Björn Sundström

Brandhärdiga produkter på fartyg - nuläget och förslag till forskningsinsatser

SP
Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
Brandteknik
SP RAPPORT 1993:41

Björn Sundström

Brandhärdiga produkter på fartyg - nuläget och förslag till forskningsinsatser

SP
Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
Brandteknik
SP RAPPORT 1993:41

Abstract

The report contains a review of the present situation regarding fire safety requirements and test methods for ships. The IMO tests for reaction to fire are reviewed. The principles of using functionally based requirements instead of prescriptive rules as in SOLAS are discussed. Ongoing fire research of importance for the development in the marine area is discussed. Especially the CBUF-programme on upholstered furniture, initiated by the European Commission, and the EUREFIC-programme on surface linings initiated by the Nordic countries are discussed. They both use the Cone Calorimeter and the Room/Corner Test as a basis for determining fire properties. The importance of these two tests for future developments are therefore pointed out. IMO is considering them for qualifying materials for ships intended to carry passengers and vehicles at high speeds, so called high speed craft. Finally proposals on various important research projects are listed.

Key words: Fire testing, ships, IMO, Cone Calorimeter, Room/Corner Test, materials reaction to fire.

Omslagsbild: Stena Lines nya höghastighetsfartyg, Stena HSS.

SP
SP Rapport 1993:41
ISBN 91-7848-426-X
ISSN 0284-5172
Borås 1993

Swedish National Testing and Research Institute
SP Report 1993:41

Postal address:
Box 857, S-501 15 BORÅS, Sweden
Telephone + 46 33 16 50 00
Telex 36252 Testing S
Telefax + 46 33 13 55 02

Innehållsförteckning

	Abstract	**2**
	Innehållsförteckning	**3**
	Förord	**4**
	Sammanfattning	**5**
1	**Ett bra tekniskt underlag ger rätt materialval**	**7**
2	**Från antändning till övertändning**	**8**
3	**Detaljregler styr materialval i fartyg**	**10**
3.1	Obrännbarhet hos isoleringsmaterial enligt IMO Res A.472 (XII)	10
3.2	Avgiven värmeeffekt från ytskikt enligt NT FIRE 004	11
3.3	Flamspridning i golvbeläggning enligt NT FIRE 007	12
3.4	Flamspridning och avgiven värmeeffekt från däcksbeläggningar enligt IMO Res A.687 (17)	12
3.5	Antändlighet hos gardiner och draperier enligt IMO Res A.471 (XII)	12
3.6	Antändlighet hos stoppade möbler enligt IMO Res A.652 (16)	13
3.7	Antändlighet hos bäddar enligt IMO Res A. (688)	14
3.8	Övrigt	14
4	**Nya provningsmetoder för utvecklingen framåt**	**16**
4.1	Room/Corner Test, ISO 9705	16
4.2	Möbelkalorimetern, NT FIRE 032	17
4.3	Draperikalorimetern, NT FIRE 043	17
4.4	Konkalorimetern, ISO 5660	18
5	**Viktiga forskningsprogram att dra nytta av**	**19**
5.1	Brandens tidiga skede - Sverige	19
5.2	EUREFIC - Norden	19
5.3	Ytskikt - Europa	21
5.4	Ny byggnorm i Japan	21
5.5	Möbler - Europa	22
5.6	Övriga arbeten och aktiviteter	25
6	**Nytt inom IMO**	**26**
6.1	SOLAS med funktionskrav	26
6.2	High speed craft-funktionskrav enligt Room/Corner Test och konkalorimetern	26
6.3	Rök och giftiga gaser	26
7	**Slutsatser och förslag till forskningsinsatser**	**30**
8	**Referenser**	**32**

Förord

Denna rapport utgör ett programarbete avseende förslag till forskningsinsatser för ur brandteknisk synpunkt val av material till fartyg. Arbetet har finansierats av BRANDFORSK.

En referensgrupp har bidragit med värdefulla råd och kommentarer till arbetet. Referensgruppen bestod av

Krister Ingvarson, Sjöfartsverket
Göran Efraimsson, MariTerm AB
Hans Holmquist, Svenska Maskinbefälsförbundet
Staffan Åhlund, Sjöfartens Brandskyddskommitté
Anders Flising, Stena Marine Management
Björn Karlsson, Tekniska högskolan i Lund

Sammanfattning

Brandskyddsåtgärder ombord på fartyg är väl harmoniserade i världen genom IMO, International Maritime Organization. Materialval styrs i hög grad genom överenskomna provningsmetoder och klassifikationskrav i SOLAS-konventionen [1].

SOLAS ger föreskrifter i detalj som är relativt lätta att använda men som samtidigt kan hindra utvecklingen av nya brandtekniska lösningar. Det är svårt att byta en brandskyddsåtgärd mot en annan, t.ex. en sprinkler i stället för ett obrännbart material. Nya produkter som inte direkt passar in i SOLAS kan få svårt att göra sig gällande. En utveckling mot funktionskrav är önskvärd där basen för olika brandskyddsåtgärder är en genomtänkt riskanalys. Nya provningsmetoder behöver då introduceras. Exempel på sådana är konkalorimetern och Room/Corner Test vilka båda är internationella standarder, ISO 5660 respektive ISO 9705.

Inom EU pågår forskning som kommer att kunna utnyttjas inom det marina området. Bl a undersöks möblers förbränningsegenskaper inom det s k CBUF-programmet, Combustion Behaviour of Upholstered Furniture. Vidare planerar EU-kommissionen ett stort forskningsprogram om ytskikt. Båda programmen är till stöd för EUs kommande direktiv. Denna forskning är mycket omfattande och engagerar forskare från flera länder.

Produkter och tillhörande brandrisker som de facto förekommer ombord bör följas upp och beaktas i säkerhetsarbetet. Vidare vore det önskvärt med en värdering av alla de provningsmetoder som ligger utanför SOLAS men som ändå utnyttjas för att välja produkter för marina ändamål.

I denna rapport föreslås ett antal angelägna forskningsinsatser avseende bl a risk-analys, utveckling av funktionsbaserade materialkrav samt utveckling av metoder för mätning och bedömning av rök och giftiga brandgasers produktion och spridning.

1 Ett bra tekniskt underlag ger rätt materialval

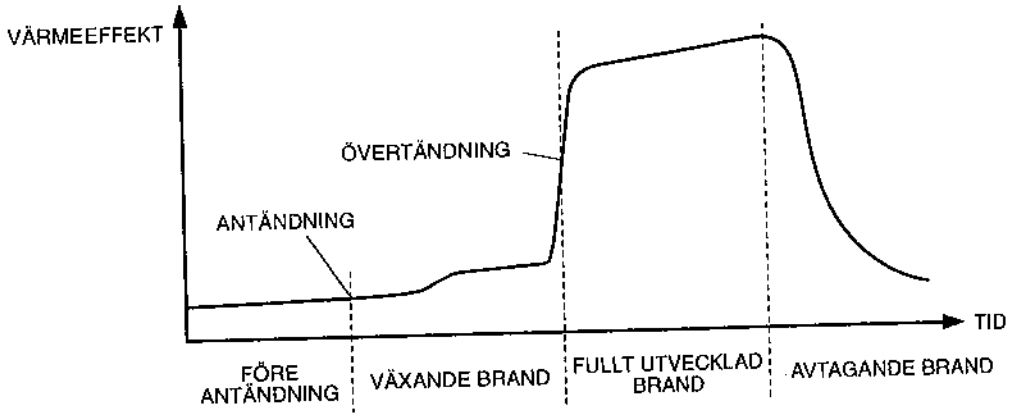
Bränder ombord på passagerarfartyg har varit sällsynta, men några få mycket allvarliga bränder har satt säkerheten i fokus. I branden på Scandinavian Star omkom 158 människor. Brand i passagerarinredningen, bl a ytskikt i korridorer, genererade snabbt stora mängder rök som spred sig i hela fartyget och omöjliggjorde utrymning för många passagerare. En rad faktorer samverkar vid sådana här katastrofbränder. En viktig bit är givetvis materials och produkters brandtekniska egenskaper.

Internationella regler för brandsäkerhet i fartyg utarbetas inom IMO (International Maritime Organization). Kravspecifikationerna finns i den s k SOLAS-konventionen [1]. IMO-krav på materialval uttrycks i form av resolutioner som innehåller en teknisk brandprovningsbeskrivning och tillhörande godkännandekriterier. Svenska Sjöfartsverket tillämpar SOLAS men i vissa fall har man tilläggskrav eller preciseringar där SOLAS anses otillräcklig. Nuvarande system är preskriptivt, dvs genom detaljerade regler styrs vilka material som kan användas. Det har fördelar i bl a uppföljning eftersom det finns klara och entydiga regler. Man förlorar dock i flexibilitet. Nya material och konstruktionslösningar kanske inte "passar" normen. Den tekniska utvecklingen kan därmed påverkas på ett oönskat sätt. Nuvarande system tillåter inte heller tekniska byten inom ramen för en totalsyn av brandsäkerheten. I enskilda fall kan det hända att man får både över- och underdimensionerat brandskydd.

Vid sidan av det formella regelverket finns och skapas i allt snabbare takt nya möjligheter till brandriskutvärdering. Hela den nya tekniken med brandkalorimetri (konkalorimetern [2], Room/Corner Test [3], möbelkalorimetern [4], m fl) saknar ännu marina tillämpningar. Implementering i regelverk kommer alltid i senare skede även om IMO nu på bl a svenskt initiativ studerar Room/Corner Test för provning och klassificering av produkters benägenhet att bidra till brandutveckling samt avge rök och giftiga gaser. Brandkalorimetri ger kvantitativa mätdata på brandparametrar för användning i brandteknisk dimensionering i beräkningsmodeller. De är således helt nödvändiga för beräkning av brandförlopp. Sålunda finns redan idag vissa förutsättningar att göra mer kvalificerade bedömningar än ren provning inom ramen för IMOs regelverk.

2 Från antändning till övertändning

En brand i ett utrymme kan karaktäriseras på följande sätt, se figur 1.



Figur 1 *Schematiskt samband mellan tid och brandens värmeeffekt (storlek) vid en brand begränsad av ett utrymme. Från ISO 3814.*

I det tidigaste skedet brinner en liten tändkälla, t ex en cigarrett, ett stearinljus eller en papperskorg. Värmen från tändkällan påverkar en inredningskomponent, t ex en vägg eller en möbel. Materialet värms och sönderfaller kemiskt, pyrolyserar, när det blir nog varmt. Pyrolysgaserna bildar sedan med luft den gasblandning som sedan antänds. Produkten börjar brinna. Antändningsfasen kan variera högst avsevärt i tid innan branden uppfattas som stor och säkert upptäcks. En glödbrand kan pågå i många timmar innan den slår ut i lågor. Flamspridning längs ett draperi eller ett lättantändligt ytskikt kan orsaka en kraftig brand inom en minut.

