

Brandfarliga varor på försäljningsställen

Underlag för rekommendationer



Styrelsen för svensk brandforskning

projekt 634-051

Magnus Bobert
Henry Persson

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Brandfarliga varor på försäljningsställen - Underlag för rekommendationer

BRANDFORSK projekt 634-051

Magnus Bobert
Henry Persson

Abstract

A series of tests has been conducted in order to evaluate the fire behaviour of various consumer products, which based on their flash point are classified as flammable according to existing regulations.

The aim of the project was to provide further knowledge and data which could be used to complement the guidelines connected to existing regulations about the handling and storage of flammable products in shops and other mercantile premises.

Both free burning and sprinkler protected fire tests were conducted in various scale from a small scale arrangement with a limited amount on one single shelf to a full scale test representing a 5,4 m long section of a shelf system in a shop. In total 18 various flammable products and one commodity representing “ordinary combustibles” were used in the tests. In most of the tests, the fire behaviour was determined by measuring the convective heat release rate, heat radiation and smoke production.

Key words: brandfarlig vara, försäljningslokal, flammable products

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2007:24
ISBN 91-85533-60-2
ISSN 0284-5172
Borås 2007

Innehållsförteckning

Abstract	3
Innehållsförteckning	4
Förord	6
Sammanfattning	7
Summary	8
1 Bakgrund	11
2 Brandfarlig vara	12
2.1 Tillämpningsområde och krav enligt SÄIFS 1996:2	12
2.2 Allmänna råd till SÄIFS 1996:2	14
2.2.1 Regler om inte särskild utredning tillämpas	14
2.2.2 Krav på särskild utredning	15
3 Syfte och mål med projektet	16
4 Experiment - Försöksprogram och försöksgods	17
4.1 Val av brandfarlig vara till försöken	17
4.2 Standardgods	20
4.3 Försöksuppställning och mätningar	20
4.3.1 Testserie 1 – Brandförlopp hos olika produkter och inverkan av flampunkt	21
4.3.2 Testserie 2 – Brandförlopp vid olika andel brandfarlig vara i en hyllsektion	21
4.3.3 Testserie 3 – Inverkan av vattensprinkler	22
4.3.4 Testserie 4 – Fullskaliga brand och sprinklerförsök i simulerad butiksmiljö	24
4.4 Försöksprocedur	25
5 Resultat	26
5.1 Resultat - Testserie 1-Brandegenskaper hos olika typer av brandfarlig vara	26
5.1.1 Lättflytande brandfarliga vätskor i plastförpackningar är en farlig kombination	29
5.1.2 Plåtburkar är inte helt problemfria	30
5.1.3 Småförpackningar	31
5.1.4 Aerosolbehållare kan leda till mycket kraftiga explosioner	31
5.1.5 Standardgods	32
5.2 Resultat - Testserie 2-Fribrinnande försök i en hyllsektion	33
5.2.1 Resultat från försöken med 45% brandfarlig vara	35
5.2.2 Inverkan av lägre respektive högre lagringstäthet	36
5.3 Resultat testserie 3-Släckbarhet med vattensprinkler mot två hyllsektioner	38
5.4 Resultat - Testserie 4-Inverkan av sprinkler i butiksmiljö.	42
6 Förekommande skyddssystem	47
6.1 Brandavskiljande skåp	47

6.2	Avskilt utrymme	47
6.2.1	Exempel - EKO Stormarknad i Borås	48
6.3	Alkover	49
6.3.1	Exempel - Harald Nyborg i Borås	49
6.4	Aktiva släcksystem - Kemikalieavdelning	51
6.4.1	Exempel – Biltema i Göteborg	51
7	Diskussion	54
7.1	FIGRA-värdet skulle kunna komplettera flampunktsklassificering för konsumentförpackade produkter	54
7.1.1	Vad är FIGRA?	55
7.1.2	Preliminära FIGRA-värden ger en tydlig indelning av de provade brandfarlig vara-produkterna	57
7.2	Inverkan av lagringstäthet	60
7.3	Sprinklade försäljningsställen skulle kunna särskiljas baserat på särskild utredning	62
7.4	Snabba sprinkler ger ett bra skydd	63
7.5	Aerosolbehållare	65
8	Slutsatser och rekommendationer	66
8.1	Generella slutsatser	66
8.2	Rekommendationer i dagsläget	67
8.3	Erfarenheter från handeln	68
9	Förslag till fortsatt arbete	70
10	Referenser	71
Bilaga 1	Principskiss på försöksuppställning till testserie 1	72
Bilaga 2	Principskiss på försöksuppställning till testserie 2	73
Bilaga 3	Utformning av sprinklersystemet och kriterier för aktivering	74
Bilaga 4	Principskiss på försöksuppställning till testserie 3	78
Bilaga 5	Principskiss på försöksuppställning till testserie 4	79
Bilaga 6	Mätresultat från testserie 1	81
Bilaga 7	Mätresultat från testserie 2	102
Bilaga 8	Mätresultat från testserie 3	112
Bilaga 9	SRV:s sammanställning av uppgifter från datablad samt kommentarer	119

Förord

Detta projekt har finansierats av BRANDFORSK. Utöver detta har Clas Ohlson bidragit med varor och hyllsystem som gjort försöken möjliga. Vidare har Svenska Brandskyddsföreningen medverkat genom att producera en informationsfilm kring riskerna med brandfarlig vara i bl a försäljningslokaler. En del av försöken dokumenterades i detta sammanhang av ett professionellt videoproduktionsbolag.

Syftet med projektet har varit att ta fram underlag för komplettering av rekommendationer kring förvaring av brandfarlig vara i försäljningslokaler samt att ge ytterligare underlag för att kunna genomföra ”särskild utredning” som omnämns i SÄIFS 1996:2.

Som stöd för projektet bildades en referensgrupp enligt nedan och vi vill här tacka medlemmarna för deras arbete och engagemang.

Per Hedberg, Clas Ohlson AB
Bosse Danielsson, Clas Ohlson AB
Lars Brodin, Svenska Brandskyddsföreningen
Ingvar Hansson, SRV
Bjarke Rosenberg, Sigtuna Arlanda Räddningstjänst
Erik Egardt, SRV
Peter Fredricson, Dalarnas Försäkringsbolag
Leif Beisland, Trygghansa
Carl-Mikael Siljedahl, Albacon AB
Bo Forsaeus, Flügger AB
Malin Bäckman, BRANDFORSK
Magnus Arvidsson, SP

Det bör redan här påpekas att resultaten i föreliggande rapport primärt är giltiga för de produkter och de försöksupställningar som använts i projektet. Vissa resultat kan trots detta betraktas som relativt generella medan andra är starkt beroende av förutsättningarna. De tolkningar som gjorts i rapporten är baserade på de bedömningar som gjorts av SPs interna projektgrupp. Det är dock viktigt att beakta att varje försäljningslokal är ett unikt objekt där förutsättningarna kan variera både p.g.a. lokalens belägenhet, storlek och utformning, typ av varusortiment etc., vilket gör att berörda myndigheter (lokala räddningstjänsten och/eller SRV-BEX) kan göra andra bedömningar i enskilda fall. Detta innebär att det alltid skall göras en särskild utredning i de enskilda fall då man går ifrån gällande råd och anvisningar i Sprängämnesinspektionens föreskrifter SÄIFS 1996:2.

Sammanfattning

Projektet syftade till att ta fram underlag för komplettering av rekommendationer kring förvaring av brandfarliga varor i försäljningslokaler samt att ge ytterligare underlag för att kunna genomföra ”särskild utredning” som omnämns i Sprängämnesinspektionens föreskrifter SÄIFS 1996:2.

I många butiker förekommer en stor mängd förpackade produkter vars innehåll har en flampunkt $\leq 100^\circ\text{C}$ och därmed kan betraktas som ”brandfarlig vara” enligt lagen (1988:868) om brandfarliga och explosiva varor (LBE). I lagen har man valt att endast inkludera gaser och vätskor med några få undantag av brandreaktiva varor. De frågeställningar som projektet avsåg att ge svar på var om det är acceptabelt att ha vissa brandfarliga varor utspridda i övrigt sortiment utan avståndskrav samt om man kan tillämpa gynnsammare regler beträffande avstånd och volymer i en försäljningslokal som är skyddad med ett sprinklersystem.

Projektet har omfattat fyra försöksserier i varierande skala där brandförloppet registrerades både visuellt och genom bl a brandeffektmetningar.

I den första försöksserien valdes 18 olika kommersiella produkter ut som är vanligt förekommande i försäljningslokaler, vars innehåll har en flampunkt $\leq 100^\circ\text{C}$. Några av dessa var mer eller mindre trögflytande och omfattas alltså inte av LBE. Syftet var här att bl.a. utvärdera brandegenskaper och eventuell koppling till flampunkt och typ av förpackning. Vid försöken placerades en mindre mängd av respektive produkt på en trådhylla för att få en bild av brandbeteendet hos varje enskild produkt. I den andra försöksserien valdes ett mindre antal produkter ut för att studera brandförloppet i en typisk hyllsektion ihop med ”övriga gods”. Detta utgjordes av ett ”standardgods” med kända brandegenskaper. Försök genomfördes här med olika förhållanden mellan mängd brandfarlig vara och standardgods. I den tredje försöksserien provades två olika produkter tillsammans med standardgodset i en liknande uppställning och där inverkan av vattenbegjutning från ett sprinklersystem studerades. I den sista försöksserien utfördes tre fullskaliga försök där en verklig butiksmiljö simulerades med en blandning av olika typer av ”brandfarlig vara” ihop med ”standardgodset”. Två försök utfördes där uppställningen skyddades med ett automatiskt sprinklersystem och ett försök utan sprinklerskydd, dvs helt fribrinnande.

Försöken visar att brandförloppet kan variera avsevärt beroende på produktens innehåll (den egentliga ”brandfarliga varan”), dess konsistens samt typ av förpackning. Däremot har produktens flampunkt mindre inverkan på själva brandförloppet. Som väntat uppvisade brandfarliga vätskor i plastflaskor värst beteende men även t ex färg i plåtburkar och limtuber gav brandförlopp som skiljer sig avsevärt i förhållande till vad som kan förväntas från ”övriga varor”. Flera produkter hade mycket ”snälla” brandegenskaper trots sin låga flampunkt och utgjorde inte någon ökad risk. Försöken visade också på en mycket påtaglig skillnad mellan osprinklade och sprinklade förhållanden. Fullskaleförsöket utan sprinkler gav ett mycket häftigt brandförlopp medan de båda sprinklade försöken kontrollerade branden relativt väl. Det bör dock noteras att dessa försök bara innehöll en mycket begränsad mängd brandfarlig vätska i plastflaskor.

Sammantaget visar försöken att man i samband med en sk ”särskild utredning” kring hanteringen av brandfarlig vara i en butik, bör basera krav på hantering/lagring utifrån produkternas brandbeteende. För att kunna jämföra olika produkters brandbeteende skulle begreppet FIGRA (FIre Growth RAte) kunna användas som komplement till information i säkerhetsblad.

Summary

The aim of this project has been to provide a basis for supplementation of existing recommendations concerning the storage of flammable products in commercial venues. Further, the project will provide a basis to enable the conduction of “special investigations” as mentioned in the Explosive Products Inspectorates regulations SÄIFS 1996:2.

Large volumes of packaged flammable products are found in many commercial premises. These products have a flame point of $\leq 100^{\circ}\text{C}$ and can therefore be seen as “flammable products” by the law on flammable and explosive products (1988:868). This law only contains provisions for gases and liquids with the exception of a small number of fire reactive species. The issues which this project intends to address include: whether it is acceptable to have certain flammable products spread out in the store together with other products without specific regulations concerning suitable safe distances, and whether it is possible to apply more favourable regulations concerning safe distances and volumes in commercial premises protected by sprinkler systems.

This project includes four test series in different scales, where the fire development has been registered both visually and quantitatively using measurement of , e.g., the heat release rate.

The first test series included 18 different commercial products which are common in commercial premises and have a flame point of $\leq 100^{\circ}\text{C}$. Some of these products were more viscous than others and therefore not regulated by the law on flammable and explosive products. The aim was to evaluate the fire characteristics of these products and identify if possible a connection between the flame point and type of packaging. A small amount of each product was placed in a wire shelving system in each test to investigate the fire performance of each individual product.

The second test series included a small number of products, selected based on the results of the first test series, for further study of the fire development in a typical section of shelves, together with “other goods”. The “other goods” were comprised of standard goods with well known fire characteristics. The tests were conducted using different relationships between the flammable product and the standard goods.

The third test series was conducted using two different flammable products in combination with the standard goods in a similar set up to that used in the second test series. In this case the effect of sprinklers on the fire development was investigated.

The final test series consisted of three full scale tests where a typical commercial store was simulated with a mixture of different types of flammable products together with standard goods. Two tests were conducted where the set up was protected with an automatic sprinkler system while the third test was conducted without suppression.

The tests showed that the fire development can vary significantly depending on the contents of the flammable products, its consistency and type of packaging. In contrast the flame point has a lesser influence on the actual fire development. As expected flammable liquids in plastic vessels exhibit the worst fire performance, but even tubes of glue exhibited a fire performance that is significantly different to what one would expect from “other goods”. Several products showed “good” fire performance despite their low flame point and were not seen as a particular risk. The tests also showed that there is a significant difference in fire development between sprinklered and unsprinklered

conditions. The full scale tests without sprinklers showed a violent fire development while those which included sprinklers controlled the fire relatively well. It should, however, be noted that these tests contained a limited number plastic bottles containing a flammable liquid.

In summary, the tests show that a so called "special investigation" concerning the handling of flammable products in a store should be based on the relevant requirements concerning the handling and storage of these products based on their actual fire performance rather than their flame point. To be able to compare the fire performance of different products a concept similar to FIGRA (FIre Growth RAte) could be used as a complement to the product safety sheet.

1 Bakgrund

Inom handeln hanteras en stor mängd produkter som klassas som ”brandfarlig vara”. En mycket stor andel av dessa säljs antingen i plastförpackningar eller aerosolbehållare. I händelse av en brand i lokalen finns en potential för ett snabbt brandförlopp om den brandfarliga varan involveras. Räddningsverket har därför gett ut föreskrifter och allmänna råd kring hantering och förvaring av brandfarliga gaser och vätskor i olika typer av försäljningslokaler, SÄIFS 1996:2 ⁽¹⁾, se vidare kapitel 2.

När föreskrifterna gavs ut 1996 var detta på grund av att de tidigare reglerna upplevdes som föråldrade, främst på grund av ökad användning av plastemballage. Även om de nya föreskrifterna var mer relevanta var efterlevnaden mycket dålig. Det fanns också många frågeställningar från både handeln och tillverkare av olika skyddssystem hur föreskrifterna konkret skulle tillämpas och vilka specifika kriterier som skulle gälla för olika skyddsanordningar. Många ”säsong produkter” (lacknafta, tändvätska, spolarvätska) hanterades i relativt stora volymer, oftast i plastflaskor eller plastdunkar, och det fanns önskemål från handeln att detta skulle kunna ske både på ett säkert men även ”säljande sätt”. Det alternativ som bedömdes mest intressant för handeln var att använda skåp brandavskiljande skåp (brandskåp) för förvaring av den brandfarliga varan. Under 1997-98 utarbetades funktionskrav och godkännanderegler för dessa skåp i ett samprojekt mellan handeln, Räddningsverket, dåvarande Sprängämnesinspektionen, några skåpstillverkare, leverantörer av brandfarlig vara-produkter, BRANDFORSK och SP ⁽²⁾. I samband med detta projekt genomfördes även några försök med sprinkler mot brandfarliga vätskor lagrade på pall som ett alternativ till brandskåpen. Projektet var i princip helt inriktat mot brandfarlig vara förpackad i plastemballage och några olika typer av plastflaskor/plastdunkar användes i försöken. Man kan här notera att plastflaskor ofta generellt benämns som ”PET-flaskor”. Detta är dock en typ av flaskor, där plasten är en termoplastisk polyester (PET=PolyEtenTereftalat). PET-flaskor kännetecknas av att de är styva och krymper vid uppvärmning. Det finns också andra plastkvaliteter, t ex olika kvaliteter av polyeten (HDPE=High Density PolyEten, LDPE= Low Density PolyEten). Polyetenflaskor är mjukare och smälter utan att krympa vid uppvärmning. Vilken plasttyp som används beror till stor del på den brandfarliga vätskans kemiska och fysikaliska egenskaper.

De brandförsök som genomfördes i ovan nämnda projekt visade att förhållandevis små mängder brandfarlig vätska i plastflaskor (t ex 25 liter lacknafta) kunde åstadkomma en mycket snabb och kraftig brand. Ej heller sprinkler gav erforderligt skydd när en pallast med helt exponerade plastflaskor antändes. Å andra sidan visade det sig också möjligt att utveckla brandskåp som gav en mycket bra skyddseffekt, både om branden startades i den brandfarliga vätskan (inne i skåpet) eller om brand uppstod i dess närhet. I dagsläget finns ett antal olika typer av P-märkta skåp med en tillåten förvaringsvolym på upp till ca 450 liter. Åtminstone vid två tillfällen har det också visat sig att skåpen fungerar i verkliga brandsituationer och där gett ett bra skydd av den brandfarliga varan ⁽³⁾ ⁽⁴⁾. Sprinklersystem kan dock vara effektiva om mängden brandfarlig vara är begränsad vilket visade sig vid en anlagd brand på parfymavdelningen på PUB 1998 ⁽⁵⁾.

Fortfarande skapar hanteringen av brandfarlig vara ute i butikerna många frågeställningar och det finns ett starkt önskemål från handeln är att få fram mer ”nyanserade” rekommendationer och bättre underlag för att kunna söka tillstånd baserat på en så kallad ”särskild utredning”, se kapitel 2.2.2.

2 Brandfarlig vara

I Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter, KIFS 2005:7 ⁽⁶⁾, indelas brandfarliga varor i klasser med hänsyn till flampunkten och där klassindelning och märkning bygger på EU-gemensamma regler.

Klassindelningen för vätskor enligt Räddningsverkets föreskrifter, SRVFS 2006:10 ⁽⁷⁾, framgår av Tabell 1 nedan. Denna indelning innebär att alla vätskor med flampunkt lägre än 100 °C klassas som brandfarlig vätska. Med flampunkt avses i föreskrifterna den lägsta temperatur då vätskan avger ångor som bildar en antändbar blandning med luft. Är ett ämne (fast eller flytande) tillräckligt kallt bildas ingen antändbar blandning av luft och ångor. Ett ämne har även en termisk tändpunkt där de brännbara ångorna antänds av värmen utan pilotlåga. Notera här att klassindelningen endast avses vätskor men att märkningsreglerna omfattar alla varor. Märkningen av brandfarliga ämnen beskrivs i KIFS 2005:7.

Tabell 1: Klassindelning av brandfarliga vätskor med avseende på flampunkt enligt SRVFS 2005:10 samt märkning enligt KIFS 2005:7.

Klass	Flampunktsområde (°C)	Märkning enligt KIFS 2005:7
1	< 21	Farobeteckning: ”Extremt brandfarligt” (flampunkt <0 °C och kokpunkt ≤ 35 °C) eller ”Mycket brandfarligt” (flampunkt under <21 °C och som inte är extremt brandfarlig) Farosymbol: Flamma, R11, R12
2a	≥ 21 - ≤ 30	Ingen farosymbol. Farobeteckning ”Brandfarligt”, riskfras R10
2b	> 30 - ≤ 55	Ingen farosymbol. Farobeteckning ”Brandfarligt”, riskfras R10
3	> 55 - ≤ 100	Ingen farosymbol, farobeteckning eller riskfras

Som framgår av tabellen ska klass 3-vätskor inte märkas som brandfarliga. För klass 2-vätskor ska endast riskfrasen ”Brandfarligt” (R10) anges på förpackningen, alltså ingen ”flammasymbol” ska finnas. Utöver den märkning gällande vätskor som presenteras i Tabell 1 omfattar märkningen enligt KIFS 2005:7 även fasta ämnen och beredningar (kan ha farobeteckningen ”Mycket brandfarligt”, R11) samt gaser (kan ha farobeteckningen ”Extremt brandfarligt”, R12). Dessa ska märkas med ”flammasymbol”. Märkningen har i dessa fall inte med flampunkt att göra, utan andra kriterier gäller.

2.1 Tillämpningsområde och krav enligt SÄIFS 1996:2

I ”Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 1996:2) om hantering av brandfarliga gaser och vätskor på försäljningsställen” anges följande tillämpningsområde i kapitel 1:

”1.1 Dessa föreskrifter gäller på försäljningsställe vid försäljning eller annan överlåtelse av brandfarliga gaser och vätskor till slutanvändare. För kosmetik och hygienprodukter gäller föreskrifterna endast om sådana artiklar är förpackade i aerosolbehållare. Gas- eller vätskefyllda cigarettändare omfattas inte av föreskrifterna. Föreskrifterna gäller inte överlåtelse i löst mått via mätarskåp.

I fråga om krav på tillstånd och i fråga om hantering av övriga brandfarliga varor finns särskilda bestämmelser.

I kap 3 i föreskriften anges de egentliga övergripande kraven för saluförande, förvaring, m.m. enligt följande:

3.1 Enskild behållare som exponeras i för slutanvändare tillgängligt utrymme får inte ha större volym än att betryggande säkerhet uppnås. I fråga om tekniska krav på behållare samt dess märkning gäller särskilda föreskrifter.

3.2 Brandfarlig gas och vätska skall hanteras på ett sådant sätt att betryggande säkerhet föreligger. Hanteringen får inte försvåra utrymning och räddningsinsats.

3.3 Större mängd brandfarlig gas eller vätska skall hanteras avskilt från antändbart material.

3.4 Öppen hantering skall ske betryggande samt avskilt från övrig verksamhet och från förvaring av antändbart material. Plats för öppen förvaring skall vara skild från övrig verksamhet på ett sådant sätt att brand inte kan spridas till eller från utrymmet inom 30 minuter. Vid öppen hantering skall tillfredsställande ventilation och möjlighet till uppsamling av spill finnas.”

Som framgår av kapitel 1.1 i föreskrifterna är tillämpningsområdet begränsat till brandfarliga gaser och vätskor. Ytterligare undantag görs bla för viss kosmetik och hygienprodukter. Dessutom undantas specifikt cigarettändare.

I SÄIFS 1996:2 finns ingen definition av ”vätska”, utan man tillämpar den definition som finns i SRVFS 2006:7 (ADR-S) sidan 29 ⁽⁸⁾. I praktiken innebär det att en vätska är en produkt med en konsistens som tandkräm eller mer lättflytande ⁽⁹⁾.

Utöver gaser och vätskor nämns också i SÄIFS 1996:2 kapitel 1.1 ”övriga brandfarliga varor” och att för dessa gäller särskilda bestämmelser. I kommentarerna till kapitel 1.1 hänvisas till ett antal föreskrifter som innehåller regler för tillstånd och hantering. Listan är inte helt aktuell utan skall vara som följer:

SÄIFS 1989:4 (Brandfarlig biograffilm)
 SÄIFS 1989:5 (Lågnitrerad nitrocellulosa)
 SÄIFS 1993:4 (Organiska peroxider)
 SÄIFS 1995:6 (Ammoniumnitrat)
 SÄIFS 1999:2 (Väteperoxid)

Ute i handeln förekommer en mängd produkter i mer trögflytande/fast form. Dessa produkter består ofta av beredningar, dvs blandningar av olika ämnen varav ett eller flera i rent tillstånd är att betrakta som brandfarligt. Beredningen kan ha en flampunkt som hamnar inom definitionen för brandfarlig vätska men det behöver inte vara så. Enligt KIFS 2005:7 är tillverkaren skyldig att bestämma flampunkt på beredningen för att avgöra hur märkning skall ske. Exempel på sådana produkter kan vara olika typer av lim och spackel. Tolkningen av hur dessa varor skall hanteras varierar dock ute i handeln och hos räddningstjänsten. Vissa tolkar skrivningen som om det gäller gaser och lättflytande vätskor, medan andra anser att alla produkter som har en bestämd flampunkt inom den klassindelning som redovisas i Tabell 1 skall hanteras enligt föreskriften.

Det finns alltså ett behov av att utreda om det är motiverat att hantera alla produkter med en definierad flampunkt som brandfarlig vara eller ej. I detta projekt har därför även ett

antal produkter av trögflytande/fast karaktär inkluderats. Trots föreskriftens undantag har också en typ av cigarettändare inkluderats, se vidare kapitel 4.1.

2.2 Allmänna råd till SÄIFS 1996:2

I de allmänna råden till SÄIFS 1996:2 ges kommentarer till respektive kapitel i föreskrifterna samt mer konkreta rekommendationer och riktlinjer kring hantering och förvaring i försäljningslokaler. Om dessa uppfylls kan man också förutsätta att föreskriftens intentioner är uppfyllda. Föreskrifter är i sig tvingande medan de tillhörande allmänna råden är att betrakta som rekommendationer och riktlinjer.

I inledningen till de allmänna råden där bakgrunden till föreskrifterna beskrivs ges också ett alternativ till att följa angivna riktlinjer enligt följande:

”Möjligheten att använda, av den lokala myndigheten accepterad, ”särskild utredning” avser att ge möjlighet till en mer anpassad tillämpning av de nya föreskrifterna. Det kan därmed ställas krav på utredning för tveksamma fall. Initiativ till ”särskild utredning” kan tas av såväl tillsynsmyndighet som tillståndsinnehavare. För enkla fall kan bedömning på plats vara tillräcklig medan det för mer komplicerade fall kan behövas riskanalys med konsekvensutredning.”

2.2.1 Regler om inte särskild utredning tillämpas

Om man inte önskar genomföra en särskild utredning anges i de allmänna råden generella riktlinjer kring om maximala behållarvolym och krav på minsta avstånd till antändbart material samt minsta avstånd till utrymningsväg.

Den maximala behållarvolym som enligt råden ger betryggande säkerhet vid exponering i försäljningslokal där konsumenten själv kan plocka varorna finns i Tabell 2.

Tabell 2 Maximal behållarvolym som enligt de allmänna råden anses ge betryggande säkerhet i försäljningslokaler. Större behållare än de nedan får endast säljas över disk.

Typ av behållare	Aerosoler, (L)	Gasol, (L)	Klass 1 och 2a vätska, (L)	Klass 2b och 3 vätska, (L)
Bräcklig (glas)	0,5	-	1	5
Brännbar (plast)	0,5	0,5	5	5
Övriga obrännbara (metall)	1	5	20	20

Generellt sett anges att avståndet mellan den brandfarliga varan och ”antändbart material” bör vara 6 m. Små behållare med brandfarlig gas eller vätska (max 125 ml) får dock placeras närmare. Kortare avstånd kan accepteras även för mindre mängd än 25 L brandfarlig vätska klass 3. Vidare sägs att avståndskrav från utrymningsväg till större mängd än 100 L brandfarlig vara bör vara minst 12 m för att utrymning skall kunna ske på ett säkert sätt.

Den totala mängden brandfarlig vara som får förvaras utan särskild utredning i en försäljningslokal framgår av Tabell 3.

Tabell 3 Maximalt tillåten mängd brandfarlig vara i en försäljningslokal som anses ge betryggande säkerhet. För förvaring av större mängder krävs en särskild utredning.

Försäljningsarea	Aerosoler, (L)	Gasol, (L)	Vätska klass 1 och 2a oavsett behållare samt 2a och 3 i plast eller bräcklig behållare, (L)	Vätska klass 2b och 3 övriga behållare (ex. metall), (L)
-200 m ²	50	60	100	1000
Friliggande enplans bensinstation eller liknande -200 m ²	100	60	500	1000
200-1000 m ²	100	60	500	2000
>1000 m ²	200	60	500	4000
Avskilt utrymme vid försäljningsstället*	1000	1000	Totalt 10000	

*) Se SÄIFS 1996:2, allmänna råd för ytterligare anvisningar angående kraven på ett avskilt utrymme.

Användning av brandskåp som uppfyller SP Metod 2369 (¹⁰) medför att man kan minska avståndskraven samt överskrida de specificerade totala mängderna, men endast om all brandfarlig vätska förvaras i godkända skåp (¹¹).

2.2.2 Krav på särskild utredning

I de allmänna råden sägs följande om särskild utredning:

”Resultaten från särskild utredning av brand- och rökspridning för enskilt försäljningsställe får användas för att ställa villkor angående avskiljning och maximal förvarad/exponerad mängd. Beräkningar skall utgå från dimensionerande brand och utföras enligt beräkningsmodell som är tillämplig. Om försäljningsstället inte är brandtekniskt avskilt på tillfredsställande sätt från såväl egen som annans verksamhet skall utredningen även omfatta den verksamheten. Risk för rökspridning via ventilationskanaler måste särskilt beaktas. Vald beräkningsmodell skall redovisas för och godkännas av räddningsnämnden. Osäkerhet i valda indata bör redovisas genom känslighetsanalys.”

Trots att föreskrifterna varit i bruk i 10 år och att många butiker skaffat ”brandskåp” kan man konstatera att det sannolikt är ytterst få försäljningsställen som lever upp till SÄIFS 1996:2 om man utgår från de generella anvisningar som ges som alternativ till särskild utredning. Det främsta skälet är att i de allra flesta fall står inte samtliga produkter förvarade i brandskåp. För de produkter som placeras fritt i lokalen klarar man inte av att leva upp till fastställda avståndskrav, 6 m till ”antändbart material” respektive 12 m till utrymningsväg.

I praktiken är det sannolikt så att den lokala räddningstjänsten gjort en mycket enkel ”särskild utredning på plats” på så sätt som nämns i kapitel 2.2 ovan som lett till undantag från de allmänna rådens avståndsregler. En nackdel med detta förfarande är dock att tillämpningen kan bli mycket olika, både mellan olika butiker och framför allt mellan olika kommuner. Detta blir mycket påtagligt för de butikskedjor som finns på flera orter och där tillstånden kan variera avsevärt trots mer eller mindre identiska förhållanden mellan butikerna.

3 Syfte och mål med projektet

I många fall kan det vara svårt att leva upp till föreskrifterna baserat på de generella anvisningarna i de allmänna råden. I sådana fall kan alltså en särskild utredning tillämpas. Orsaken kan t ex vara att man i butiken har ett mycket diversifierat produktsortiment där det förekommer begränsade mängder brandfarlig vara inom många av dessa produktgrupper. I praktiken kan det då bli svårt eller olämpligt att sammanföra alla dessa produkter till ett antal brandskåp eller annat avskilt utrymme.

Från handeln finns därför två primära frågeställningar:

- Är det acceptabelt att ha vissa brandfarliga varor utspridda i övrigt sortiment utan avståndskrav, alternativt minskat avståndskrav, och att detta fortfarande kan anses ge ”betryggande säkerhet”.
- I vilken mån kan man tillämpa gynnsammare regler beträffande avstånd och volymer i en helsprinklad försäljningslokal.

Detta är typiska frågor som kräver en särskild utredning. Problemet är att det saknas verifierande data som kan styrka de antaganden och de bedömningar som behöver göras i en sådan särskild utredning. Följden blir att det är mycket svårt för en näringsidkare att söka tillstånd på basis av en sådan särskild utredning. Detta projekt syftade därför till att ge underlag till sådana bedömningar/utredningar och kanske på sikt kunna leda till revidering av gällande allmänna råd genom att arbeta in mer ”förfinade” rekommendationer.

Följande fyra delmål definierades för projektet:

- Undersöka om klassificeringen med hänsyn till flampunkten är relevant och hur detta korrelerar med brandförloppet. Brandklassningen med hänsyn till flampunkten är relevant vid hantering av bulkvaror, men i butikssammanhang är varorna alltid förpackade vilket också påverkar en produkts användningsegenskaper och brandbeteende. Detta är delvis ett redan uppmärksammat problem eftersom tidigare försökserfarenheter visar att plastflaskor innehållande en klass 3-vätska kan utgöra en mycket stor brandrisk ⁽²⁾.
- Studera effekten av en blandad förvaring av brandfarlig vara och övrigt gods. Hur påverkas brandförloppet och kan man på något sätt definiera en acceptabel inblandningsmängd beroende på den brandfarliga varans specifika egenskaper?
- Undersöka ett sprinklersystems effektivitet på diverse typer av brandfarlig vara i försäljningslokaler när dessa förvaras blandat med butikens övriga produktsortiment.
- Generera filmmaterial som kan användas för kunskapsspridning mot handelns anställda. Filmmaterialet kommer att användas till en film om hantering av brandfarlig vara och ges ut av Svenska Brandskyddsföreningen.

För att uppnå projektets syfte och målsättningar utfördes ett antal brandförsök, från småskala till försök i simulerad butiksmiljö. Försöksdata i form av brandeffekt och rökproduktion har genererats. Försöken ger också information om brandbeteende och inverkan av olika lagringstäthet, förpackningar och klassning av ”brandfarlig vara”.

4 Experiment - Försöksprogram och försöksgods

Den experimentella delen av projektet delades upp i fyra försöksserier med olika omfattning och med olika syften och mål. I de inledande försöken, testserie 1, valdes 18 olika kommersiella produkter ut som är vanligt förekommande i försäljningslokaler och vars innehåll har en flampunkt ≤ 100 °C. De produkter vars innehåll är att betrakta som vätskor tillhör klasserna 1, 2b eller 3 enligt Tabell 1 i kapitel 2.

Urvalet gjordes med hänsyn till flampunkt, storlek, konsistens och typ av förpackning, se vidare i kapitel 4.1. Syftet var här att utvärdera kopplingen mellan flampunkt, typ av förpackning och brandegenskaper.

Utgående från resultaten från testserie 1 valdes ett mindre antal produkter ut för att ingå i en mer omfattande försöksserieserie, testserie 2, där en av varorna placerades i en sektion av en typisk butikshylla. I detta fall var endast en del av hyllorna fyllda med brandfarliga varan medan resterande varor utgjordes av ”övriga” varor, vilka i försöken representerades av ett ”standardgodset” med kända brandegenskaper, se kapitel 4.2. I testserie 3 provades två olika produkter tillsammans med standardgodset och där inverkan av vattenbegjutning från ett sprinklersystem studerades. Avslutningsvis, i testserie 4, utfördes tre fullskaliga försök där en verklig butiksmiljö simulerades med en blandning av brandfarlig vara och övriga varor, också här representerat av ”standardgodset”. Två försök utfördes där uppställningen skyddades med ett automatiskt sprinklersystem och ett försök utan sprinklerskydd, dvs helt fribrinnande.

4.1 Val av brandfarlig vara till försöken

Produktsortimentet av brandfarliga varor är mycket stort och omfattar både olika typer av förpackningar, volymer, flampunktsklassning, egenskaper, varierande från lättflytande till mer eller mindre fast form. Projektet inleddes därför med att välja ut ett antal produkter som representerar dessa olika produktkategorier. Varorna valdes ur produktsortimentet från en butikskedja där man listat alla produkter som man ansåg borde betraktas som brandfarlig vara, dvs alla varor med flampunkt ≤ 100 °C. Butikskedjan hade tolkat föreskrifter och lagar så att även mindre lättflytande varor, ex. pastor, angetts som brandfarlig vara med klassningen 1, 2a, 2b eller 3.

SRV har uppmärksammat felaktigheter i butikskedjans tolkning av definitionen samt att uppgifter om flampunkt inte alltid stämmer med säkerhetsdatablad, se Tabell 4. Ytterligare information och kommentarer kring produkterna framgår av bilaga 9

För att kunna jämföra egenskaperna hos olika typer av produkter är det viktigt att förutsättningarna är så lika som möjligt. I en butiksmiljö är det primärt tillgänglig hyllplats som styr hur mycket som kan lagras. I försöken valdes därför att definiera en ”varuenhet” som motsvarade en viss lagringsvolym på en hylla. I försöken motsvarade en varuenhet en volym på ca 20×30×21 cm. Denna volym motsvarade i sin tur måtten på den kartong med standardgodset som användes för att representera ”övriga varor”, se kapitel 4.2 ¹. Observera här att andelen ”brandfarlig vara” i förhållande till den totala volymen som varje varuenhet upptar kan variera avsevärt mellan de olika produkterna. I de

¹ En ”varuenhet” är alltså ett antal produkter som tar upp en volym på ca 20×30×21 cm. Då aerosolbehållare provades användes av säkerhetsskäl endast två burkar.

inledande småskaliga försöken, testserie 1, användes en sådan varuenhet i varje försök (undantag aerosoler). I testserie 2-4 användes flera varuenheter på ett sådant sätt att fördelningen av varor i hyllsystemet blev naturlig men samtidigt kontrollerad, se vidare kapitel 4.3.2-4.3.4.

Urvalet av produkter skedde med utgångspunkt av att representera produkter från följande kategorier:

- Lättflytande vara i 1 L plastflaska
- Lättflytande vara i mindre plastflaska
- Trögflytande i tub
- Liten förpackning som lagras hängande
- Flytande i plåtburk
- Aerosol (sprayburk)
- Oklassad vätska

Totalt utvaldes 18 olika produkter plus en icke brandfarlig vätska samt standardgodset enligt Tabell 4 och Figur 1. Förpackningar av glas ingick inte i projektet eftersom denna typ av förpackning bedöms som relativt ovanlig.



Figur 1 De 18 olika typer av brandfarliga vara som valdes ut till de småskaliga försöken i testserie 1.

Tabell 4 Varor till de småskaliga försöken, testserie 1

Vara (förkortad beteckning)	Volym innehåll (L)	Typ av förpackning	Vikt per förpackning, gram	Antal per varuenhet	Flampunkt enligt uppgift från butikskedjan	Flampunkt från datablad enl. SRV*
Power avfettning (AF)	1	Plastflaska, HDPE	880	8	55-100	40
Supertvätt Sonax (ST)	1	Plastflaska, PET	960	8	47	47
Superspäckel elastic (SS)	0.13	Metalltub i pappförpackning	237	21	32	32
Kapellimpregnering (KI)	1	Plastflaska, PET	826	8	-4	Ingen uppgift
PL 400, limpatron (PL400)	0.3	Plastpatron. "Gummibas"	401	18	<21	<-15
Casco trälim vinter (TV)	0.75	Plastflaska, HDPE	890	12	31	31
Aceton (A)	0.15	Plastflaska, HDPE	137	24	<-18	<-20
Matolja, Rapsolja (MO)	1	Plastflaska, PET	946	8	Ingen uppgift	Ingen uppgift
Karlsons klister (KK)	45 gr	Metalltub i papp- och plastförpackning	65	24	-13	-13
Braständare Bic mega light (BML)		Tändare i papp- och plastförpackning	101	24	-74	Ingen uppgift
Hårspray (HS)	0.4	Aerosolburk. Drivgas propan/butan	382	2	Ingen uppgift	Ingen uppgift
CRC 5-56 (556)	0.4	Aerosolburk. Drivgas CO ₂ .	423	2	78	78
Rostskyddsprimer, Plastic Padding (RSP)	0.25	Metallburk	387	24	20	20
Superspäckel elastic (SSB)	0.56	Metallburk	981	6	32	32
Gelcoat filler (GF)	0.13	Plåttub + härdare i papp	207	21	32	32
Metallfärg, Granville "Hammarlack", (HL)	0.25	Metallburk	296	24	32-55	37
Super attack (snabblim) (SL)	5 gr	Plasttub i papp- och plastförpackning	18,2	64	>80	>80
Spraylack Blanksvart (SPL)	0.4	Aerosolburk. Drivgas propan/butan	386	2	<0	Ingen uppgift
Fogskum (FS)	0.5	Aerosolburk. Drivgas propan/butan	614	2	-104	-104
Standardgods (SD)		-	695	1	-	Ingen uppgift

* Se även bilaga 9 för mer information sammanställt av SRV

4.2 Standardgods

För att bedöma den brandfarliga varans brandegenskaper behöver den jämföras med någon vara som kan anses representera ”övriga varor” som förekommer i olika typer av butiksmiljöer. Det finns naturligtvis ett oerhört stort antal varor och variationen är mycket stor och kan bestå av alltifrån t ex leksaker, textilier, livsmedel, trävaror, papper, maskiner till porslin och stål. Till de flesta varor hör också någon typ emballage, exempelvis plast, papp eller kartong. Tittar man mycket grovt på butiksprodukter idag kan man också konstatera att en stor del av dessa består av plast och emballage.

