverige för perioden 1964–1986

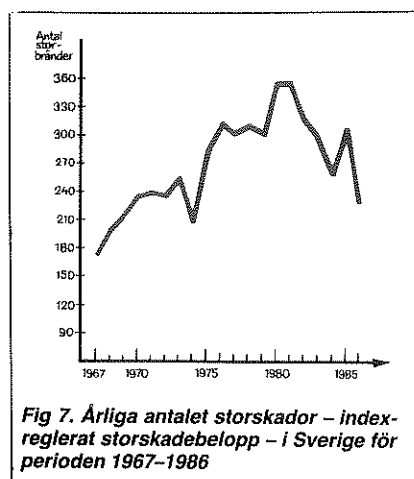


Fig 7. Årliga antalet storskador – index-reglerat storskadebelopp – i Sverige för perioden 1967–1986

rimligt att antaga, att motsvarande sammanlagd årskostnad för 1986 uppgick till minst 8 miljarder kr.

En karakteristisk utvecklingstendens i den totala brandskadebilden utgör den ökande andelen storskador. Detta illustreras av fig 7 [14], som redovisar antalet storskador per år för perioden 1967–1986. Som storskada definieras därvid en brand, vars direkta brandskadestkostnad överstiger 200 000 kr i 1967 års penningvärde. Utvecklingskurvan visar en nedgång i det årliga antalet storskador under början av 1980-talet. Nedgången är sannolikt tillfällig.

Storskadorna har genom skadestkostnader, avbrott och andra följder stor betydelse för utvecklingen. Betydelsen för-

utses öka. "Brandriskernas utveckling", mätt i största, förväntade brand- och avbrottskada (EML) verifierar detta. 1983 fanns i Sverige 23 objekt med ett EML-värde, som översteg en miljard kr per objekt. 1987 har antalet ökat till cirka 40. Det högsta EML-värdet för ett objekt var 1983 4 miljarder kr. 1987 uppgår det högsta EML-värdet till 6,5 miljarder kr [15].

I fig 8 [14] redovisas för 1986 storskadornas fördelning på brandsaker, angiven i procent av skadebeloppet. Största brandstiftare är elapparater och övriga elanordningar med 16,5 % (21,0 % 1985). Därefter kommer kraftalstring, kraftöverföring och övriga maskinella anordningar med 13,1 % (14,0 % 1985). Anlagd brand svarar för 12,1 % (6,8 % 1985). Svetsning och skärning som brandsaker uppgick 1986 till 11,1 %, vilket innebär en kraftig ökning från 1985 och 1984, då andelen var endast 5,2 respektive 1,5 %.

En annan karakteristisk utvecklingstendens är den ökande omfattningen av "anlagda bränder". Fig 9 visar utvecklingen av ersättningsbeloppen för anlagda bränder i % av ersättningen för de totala brandskadorna per år under perioden 1948–1979. Under 1970-talet har därvid de anlagda brändernas omfattning mer än fördubblats i antal och skadestkostnad. För närvarande är var tredje å fjärde brand anlagd, vilket innebär cir-

ka 10 000 anlagda bränder per år i Sverige med en brandskadestkostnad om minst 500 Mkr. De dominerande motiven är dels medvetna: försäkringsbedrägeri, sabotage, döljande av brott och vandalism, dels icke planerade: självhävande, hämnd, verklighetsflykt och symptom på sinnessjukdom.

Dödsfall vid bränder och orsaken härtil

Uppgift om antalet dödsfall vid bränder i Sverige kan hämtas från två olika källor, nämligen statistiska centralbyråns (SCBs) statistik över dödsorsaker och Svenska brandförsvarsförbundets (SBFs) sammanställningar. SCBs statistik bygger på dels uppgifter ur dödsbevis, som utfärdas av läkare och som insänds till SCB genom pastorsämbetena, dels de dödsfallsaviseringar, som lämnas av länsstyrelsernas dataenheter för bearbetning på SCBs befolkningsstatistiska enhet. SBFs statistik utgår från uppgifter i dagstidningarna.

Överensstämmelsen mellan de båda källornas statistik är inte särskilt god. För enstaka år kan avvikelser uppgå till ± 25 %. För den senaste tioårsperioden ger de båda statistikserierna en variation mellan 105 och 153 personer per år – se fig 10 – eller som ett grovt medeltal 13 dödsfall per miljon invånare och år. I Schweiz är motsvarande siffra 2, i Japan 18, i Storbritannien 19 och i Kanada 35.

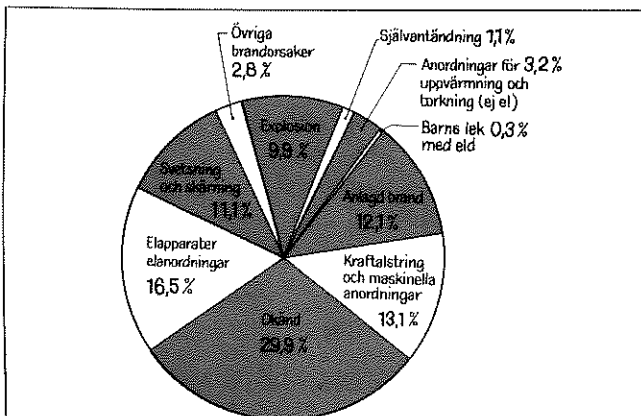


Fig 8. Storskadornas fördelning på brandsaker för 1986

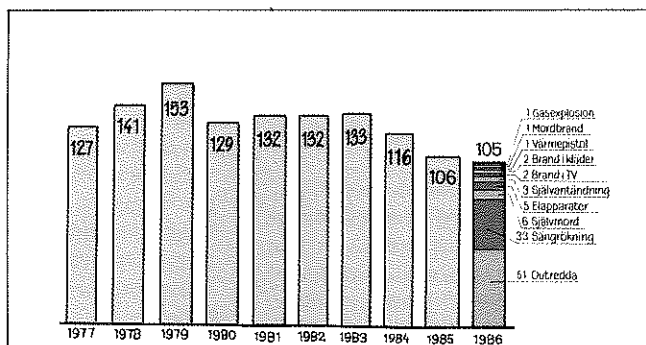


Fig 10. Omkomna vid brand per år i Sverige under perioden 1977–1986 – för 1986 fördelade på brandskador (enligt SBFs statistik) [14]

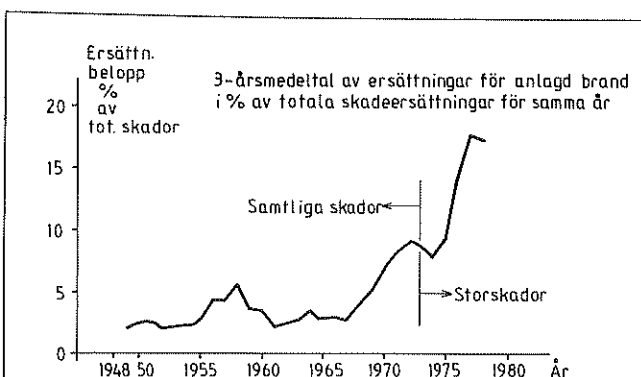


Fig 9. Utvecklingen av anlagda bränders omfattning i Sverige för perioden 1948–1979 [16]

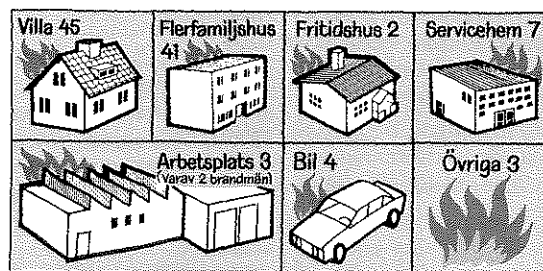


Fig 11. Omkomna vid brand i Sverige 1986, fördelade på de mest frekventa typerna av brandplats [14]

Någon tendens till ökad eller minskad dödsfallsfrekvens kan ej utläsas ur den senaste tjugooårsperiodens statistik. Med avseende på fördelning efter brandplats ger den svenska statistiken en mycket kraftig dominans för privata bostäder (hyreshus, villa eller fritidshus) – fig 11. 1986 uppgick antalet dödsfall genom brand i Sverige till 105. Härav inträffade 88 i privata bostäder, 7 i servicehem och sjukhus. Inom industrin inträffade 3 dödsfall vid brand under 1986. Industribränderna, som svarar för ungefär 2/3 av den totala kostnaden för de direkta brandskadorna, har alltså liten inverkan på det totala antalet dödsfall.

I USA genomfördes 1976 ett försök att identifiera de vanligaste riskmönstren vid bränder. En inträffad brandhändelse karakteriserades därvid genom fyra faktorer – typ av personskada, typ av lokal, antändningsorsak och först antant föremål. En viktig slutsats från undersökningen är, att den lösa inredningen i privata bostäder spelar en dominerande roll vid dödsbränder, medan de brännbara byggnadskomponenter, som regleras genom byggnadsbestämmelser, utgör en förhållandevis underordnad dödsbrandorsak. I 36 % av de undersökta fallen var dödsbränderna av typen inredningsbränder i bostäder, uppdelade på procentenheter 27,5 och 4 med hänsyn till rökning, öppen låga respektive uppvärmning och matlagning som antändningsorsak [17].

Med hänsyn till typ av påverkan är de främsta orsakerna till dödsfall eller invaliditet genom brand: värme, förekomst av kolmonoxid, syrebrist, före-

komst av andra toxiska gaser, förekomst av rök samt panik, chocktillstånd eller yttre mekanisk påverkan, tex genom ras.

Fysiologiskt ger en temperatur av 100°C i torr luft mycket snabbt brännskador, vid 150°C är det svårt att andas genom munnen, vid 180°C uppkommer oåterkallelig skada på torr hud inom 30 s, 200°C utgör en tröskel för andningsfunktionen och innebär en toleranstid för våt hud, som är mindre än 4 min. Vid ännu högre temperatur uppkommer brännskador mycket snabbt även under klädseln. Svåra och omfattande brännskador kan medföra en snabb kaliumökning i blodplasman till nivåer, som är oförenliga med liv. En brännskadeomfattning på 50 % är i allmänhet dödlig, särskilt för små barn och äldre personer – fig 12.

Människans förmåga att motstå påverkan av värme varierar med exponeringstid, fuktighet, skyddande klädsel, ålder och annan samtidig påfrestning. I en brandsituation kan denna påfrestning innehålla ansträngning, chock, otillräcklig syretillgång och reaktion på rök och andra brandgaser.