Brandens tillväxt sker bl a genom flamspridning längs ytor och genom uppvärmning av närliggande komponenter som når antändningstemperatur. Grundläggande fenomen är brandens värmeeffektutveckling. Ju större brand desto mer värme utvecklar den och desto mer material börjar brinna. När branden når en viss storlek involveras hela utrymmet. Det bildas mer brännbara gaser än vad tillgänglig luft kan förbränna inom utrymmet. Lågor slår ut genom öppningar. Fenomenet kallas övertändning - "flash-over". Den övertända brandens intensitet och varaktighet beror i hög grad av ventilationsförhållanden och brandbelastning. Temperaturen i brandrummet blir uppemot 1 000°C och organiskt material brinner. Den övertända branden avger stora mängder ogenomskinlig, giftig rök som snabbt kan sprida sig över ett helt fartyg.

Fram till övertändning spelar materials brandtekniska egenskaper stor roll. Efter övertändning utgör konstruktionens förmåga att stänga inne branden det viktigaste passiva brandskyddet. Därav finns den traditionella uppdelningen i materials brandreaktion - "reaction to fire" och konstruktioners brandmotstånd - "fire resistance". Det motsvaras alltså av brandens tidiga skede respektive den övertända branden. Denna utredning handlar enbart om brandens tidiga skede eftersom materialval har en avgörande inverkan på det tidiga brandförloppet. Antändning kan förhindras. Övertändning kan fördröjas eller allra helst förhindras. Mängden rök kan begränsas.

Av ovanstående framgår de brandtekniska egenskaper som är betydelse för brandförloppet.

- Obrännbarhet är en egenskap som innebär att en produkt inte bidrar till en brand oavsett hur stor brandpåverkan produkten utsätts för.

- Antändlighet beskriver en produkts benägenhet att ta eld för en given värmepåverkan.

- Flamspridning beskriver en produkts benägenhet att sprida flammor över dess yta.

- Avgiven värmeeffekt - "Heat Release Rate, HRR", beskriver en produkts värmeutveckling när den brinner.

- Optisk densitet beskriver genomsiktligheten hos röken som utvecklas från en produkt.

- Giftiga gaser från en produkt brukar anges som halter och jämföras mot något gränsvärde för dödlig dos eller förmåga att fly.

Produktion av rök och giftiga gaser är inte enbart en materialegenskap utan också starkt beroende av brandsituationen. En brand med syreunderskott producerar avsevärt mera rök och giftiga gaser än en välventilerad brand där förbränningen är mer fullständig. Därför måste försiktighet iakttas om man bedömer risker på grund av rökutveckling enbart på materialegenskaper.

Med kännedom om produktkaraktäristika, speciellt avgiven värmeeffekt, kan beräkningar göras på brandutveckling i vissa fall. Med HRR och rökproduktion som indata kan brandförlopp beräknas. FAST är en beräkningsmodell som kommit längst i användarvänlighet. Den ingår i ett paket kallat HAZARD som har kopplat riskvärdering till resultatet. HAZARD används relativt flitigt i ursprungslandet, USA, men även i Sverige. Det finns emellertid en del svårigheter med bl a indata och det faktum att verkliga situationer ofta är för komplicerade för att ge trovärdiga resultat. Det behövs mer avancerade beräkningsmodeller för att kunna utföra ren dimensionering. S k fältmodeller utgör en mycket lovande utvecklingslinje. BRANDFORSK stöder utvecklandet av en sådan fältmodellkod som är tänkt att bli öppen och tillgänglig för alla. I nuläget och inom den närmaste framtiden kommer emellertid beräkningsmodeller inte att åberopas i de internationella regelverken för val säkra material till fartyg. Därtill är man inte ännu mogen. SOLAS är inriktad på materialval med hjälp av brandprovning som efterliknar olika brandscenarier.

3 Detaljregler styr materialval i fartyg

SOLAS-konventionen och nationella tilläggskrav utgör den ram efter vilka material väljs till fartygen. Det sker oftast genom att provningsmetoder och godkännandekriterier definieras. Följande provningsmetoder åberopas av Sjöfartsverket i Sverige, se tabell 1.

Tabell 1 Typ av produkt, provningsmetoder och brandteknisk egenskap som idag efterfrågas av Sjöfartsverket för materialval i fartyg.

Typ av produkt	Provningsmetod	Brandteknisk egenskap
Isoleringsmaterial	IMO Res A.472 (XII)	Obrännbarhet
Ytskikt	NT FIRE 004	Avgiven värmeeffekt; ytskikt klass I
Golvbeläggning	NT FIRE 007	Flamspridning; golvbeläggning klass G
Däcksbeläggning	IMO Res A.687 (17)	Flamspridning, avgiven värmeeffekt
Gardiner, draperier	IMO Res A.471 (XII)	Antändlighet
Stoppade möbler	IMO Res A.652 (16)	Antändlighet
Bäddar	IMO RES.A 688 (17)	Antändlighet

Det finns även krav på konstruktioners avskiljande förmåga vid fullt utvecklad brand. Kravet omfattar däck, skott, dörrar, glaspartier m m samt genomföringar, t ex av kablar, i konstruktionerna.

Av tabell 1 framgår att materialvalet styrs genom provning. Det är därför av intresse att närmare studera vilka brandfall de olika metoderna riktar in sig på.

3.1 Obrännbarhet hos isoleringsmaterial enligt IMO Res A.472 (XII)

Vid provning enligt IMO Res A.472 (XII) utsätts en cylindrisk liten provkropp för en temperatur av 750 °C i en ugn. Organiskt material, t ex bindemedel från mineralull, brinner härvid av. Temperaturstegring, närvaro av flammor och massförlust används som bedömningsgrund för obrännbarhet. Vid för höga värden underkänds produkten.

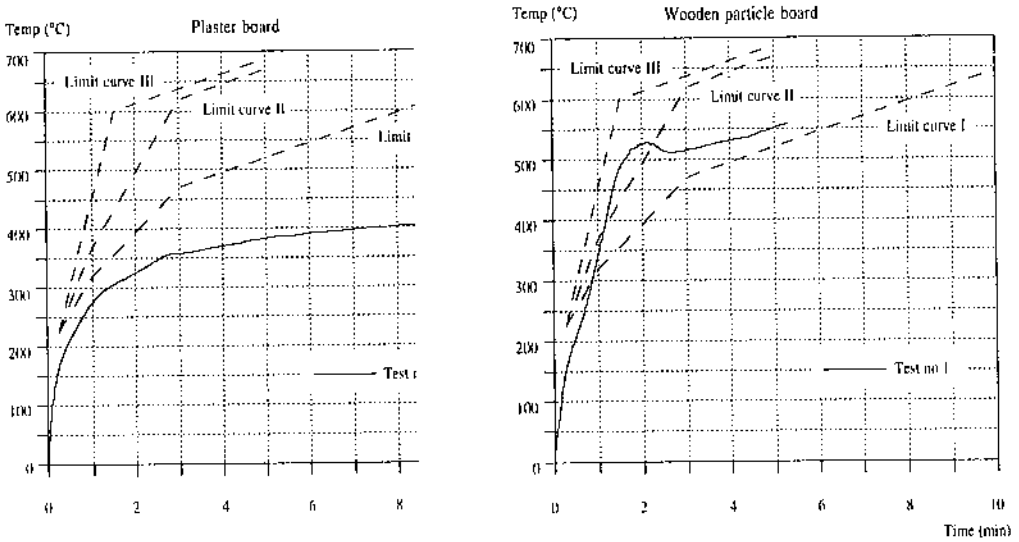
Isoleringsprodukter som sten- och glasull blir obrännbara om halten bindemedel inte är för hög. Typiska produkter som klarar obrännbarhetskravet har en bindemedelshalt runt 5 %; i vissa fall även högre. Sådana produkter bidrar inte nämnvärt till ett brandförlopp oavsett hur kraftig branden blir. Obrännbarhet är alltså det högsta kravet som kan ställas. De flesta produkter som används i fartygsinredningar är emellertid inte obrännbara.

IMO Res A.472 (XII) är för närvarande under revision. IMO har beslutat att anta motsvarande internationella standard, ISO 1182, 1990. Detta sker främst av harmoniseringsskäl. Endast en standard för obrännbarhet med internationell täckning behövs. Den nya metoden kommer att antas 1994. Man har försäkrat sig om att kravnivån hålles oförändrad i och med metodbytet. Det visar bl a svenska undersökningar [5], [6].

3.2 Avgiven värmeeffekt från ytskikt enligt NT FIRE 004

Vid provning enligt NT FIRE 004 placeras provkropparna i ett litet brandrum, en "låda". De utgör lådans inre exponerade ytskikt. En kraftig gasbrännare utgör brandkällan. Brandutvecklingen i utrymmet mäts som tid - temperatursambandet i brandgasutloppet. Ju högre temperatur, desto större brand. Det är alltså värmeeffekten som indirekt mäts. Vidare finns ett fotocellsystem som mäter rökens optiska densitet.

Produkter klassificeras efter deras temperaturkurva som jämförs mot en gränskurva. Klassifikationsreglerna kommer från svensk byggnorm. För fartyg tillämpas högsta klass; ytskikt av klass I. Typiska produkter för marint bruk är t ex melaminlaminat, plastbelagd plåt och färger på obrännbara ytor. Vanligt trä uppfyller inte kraven på ytskikt av klass I. Några exempel visas i figur 2.



Figur 2 *Provningsdata från NT FIRE 004. Gränskurvorna visar klassifikationskraven. Ytskikt av klass I gäller för fartyg. Gipsskiva fyller detta krav men inte vanligt trä.*

Ytskikt av klass I uppvisar begränsad flamspridning och värmeutveckling även vid påverkan av relativt stora tändkällor. Provningar i stor skala visar att klass I produkter mycket sällan ger upphov till brandspridning från ett utrymme till ett annat.

Inom IMO har en metod för klassifikation av ytskikt tagits fram; IMO Res A.653 (16). Den är avsedd att mäta flamspridning och avgiven värmeeffekt. En långsmal provkropp utsätts för värmestrålning som i den varmaste änden uppgår till ca 50 kW/m^2. Produkten antänds i ena änden och ett antal parametrar relaterade till flamspridning mäts. Vidare mäts den avgivna värmeeffekten från provet med hjälp av termoelement arrangerade i en rökgashuv. Denna provningsmetod accepteras allt mer av de olika sjöfartsadministrationerna. Säkerhetsnivån ligger relativt likartad ytskikt klass I med en viktig skillnad. Rökens optiska densitet mäts inte i Res A.653. För svenska förhållanden krävs alltså en komplettering. En sådan är också på väg inom IMO. Se avsnitt 6, "Nytt inom IMO".

3.3 Flamspridning i golvbeläggning enligt NT FIRE 007

Vid provning enligt NT FIRE 007 placeras en liten brinnande träribbstapel längst ned på ett lutande provgolv. En luftström om 2 m/s blåser över provkroppsytan. Flamspridning längs golvytan får inte vara längre än vad som ungefär motsvarar flampåverkan från tändkällan. Vidare mäts produktens rökutveckling. NT FIRE 007 inriktar sig på en brandsituation där en relativt liten tändkälla påverkar golvet. I det läget startar inte brand längs golvytan.

Golvbeläggningar av ren ull klarar normalt kraven för flamspridning och rökutveckling. Det motsvarar väl SOLAS nivå. Man har vid något tillfälle pekat på att ren ull ofta accepteras världen över. PVC-mattor visar oftast mycket liten flamspridning men de får ibland problem med kravet på rökutveckling.