För att representera dessa ”övriga varor” valdes ett standardgods så att förutsättningarna blev de samma i alla försök förutom variationen av brandfarlig vara. Detta bestod av en wellpappkartong med plastmuggar av polystyren, se Figur 2. Kartongen hade dimensionerna, 20×30×21 cm och innehöll 12 st plastmuggar. Plastmuggarna var placerade i 2 lager med fackindelning och mellanlägg samt en extra förstärkning i botten. Andelen plastmuggar var 49 vikt-%. Denna typ av standardgods är mycket väldefinierat och har använts på internationell basis under många år i provnings- och forskningssammanhang för att utvärdera effektiviteten hos vattensprinklersystem, dock i en något större kartong. Vid sprinklerprovning antas detta gods motsvara ett gods av kategori III, enligt SS EN 12845:2004 ⁽¹²⁾ vilken minst motsvarar den typ av gods som man normalt finner i en butiksmiljö.



Figur 2 Standardgods bestående av polystyrenmuggar i wellpappkartong. Till vänster det standardgods som används vid sprinklerprovningar. Till höger det standardgods som användes i detta projekt.

4.3 Försöksuppställning och mätningar

I de fyra testserierna användes en eller flera hyllsektioner av märke ”Kuopia”, med måtten ca 90×160 cm (bredd×höjd) samt 60 cm djupa trådhyllplan.

Samtliga försök genomfördes i SP Brandtekniks stora brandhall. Testserie 1 genomfördes under en så kallad möbelkalorimeter och testserie 2-3 under industrikalorimetern, där brandeffekten kan mätas. Testserie 4 genomfördes under en takkonstruktion och runt om försöksuppställningen fanns tre väggar för att simulera en verklig butik.

Som tändkälla användes i samtliga försök en gasolbrännare (diffusionsflamma) med måtten 20×30 cm och effekt på 15 kW. Gasolbrännaren tilläts i de flesta försök att brinna under hela försöksförloppet (eller tills dess att dess effekttillskott var försumbar). Tändkällan placerades direkt under varuenheten med brandfarlig vara, och i testserie 2-4, på den nedersta hyllan i centrum av respektive försöksuppställning. Effekten från

tändkällan kan tänkas simulera t ex en liten brand på hyllan under de aktuella produkterna.

Samtliga försök videofilmades och dokumenterades med stillbilder. Testserie 1-2 samt testserie 4 videofilmades dessutom av ett professionellt filmteam på uppdrag av Svenska Brandskyddsföreningen, SBF.

Temperaturen i hallen och hos de provade produkterna var 16-20 °C.

4.3.1 Testserie 1 – Brandförlopp hos olika produkter och inverkan av flampunkt

Testserie 1 genomfördes som en serie brandexponeringsförsök där brandbeteendet hos de olika produktkategorierna studerades. Försöken genomfördes med en varuenhet per försök.

Försöksuppställningen bestod av en hyllsektion, med två 60 cm djupa trådhyllplan, se Figur 3. I samtliga försök användes tillhörande trådsarger för att hålla varorna på plats samtidigt som det efterliknar en verklig butikssituation. Under försöken mättes den konvektiva brandeffekten samt rökutvecklingen från branden. Den konvektiva brandeffekten mättes med termoelement som ett enklare alternativ än den totala brandeffekten. Som komplement mättes även strålning och temperatur i närheten av branden då dessa mätningar ger snabbare respons. En principskiss av uppställningen ges i Bilaga 1.

För att skydda personal och videokameror utfördes försöken i en genomsiktig skyddsbur.



Figur 3 Försöksuppställning vid testserie 1. I detta fall med åtta flaskor avfettningsmedel. Till vänster en överblicksbild av skyddsburen och till höger en närbild av den brandfarliga varan, hyllplan samt gasolbrännare.

4.3.2 Testserie 2 – Brandförlopp vid olika andel brandfarlig vara i en hyllsektion

Försöksuppställningen bestod, liksom i testserie 1, av en hyllsektion, men denna gång med fyra hyllplan av trådtyp. Av praktiska skäl höjdes ryggen på hyllsektionen så måtten blev ca 90×182 cm (bredd×höjd), se Figur 4. I samtliga försök användes tillhörande trådsarger för att hålla varorna på plats och dela in hyllsektionen i 12 delar där varje del har plats för en varuenhet. Beroende på typen av brandfarlig vara placerades de enskilda förpackningarna antingen på gallret mellan respektive sargpar eller hängande på 30 cm långa spjut. Uppställningen placerades i ett plåtkärl med ytan 4,5 m².

Ett syfte med testserie 2 var att studera den brandfarliga varans brandbeteende i kombination med standardgods. Försök genomfördes därför med olika gods fördelning i hyllsektionen. Andelen brandfarlig vara i försöken relaterades till den procentuella andelen av varuenheter. Hyllsektionen hade plats för 11 st varuenheter plus en plats för gasolbrännaren. Baserat på resultaten från testserie 1 valdes sex olika typer av brandfarlig vara att ingå i försöksserien. Tre olika fördelningar provades, 18% , 45% samt 82% (motsvarande 2, 5 respektive 9 st varuenheter). Dessutom genomfördes ett försök med enbart standardgods.



Figur 4 Försöksuppställning i testserie 2. Bilden visar uppställningen med fem enheter PL400 och sex enheter standardgods, dvs 45 % PL400.

Strålningsmätaren placerades 1,2 m ovan golv och 1,2 m från framkanten av hyllplanen. Denna placering kan tänkas motsvara läget för en motstående hylla i en butik. Eftersom man erfarenhetsmässigt vet vid vilka strålningsnivåer olika material antänds blir den uppmätta strålningen ett mått på när det finns risk att varor på en tänkt motstående hylla antänds. Exempelvis antänds en wellpappkartong sannolikt inom ett par minuter vid ca 20 kW/m². Olika typer av plaster behöver sannolikt en något högre strålningsnivå för att antända inom samma tid. Olika materials förmåga att antända till följd av strålningsvärme finns beskrivet i litteraturen, exempelvis SFPE⁽¹³⁾.

En principskiss av försöksuppställningen ges i Bilaga 2.

4.3.3 Testserie 3 – Inverkan av vattensprinkler

Syftet med dessa försök var att jämföra hur ett sprinklersystem och olika sprinklerdimensionering kan påverka brandförloppet. Uppställningen bestod av två hyllsektioner och ovanför denna monterades ett rörsystem med fyra sprinkler centriskt ovanför hyllsektionens mitt, se Figur 5. Två olika vattentätheter respektive installationshöjder användes för att simulera förhållandena i en butik med relativt låg takhöjd respektive högre takhöjd, tex en stormarknad. En summering av förhållandena presenteras i Tabell 5. Sprinklerna var öppna, dvs vattenbegjutningen startades manuellt baserat på uppmätt brandeffekt vid försöket.

Mer information kring bakgrunden till vald dimensionering, installationshöjd och sprinkleraktivering ges i Bilaga 3.

Tabell 5 Förutsättningar för de två sprinklerscenarier som användes i testserie 3.

Sprinkler-scenarie	Vattentäthet (mm/min)	Installationshöjd (m)	Avstånd sprinkler (m)	K-faktor	Aktiverings-temperatur (°C)	RTI-värde
1	5	3	3.5	80	68	100
2	10	6	3	115	68	100

**Figur 5** Provkörning av de fyra sprinklerna inför testserie 3. Sprinklerna hängde fritt i brandhallen och aktiverades vid en viss brandeffektutveckling.

I de två hyllsektionerna som användes, se Figur 6, fanns det plats för 27 st varuenheter plus en plats för gasolbrännaren. Baserat på resultaten från tidigare testserier valdes två typer av brandfarlig vara för försöken, Hammarlack och PL400. Försöken genomfördes med 52% brandfarlig vara, dvs 14 varuenheter brandfarlig vara och 13 varuenheter standardgods.

För att få ett relativt mått på sprinklernas effektivitet relativt gällande sprinklerregler (¹²) kördes även försök med endast standardgods vilket då alltså motsvarade en OH3-risk.

Mätningar utfördes på samma sätt som i testserie 2 men med tillägg för tryck och flöde i sprinklersystemet.

En principskiss av uppställningen inklusive sprinklersystemet redovisas i Bilaga 4.



Figur 6 Exempel på försöksuppställning i testserie 3 där andelen brandfarlig vara, i detta fall Hammarlack, var 52%.

4.3.4 Testserie 4 – Fullskaliga brand och sprinklerförsök i simulerad butiksmiljö

Syftet med försöken i testserie 4 var att i full skala demonstrera och dokumentera ett fullskaligt brandförlopp i en butiksmiljö med blandad förvaring av brandfarlig vara och ”övriga” varor. Tre försök genomfördes, två försök med olika sprinklerdimensioneringar och ett försök utan sprinkler, dvs helt fribrinnande.

Uppställningen bestod av totalt sju hyllsektioner, sex sektioner på rad plus en sektion placerad rygg mot rygg i mitten bakom den långa sektionen. För att bättre efterlikna en verklig butiksmiljö placerades ett tak ovan uppställningen och på tre sidor byggdes väggar från golv och tak, se Figur 7. Taket mätte 10×5 m och placerades på 4 m höjd. Uppställningen simulerade ur ventilationssynpunkt på detta sätt en betydligt större lokal eftersom brandrök kunde spridas och frisk luft kan nå branden via den öppna, fjärde sidan.

Under taket monterades ett rörsystem med åtta sprinklerhuvuden placerade med ett inbördes avstånd på 3 × 3 meter. I denna försöksserie användes automatiska sprinkler försedda med glasbulb. Sprinklernas aktiveringsstemperatur var 68°C och RTI-värdet <50. Spridarplattan på respektive sprinkler var placerad 15 cm under taket. I de två försöken användes en vattentäthet på 10 mm/min respektive 5,0 mm/min när alla åtta sprinkler aktiverat. Under försöken mättes systemtrycket och det totala vattenflödet samt temperaturen vid sex av de åtta sprinklerna. Ytterligare detaljer kring sprinklersystemet och dimensioneringen ges i Bilaga 3.

För att ge ett mer verklighetstroget intryck användes dessutom fyra kabelrännor av modell Tego, system 160-40 (bredd=160 mm, höjd=40 mm). Kabelrännorna var placerade ca 1 m under taket med ett inbördes avstånd på 1,5 m, jämt fördelat under taket.

En principskiss av uppställningen inklusive sprinklersystemet samt fördelning av varor redovisas i Bilaga 5.



Figur 7 Försöksupställningen i testserie 4 där en verklig butiksinredning simulerades. Åtta sprinkler är monterade i taket.

4.4 Försöksprocedur

Generellt sett användes följande försöksprocedur i samtliga försök.

- Start av mätningar (Tid 00:00 min:s)
- Start av video (Tid ca 01:00 min:s)
- Tändning av gasolbrännare (Tid 02:00 min:s)
- Observation av brandförloppet
- Avstängning av gasolbrännare (se nedan)
- Manuell släckning med vatten eller skum

I de flesta fall tilläts branden pågå minst tills intensiteten nått maximum och sedan reducerats till en nivå då branden med säkerhet bedömdes vara avtagande. I vissa försök, t ex i testserie 1, avbröts försöket på grund av mycket höga brandeffekter till följd av att en poolbrand bildades på golvet.

Gasolbrännaren tilläts i de flesta försök att brinna under hela försöksförloppet (eller till dess att dess effekttillskott var försumbar) för att ge samma förutsättningar i samtliga försök och inte störa mätningarna.

Varje försök gavs en unik beteckning enligt följande:

Testserie (TS), Test nr (T), Typ av brandfarlig vara (förkortad beteckning, se Tabell 4) T ex TS01 T01 AF (Test serie 1, test 1, avfettning), TS03 T04 HL (Test serie 3, test 4, Hammarlack).

5 Resultat

I följande kapitel redovisas och kommenteras resultaten från de genomförda försöken i testserie 1-4. En övergripande analys och diskussion av samtliga testserier görs i kapitel 7.

De resultat som redovisas gäller endast för de provade produkterna och i den aktuella försöksupställningen.

5.1 Resultat - Testserie 1-Brandegenskaper hos olika typer av brandfarlig vara

I testserie 1 exponerades en ”varuenhet” av olika typer av brandfarlig vara för en antändningskälla och brandförloppet registrerades. I Tabell 6 ges en summering av genomförda försök (i försöksordning) samt några uppmätta data i form av maximal värmestrålning, maximal konvektiv brandeffekt samt maximal röktäthet. Vidare anges ungefärlig tid till maximal brandintensitet.

Detaljresultaten från mätningarna redovisas i diagramform som funktion av tiden för varje försök i Bilaga 6.

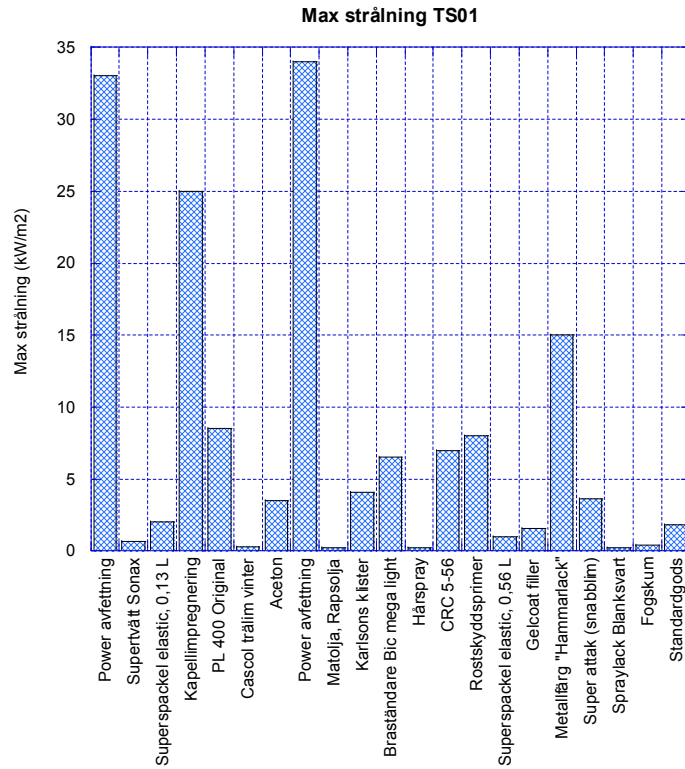
Tabell 6 Summering av förutsättningarna och några mätresultat från testserie 1

Produkt Test nr.	Antal förpackningar per försök (1 varuenhet)	Max strålning (kW/m ²)	Max konvektiv effekt (kW)	Max rök (m ² /s)	Ca tid till max intensitet ** (min:s)	Kommentar
Power avfettning TS01 T01 AF	8	33	910	8.2	01:50	Avbröts innan max intensitet uppnåts. Stor poolbrand
Supertvätt Sonax TS01 T02 ST	8	0.7	33	0.1	05:30	Begränsad brand
Superspackel elastic, 0,13 L TS01 T03 SS	21	2	45	1.2	17:00	Begränsad brand
Kapellimpregnering TS01 T04 KI	8	25	840	4.2	01:50	Avbröts innan max intensitet uppnåts. Stor poolbrand
PL 400 TS01 T05 PL400	18	8.5	200	3.5	05:15	Långvarigt brandförlopp
Cascol trälim vinter TS01 T06 TV	12	0.3	10	0.1	06:00	Tog sig ej
Aceton TS01 T07 A	24	3.5	150	0.1	07:20	Liten poolbrand
Power avfettning TS01 T08 AF	8	34	800	2.3*	02:10	Avbröts innan max intensitet uppnåts. Stor poolbrand
Matolja, Rapsolja TS01 T09 MO	8	0.2	5	0.1	13:00	Tog sig ej
Karlsons klister TS01 T10 KK	24	4.1	145	0.6	01:00	Snabbt brandförlopp
Braständare Bic mega light TS01 T11 BML	24	6.5	160	6	03:00	Stora och små explosioner
Härspray TS01 T12 HS	2	0.2	4	0.3	06:40	Extremt kraftig explosion
CRC 5-56 TS01 T13 556	2	7	230	0.9	14:00	Spraybrand
Rostskyddsprimer TS01 T14 RSP	24	8	210	4.9	03:00	Locken lossnade relativt snabbt och lugnt. Poolbrand
Superspackel elastic, 0,56 L TS01 T15 SSB	6	1	20	1	08:00	Begränsad brand
Gelcoat filler TS01 T16 GF	21	1.6	30	1	18:00	Begränsad brand
Metallfärg "Hammarlack" TS01 T17 HL	24	15	570	4	08:20	Locken lossnade med kraft. Poolbrand
Super attack (snabblim) TS01 T18 SL	64	3.6	75	1.1	02:00	Relativt låg effekt
Spraylack TS01 T19 SPL	2	0.2	5	0.2	03:20	Explosion
Fogskum TS01 T20 FS	2	0.4	30	0.2	03:00	Explosion. Innehållet tog eld men självslocknade
Standardgods TS01 T21 SG	1	1.8	35	1.2	05:00	"Referens"

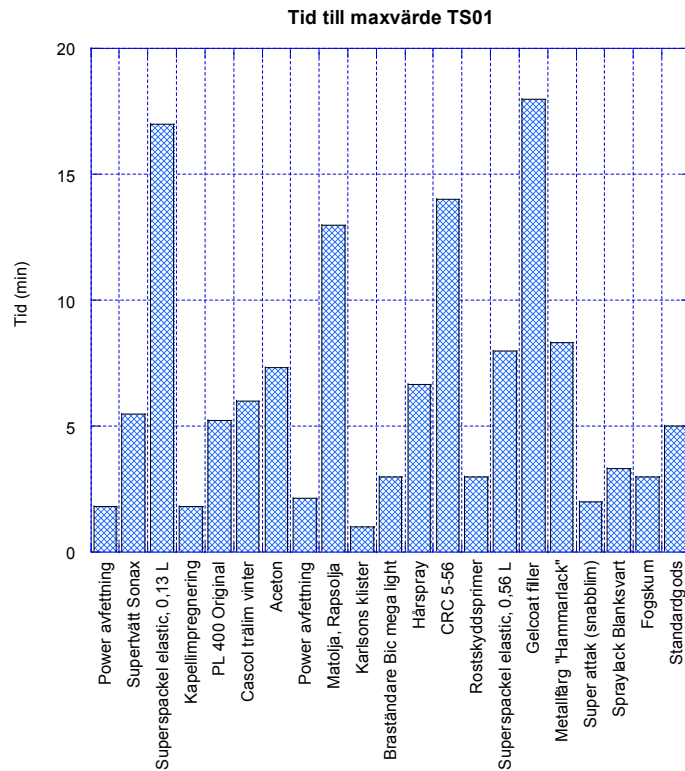
* Repetitionsförsök. Betydligt mindre rök registrerades jämfört med T01. Detta p.g.a. att försöket avbröts tidigare.

** Max intensitet är ett uppskattad medelvärde för både HRR_{konv} och stålning.

För att tydligare åskådliggöra de olika varornas brandbeteende redovisas den uppmätta maximala strålningen respektive tid till maximal intensitet i form av stapeldiagram i Figur 8 respektive Figur 9.



Figur 8 Maximalt uppmätt strålning för respektive brandfarlig vara i testserie 1. Staplarna är redovisade i försöksordning med försök TS01 T01 längst till vänster.



Figur 9 Tid till maximal strålningsintensitet för respektive brandfarlig vara i testserie 1. Staplarna är redovisade i försöksordning med försök TS01 T01 längst till vänster.

Som framgår av Tabell 6 och Figur 8 - Figur 9 varierar brandegenskaperna avsevärt mellan de provade produkterna både avseende maximal brandeffekt och värmestrålning respektive hur snabbt branden utvecklas. I kapitel 5.1.1- 5.1.4 nedan ges ytterligare observationer och kommentarer.

5.1.1 Lättflytande brandfarliga vätskor i plastförpackningar är en farlig kombination

Försöken med både avfettningsmedel i 1 liters plastflaska (TS01T01AF och repetitionsförsöket TS01T08AF) samt kapellimpregnering (TS01T04KI) visade på ett brandförlopp med mycket snabb brandspridning som resulterade i en mycket hög värmestrålning och brandeffekt. Uppmätt brandeffekt uppgick till 800-900 kW för båda produkterna men det skall då noteras att försöken avbröts och maximal brandeffekt hade sannolikt varit avsevärt högre om branden tillåtits fortsätta. Orsaken till det häftiga förloppet är att plastflaskorna snabbt smälter, innehållet rinner ut och skapar en poolbrand på golvet.

Som tidigare omnämnts i Kapitel 1 var detta beteende hos plastflaskor innehållande brandfarlig vätska ingen överraskning utan var grunden till det utvecklingsarbete av skåp för brandfarlig vara utfördes under 1998-99 ⁽²⁾ ⁽¹¹⁾.

Återigen är det tydligt att även mycket små mängder av lättflytande brandfarlig vätska (oberoende av klass) i plastflaskor kan utgöra en stor risk vid en brand. Vikten av att dessa typer av produkter förvaras i skåp för brandfarlig vara eller i annan typ avskilt utrymme är uppenbar.

Som representant för en något mer trögflytande produkt provades bilvårdsprodukten Supertvätt Sonax, som enligt uppgift har en flampunkt på 47 °C, dvs klass 2b. Här blev brandutvecklingen mycket begränsad och produkten utgör sannolikt inte någon förhöjd risk i en försäljningslokal jämfört med övrigt produktsortiment.

Andra varor som sannolikt inte utgör någon förhöjd risk var de olika spackelliknande produkter som provades, dvs Superspackel elastic (2 storlekar, flampunkt 32 °C) (TS 01 T03 SS, TS01 T15 SSB) samt Gelcoat filler (flampunkt 32 °C, TS01 T16 GF). Produkterna brann visserligen stabilt och länge, dvs har ett ganska stort energiinnehåll men brandutvecklingen var långsam och maximal brandeffekt respektive strålningsnivå var låg. Trälattet av vinterkvalitet (flampunkt 31 °C, TS01 T06 TV) i plastflaska tog sig inte alls, se Figur 10.

Försöket med konstruktionslimmet PL400 (TS01 T05 PL400) i plastpatron (flampunkt < 21 °C / < -15 °C) visade på ett relativt långvarigt och stabilt brandförlopp. Jämfört med de andra trögflytande produkterna var effektutvecklingen och strålningen relativt stor.

Eftersom erfarenheter visat att produkter med relativt hög flampunkt kan bidra avsevärt till brandrisken i försäljningslokal provades även en lättflytande oklassad produkt, matolja (TS01 T09 MO). Detta är en produkt som kan finnas i relativt stora mängder i en försäljningslokal. Resultaten visar dock att matoljan sannolikt inte bidrar till någon förhöjd risk.



Figur 10 Varor med samma klassning som uppvisar helt olika brandbeteende. Till vänster visas branden i trälim och till höger i avfettningsmedel. Bägge produkterna är klassade som brandfarlig vara och är förpackade i samma typ av plastflaska.

5.1.2 Plåtburkar är inte helt problemfria

För att avgöra inverkan av förpackningen utfördes två försök med brandfarlig vara i plåtburkar. I det första försöket (TS01 T14 RSP) provades en rostskyddsprimer med flampunkt 20 °C (klass 1), se Figur 11. Efter ca 2 min började flera lock från burkarna flyga iväg och innehållet tog eld. Efter ca 3 min hade samtliga lock lossnat och en del burkars innehåll hade runnit ned på golvnivå och orsakat en poolbrand.

Försöket visar att trots en plåtförpackning kan detta leda till en poolbrand på golvet på nästan jämförbar tid som en plastförpackning. Maximal brandeffekt respektive strålningsnivå var dock betydligt lägre.



Figur 11 Rostskyddsprimer i plåtburkar. Till vänster visas försöksuppställningen före försöket och till höger efter ca 3,5 minuter. Den första burken exploderade efter 1 minuter och 28 sekunder.

Det andra försöket (TS01 T17 HL) gjordes med Hammarlack med flampunkt 32-55 °C/37 °C (klass 2b), se Figur 12. Här tog det betydligt längre tid, ca 6 min och 50 sekunder, innan locken på burkarna släppte och innehållet antändes. Locken flög dock iväg med större kraft och branden blev häftigare och intensivare jämfört med rostskyddsprimern.



Figur 12 Hammarlack i plåtburkar. Till vänster visas försöksuppställningen före försöket och till höger efter ca 7,5 minuter. Den första burken exploderade efter 6 minuter och 50 sekunder.

5.1.3 Småförpackningar

En kategori varor som provades i testserie 1 var småförpackningar som förvaras hängande på spjut. Dessa representerades bl.a. av Karlssons Klister (TS01 T10 KK) och Super attack snabblim (TS01 T18 SL). Karlssons Klister med flampunkt på $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ tog sig mycket snabbt och brann med en relativt intensiv låga. Tid till maximal intensitet var ca 1 minut. Super attack snabblim hade ett något långsammare brandförlopp och gav betydligt lägre brandeffekt. Här bör påpekas att mängden brandfarlig vara skiljer sig avsevärt mellan respektive varuenhet, dels mellan de olika limsorterna och dels mellan småförpackningar generellt och brandfarlig vara förpackat i exempelvis 1 liters plasflaskor.

En ytterligare representant för småförpackningar på spjut var braständare (TS01 T11 BML). Förpackningsmaterialet tog sig relativt snabbt och efter ca 2 minuter började tändarna brisa med omväxlande stora och små smällar. Kraftig rökutveckling.

Aceton i 150 ml plastflaska (TS01 T07 A) brann relativt lugnt med endast mindre ”puffar” och skvättande brinnande vätska. Jämfört med försöken med 1 L plastflaskor var brandförloppet betydligt beskedligare. De relativt små plastförpackningarna bidrog till att en begränsad mängd aceton tog sig då flaska efter flaska blev involverad i branden. Då försöket avbröts stod de flesta flaskor med visst innehåll kvar.

5.1.4 Aerosolbehållare kan leda till mycket kraftiga explosioner

Fyra försök utfördes med olika typer av aerosolbehållare. Som tidigare nämnts användes endast två behållare i varje försök av säkerhetsskäl. Det första försöket med hårspray (TS01 T12 HS) resulterade i en mycket kraftig explosion där båda behållarna exploderade samtidigt, se Figur 13. Explosionen orsakade kraftig demolering av trådhyllan samt trådsargerna. Det noterades även att sot och flagor från taket i SP:s brandhall (ca 6000 m^3) lossnade och återfanns över hela hallen. Endast en mindre, mycket kortvarig sticklåga kunde observeras vid explosionen, se Figur 13, bild 2.

Det andra försöket genomfördes med CRC 5-56 (TS01 T13 556). Här blev förloppet helt annorlunda jämfört med hårsprayen. Efter ca 11 minuter antändes spraymunstycket på toppen av flaskan och innehållet tog sig i form av en tilltagande spraybrand, dock utan att explodera. Burken med CRC 5-56 var till synes av samma konstruktion som burken med hårspray vilket alltså tyder på att det är innehållet har stor inverkan på förloppet vid

brandexponering. CRC 5-56 har CO₂ som drivgas medan hårsprayen har butan/propan som drivgas.

Med sprayfärgburkar (TS01 T19 SPL) var förloppet ungefär detsamma som med hårsprayen. Explosionen inträffade snabbare men var dock inte så kraftig. Endast en av de två burkarna exploderade.

Med fogsikum (TS01 T20 FS) exploderade den ena flaskan efter ca 3 minuter. Vid explosionen observerades ett eldklot och innehållet i form av skum spreds runt provuppställningen inom en radie på ca 2 m. En del skum tog eld men självslocknade.



Figur 13 Explosion av hårsprayburkar. Överst till vänster visas försöksuppställningen, därefter explosionsförloppet samt det demolerade hyllplanet och sarger.

Av de provade aerosolbehållarna var det alltså CRC 5-56 som resulterade i ett ”brandscenario” medan övriga ”bara” exploderade. Även om explosionerna i dessa försök inte gav upphov till någon egentlig brand måste man ta hänsyn till de risker som en explosion kan medföra på ett försäljningsställe. Om aerosolen är placerad i en hylla tillsammans med andra varor kommer en sådan explosion sannolikt bidra till att brinnande material sprids samt att människor i närheten utsätts för fara orsakad av själva explosionen.

5.1.5 Standardgoods

Standardgodset i form av en standardkartong brann som väntat med en intensitet och brinnhastighet som var lägre än de flesta ”brandfarliga” varorna. Maximal brandintensitet nåddes efter ca 5 minuter och branden avtog därefter relativt snabbt pga den relativt ringa mängden material.

5.2 Resultat - Testserie 2-Fribrinnande försök i en hyllsektion

De produkter som valdes ut till testserie 2 var dels produkter som visade på ett häftigt brandförlopp och dels produkter som bedömdes vara mest intressanta att studera tillsammans med standardgods för att studera inverkan av olika ”lagringstäthet”. För att i möjligaste mån representera olika produktkategorier valdes följande varor:

- Karlssons Klister –liten förpackning+ytterförpackning, låg flampunkt
- Bic Mega Lighter –liten gasfylld behållare+ytterförpackning
- Power Avfettning –lättflytande produkt i 1 liters plastflaska med hög flampunkt
- PL 400- trögflytande produkt med låg flampunkt i plastförpackning
- Granville Hammarlack – liten färgburk i plåt, klass 2b
- Aceton –lättflytande produkt i liten plastförpackning med låg flampunkt

Som framgår av listan ovan har inga aerosoler valts ut att ingå i testserie 2. Detta på grund av säkerhetsskäl samt att brandförloppet ej är jämförbart med brandförloppet på övriga produkter. Riskerna med aerosolbehållare diskuteras mer i kapitel 7.

Testserien inleddes med ett försök med endast standardkartonger, dvs 11 st. Därefter kördes ett försök vardera med fem varuenheter brandfarlig vara och sex varuenheter standardgods (dvs 45% brandfarlig vara). Efter dessa inledande försök valdes två av de provade produkttyperna ut för att även provas med mindre respektive mera procentuell andel i förhållande till standardgods.

I Tabell 7 nedan redovisas en sammanställning av samtliga resultat. I tabellen redovisas, på samma sätt som i testserie 1, maximala uppmätta värden för värmestrålning, konvektiv brandeffekt, röktäthet samt ungefärlig tid till maximal konvektiv brandeffekt.

Tabell 7 Summering av förutsättningarna och några mätresultat från testserie 2

Produkt Test nr.	Antal varu- enheter	Max strålning (kW/m ²)	Max konvektiv effekt (kW)	Max rök (m ² /s)	Ca tid till max intensitet (min:s)
Standardgods TS02 T01 SG	11	11,5	380	5,2	5:30
Karlssons Klister TS02 T02 KK	5	*	*	*	*
Bic Mega Lighter TS02 T03 BML	5	18	900	8,5	4:10
Power avfettning TS02 T04 AF	5	50	3400	3,5	2:30**
PL400 TS02 T05 PL400	5	36 (kort topp)	1800	7,5	6:10
Granville Hammarlack TS02 T06 HL	5	41	2750	8,9	8:50
Aceton TS02 T11 A	5	17	1800	7,3	2:20
Karlssons Klister TS02 T07 KK	2	12,2	610	5,4	1:00
Karlssons Klister TS02 T08 KK	9	11,5	1600	2,6	1:40
Granville Hammarlack TS02 T09 HL	9	39	3200	8,9	9:20
Granville Hammarlack TS02 T10 HL	2	15,1	1500	4,5	6:50

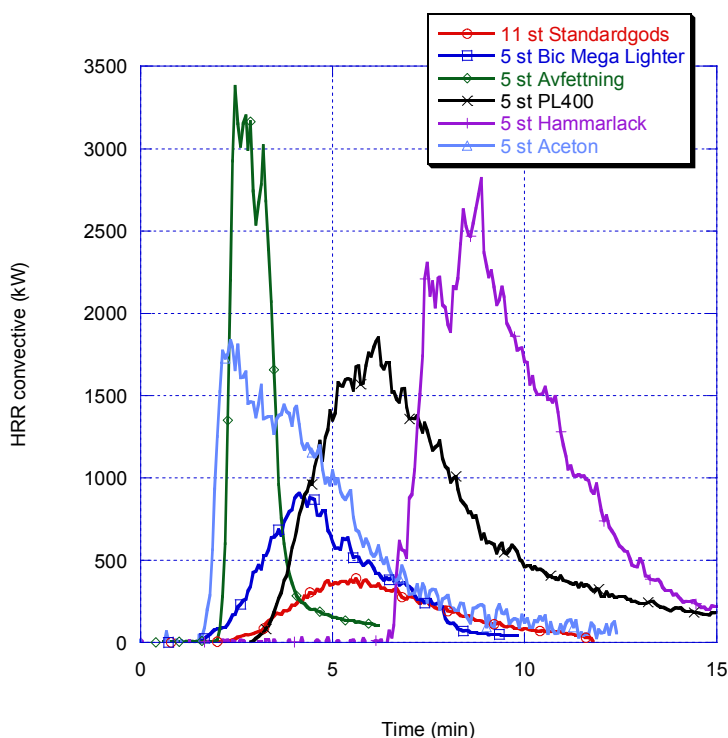
*Mätningar ur funktion

**Poolbranden begränsades genom att uppställningen placerades i ett plåtkärl med ytan 4,5 m². Manuellt släckt vid 3:10.

Detaljresultaten från mätningarna redovisas i diagramform som funktion av tiden för varje försök i Bilaga 7.

5.2.1 Resultat från försöken med 45% brandfarlig vara

I Figur 14 redovisas effektkurvorna för försöken med 45 % brandfarlig vara, dvs 5 st enheter. Som jämförelse redovisas även effektkurvan för standardgodset.



Figur 14 Den konvektiva brandeffekten från försök med 5 enheter brandfarlig vara, dvs ca 45 %. Som jämförelse har effektkurvan från försöket med bara standardgods lagts in.

Standardgodset nådde en topp effekt på ca 380 kW vid ca 5:30. Strålningsnivån 1,2 m från hyllan var maximalt ca 11,5 kW/m², vilket alltså innebär att en sådan brand sannolikt inte skulle antända liknande varor i en tänkt motstående hylla. Som tidigare nämnts bör strålningsnivån vara i storleksordningen 20 kW/m² för att antända en wellpappkartong och sannolikt något högre för plastmaterial (¹³).

Erhållna mätvärden med standardgodset jämförs nedan med övriga produkter för att få en uppfattning om hur stort bidrag de olika brandfarliga varorna ger vid en ”blandad” förvaring med 45% brandfarlig vara.

I försöket med Karlssons Klister (TS01 T02 KK) var tyvärr mätningarna ur funktion vilket innebär att mätdata saknas. (Data finns dock för högre resp lägre lagringstäthet, se 5.2.2.). Visuellt kan man dock notera att lågorna från branden med Karlssons Klister var betydligt högre än med standardgodset, vilket i en verklig situation med tak skulle innebära att flammorna sprids längre längs taket vilket i sin tur bidrar till en ökad spridningsrisk.

Jämfört med standardgodset var brandförloppet för konstruktionslimmet PL400 (TS01 T05 PL400) inledningsvis relativt lika, men med PL400 blev toppeffekten och strålningen betydligt högre. Den högre intensiteten beror delvis på att en viss del av limmet rann ned på golvet under hyllsektionen och bildade en poolbrand på ca 0,4-0,7 m². Eftersom limmet är relativt trögflytande bildades det en ”brinnande kaka”, dels under hyllan och dels vid varje plats där varorna placerades innan försöket. Branden var dessutom betydligt långvarigare, vilket kan bero på ett högt energiinnehåll i kombination med det trögflytande tillståndet, som ger långsammare, diffusionsstyr, förångning av de brännbara substanserna.

Som väntat resulterade försöket med avfettning (TS02 T04 AF) i mycket hög strålningsnivå och en hög konvektiv brandeffekteffekt. I försöket var brandeffekten ca 10 gånger högre än standardgodset. I en verklig situation hade branden dessutom blivit betydligt större, eftersom hyllsektionen var placerad i ett 4,5 m² stort kärl och därmed begränsade spridningen av vätskan på golvet. Maximal konvektiv effekt var ca 3400 kW och om man grovt antar att strålningsandelen utgör ca 1/3 så innebär det att den totala brandeffekten uppgick till drygt 5000 kW. Detta motsvarar en brandeffekt på ca 1150 kW/m² brinnande poolyta vilket är rimligt för denna typ av spillbrand. Denna typ av produkt medför alltså en kraftigt ökad risk. Dels skulle varor i hyllorna i närheten av den brinnande sektionen antändas inom ett antal sekunder⁽¹³⁾ av strålningsvärmens (ca 50 kW/m²) och dels skulle branden sprida sig via den brinnande vätskan som rinner ut längs golvet.

I försöken med Bic Mega Lighter (TS02 T03 BML) antänds plast/pappersemballaget relativt snabbt men den första tändaren exploderar först efter 2:40 då alla utom den nedersta kartongen (dvs standardgodset) har antänds. De exploderande tändarna orsakade kortvariga eldkvistar på upp till 1,5 m och att mindre brinnande delar av material flög iväg och hamnade ca 1-2 m från hyllsektionen. Efter sju minuter noterades den sista smällen. Maximal brandeffekt blev drygt dubbel så hög (900 kW) som med endast standardgodset och även strålningsnivån var betydligt högre, ca 18,5 kW/m². Detta innebär en risk för spridning genom strålning och risken kommer dessutom att öka ytterligare på grund av att tändarna exploderar.