Av de gaser, som bildas vid brand, ger kolmonoxid de flesta dödsfallen. Kolmonoxiden är färg- och luktlös. Den ger inga kända bestående effekter för människan, såvida inte syrebrist medfört sekundära vävnadsskador. Kolmonoxiden undantränger lätt syre från hemoglobinet i blodet och hindrar därigenom tillförsel av syre till kroppens vävnader och avlägsnande av koldioxid från blodet. En kolmonoxidhalt i andningsluften av 1 % leder normalt till döden, när gasen inandats i 1 minut.

Vid brand kan också andra toxiska gaser bildas. Koldioxid uppkommer vid alla bränder. Den är en potentiell andningsstimulator och underlättar därigenom absorption av giftiga föroreningar. Cyanväte kan bildas vid ofullständig förbränning av tex ull, silke, nylon och polyuretan. Cyanväte leder snabbt till kvävningdöd. Giftverkan genom cyanväte har på senare tid misstänkts vid några bränder, som omfattat blä stoppmöbler och textilier, men data saknas, som definitivt verifierar detta. Vid pyrolysis av tex polyvinylklorid (PVC) uppkommer klorväte, som är starkt frätande. Genom sin irriterande verkan blir klorväte ett reellt livshot vid brand endast om man är förhindrad att undkomma.

Rök utgör en blandning av upphettade gaser, små vätskedroppar och fasta partiklar från förbränning. Rök kan vara irriterande, orsaka värmeskador och förgiftning samt ge upphov till nedsatt sikt och panik. Detta kan medföra, att människor inte kan lokalisera utrymningsvä-

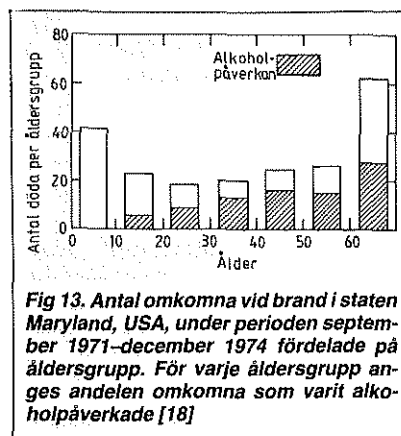


Fig 13. Antal omkomna vid brand i staten Maryland, USA, under perioden september 1971–december 1974 fördelade på åldersgrupp. För varje åldersgrupp anges andelen omkomna som varit alkoholförbrukare [18]

gar eller i panik trampar ner varandra i sina försök att ta sig ut ur den brinnande byggnaden.

Av en analys av dödsbränder i bostäder i Storbritannien under 1970 framgår, att i 17 % var dödsorsaken brännskador, i 79 % rök eller giftiga gaser och i 4 % ej närmare klarlagd. I medeltal påträffades 85 % av dödsoffren i det rum, där branden började. En omfattande undersökning av dödsbränder, genomförd i staten Maryland, USA, under perioden september 1971–december 1974, antyder inverkan av alkohol som en betydelsefull medkomponent i orsaksstatistiken [18]. I åldersgruppen 51–60 år påvisades alkohol i blodet i inte mindre än ca 70 % av dödsfallen, fig 13.

Mål och strategi för brandförsvarets utformning och dimensionering

Våra tekniska möjligheter att begränsa brandskadornas omfattning har drastiskt förändrats under det senaste århundradet – fig 14. Fram till i början av 1900-talet definierades en acceptabel säkerhetsnivå av att hela städer förhindrades att brinna ner. Senare blev den primära målsättningen, att en brand ej skulle få spridas från hus till hus – att skydda byggnader. Som en konsekvens härav infördes begreppet "byggnadsdelars brandmotstånd" under 1920-talet. Idag är brandförsvarets ambition att förhindra uppkomst och spridning av brand inom en enskild byggnad eller en begränsad del av en byggnad. Vi kan skönja, att systematisk riskanalys nu är på väg in i projekterings- och dimensioneringsprocessen som ett kvalificerat hjälpmedel.

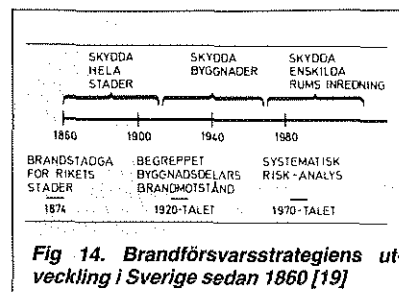


Fig 14. Brandförsvarsstrategiens utveckling i Sverige sedan 1860 [19]

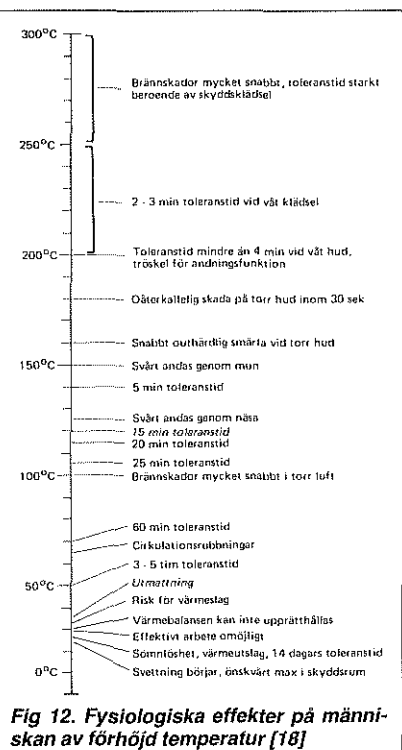


Fig 12. Fysiologiska effekter på människan av förhöjd temperatur [18]

En byggnads eller ett samhälles brandförsvar utgörs av dels förebyggande, dels släckande brandförsvar. Genom det förebyggande brandförsvaret vill man förhindra att brand uppkommer och sprids, säkerställa att en trygg utrymning kan ske och underlätta brandsläckning. Alternativt benämns det förebyggande brandförsvaret passivt brandförsvar. Det släckande eller aktiva brandförsvaret omfattar brandkårsinsats, manuella och automatiska släcksystem, anordningar för brands upptäckt och larm.

Det förebyggande brandförsvaret är väl reglerat i föreskrifter och anvisningar – främst byggnadslagen (BL), byggnadsstadgan (BS) och tillhörande tillämpningsföreskrifter – svensk byggnorm (SBN). Därvid utgör brandkraven en kravgrupp, som skall beaktas vid byggnads utformning parallellt med och integrerat med andra kravgrupper med avseende på hygien och trevnad, handikapptillgänglighet, energihushållning, konstruktiv säkerhet och godtagbar avfallshantering.

För det förebyggande brandförsvaret är samhällets krav i första hand inriktade på omsorgen om människors säkerhet – rädda liv – och i andra hand på egendomsskyddet – rädda egendom. I prioritetssordning har därvid föreskrifterna i Svensk Byggnorm följande fem målsättningar:

- förhindra brands uppkomst,
- säkerställa trygg utrymning,
- förhindra omfattande ras av en brinnande byggnad (bärförmåga),
- förhindra brandspridning till grannarna,
- underlätta brandsläckning.

Målprioriteringen har en direkt motsvarighet i det kommunala brandförsvarets (brandkårens) uppgifter, som i priori-

tetsordning omfattar:

- att förebygga brand,
- att rädda liv,
- att förhindra brands spridning,
- att släcka brand.

Brandsläckning är alltså den uppgift, som kommer sist på brandkårens prioritetsslista.

Vid projektering av en byggnad tillkommer ofta – utöver samhällets minimikrav – behov av ytterligare brandförvarstekniska åtgärder. Det kan tex vara krav på en viss skyddsteknisk nivå, som beställaren själv framför. Vidare kan försäkringsgivarna genom sin premiesättning påverka byggnadens utformning, dess installationer mm. Premien beror bl a på närheten till kommunalt brandförsvar, verksamheten i byggnaden, byggnadens och byggnadsdelarnas material samt förekomsten av särskilda brandskyddsåtgärder, tex automatiskt brandlarm eller automatisk vattensprinkleranläggning.

På nationell nivå bör strävan för investeringarna inom förebyggande och släckande brandförsvar vara – med hänsyn tagen till andra sociala faktorer [20], [21]

- att inom en given ram för den totala investeringskostnaden ge brandskyddet en sådan detaljutformning, att effekten blir möjligast optimal samt
- att välja en sådan nivå för denna, optimalt fördelade, totala investeringskostnad, att summan av brandskadestånd och investeringskostnad blir minimum.

Principen illustreras av fig 15. I denna betecknar a den optimalt fördelade, totala investeringskostnaden för förebyggande och släckande brandförsvar och b den totala brandskadestånden, inklusive kostnaden för brandförsäkringsväsendets administration. Med ökad investeringskostnad a för det förebyggande och släckande brandförsvaret följer en minskning av de direkta och indirekta brandskadorna och den totala brandskadestånden b. För en viss nivå på investeringskostnaden a blir summan av brandskydds- och brandskadestånderna a+b minimum, punkt A i figuren. I förhållande till denna nivå på investeringskostnaden leder såväl minskade som ökade investeringar i det förebyggande och släckande brandförsvaret till en ökning av de sammanlagda, totala brandförsvars- och brandskadestånderna, punkterna B och C i figuren.

Principen för optimering av brandförsvars- och brandskadestånderna på nationell nivå gäller också för tex en kommun och ett industriområde eller en industri med egna brandkårsresurser, dvs för sådana enheter, som är entydigt avgränsade ur totalkostnadssynpunkt.

Vid tillämpning på enskilda byggnader måste principen däremot modifieras. De investeringar i förebyggande och släckande brandförsvar, som därvid görs för det enskilda objektet, utgör nämligen en integrerad del av samhällets mera övergripande brandförsvar med de kommunala och statliga brandsläcknings- och räddningsresurserna som mest väsentlig komponent.

Vid en dimensionering enligt den beskrivna principen för ekonomisk optimering av de sammanlagda, totala brandskydds- och brandskadestånderna måste normalt vissa minimivillkor vara uppfyllda. Ett sådant minimivillkor utgör kravet på att en personutrymning skall vara säkerställd vid brand. Ur internationell bestämmelsesynpunkt kan detta innebära antingen en fullständig personutrymning för en hel byggnad eller – vilket har aktualitet för tex mycket höga byggnader – en förflyttning till en säker flyktplats inom byggnaden för de personer, som finns inom den av en brand direkt berörda delen. Kravet förutsätter en sådan utformning med hänsyn till brandcellsavgränsning, sektionering och utrymningsvägar, att nödvändig personutrymning eller personförflyttning till säker flyktzon kan ske vid en för människan ofarlig påverkan av värme, rök och toxiska förbränningsprodukter. För byggnader, som innehåller vital och särskilt dyrbar utrustning och inredning, kan det vara motiverat att öka minimivillkoret för det förebyggande och släckande brandförsvaret så att en kombinerad person- och egendomsutrymning kan säkerställas. För fallet personförflyttning från brandpåverkad del av byggnaden till annan del av byggnaden måste krävd person-säkerhet kunna uppfyllas under ett fullständigt brandförlopp eller under den tid, som i ogynnsammaste fall fordras för att en brand vid aktuella förutsättningar skall vara helt bekämpad. Till grund för minimivillkor på denna nivå kan även ligga en med hänsyn till brandbekämpningspersonalen krävd säkerhet.