Inom IMO används exakt samma provningsmetod på golv som för ytskikt, dvs IMO Res A.653 (16). Dock ställs lägre krav än för ytskikt. Golvbeläggningar är inte lika kritiska ur brandsynpunkt som ytskikten i vägg och tak. IMO-metoden saknar rökmätning vilket är nödvändigt enligt svenskt synsätt. Den är därför ännu ej antagen i landet. Emellertid är en metod på väg. Se avsnitt 6, "Nytt inom IMO".

3.4 Flamspridning och avgiven värmeeffekt från däcksbeläggningar enligt IMO Res A.687 (17)

IMO Res A. 687 (17) utnyttjar exakt samma provningsspecifikationer som IMO Res A.653 (16) flamspridning och avgiven värmeeffekt från ytskikt.

Klassifikationskriterierna är de samma som för golvbeläggningar. Det är helt logiskt eftersom brandscenariot är det samma.

3.5 Antändlighet hos gardiner och draperier enligt IMO Res A.471 (XII)

Vid provning enligt IMO Res A.471 (XII) utsätts en vertikal tygremsa för en liten tändlåga. Kravkriterierna går ut på att tyget inte får ta eld.

Tyger av ren ull klarar ofta kraven. Detta är en mild provningsmetod. Godkända produkter står emot små antändningskällor av typen stearinljus eller tändstickor. Man har tänkt sig att gardiner och draperier inte täcker allt för stora ytor. Vid större brandpåverkan kan man därför få antändning av produkter som är acceptabla enligt IMO Res A.471. För att en produkt skall vara säker så förutsätts alltså en viss användning.

3.6 Antändlighet hos stoppade möbler enligt IMO Res A.652 (16)

Vid provning enligt IMO Res A.652 (16) utsätts en modellsoffa av aktuellt material för två typer av tändkällor; glödande cigarrett och liten tändlåga. Godkänt material får inte ta eld.

Obehandlade tyger av syntet och cellulosa på vanlig polyuretanstoppning har en tendens att inte uppfylla kraven. Annars finns en rad produkter att tillgå. Produktkravet för stoppmöbler är lågt satt speciellt med hänsyn taget till den stora energimängd som finns lagrad i t ex en soffa. Många aktörer tillämpar också högre krav än SOLAS i sin upphandling. Specifikationer enligt brittisk standard är vanliga. Tabell 2 visar några möbelmaterials antändlighetsdata enligt brittisk standard.

Tabell 2 *Några stoppade möblers antändlighet enligt BS 5852 part 1 och part 2; tändkällorna är gaslågor och träribbstaplar av olika storlekar. BS 5852 part 2, crib nr 7 (trästapel nr 7), anses motsvara några tidningssidor [7]. Cigarett och Fl 1 motsvarar ungefär IMOs krav. Trästapel nr 5 utgör kravnivå för möbler som säljs nationellt i Storbritannien*

Filling material	Fabric material	Ciga -rette	Fl 1	Fl 2	Fl 3	Cr 4	Cr 5	Cr 6	Cr 7
Ordinary polyurethane foam; 25 kg m^{-3}	100 % acrylic velour; 400 g m^{-2}	+	-						
Ordinary polyurethane foam; 25 kg m^{-3}	100 % cotton; 480 g m^{-2}	-	-						
High resilient polyurethane foam; 35 kg m^{-3}	37 % wool, 37 % rayon, 26 % cotton; 500 g m^{-2}	+	+	+	+	+	+	-	
and									
Interliner of neoprene; thickness 10 mm; density 80 kg m^{-3}									
High resilient fire retardant treated polyurethane foam; 37 kg m^{-3}	100 % PVA/PVC; 500 g m^{-2}	+	+	+	+	-			
High resilient fire retardant treated polyurethane foam; 37 kg m^{-3}	65 % wool, 35 % viscose; 500 g m^{-2}	+	+	+	+	+	+	+	+

Ignition sources: Fl = flame, Cr = Crib.
Results: (-) = ignition, (+) = no ignition.

En brinnande möbel kan orsaka en stor brand mycket snabbt. En soffa eller fåtölj kan avge så mycket energi att det skapar övertändning i t ex en hytt. Detta kan också ske snabbt inom loppet av några minuter. Stoppmöbler är alltså jämförbara med ytskikt i potentiell brandrisk men kravnivåerna är inte alls likvärdiga. Här finns utrymme för en vidareutveckling mot säkrare materialval.

3.7 Antändlighet hos bäddar enligt IMO Res A. (688)

Vid provning enligt IMO Res A. (688) utsätts en bädds komponenter för två typer av tändkällor; glödande cigarrett och liten tändlåga. Godkänt material får inte ta eld.

Den ovan förda diskussionen om stoppmöblers egenskaper gäller i allt väsentligt för bäddar. Sängrökning utgör dock ett speciellt riskmönster för bäddars antändning. Vidare tvättas bäddmaterial ofta. Det är därför extra viktigt att flamskyddsbehandlingar tål tvätt under produkternas hela livstid.

3.8 Övrigt

Det finns en rad övriga produkter som inte har fått specificerade brandkrav inom SOLAS. Några exempel är kablar, plaströr, rörisoleringar. I flera fall hanteras detta genom nationella specifikationer och en utveckling inom IMO är på väg. Personliga effekter som passagerare och besättning tar med sig ombord berörs av naturliga skäl inte alls. Personliga effekter kan dock utgöra en icke försumbar brandbelastning åtminstone i form av antändningskällor.

I tabell 3 listas värmeeffekter som kan avges av olika tändkällor och inredningskomponenter. Den kan jämföras mot de brandscenarior som SOLAS-kraven på inredningen har dimensionerats för.

Tabell 3 Den värmeeffekt som olika tändkällor och inredningskomponenter kan utveckla [8].

Källa	Värmeeffekt, (kW)
Cigarett	0,005
Tändsticka	0,08
Crib 5 (BS)	1,9
Crib 7 (BS)	6,4
Dubbla tidningssidor	4 - 17
Pappers/skräpkorgar	50 - 300
TV-apparater	120 - 290
Kudde - 0,6 kg PU-skum	40
Gardiner	100 - 1 200 (typiskt 300)
Torr julgran	500 - 650
Stoppmöbler och bäddar	300 - 3 000 (typiskt 1 000)
Draperier 3 m x 3 m	180 - 1 700 (typiskt 800)
Trägarderob med kläder	1 900 - 6 400
Övertändning, litet rum	1 000

Man finner att brandkraven för ytskikt är ställda så att dessa produkter motstår en större del av de tändkällor som anges i tabell 3, medan t ex de flesta typer av stoppmöbler antänds redan för tändkällor som motsvarar en liten papperskorg. Därför kan man ofta uppnå ett högre brandskydd för samma pris om man väljer att förbättra stoppmöblernas brandegenskaper jämfört med ytskiktens.

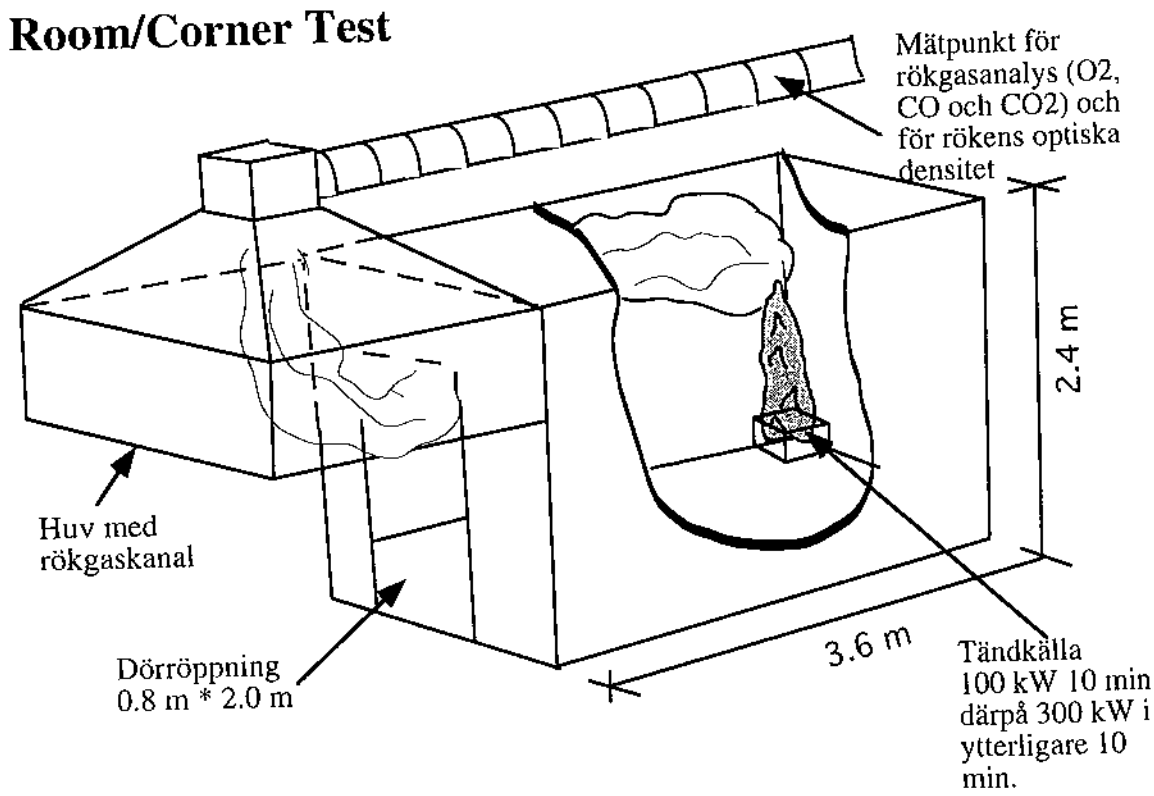
Vidare finns i SOLAS ingen koppling mellan olika brandskyddsåtgärder. Det finns inget sätt att visa hur en dålig produkt kan kompenseras med extra hög kvalitet hos en annan. Hur sprinkler kan kombineras med ett materialval etc. Det saknas fortfarande kunskaper för att göra detta på ett systematisk sätt. Emellertid kommer nu en ny generation provningsmetoder som kan användas till en bättre riskvärdering av produkter; de s k brandkalorimetrarna.

4 Nya provningsmetoder för utvecklingen framåt

Under 1980-talet tog utvecklingen av den s k brandkalorimetrin fart. En ny generation provningsmetoder som ger kvantitativa mätdata på brandens utveckling kommer fram. Avgiven värmeeffekt, produktion av rök och giftiga gaser kan mätas under realistiska brandförhållanden. En rad kalorimetrar har tagits fram därav flera vid Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP. Svenska brandforskare har haft en framträdande roll i utvecklingen av brandkalorimetrin bl a på grund av en tidig och målmedveten satsning från BRANDFORSK i projektet "Brandens tidiga skede". Sedermera har det samnordiska forskningsprogrammet EUREFIC [9] visat hur tekniken kan användas till att klassificera ytskikts brandegenskaper.

4.1 Room/Corner Test, ISO 9705

Room Corner Test är en rumstest i stor skala för ytskikt, t ex melaminlaminat eller plastbelagd plåt, se figur 3.