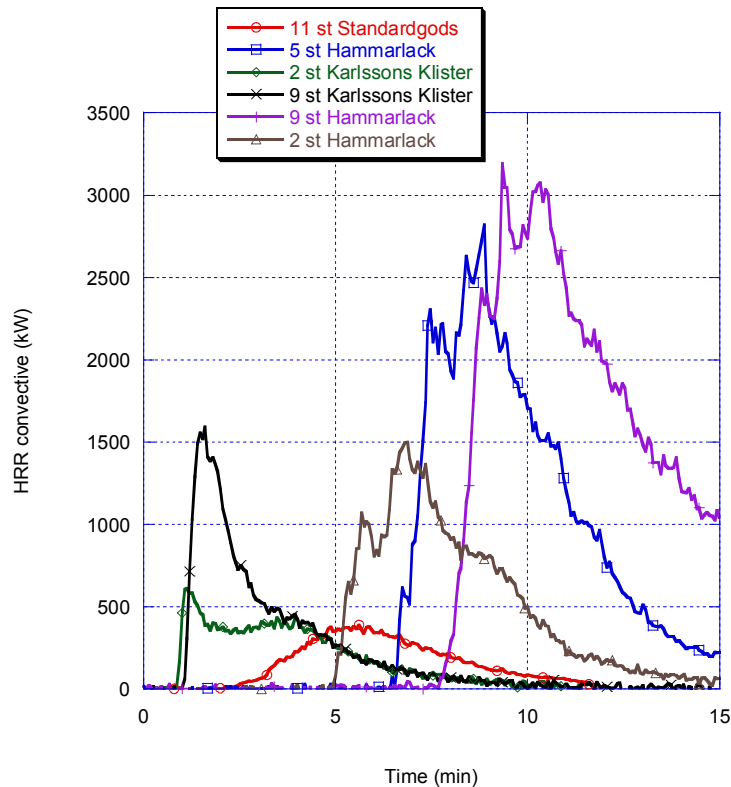
Brandförloppet med Hammarlack (TS02 T06 HL) överensstämde i princip med det i testserie 1, dvs att då locken på burkarna väl lossnade tog sig branden rejält. Tiden till första locket lossnade var ca 6 minuter och tiden till maximal intensitet ca 8 min och 50 sekunder (tid då sista exploderande burken observerades). Den konvektiva brandeffekten nådde som mest ca 2750 kW och strålningsnivån 41 kW/m². Även här bildades en poolbrand som uppgick som mest till ca 2-3 m² som i viss mån begränsades av kärlet under hyllsektionen. Exploderande burkar orsakade även små bränder upp till ca 2 m från hyllsektionen. Risken för brandspridning är alltså uppenbar så snart den brandfarliga varan involveras i branden.

I försöket med små acetonflaskor i plast (TS02 T11 A) blev brandförloppet relativt snabbt och nådde maximal intensitet efter ca 2 minuter och 20 sekunder. Maximal konvektiv brandeffekt blev ca 1800 kW och strålningsnivån ca 17 kW/m². Branden avtog därefter relativt snabbt. Endast begränsade och kortvariga poolbränder uppstod. Poolbranden under hyllsektionen var som störst ca 0,5 m². Begränsade och kortvariga poolbränder uppstod även utanför uppsamlingskärlet av skvättande vätska.

5.2.2 Inverkan av lägre respektive högre lagringstäthet

För att studera inverkan av lagringstätheten i en hyllsektion utfördes ytterligare två försök med vardera Karlssons Klister respektive Hammarlack. I dessa försök användes två respektive varuenheter, dvs 18% respektive 82% brandfarlig vara. Anledningen till att dessa två

produkter valdes var att de i begynnelsekedet av branden hade helt olika beteende. I Figur 15 redovisas effektkurvorna för dessa försök. Som jämförelse redovisas även effektkurva för standardgodset.



Figur 15 Den konvektiva brandeffekten från försök med 2, 5 eller 9 enheter brandfarlig vara. Som jämförelse har effektkurvan från försöket med bara standardgods lagts in.

Försöken med Karlssons Klister (TS02 T07 KK och TS02 T08 KK) visade att effekten tycktes öka relativt linjärt i förhållande till andelen brandfarlig vara. Viss reservation gäller för detta antagande då brandeffektdata saknas för 45% som tidigare redovisats. Vid 82% andel uppgick maximal konvektiv brandeffekt till ca 1600 kW, dvs ca fyra gånger högre än med endast standardgods. Vid 18% andel var dock brandeffekten endast 600 kW, dvs ca 0,5 gånger högre. Strålningsintensiteten varierade inte i samma omfattning utan uppgick som mest till drygt 12 kW/m², dvs ungefär i nivå med endast standardgods.

I försöken med 82% Hammarlack bildades en relativt stor poolbrand, ca 2-3 m², av nedfallande öppna burkar som i viss mån begränsades av kärlet under hyllsektionen. Vissa burkar flög iväg 2-3 m från hyllan och bildade små poolbränder. Med 18% Hammarlack blev poolbranden betydligt mindre, ca 1 m², såsom framgår av Figur 16. Man kan också konstatera att ju mer Hammarlack i hyllorna desto senare blev burkarna involverade i branden. Förklaringen till detta är troligen att det tidiga brandförloppet blir snabbare då det finns fler kartonger i uppställningen. Med många kartonger i förhållande till Hammarlack-burkar erhålls ”skorstenseffekter” i spalterna mellan kartongerna och därmed ökar brandbelastningen på burkarna. En liknande tendens fanns också i de båda försöken med Karlssons Klister.



Figur 16 Brand med varierande mängd Hammarlack respektive standardgods i hyllsektionen. Till vänster är andelen Hammarlack 45% och till höger 18%.

5.3 Resultat testserie 3-Släckbarhet med vattensprinkler mot två hyllsektioner

I testserie 3 undersöktes inverkan av en vattenbegjutning på de brinnande produkterna för att efterlika förhållandet vid en verklig sprinkleraktivering. Utgående från resultaten testserie 1 och 2 valdes två brandfarliga varor samt standardgodset att ingå i testserie 3:

- **PL400** representerar här en vara i en plastförpackning som har högt energiinnehåll och ett brandförlopp som är relativt snabbt och brinner med medelmåttig effekt. PL400 är trögflytande vilket gör att risken för stora poolbränder är liten. Dessutom förekommer många liknande produkter i butiker vilket innebär att det kan finnas relativt stora mängder på en begränsad yta.
- **Hammarlack.** Som framgick av försöken i testserie 1 och 2 fick man en häftig brand med Hammarlack då burkarnas lock efter ett antal minuter lossnade. En intressant frågeställning var därför om fördröjningen tills att Hammarlacken blir involverad i branden är tillräcklig för att ett sprinklersystem skall kyla burkarna så pass att locket sitter kvar. Klarar sprinklern att hindra att fler burkar involveras? Klarar vattnet att släcka branden i en burk?
- **Standardgods.** För att få ett relativt mått på sprinklerns effektivitet kördes även två försök med enbart standardgods.

Försöken utfördes på samma sätt som testserie 2 men med den skillnaden att två hyllsektioner användes vilket innebar plats för 27 varuenheter. De fyra sprinklerna som var monterade över uppställningen aktiverades manuellt då branden nått en sådan intensitet att en sprinklerbulb nått 68 °C ($RTI=100 \text{ m}^{1/2}\text{s}^{1/2}$).

Totalt genomfördes sju försök, två sprinklerförsök med vardera försöksgods samt ett helt fribrinnande försök med standardgodset. Andelen brandfarlig vara utgjordes av 14 varuenheter, dvs 52%. Försöken med sprinkler genomfördes med 5 mm/min på 3 m höjd respektive 10 mm/min på 6 m höjd.

I Tabell 8 redovisas en sammanställning av resultaten såsom för testserie 1 och 2 i form av maximalt uppmätt värmestrålning, konvektiv brandeffekt, tiden till maximal intensitet. Dessutom redovisas tiden till sprinkleraktivering.

Tabell 8 Resultat testserie 3

Produkt Test nr.	Vattentäthet, installationshöjd	Sprinkler aktiveras (min:s)	Max strålning (kW/m ²)	Max konvektiv effekt (kW)	Max rök (m ² /s)	Ca tid till maxvärde (min:s)
Standardgods TS03 T01 SG	Fribrinnande	-	24	760	16	6:00
Standardgods TS03 T02 SG	5 mm/min, 3 m höjd	4:36	13	570	4	4:40
PL400 TS03 T03 PL400	5 mm/min, 3 m höjd	4:46	12	760	3	5:00
Hammarlack TS03 T04 HL	5 mm/min, 3 m höjd	6:55	9	1800*	2	7:30
Standardgods TS03 T05 SG	10 mm/min, 6 m höjd	5:15	21	720	12	5:30
Hammarlack TS03 T06 HL	10 mm/min, 6 m höjd	4:44	17	2400	7.5	6:50
PL400 TS03 T07 PL400	10 mm/min, 6 m höjd	4:26	14	1350	10	8:00

*En kortvarig topp vid 7:25. I övrigt var effekten ca 400-500 kW med korta toppar på upp till 750 kW

Detaljresultaten från mätningarna redovisas i diagramform som funktion av tiden för varje försök i Bilaga 8.

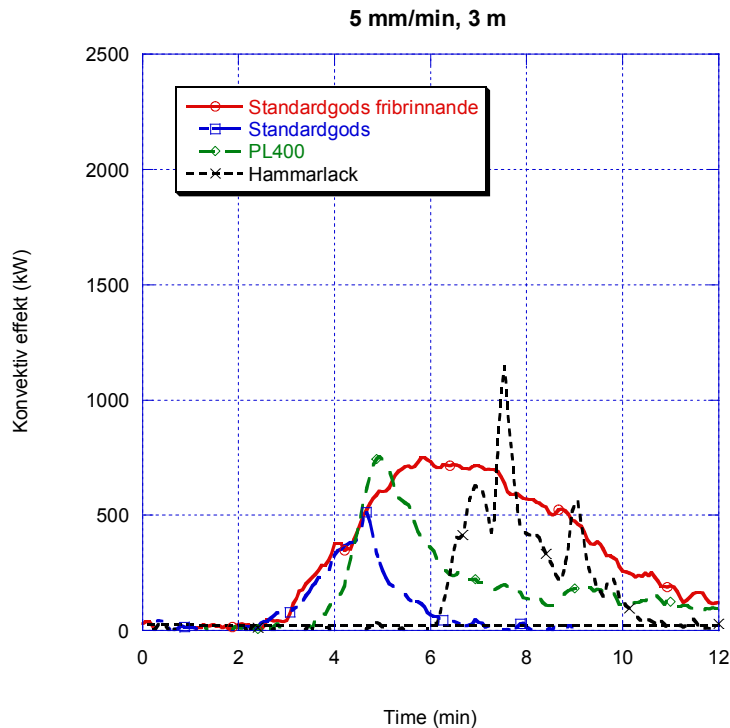
I det fribrinnade försöket med standardgodset (TS03 T01 SG) erhöles en maximal konvektiv brandeffekt på ca 760 kW, se Figur 17. Även strålningsnivån ökade markant, till 24 kW/m², vilket innebär stor risk för brandspridning till angränsande varor. Även rökproduktionen ökade på grund av den större uppställningen.

5.3.1.1 Sprinklerdimensionering, 5 mm/min och 3 m

Försöket med standardgods (TS03 T02 SG) visade tydligt att sprinklerna har förmåga att kontrollera och släcka branden innan den spridit sig vidare. Så snart sprinklern aktiverats kontrollerades branden omgående och skadorna blev begränsade. Maximal strålningsnivå halverades i stort sett och rökproduktionen minskade till ca en fjärdedel.

Även i försöket med PL400 (TS03 T03 PL400) kontrollerades branden av sprinklerna. Branden var dock mer ihållande och spred sig något även efter det att sprinklerna aktiverats.

Liksom i tidigare testserier visade försöket med Hammarlack (TS03 T04 HL) att det tar en viss tid innan burkarna ”exploderar” och den brandfarliga varan involveras i branden. Först då flera burkar exploderat var branden så stor att aktiveringstemperaturen uppnåddes och sprinklerna aktiverade. Branden dämpades och begränsades dock snabbt även om det under fortgående vattenbegjutning fortfarande exploderade burkar, ibland med kraftiga kortvariga flammor. Den relativt höga effekten som redovisas i Tabell 8 är effekten av en kraftig smäll vid 7:25, i övrigt låg brandeffekten på ca 400-500 kW med korta toppar på upp till 750 kW, se Figur 17. Branden begränsades och var i princip släckt efter 13-14 minuter förutom några brinnande burkar på hyllplan 2.



Figur 17 Uppmätt brandeffekt som funktion av tiden med en sprinklerskyddad uppställning, 5 mm/min, höjd 3 m. Det fribrinnande standardgodset redovisas som jämförelse. Notering: För att göra diagrammet mer tydligt har mätdata medelvärdesbildats med $\pm 2,5$ s kring varje mätpunkt varför de kortvariga pikarna visar ett lägre värde.

5.3.1.2 Sprinklerdimensionering, 10 mm/min och 6 m

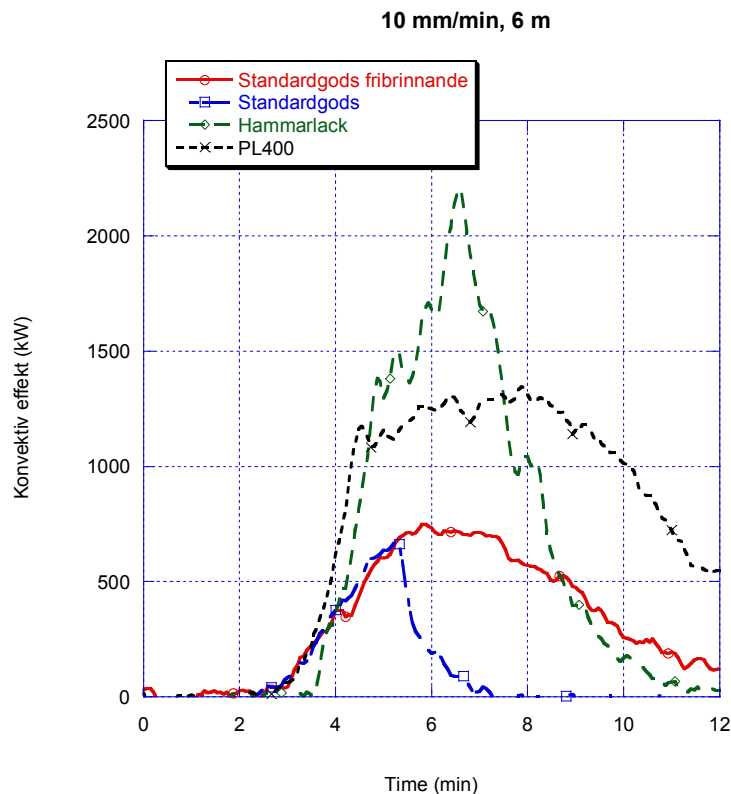
Vid en sprinklerinstallation på 6 m fördröjdes tiden till att sprinklerna aktiverades på grund av att de varma brandgaserna hann ”spädas ut” mer innan de nådde sprinklern. I försöket med standardgodset (TS03 T05 SG) hann branden växa till sig så att maximal brandeffekt var nästan lika stor som i det fribrinnande försöket innan sprinklerna aktiverades. Detta återspeglas också på maximal strålningsintensitet och rökproduktion. Sprinklerna kontrollerade dock branden omgående och skadorna blev begränsade.

I försöket med Hammarlack (TS03 T06 HL) drog sig flammen från gasolbrännaren något snett inledningsvis vilket innebar att kartonger med standardgods snett ovanför brännaren antände först. Den relativt intensiva branden från kartongen fick en burk på hyllplan tre att explodera, vilket resulterade i att ena halvan av uppställningen var involverad i flammor då sprinklerna aktiverades. Sprinklerna nådde därför aktiveringstemperaturen snabbare än i försöket med 3 m installationshöjd, trots den högre höjden. Branden var dock så pass utvecklad att sprinklerna till en början fick svårt att kontrollera branden vilket innebar en ökad brandutveckling under 3-4 min, se Figur 18. Eftersom branden var koncentrerad till ena halvan av uppställningen, och i princip hela ena kortsidan var involverad i lågor kan man anta att branden spridit sig till en ytterligare hylla om detta ingått i uppställningen. Detta hade sannolikt begränsat sprinklernas effektivitet ytterligare. Med exploderande färgburkar och resulterande poolbränder (max 0,5-1 m²) var branden relativt stor. Dock blev skadorna begränsade till i princip en totalskada på den ena halvan och relativt oskadade varor på den andra halvan. Brandeffekten blev

betydligt högre än i motsvarande försök med sprinkler på 3 m höjd och uppgick till ca 1500-2000 kW under 2-3 minuter med ett maxvärde på 2400 kW.

I försöket med PL400 (TS03 T07 PL400) hann branden sprida sig ända ut till ena kortändan på hyllplan fyra innan sprinklerna aktiverades. Sprinklerna klarade dock inte av att dämpa branden och förhindra brandspridning vilket medförde att efter det att sprinklerna varit på i 1-2 minuter brann det i hela ena kortsidan. Efter ytterligare 4-5 minuter brann det i samtliga varor. Samtliga varor blev involverade i branden, dock begränsat längst ut mot kanterna på övre plan. Branden hade sannolikt spridit sig vidare om det funnits fler hyllor med varor i direkt anslutning till de brinnande hyllorna. Dock är det möjligt att branden till slut kontrollerats, men detta är en osäker bedömning.

Det bör i detta sammanhang noteras att sprinkler med RTI-värde $100 \text{ m}^{1/2}\text{s}^{1/2}$ simulerades i testserie 3. Detta värde kan anses som rimligt för ett traditionellt sprinklersystem, vilket man kan förvänta sig finns i existerande byggnader. Sprinklerbranschen har dock på senare år mer och mer övergått till snabbare sprinkler, så kallade fast response, med ett RTI-värde på $<50 \text{ m}^{1/2}\text{s}^{1/2}$ vilket ökar möjligheterna för sprinklersystemet att kontrollera branden.



Figur 18 Uppmätt brandeffekt som funktion av tiden med en sprinklerskyddad uppställning, 10 mm/min, höjd 6 m. Det fribrinnande standardgodset redovisas som jämförelse. Notering: För att göra diagrammet mer tydligt har mätdata medelvärdesbildats med $\pm 2,5$ s kring varje mätpunkt varför de kortvariga pikarna visar ett lägre värde.

5.4 Resultat - Testserie 4-Inverkan av sprinkler i butiksmiljö.

I testserie 4 genomfördes tre fullskaliga försök, två med ett sprinklersystem installerat och ett helt fribrinnande. De två sprinklerförsöken representerade i sin tur två olika vattentätheter. I dessa försök användes riktiga sprinkler med glasbulb som aktiverades automatiskt. Sprinklernas spridarplatta var placerad 15 cm under taket (takhöjd 4 m). RTI-värdet var ca $50 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{1/2}$.

De varor som valdes ut att ingå i försöken baserades på de samlade erfarenheterna från tidigare testserier. Eftersom syftet var att efterlikna förhållanden i en verklig butiksmiljö användes totalt sju olika typer av brandfarlig vara i kombination med standardgodset enligt Tabell 9. Varorna placerades på liknande sätt som i tidigare testserier där hyllorna delades in i fack vardera motsvarande en varuenhet. Mängd och placering anpassades för att få så intressanta och utslagsgivande försök som möjligt.

PL400 placerades så att denna utgjorde den primära branden då den visat sig ha ett högt energiinnehåll och därmed ge förutsättningar för en lång varaktighet. PL400 visade sig dessutom förhållandevis svårsläckt i testserie 3.

Tabell 9 Varutyper och mängder som användes i testserie 4:

Vara	Antal	Antal varuenheter
Hammarlack	192	8
Karlssons Klister	528	24*
PL400	162	9
Bic Mega Lighter	282	12*
Avfettning	8	1
Kapellimpregnering	8	1
Aceton	72	3
Standardgoods	-	38

*8 på varje spjut

Jämfört med tidigare försök var Karlssons Klister och Bic Mega Lighter placerade på spjut koncentrerat i större mängder. Detta för att bättre efterlikna en verklig exponering i butik.

I försöken uteslöts sprayburkar helt, dels av säkerhetsskäl, dels då exploderande burkar skulle kunna leda till mycket olika brandförlopp. Vidare användes endast två varuenheter med brandfarlig vätska i plastflaska. Detta på grund av att det är helt uppenbart att denna typ av produkt borde förvaras i brandskåp. För att flaskorna inte skulle helt styra brandförloppet placerades de inte i direkt anslutning till gasolbrännaren och den förväntade initialbranden och dessutom var de åtskilda från varandra. Syftet att trots allt ha med flaskorna var att se om sprinklerna klarade att skydda dem mot brandpåverkan och läckage.

Uppställningen var i princip identisk i alla tre försök för att få jämförbara resultat (marginell skillnad i det fribrinnande försöket). I de två mittersta hyllorna fanns totalt 16 varuenheter brandfarlig vara samt 11 enheter standardgoods, dvs ca 59 % brandfarlig vara. I de yttersta hyllsektionerna var andelen brandfarlig mindre, ca 25 %, se Figur 19.

I Bilaga 5 finns en principskiss över fördelningen av varor.



Figur 19 Fördelningen av varor i testserie 4. I de två mittersta hyllorna fanns totalt 16 enheter brandfarlig vara samt 11 enheter standardgods, dvs ca 59 % brandfarlig vara.

I Tabell 10 ges en summering av resultaten från de tre försöken presenterade. I denna testserie fanns inte möjlighet att mäta brandeffekten varför en visuell uppskattning gjorts av tiden till maximal brandintensitet. För varje försök redovisas på liknande sätt som i testserie 1-3 en ungefärlig tid då effekten visuellt var högst. I Figur 20 och Figur 21 visas foton av det inledande brandförloppet.

Tabell 10 Resultat testserie 4

Test nr.	Sprinkler-dimensionering	Första sprinkler aktiveras (min:s)	Sista sprinkler aktiveras (min:s)	Antal aktiverade sprinkler	Visuellt max intensitet (min:s)
1 (TS04 T01)	9,4 mm/min över 72 m ²	4:30	4:45	8*	6:00-7:00
2 (TS04 T02)	5 mm/min över 72 m ²	3:13	3:46	8*	4:30-6:00
3 (TS04 T03)	Fribrinnande	-	-	-	5:00-6:00

*) Samtliga installerade sprinkler. I en verklig sprinklerinstallation hade sannolikt fler sprinkler aktiverats.

Som framgår av Tabell 10 aktiverades sprinklerna snabbare i test 2 än i test 1. Anledningen var att det inledande brandförloppet var snabbare i test 2 än i test 1. Varför brandförloppet blev snabbare i ena fallet, trots helt lika förutsättningar, kan ha flera orsaker, t.ex. något ojämna flammor från gasolbrännaren eller ett svagt luftdrag i brandhallen. En direkt avgörande orsak till att sprinklerna aktiverades vid olika tidpunkter var att i test 1 exploderade första Hammarlack burken efter drygt 4 minuter medan detta skedde redan efter knappt 3 minuter i test 2.

I det första försöket, vattentäthet 9,4 mm/min, begränsades branden till de två mittersta hyllsektionerna samt till en del av hyllan till höger, dvs med Karlssons Klister. Branden i

Karlssons Klister blev dock relativt begränsad och lugn, eftersom förpackningarna hunnit vätas av sprinklervattnet innan branden spred sig.

I det andra försöket, vattentäthet 5 mm/min, begränsades branden till de två mittersta hyllorna. De förpackningar som blivit tillräckligt våta fattade inte eld överhuvudtaget, inte ens tändarna eller Karlsson klister.

En jämförelse mellan restskadorna från de två första försöken tyder på att med mindre vattentäthet begränsas branden mer, se foton efter försöken i Figur 22. Det skulle kunna förklaras med att vattenfördelningen och vattendropparnas storlek var gynnsammare med mindre flöde. En direkt jämförelse av brandförloppen visar dock att med den högre vattentätheten avtog branden snabbare efter att den nått sitt maxvärde. Man kunde också konstatera att i försöket med den högre vattentätheten blev rökutvecklingen i rummet en annan. Sprinklerna orsakade en större omrörning i rummet och därmed blev röken mer jämnt fördelad mellan tak- och golvnivå. I försöket med låg vattentäthet kunde lågorna och röken ge sig av uppåt utan att påverkas lika mycket av vattnet, med påföljd att mindre rök förekom i de nedre regionerna samt att brandplymen kunde hållas vid liv med mer tillgång till syre. Det faktum att burkarna började explodera tidigare i test 2, vilket ledde till en snabbare aktivering, kan också vara avgörande för hur branden utvecklades och sprinklernas förmåga att kontrollera.

Man skulle kunna frestas att dra slutsatsen att en låg vattentäthet är att föredra eftersom branden begränsades mer i detta fall. Denna slutsats är dock förhastad med tanke på brandutvecklingen. Att lågorna och röken blev mer uppåtriktade med den lägre vattentätheten skulle i en verklig situation dessutom kunna leda till att fler sprinkler aktiveras och risken finns då att systemets verkningsyta överskrids. Något som inte undersöktes i försöken.

Slutsatsen man dock kan dra är att vattentätheten inte är fullt så kritisk som man kanske kan tro. Snarare är en snabb aktivering viktigare. I jämförelse med erfarenheten från försöken i testserie 3, där en långsammare sprinkler simulerades, ser man tydligt att sprinklerna aktiveras tidigare med en snabb sprinkler.

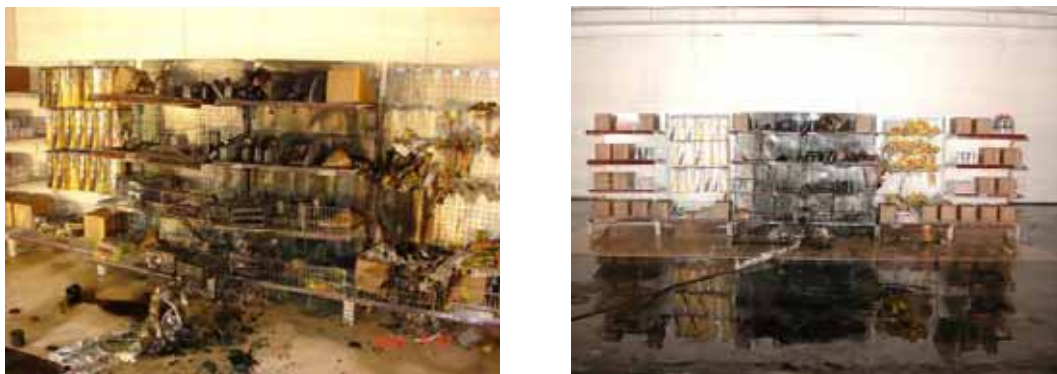
Även om branden inte omedelbart dämpades av sprinklerna begränsades spridningen av branden. Försöken visar att en sprinklerinstallation ger ett bra skydd då en viss del av varorna består av brandfarlig vara.



Figur 20 Branden börjar få fäste efter ca 2,5 minuter.



Figur 21 Första sprinklern aktiverades efter 3 min och 13 sekunder i test nr 2. Fotot visar branden ca 30 sekunder efter att sprinklern aktiverats. Branden ökar något under ca 2 minuter men begränsas till de två mittersta hyllsektionerna.



Figur 22 Restskador efter sprinklerförsök. Till vänster restskador efter test nr 1, dvs med vattentäthet 9,2 mm/min. Till höger med vattentäthet 5 mm/min.

Det tredje försöket utfördes helt fribrinnande för att på ett tydligt sätt få en uppfattning om sprinklersystemets inverkan på brandförloppet. När det gäller den initiala brandutvecklingen överensstämde detta försök i stort sett med det andra sprinklerförsöket. Som framgår av fotot i Figur 23 utvecklades branden snabbt och vid 4,5 min, dvs ca 1 min efter det att sprinklersystemet aktiverades i sprinklerförsök 2, var en stor del av hyllsystemet involverat i branden och i en verklig butiksmiljö hade branden med säkerhet redan spridit sig till angränsande hyllsystem och varit ännu större.



Figur 23 Fribrinnande butiksinredning efter ca 4,5 minuter.

6 Förekommande skyddssystem

För att verkligen uppfylla kraven i föreskrifterna krävs i praktiken att någon typ av skyddssystem för brandfarlig vara finns på försäljningsstället. Nedan ges en översikt och exempel av olika existerande tekniska lösningar samt kommentarer kring deras för- och nackdelar, etc. Några exempel från befintliga butiker beskrivs.

Ett generellt problem för handeln med samtliga passiva skyddssystem, är att de brandfarliga varorna ofta tillhör olika produktgrupper och det blir därmed svårt att sammanföra dessa på en eller ett fåtal platser i butiken. Detta innebär att det i praktiken fortfarande finns många produkter blandat med övrigt produktsortiment. Ett annat generellt problem är märkningsreglerna som innebär att brandfarlig vätska med flampunkt $\geq 210^{\circ}\text{C}$ (klass 2 och 3) inte ska märkas med flamsymbol. Vissa sådana produkter kan, när de utsätts för brand och på grund av sitt energiinnehåll och förpackning, höra till de mest riskabla i hela butiken.

6.1 Brandavskiljande skåp

Brandavskiljande skåp för brandfarlig vara har funnits på marknaden sedan 1998 och är det skyddssystem som i dagsläget funktionsprovas och certifieras. Under 1997-98 utarbetades funktionskrav och godkännanderegler för brandavskiljande skåp. Provningsmetoden som ligger till grund för godkännande benämns SP Metod 2369 ⁽¹⁰⁾. Kraven på skåpen är dels att en brand som startar inuti skåpet inte får sprida sig utanför detta och dels att en brand utanför skåpet inte får involvera den brandfarliga varan på så sätt att branden förvärras. Skåpen finns i två klasser, där skåp av Klass 1 har ett krav på att temperaturen inne i skåpet inte får överstiga 200°C vid brandproven. Detta medger lagring även av aerosolbehållare, som vid högre temperaturer sannolikt exploderar och därmed kan påverka skåpets funktion. Skåp av Klass 2 saknar temperaturkrav.

Användning av brandskåp medför en friare placering av brandfarliga varor jämfört med vad som anges i tabellen i SÄIFS 1996:2. Användning av brandskåp medför att man kan få överskrida avståndskrav och totala mängder men endast om all brandfarlig vara förvaras i godkända skåp ⁽¹¹⁾.

I dagsläget finns ett antal olika typer av P-märkta skåp med en tillåten förvaringsvolym på upp till ca 450 L. Användandet av brandavskiljande skåp är mycket utbrett och finns idag på många större försäljningsställen.

En fördel med att använda brandavskiljande skåp är att det finns certifieringsregler för skåpen och att det därmed inte behöver förekomma några diskussioner eller utredningar om dess lämplighet. En förutsättning är förstås att all brandfarlig vätska förvaras i skåpet. I praktiken är det som tidigare nämnts inte alltid fallet. Skåpen kan också upplevas som något opraktiska och utrymmeskrävande.

6.2 Avskilt utrymme

En annan lösning för att uppfylla kraven i föreskrifterna är att samla all brandfarlig vara i ett avskilt utrymme, som i sig är klassat för att förhindra spridning av en brand till övriga utrymmen i försäljningslokalen. Detta är en lösning som blivit relativt vanlig på senare år och som kan accepteras under förutsättning att man kan visa att en eventuell brand sannolikt inte sprider sig.

6.2.1 Exempel - EKO Stormarknad i Borås

På EKO Stormarknad i Borås har man samlat brandfarlig vara i ett rum på ca 10 m². Butiken är belägen en trappa ned i en fastighet som även inhyser annan verksamhet. Takhöjden i butiken är ca 3,5 m och hela butiken är sprinklad. Vid ett besök i butiken informerade Ulf Bordahl om hanteringen av brandfarlig vara. Ulf är föreståndare för avdelningen. Ulf har haft positiv kommunikation med brandmyndigheten via bl.a. vice brandchef Bo Molin. De har tillsammans utarbetat hanteringen av brandfarlig vara.



Figur 24 Avskilt utrymme för brandfarlig vara på EKO Stormarknad i Borås. Notera rökdetektorn i taket utanför rummet. Denna samt ytterligare en inne rummet stänger dörren automatisk vid detektion.

Rummet för brandfarlig vara är beläget relativt långt in i varuhuset från entrén sett. Utrymningsväg/inträngningsväg finns ca 25 m från rummet via ett lagerutrymme/godsintag. Inget avlopp fanns i rummet men en ca 20 mm hög tröskel hindrar ett begränsat bränslespill från att rinna ut. Rummet är byggt med 4 lager gips, vilket enligt Ulf var godkänt med råge vid besiktning. De varor som skall förvaras i rummet är brandklassade vätskor. Ulf förvarar av praktiska skäl även vissa oklassade varor (ex destillerat vatten, glykol, motorolja) i rummet.

Rummet har en brandklassad (A60) dubbeldörr som är kopplad till magnetstängare som enligt uppgift från fastighetsskötaren är kopplad till en rökdetektor i rummet respektive en strax utanför dörren. Dörrarna stängs alltså med automatik då någon av dessa två rökdetektorer aktiverar. I rummet fanns två sprinklerhuvuden, kopplade till det ordinarie sprinklersystemet. Sprinklerna har 3 mm bulb vilket indikerar snabba sprinkler (RTI ca 50 m^{1/2}s^{1/2}). Vid händelse av brand och att sprinklerna löser ut begränsas troligtvis branden i rummet. Om mängden icke vattenlösliga brandfarliga produkter i rummet är stor eller om tillräcklig spädning av vattenlösliga produkter inte hunnit ske kan det finnas en viss

risk för spridning av brand via uttrinnande släckvatten. I sådana fall bör man överväga att öka invallningens storlek eller använda skum som släckmedel.

Aerosoler förvaras fritt i varuhuset, och enligt Ulf har man inte fått några restriktioner från brandmyndigheten. Andra varor med låg flampunkt, ex lim, färg, spackel mm. förvaras även de fritt i varuhuset utan restriktioner. Här har man alltså gjort bedömningen att det är lättflytande vätskor som skall förvaras i det avskilda rummet.

Ulf berättade att man tidigare hade brandskåp, men detta tyckte man fungerade dåligt. Försäljningen minskade ca 80 % jämfört med innan skåpen infördes. Varorna blev mindre tillgängliga och i praktiken hamnade varor ofta utanför. Rummet för brandfarlig vara fungerar bättre, speciellt efter en viss tid då kunderna vant sig. På det hela taget var man nöjd med denna lösning för att hantera brandfarlig vara i varuhuset.

6.3 Alkover

Ett ytterligare sätt att förvara brandfarlig vara på försäljningsställen är att samla de brandfarliga varorna i en eller flera alkover med tillhörande brandjalusi. Detta är en lösning som finns i ett flertal större butiker.

6.3.1 Exempel - Harald Nyborg i Borås

På Harald Nyborg i Borås har man valt att samla brandfarlig vara i en alkov med rulljalusi. Varuhuset hör till en nybyggd fastighet, Borås Arena. Varuhuset är ej sprinklat och det är högt till tak, ca 10-15 m.

Vid ett besök varuhuset gavs information av Anders Hultberg, brandutbildad och ”ansvarig” för brandfarlig vara hantering i butiken, och Sara Arlt, varuhuschef.

Alkoven är belägen längst in i varuhuset från entrén sett. Utrymningsväg (inlastning) finns ca 10 m från alkoven. De varor som skall förvaras i alkoven är alla brandklassade vätskor samt aerosoler med propan som drivgas. Mängden av varje produkt är reglerad i tillståndet som utarbetats i överenskommelse med brandmyndigheten. Ett buffertlager av brandfarlig vara finns i en container utanför fastigheten. Man fyller på alkoven flera gånger om dagen. För att på ett mer säljande sätt exponera produkterna har man på vissa ställen en tomflaska uppställd på ”naturlig plats” ute i butiken med hänvisning till alkoven.



Figur 25 Alkov med jalusi på Harald Nyborg i Borås. Till höger information från tillverkaren.

Andra varor med låg flampunkt, ex lim, färg (vattenbaserad enligt uppgift), spackel mm. förvaras fritt i varuhuset utan restriktioner. Här har man alltså gjort bedömningen att det är lättflytande vätskor samt aerosoler med propan som drivgas som skall förvaras i alkov. Att förvara brandfarlig vätska och aerosoler i samma begränsade utrymme är i de flesta fall otillåtet med tanke på risken för att aerosolbehållarna kan explodera vid brand.

Jalusien framför alkov stängs via tryckknapp varje kväll. Jalusien är utförd av ledad plåt och tog ca 20 sekunder att stänga. En rökdetektor är placerad i taket av alkov som hade en takhöjd på ca 3-4 m. Efter diverse efterforskningar kunde det konstaterats att rökdetektorn ej är kopplad till jalusien. Jalusien skall alltså stängas manuellt via tryckknappen vid en eventuell brand. Uppgifter om eventuell brandklass, röktäthet, täthet mot vätskespill etc saknades. Alkov hade inget avlopp och det fanns ingen tröskel på golvet som fångade upp eventuellt bränslespill. Ingen dokumentation på att alkov med jalusi är utprovad med ett brandscenario som man kan förvänta sig med dessa typer av varor fanns tillgänglig.

Butikschef Sara Arlt tyckte denna lösning var bättre än skåp för brandfarlig vara. Kunder klagar ibland på att tex spolarvätska ej finns lättillgängligt vid kassorna vilket det gör på många andra ställen. Enligt Sara är tillståndet nytt medan andra butiker har äldre tillstånd som inte kan ändras innan det är dags för förnyelse². Det finns ingen enhetlig lösning inom varuhuskedjan hur brandfarlig vara skall hanteras. Det är den lokala brandmyndigheten som i samråd med respektive butik avgör vad som är lämpligt. I Borås har man haft god kommunikation med brandmyndigheten.

² Detta är en missuppfattning – tillstånd kan ändras när som helst under giltighetstiden om det finns skäl till det.

6.4 Aktiva släcksystem - Kemikalieavdelning

En lösning för att uppfylla kraven i föreskrifterna kan vara att använda sig av ett aktivt lokalt släcksystem. Som framgått av resultaten från detta projekt kan ett ”normalt” heltäckande sprinklersystem förmodligen kontrollera och dämpa en brand om mängden brandfarlig vara är begränsad. Däremot om sortimentet består av en stor andel brandfarlig vara i plastflaskor är sannolikheten stor att sprinklersystemet inte klarar att begränsa branden. Ett släcksystem kan dock sannolikt kunna dimensioneras som ett punktskydd och anpassas till de förutsättningar som råder där brandfarlig vara förvaras och hanteras.

6.4.1 Exempel – Biltema i Göteborg

På Biltema i Göteborg, Backaplan, har man valt att samla den största delen av varuhusets ”kemikaliprodukter” i en Kemikalieavdelning, vilken är placerat i ena hörnet av varuhuset. De varor som anses tillhöra gruppen ”brandfarlig vara” förvaras inom kemikalieavdelningen i alkover med jalousier och lokalt sprinklersystem.

Vid ett besök i varuhuset informerades varuhuschefen Gösta Niklasson om hanteringen av brandfarlig vara. Varuhuset öppnades i januari 2000. Byggnaden projekterades och byggdes med hänsyn till brandbestämmelser och byggnorm. Gösta upplevde dock att man inte tagit hänsyn till verksamheten utan överlämnade istället det till verksamhetsutövaren.