För att en totalekonomisk optimering skall kunna genomföras för det förebyggande och släckande brandförsvarets dimensionering fordras bl a kunskaper om ett stort antal, ofta starkt komplicerade, statistiska variabler. Exempel på betydelsefulla sådana är [20], [22]

- (1) risken för uppkomst av brand,
- (2) risken för att en brand skall ge över-tändning i brandcellen,
- (3) de statistiska variationerna i brandbelastning och olika typer av statisk last,
- (4) den statistiska spridningen i brandcells- och brandförlopps-karakteristika,

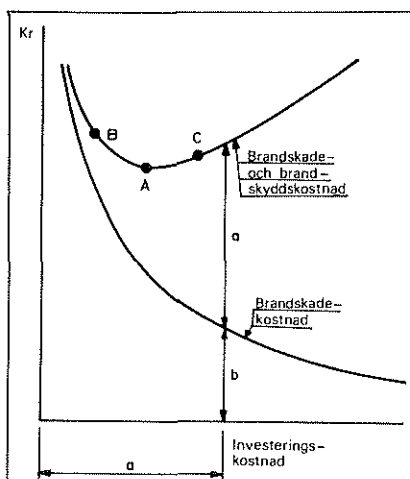


Fig 15. Samband mellan total investeringskostnad för förebyggande och släckande brandförsvar a, total brandskadestånd b samt sammanlagd, total brandförsvars- och brandskadestånd a+b

- (5) de statistiska variationerna i material- och produkttegenskaper vid olika temperaturer,
- (6) praktiskt ofrånkomliga avvikelser i utförandet i förhållande till i olika handlingar givna föreskrifter och anvisningar,
- (7) risken för att inom det förebyggande brandförsvaret utfärdade säkerhetsföreskrifter ej följs i alla detaljer,
- (8) statistiska variationer i insatstid och omfattning för inom viss tid garanterad insats av det aktiva brandförsvaret samt
- (9) osäkerheter i funktionen hos detektorer, larm- och släcksystem, kontrollsystem för rök och andra förbränningsprodukter samt utrymningsvägar.

Ytterligare komplicerande faktorer för en konsekvent tillämpning av dimensioneringsprincipen utgör tex förkalkyler av de ekonomiska konsekvenserna av olika typer av brandskador.

Tyvärr är de nuvarande kunskaperna om de exemplifierade variablerna och faktorerna alltför ofullständiga för att en dimensionering av brandskyddet i form av en totalekonomisk optimering skall vara möjlig i normala fall. Det är trots detta angeläget att målsättningen att uppnå ett totalekonomiskt optimum väljs som utgångspunkt, då förenklade dimensioneringsförfaranden utvecklas och tillämpas för begränsade delområden av det totala brandskyddet. Hjälpmiddel för att styra i riktning mot denna målsättning utgör tex totalekonomiska uppföljningar och analyser av efter hand framkommet erfarenhetsunderlag. En nyanserad funktionsanknytning av dimensioneringsmetoder och dimensioneringssystem är ett annat, väsentligt hjälpmedel för styrning mot den definierade målsättningen.

Den snabba utveckling, som nu pågår av krav, föreskrifter och anvisningar i olika länders normer och bestämmelser, är i samklang med den beskrivna övergripande målsättningen. Några karakteristiska tendenser i denna utveckling utgör

- ett bättre hänsynstagande till verklig brandpåverkan,
- en ökad omfattning av dimensionering, som bygger på väldefinierade funktionskrav,
- en utveckling av nya provningsmetoder, som i största möjliga utsträckning är materialneutrala och baserade på väldefinierade egenskaper och fenomen,
- en ökad tillämpning av analytiska metoder – i sin mest avancerade form anpassade till modern säkerhetsfilosofi,
- en ökad användning av integrerade bedömningar och

- ett införande av målorienterad systemanalys inom det totala, aktiva och passiva brandförsvaret för en byggnad.

En sådan utveckling understryker nödvändigheten av att brandförsvarets utformning hanteras som en integrerad komponent i projekterings- och dimensioneringsprocessen. I denna ingår därvid en funktionsbaserad analys eller bedömning av det brandpåverkade systemets reaktion för alternativt möjliga brandscenarier. På sikt kommer utvecklingen att leda till en jämnare säkerhet och bättre ekonomi för tex en byggnads eller ett samhälles brandförsvär.

I det följande illustreras i exemplifierande form dagens kunskapsläge och tillämpningsmöjligheter för en funktionsbaserad, brandteknisk dimensionering med – i vissa fall – en koppling till probabilistisk behandling.

Brandförsvarets projektering, dimensionering, säkerhet och ekonomi

Till grund för all rationell dimensionering ligger begreppet skaderisk, dvs risken eller sannolikheten för passage av ett definierat gränstillstånd. Gränstillståndet kan i detta sammanhang avse tex antändning, uppnåendet av en viss flamspridningshastighet eller rökgas-koncentration, övertändning i en brandcell, ett visst temperatur- eller integritetstillstånd för en avskiljande konstruktion, ett visst deformationstillstånd för en bärande konstruktion eller en upphörande delfunktion i ett integrerat brandförsvårssystem.

En beräkning eller uppskattning av denna risk eller sannolikhet kräver i det ideala fallet

- (1) noggrant definierade skadekriterier,
- (2) en modell, som beskriver påverkan å ena sidan och systemets respons till denna påverkan å den andra med hänsyn tagen till samspelseffekter,
- (3) en statistisk karakterisering av ingående storheter, såväl till frekvens som storlek, i de fall, då modellen är deterministisk.

I dagens kunskapsläge är det ett relativt begränsat antal tillämpningsområden för brandteknisk dimensionering, där beräkningar eller uppskattningar är praktiskt genomförbara enligt denna metodik. Den internationellt expanderande brandforskningen ökar nu emellertid snabbt dessa tillämpningsföretsättningar.

Metodiken illustreras i det följande genom tillämpningarna

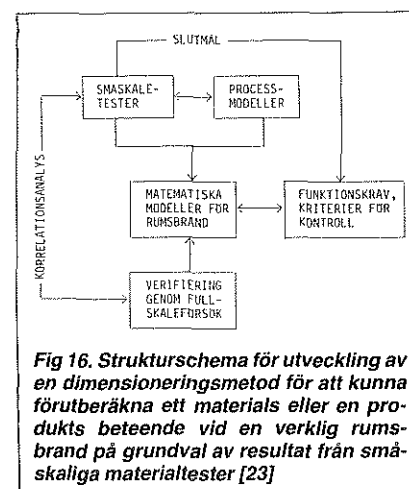
- materials beteende och medverkan vid brand,

- antändning av klädesplagg och textiler,
- den lösa inredningens brandrisker,
- sannolikhetsteoretisk dimensionering av bärande och avskiljande byggnadskonstruktioner,
- kostnads/nyttoanalys av brandförsvårsgärder och
- målorienterade dimensioneringssystem för en byggnads totala brandförsvår.

Materials beteende och medverkan vid brand

I gällande normer och bestämmelser finns ett förhållandevis nyanserat mönster av krav och föreskrifter, som reglerar den praktiska materialanvändningen i olika tillämpningssituationer. Kraven och föreskrifterna är kopplade till internationellt eller nationellt standardiserade, småskaliga laboratoriemetoder för en bestämning av materials brännbarhet, svårantändlighet samt medverkan till övertändning och rökutveckling. Metoderna har ursprungligen utvecklats mot bakgrunden av erfarenheter från bränder i trä och träbaserade material och produkter. Metoderna uppfyller ej grundläggande krav på att ge information om egenskaper eller fenomen, som är funktionellt och distinkt definierade. I tillämpning på nya materialtyper – särskilt inom polymerområdet – har metoderna ofta visat sig ge en ofullständig information och ej sällan direkt felaktiga basdata för en bedömning av materials och ytskiktets beteende under verkliga brandförhållanden.

Tillståndet har initierat en omfattande internationell forskningsverksamhet av mycket hög angelägenhetsgrad för en utveckling av nya, småskaliga provningsmetoder för en bestämning av väldefinierade komponenter inom begreppet materials brandreaktion – antändlighet, benägenhet för flamspridning, frigiven värmeeffekt och utvecklad rök-täthet vid olika exponeringsnivåer. Slutmålet för denna utveckling är därvid att



Tabell 1. Förutberäknade och experimentellt erhållna tider till övertändning i ett fullskalerum vid olika material och materialkombinationer, applicerade på rummets väggar och tak [24]

Tid till övertändning (s)

Material	Experiment	Beräkning
Porös board	66	65
Halvhård byggboard	140	134
Träspånskiva	165	166
Träspånskiva med ytskikt av melamin	499	351
Polyuretancellplast	14	14
Träpanel – furu	139	146
Papperstapet på träspånskiva	148	205

komma fram till en praktiskt anpassad dimensioneringsprocedur, genom vilken resultat från de småskaliga laboratorietesterna skall kunna användas för att förutsäga ett materials eller en produkts beteende och medverkan i en verklig rums- eller lägenhetsbrand och värdera denna information mot väldefinierade funktionskrav och kriterier för kontroll – fig 16 [23]. Först när det målet är uppnått, förfogar vi över ett instrument, som gör en riskanalys meningsfull och ger en tillfredsställande bakgrund för en funktionellt underbyggd material- och produktutveckling. Viktiga komponenter i utvecklingen mot detta mål utgör matematiska mo-

deller för en beskrivning dels av de småskaliga provningsmetodernas processer, dels av en rums- eller lägenhetsbrands uppkomst och tillväxt. Verifiering genom fullskaleförsök ingår som en nödvändig kompletterande komponent.