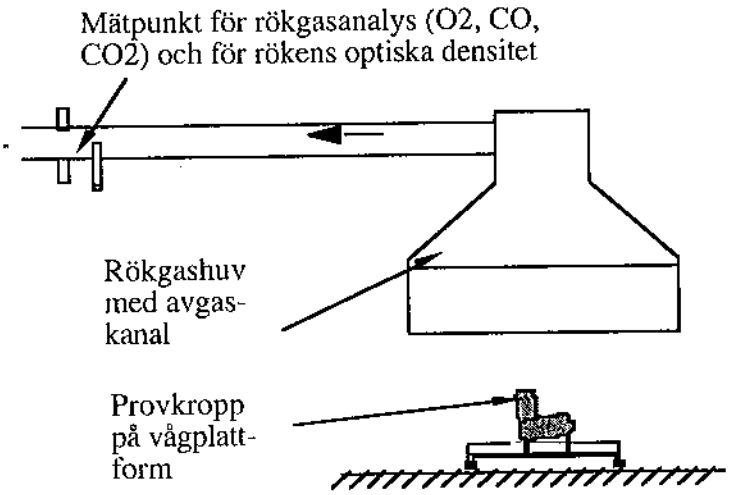
Figur 3 *Room/Corner Test är en metod för brandprovning av ytskikt i stor skala. Produkten appliceras på väggar och tak i provrummet. Den utsätts för en tändkälla som i sitt initialskede motsvarar en stor papperskorg (100 kW) och därefter stiger till 300 kW som ungefär motsvarar en stoppad stol. Brandförloppet i rummet mäts med avseende på avgiven värmeeffekt och produktion av rök och giftiga gaser och läggs till grund för värdering av ytskiktets brandtekniska egenskaper.*

En verklig brand som börjar i ett hörn av ett litet rum simuleras med en gasbrännare. På väggar och i tak monterar man det ytskikt som skall studeras. Beroende på det provade ytskiktets egenskaper övertänds rummet olika snabbt och man får därmed ett bra mått på produktens brandsäkerhet. Goda produkter ger inte övertändning utan enbart ett begränsat bidrag till brandförloppet i form av något hundratal kW värme. Dit hör t ex många marina produkter. I Norden och framför allt vid SP har vi arbetat mycket med storskalig provning i Room/Corner Test.

En variant av Room/Corner Test, NT FIRE 030, har tagits fram för provning av rörisolering. Den föreskrivs i svensk byggnorm. Rörisoleringen provas monterad enbart i provrummets tak. Tändkällan är modifierad så att lågorna träffar rörisoleringen i rummets tak.

4.2 Möbelkalorimetern, NT FIRE 032

Möbelkalorimetern är avsedd för fullskaleprovning av möbelkomponenter. Den utnyttjar ett exakt likadant mätsystem som Room/Corner Test; enda skillnaden är att rummet har ersatts med en uppställning som tillåter förbränning av stoppmöbler med fri tillgång till förbränningsluft, se figur 4.



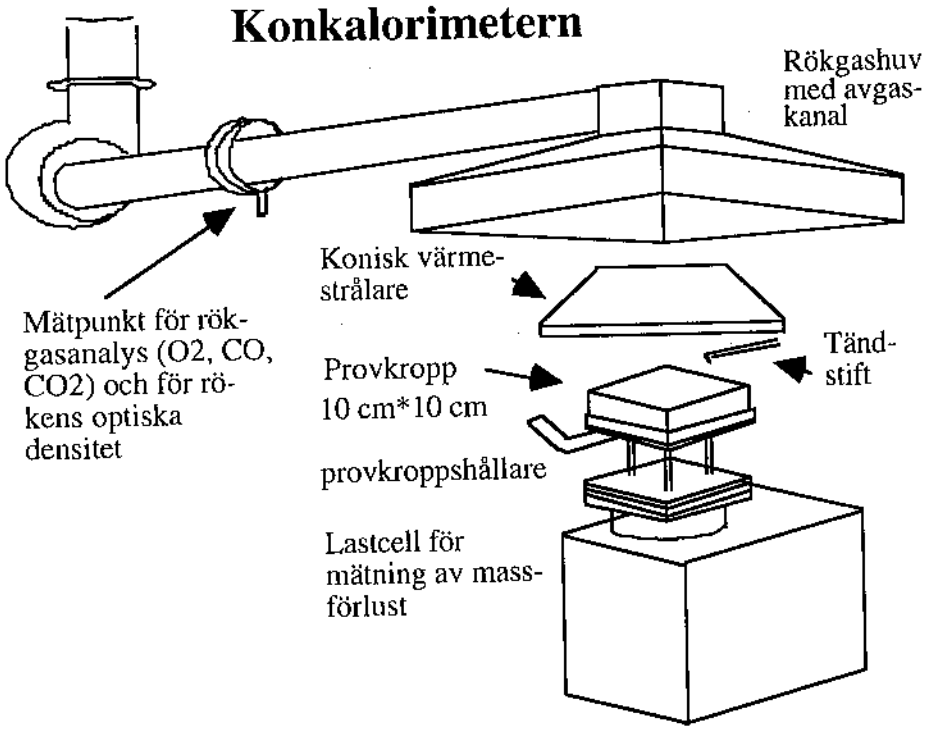
Figur 4 *Möbelkalorimetern, NT FIRE 032, medger provning i stor skala av stoppmöbler och bäddar.*

4.3 Draperikalorimetern, NT FIRE 043

Stora draperier eller gardiner kan utgöra särskilda brandrisker [10]. Flamspridning kan ske längs två ytor samtidigt, fram- och baksida, vid fri tillgång till förbränningsluft. Därför kan vissa draperier avge mycket höga värmeeffekter och stora mängder rök kort efter antändning. En speciell provningsmetod för draperier och stora gardiner har därför utvecklats, NT FIRE 043. Den är identisk med möbelkalorimetern förutom att tändkälla och anordning för provkroppsuppställning är anpassad för draperier. Provkroppen är 3 m x 3 m.

4.4 Konkalorimetern, ISO 5660

Konkalorimetern är en metod för brandprovning i liten skala av provstycken från alla sorters produkter, se figur 5.



Figur 5 *Konkalorimetern är en småskalig provningsmetod för en produkts avgivna värmeeffekt och produktion av rök och giftiga gaser.*

I konkalorimetern provas 10 cm x 10 cm stora provstycken. Ett prov tar cirka en halvtimme och man får data på avgiven värmeeffekt, avgiven rökmängd av en viss optisk densitet och mängden av vissa giftiga gaser, dvs samma som från de storskaliga kalorimetrarna. Snabbhet, tillgänglighet och pris är konkalorimeterns fördelar gentemot de storskaliga kalorimetrarna. Emellertid måste data från en liten provkropp kunna översättas till en verklig brandsituation så att man vet vilken brandsäkerhet man får. Sådana arbeten finns gjorda för ytskikt, "brandens tidiga skede" och EUREFIC [9], samt i någon mån för möblers förbränningsegenskaper [11], [12], [13]. I övrigt förekommer endast små insatser, t ex avseende kablars förbränningsegenskaper. Några av de mest intressanta FoU-insatserna som nu pågår eller är i sitt initialskede utnyttjar konkalorimetern som central provningsmetod.

5 Viktiga forskningsprogram att dra nytta av

Utveckling av nya provnings- och utvärderingsmetoder för brandteknisk värdering av material och produkter är komplicerat och kostsamt. Det krävs en stor organisations resurser för att ta fram en ny brandkalorimeter. Vidare innebär den Europeiska harmoniseringen att nationella särlösningar av provning och utvärdering inte är aktuella. Inom det marina området har internationellt samarbete alltid prioriterats högt. Därför har på senare tid alltfler FoU-satsningar blivit internationella. Inom Norden har vi sedan länge samarbetat och nu upplever vi hur samarbetsprojekt inom EG/EFTA tar fart. Dessa satsningar kommer att ha stor betydelse för den framtida utvecklingen varför det är på sin plats att nämna några viktiga FoU-program.

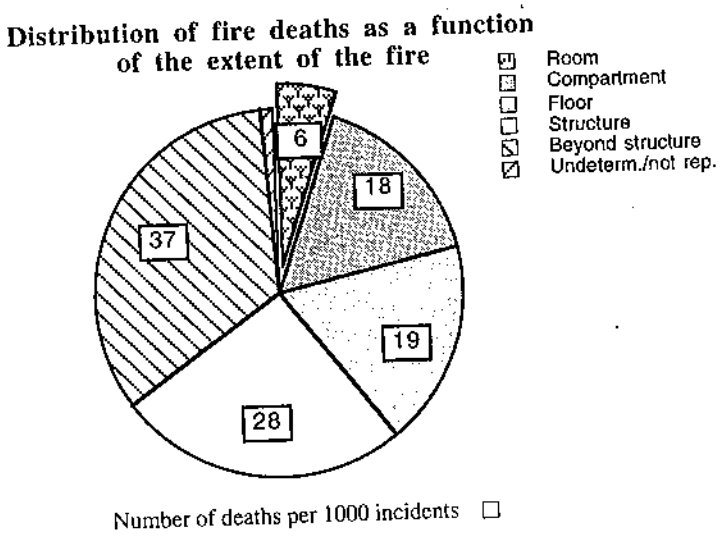
5.1 Brandens tidiga skede - Sverige

Projektblocket "Branden tidiga skede" utgjorde en storsatsning från BRANDFORSKs sida under tidigt 80-tal på att ta fram provnings- och utvärderingsmetoder för ytskikts förbränningsegenskaper. Projektet var ett samarbetsprojekt mellan Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP och Lunds Tekniska Högskola, LTH. Inom detta program vidareutvecklades Room/Corner Test-metoden till en fungerande provningsmetod. Vidare gjordes mycket värdefulla forskningsinsatser i matematisk modellering av rumsbränder. Över 100 FoU-rapporter finns från detta projektblock [14], [15].

5.2 EUREFIC - Norden

En uppföljning och påbyggnad av "Brandens tidiga skede" utgjordes av forskningsprogrammet EUREFIC (EUropean Reaction to FIre Classification) [9]. EUREFIC har genomförts i samarbete mellan de nordiska brandlaboratorierna SP (S), VTT (SF), SINTEF-NBL (N) och DANTEST-fire (DK). Från Sverige deltog även Träforskningsinstitutet. Flera laboratorier i Europa har även bidragit. Huvudsponsor för projektet var Nordisk Industrifond. Övrig finansiering erhölls nationellt från industrier och forskningsstödjande organ, bl a BRANDFORSK. Programmets budget var 6.7 miljoner kr och EUREFIC är det i särklass största i Europa inom detta tekniksegment. Programmet har avslutats, bl a med ett internationellt seminarium med uppskattningsvis 200 delegater varav de flesta kom från länder utanför Norden.

EUREFICs bärande tanke är att brandrisker för ytmaterial skall bedömas mot hur produkten uppför sig vid brandpåverkan i en verklig brandsituation i ett rum. Rumsbrandscenariot utgörs av Room/Corner Test. Beroende på det provade ytskiktets egenskaper övertänds rummet olika snabbt och man får därmed ett bra mått på produktens brandsäkerhet. Tillgänglig statistik från USA stöder antagandet om att övertändningen är den viktigaste riskfaktorn i detta sammanhang, se figur 6.