Lokalen är uppskattningsvis ca 10-15 m hög. Inget heltäckande sprinklersystem finns installerat. Dock finns ett inaktivt sprinklersystem som hänger ca 4 m över Kemikalieavdelningen. Gösta berättade att strax efter att detta system installerats insåg man att det är verkningslöst eftersom sprinklerna hänger fritt i luften och därigenom kan inte varma gaser från en brand ansamlas kring sprinklern och aktivera den. I dimensioneringsregler (¹²) finns krav på rekommenderat och maximalt avstånd från sprinkler och tak. Systemet är nu urkopplat sedan ca 3 år men man har inte plockat ned rör och sprinkler. Se Figur 26. Det här hade kunnat bli ett bra exempel på ”punktskydd” men pga ett grundläggande fel i dimensioneringen har man varit nöjd sig med att det inte fungerar. För att systemet skall fungera tillfredställande borde man dessutom använt skuminblandning. Dimensionering och val av eventuell inblandning av skum måste dock göras i en ”särskild utredning”



Figur 26 Översiktbild på kemikalieavdelningen på Biltema i Göteborg, Backaplan.

Biltema hanterar förhållandevis mycket stora mängder kemikalieprodukter. Gösta tyckte lösningen med kemikalieavdelning är en fungerande lösning, dels säljmässigt och dels säkerhetsmässigt. Han var dock lite tveksam till personalens hantering av brandfarlig vara under tider med mycket kunder.

”Brandfarlig vara” inklusive aerosoler förvaras i alkover med jalousier och spilltråg. Från början hade man denna lösning endast för aerosoler och kompletterade sedan med alkover till brandfarliga vätskor. Här har man valt att hålla isär vätskor och aerosoler i separata alkover. De varor man förvarar i alkoverna är varor med flamsymbol (spolarvätska, T-röd, lösningsmedel mm). Övriga kemikalier (bl.a. klass 2-3 varor) förvaras fritt på ett säljande sätt, främst inom Kemikalieavdelningen. Gösta har inte funderat över riskerna med klass 2-3 utan förlitar sig på krav som ställts av den lokala myndigheten. Jalousien kan stängas manuellt vilket tog ca 20 sekunder vid en demonstration (stannade dock på 2/3 eftersom varor stod i vägen). Jalousien sluter relativt tätt med en ca 5 cm bred gummiklädd kant mot golvet. Inga rökdeckare i närheten av alkoverna kunde noteras. Enligt Gösta skall/borde jalousien gå ned automatiskt då brandlarmet aktiveras men kunde inte bekräfta om så var fallet. Utanför alkoverna, under ett utskjutande tak satt sprinkler som vid en eventuell brand löser ut. Oklart om jalousien eller sprinklern löser först. Se Figur 27. Ingen dokumentation på att alkoverna med jalousi är utprovad med ett brandscenario som man kan förvänta sig med dessa typer av varor fanns tillgänglig.



Figur 27 Alkov med jalusi samt sprinkler på Biltema i Göteborg, Backaplan.

Enligt Gösta har samtliga Biltema varuhus samma typ av hantering av brandfarlig vara. Det finns dock för närvarande ingen säkerhetsansvarig med övergripande ansvar. Inom Biltema pågår dock diskussioner om hur man skall utöka och eventuellt förändra förvaringen i butikerna. Ett förslag är att bygga ut systemet med alkover. En annan lösning som diskuterats är separata rum, Kemrum.

Ett lagringsrum för brandfarlig vara fanns beläget i bakomliggande lagerutrymmen. Rummet är brandklassat med nedsänkt golv för att förhindra vätska att rinna ut. Rummet har en brandklassad dörr som är kopplad till automatisk dörrstängare via rökdeckare.

Kontakten med brandmyndigheten är god. Gösta tycker dock att det är för mycket tolkningsutrymme och efterlyser klara direktiv och anvisningar.

7 Diskussion

I föreskrifterna, SÄIFS 1996:2, sägs i kapitel 3.2 att ”Brandfarlig gas och vätska skall hanteras på ett sådant sätt att betryggande säkerhet föreligger. Hanteringen får inte försvåra utrymning och räddningsinsats”.

Baserat på detta kan man anta att ett primärt syfte med föreskriften är att säkerställa så att hanteringen av brandfarlig vara ute i butikerna inte skall leda till en avsevärt ökad risk jämfört med om man inte saluförde någon brandfarlig vara alls. I förlängningen borde detta i sin tur innebära att det primära är att identifiera de produkter, oavsett formell flampunktsklassning, som har ett ”värre” brandbeteende än ”vanliga” varor ute i handeln.

Vidare kan man tolka föreskriften så att det är det tidiga brandförloppet som är intressant, framförallt de första 5-10 minuterna när utrymning skall ske. För att täcka in inledningen av räddningstjänstens insats kan man sträcka ut tidsperioden till de första 20 minuterna. Det är primärt under detta tidsförlopp som den brandfarliga varan inte får förvärra situationen på ett signifikant sätt jämfört med om butiken endast innehållit ”vanligt” gods. Det var också detta resonemang som låg till grund för de krav som fastställdes för de brandskåp som numera kan användas för förvaring av brandfarlig vara⁽¹⁰⁾. I ett senare skede, vid en fullt utvecklad brand i en lokal/byggnad är dess innehåll av mindre betydelse. I detta fall måste ändå räddningsinsatsen inriktas mot att försöka släcka branden eller begränsa dess spridning, ofta genom en utvändigt insats för att begränsa egendomsskadorna. Kunskap om brandbelastningen i lokalen är i detta läge naturligtvis viktigt.

Vid de besök i butiker med olika skyddssystem för brandfarlig vara diskuterades bl.a. att märkningen av produkter är undermålig och att det ofta är svårt att avgöra vilka produkter som är klassade. Exempelvis noterades det att flaskor med tändvätska hos Harald Nyborg helt saknade information som ”Brandfarlig” medan detta återfanns på flaskorna i på Eko Stormarknad. Förklaringen till detta kan vara att det finns olika typer av tändvätskor, t ex naftabaserad, och därmed klass 3, vilken inte skall märkas med ”Brandfarlig” trots att den är det enligt LBE. Andra typer kan vara av den nya miljövänliga typen som är etanolbaserad och vanligen klass 1 (flammasymbol) eller 2a (”Brandfarligt”). Detta betyder att olika märkning i olika butiker inte behöver vara felaktig.

Olika tolkningar av vad som ska hanteras som brandfarlig vara förekommer i de olika butikerna. I samtliga besökta butiker har man haft god kommunikation med brandmyndigheten men hur hantering och tillstånd ser ut tycks bero på vem man diskuterar fram en lösning med.

Vid besöken framgick också behovet av realistiska provningsmetoder och krav på skyddssystem, ex. alkover, för förvaring av brandfarlig vara.

7.1 FIGRA-värdet skulle kunna komplettera flampunktsklassificering för konsumentförpackade produkter

Baserat på resonemanget ovan borde man alltså kategorisera de brandfarliga varorna (egentligen alla varor) utifrån beteendet i det tidiga brandförloppet. En produkt som antänds mycket lätt och dessutom snabbt ger en hög brandeffekt är betydligt farligare än en produkt som är svår att antända och som dessutom resulterar i låg brandeffekt.

7.1.1 Vad är FIGRA?

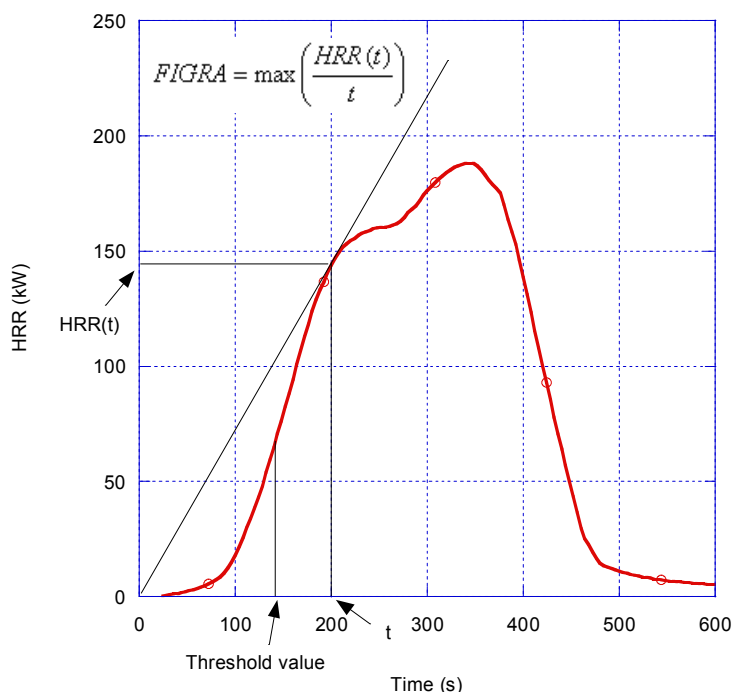
Resonemanget ovan, med tid och brandeffekt, tillämpas vid brandklassificering av byggnadsprodukter, kablar, rörisolering, etc. enligt nu gällande EU-normer (¹⁴). I de brandprovningssmetoder som används mäts den totala brandeffekten från produkten under standardiserade förhållanden. Baserat på brandbeteendet, dvs brandutvecklingshastighet, totalt frigjord energi, etc kan produkten klassificeras genom att beräkna ett sk FIGRA-värde (**FIRE GROWTH RATE**).

Principen för FIGRA-värdet kan beskrivas med följande samband :

$$FIGRA = \max\left(\frac{HRR(t)}{t}\right)$$

FIGRA -värdet är alltså det maximala värdet av kvoten mellan den brandeffekten (HRR=Heat Release Rate) och tiden då detta inträffar. Observera att det inte behöver vara vid tiden då man har maximal brandeffekt. Det man vill beskriva är ett sammanvägt mått på produktens brandeffekt och hur snabbt branden växer. Sambandet kan också beskrivas grafiskt, se Figur 28. FIGRA -värdet ger ett mått på branddynamiken för produkten. Ett annat sätt att karakterisera en produkt är att titta på den energi som produkten kan utveckla vid brand. Energin ger ett mått på den brandbelastning som produkten orsakar. I EU-normerna tas även energin med som en parameter då produkten klassificeras.

Provningsmetoderna som används för att bestämma FIGRA-värdet enligt gällande EU-normer är provningsmetoder i relativt liten skala. Resultaten har dock en koppling till resultat i större skala, som i sin tur antas illustrera förloppet i en verklig brand. Exempelvis gäller för klassificering av ytskikt att testet utförs med den småskaliga metoden SBI (Single Burning Item) medan en koppling finns till testet i större skala, ”Room Corner Test”.



Figur 28 Princip diagram för FIGRA-värde. FIGRA-värdet är kvoten mellan effekten (HRR) och tiden (t) där linjen från origo tangerar effektkurvan. Ytan under kurvan innan tröskelvärdet (Threshold value) definierar en minsta energiutveckling

En grov uppskattning av ett FIGRA-värde kan fås genom att rita in (eller beräkna) en rät linje i effektkurvan för respektive produkt. Men i gällande EU-norm, där FIGRA begreppet används, definieras även vissa tröskelvärden som måste uppnås för att ett FIGRA-värde skall kunna beräknas utifrån effektkurvan. Tröskelvärdena baseras på att en viss energiutveckling skall ha uppnåtts innan FIGRA beräknas. Uppnås inte tröskelvärdet blir FIGRA noll. I diagrammet, Figur 28, motsvarar tröskelvärdet ytan under kurvan fram till den tid som ger tröskelvärdet. Härigenom kan man utesluta sådana produkter som ger en mycket snabb brandtillväxt men med mycket liten (”ofarlig”) toppeffekt eller totalt sett mycket liten energi. Även kortvariga effekttoppar i börjar av brandförloppet, vilket kan ge missvisande resultat, utesluts.

Det finns även definierat i EU-normerna hur mätning av effekten skall utföras och hur data från testerna skall behandlas. Exempelvis är det specificerat att all mätdata skall medelvärdesbildas på ett visst sätt för att undvika ”störningar” av kortvariga effekttoppar. Detta ger ”mjukare” kurvor vilket framgår av Figur 28 jämfört ”rådata” som presenteras i Bilaga 6.

För att kunna utnyttja principen för FIGRA klassificering till att bedöma riskerna med brandfarlig vara måste det anpassas för dessa varor. Bl.a. måste mängden av respektive vara definieras. Ett förslag kan vara att utgå från en ”varuenhet” på liknande sätt som i testserie 1 i detta projekt. På liknande sätt som i gällande EU-normer måste ett antal jämförande försök mot ett referensscenario i större skala utföras för att avgöra ett eventuellt samband mellan resultat i liten och stor skala. De tröskelvärden och energinivåer som är definierade i EU-normerna måste också anpassas till brandfarlig

vara. Som framgått av försöken kan man också konstatera att brandförloppen för de olika produkterna varierar kraftigt, vilket också måste beaktas. Metodiken måste också kunna ge sådan information som är användbar som underlag om man vill genomföra en särskild utredning eller på sikt komplettera föreskriftens allmänna råd. Möjligheterna finns att utforma ett FIGRA system anpassat för brandfarlig vara i butiksmiljö.

7.1.2 Preliminära FIGRA-värden ger en tydlig indelning av de provade brandfarlig vara-produkterna

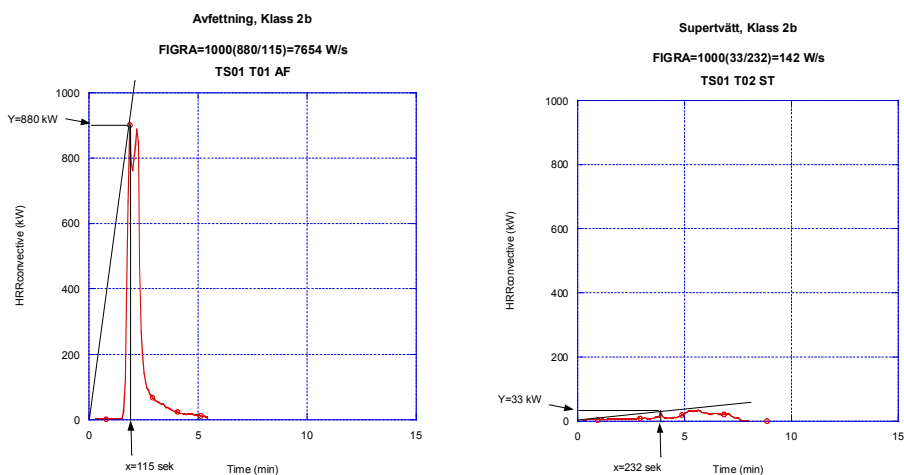
Genom att försöken i testserie 1 genomfördes på ett likformigt sätt och att brandeffekten (konvektiv) uppmättes, kan utvärderingsprincipen för FIGRA även användas på dessa resultat. I Figur 29 visas, som exempel, resultaten från några av de produkter som provades och hur deras FIGRA-värde beräknats. Beakta dock att detta inte är absoluta FIGRA värden för produkterna. För att bestämma absoluta värden måste bland annat provnings- och utvärderings rutiner utarbetas samt referensförsök i större skala utföras.

I Figur 29 a) visas två vätskeformiga produkter som båda är förpackade i plastflaskor. Både avfettningsmedlet och Supertvätt är klass 2b produkter (olika uppgifter för avfettningsmedlet) och bägge är förpackade i en HDPE-flaska. Avfettningsmedlet gav ett oerhört snabbt brandförlopp och en mycket hög brandeffekt och beräknat FIGRA-värde översteg 7600 W/s (försöket avbröts innan maximal brandeffekt uppnåddes). Tvättmedlet däremot, hade en mycket långsam effektutvecklingen och en mycket låg maximal effekt vilket gav ett FIGRA-värde på endast ca 140 W/s.

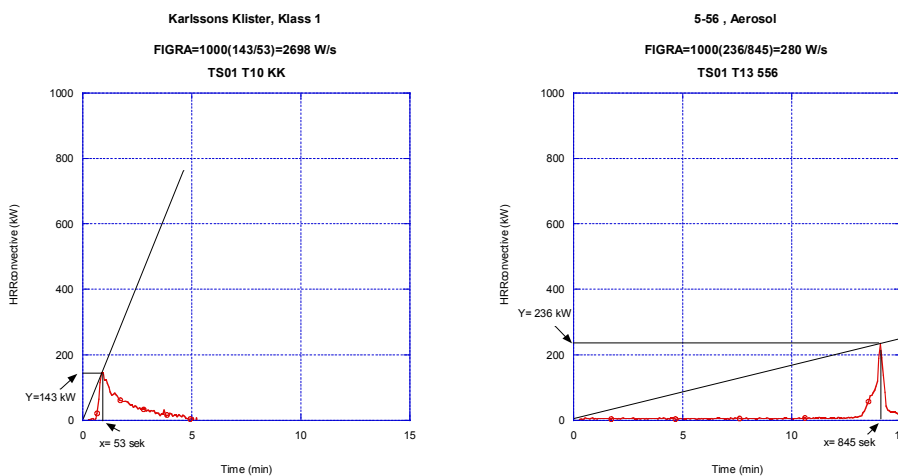
I Figur 29 b) visas två produkter som gav ungefär samma maximala brandeffekt men där brandförloppet var mycket olika. Klister-tuberna, som antändes snabbt och nådde maximal effekt på mindre än 1 minut, fick därför ett betydligt högre FIGRA-värde, ca 2700 W/s jämfört med ca 280 W/s för den brinnande aerosolburken (OBS denna aerosolburk exploderade inte till skillnad från övriga aerosolburkar).

I Figur 29 c) visas resultaten från två olika färgprodukter, båda förvarade i plåtburkar. Typisk för dessa båda är att brandintensiteten tilltar först när burkarna ”exploderar”, dvs locket hoppar av på grund av övertrycket i burken och många burkar välter eller kastas ner från hyllan. För rostskyddsprimern inträffade detta efter ca 2,5 minuter medan det tog ca 7 minuter för hammarlacken. Å andra sidan blev den maximala brandeffekten endast ca 200 kW för rostskyddsprimern medan den uppgick till nästan 600 kW för hammarlacken. Beräknat FIGRA-värde blev därför ungefär likvärdigt för de båda produkterna, ca 1000 respektive ca 1200 W/s.

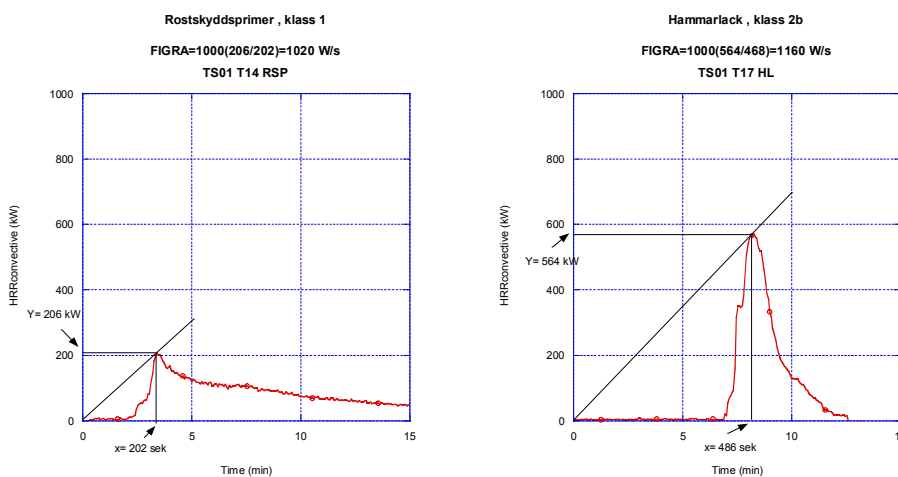
Här bör det återigen påpekas att de FIGRA-värden som presenteras inte är att betrakta som absoluta samt att siffrorna i sig inte anger graden av ”farlighet, dvs det är inte säkert att skalan är linjär (10 gånger högre FIGRA behöver inte betyda 10 gånger ”farligare”). Dessutom bör även andra faktorer såsom energiinnehåll och rökalstring beaktas.



a) Avfettning (klass 2b) respektive Supertvätt (klass 2b) i HDPE-flaskor.



b) Karlssons Klister (klass 1) respektive 5-56 (aerosol).



c) Rostskyddsprimer (klass1) respektive Hammarlack (klass 2b) i plåtburkar.

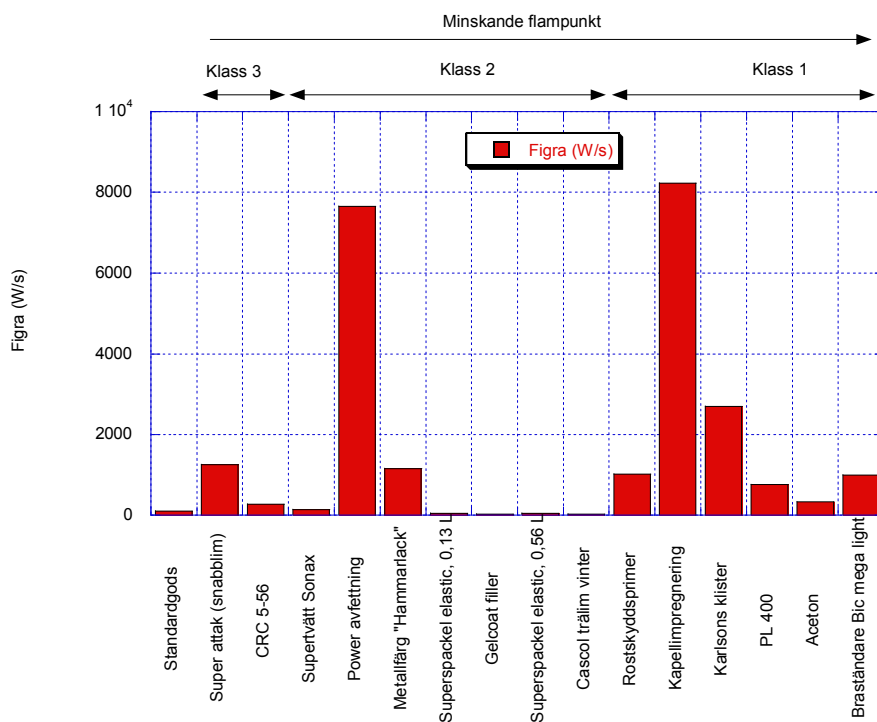
Figur 29 Exempel på brandeffektkurvor samt preliminärt beräknade FIGRA-värden från några av de provade produkterna i testserie 1

I Figur 30 presenteras beräknat preliminärt FIGRA-värde från samtliga provade produkter i testserie 1 som funktion av flampunkt (flampunkter enligt säkerhetsdatablad). Diagrammet illustreras med en ”klassindelning” trots att vissa produkter (pastor och gaser) inte omfattas av klassindelning enligt LBE. Av diagrammet ser man mycket tydligt att produkterna ger mycket olika brandutvecklingshastighet och att detta inte nödvändigtvis är kopplat till produktens flampunkt. Flera produkter med hög flampunkt kan ge upphov till brandscenarier som innebär en kraftigt ökade risk i en försäljningslokal medan andra produkter, trots låg flampunkt, är betydligt ”snällare” än många andra, helt ”vanliga” produkter. Observera dock att jämförelsen bygger på ”varuenheter”, vilket innebär att mängden brandfarlig produkt varierar.

De två produkter som i en butiksmiljö är helt dominerande ur brandrisksynpunkt då de utsätts för en yttre brand (högt FIGRA-värde i diagrammet) är avfettnings- respektive impregneringsmedlet. Båda är förpackade i en 1 liters plastflaska och visar återigen ”riskpotentialen” med denna typ av produkt. Som visats tidigare (ex. Sonax Bilvårdmedel i Figur 29) behöver dock inte alla vätskor i plastflaska med en flampunktsklassning vara farliga.

Försöken visar också tydligt att även produkter förpackade i plåtburkar, t ex målarfärg kan utgöra en påtaglig risk när dessa väl involveras i brand. Den stora fördelen är att plåtemballaget leder till en mer eller mindre lång tidsfördröjning vilket också avspeglas i ett lägre FIGRA-värde. Tidsfördröjningen ökar chanserna till att avvärja en större brand även om det kan finnas en risk att ett eventuellt sprinkler system eller larm inte aktiveras förrän burkarna börjat explodera.

Vidare kan man notera att produkter som inte är lättflytande vätskor, t ex Karlssons Klister, Super attack snabblim samt konstruktionslimmet PL 400 också ger mer eller mindre höga FIGRA-värden.



Figur 30 Beräknat FIGRA-värde för produkterna i testserie 1 (exkl några aerosolbehållare).

I Figur 30 kan man också jämföra FIGRA-värdena för de olika brandfarliga varorna med standardgodset som i detta projekt representerade ”övriga varor” i en försäljningslokal. Härav ser man att det finns flera produkter som har ungefär likvärdigt FIGRA-värde och som därmed skulle kunna förvaras som vilken annan vara som helst, t ex Supertvätt Sonax, Superspackel, Cascol trälim vinter, Gelcoat filler. För att få ett bättre referensmaterial för att kunna definiera ett FIGRA-värde för ”övriga varor” borde man dock utvärdera flera olika ”högriskprodukter” som är vanligt förekommande, t ex olika typer av expanderade plaster, stoppningsmaterial, kläder, potatischips, etc.

När det gäller utvärdering av aerosolbehållares brandbeteende så tycks den utnyttjade metodiken inte vara tillämplig då man i princip inte kan registrera någon effektutveckling när behållarna exploderar. Bedömningen av dessa måste därför hanteras på ett annat sätt vilket diskuteras vidare i kapitel 7.5 nedan.

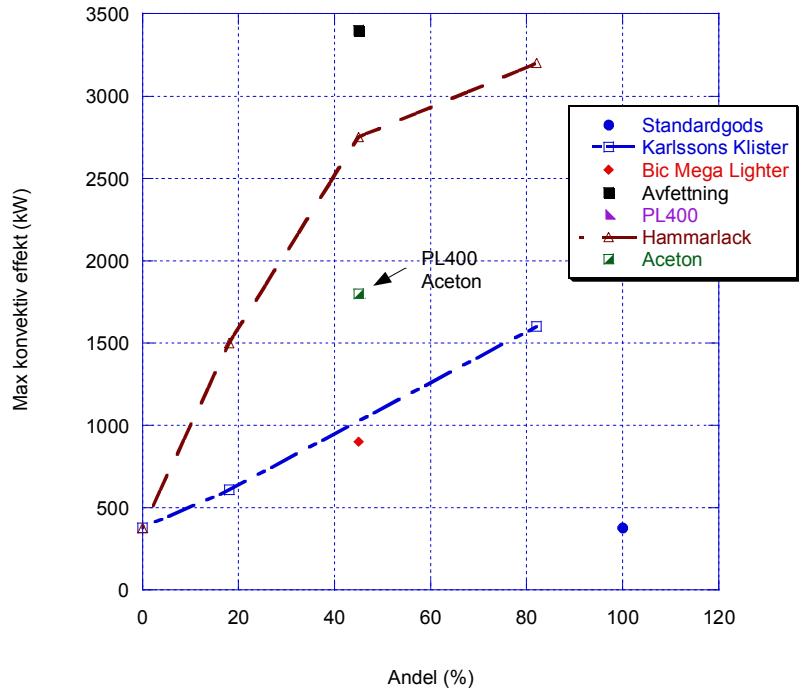
7.2 Inverkan av lagringstäthet

Försöken i testserie 2 visar dels att inblandning av brandfarlig vara ihop med övriga varor kan ha en betydelsefull påverkan på brandförloppet. Andelen inblandat gods spelar också roll, framförallt beträffande maximal brandeffekt. När det gäller brandutvecklingshastigheten kan man misstänka att den exakta placeringen kan ha inverkan på det riktigt tidiga brandförloppet.

I Figur 31 sammanfattas den maximalt uppmätta konvektiva brandeffekten som funktion av andelen brandfarlig vara. Som jämförelse har även resultatet från försöket med enbart standardgods angivits som en punkt i diagrammet, vilket motsvarar andelen 0%. Övriga brandfarliga varor har också markerats som punkter vid andelen 45%.

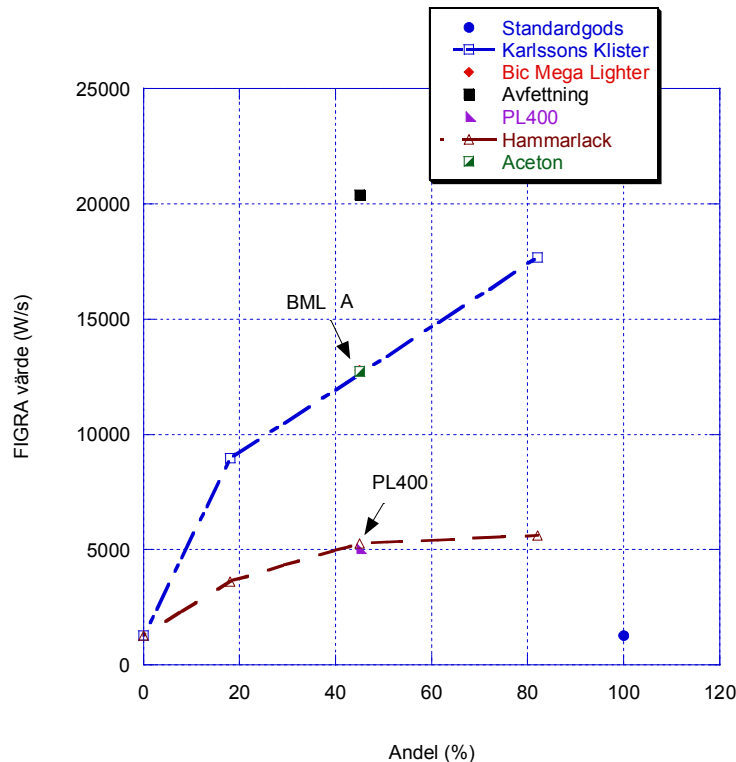
Som väntat ökar brandeffekten med en ökad andel brandfarlig vara. Försöken med Hammarlack tyder på att ökningen av maximal brandeffekt inte var helt linjär. Påverkan är betydligt mer markant för 18% respektive 45% medan ökningen upp till 82% inte ger samma påverkan. Orsaken till det sistnämnda kan mycket väl vara att poolbranden begränsas av uppsamlingskärlet. I en situation utan uppsamlingskärl skulle poolbranden och därmed effekten bli ännu högre i försök med stor andel Hammarlack.

För Karlssons Klister tenderar ökningen att vara relativt linjär och ger alltså en ca fyrdubblad brandeffekt vid 82% andel relativt enbart standardgods. Jämfört med Hammarlack är det dock stor skillnad i brandbeteende då brandeffekten för Hammarlack nästan fyrdubblats redan vid 18% andel.



Figur 31 Maximal konvektiv brandeffekt som funktion av andelen vara.

Ett annat sätt att illustrera hur lagringstätheten påverkar riskerna kan vara att nyttja principen för beräkning av FIGRA. Utgående från effektkurvorna som redovisades i kapitel 5.2.2 har ett FIGRA-värde för respektive försök beräknats. Observera här att FIGRA-värdet ej är att betrakta som ett absolut värde utan endast ett relativt mått för att se hur det slår i förhållande till lagringstäthet vilket alltså avser hela uppställningen. I Figur 32 redovisas FIGRA-värdena.



Figur 32 FIGRA som funktion av andelen vara. Punkterna för Bic Mega Lighter (BML), Aceton (A) och PL400 indikeras av pilar.

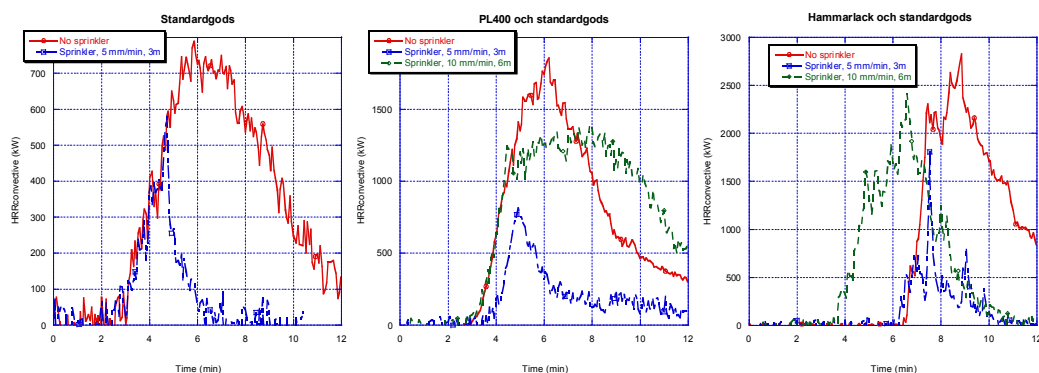
Genom att använda FIGRA begreppet får man en annan inbördes ordning mellan de olika produkterna. Hammarlack som fick en hög effekt och därmed ett högt värde i ”effektdiagrammet”, Figur 31, får ett relativt lågt FIGRA-värde. Detta är givetvis en konsekvens av att det tar ett antal minuter innan innehållet i burkarna blir involverade i branden vilket leder till ett lägre FIGRA-värde ($\text{FIGRA} = \text{effekt}/\text{tid}$). Man kan också konstatera att Karlsson Klister får ett relativt högt FIGRA-värde, beroende på det snabba brandförloppet. Inverkan av lagringstätheten på FIGRA-värdet blir i försöken med Hammarlack och Karlssons Klister något mindre, dvs en fördubblad andel brandfarlig vara ger endast en mindre ökning i FIGRA-värde. Som nämndes i kapitel 5.2.2 kan det tidiga brandförloppet med större mängd kartonger till viss del bero på ”skorstenseffekter”. Detta avspeglas i FIGRA-värdet genom att FIGRA-värdet blir relativt lägre vid stor andel brandfarlig vara. FIGRA-värdet är här alltså inte endast ett mått på produktens brandbeteende utan även ett mått på lagringskonfigurationen.

7.3 Sprinklade försäljningsställen skulle kunna särskiljas baserat på särskild utredning

I testserie 3 och 4 utfördes försök för att studera inverkan av ett sprinklerskydd. I nuvarande föreskrifter och allmänna råd särbehandlas inte osprinklade försäljningslokaler från de som är skyddade av ett sprinklersystem. För sådana avväganden krävs en särskild utredning men hittills har det alltså saknats verifierande underlag för sådana bedömningar.

I Figur 33 redovisas resultat från jämförbara försök med och utan sprinkler. Diagrammet till vänster visar resultat från testserie 3 med endast standardgods. I mitten samt till höger

har mätdata från testserie 2 (utan sprinkler) jämförts med sprinklerförsök från testserie 3. De inbördes jämförbara försöken är något förskjutna i tiden, vilket beror på att det ibland var svårt att få en jämnt fördelat brand i brännaren. Diagrammen illustrerar dock klart hur sprinklerna påverkar brandförloppet.



Figur 33 Jämförelse mellan försök med och utan sprinkler. Till vänster standardgods, i mitten PL400, till höger Hammarlack. (röd kurva osprinklet, blå 3 m och 5 mm/min, grön 6 m och 10 mm/min)

Försöken som genomfördes i testserie 3, dels med konstruktionslimmet PL400 respektive färgburkar (Hammarlack) visar att sprinkler påverkar brandförloppet avsevärt. Även om sprinklerna inte klarar av att släcka branden i den brandfarliga varan så erhålls en kylning av brandgaserna och en vätning/kylning av omgivande varor vilket begränsar/fördröjer brandspridningsförloppet.

Försöken visar också tydligt på vikten av en snabb sprinkleraktivering. Med sprinklerna på tre meters höjd och vattentätheten 5 mm/min kontrollerades branden relativt väl. Däremot kan man notera en markant skillnad då sprinklerna placerades på sex meters höjd. Här hann branden växa till sig mer innan sprinklerna aktiverades. Detta medförde att i princip hela försöksuppställningen blev involverad i branden, trots att vattentätheten var den dubbla, dvs. 10 mm/min.

Detta visar alltså att en snabbare aktivering kan vara minst lika viktig som vattentätheten, vilket i sin tur pekar på att valet av sprinklernas snabbhet (RTI-värde) samt takhöjden är två mycket viktiga faktorer att beakta.

7.4 Snabba sprinkler ger ett bra skydd

I de avslutande försöken i butiksmiljö, testserie 4, utfördes tre försök, två försök med olika sprinklerdimensionering och ett fribrinnande försök. Syftet var här alltså att i ”full skala” verifiera de resultat som erhöles i testserie 3.

Med hänsyn till att utvecklingstrenden för sprinkler går mot snabbare sprinkler valdes i dessa försök att använda sprinklerhuvuden med ett RTI-värde på <50 vilket kan anses representativt för nyinstallationer. Takhöjden var i samtliga försök 4 m.

I det fribrinnande försöket var i princip hela uppställningen övertänd efter ca 5 minuter med brand även på golvet i form av poolbränder från vätskor och exploderande färgburkar. I ett verkligt fall hade branden varit ännu mer omfattande då den kunnat sprida sig ytterligare till omgivande hyllor. Med en sådan brandutveckling är det mycket tveksamt om räddningstjänsten skulle ha kunnat utföra en invändig räddnings/släckinsats.

Sprinklerförsöken utfördes med vattentätheten 9 mm/min respektive 5 mm/min. I bägge försöken kontrollerades och begränsades branden och brandförloppet var i stort sett det samma i de båda försöken. Detta styrker resultaten från testserie 3 genom att resultaten är samstämmiga trots den större uppställningen och totalt sett betydligt större mängd brandfarlig vara. Slutsatsen av detta blir att sprinklerskyddet innebär en stor säkerhetsmässig förbättring och ger en oerhört mycket större möjlighet för en lyckad utrymning och efterföljande släckinsats av räddningstjänsten

Även i testserie 4 var det tydligt att sprinklerna inte nödvändigtvis släcker initialbranden utan kyler/väter omgivande gods vilket förhindrar brandspridning. Denna kyleffekt är sannolikt ännu mer avgörande om godset består av produkter innehållande brandfarlig vara jämfört med "övrigt" gods eftersom brandförloppet accelererar mycket snabbt så snart förpackningen brister. Detta kan också vara orsaken till att vattentätheten inte är fullt så kritisk för systemets effektivitet som man kanske kunde förvänta.

En förutsättning för att sprinklersystemet skall ha den skyddsfunktion som noterades i försöken är naturligtvis att det är "rätt dimensionerat". Sprinklerdimensioneringen kommer i praktiken att variera, både beroende på typ av försäljningslokal, dvs typ av gods som skall skyddas, och lagringshöjd samt lokalens utformning. I t ex en stormarknad med en takhöjd på 8-10 m kommer lagringshöjden sannolikt att vara betydligt högre än i en butik med 3-5 m takhöjd och därmed kommer det också att krävas högre vattentäthet vid högre takhöjder.

Såsom noterades i testserie 3 är tiden till sprinklerna aktiverar mycket viktig. Ju mindre branden är vid sprinkleraktivering, desto lättare är branden att släcka och desto mindre risk är det för både kunder, personal, räddningspersonal och en omfattande egendomsskada. I dessa försök innebar användningen av snabba sprinkler och en takhöjd på 4 m att sprinklerna aktiverades förhållandevis snabbt.

Vid en hög takhöjd skulle sprinklerna jämförelsevis aktivera något senare men å andra sidan är då risken något mindre för en snabb brandspridning i sidled då flammorna inte sprids längs taket så snabbt som vid en låg takhöjd. Vidare innebär en högre takhöjd en bättre "buffert" för den rök som bildas vilket är positivt ur utrymningssynpunkt.