För brännbara ytmaterial och beklädnader på väggar och i tak är det i dag möjligt att med utgångspunkt från resultat från småskaletester förutberäkna tex frigiven värmeeffekt och temperatur i det varma gaslagret under tak vid en verklig rumsbrand. Denna information kan sedan översättas till tid för rummet övertändning. Beräkningsprocedurens användbarhet verifieras genom tabell 1, i vilken förutberäknad övertändningstid jämförs med experimentellt erhållna värden för ett definierat rum vid olika material och materialkombinationer, applicerade på rummets väggar och tak [24].

Antändning av klädesplagg och textilier

För att förhindra att alltför brandfarliga beklädnadstextilier kommer in på den svenska marknaden avser konsumentverket att införa ett till en amerikansk småskaletext – ASTM D 1230-61 – relaterat krav på en maximal brinntid på mer än 5 s. Åtgärden är angelägen och utgör ett första steg mot en något fastare bas för en material- och produktutveckling. Den senaste amerikanska utvecklingen inom området må här antyda ett alternativ för en fördjupad och funktionellt underbyggd vidare uppföljning av den planerade åtgärden.

Vid National Bureau of Standards, NBS, i Washington har bl.a. genomförts en ingående undersökning för att bestämma generella mönster i de specifika risksituationer, som utvecklas, när klädesplagg på människor antänts. Ett delresultat från denna undersökning visas i fig 17, som illustrerar, hur klädesplaggens konfigurationer varierat i 641 undersökta fall där antändning ägt rum [25]. Figuren ger den procentuella fördelningen av olika klädesplagg – delvis

lös överdel, lös överdel, åtsittande byxor, kläder/ombyte, byxor/övre del och armar – med uppdelning på kvinnor och män.

Den statistiska undersökningen av riskmönster har utgjort basen för utveckling och konstruktion av en ny testuppställning i modellskala. Denna har sedan använts för bestämning av den mängd värme, som avges vid brand av olika textilier och typer av klädesplagg och som i sin tur är ett kritiskt mått på risken för brännskador. Resultatet redovisas i fig 15 med på vertikalaxeln medelvärden av frigjord värmeeffekt och på horisontalaxeln fibertyp: acetat, acryl, bomull, polyester/bomull och polyester/nylon. Värden anges därvid för dels åtsittande, dels löst burna klädesplagg.

Konfirmerande försök på "mannekäng" har genomförts med omfattande temperaturmätningar över ett stort antal sensorer. Metodiken är programmerad med beräkning och utskrift av infallande värmeflöde, hudtemperatur och djup av brännskada. Exempel på resultat ges av fig 19 [26], som visar utbredningen av 1., 2. och 3. gradens brännskador från brand i en bomullspyjamas efter 80 s brinntid.

Den lösa inredningens brandrisker

Från kartläggning av frekventa riskmönster vid dödsbränder vet vi, att den lösa inredningen i bostäder spelar en stor och ofta avgörande roll – jfr fig 10 och 11. Med avseende på antändningsorsak dominerar därvid kraftigt vårdslöshet i samband med rökning. Med avseende på först antänt föremål i kombination med rökning som antändningskälla är sannolikheten för dödsbränder ungefär lika för bäddar och stoppade möbler. Vid en omfattande riskmönsterstudie, genomförd i USA 1976 och baserad på en samkörning av fyra olika dataregister, konstaterades, att inredningsbränder i hemmen svarade för 36 % av alla dödsbränder. I 3/4 av dessa fall var rökning antändningsorsak. Bränder med antändning i klädesplagg utgjorde 4 % av samtliga dödsbränder. Samma

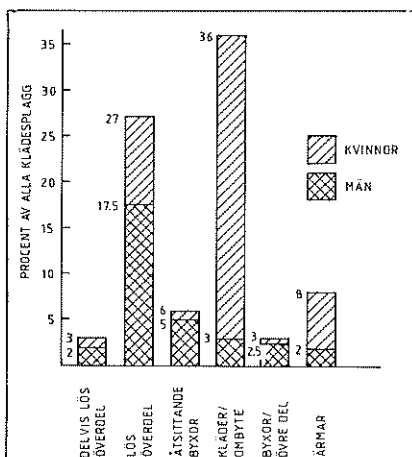
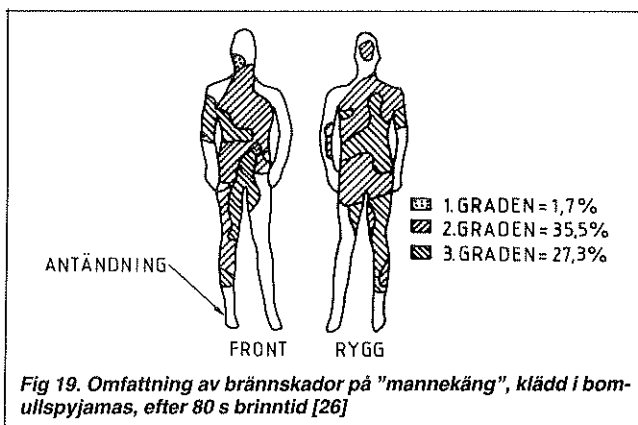


Fig 17. Procentuell fördelning av olika klädesplagg eller delar av klädesplagg, involverade i 641 direkta antändningshändelser. Fördelning på kvinnor och män [25]

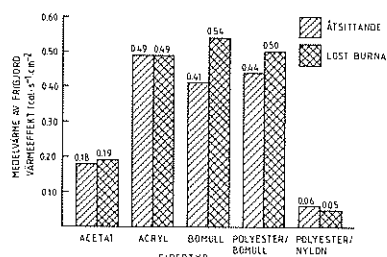


Fig 18. Genomsnittligt frigjord värmeeffekt för olika textilier, burna dels löst, dels åtsittande [25]

procentandel erhöjls för dödsbränder, vid vilka den första antändningen skedde i väggbeklädnad eller golvbeläggning. Andra riskmönster, definierade med hänsyn till kombination av lokaltyp, först antänt föremål och antändningsorsak, förekom i en omfattning av 3 % eller mindre per mönster [17], [19]. Genom att målsättningen för det byggnadstekniska brandskyddet successivt höjts har den lösa inredningens brandrisker alltmer kommit i förgrunden. Här till bidrar också materialutvecklingen. Beprövade naturmaterial har ersatts av syntetmaterial, som i en del fall förändrat brandförloppet dramatiskt och avsevärt ökat brandriskerna. I stort gäller detta hela inredningsområdet – stoppmöbler, bäddar, styva plastmöbler, gardiner, textilier och mattor.

De beskrivna förhållandena var anledningen till att regeringen den 1 april 1976 gav statens planverk och konsumentverket i uppdrag att i samråd med bostadsstyrelsen och statens brandnämnd utreda omfattning mm av brandfarliga material och produkter i byggnader och uppskatta de ekonomiska konsekvenserna av en övergång till en mindre brandfarlig miljö. Uppdraget utfördes av en myndighetsutredning – brandriskutredningen – och avrapporterades 1978 genom betänkandet "Brand inomhus" [17].

I betänkandet föreslås, att regler snarast införs, som gallrar ut de mest brandfarliga produkterna och garanterar en minimistandard för vissa väsentliga brandtålighetsegenskaper. För flertalet produkter är därvid antändligheten den primära riskfaktorn. På sikt är det därutöver motiverat att för produkter med stort energiinnehåll och hög förbränningshastighet ställa krav också på andra brandegenskaper än antändlighet. Brandriskutredningen anger därvid tre kravnivåer, nämligen:

- Kravnivå 1: kontroll av antändlighet, varmed avses tändtid, utbredning, värmealstring och släckbarhet i ett inledande skede av en brand,
- kravnivå 2: nivå 1 + kontroll av de produkttegenskaper, som ger en snabb brandtillväxt och
- kravnivå 3: nivå 2 + kontroll av brandgasernas siktnefsättande och toxiska verkan.

För den lösa inredningen i bostäder ansvarar den boende. Konsumentverket har här möjlighet att påverka marknaden och utvecklingen av produkter genom att med stöd av marknadsföringslagen utarbeta riktlinjer med avseende på produkternas säkerhet. Det finns idag sådana riktlinjer fastställda för tex mattor, ytbeklädnader och kläder [27].

Riktlinjer för stoppmöblers motståndsförmåga mot antändning av cigaretter

Tabell 2. Risksituationen för en soffa, utformad med olika kombinationer av möbeltyg, stoppningsmaterial och interliner (brandskyddande skikt mellan stoppning och tyg) vid en rumsbrand [29]

Antänt material	Livshotande nivå (150°C 1 m ovan golvet)	Stor brännskade- risk (2,5 kW/m ² mot golvet)	Övertändningstid (20 kW/m ² mot golvet)
100 % akryl			
Polyeterstoppning	3 min 30 sek	3 min	3 min 40 sek
100 % ull			
Polyeterstoppning	8 min 50 sek	7 min	10 min
61 % viskos, 39 % ull			
Polyeterstoppning med SA-tillsats	19 min 35 sek	18 min 30 sek	22 min
61 % viskos, 39 % ull			
Polyeterstoppning			
Interliner Kynol	Uppnås inte	30 min	Uppnås inte

finns framtagna men har ännu inte fastställts av regeringen. Riktlinjer för bäddar saknas men är självfallet starkt angelägna.

Konsumentverkets riktlinjer innehåller beskrivningar av relevant provningsmetod och kriterier för klassificering av provad produkt. Ambitionsnivån är därvid i huvudsak relaterad till kravnivå 1.

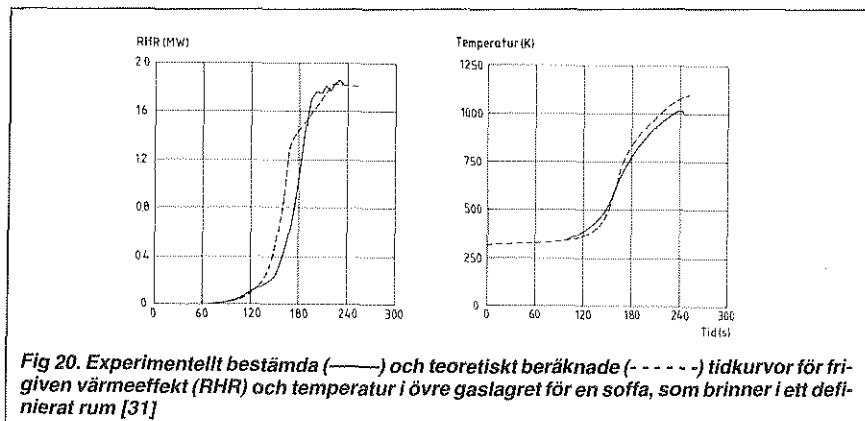
För skolor, hotell, samlingslokaler och andra typer av lokaler, där ett större antal människor vistas, måste högre krav ställas på inredningsmiljöns brandtålighet. I särskilt hög grad gäller detta institutioner med svåra utrymningsförhållanden, tex sjukhus och fängelser. Här får också kravnivåerna 2 och 3 aktualitet. Ansvarigt för att föreskrifter utfärdas för offentliga lokalers inredning är från den 1 juli 1986 statens räddningsverk – tidigare låg ansvaret på statens brandnämnd. Några sådana föreskrifter har dock ännu ej tagits fram. Förenklade fullskaletester, som ger den information, som fordras för att möta kravnivåerna 2 och 3, finns nu tillgängliga för vissa typer av inredningsprodukter [28], vilket bör underlätta räddningsverkets framtida arbete med utveckling av funktionellt underbyggda föreskrifter eller riktlinjer.