Figur 6 *Antalet döda i brand som en funktion av brandens storlek [16].*

Av figur 6 framgår tydligt hur antalet döda vid en brand ökar dramatiskt när en rumsbrand når överständning och branden kan sprida sig till övriga delar av byggnadskonstruktionen. Därför är det viktigt att inte ytskikten i ett rum bidrar till att branden kan nå överständning eller åtminstone fördröjs.

I EUREFIC-programmet föreslås klassifikationskriterier för ytskikt enligt ovanstående filosofi, se tabell 4.

Tabell 4 *Föreslagna klassifikationskriterier för ytskikt som har brandprovats i Room/Corner Test. Från EUREFIC-programmet. Klassifikationskriterierna är avgiven värmeeffekt och rökproduktion [17].*

Class	Minimum time	Heat release rate			Smoke production rate	
		(burner excl) peak	(burner incl) peak	(burner excl) average	peak	average
	(min)	(kW)	(kW)	(kW)	(ob m^3/s)	(ob m^3/s)
A	20	300	600	50	10	3
B	20	700	1 000	100	70	5
C	12	700	1 000	100	70	5
D	10	900	1 000	100	70	5
E	2	900	1 000	-	70	-

En rad produkter har provats och klassificerats enligt detta system. Resultaten redovisas i annex A.

I EUREFIC-programmet har man tagit fram beräkningsmetoder så att man på basis av resultat i liten skala från konkalorimetern kan förutsäga vad som sker i full skala i Room/Corner Test. På så sätt finns en koppling till rumsbranden. EUREFICs angreppssätt och förslag till lösning kan användas tillsammans med de funktionskrav som anges i EUs byggdirektiv. Därför blev Sverige representerat när EU bildade en expertgrupp vars uppdrag var att ta fram ett förslag till forskningsprogram, s k prenormative research, till stöd för direktivet.

5.3 Ytskikt - Europa

Inom EU-kommissionens direktorat för forskning DG XII bildades en liten expertgrupp på fem personer vars uppgift var att ta fram ett förslag till forskningsprogram till stöd för byggdirektivets brandkapitel. Expertgruppen utarbetade ett förslag till forskningsprogram som till stora delar liknade EUREFIC-programmet. Detta förslag finansierades sedan genom ett av kommissionens ramprogram och man bad forsknings- och provningsinstitutioner bilda konsortier och lämna offert på detta arbete. Glädjande nog var Sverige representerat genom SP i samtliga vinnande förslag. Forskningen skulle starta under våren 1993 och avslutas på 18 månader. Emellertid har fördröjningar inträtt i och med politiska förändringar inom kommissionen. Denna forskning ligger för närvarande på is och vi vet inte när den kan komma igång och i vilken grad som forskningsprogrammet kommer att modifieras. Helt klart är dock att EUs harmoniseringssträvanden på detta område inte tillåter några större förseningar. Det är därför tänkbart att man tar till en interimistisk lösning i väntan på att den nya tekniken etableras.

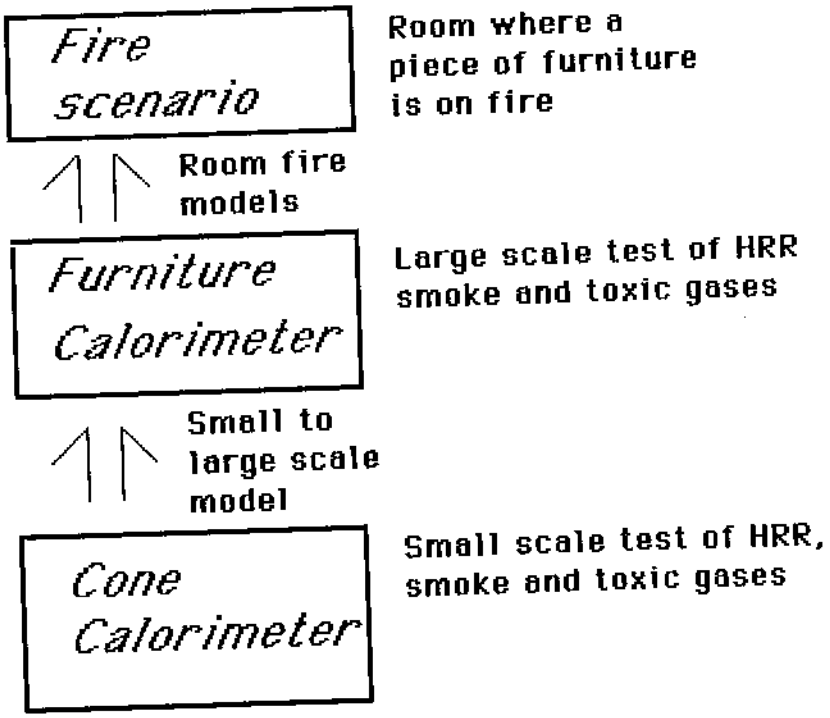
Charlemange [18] är ett samarbetsprojekt mellan italienska och franska laboratorier av samma karaktär som EUREFIC. Man provar en stor mängd produkter enligt konkalorimetern och Room/Corner Test men också enligt metoder för flamspridning och rökutveckling. Man kommer att likt EUREFIC söka samband mellan liten och stor skala men är mer inriktad på att skapa ett provningsalternativ som enbart bygger på småskalemetoder. Programmet kommer när det är avslutat att ha genererat en mycket stor databas.

5.4 Ny byggnorm i Japan

I Japan startar ett arbete som går ut på att fullständigt revidera den japanska byggnormen i avsikt att införa moderna provnings- och utvärderingsmetoder. Arbetet leds av BRI, Building Research Institute, i Tokyo. Man startar upp projektet i nuläget. En konferens har hållits med inbjudna föredragshållare från bl a EUREFIC- och Charlemangeprogrammen. Det är uppenbart att man informerar sig noga om läget i Europa inför revisionsarbetet.

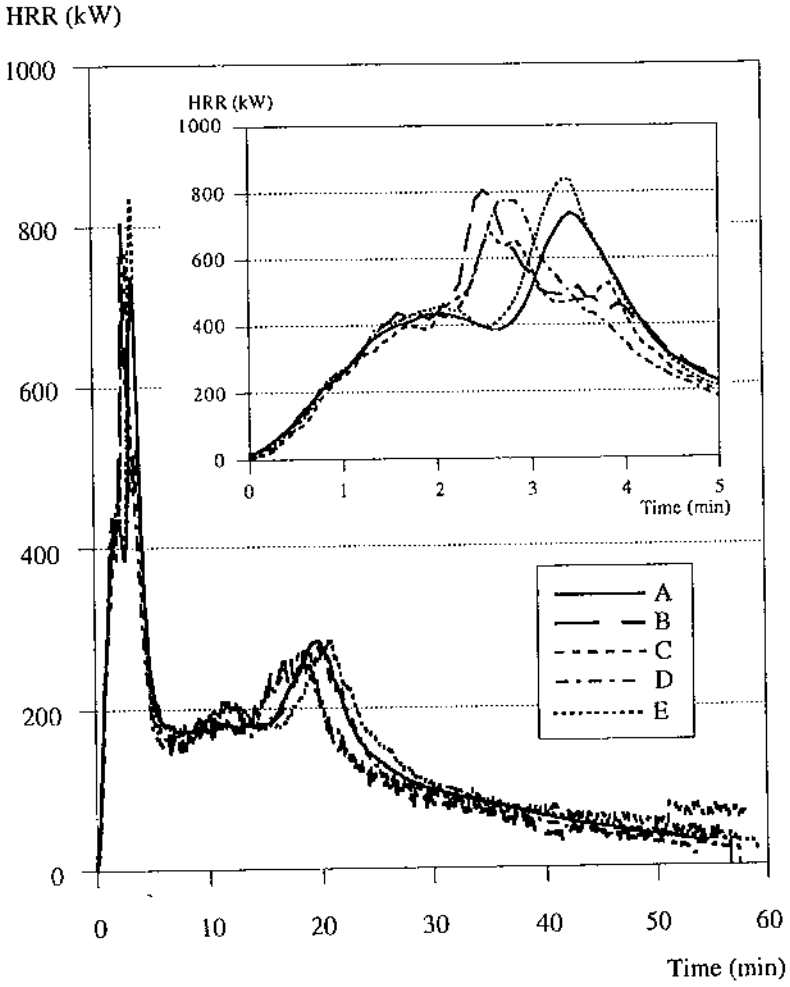
5.5 Möbler - Europa

EU arbetar hårt på att ta fram ett direktiv för stoppade möblers brandtekniska egenskaper. Utkast till direktivet talar om krav på möblers antändlighet för olika tändkällor såväl som krav på deras förbränningsegenskaper och utveckling av rök och giftiga gaser. Med möbler menar man stoppade möbler och bäddar. Till stöd för det kommande direktivets krav på möblers förbränningsegenskaper har man formulerat ett funktionskrav. En möbel som står och brinner i ett rum skall inte skapa en sådan atmosfär i det rummet att fara för människors hälsa och förmåga att utrymma uppstår. Möbelns avgivna värmeeffekt samt produktion av rök och giftiga gaser nämns särskilt som mätparametrar. Den tekniska lösningen för funktionskravet finns emellertid inte till hands varför s k "prenormative" forskning startades. Ett forskningsprogram, Combustion Behaviour of Upholstered Furniture, CBUF, pågår för närvarande i EU-kommissionens regi under teknisk koordinering från Sverige och projektledning från Danmark i egenskap av EU-land, se annex B. CBUF omsluter ca 20 miljoner kr och löper under två år. 11 partners från 8 länder samarbetar. Denna forskning bygger på att utnyttja möbelkalorimetern och konkalorimetern som provningsmetoder. Brandmodellering skall därefter visa hur konkalorimetern kan förutspå en fullskalig möbels förbränningsegenskaper. Dessa data kan sedan användas att förutspå atmosfären i brandrummet och direktivets funktionskrav kan stämmas av mot försöksdata. CBUFs principiella uppbyggnad framgår av figur 7.



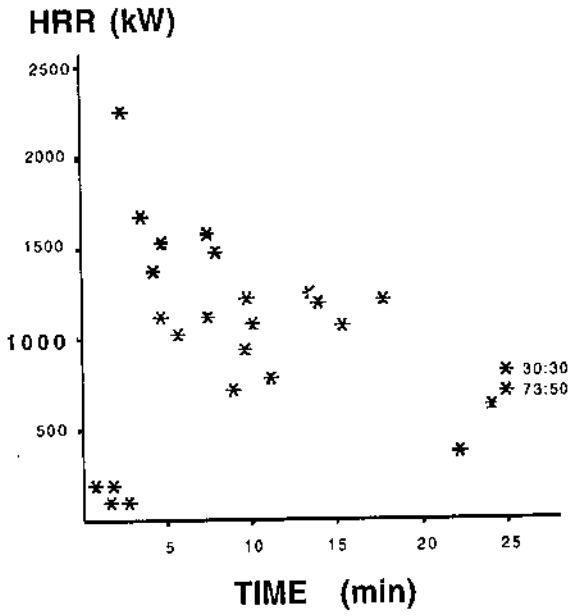
Figur 7 *Den principiella uppbyggnaden av CBUF-projektet. Den översta nivån motsvaras av de kommande möbeldirektivets funktionskrav. Genom brandmodellering och lämpliga provningsmetoder skall detta funktionskrav tolkas till en provningsprocedur som är praktiskt användbar.*

Forskningsresultat från CBUF kommer att föreligga 1995. Hittills har mellanlaboratorieprovningar med möbelkalorimetern genomförts med goda resultat, se figur 8.