Ytterligare en aspekt som är viktig att belysa är användningen av trådhyllor i samtliga testserier och kanske speciellt i sprinklerförsöken. Trådhyllorna innebär att en liten initialbrand på en hylla kommer att ge en direkt påverkan på godset ovanför vilket i sin tur leder till en snabbare vertikal brandspridning. Detta kan tyckas negativt men, framför allt i en lokal skyddad med sprinkler, är detta en fördel då värmen så snabbt som möjligt når taket och aktiverar sprinklerna. När sprinklerna väl aktiverats så innebär trådhyllorna också att vattnet har större förutsättning att nå både det brinnande och omgivande godset.

Vid täta hyllkonstruktioner kommer flammorna däremot att pressas ut åt sidorna på respektive hyllplan. Inledningsvis kan detta ge ett något långsammare brandförlopp men kommer att leda till en senare aktivering av sprinklerna, ge en mer utbredd brand samt försvåra för vattnet att nå godset.

7.5 Aerosolbehållare

Aerosolbehållare regleras i Europa genom Aerosoldirektivet (ref). Detta specificerar främst hållfasthetskrav med avseende på normal hantering/lagring. Direktivet beaktar inte några direkta brandsituationer.

Som framgick av resultaten från försöken med aerosolburkar kan dessa i många fall explodera vid brandpåverkan varför det inte är lämpligt att använda FIGRA begreppet för aerosoler.

Det finns internationellt, andra sätt att hantera dessa frågor, t ex de amerikanska reglerna för lagring av aerosoler, NFPA 30 ⁽¹⁵⁾, där aerosolprodukter klassificeras med hänsyn till dess värmevärde (Heat of Combustion, kJ/g). Man kan anta att produktens innehåll (inklusive drivgas) påverkar hur kraftig explosionen blir eller hur intensiv en brand blir. I NFPA 30 delar man in produkterna i tre klasser, Level 1-3, där Level 1 motsvarar den ”snällaste” produkten, dvs med ett relativt lågt värmevärde. Beroende på klass tillåts olika grad av lagring samt olika minsta dimensionering på eventuellt sprinklerskydd. I reglerna finns listor med värmevärden på en mängd olika ämnen vilket gör det möjligt att räkna ut det totala värmevärdet för en produkt.

De försök med aerosoler som utförts i detta projekt visar tydligt på risken med en explosion, men även att scenariot kan bli en varaktig brand utan explosion beroende på typ av produkt (inklusive drivgas och flaska). För att få en koppling mellan riskerna och en eventuell klassificering enligt exempelvis liknande principer som i NFPA 30 krävs dock mer information, t ex i form av försöksdata.

8 Slutsatser och rekommendationer

Hantering av brandfarlig vara är ett komplext problem för både handeln och de lokala räddningstjänsterna. Själva föreskriften, SÄIFS 1996:2, ställer relevanta men mycket övergripande krav kring hanteringen ute i butikerna. De tillhörande ”Allmänna råden” ger visserligen mer detaljinformation och direkta riktlinjer men dessa är mycket svåra att leva upp till för de enskilda butikerna. Detta innebär många olika tolkningar, olika tekniska lösningar och framförallt en stor osäkerhet kring vilken riskbild den brandfarliga varan egentligen utgör. Syftet med detta projekt var därför att genom en serie försök ta fram mer kunskapsunderlag som kan bidra till en mer nyanserad bedömning av olika produkters ”brandfarlighet”, om det är acceptabelt att ha vissa av dessa brandfarliga varor utspridda i övrigt sortiment utan avståndskrav samt om man kan tillämpa gynnsammare regler beträffande avstånd och volymer i en försäljningslokal som är skyddad med ett sprinklersystem.

8.1 Generella slutsatser

Följande generella slutsatser kan dras utifrån de genomförda försöken för det i projektet testade brandscenariet.

- Förekommande ”brandfarlig-vara produkter” kan ha mycket olika användnings- och brandegenskaper. Vissa produkter kan betecknas som i princip ”ofarliga” jämfört med många ”övriga produkter” i en butik medan vissa produkter har en potential att orsaka en katastrof om de lagras fritt i butiken.
- Antändnings- och brandförloppet styrs av produktens innehåll (den ”brandfarliga varan”), varans energiinnehåll, varans konsistens, varans ångtryck/flampunkt, förpackningsmaterial, eventuellt ”ytteremballage”, förpackningens storlek, totalt involverad volym, lagringsförhållande (t ex tät/öppen hylla). Att enbart bedöma produkterna från deras flampunkt är inte tillräckligt. Resultaten visar att en klass 2b-produkt i vissa fall kan utgöra en större risk än en klass 1-produkt.
- Försöksresultaten visar att en utspridd lagring av vissa mängder ”brandfarlig-vara produkter” mycket väl kan ske utan att föreskrifternas intention om ”betryggande säkerhet” behöver äventyras. Detta kräver dock kunskap om de olika produkternas brandbeteende då vissa produkter inte bör lagras fritt i butiken annat än möjligen i små mängder.
- I projektet har de olika provade produkterna jämförts med hjälp av begreppet FIGRA (FIre Growth RAte), vilket ger en möjlighet att kvantifiera en del av den förpackade produktens brandegenskaper. Ett högre FIGRA-värde indikerar ett snabbare brandförlopp när produkten utsätts för en yttre brand. Övriga faktorer som också bör värderas är t ex energiinnehåll, rökalsstring, m m. Grunden till FIGRA är att man mäter utvecklad brandeffekt (i detta projekt har dock endast den konvektiva effekten uppmätts) vilket alltså innebär att värden på effektutveckling och energiinnehåll kan redovisas. Även rökutveckling kan mätas i samband med att data för bestämning av FIGRA tas fram.

- Aerosolburkar kan uppvisa mycket olika egenskaper vid brandpåverkan men kan i flera fall leda till mycket kraftiga explosioner. På grund av detta är inte FIGRA-begreppet lämpligt för aerosolburkar.
- Försöksresultaten visar att sprinkler kan innebära en avsevärd förbättring av brandsäkerheten jämfört med osprinklade förhållanden. Således borde detta kunna innebära en gynnsammare bedömning beträffande utspridd lagring, andelen brandfarlig vara i förhållande till ”övriga produkter”, totalt tillåten mängd, etc. En förutsättning är dock att snabba sprinkler används och att sprinklerdimensioneringen uppfyller tillämpliga krav i gällande installationsanvisningar. Hög takhöjd kommer att begränsa sprinklernas effektivitet, främst på grund av lång tid till aktivering och därmed en större initialbrand, men även på grund av försämrade penetrationsförmåga av vattnet. Vissa produkter måste dock alltid hanteras avskilt. För att kunna göra dessa bedömningar krävs dock en särskild utredning i varje enskilt fall.

8.2 Rekommendationer i dagsläget

Baserat på den kunskap som detta och tidigare projekt genererat kan följande preliminära rekommendationer ges. Det bör observeras att dessa kommer att kunna ”förfinas” och kompletteras om ytterligare försöksdata genereras genom de förslag till insatser som diskuteras i kapitel 9. Rekommendationerna gäller enbart för det testade scenariet, dvs att produkterna utsätts för en yttre brand. I varje enskilt fall måste rekommendationerna vägas mot de förutsättningar som gäller i det aktuella fallet och detta kräver en särskild utredning.

- Utförda försök visar att produkter som uppenbarligen innehåller en lättflytande brännbar vätska och som förvaras i plastflaskor bör, oavsett flampunktsklassning, förvaras i godkända brandavskiljande skåp eller annat brandavskilt utrymme på grund av det snabba brandförlopp som observerats. Eventuellt kan små förpackningar tillåtas i mycket begränsad omfattning. För att underlätta för kunder kan tomma flaskor ställas upp i relevanta hyllor med hänvisning till lagringsplatsen. Exempel på typiska produkter är tändvätska, lampolja, lacknafta, thinner, bensin, koncentrerad spolarvätska, avfettningsmedel innehållande en hög andel petroleumprodukter, övriga produkter innehållande en hög andel petroleumprodukter eller andra brännbara vätskor (etanol, isopropylalkohol, metanol, etc.).
- De provade produkter som har jämförbart brandbeteende med standardgodset kan efter särskild utredning lagras ute i butikshyllorna. Resultaten från denna undersökning kan därvid fungera som ett underlag för bedömning på så sätt som anges i föreskriften. Dessa produkter var i försöken följande: Sonax Supertvätt, Superspackel Elastic på tub, Superspackel Elastic på burk, Gelcoat filler samt Cascol Trälim Vinter.
- I butiker **försedda med ett sprinklersystem**, med snabba sprinklerhuvuden kan utspridd förvaring ske av vissa brandfarlig-vara produkter som ej uppvisat extrema brandegenskaper. Andelen av dessa brandfarlig vara-produkter måste dock anpassas till övriga förutsättningar och kräver således en särskild utredning i varje enskilt fall. Exempel på sådana produkter som provats i detta projekt är: Snabblim, Hammarlack, PL400, Rostskyddsprimer, Karlssons Klister samt Bic Mega Lighter.

För att underlätta en snabb aktivering av sprinklersystemet och vattnets penetration bör hyllsystem för produkter i brännbara förpackningar vara i form av tråd-/nät typ. Risken för horisontell brandspridning kan ytterligare begränsas genom att hyllsystemen förses med en tät ”bakvägg” samt mellanväggar i t ex plåt mot angränsade hyllor från golvnivå och upp till hyllans överkant.

8.3 Erfarenheter från handeln

Utöver de genomförda försöken hade också projektet till syfte att göra en värdering av de erfarenheter som kommit fram sedan tillkomsten av ”brandskåp” i slutet av 1990-talet samt att göra en granskning av de ”alternativa” skyddssystem som förekommer ute i handeln.

Nedan ges en summering av de slutsatser som framkommit av detta arbete.

- SÄIFS 1996:2 med tillhörande allmänna råd tolkas på många olika sätt och kan medföra avsevärda skillnader mellan olika kommuner. Även inom samma kommun kan tolkningen ha förändrats över tiden vilket medför att angränsande butiker kan ha helt olika förutsättningar vid försäljning av ”brandfarlig-vara produkter”.
- De märkningsregler som gäller allmänt för kemiska produkter enligt KIFS 2005:7 ger mycket begränsat stöd för personalen i butikerna som skall avgöra hur produkten skall placeras. För vätskeformig produkter gäller enligt reglerna att endast de produkter som klassats i faroklasserna *Extremt brandfarligt* respektive *Mycket brandfarligt* (flampunkt $<0^{\circ}\text{C}$ och kokpunkt $\leq 35^{\circ}\text{C}$ respektive flampunkt $<21^{\circ}\text{C}$) ska märkas på förpackningen med farosymbol (flamma) samt förses med farobeteckning (*Extremt brandfarligt* respektive *Mycket brandfarligt*). Produkter som klassats i faroklassen *Brandfarligt* (flampunkt $21-55^{\circ}\text{C}$) behöver dock inte förses med någon farosymbol, farokod eller farobeteckning. Endast riskfrasen Brandfarligt (R10) skall finnas på dessa. För produkter med flampunktklassificering klass 3 (flampunkt $55-100^{\circ}\text{C}$) behövs ingen märkning överhuvudtaget som identifierar att den tillhör gruppen ”brandfarlig vara” vilket gör att dessa produkter kan vara helt ”anonyma” ute i butikerna. Det är alltså oerhört viktigt att handels personal är utbildad och har tillgång till säkerhetsdatablad vilka ger mer information om märkningen.
- Minst två inträffade bränder visar att ”brandskåp” som provats och uppfyller kraven i SP Metod 2369 ger det förväntade skydd som avses genom att förhindra att brandfarlig vara involveras trots att brand anlagts i direkt anslutning till skåpet. I båda fallen är det inte osannolikt att skåpens funktion medförde att en totalskada undveks.
- Som ett alternativ till ”brandskåpen” har många butiker byggt alternativa skyddssystem i form av alkover eller separata rum. I några fall baseras också skyddet på någon form av sprinkler/släcksystem av punktskyddstyp. En svaghet med dessa system är att ingen verifierat att systemen fungerar och ger en skyddsnivå motsvarande den som erhålls med ”brandskåp”. De primära frågetecken som föreligger är hur snabbt en brand detekteras, funktion och tillförlitlighet hos dörr/jalusi-stängningssystemet (t ex manuellt, via värme- eller rökdetektor), avsaknad av invallning som förhindrar spridning av utläckande produkter, inverkan av eventuella ventilationssystem, etc. När det gäller

sprinkler/släcksystem är de primära frågetecknen kopplade till tid till utformningen och förutsättningarna för en snabb aktivering, dimensionering i förhållande till den koncentrerade lagringen av brandfarlig vara, avsaknad av invallning. För att systemen skall ge ett varaktigt skydd krävs att anvisningar för användande finns tillgängliga, att testprogram för kontroll av funktion finns samt att maximal mängd som får förvaras finns angiven. För både rum och alkover gäller att invallning ska finnas motsvarande 10 % av volymen förvarad brandfarlig vara.

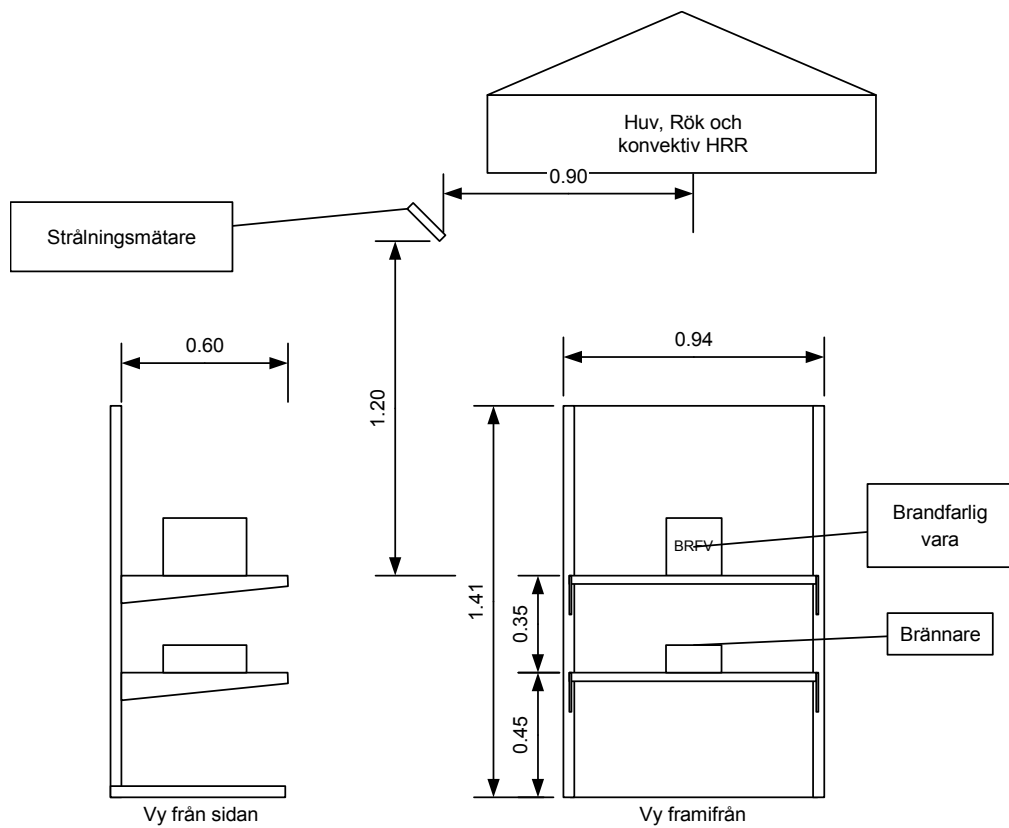
9 Förslag till fortsatt arbete

- I avvaktan på revidering av föreskriften och de allmänna råden bör SRV utarbeta mer konkreta rekommendationer för olika typer av försäljningsställen. I det arbetet bör erfarenheter från handeln och detta projekt tas till vara.
- En specifik metodik borde etableras för att beskriva olika produkters brandbeteende. Detta kommer att hjälpa handeln att bedöma produkternas brandfarlighet och därmed förbättra förutsättningarna för en relevant förvaring.
- Resultaten av bestämningen av olika produkters brandbeteende borde sammanställas i en öppen databas vilket skulle möjliggöra en snabb uppbyggnad av kunskapen kring olika produkters brandbeteende och samtidigt som onödig dubbelprovning undviks. Möjligheten av att koppla brandbeteendet till produktens energiinnehåll, flampunkt, innehållets viskositet samt förpackningstyp, mm bör undersökas. En förutsättning för att detta ska fungera är att leverantörerna av de brandfarliga produkterna är med på noterna och förser databashanteraren med de uppgifter som behövs.
- Möjligheten till en frivillig märkning borde undersökas vilket skulle underlätta butikspersonalens hantering av produkterna ute i butik. Denna märkning måste göras utanför ”rutan” där obligatorisk märkning skall finnas.
- I samband med att reglerna för brandavskiljande skåp utarbetades i slutet av 1990-talet, SP Metod 2369, påbörjades även arbete med att utarbeta krav för brandtekniskt avskilda utrymmen, motsvarande ”mjölkkylsarrangemang”, alkover, etc., (SP Metod 2370) respektive släcksystem i form av punktskyddssystem (SP Metod 2371). Detta arbete avslutades dock inte då intresset från handels sida vid denna tidpunkt var fokuserad mot brandskåp. Då utvecklingen nu även gått mot framförallt fasta avskiljande utrymmen borde arbetet med främst SP Metod 2370 avslutas. Detta för att säkerställa att dessa skyddssystem medger en likvärdig skyddsnivå som den de brandavskiljande skåpen ger.

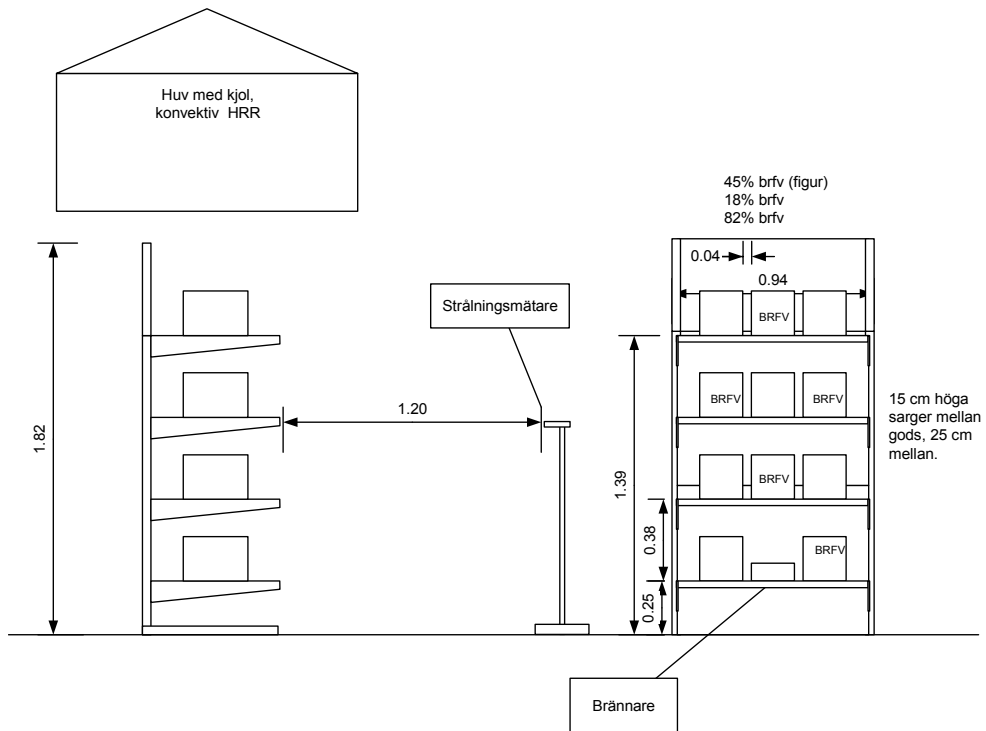
10 Referenser

- 1 SÄIFS 1996:2, ”Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga gaser och vätskor på försäljningsställen”, 14 mars 1996.
- 2 Milovancevic, M., Persson H, ”Förvaring av brandfarlig vara i försäljningslokaler – Referensförsök”, SP Swedish National Testing and Research Institute, SP-Arbeitsrapport 1997:35, Borås, 1997.
- 3 Malmqvist, C., Brandutredning – Anlagt brand OBS Bergvik 2001-08-10, Räddningstjänsten Karlstadsregionen.
- 4 Brandutredning - Brand i Hemköp, Helsingborg, 2007-03-30, Räddningstjänsten Ängelholms Kommun.
- 5 ”Storbrand på varuhus i Stockholm”, Aftonbladets hemsida 1998-12-22
- 6 KIFS 2005:7, ”Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter”, 19 oktober 2005.
- 7 SRVFS 2005:10, ”Statens Räddningsverks föreskrifter med vissa bestämmelser om brandfarliga vätskor”.
- 8 SRVFS 2006:7, ”Statens Räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och I terräng (ADR-S)”.
- 9 Krister Källberg, ”Personlig kommunikation”, SRV.
- 10 SP Metod 2369, ”Skyddssystem för förvaring av brandfarlig vara på försäljningsställen – Brandavskiljande skåp”. Utgåva 4, 2000-05-30.
- 11 Aktuellt från Räddningsverket, Nr 4, 1998. SÄI-info 1998:1.
- 12 SS-EN 12845:2004, ”Brand och räddning – Fasta släcksystem – Automatiska sprinklersystem – Utförande, installation och underhåll”, SIS Förlag, November 2004.
- 13 The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2nd edition, page 3-54.
- 14 EN 13823:2002, ”Reaction to fire for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item”, February 2002.
- 15 NFPA 30B, ”Code for the Manufacture and Storage of Aerosol Products”, 2002 Edition.

Bilaga 1 Principskiss på försökuppställning till testserie 1



Bilaga 2 Principskiss på försökuppställning till testserie 2



Bilaga 3 **Utformning av sprinklersystemet och kriterier för aktivering**

En sprinkler aktiveras normalt genom att en glasbulb (eller smältlänk) värms upp av värmen från branden.

Främst är det den konvektiva delen av värmeöverföringen som påverkar hur glasbulben värms upp. För att åstadkomma ett flöde av varma gaser, dvs konvektiv värmeöverföring, runt glasbulben krävs det att sprinklern är installerad under ett tak. Skulle sprinkler hänga fritt t.ex. 2 m under taket i en 6 m hög lokal är det endast den sprinkler som i princip är rakt ovanför branden som eventuellt aktiverar när sprinklern träffas av flammor eller varma gaser. I gällande installationsanvisningar för sprinkler, SS-EN 12845:2004 ⁽¹²⁾ rekommenderas att sprinkler placeras med spridarplattan mellan 7,5 cm och 15 cm under tak. I vilket fall som helst får de inte placeras mer än 45 cm under tak. Nämnas bör att det förvisso kan finnas öppna sprinkler som aktiverar på signal från separata detektorer, men då handlar det om andra principer.

I försök med sprinkler är man dock ofta intresserad av att kunna mäta brandeffekten från branden, vilket blir praktiskt mycket svårt om ett tak monteras ovanför branden. Som vattenapplikator användes därför fyra standardsprinklers (k-factor 80 respektive 115 L/min/bar^{1/2}, se Tabell 11) där bulben avlägsnats i förväg, se Figur 34. Vattenbegjutningen aktiverades vid en viss brandeffektutveckling som beräknas med ett beräkningsprogram och skall motsvara en verklig sprinkleraktivering, i detta fall 68 °C och RTI 100 m^{1/2}s^{1/2}. Detta arrangemang gör det möjligt för brandgaserna att samlas upp på samma sätt som i tidigare försöksserier, och därmed mäta den konvektiva effekten.

Beräkningsprogrammet är utvecklat av FM Global och möjliggör att under pågående försök simulera en viss sprinklertyp under specifika förhållanden. Programmet beräknar online ”aktiveringsstemperaturen” på sprinklern som funktion av den uppmätta konvektiva effekten. Som indata anges sprinklerns RTI (Response Time Index), avstånd mellan sprinkler och ett tänkt tak, avstånd mellan övre delen av de lagrade varorna och ett tänkt tak, höjd på de lagrade varorna samt det horisontella avståndet från centrum av brandplymen (dvs hyllan) och sprinklern.



Figur 34 Provkörning av de fyra sprinklerna inför testserie 3. Sprinklerna hängde fritt i brandhallen och aktiverades vid en viss brandeffektutveckling.

Normalt dimensioneras en sprinkleranläggning för att kunna hålla en minsta vattentäthet när ett visst antal sprinkler aktiverat. Man talar då om sprinklersystemets verkningsyta, dvs den största yta inom vilket samtliga sprinkler förväntas aktivera. Sprinklerna skall alltså ge ett vattenflöde motsvarande en viss vattentäthet när sprinkler över en viss yta aktiverat. Med vattentäthet menar man då vattenflödet per kvadratmeter ($L/\text{min m}^2$) vilket oftast uttrycks som millimeter per minut (mm/min). Tittar man i dimensioneringsregler kan det i butikssammanhang handla om minst 5 mm/min över 216 m^2 . Verkningsytan, 216 m^2 , är då den yta som 24 st sprinkler täcker om avståndet mellan dem är 3 m, dvs $3 \times 3 \times 24 = 216 \text{ m}^2$.

I provnings-sammanhang och i jämförande tester är det mer praktiskt att dimensionera systemet så att en viss vattentäthet uppnås då samtliga sprinkler aktiverat. I detta fall har vi fyra sprinkler som vid en viss effektutveckling skall aktiveras samtidigt. I försöken användes två olika dimensioneringar av sprinkler, se Tabell 11.

Tabell 11: Dimensionering

Dimensionering	Vatten-täthet	Sprinkler-höjd	Spacing	K –faktor	Temp	RTI
Variant 1	5 mm/min	3 m	3.5 m	80 $L/\text{min}/\text{bar}^{1/2}$	68 °C	100 $\text{m}^{1/2}\text{s}^{1/2}$
Variant 2	10 mm/min	6 m	3 m	115 $L/\text{min}/\text{bar}^{1/2}$	68 °C	100 $\text{m}^{1/2}\text{s}^{1/2}$

Som framgår av Tabell 11 är vattentätheten den dubbla i variant 2 jämfört med variant 1. Men samtidigt är sprinklerna placerade på 6 m jämfört med 3 m höjd vilket innebär att sprinklerna kommer aktiveras senare.

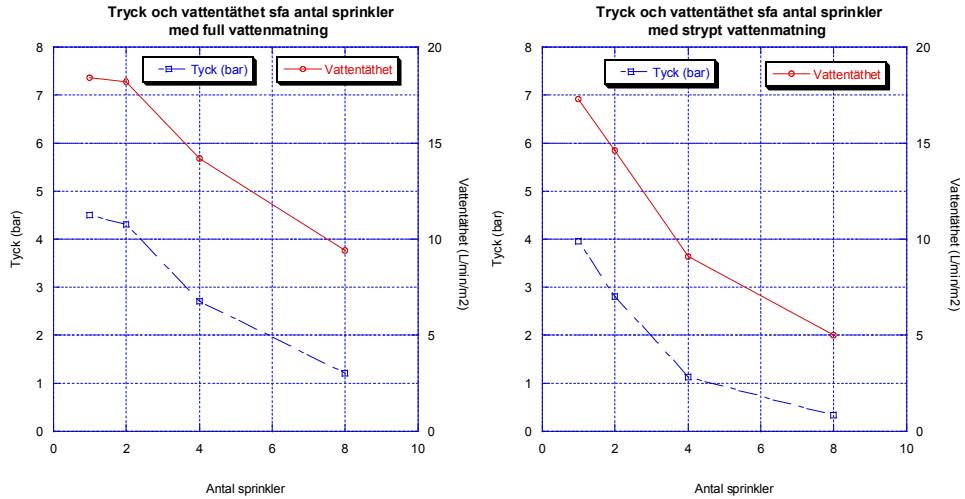
Noteras bör att det i dimensioneringsreglerna, EN 12845:2004, inte finns några direkta krav på takhöjd samtidigt som det borde vara lätt att inse att en sprinkler som är placerad högre upp kommer aktiveras senare än en sprinkler på en lägre nivå. Det finns dock en koppling mellan lagringshöjd och takhöjd i reglerna, nämligen att den maximala lagringshöjden får vara antingen avståndet mellan golv och spridarplatta, minus 1 m, eller en högsta angiven lagringshöjd, beroende på vad som är lägst. Med en högsta angiven lagringshöjd på 1,6 m skulle det innebära att det är takhöjden som är dimensionerande först då takhöjden är lägre än 2,6 m. Om takhöjden i en butik är 3 eller 6 m har alltså ingen betydelse för dimensioneringen förutsatt att lagringshöjden är densamma. Samtidigt vet man att en låg takhöjd innebär att risken för spridning via strålning från flammor som breder ut sig horisontellt längs taket kan öka risken för spridning. Dessutom blir troligen atmosfären i lokalen mindre hälsosam vid låg takhöjd.

Sprinklerdimensionering vid fullskaleförsöken

Till skillnad från försöken i testserie 3 användes nu riktiga sprinkler med glasbulb. Efter diskussioner inom referensgruppen beslutades att 'snabba' sprinkler skulle användas, dvs sprinkler med $RTI < 50 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{1/2}$. RTI motsvarande $100 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{1/2}$ får anses som ett rimligt värde för ett traditionellt sprinklersystem, vilket man kan förvänta sig finns i existerande byggnader. Branschen har dock på senare år mer och mer övergått till snabbare sprinkler, så kallade fast response sprinkler, med $RTI < 50 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{1/2}$. Fördelen med snabba sprinkler är att sprinklern aktiveras snabbare och har därmed större chans att kontrollera branden. Nackdelen kan vara att sprinkler lättare kan aktiveras av misstag eftersom den är känsligare rent mekaniskt. Moderna sprinkler är dock mindre känsliga än tidigare, vilket betyder att risken för mekaniska fel är obetydlig. En annan nackdel kan vara att onödigt många sprinkler aktiveras så att verkningsytan överskrids, med högre tryckfall som följd, och därmed en lägre vattentäthet än vad som var dimensionerat.

Som nämndes tidigare dimensioneras en sprinkleranläggning för att kunna hålla en minsta vattentäthet då ett visst antal sprinkler löst ut. Verkningsytan i försöksuppställningen var dock begränsad till 72 m^2 , eftersom systemet består av 8 sprinkler med avstånd 3 m mellan ($3 \times 3 \times 8 = 72$). Det var praktiskt och teknisk omotiverat att bygga ett system med 24 sprinkler eftersom de extra sprinklerna inte skulle bidra till att dämpa branden. Dock kan det tänkas att fler sprinkler aktiveras vilket kan bidra till en lägre vattentäthet.

För att få en uppfattning om hur vattenflödet från respektive sprinkler avtar pga tryckfall då sprinklerna aktiveras mättes vattenflödet som funktion av trycket då en, 2, 4 respektive 8 sprinkler var öppna. Två olika kurvor togs fram vilket motsvarar två olika dimensioneringar. Resultaten presenteras i Figur 35. Som framgår av resultaten ger det, med full vattenmatning, en vattentäthet på 9,4 mm/min då alla sprinkler löst ut. På motsvarande sätt togs en kurva fram med 5 mm/min genom att strypa vattenflödet.



Figur 35 Två olika sprinklerdimensioneringar. Till vänster med full vattenmatning och till höger med strypt vattenmatning.

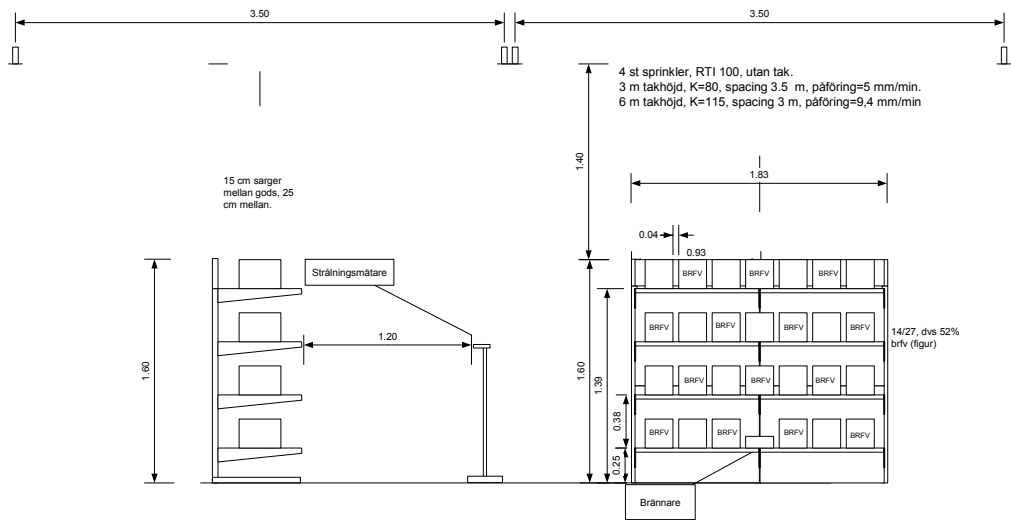
Under försöken mättes systemtrycket och det totala vattenflödet samt temperaturen vid sex av de åtta sprinklerna.

Bilaga 4 Principskiss på försöksuppställning till testserie 3

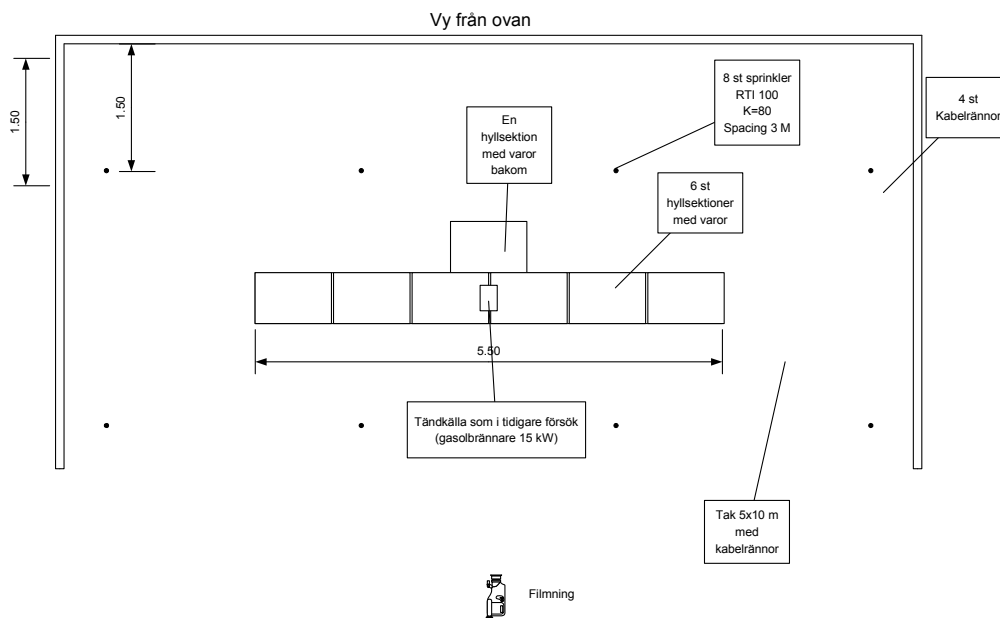
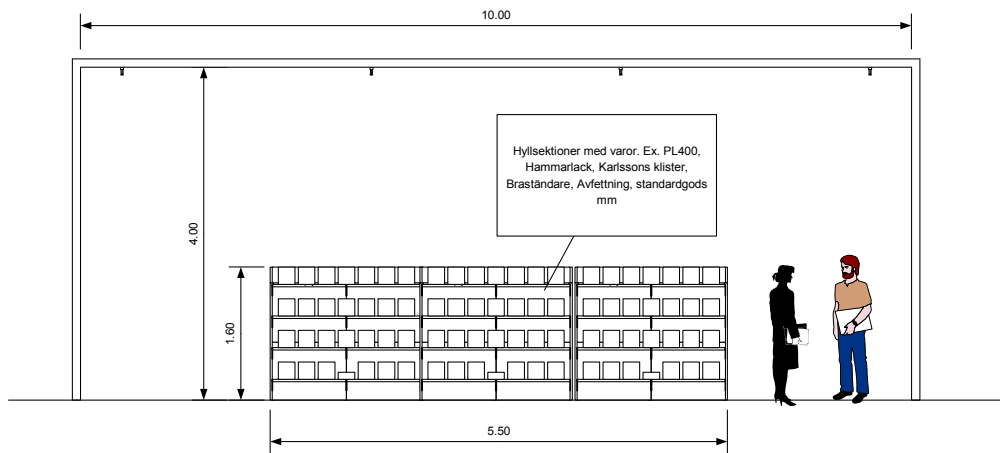
Två enkelhyllor, ca 1.6 m hög.
Innebär 27 kartonger (+ brännare) om de ställs med kortsidan utåt

2 st bakstycke är 89x70.5 cm (bxh)

1 st kartong eller 1 st volym produkt placeras med kortsidan (20 cm) utåt.
Hylldjup 60 cm med sargen mot vägg. Sarg utåt vid behov, dvs PL400

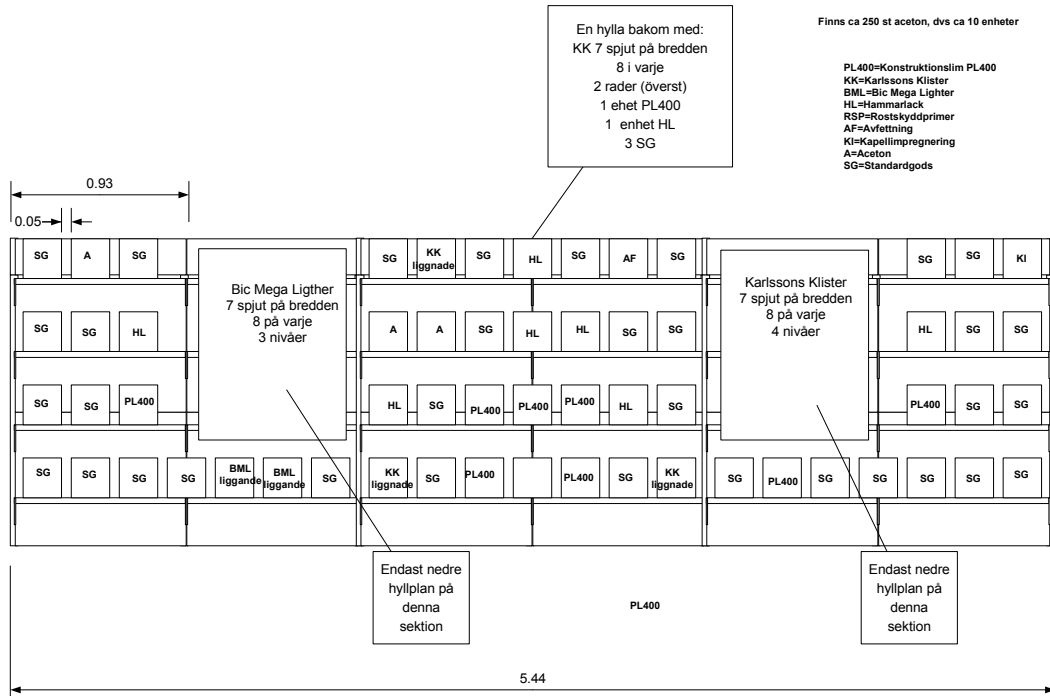


Bilaga 5 Principskiss på försöksuppställning till testserie 4



Bilaga 5 (forts)

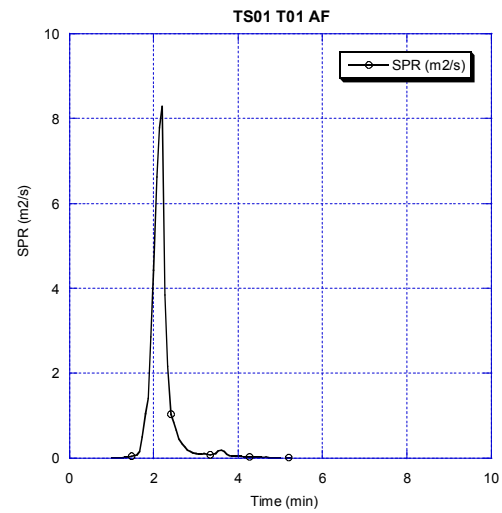
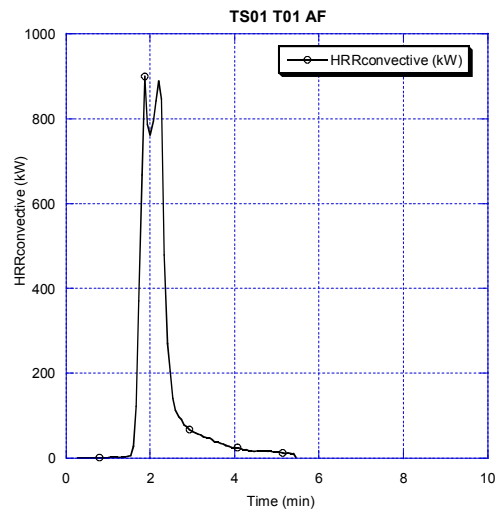
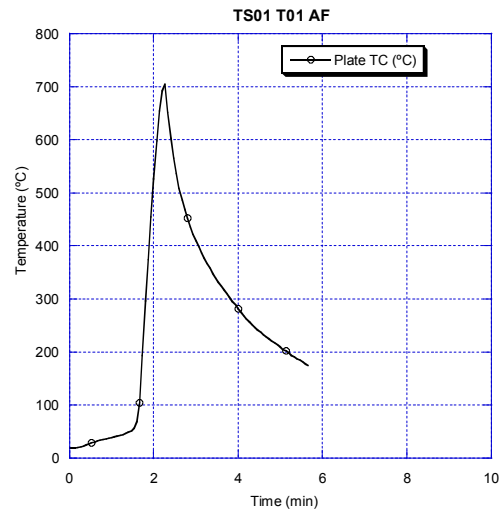
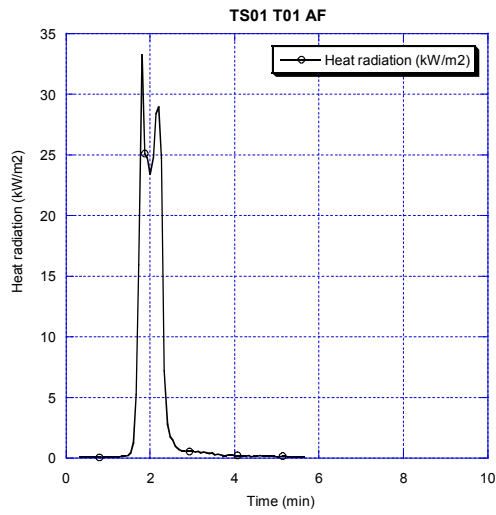
Principskiss på försöksuppställning till testserie 4, fördelning av varor.