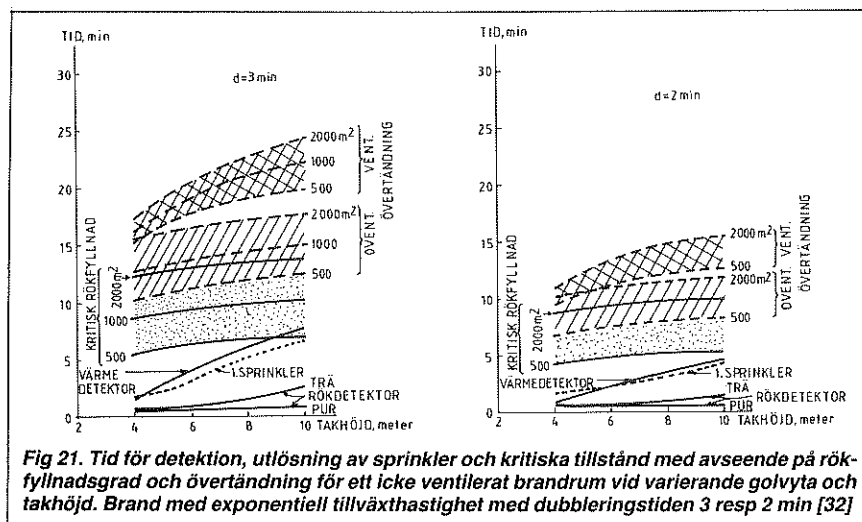
Under de senaste åren har vidare ett betydande kunskapsunderlag vuxit fram

från väldefinierade fullskaleförsök beträffande stoppmöblers och bäddars brandrisker med avseende på tid till övertändning, gastemperatur, frigjord värmeeffekt, rökgasernas genomsiktighet och förbränningsprodukternas giftighet [29], [30]. Härur kan bli praktiskt viktiga slutsatser dras om hur riskprofilen för en inredningsenhet kan förbättras genom en lämplig detaljutformning. Tabell 2 illustrerar detta för en stoppmöbel [29].

Den experimentella forskningen har följts av en utveckling av teoretiska modeller för en simulering av den tidiga rums- eller lägenhetsbrandens tillväxt fram till övertändning. Tillgång till sådana modeller underlättar en kvalificerad analys av experimentella studier och ger möjligheter till en generaliserad tillämpning av erhållna försöksresultat.

Fig 20 illustrerar tillgängliga simuleringsmodellers möjligheter att förutsäga en inredningskomponents beteende vid och medverkan i en tidig rumsbrand [31]. I figuren jämförs experimentellt bestämda och teoretiskt beräknade tidkurvor för frigiven värmeeffekt (RHR) och temperatur i övre gaslagret för en soffa, som brinner i ett definierat rum. För den teoretiska analysen har använts en sk zonmodell, kännetecknad av att brandrummet vid simuleringen uppdelats i ett antal zoner eller kontrollvoly-





mer. Inom varje zon är egenskaperna homogena med en dominerande process. Vid analysen behandlas zonerna som termodynamiska volymer, förenade genom energi- och masstransportekvationer.

Simuleringsmodellerna kan också användas i vissa tillämpningsfall för att förutberäkna tex tidpunkter för kritiska tillstånd under en rums- eller lägenhetsbrands utveckling. Detta exemplifieras av fig 21, som visar beräknade tider för dels utlösning av värme- och rökdetektorer och sprinkler, dels kritisk rökfyltnadsgrad och övertändning i ett definierat rum vid varierande golvyta och takhöjd för en rumsbrand med exponentiell tillväxthastighet [32]. Kritisk rökfyltnadsgrad har därvid definierats som det tillstånd, då röklaget fyller ut rummets övre del ner till 1,5 m ovanför golvnivån. I diagrammen jämförs beräknade värden för två brandtillväxthastigheter, svarande mot dubblingstiden $d=3$ respektive 2 min – med d =tiden för en dubbling av brandens utbredningsyta. Behandlingen förutsätter ett icke ventilerat rum. För tiden till övertändning jämförs de under denna förutsättning

beräknade värdena med motsvarande värden för ett brandrum med taköppningar för bortventilation av rök och varma gaser.

Sannolikhetsteoretisk dimensionering av bärande och avskiljande byggnadskonstruktioner

För en bärande eller avskiljande byggnadskonstruktion kan risken för upphörd funktion vid brand beskrivas via det i fig 22 visade felträdet. Om antändning inträffar i aktuell brandcell och om inte branden själv släcknar, uppkommer en tillväxande brand. Om branden därvid inte kan släckas i ett tidigt skede genom manuella insatser, brandkårsingripande eller sprinkler, kan branden leda till övertändning och en kraftig termisk påverkan mot den bärande eller avskiljande konstruktionen. Om den avskiljande funktionen upphör, sker en spridning av branden till angränsande

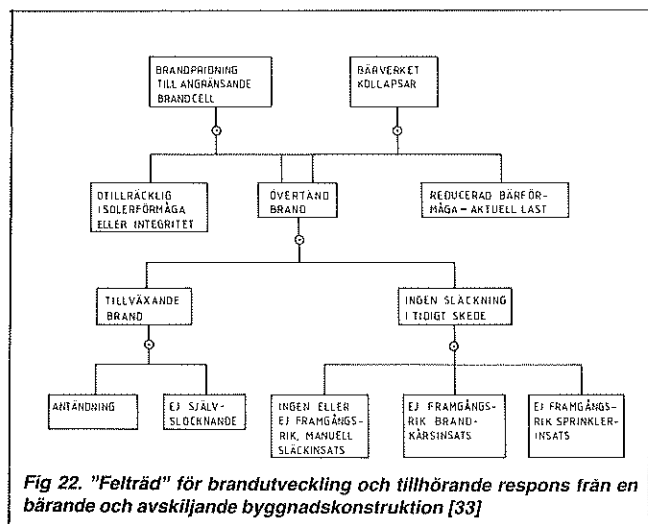


Fig 22. "Felträd" för brandutveckling och tillhörande respons från en bärande och avskiljande byggnadskonstruktion [33]

brandcell. Om bärförmågan genom den termiska påverkan reduceras till en nivå under verkande last, kollapsar konstruktionen [33].

Fig 23 visar den fysiska modellen för en sannolikhetsteoretisk, analytisk dimensionering av en bärande byggnadskonstruktion, utsatt för brand. Brandbelastningens storlek och brandcellens typ och ventilation (öppningsfaktor) ger underlag för en bestämning av den termiska påverkan vid en övertänd brand. Påverkan kan tex beskrivas som brandcellens gastemperatur som funktion av tiden. Via information om bärverkets uppbyggnad och om hur bärverksmaterialens termiska och mekaniska egenskaper förändras vid uppvärmning, kan tidsvariationen beräknas av bärverkets temperaturfält och bärförmåga. Det lägsta värdet av bärförmågan under det aktuella brandförloppet definierar dimensionerande bärförmåga. Denna får ej reduceras till en nivå under gällande lastpåverkan, om kollaps skall undvikas.

I en sannolikhetsteoretisk dimensionering, kopplad till den beskrivna fysiska modellen, måste hänsyn tas till följande inverknings:

- osäkerheten i val av statisk last,
- osäkerheten i val av brandbelastning och egenskaper för brandcellen,
- osäkerheten i val av termiska och mekaniska egenskaper för bärverkets material,
- osäkerheten i använda analytiska modeller för den övertända branden, temperaturfält och bärförmåga,
- sannolikheten för uppkomst av en övertänd brand,
- effektiviteten av brandförsvarets insats,

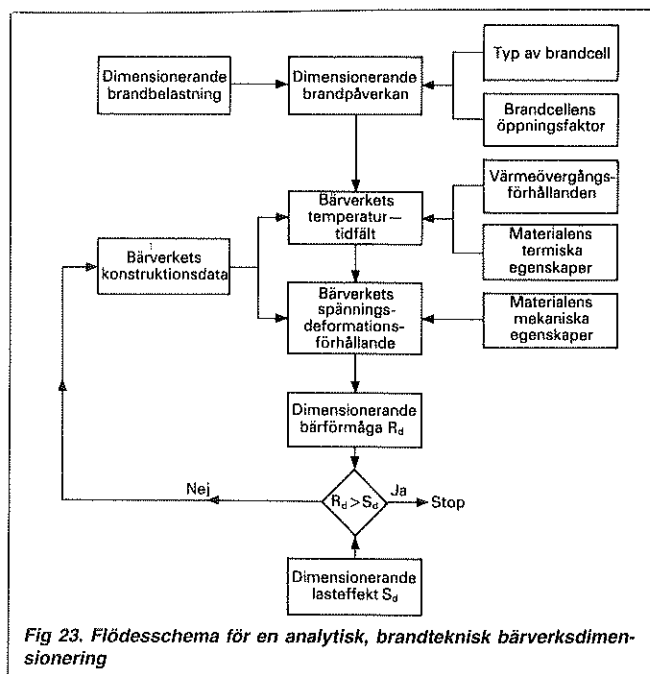


Fig 23. Flödesschema för en analytisk, brandteknisk bärverksdimensionering

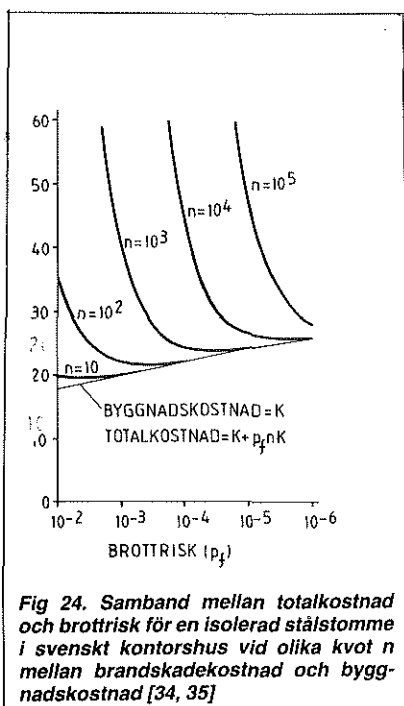


Fig 24. Samband mellan totalkostnad och brottrisk för en isolerad stålstomme i svenskt kontorshus vid olika kvot n mellan brandskadekostnad och byggnadskostnad [34, 35]

- inverkan av ett eventuellt automatiskt släcksystem och
- konsekvenserna av ett brott i bärverket.