Figur 8 *Resultat från mellanlaboratorieprovningar med en stoppad fåtölj som provats i möbelkalorimetern. I detta fall är resultaten mycket goda. A - E är laboratorier från olika europeiska länder. HRR, Heat Release Rate, är fåtöljens avgivna värmeeffekt. Den infällda bilden visar förloppet i detalj under de första minuterna.*

Forskningsarbeten förutom CBUF där möbelkalorimetern används har till största delen hittills gjorts i Norden, England och USA. Man har bl a tittat på vilka värmeeffekter man kan få från olika stoppmöbler. I figur 9 redovisas en fåtölj vars maximala avgivna värmeeffekt är ca 800 kW. Det räcker till att åstadkomma en snabb brandutveckling vid en rumsbrand. Om effekten hade uppgått till 1 000 kW så hade detta räckt till att åstadkomma övertändning av ett litet rum, typ en fartygshytt, utan att något annat material brinner. Det är därför intressant att studera vilken maximal värmeeffekt man kan få från stoppmöbler. Figur 9 visar några data.



Figur 9 *Maximalt avgiven värmeeffekt och tid till maximalvärde för olika stoppmöbler [19].*

Ungefär 50 % av de provade möblerna avger en värmeeffekt som är större än 1 000 kW. Det innebär att när de brinner så blir brandens storlek sådan att en fartygshytt lätt går till övertändning. Tidsskalan för denna händelse varierar mellan 3 och 18 minuter.

Brandens intensitet från en möbel är avgörande för om brandtillväxt sker eller ej. Man kan alltså välja material med hänsyn till sådana kriterier. Dock bör också stor hänsyn till tas till produktens antändlighet. EU-kommissionen bedriver även forskning för att ta fram harmoniserade standards för antändlighet. Man har två EN-normer på gång. Det gäller antändlighet för cigarrett och liten tändlåga, typ tändsticka. Dessa provningsmetoder är nästan identiska med IMOs motsvarigheter. Vidare arbetar man med metoder för större antändningskällor. Provningar är på gång som simulerar upp till 4 - 5 brinnande tidningssidor. En parallell utveckling av provningsmetoder sker även för bäddars antändlighet. Utvecklingen inom EU är intressant för marina tillämpningar eftersom man går vidare mot högre specifikationer för antändlighet.

5.6 Övriga arbeten och aktiviteter

Mariterm [20] har gjort ett arbete som bl a innehåller en inventering av produkter som används på ett par passagerarfartyg. Vidare redovisar man förekomst av bränder och deras orsaker. Ett par iakttagelser i utredningen är av speciellt intresse.

Brandspecifikationerna för använda produkter hänför sig givetvis till IMOs provningsmetoder. Emellertid finns en stor andel specifikationer som bygger på alla möjliga andra internationella och nationella provningsmetoder. Det ges ingen förklaring till varför man inte enbart håller sig till IMO men man kan tänka sig att det dels beror på tilläggskrav som redaren vill ställa på vissa produktkategorier och dels att man accepterar provningar enligt metoder som anses ekvivalenta med IMO. Hur som helst så ställs då extra höga krav på expertis inom provningsområdet för att göra dessa bedömningar. Det blir lätt under- eller överdimensionerad brand-härdighet hos valda produkter.

Pyromandåd visade sig vara en icke oväsentlig brandorsak. Av 21 brandtillbud redovisade i Mariterms undersökning visade sig 7 bero på pyromandåd. Skydd mot avsiktlig antändning har man dåligt tagit hänsyn till i IMOs specifikationer. IMOs krav bygger på brand genom olyckshändelse. Systematiska försök att tända eld på klassade produkter kan därför lyckas t ex genom att stora antändningskällor används eller genom att produkten skärs sönder och på så sätt exponerar lätt-antändliga material. Inga undersökningar finns som visar hur IMOs specifikationer fungerar i dessa fall.

6 Nytt inom IMO

Det sker en kontinuerlig utveckling av SOLAS-konventionen. Främst pågår arbetet under Subcommittee for Fire Protection, FP, och dess ad hoc grupp för Fire Test Procedures. Ad hoc gruppen tar fram nya provnings- och utvärderingsmetoder på uppdrag av subkommittén som fungerar som beställare. Sverige deltar aktivt genom SP i detta arbete. Aktiviteten har kraftigt intensifierats efter Scandinavian Star olyckan. Trenden är att finna provningsmetoder som är mer lämpade för brandteknisk dimensionering samt att formulera funktionskrav istället för de detaljregler som nu återfinns i konventionen och dess bilagor.

6.1 SOLAS med funktionskrav

Sverige har tagit initiativ till en översyn av SOLAS-konventionen med målet att formulera funktionskrav i stället för de detaljregler som nu finns. Man har under många år formulerat regel efter regel i de olika delarna av konventionen fram till en punkt där den nu börjar bli svåröverskådlig. Allt som oftast dyker det också upp inkonsekvenser mellan olika krav eftersom de inblandade parterna inte alltid har full överblick över konventionens alla delar. Vidare kan detaljkrav verka hindrande för utvecklingen eftersom de bl a inte tillåter tekniska byten. Det är t ex svårt att kompensera ett dåligt materialval med sprinklers eftersom säkerhetskraven inte är formulerade på ett sådant sätt att riskanalys är möjlig. Detta viktiga arbete är i sin början och något resultat finns ännu inte.

6.2 High speed craft-funktionskrav enligt Room/Corner Test och konkalorimetern

Ett utmärkt exempel på funktionskrav kopplade till modern provningsteknik utgör pågående arbete med high speed craft, snabba passagerarfartyg typ katamaraner eller bärplansbåtar. Dessa fartyg måste innehålla lätta kompositmaterial för att hålla nere vikten. IMOs detaljkrav för passagerarfartyg av traditionell typ passar inte in. Man har därför formulerat funktionskrav för s k brandbegränsande material. Dessa innebär att vägg och takytor inte skall ta eld och sprida brand eller rökgaser när de utsätts för en lokal brand. Referensscenariot som åberopas är Room/Corner Test. Lämplig småskalemetod är konkalorimetern säger man. I nuläget pågår en formulering av de klassifikationskrav som skall ställas på dessa material för att de skall uppfylla funktionskravet. Man arbetar därvid med ett förslag från EUREFIC-programmet.

6.3 Rök och giftiga gaser

Speciellt efter den tragiska olyckan på Scandinavian Star där många omkom beroende på spridning av giftiga rökgaser har IMO intensifierat arbetet med att ta fram standarder. Man kan särskilja tre insatsområden, provningsmetod för produkters benägenhet att utveckla giftiga gaser vid brand, provningsmetod för produkters benägenhet att utveckla ogenomskinlig rök samt metoder för kontroll av rökens spridning.

Det saknas idag internationella provningsstandarder för produkters benägenhet att utveckla giftiga gaser vid brand. Det beror bl a på att giftiga gaser som utvecklas när en produkt brinner inte bara är beroende av produktens kemiska sammansättning utan också i hög grad av förbränningsförhållandena. Vid en brand med liten tillgång på förbränningsluft blir förbränningen ofullständig med stora mängder giftiga gaser, t ex kolmonoxid, CO, som resultat. Samma produkt i en välventilerad brandsituation däremot kanske enbart ger upphov till blygsamma mängder giftgaser. Det var därför inte självklart för IMO hur man skulle attackera detta problem. Man valde två linjer. Dels finns en lista, MSC cirkulär 581, där samtliga provningsmetoder som används av de olika IMO-ländernas myndigheter finns uppräknade. Listan ger en provkarta på de metoder som finns i omlopp, se tabell 5.

Tabell 5 *Provningsmetoder för produkters benägenhet att utveckla giftiga gaser vid brand som används av IMO-länders myndigheter. MSC Cirkulär 581.*

Test method	
Smoke	
ISO TR 5924	Fire Test - Reaction to fire - Smoke generated by building products (dual chamber test)
ISO DIS 5859	Plastics - Smoke generation - Single chamber test
ISO 9705	Fire tests - Full scale room test for surface products
ASTM E 662 (United States)	Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials
ASTM E 1354 (United States)	Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release for Materials and Products Using Oxygen Consumption Calorimeter
NF X 10-702 (France)	Methodes d'essai au feu - Emission de fumée - Essai de mesure de la densité optique spécifique de la fumée émise par la combustion ou la pyrolyse des matériaux solides
ATS 1000.001	Airbus Industry Technical Standards
JIS A1321 (Japan)	Surface Flammability and Smoke Test for Building Materials
NT FIRE 004	Building products - Heat Release and Smoke Production
NT FIRE 007	Flooring - Flame Spread and Smoke Production
(FP/185, 276) (USSR)	Smoke - Producing Capacity of Materials
Toxicity	
NES 713 (United Kingdom)	Determination of the toxicity index of the products of combustion from small specimen of materials (Issue 03 March 1985 MoD Ship Dept)
ISO TR 9122	Toxicity testing of fire effluents
Notice of MOC No.1231 (Japan)	Combustion Gas Toxicity Test
BSI DD 180 (UK)	Draft for Development/Guidance for the assessment of toxic hazards in fire in building and transport
NF X-70-100 (France)	Essais de comportement au feu - Analyse de gaz de pyrolyse et de combustion - Méthode au four tubulaire
DIN 53435 (Germany)	Erzeugung Thermischer Zersetzungsprodukte von Werkstoffen unter Luftzufuhr und ihre Toxicologische Prüfung
(FP/353) (USSR)	Procedure of Testing Materials for Toxicity of their Combustion Products

Man arbetar också på att definiera ett brandscenario som är representativt för marina förhållanden förutom listan med provningsmetoder. Avsikten är sedan att mäta de avgivna giftiga gaserna från en brand med aktuell produkt i det valda scenariot. Eftersom ytskikten är mycket betydelsefulla för brandförloppet siktar man preliminärt in sig på Room/Corner Test då provningsrummet i storlek motsvarar en liten fartygshytt och eftersom metoden nyligen har blivit ISO standard avseende provning av ytskikt. Underhandskontakter med ISOs arbetsgrupper inom området har också givit stöd för detta angreppsätt. Det är för tidigt att säga vad som kommer att ske. Emellertid finns plats för forskningsinsatser.

IMO har ett mycket stort behov av en enkel provningsmetod för produkters benägenhet att utveckla ogenomskinlig rök. Man saknar nämligen helt sådana specifikationer. För att snabbt åstadkomma något arbetar man med att definiera godkännandekriterier till den s k NBS - smoke density chamber modifierad såsom denna metod definieras i ISO DIS 5659, part 2. Resultat i form av en resolution väntas om något år. Man inser samtidigt att bättre tekniska lösningar snart finns mogna t ex konkalorimetern och Room/Corner Test. Därför kommer sannolikt IMO att ha en beredskap för vidare arbete med röktäthet även efter etablerandet av ISO DIS 5659, part 2.