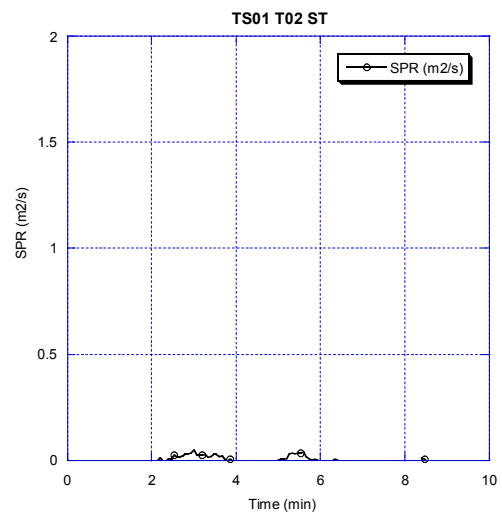
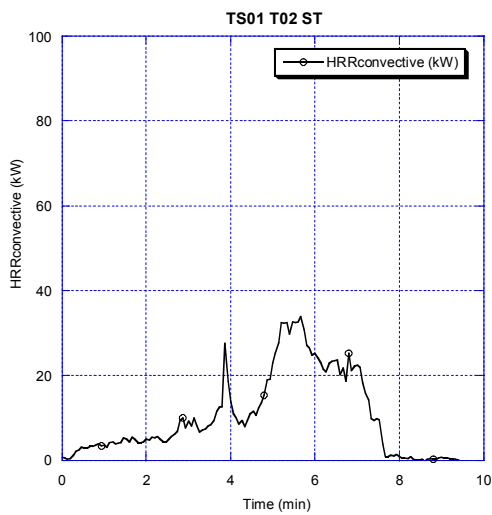
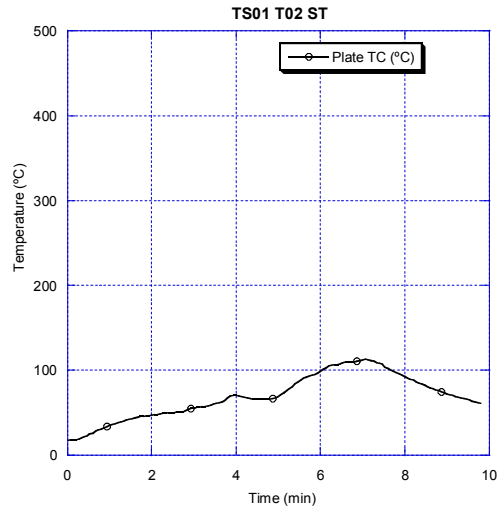
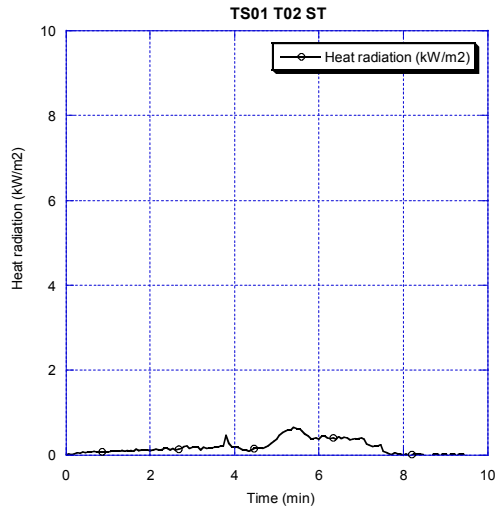
Koncentrera brfv till mitten sektionerna.
 Lättantändliga produkter på spjut ganska nära mitten sektionerna.
 En st enhet med Avfettning i mittsektionerna för att visa effekten . En
 enhet Impregnering längs ut-upp.



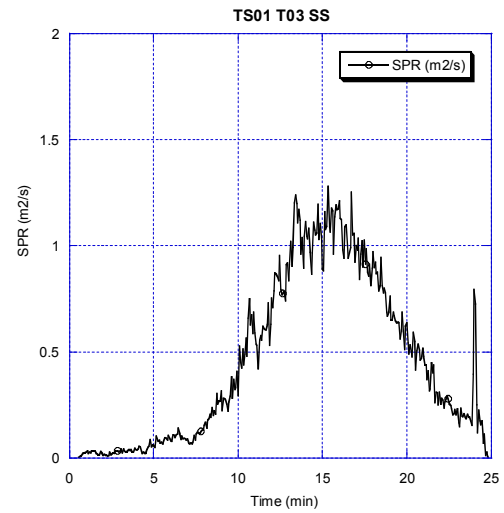
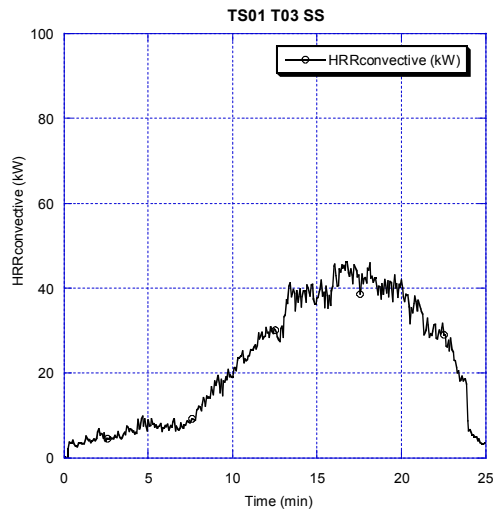
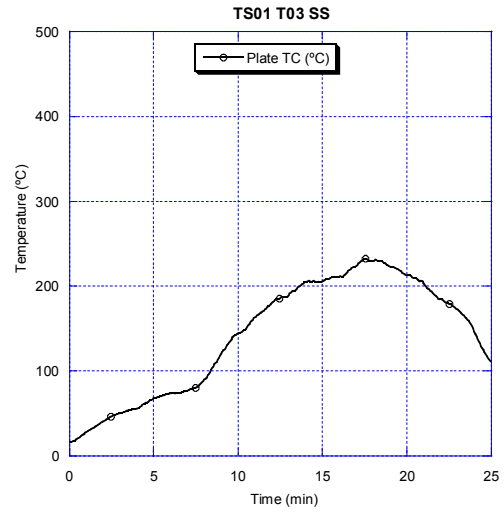
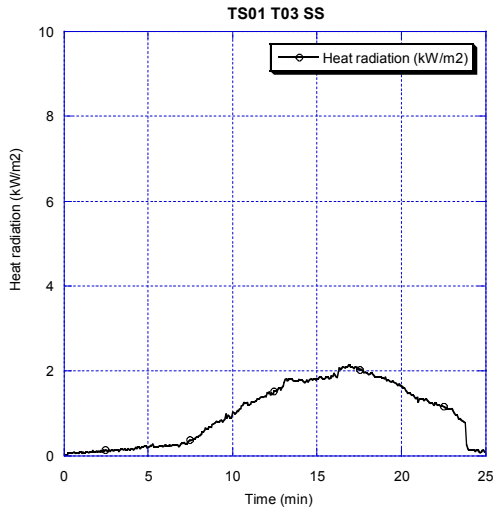
Bilaga 6 Mätresultat från testserie 1



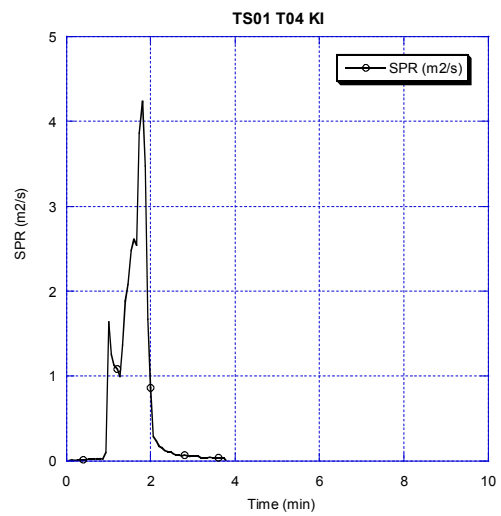
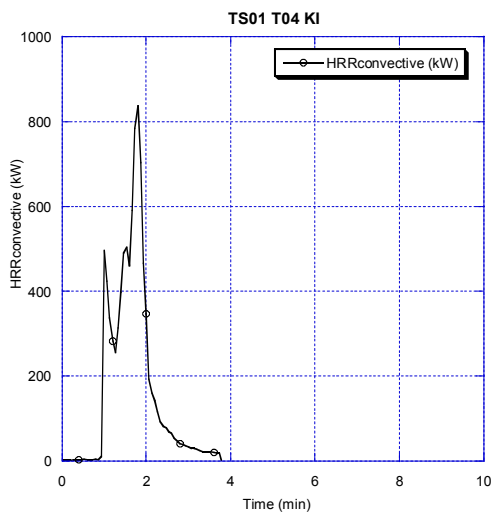
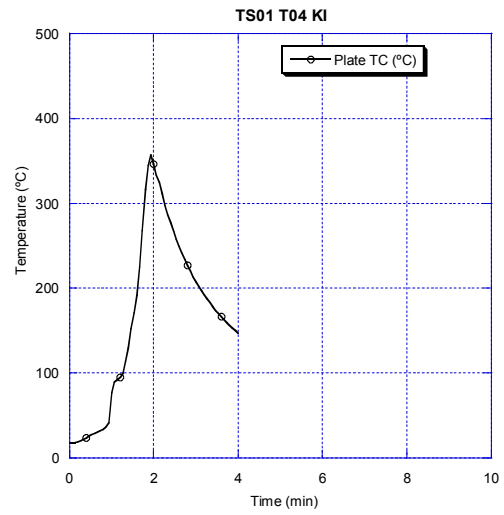
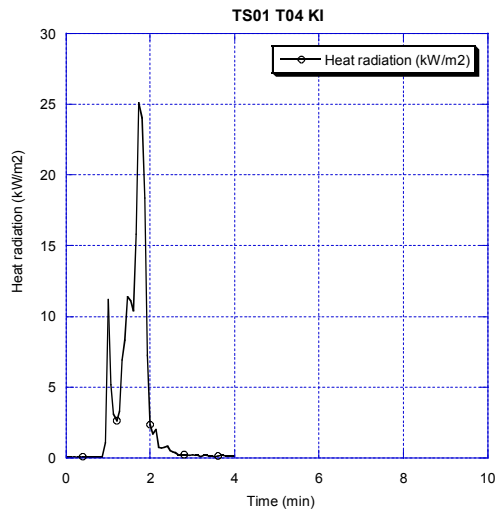
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



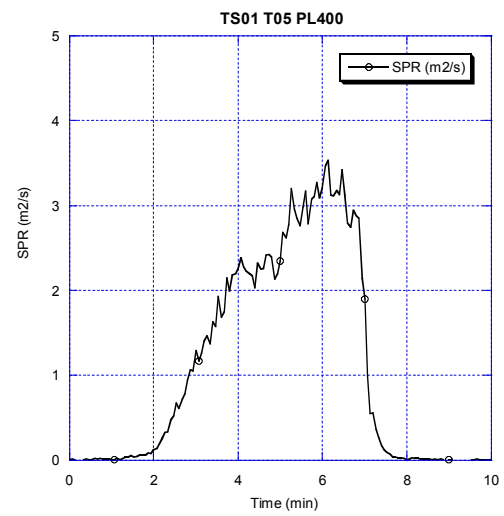
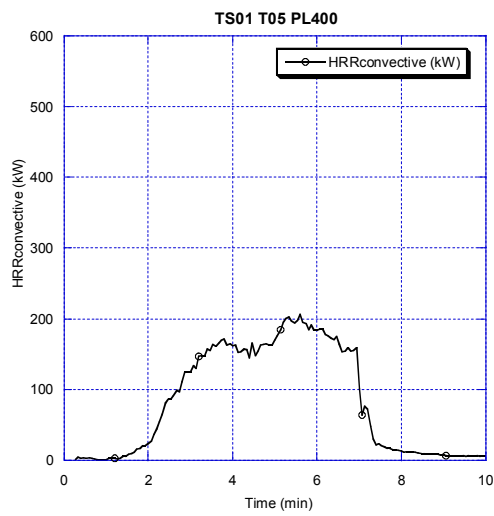
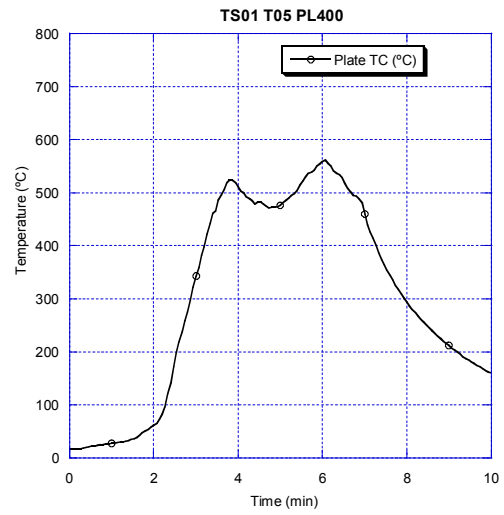
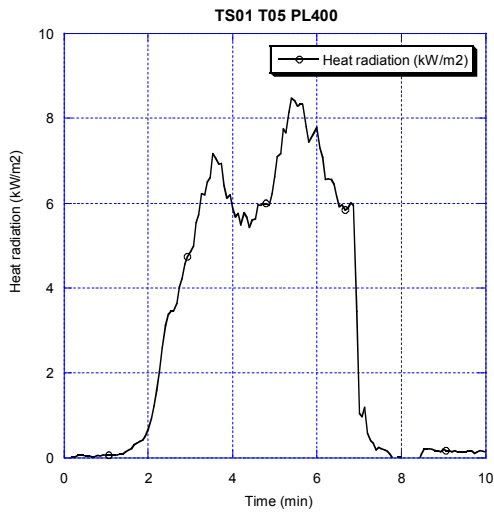
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



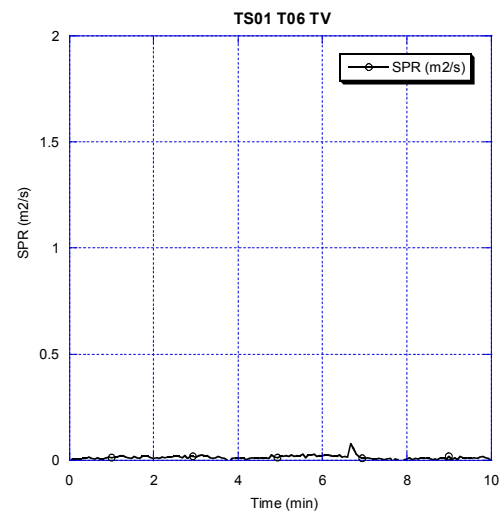
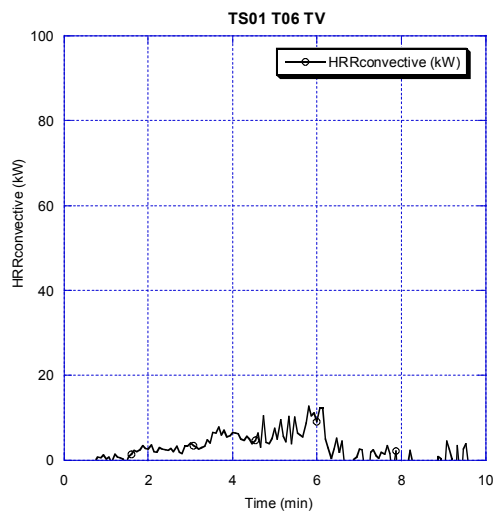
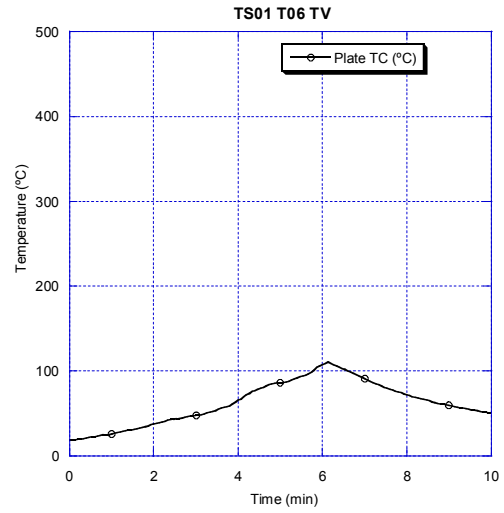
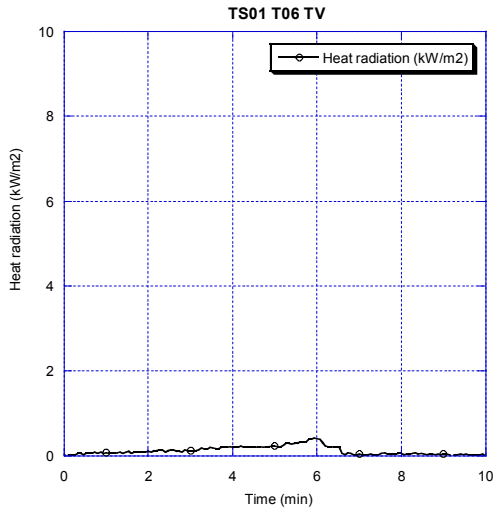
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



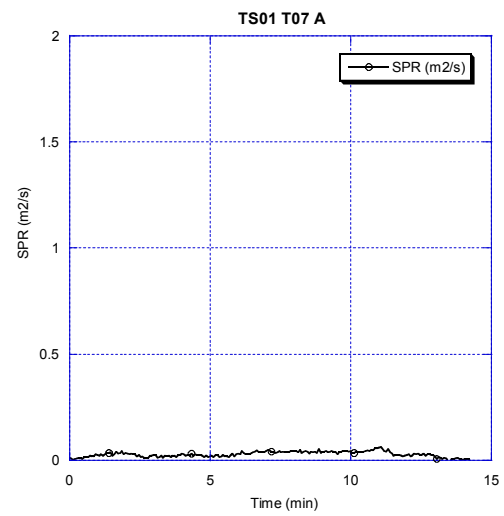
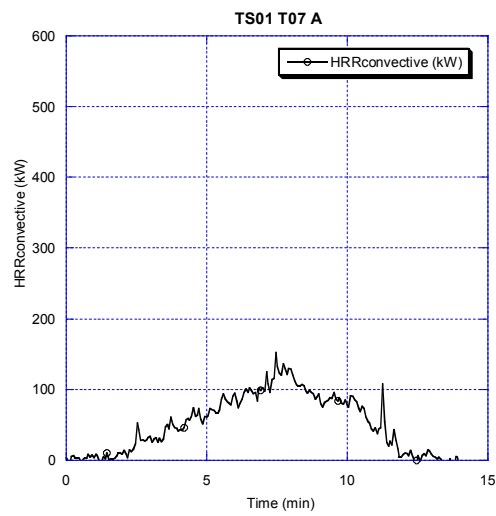
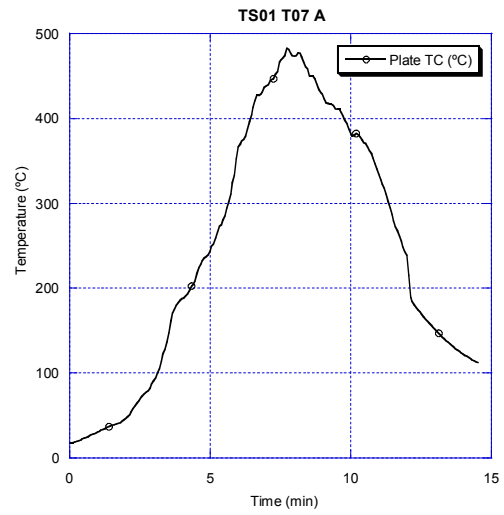
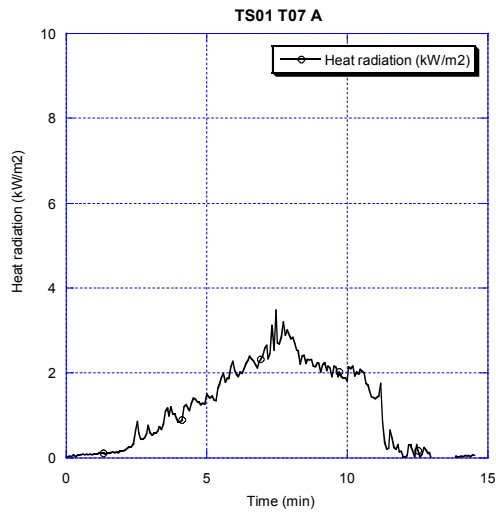
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



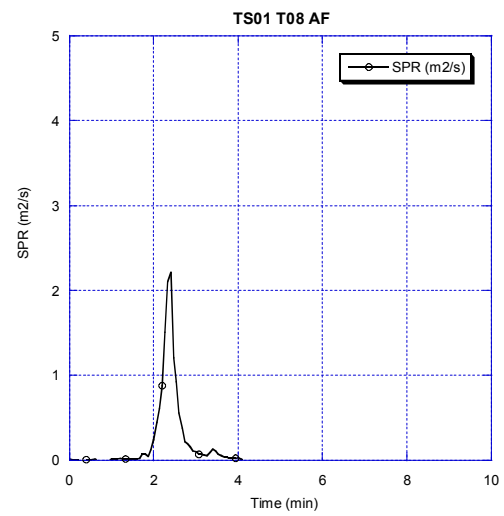
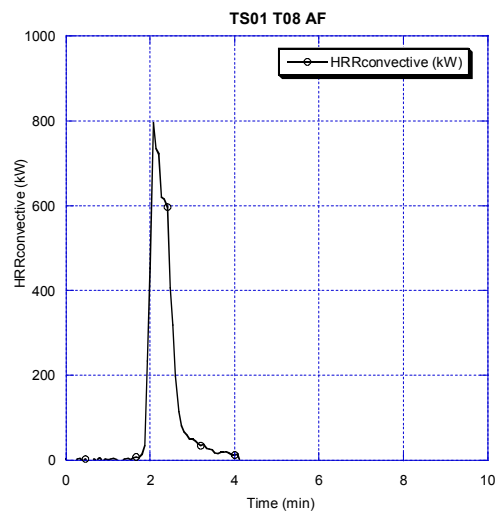
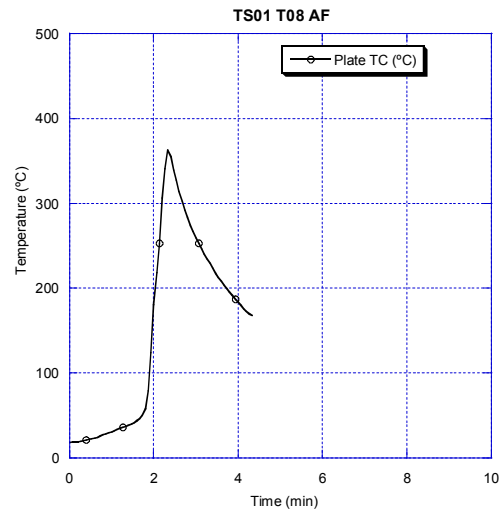
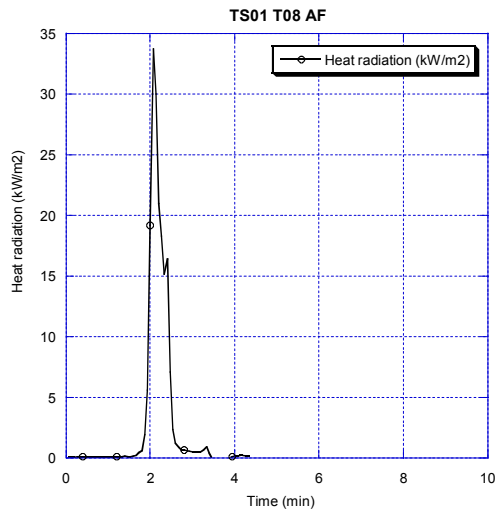
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



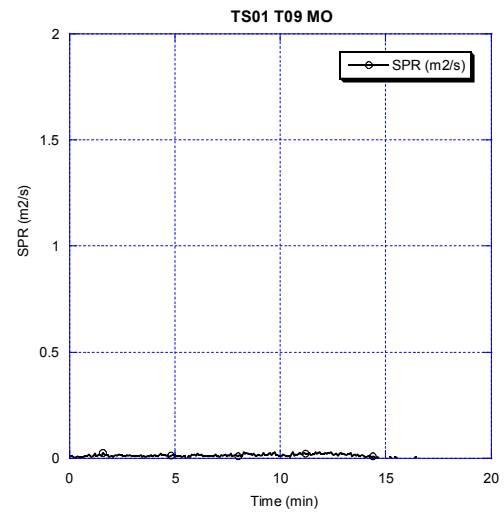
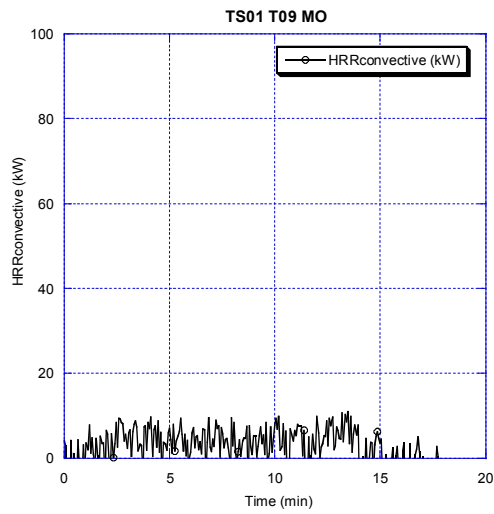
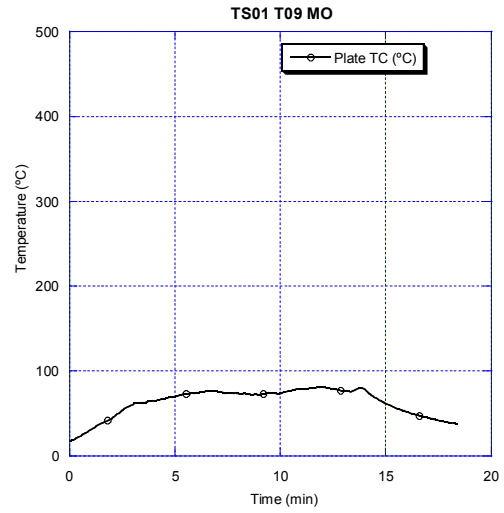
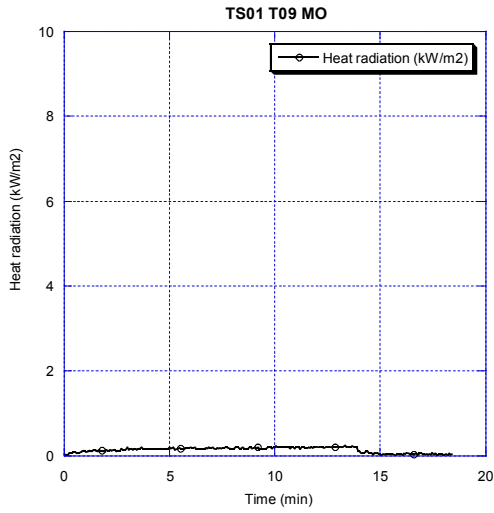
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



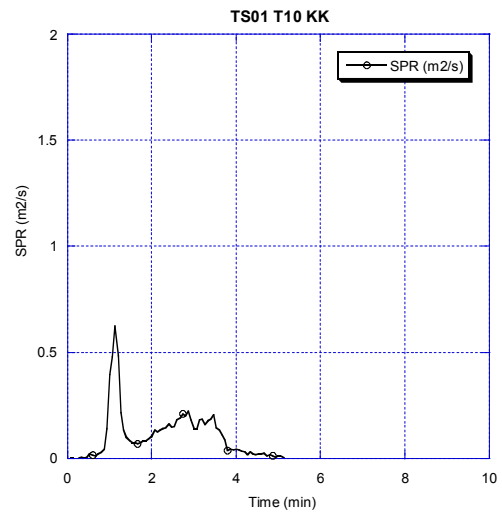
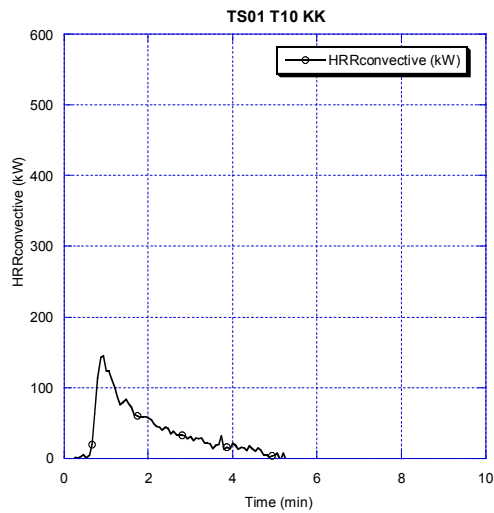
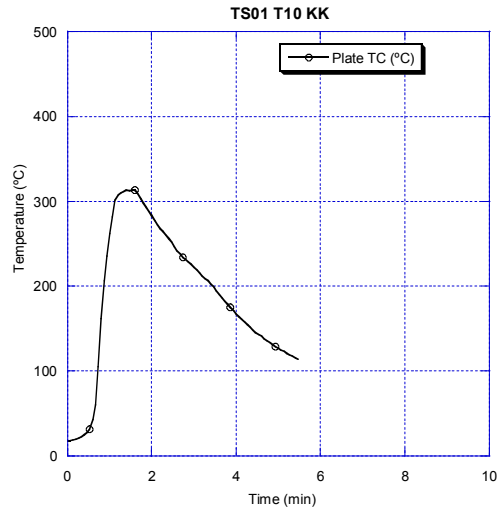
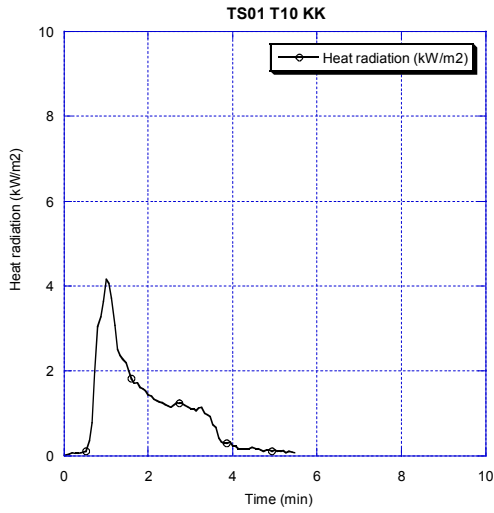
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



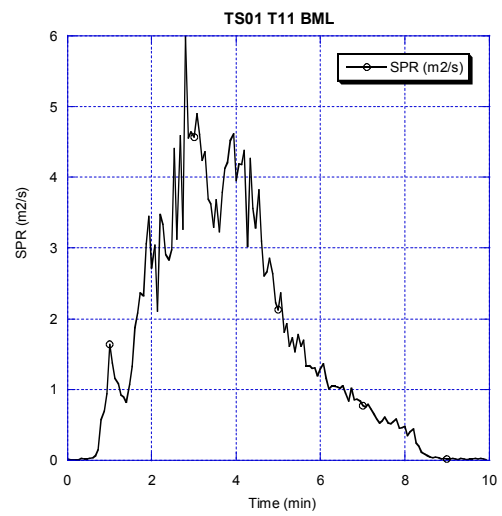
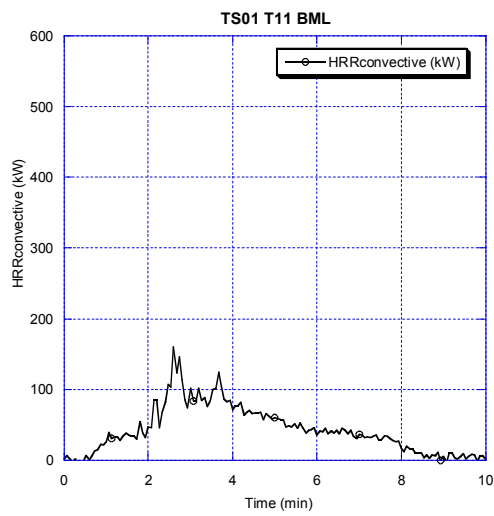
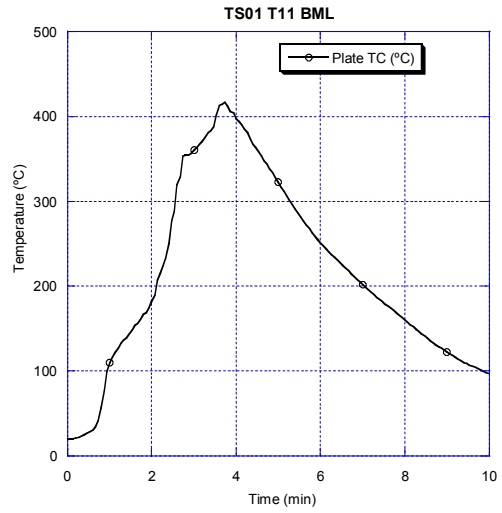
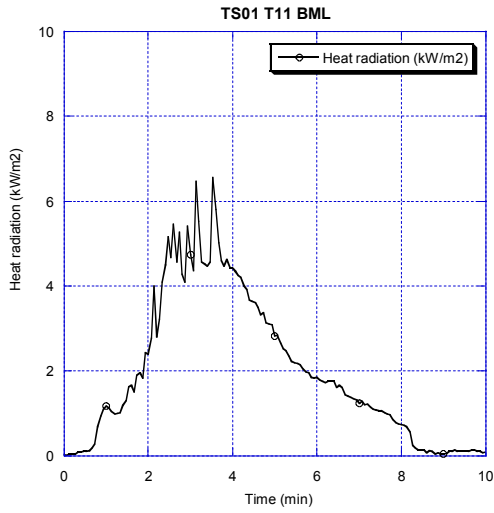
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1