För vissa tillämpningar föreligger idag ett tillräckligt underbyggt statistiskt underlag för att brottrisen skall kunna godtagbart beräknas vid en given bärverksutformning. Sådana beräkningar har utförts av Sven Erik Magnusson för isolerade stålbalkar i svenska kontorshus [34]. Med ökad isolertjocklek följer en ökad byggnadskostnad (K) och en minskad brottrisk (p_f), vilket illustreras av fig 24. Till ett brott hör en skadekostnad för byggnaden (nK) och en brottriskskostnad, som är produkten av brottrisk och skadekostnad. De olika kurvorna i fig 24 visar summan av byggnadskostnad och brottriskskostnad – en totalkostnad – för olika värden på kvoten mellan skadekostnad och byggnadskostnad (n). Ur ekonomisk synpunkt bör i den enskilda tillämpningen väljas den utformning, som ger minimum av totalkostnad. Här emot svarar ett optimalt värde på brottrisen, som generellt minskar med ökat värde för kvoten mellan skadekostnad och byggnadskostnad. En förutsättning för att en sådan dimensioneringsmetodik skall kunna få tillämpas är dock, att en personutrymning av byggnaden skall kunna säkerställas med en dimensionerande utrymningstid, som är mindre än förväntad tid för bärverkets kollaps.

Kostnads/nyttoanalys av brandförsvarsåtgärder

Med utgångspunkt från resultat och erfarenheter från en omfattande kartläggning och analys av brandskador i olika typer av industribyggnader har Jörgen

Tabell 3. Relativ lönsamhet på nationell nivå av olika brandskyddsåtgärder, konsekvent använda inom respektive brandbelastningskategori för envånings industribyggnader [36]

Brandbelastning	Brandskyddsåtgärder			
	Sprinkler	Brandventilation	Brandmotstånd	Brandsektionering
Hög	4	0,8	0,1	10
Medel	1	2,0	0,2	3
Låg	0,1	0,6	0,03	0,8
Totalt	1,3	1,2	0,1	4

Thor och Gösta Sedin [36] bla uppskattat den relativa lönsamheten på nationell nivå av fyra olika brandförsvarsåtgärder för envånings industribyggnader. De studerade åtgärderna är sprinkler, brandventilation, byggnadskonstruktionens brandmotstånd och sektionering. Behandlingen har differentierats med avseende på mängd brännbart material i byggnaden – hög, medelstor eller låg brandbelastning. Lönsamheten är definierad som kvoten mellan uppskattad minskning i skadekostnad och tillhörande investeringskostnad för åtgärden. Erhållna resultat exemplifieras i tabell 3.

För installation av sprinkler indikerar tabellen en god lönsamhet för industribyggnader med en hög brandlastning och en dålig lönsamhet för industribyggnader med en låg brandbelastning. Brandventilation kan bedömas som en god investering i industribyggnader med medelstor brandbelastning men däremot som icke lönsam, då brandbelastningen är hög eller låg. En brandventilation kan dock vara en nödvändig åtgärd för en säker personutrymning av byggnaden. En ökning av byggnadskonstruktionens brandmotstånd är generellt en åtgärd med dålig lönsamhet i envånings industribyggnader. Åtgärder för att förbättra funktionen av sektioneringar och därigenom försvåra eller hindra brandens spridning inom en byggnad är däremot desto lönsammare, särskilt för industribyggnader med hög brandbelastning.

Det är viktigt att understryka, att slutsatserna gäller för envånings industribyggnader. En analog lönsamhetskalkyl för tex ett flervånings bostads- eller kontorshus kan förmodas ge en helt annan viktning av lönsamheten för olika brandförsvarsåtgärder.

För tillämpning på individuella objekt kan diagram av i fig 25 [36] exemplifierat slag tas fram som underlag för en kostnads/lönsamhetsanalys. De visade

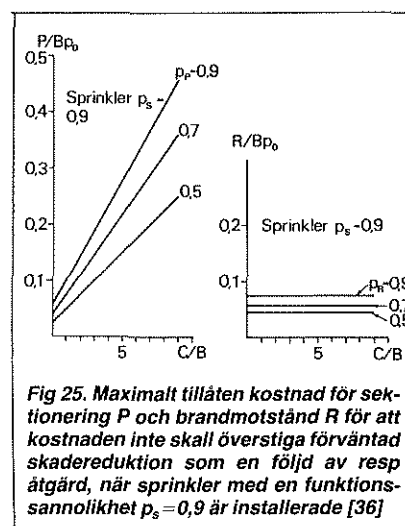


Fig 25. Maximalt tillåten kostnad för sektionering P och brandmotstånd R för att kostnaden inte skall överstiga förväntad skadereduktion som en följd av resp åtgärd, när sprinkler med en funktions-sannolikhet $p_s=0,9$ är installerade [36]

diagrammen gäller för envånings industribyggnader och ger maximalt godtagbar kostnad för en sektionering P och byggnadsstommens brandmotstånd R som funktion av kvoten mellan värdet av byggnadens innehåll C och byggnadens värde B . Diagrammen förutsätter, att byggnaden har utrustats med sprinkler med en funktions-sannolikhet $p_s=0,9$. Maximalt godtagbar kostnad innebär, att kvoten mellan uppskattad minskning i skadekostnad och tillhörande investeringskostnad för åtgärden är minst ett. p_0 betecknar sannolikheten för en övertänd brand i byggnaden, p_p och p_r sannolikheten för uppfyllt funktion för sektionering respektive byggnadsstommens brandmotstånd.

I flera länder diskuteras olika strategier med hänsyn till risker och kostnader för brandskador, förorsakade av byggnaders lösa inredning. Tabell 4 [37] visar beräknad totalkostnad i miljarder dollar för det amerikanska samhället under perioden 1980–2010 för möbelbränder vid tre olika strategier – ingen åtgärd, obligatorisk rökdetektor, möblerna skyddas mot cigarettantändning. De beräknade kostnaderna bygger på antaganden om sannolikheter och andra an-

Tabell 4. Samhällets beräknade totalkostnad för möbelbränder vid tre olika strategier i USA för perioden 1980–2010. Ackumulerad kostnad i miljarder US dollar. Ränteläge 8 % [37]

Strategi	Förlust	Kostnad	Summa
Ingen	6,33	0	6,33
Rökdetektor obligatorisk	5,65	0,30	5,95
Möbler skyddade mot cigarettantändning	4,84	1,12	5,96

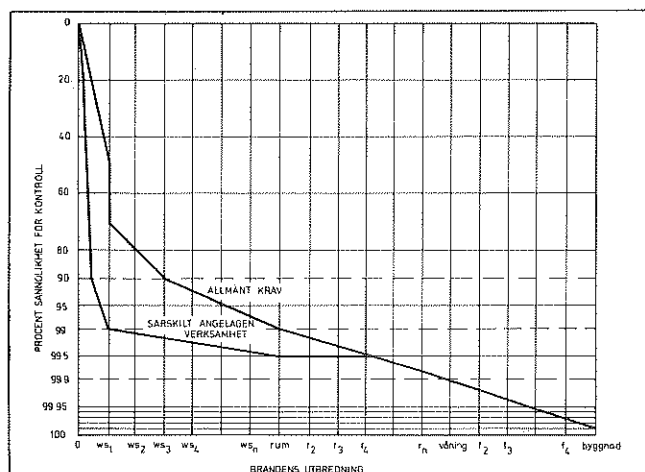


Fig 26. Krav enligt GSA-systemet på sannolik kontroll av en brands verkningar vid varierande brandutbredning [38]

taganden, som kan diskuteras; så har tex förlusten av ett människoliv värderats till 300 000 dollar.

Målorienterade dimensioneringssystem för en byggnads totala brandförsvar

För en integrerad brandriskvärdering av det totala, aktiva och passiva brandförsvaret för en byggnad har i ett flertal länder införts målorienterade system eller sk punktsystem. Sådana system tvingar till en övergripande analys vid brandförsvarets dimensionering och möjliggör därvid en hög grad av flexibilitet i detaljlösning. Systemen ger underlag för sk tekniska byten, varmed förstås utbyte eller kompensation i omfattning mellan två eller flera brandförsvarsåtgärder vid bibehållen, resulterande skyddsnivå.

Välkända exempel utgör de målorienterade amerikanska systemen, som utarbetats av General Services Administration (GSA) [38], [39] för tillämpning på federala byggnader med en våningsyta av mer än cirka 9000 m² och med en höjd av mer än fyra våningar och av National Fire Protection Association (NFPA) [40] med tillämpbarhet för olika typer av byggnader.

GSA-systemet för en brandteknisk dimensionering av en byggnads totala brandskydd utgår från ställda funktionskrav, kopplade till det primära målet att ge en betryggande personsäkerhet. Godtagbart personskydd anges därvid för

- (1) området för brandens uppkomst – kravspecifikation med hänsyn till erforderlig flykttid efter larm,
- (2) utrymningsvägar till säker flyktzon – kravspecifikationer med hänsyn till tolerabla nivåer för temperatur, rök och toxiska gaser samt med hänsyn till erforderlig tid för att nå säker flyktzon,
- (3) flyktzon – kravspecifikationer med hänsyn till tolerabla nivåer för temperatur, rök och toxiska gaser.

Vid en dimensionering skall påvisas, att utformningen av byggnadens totala brandskydd uppfyller ställda krav på sannolikhet för framgång, vad gäller att uppnå en sådan kontroll av branden, vid olika utbredning av denna, att personsäkerheten tryggas. Krävda sannolikhetsnivåer återges i fig 26 [38], av vilken framgår, att dessa varierar med hur stor del av byggnaden, som omfattas av branden – del av rum eller brandcell ($ws_1, ws_2, \dots$), flera rum eller brandceller inom en våning ($r_2, r_3, \dots$), flera våningar ($f_2, f_3, \dots$), hel byggnad. Kraven är differentierade med hänsyn till angelägenheten av att pågående verksamhet ej avbryts vid brand.