Kontroll av rökspridning har funnits på IMOs arbetsprogram under en längre tid. Två insatsområden är av speciellt intresse, röktäthet hos konstruktioner och rökkontroll genom styrning av ventilationssystem.

Förutom att en brand genom materialval skall bli så begränsad och utveckla så lite rök som möjligt måste producerad rök stanna inom brandcellen. Detta är inte alltid fallet eftersom något specifikt krav på provning av röktäthet inte ställs. Emellertid pågår inom bl a ISO en snabb utveckling mot att ta fram provningsmetoder för röktäthet. Forskningsbehov finns och i BRANDFORSKs program 1994-1996 finns ett projekt angående röktäthet hos konstruktioner, dock icke med marin inriktning. Det är sannolikt att utvecklingen på landsidan kommer att påverka IMO.

Värdefulla svenska insatser har gjorts angående rökkontroll genom att visa hur man på olika sätt kan manipulera fartygets befintliga eller för ändamålet förstärkta ventilationssystem för att evakuera brandrök. Samarbete med US coast guard har upprättats och vissa praktiska försök har genomförts.

7 Slutsatser och förslag till forsknings-insatser

Materialval till passagerarfartyg styrs i hög grad av de provnings- och utvärderingsmetoder som anges av IMO i SOLAS-konventionen. Det tas kontinuerligt resolutioner inom IMOs underkommitté för brandskydd som anger provningsmetoder och godkännandekriterier för produkter. Brandkraven är relativt lätta att förstå och kan effektivt sättas i kraft och följas upp. Däremot kan nuvarande förhållande hindra nya material och produkter från att introduceras på marknaden. Därför borde bestämmelserna mer riktas mot att kräva att en viss funktion skall uppfyllas.

Det finns en stor mängd provnings- och utvärderingsmetoder som tillämpas. Ofta tas specifikationer produkt för produkt utan att helhetsskyddet för en given brandrisk beaktas. Någon övergripande riskanalys görs inte. Det kan leda till onödigt höga krav eller vice versa. Därför är forskning som tar hänsyn till hela brandrisken för olika situationer angelägen.

Utveckling av provnings- och utvärderingsmetoder för materialval i passagerarfartyg måste riktas mot metoder som ger materialdata som kan användas till brandteknisk dimensionering i beräkningsmodeller och som kan ingå i en riskanalys. Därför måste sådana parametrar som avgiven värmeeffekt samt produktion av rök och giftiga gaser mätas kvantitativt under verkliga brandsituationer. Exempel på provningsmetoder som är lämpliga att introducera är konkalorimetern och Room/Corner Test.

Inom EU pågår en mycket stor FoU-insats för lös inredning i byggnader. Denna forskning avser att utnyttja bl a konkalorimetern för provning. Beräkningsmodeller skall sedan utnyttjas för att verifiera att funktionskrav uppfylls. När denna s k prenormativa forskning har kommit till slutsatser bör resultaten anpassas till marina förhållanden och utnyttjas där.

Nedan följer en lista på förslag till sju lämpliga forskningsinsatser. Ordningsföljden skall inte ses som en prioriteringsordning. Insatserna kan utgöra ett eller flera projekt inom varje problemområde.

1) **Riskanalys** med inriktning mot formulering av **funktionskrav** för materialval. Projektet skall med utgångspunkt från riskanalys av olika typer av passagerarfartyg visa hur materialvalet kan minska den totala risken. Projektet skall belysa hur brandkrav på olika produkter kan optimeras till ett gott brandskydd i de utrymmen där produkterna används. Därvid skall bl a hänsyn tas till utrymmets beskaffenhet, storlek och ventilation. Vilka produkters brandegenskaper är strategiska ur säkerhetssynpunkt? Var får man störst värde för pengarna? Projektet skall ange hur data på produkters brandegenskaper kan tjäna som ingångsparametrar i riskanalys. Projektet skall även tjäna som stöd för svenska ställningstaganden vid revision av säkerhetskonventioner, t ex "DE-koden" för "high speed craft".

2) **Rök och giftiga gaser**; produktion och spridning. Utvecklingen går nu mot att definiera kravspecifikationer på produkters benägenhet att utveckla ogenomskinlig rök och giftiga gaser. Emellertid är en produkts utveckling av giftiga gaser i större utsträckning en funktion av brandförloppet och tillgänglig förbränningsluft än en funktion av produktens kemiska sammansättning. Till detta kommer spridningsförloppet. Rök och giftiga gaser kan spridas långa sträckor. Därför bör man undersöka vilka kravspecifikationer som ger mest utdelning i form av minskade risker på grund av rök och giftiga gaser. Räcker det kanske med ett krav på produkter som ger låg brandintensitet, dvs liten värmeeffekt? En liten brand ger också lite rök och giftiga gaser!

3) **Möblers** brandegenskaper för marina behov; anpassning av resultat från EUs forskning. Möblers brandegenskaper kommer att kartläggas grundligt i CBUF-projektet. Resultaten kommer att kunna överföras till marina krav. Därvid finns möjligheten att kunna ställa tydliga funktionskrav. Det här projektet går ut på att ur risksynpunkt formulera dessa funktionskrav. Vidare ingår att ta fram brandtekniska data till stöd för produktutveckling av möbler som ur brandsynpunkt är lämpade för marina ändamål.

4) **Provningsmetoder** som kan vara lämpliga för marint bruk men som inte omfattas av IMO resolutioner. IMOs regelverk är omfattande men innefattar inte alla typer av produkter och brandproblem. Därför dyker ofta specifikationer från andra områden upp. Det kan vara svårt för redaren/varvet att avgöra vad som är ett lämpligt materialkrav för en given applikation. Ofta sker därför över respektive underdimensionering. Dekorativa element, kablar och rörisolering är exempel på produkter som ofta måste bedömas på basis av branddata som inte har en direkt marin tillämpning. I andra fall kan det behövas krav utöver IMO för att nå en rimligt bra brandegenskap, t ex för stoppmöbler. Projektinsatsen går ut på att inventera och rekommendera lämpliga kravspecifikationer.

5) **Inventering** av de produkter som förekommer ombord. Rekommendationer för materialval och underlag för brandteknisk dimensionering måste återspegla verkliga förhållanden. Därför måste en uppföljning ske där man i fartygen inventerar vilka produkter och brandtekniska problem som förekommer. Projektet avser att ge en realistisk koppling mellan specifikationer och faktiska förhållanden till stöd bl a för svenskt agerande i IMO. Tidigare gjorda arbeten skall beaktas.

6) **Listning, märkning och uppföljning** av godkända produkter för marint bruk. Nuvarande uppföljningssystem är kopplat till byggsektorn på landsidan. Produkter provas och kontrolleras med avseende på byggmarknadens behov. Alltmer sker en nationell anpassning till EU. Marina behov blir därmed inte alltid tillgodosedda. Därför skulle ett system specifikt för marina ändamål kunna förenkla för näringen och samtidigt ge ett effektiv system för att säkra att produkter uppfyller specificerade krav.

7) **Produktutveckling** av material som ur brandsynpunkt är lämpliga för marina ändamål. Projektinsatsen går ut på att i samarbete med tillverkare ta fram brandskyddskoncept för olika produktgrupper som skall fylla högt ställda krav på brandsäkerhet. Samtidigt skall miljön inte påverkas negativt genom t ex stor användning av organiska flamskyddsmedel. Ett tänkbart exempel är framtagning av brandskyddande skikt s k interliners för stoppade möbler.

8 Referenser

[1] SOLAS, Consolidated edition, 1992, International Maritime Organization, London, 1992. ISBN 92-801-1294-5.

[2] Cone calorimeter, International Standard, ISO 5660.

[3] Room/Corner Test, International Standard, ISO 9705.

[4] Upholstered Furniture: Burning Behaviour - Full Scale Test, NT FIRE 032.

[5] Sundström, B, "Non-combustibility according to IMCO Res A.270 (VIII)", Technical Report SP-RAPP 1981:10.

[6] FP 38/3/1, IMO document, "Formulation of Fire Test Procedures, Revision of Resolution A.472 (XII)", submitted by Sweden.

[7] Sundström, B, Kaiser, I, "Full Scale Fire Testing of Upholstered Furniture", Technical Report SP-Rapp 1986:01, Borås, Sweden, 1986.

[8] "Brand i lös inredning, kunskapsläge och forskningsbehov", FoU Rapport P21-064/91, Statens Räddningsverk.

[9] EUREFIC Seminar Proceedings, Interscience Communications Ltd, London, ISBN 0 9516320 19.

[10] Wetterlund, I, Göransson, U, "A Full Scale Fire Test Method for Free-hangning Curtain and Drapery Textiles", SP Report 1988:45.

[11] Dietenberger, M, "Upholstered Furniture: Detailed Model", Chapter 14, p 479, Heat Release in Fires, edited by Babrauskas, V and Grayson, S J, Elsevier Science Publishers, Ltd, London, 1992.

[12] Ames, S A, Babrauskas, V, Parker, W J, "Upholstered Furniture: Prediction by Correlations", Chapter 15, p 519, Heat Release in Fires, edited by Babrauskas, V and Grayson, S J, Elsevier Science Publishers, Ltd, London, 1992.

[13] Babrauskas, V, Krasny, J, "Fire Behaviour of Upholstered Furniture", NBS Monograph 173, National Bureau Standards, 1985.

[14] Brandforsks informationsblad "Brandrisker - det tidiga brandförloppet", 1987-04-30.

[15] Karlsson, B, "Modeling Fire Growth on Combustible Lining Materials in Enclosures", Report TVBB-1009, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund 1992.

[16] Takeda, H, Yung, D, "Fire Types and Probabilities in Residential Buildings", IRC Fire Research News, National Research Council, Canada, No 61.

[17] Sundström, B, "Classification of Wall and Ceiling Linings", EUREFIC Seminar Proceedings, Interscience Communications Ltd, London, ISBN 0 9516320 19.

[18] Chartier-Richard, K, "Charlemange programme; a contribution to harmonized European system of classification for construction products", Heat Release and Fire Hazard, Proceedings of the first Japanese symposium, 1993.

[19] Sundström, B, "A survey of test results using the furniture calorimeter", Report to the European Commission, to be published.

[20] Andersson, P, Robertsson, H, Wikman, J, "A Fire Safety Survey of Materials used in Passenger Vessel's Accomodations", Mariterm AB, October 1992.

Annex A

Resultat från drygt 30 produkter som har brandprovats och klassificerats enligt EUREFIC, tabell A:1.

Tabell A:1. Klassifikationsdata. Värdena hänför sig den provningstid som motsvaras av aktuell klassificering. Själva försöket kan ha varat längre. Tänkällans avgivna värmeeffekt är avdragen från angivna värden.

Produkter som har provats i själva EUREFIC - programmet anges i kursiverad stil. HRR är avgiven värmeeffekt och RSP är avgiven rök per tidsenhet av en viss optisk densitet.