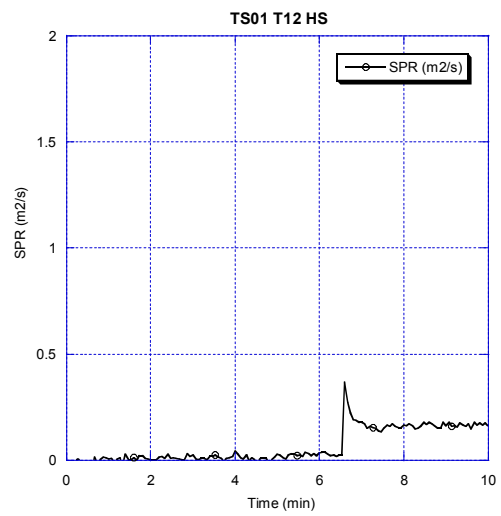
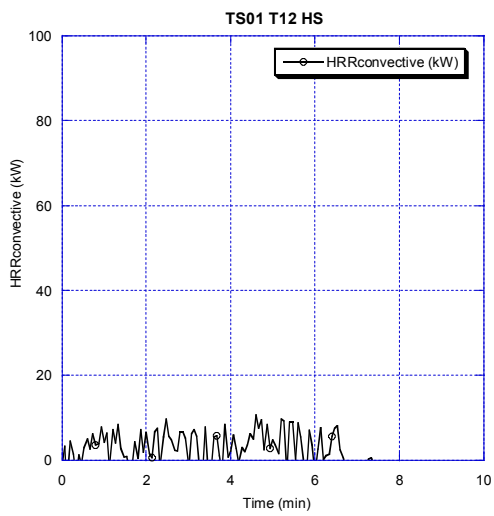
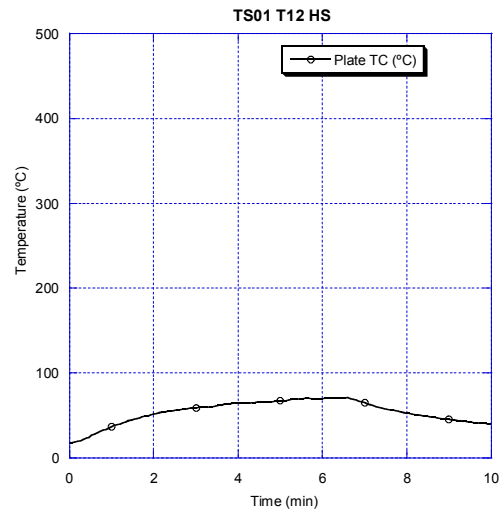
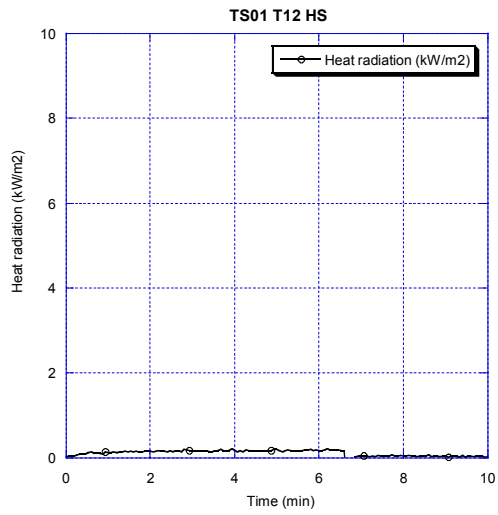


Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1

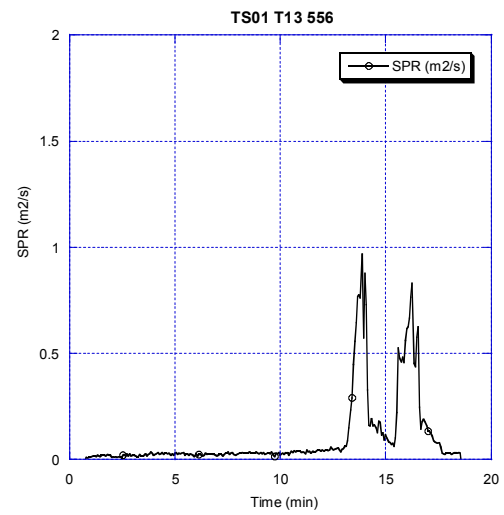
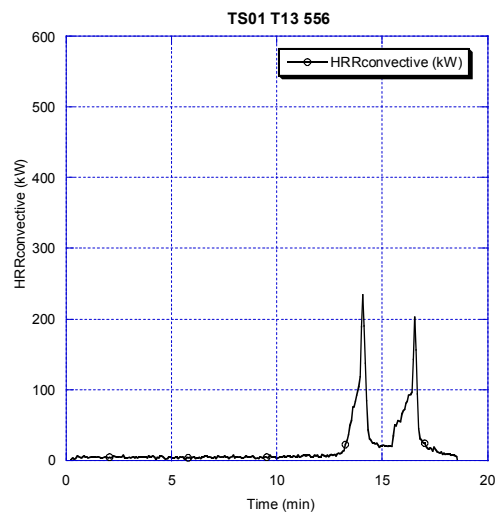
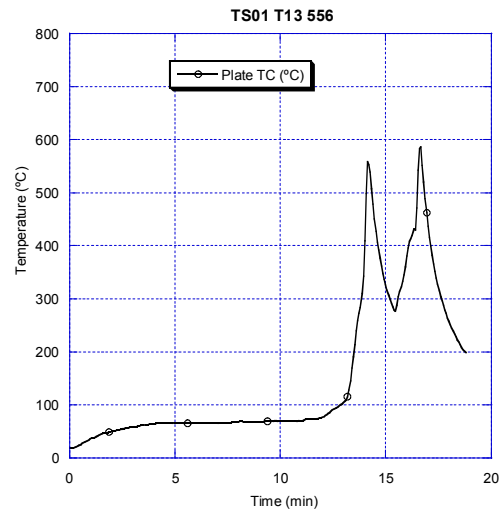
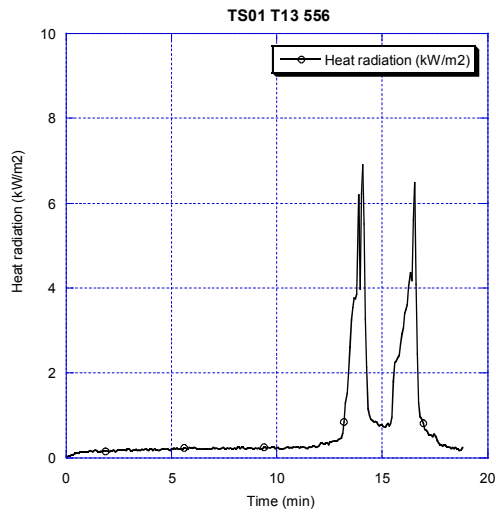


Annan y-skala

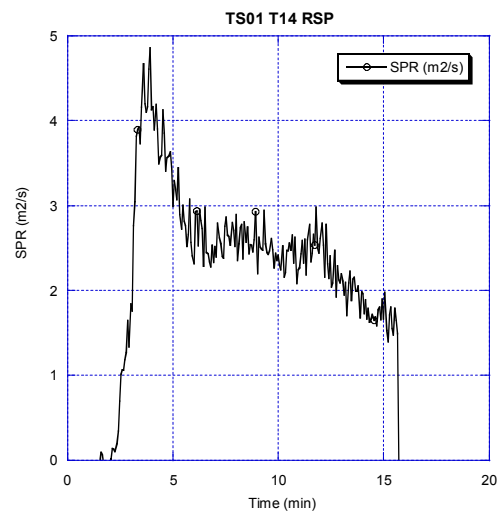
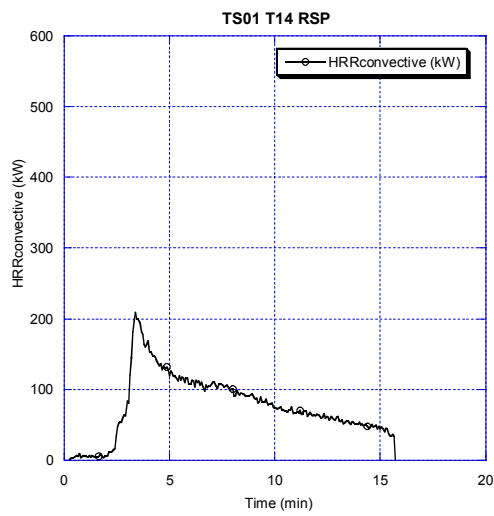
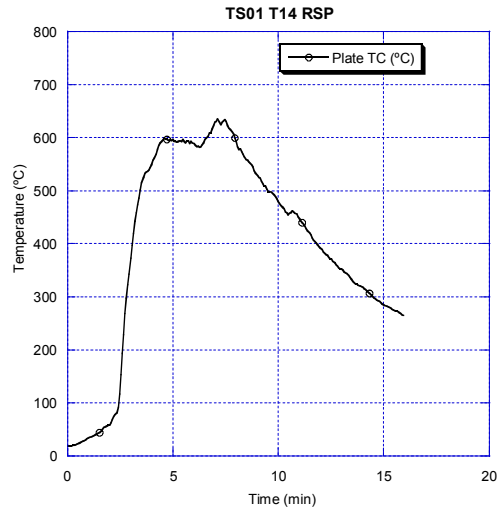
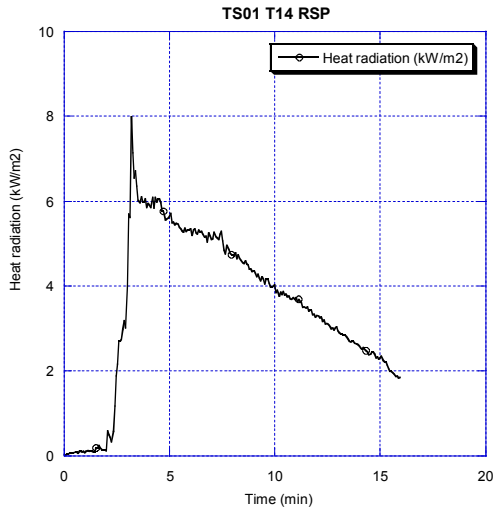
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



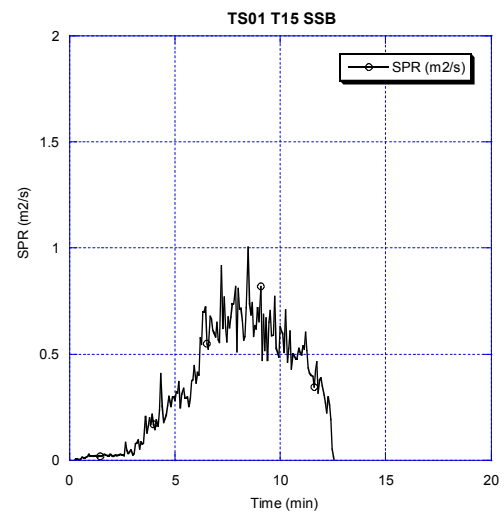
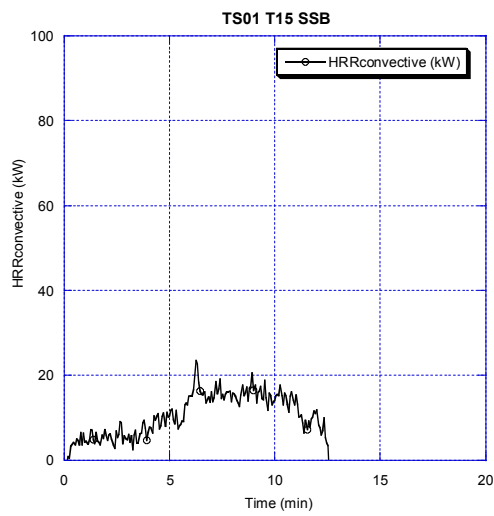
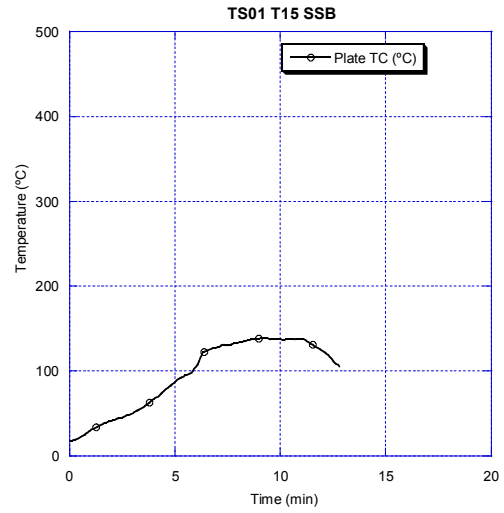
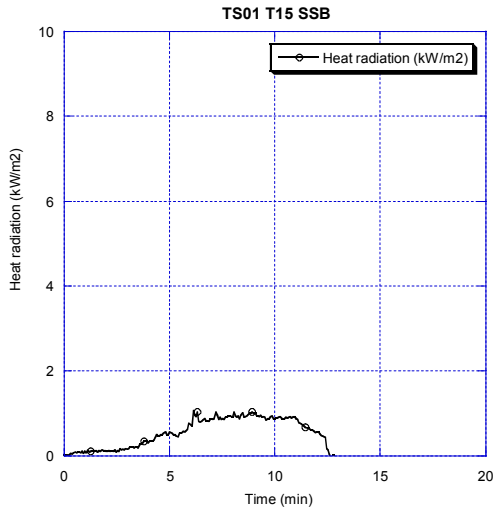
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



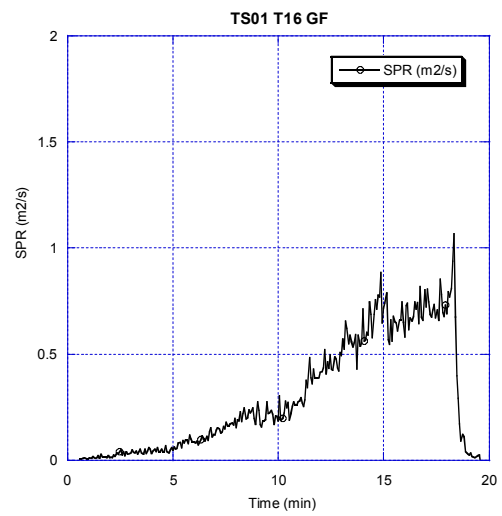
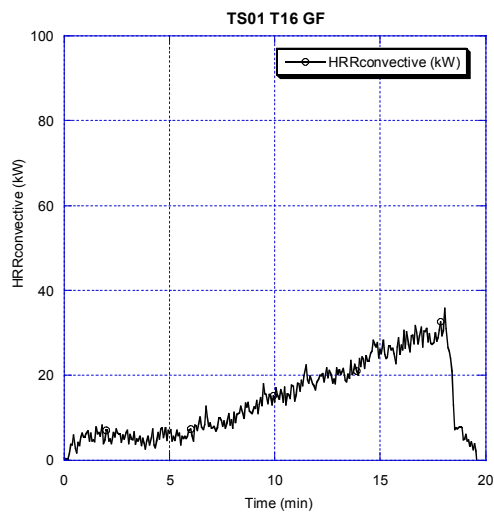
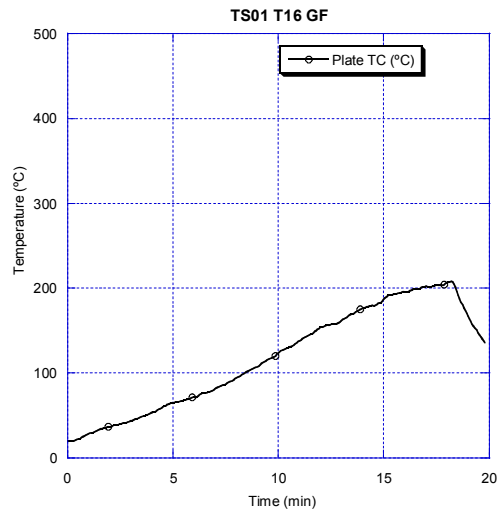
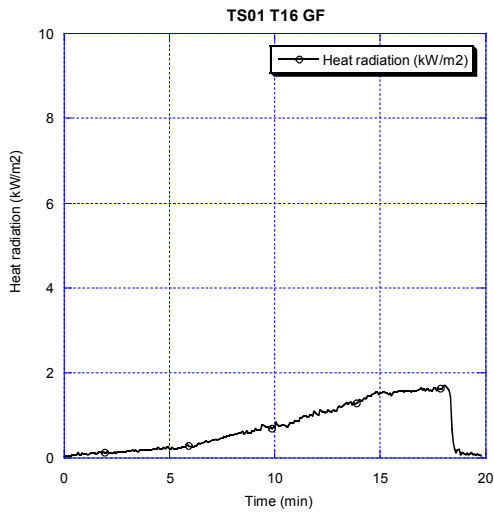
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



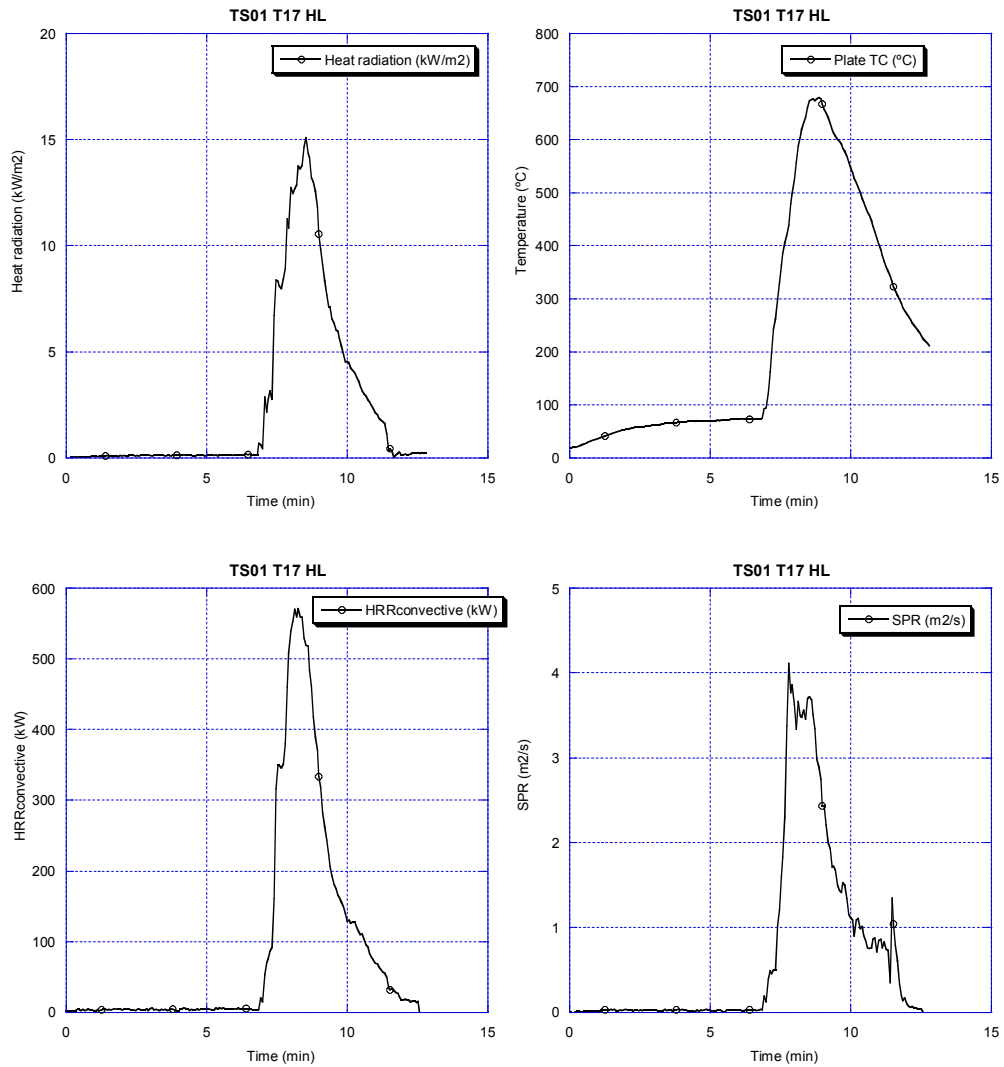
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



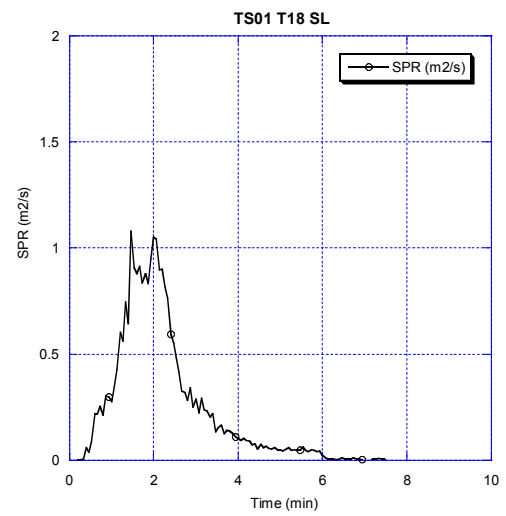
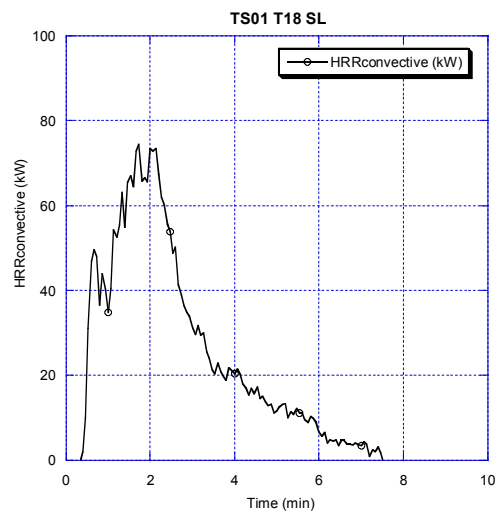
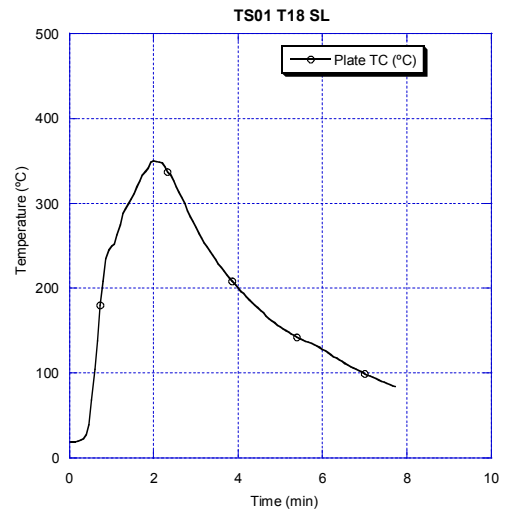
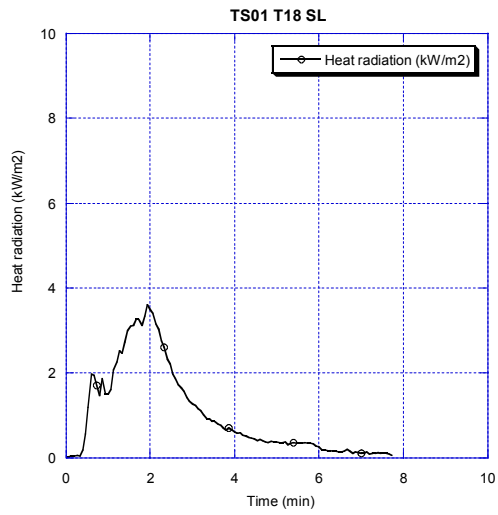
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



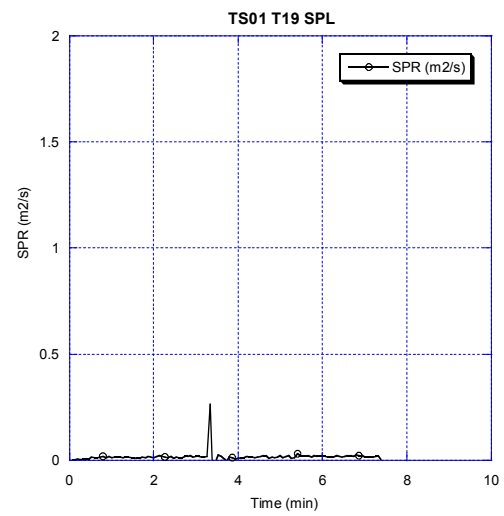
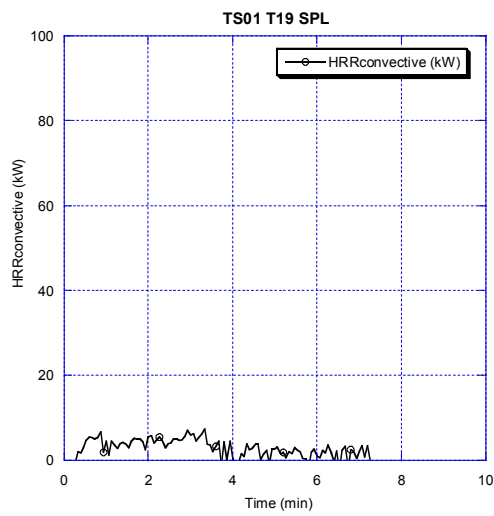
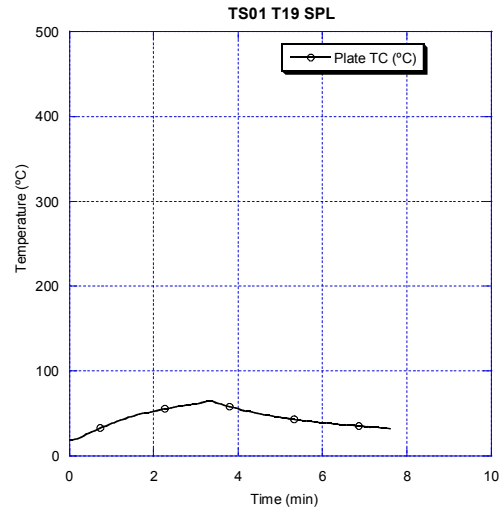
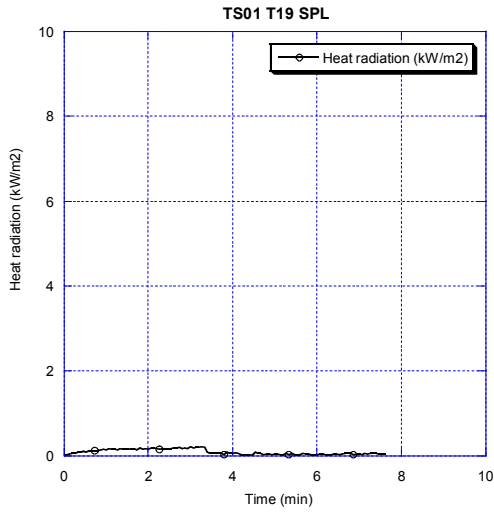
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



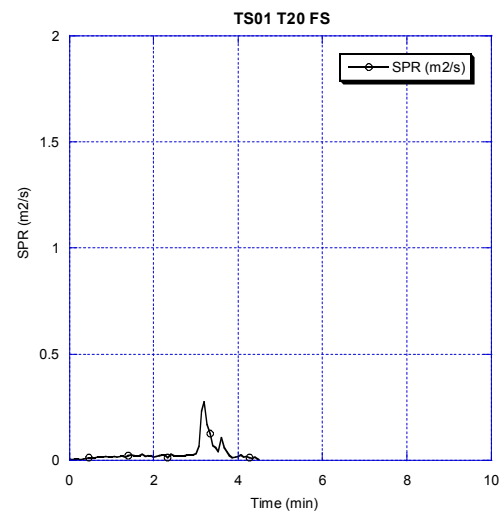
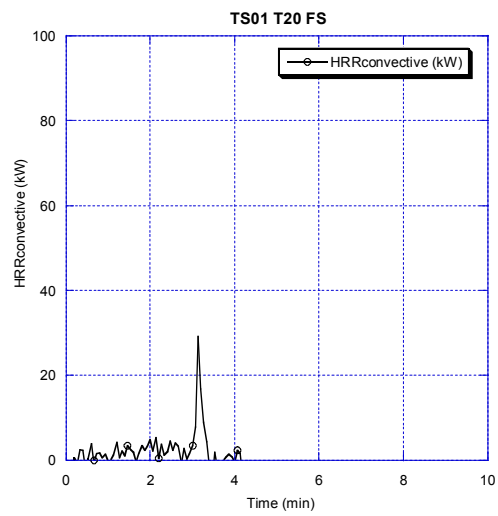
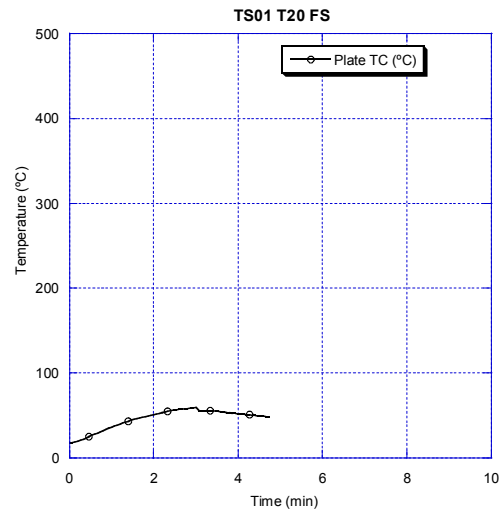
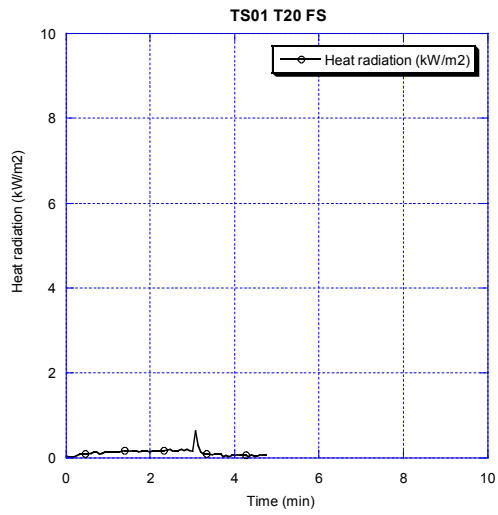
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



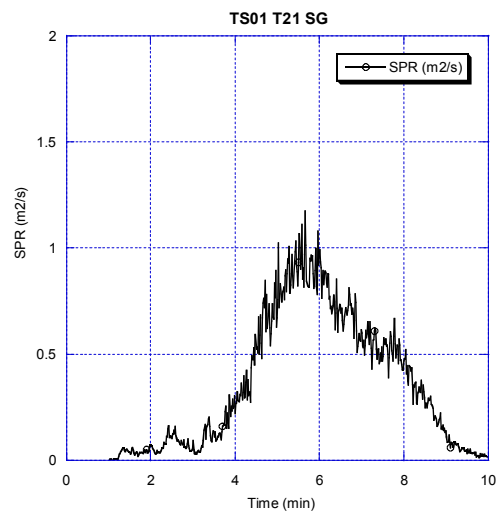
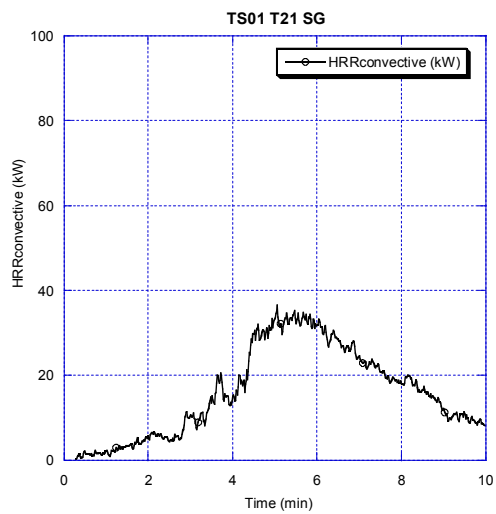
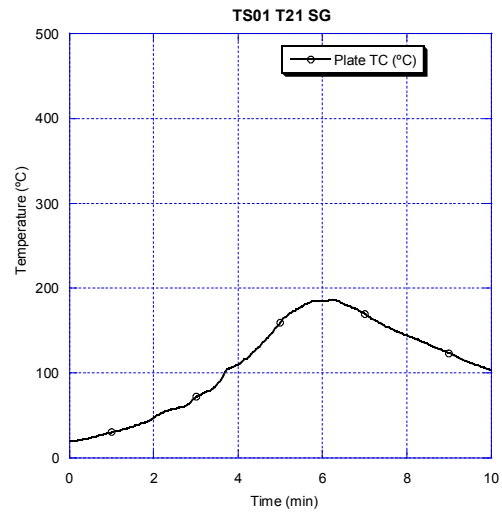
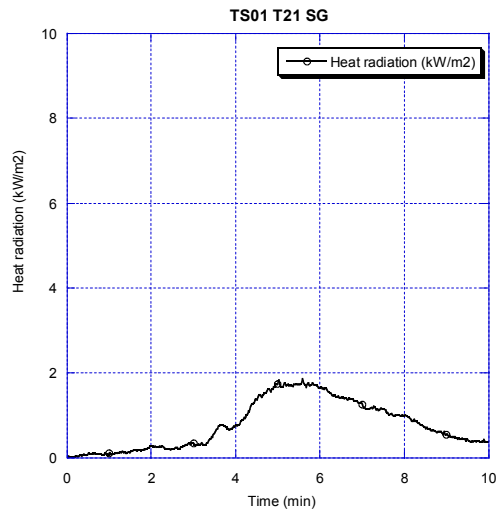
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



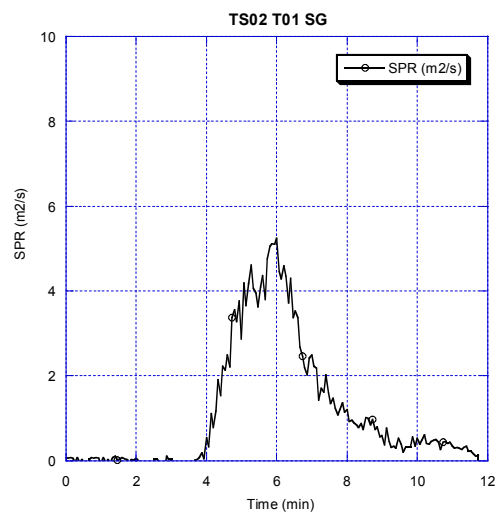
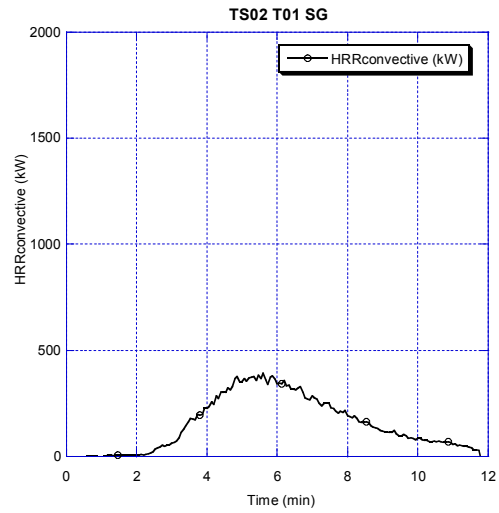
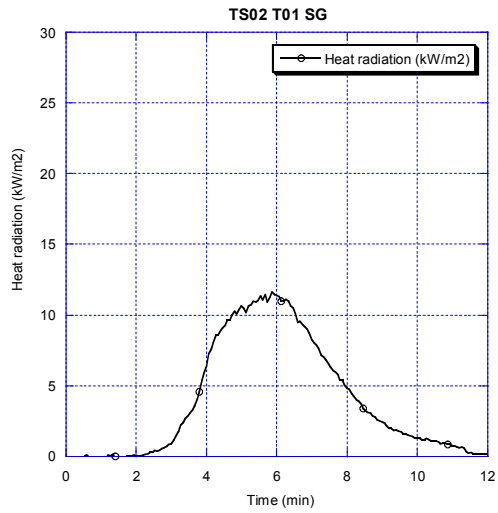
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



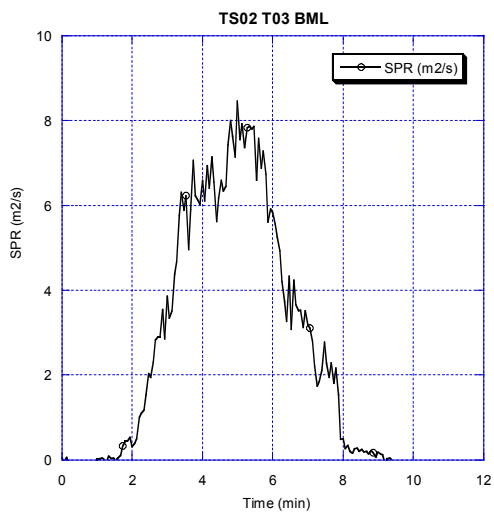
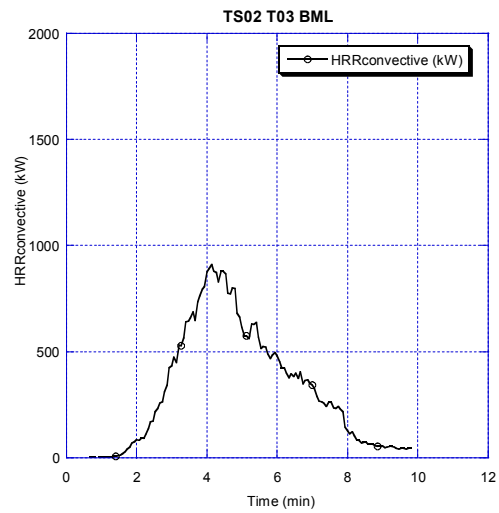
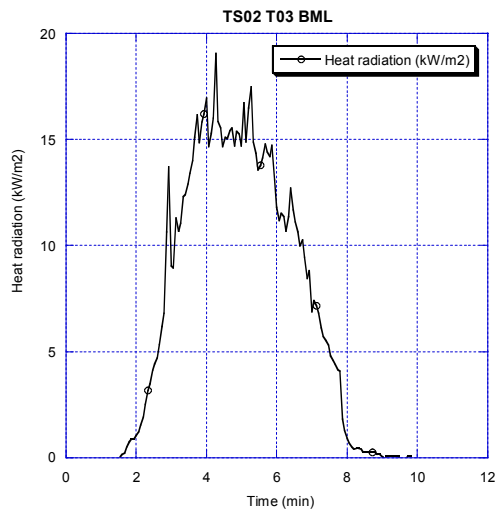
Bilaga 6 (forts) Mätresultat från testserie 1



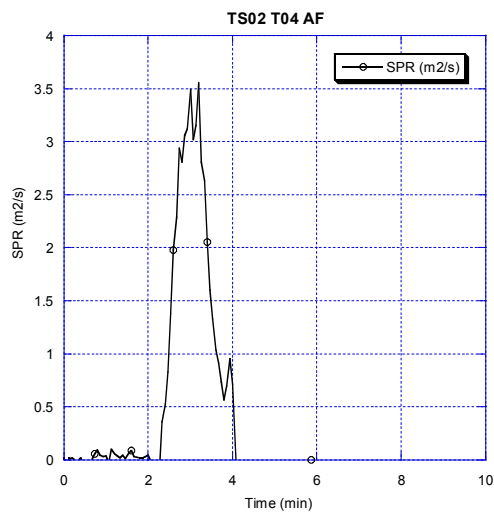
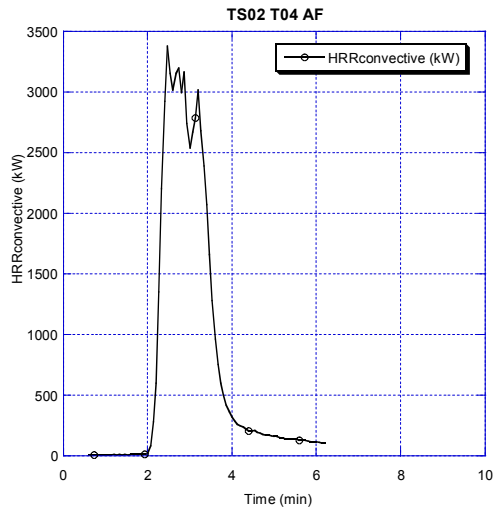
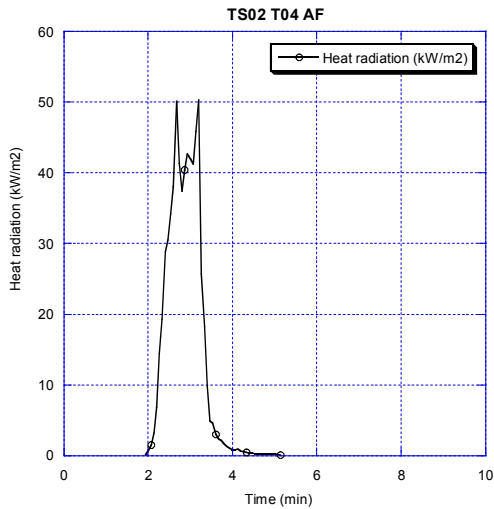
Bilaga 7 Mätresultat från testserie 2