GSA-systemets dimensioneringsförfarande följer ett sk "beslutsträd" eller "felträd", som i sin fullständiga form omfattar alla de element, som ingår i en byggnads totala brandskydd. Beslutsträdets struktur illustreras i fig 27 och 28 för komponenten "förebyggande" med uppdelning på underkomponenterna "brandstiftare" och "antändliga material" respektive för komponenten "byggnadens inre miljö" med underkomponenter.

Beslutsträdets element är sammanbundna med sk "grindar", vilka kan vara av två typer – "och" grind, betecknad $\odot$ respektive "eller" grind, betecknad $\oplus$ i fig 27 och 28. Vid en "och" grind är samtliga element på nivån närmast under grinden nödvändiga för funktionen av elementet ovan grinden. Systemets flexibilitet ligger därvid i att elementen på den underordnade nivån kan ges olika vikt, med vissa minimivillkor uppfyllda. Vid en "eller" grind är elementen på den närmast underordnade nivån utbytbara – renodlade tekniska byten.

Om sannolikheten för framgång för elementen på nivån närmast under en grind är $p_{B1}, p_{B2}, \dots, p_{Bv}, \dots, p_{Bn}$, gäller för sannolikheten för framgång för elementet

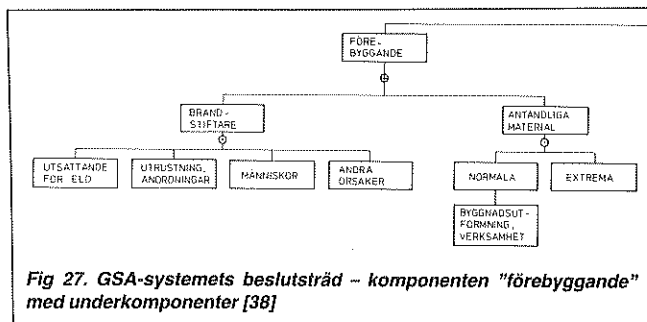


Fig 27. GSA-systemets beslutsträd – komponenten "förebyggande" med underkomponenter [38]

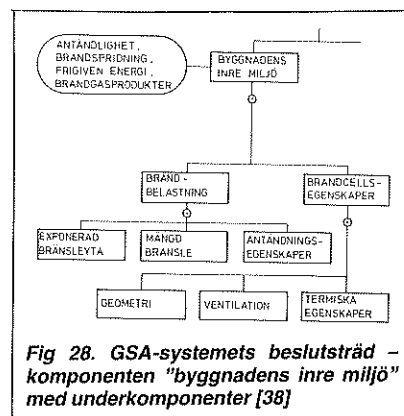


Fig 28. GSA-systemets beslutsträd – komponenten "byggnadens inre miljö" med underkomponenter [38]

ovan grinden p_A sambandet

$$p_A = \prod_{v=1}^n p_{Bv} \quad \text{vid en "och" grind}$$

och sambandet

$$p_A = 1 - \prod_{v=1}^n (1 - p_{Bv}) \quad \text{vid en "eller" grind}$$

Sambanden förutsätter, att sannolikhetsvärdena $p_{B1}, p_{B2}, \dots, p_{Bv}, \dots, p_{Bn}$ är oberoende av varandra.

För att dimensioneringsförfarandet skall vara praktiskt tillämpligt fordras ett siffermässigt underlag för systemets olika ingångselement. Tyvärr saknas i stor utsträckning den statistiska information, som krävs för att ett väl underbyggt, sådant underlag skall kunna ges. Det dimensioneringsunderlag, som nu finns sammanställt i GSA-anvisningen [38] som en temporär lösning, bygger i stället på kvalificerade bedömningar och gissningar med utgångspunkt från förhållandevis fragmentarisk statistik. Dimensioneringsunderlaget exemplifieras i fig 29 och 30. Fig 29 visar därvid sannolikheten för en kontroll av en brands verkningar som funktion av brandens utbredning i en byggnad för fyra olika typer av brandbelastning och för ett specificerat sprinklersystem som ingångselement. Fig 30 ger sannolikheten för framgång p_{B1} för det element, som tar hänsyn till inverkan av ofullständigheter för en brandavskiljande konstruktion i form av öppningar, springor och otätheter. En multiplikation av detta elements framgångssannolikhet med motsvarande sannolikheter p_{B2} och p_{B3} för elementens brandmotstånd med avseende på

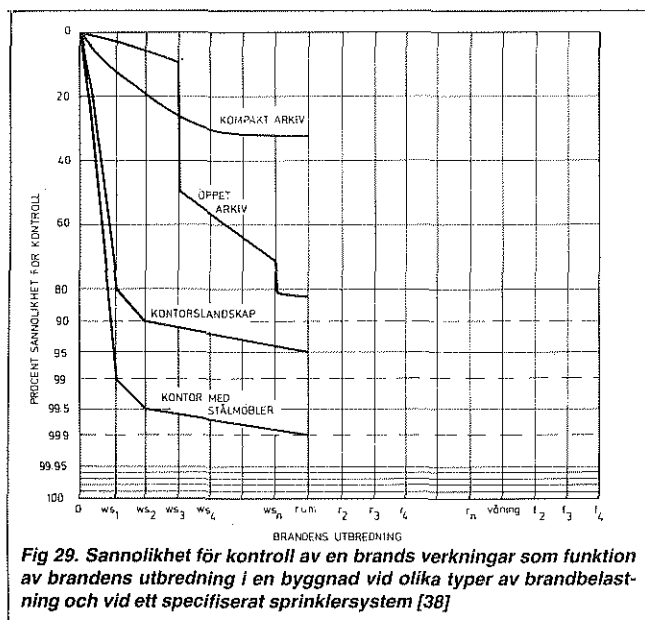


Fig 29. Sannolikhet för kontroll av en brands verkningar som funktion av brandens utbredning i en byggnad vid olika typer av brandbelastning och vid ett specificerat sprinklersystem [38]

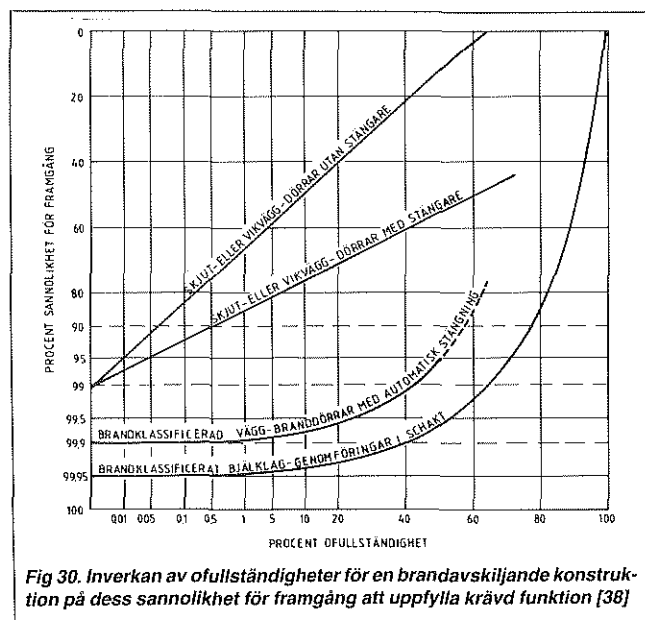


Fig 30. Inverkan av ofullständigheter för en brandavskiljande konstruktion på dess sannolikhet för framgång att uppfylla krävd funktion [38]

isolerande förmåga respektive integritet – bestämda genom en serie standard-brandtester för ett "felfritt" provobjekt – ger sannolikheten för framgång p_A för konstruktionen att uppfylla sin brandavskiljande funktion.

I avsaknad av tillfredsställande statistisk information är GSA-systemet i sin praktiska användning idag normalt begränsat till att genom sitt beslutsträd vara ett bra instrument för en kontroll av det totala, aktiva och passiva brandförsvarets funktion och struktur för en byggnad.

Det nuvarande kunskapsläget motiverar en lägre ambitionsnivå för utveckling av brandtekniska riskvärderingssystem än vad, som kännetecknar GSA-systemet. Flera sådana riskvärderingssystem har också tagits fram och referenserna [41]–[48] ger exempel härpå. I det följande beskrivs översiktligt ett nyligen av Dansk Brandvaerns-Komité presenterat riskvärderingssystem [48].

Systemet omfattar en beräkningsmetod eller beräkningsmodell för en brandteknisk riskbedömning av en sektionerad del i en våning av en byggnad. Modellen bestämmer sannolikheten för en brands uppkomst och för att olika faser i brandens utveckling skall inträffa (medelstor brand, övertändning, fullt utvecklad brand) samt konsekvenserna härav med hänsyn till personsäkerhet och skadekostnad. Modellen inkluderar effekten av automatisk brandventilation, brandlarm och sprinklersystem.

Modellen är avsedd att användas av dem, som sysslar med projektering, rådgivning, inspektion och godkännande. Den kan därvid utgöra ett supplement till den riskvärdering, som företas av myndigheter, försäkringsbolag m.m. Det förutsätts, att användaren av modellen är förtrogen med gällande lagstiftning och bestämmelser och har så

goda brandtekniska kunskaper, att han/hon kan kritiskt bedöma kvaliteten i indata, delmodellers uppbyggnad och resultat.

Den totala beräkningsmodellen innehåller

- brandfrekvensmodell, som bestämmer sannolikheten för en brands uppkomst för olika brandorsaksgrupper och för att olika karakteristiska faser i brandens utveckling skall inträffa,
- brandutvecklingsmodell, som beräknar brandutvecklingens tidsförlopp med avseende på termisk påverkan och rök,
- skadevärderingsmodell, som bestämmer skadekostnad i olika faser av brandförloppet från påverkan av värme, rök och släckmedel,
- beräkningsmodeller och beräkningsprogram för en värdering av effekten av olika aktiva och passiva brandförsvarsåtgärder.

Riskvärderingsmodellen bygger helt på internationellt tillgänglig kunskap och är beräkningstekniskt anpassad till persondator. Modellen har känslighetsanalyserats i begränsad omfattning med avseende på dess delelement. En mer fullständig sådan analys avses ingå i det fortsatta utvecklingsarbetet. En erfarenhetsåterföring från modellens praktiska användning är därvid angelägen.