Material	Class	Test duration for classification	HRR		Flash-over	RSP	
			Peak	Average		Peak	Average
		(min)	(kW)	(kW)	(min:s)	(m^2/s)	(m^2/s)
Gypsum plaster board	A	20	20	5	-	1	0
Mineral wool	A	20	5	1	-	0	0
Painted gypsum paper plaster board	*A*	*20*	*130*	*30*	-	*4*	*2*
Aluminium paper on mineral wool	A	20	150	10	-	1.5	0.5
Paper wallcovering 130 g/m^2 on plasterboard	B	20	525	40	-	5	0.5
Paper wallcovering 200 g/m^2 on plasterboard	B	20	700 1)	35	-	10	0.5 2)
PVC wallcovering 190 g/m^2 on plasterboard	B	20	480	25	-	60 2)	2
Plastic faced steel sheet on mineral wool	*C*	*12*	*30*	*<10*	-	*20*	*5*
FR particle board	*C*	*12*	*350*	*40*	-	*30*	*4*
9 mm plasterboard on polystyrene	C	12	20	5	19.36	1	0

Material	Class	Test duration for classification	HRR		Flash-over	RSP	
			Peak	Average		Peak	Average
		(min)	(kW)	(kW)	(min:s)	(m^2/s)	(m^2/s)
Phenolic foam 40 kg/m^3	C	12	100	20	-	16 [2)]	2 [2)]
Intumescent coat on particle board	C	12	200	17	15.15	51 [2)]	4 [2)]
Melamine faced high density non-combustible board	*D*	*10*	*20*	*<10*	-	*3* [2)]	*1* [2)]
Textile wallcovering on gypsum paper plaster board, 500 g/m^2	*D*	*10*	*470*	*70*	*11:00*	*12*	*2*
Textile wallcovering 370 g/m^2 on plasterboard	D	10	200	15	10.37	3	1
FR particle board type B1	*D*	*10*	*70*	*30*	*10:30*	*6*	*4*
PVC wallcovering 130 g/m^2 on mineral wool	D	10	20	-	-	10	5 [2)]
PVC wall carpet on gypsum paper plaster board, 1 250 g/m^2	*E*	*2*	*170*	*20*	*10:55*	*30*	*8*
Melamine faced particle board	E	2	200	40	7.45	25	5
Polyurethane foam covered with steel sheets	*E*	*2*	*320*	*80*	*3:15*	*8*	*3*
Particle board	E	2	400	150	2.30	18	2
Ordinary plywood	*E*	*2*	*410*	*70*	*2:30*	*19*	*1*
Paper wallcovering 200 g/m^2 on particle board	E	2	500	150	2.22	37	5
Wood panel	E	2	500	150	2.18	18	2
Medium density fibreboard	E	2	500	150	2.14	28	2.5

Material	Class	Test duration for classification (min)	HRR Peak (kW)	HRR Average (kW)	Flash-over (min:s)	RSP Peak (m^2/s)	RSP Average (m^2/s)
Polystyrene 50 mm	UC *	-	910	300	2.12	94 3)	30 2)
Polystyrene 20 mm	UC *	-	-	-	1.30	120 4)	-
Combustible faced mineral wool	*UC* *	-	-	-	*1:20*	*3*	-
FR, expanded polystyrene, 25 mm	*UC* *	-	-	-	*1:20*	*22*	-
Insulating fibreboard	UC *	-	-	-	1.07	55 4)	-
Textile wallcovering 370 g/m^2 on mineral wool	UC *	-	-	-	0.55	83 4)	-
Polyurethane foam	UC *	-	-	-	0.14	300 4)	-

* UC = Unclassified. Not meeting the requirements for any class.

1) = Close to HRR requirements.
2) = Close to RSP requirements.
3) = Peak values at 1.40. Average over 2 min.
4) = Smoke peak value just before flashover.

[redacted]

DBI
DENMARK

FIRA
ENGLAND

FRS
ENGLAND

FMPA
GERMANY

LSF
ITALY

LNE
FRANCE

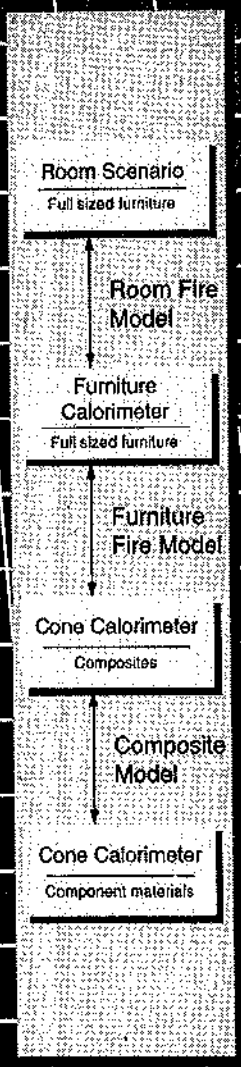
ICL
ENGLAND

VTT
FINLAND

SP
SWEDEN

FMC
ENGLAND

UG
BELGIUM



A joint European fire research programme to provide a scientific and technical basis for assessing the fire performance of upholstered furniture

CBUF - Combustion Behaviour of Upholstered Furniture

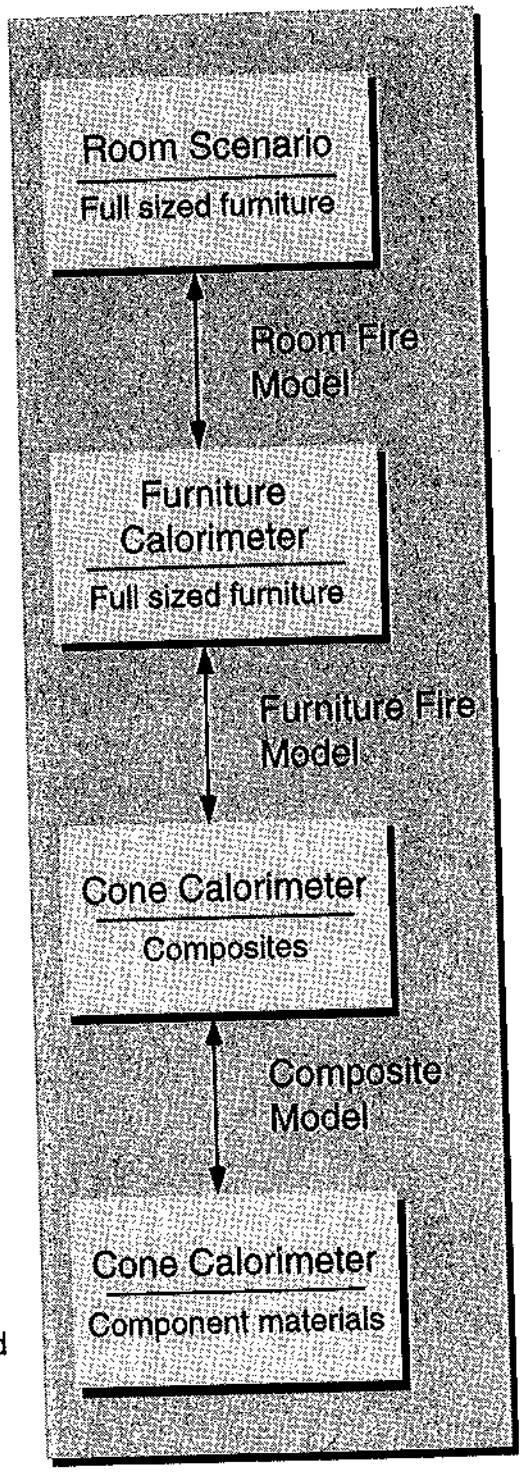
A major cause of fire fatalities is associated with burning of upholstered furniture and beds. For this reason certain European countries have already adopted regulations for furniture fire behaviour. To promote harmonization at a high and consistent safety level, the Commission of the European Community has prepared a draft directive on the fire behaviour of upholstered furniture. The Second Essential Requirement in that draft directive says that "*the atmosphere in the room in which the upholstered furniture or related article are on fire should, despite the production of heat and smoke....., remain for a reasonable period of time after ignition such that it does not endanger the lives or physical well being of exposed persons. This will be achieved by controlling the rates of heat release, smoke and toxic gas production.*"

A research programme has been funded by the Commission with the objective of providing scientific and technical support for the functional requirements given in the Second Essential Requirement of the draft furniture directive. The applications include domestic, public and high risk occupancies.

Relationships will be developed between (1) the conditions occuring in a full scale room scenario (ISO 9705 and larger rooms) due to the burning of a piece of furniture, and (2) the results of bench scale tests on composites consisting of various layers of fabric, interliner and padding used in the construction of the furniture. These relationships will be based on room fire models and furniture fire models insofar as possible. Rate of heat release, smoke and toxic gas production will be the main fire parameters considered.

The furniture calorimeter (NT FIRE 032) and the cone calorimeter (ISO 5660) are the tests used. Relationships will be developed between test data from the cone calorimeter on composites and the large scale burning behaviour on full sized furniture, as measured in the furniture calorimeter. An attempt will also be made to develop a model where data on component materials, i.e. fabric, interliner and padding, can be combined to predict the composite fire data as measured in the cone calorimeter.

Functional requirements will be examined by conducting room fire tests on furniture. Measured room fire conditions will be interpreted by doing fire hazard analysis and identifying tenability limits and associated times. These data will then be compared with predictions based on (1) furniture calorimeter data and existing room fire models and (2) cone calorimeter furniture fire models and correlations.



Consortium

The CBUF consortium consists of 11 partners:

Dansk Brandteknisk Institut Denmark	Ejnar Danø
Furniture Industry Research Association England	Sue Brighten
Fire Research Station England	Stanley Ames
Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg Germany	Peter Jagfeld
L.S.F Laboratorio di Studi e Ricerche sul Fuoco srl Italy	Silvio Messa
Laboratoire National d'Essais France	Alain Sainrat
Interscience Communications Ltd. England	Stephen Grayson
Valtion teknillinen tutkimuskeskus Finland	Brita-Lisa Irjala
Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut Sweden	Björn Sundström
FMC Corporation (UK) Ltd. England	David Buszard
Universiteit Gent Belgium	Paul Vandevelde

Each of the above institutions has created a special project team to conduct the CBUF research. The scientists identified above are the project leaders for each institution, respectively.

Management

Project manager:
Ejnar Danø Dansk Brandteknisk Institut

Technical co-ordination:
Björn Sundström Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut

Timetable

The project will be carried out in a two year work programme which started in early 1993.

Report

The final report will be submitted to the Commission of the European Communities in early 1995.

Funding

The total project costs are approximately 2.5 million ECU.

About half of the total costs are funded by the Commission through the Measurement and Testing programme of DG XII, the Directorate General for Science, Research and Development. The remaining funding is raised nationally by each of the partners of the consortium.

Contact

External contacts concerning this research programme should be directed to:

Ejnar Danø
Danish Institute of Fire Technology
Amager Boulevard 108
DK-2300 Copenhagen S
DENMARK

Phone +45 31 540830
Fax +45 31 954700

Björn Sundström
Swedish National Testing and Research Institute
Box 857
S-501 15 Borås
SWEDEN

Phone +46 33 165000
Fax +46 33 117759

SP
Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 BORÅS
Telefon: 033 - 16 50 00, Telefax: 033 - 13 55 02

SP RAPPORT 1993:41
ISBN 91-7848-426-X
ISSN 0284-5172