Sammanfattning

I stort är redogörelsen strukturerad i två huvuddelar

- en, som behandlar brandskador och dödsfall vid bränder med några representativa exempel på brandscenarier som bakgrund och
- en, som definierar mål och strategi för brandförsvarets utformning och som med koppling härtil illustrerar pågående utveckling av metoder för

brandförsvarets projektering och dimensionering.

Redogörelsen vill understryka angelägenheten av att brandförsvarets projektering, dimensionering och utformning bygger på funktionsbaserade analyser eller bedömningar av brandpåverkade systems reaktion för alternativa möjliga brandscenarier. En utveckling mot ett tillstånd, där ett sådant angreppssätt kan bli en naturlig och integrerad del i projekterings- och dimensioneringsprocessen för tex en byggnad eller ett samhälle, är ett huvudmål för pågående, internationell brandforskning. Utvecklingen underlättas av normer och bestämmelser, som är fokuserade mot väldefinierade funktionskrav och kontrollkriterier. I utvecklingen är erfarenhetsåterföring från kvalificerade skadeanalyser och ekonomiska utvärderingar viktiga komponenter.

På sikt leder en utveckling i den beskrivna riktningen mot en jämnare säkerhet och en bättre ekonomi för samhällets brandförsvär. □

Referenser

- [1] Brandforsk, "Fire Research and Higher Fire Technical Education". Report (compiled by Vilhelm Sjölin) of a Symposium, held in Stockholm, June 12–14, 1985.
- [2] Pettersson, O, "The Role of the University in Fire Science". Lecture, given at an International Meeting of Fire Research and Test Centres, held in Avila, Spain, 8th and 9th October, 1986
- [3] "Electroluxbranden har utretts". Brandförsvär 8–9/1976. – Thor, J, "Lärdomar av en stor industribrand". Stålbbyggnadsinstitutet, publikation 52, Stockholm, oktober 1976.
- [4] "Branden i Solna Offset". Brandförsvär 8–9/1975. – "Vad branden lärde oss". Brandförsvär 12/1979.

- [5] Brandförsvaret 10/1978. – Brandförsvaret 2/1979. – Brandförsvaret 4/1980.
- [6] Kommittén för undersökning av allvarliga olyckshändelser (Kn 1981:02), "Skolbranden i Solna den 18 april 1982". Utredningsrapport nr 1:1983.
- [7] Ödeen, K, "Brandspridning på vindar". Information från Rockwool AB, november 1984.
- [8] Kommittén för undersökning av allvarliga olyckshändelser (Kn 1981:02), "Skolbranden i Älmhult den 16 september 1982". Utredningsrapport nr 4:1983.
- [9] Kommittén för undersökning av allvarliga olyckshändelser (Kn 1981:02), "Branden vid Sundsvalls vårdhem den 25 oktober 1982". Utredningsrapport nr 2:1983.
- [10] Eriksson, A, Månsson, L, "Branddörrars funktion efter en tids användning". Statens provningsanstalt, laboratoriet för byggnadsteknik, Teknisk rapport SP-RAPP 1982:22, Borås 1982.
- [11] Bodlund, K, Månsson, L, "Brand- och ljudisolerade dörrar". Byggnadsnäringsrådet, häfte T13, Stockholm 1985.
- [12] Bengtsson S, "Byggfel kunde sluta med dödsstraff". Brand & räddning, 4/1987.
- [13] Månsson, L, "Vid brand kan felet leda till katastrof". Brand & räddning, 4/1987.
- [14] Svenska Brandförsvärsföreningen, "Brandskadorna 1986". SBF, verksamheten 1986.
- [15] Brandforsk, "Brandforskning 1988-90. Program". Styrelsen för svensk brandforskning, Stockholm 1987.
- [16] "10000 anlagda bränder varje år". Brandförsvaret 4/1981.
- [17] "Brand inomhus". Betänkande av brandriskutredningen, bostadsdepartementet, SOU 1978:30.
- [18] Montgomery, R R, Reinhardt, C F, Terrill, J B, "Comments on Fire Toxicity". Journal of Fire and Flammability/Combustion Toxicology, August 1975.
- [19] Magnusson, S E, "Byggnaders lösa inredning – riskkälla under kartläggning". Byggnadsnäringsrådet 11/1981.
- [20] Pettersson, O, "Principles of Fire Engineering Design and Fire Safety of Tall Buildings". ASCE-IABSE International Conference on Planning and Design of Tall Buildings, Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania, August 21-26, 1972, Summary Report of Technical Committee 8, Conference Preprints, Volume DS. – Bulletin 31, Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Lund Institute of Technology, Lund 1973.
- [21] Witteveen, J, Twilt, L, "Principles of Fire Engineering Design". Chapter I, European Convention for Constructional Steelwork, Fire Safety in Constructional Steelwork, CECM-III-74-2E.
- [22] Magnusson, S E, Pettersson O, Thor, J, Brandteknisk dimensionering av stålkonstruktioner. Publikation 38, Stålbbyggnadsinstitutet, Stockholm 1974. Pettersson, O, Magnusson S E, Thor J, Fire Engineering Design of Steel Structures. Publication 50, Swedish Institute of Steel Construction, Stockholm 1976.
- [23] Pettersson, O "Brandrisker – det tidiga brandförloppet". Brandforsk informationsblad, 1987-04-30
- [24] Magnusson, S E, Sundström, B, "Combustible Linings and Room Fire Growth – A First Analysis". ASTM, Special Technical Testing Publication 882, Philadelphia, 1985, pp 45-69.
- [25] Buchbinder, B, Buchbinder L, "The Fire Hazard Analysis at the National Bureau of Standards". International Symposium on Fire Safety of Combustible Materials, University of Edinburgh, 1975.
- [26] Bereaw, J R, Jordan K G, Moss A Z, "Estimating Injury from Burning Garments and Development of Concepts for Flammability Tests". ASTM/NBS, "Fire Standards and Safety", Special Technical Publication STP 614, Philadelphia/Washington, 1976, pp 55-90.
- [27] Konsumentverkets författningssamlingar KOVFS 1979:2, KOVFS 1981:6, KOVFS 1985:5.
- [28] Nordtest, "Upholstered Furniture: Burning Behaviour – Full Scale Test". Nordtest Method NT Fire 032, February 1987.
- [29] Andersson, B, Magnusson, S E, "Fire Behaviour of Upholstered Furniture – An Experimental Study". Report LUTVDG/(TVBB-3005), Division of Building Fire Safety and Technology, Lund Institute of Technology, Lund 1982. – Andersson, B, "Fire Behaviour of Beds and Upholstered Furniture – An Experimental Study (Second Test Series)". Report LUTVDG/(TVBB-3023), Division of Building Fire Safety and Technology, Lund Institute of Technology, Lund 1985.
- [30] Holmstedt, G, Kaiser, I, "Brand i vårbäddar". Statens provningsanstalt, laboratoriet för brandteknik, Teknisk rapport SP-RAPP 1983:04, Borås 1983
- [31] Blomqvist, J, Andersson B, "Modelling of Furniture Experiments with Zone Models". Fire and Materials, Vol 9, No 2, 1985, pp. 81-87
- [32] Hägglund, B, "Hazardous Conditions in Single Enclosures Subjected to Fire – A Parameter Study". National Defence Research Institute (FOA), Report C 20524-D6, Stockholm 1983
- [33] Kersken-Bradley, M, Pettersson, O, Schneider, u, Twilt, L, Vrouwenvelder, A, Witteveen, J, "A Conceptual Approach Towards a Probability Based Design Guide on Structural Fire Safety". CIB W14 Workshop "Structural Fire Safety", Fire Safety Journal, Vol. 6, No 1, 1983.
- [34] Magnusson, S E, "Probabilistic Analysis of Fire Exposed Steel Structures". Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Lund Institute of Technology, Bulletin 27, Lund, 1974.
- [35] Witteveen, J, Twilt, L, "Principles of Fire Engineering Design". Chapter 1, European Convention for Constructional Steelwork, Fire Safety in Constructional Steelwork, CECM-III-74-2E.
- [36] Thor, J, Sedin, G, "Fire Risk Evaluation and Cost Benefit of Fire Protective Measures in Industrial Buildings". Swedish Institute of Steel Construction, Publication 64, Stockholm, 1979.
- [37] Helzer, G S, et al, "Decision Analysis of Strategies for Reducing Upholstered Furniture Fire Losses". NBS Technical Note 1101, 1979.
- [38] General Services Administration, Public Buildings Service, "Interim Guide for Goal Oriented Systems Approach to Building Firesafety". Appendix D to the HB, Building Firesafety Criteria, Washington, April 27, 1972.
- [39] General Services Administration, Public Buildings Service, "Firesafety in High-Rise Buildings". International Conference, April 12-16, Airlie House Warrenton, Va., Washington, DC., 1971. – Reconvened International Conference, Oct. 5, Washington, DC., 1971
- [40] NFPA, National Fire Protection Association, "The Systems Approach to Fire Protection". NFPA Publications No. SPP-36, Boston 1976.
- [41] Pedersen, E, Steffensen, J "ATV-metoden för brandteknisk riskovurdering". Akademiet for de tekniske videnskaber, København 1976.
- [42] Nelson, H E, Shibe, A J, "A System for Fire Safety Evaluation of Health Care Facilities". National Bureau of Standards, Center for Fire Research, Report NBSIR 78-1555, Washington D.C., November 1978.
- [43] Bengtsson, S, "Utveckling av brandteknisk utvärderingsmetod för industribyggnader". Byggnadsnäringsrådet, rapport R44:1979, Stockholm 1979.
- [44] Cluzel, D, Sarrazat, P, "Methode E.R.I.C., Evaluation du Risque Incendie par le Calcul". L'Union Technique Interprofessionnelle des Fédérations Nationales du Bâtiment et des Travaux Publics, UTI, Saint-Rémy-lès-Chevreuse, France, 1979.
- [45] CIB Symposium, "Systems Approach to Fire Safety in Buildings". Vol I and II, Tsukuba, Japan, 29 and 30 August 1979.
- [46] Beck, V. R, "Outline of a Stochastic Decision-Making Model for Building Fire Safety and Protection". Fire Safety Journal, Vol. 6, No 2, 1983, pp 105-120
- [47] Fitzgerald, R W, "An Engineering Method for Building Firesafety Analysis". Fire Safety Journal, Vol. 9, No 2 1985, pp 233-243. – Fitzgerald, R W, Wilson, R, "Evaluating Building Firesafety", Workbook, Worcester Polytechnic Institute, USA, 1983.
- [48] Dansk Brandvaerns-Komiteé, Dansk Brandteknisk Institut, "Brandteknisk Riskovurdering". København, 1987.