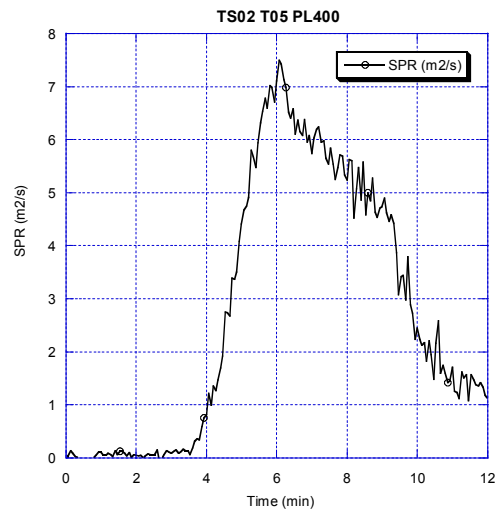
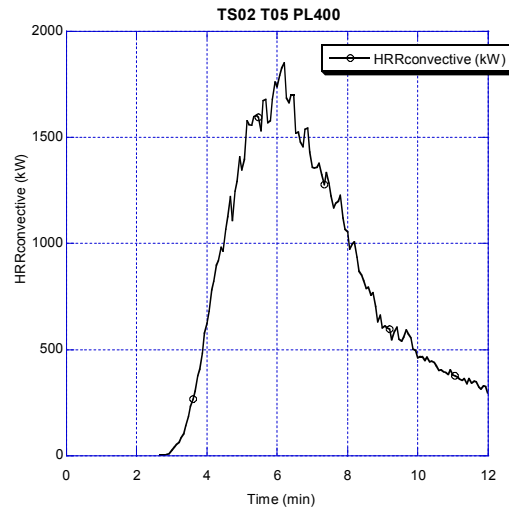
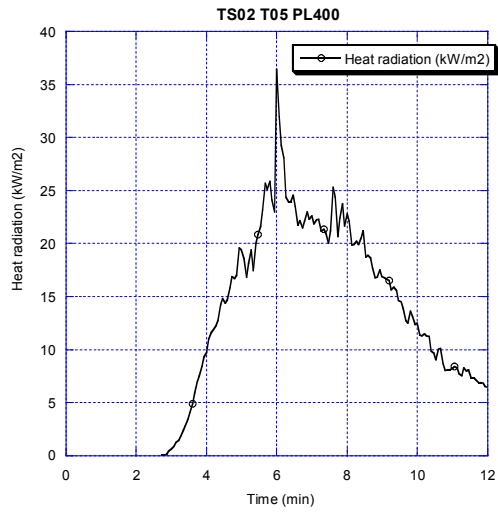
Bilaga 7 (forts) Mätresultat från testserie 2



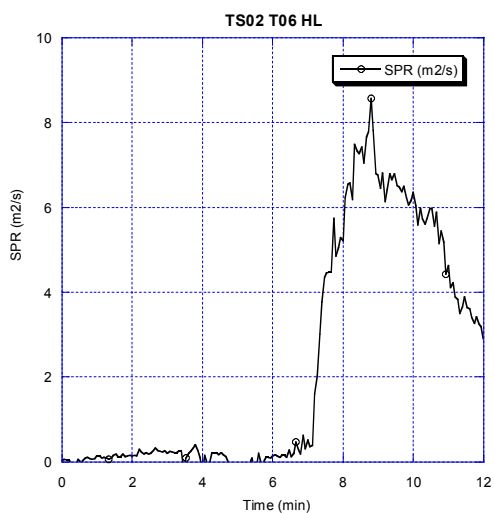
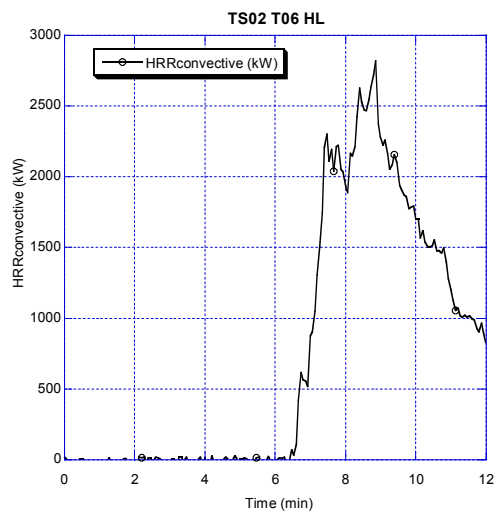
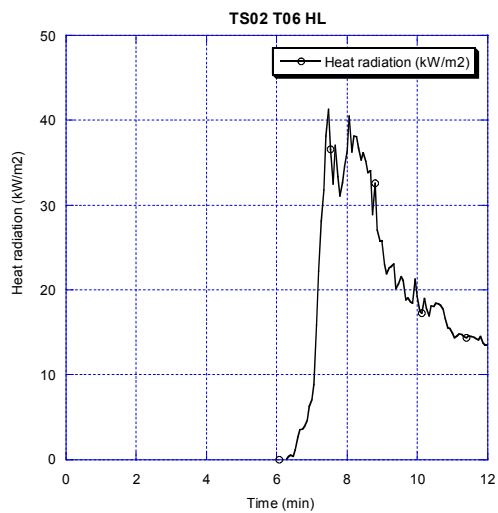
Bilaga 7 (forts) Mätresultat från testserie 2



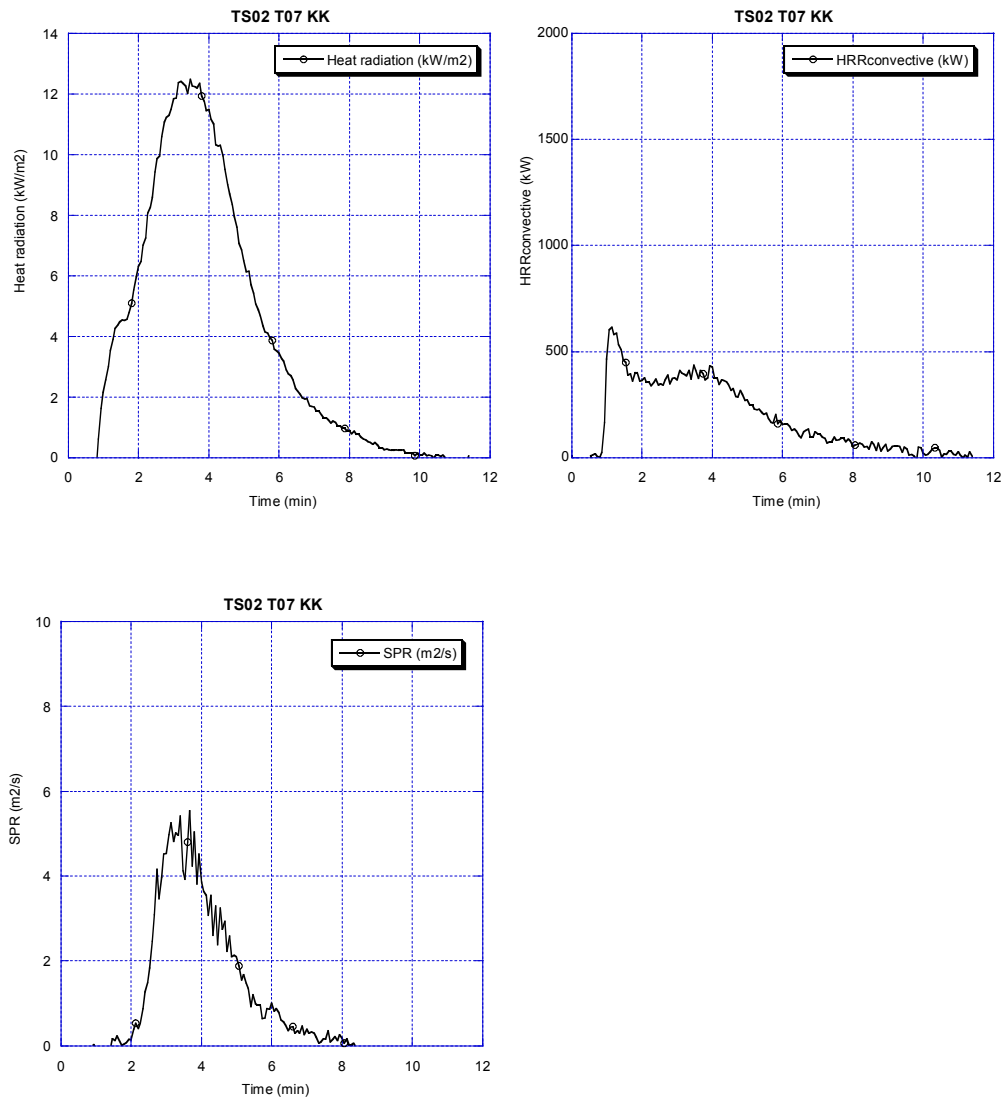
Bilaga 7 (forts) Mätresultat från testserie 2



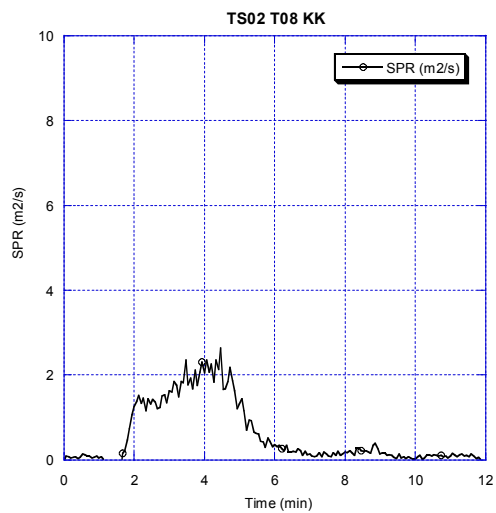
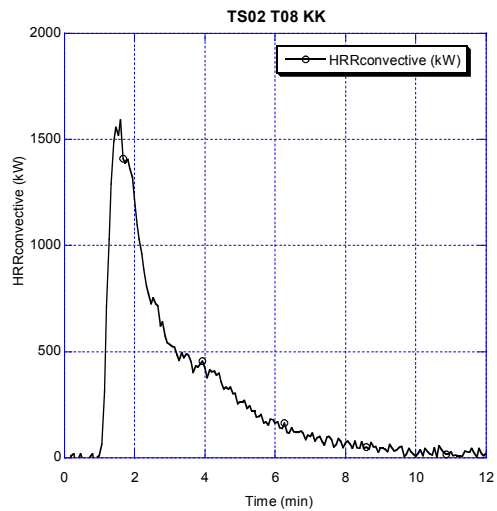
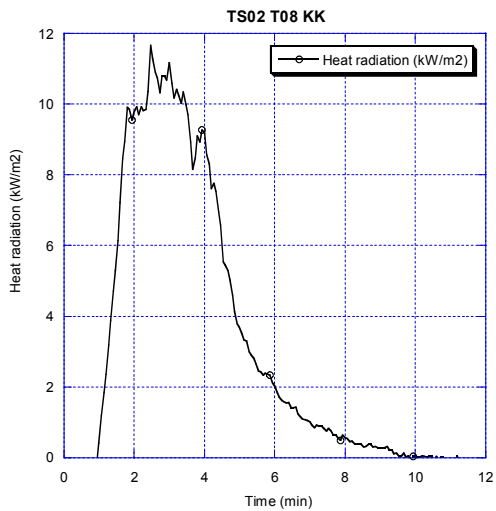
Bilaga 7 (forts) Mätresultat från testserie 2



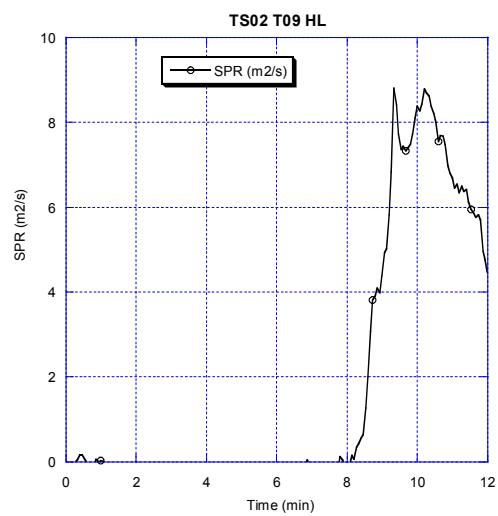
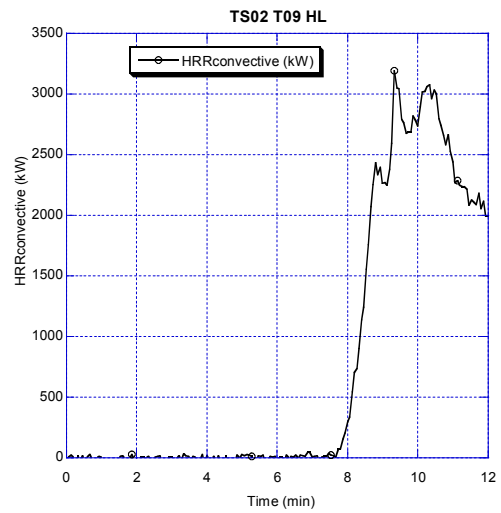
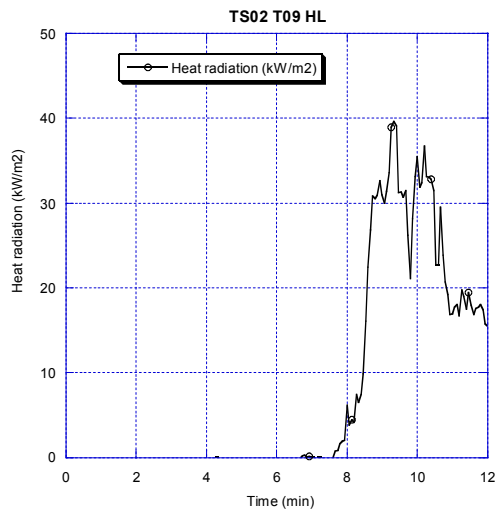
Bilaga 7 (forts) Mätresultat från testserie 2



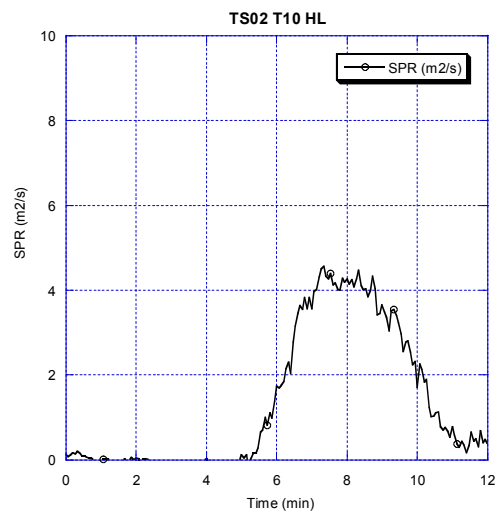
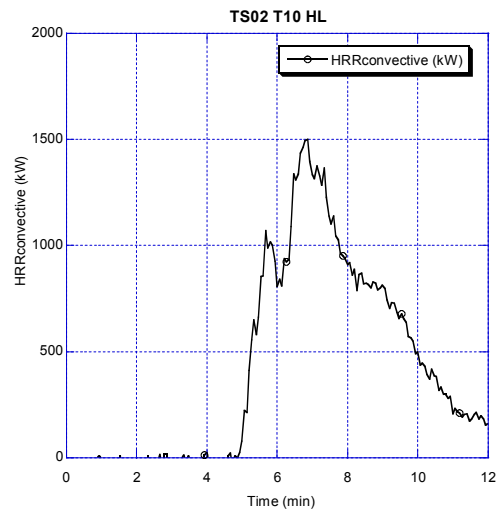
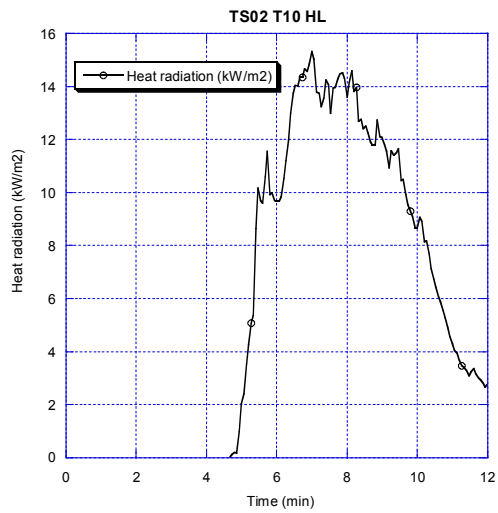
Bilaga 7 (forts) Mätresultat från testserie 2



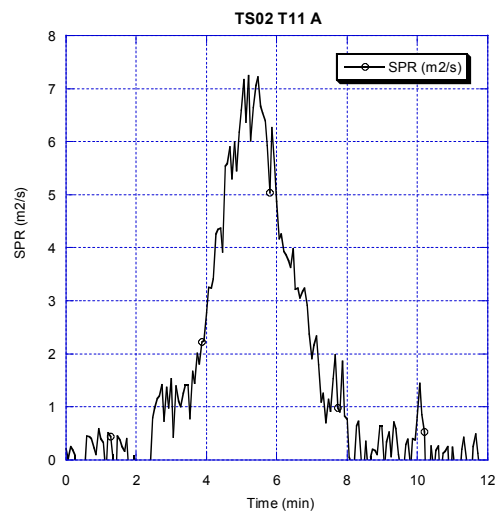
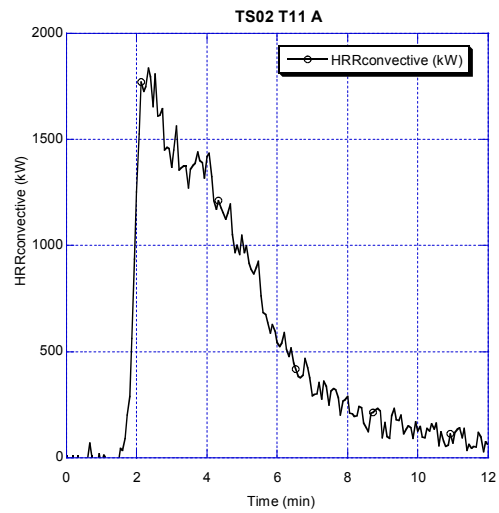
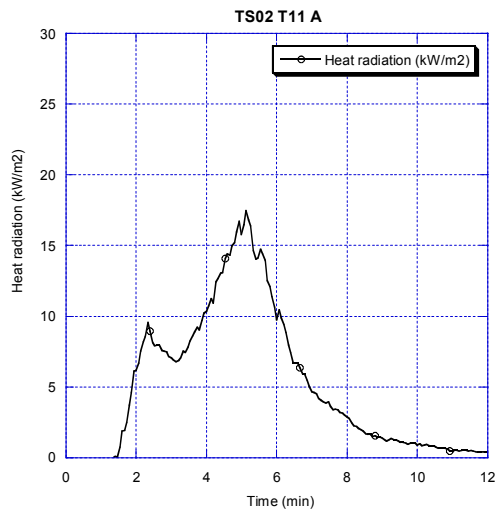
Bilaga 7 (forts) Mätresultat från testserie 2



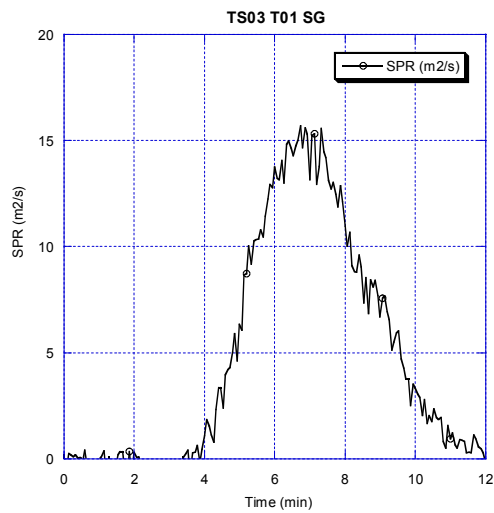
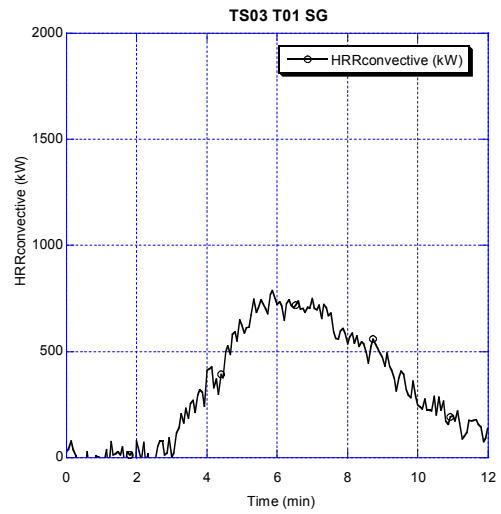
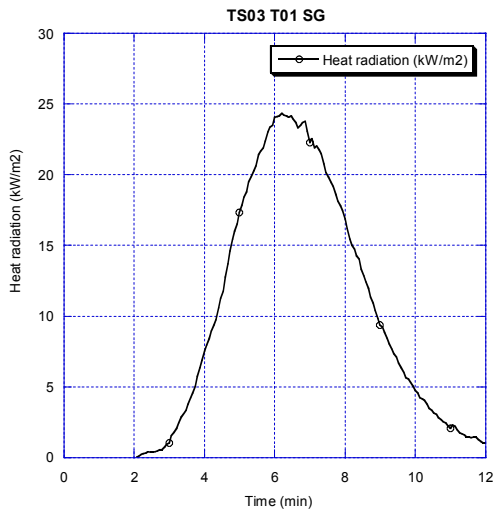
Bilaga 7 (forts) Mätresultat från testserie 2



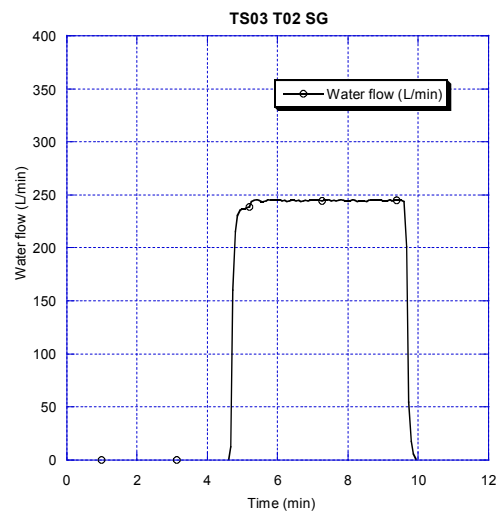
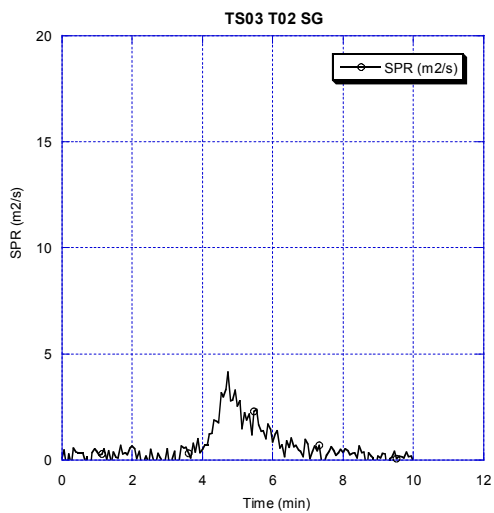
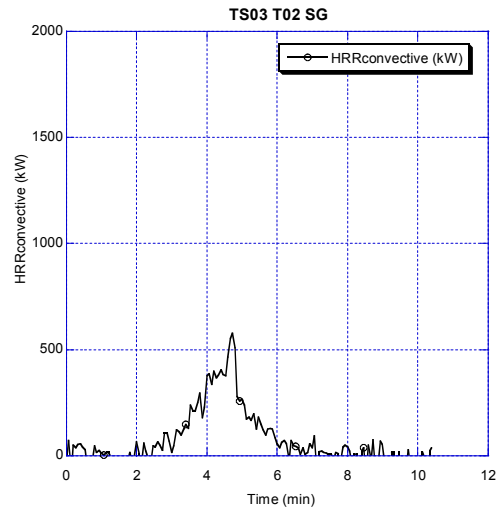
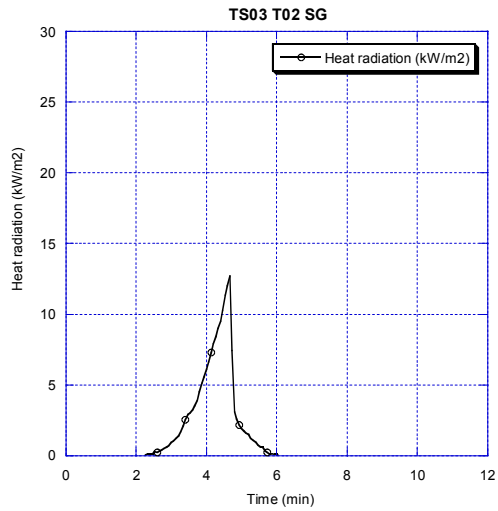
Bilaga 7 (forts) Mätresultat från testserie 2



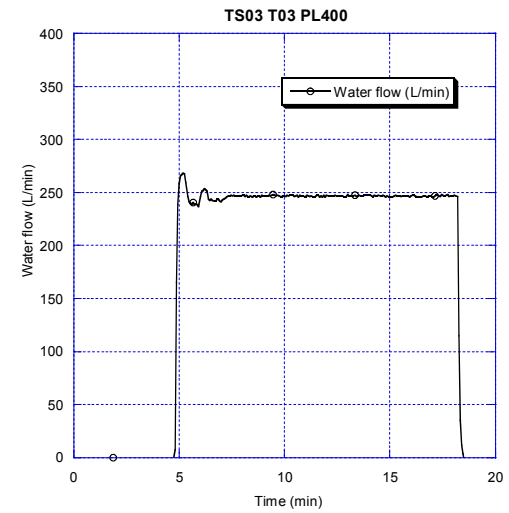
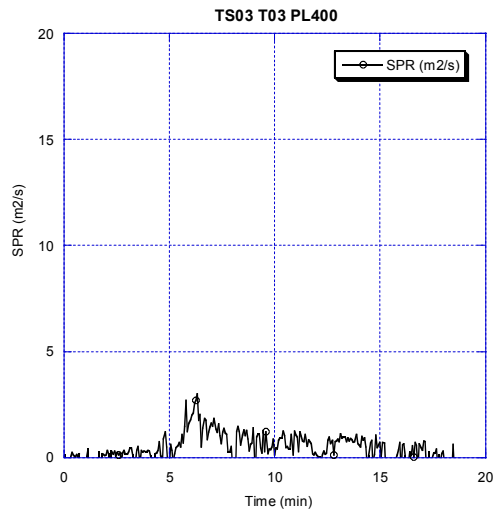
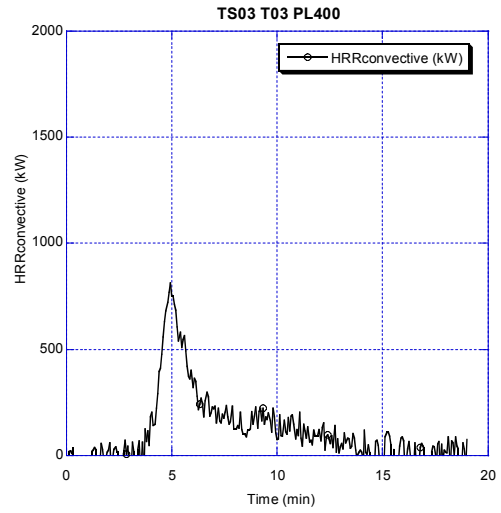
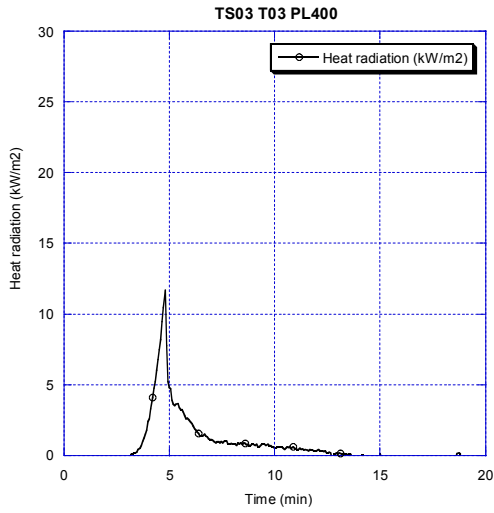
Bilaga 8 Mätresultat från testserie 3



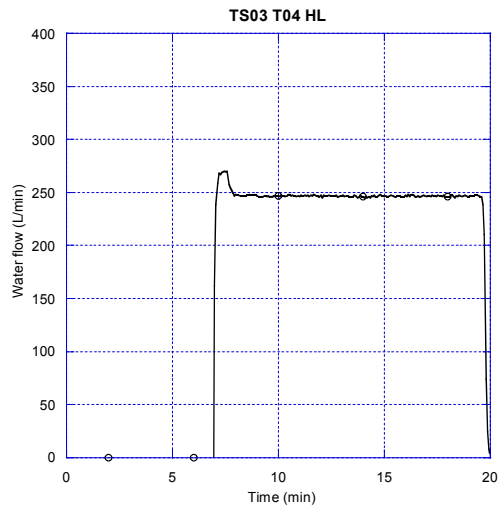
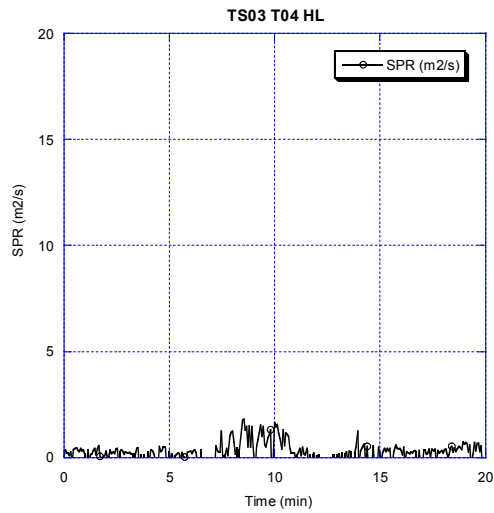
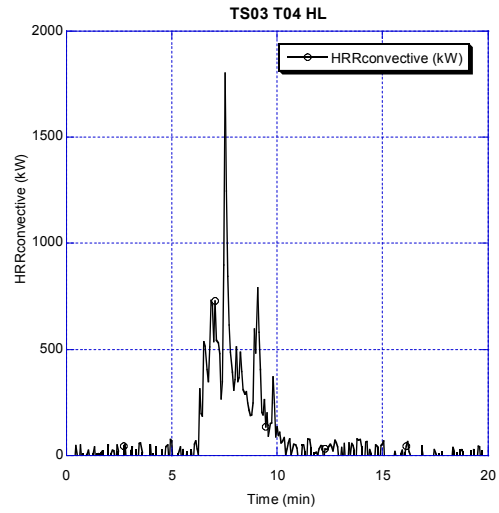
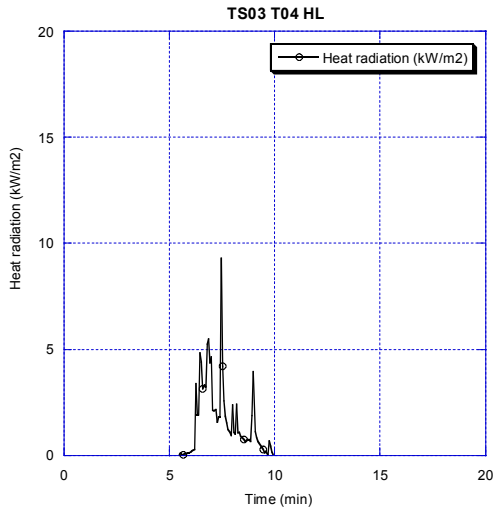
Bilaga 8 (forts) Mätresultat från testserie 3



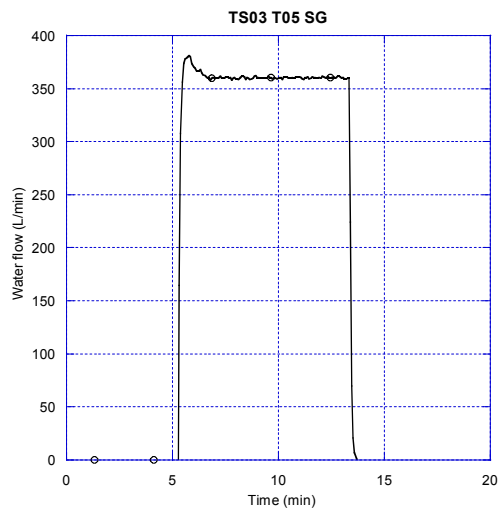
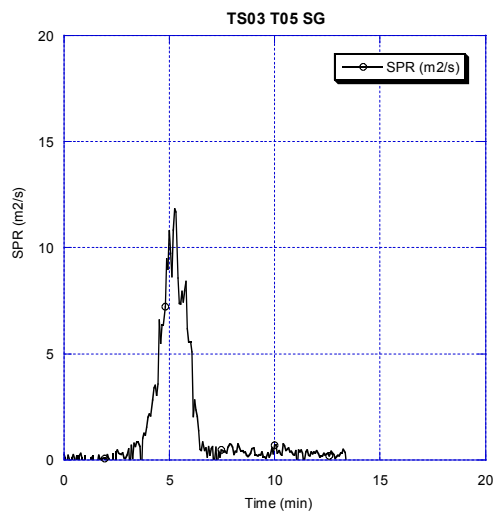
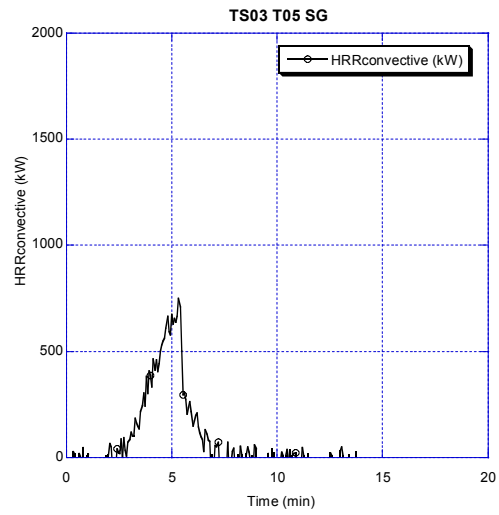
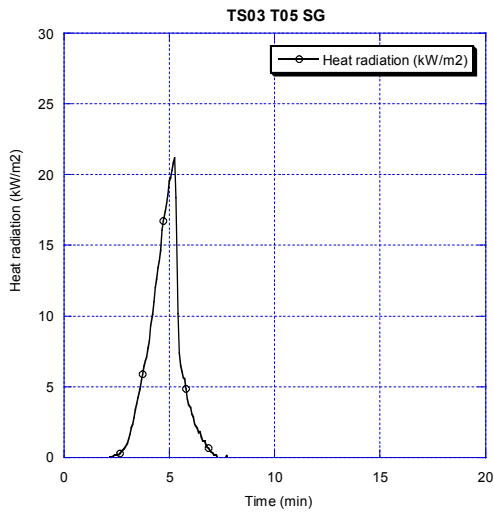
Bilaga 8 (forts) Mätresultat från testserie 3



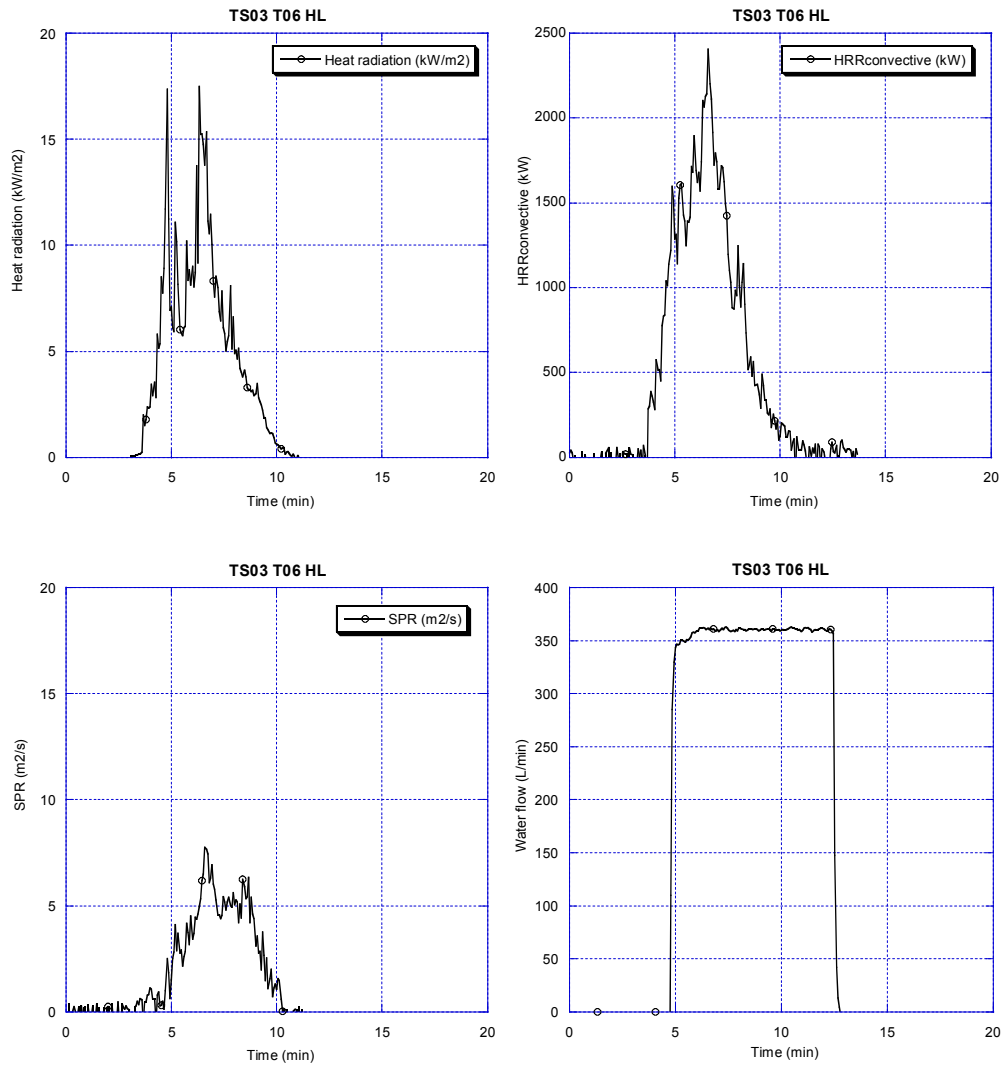
Bilaga 8 (forts) Mätresultat från testserie 3



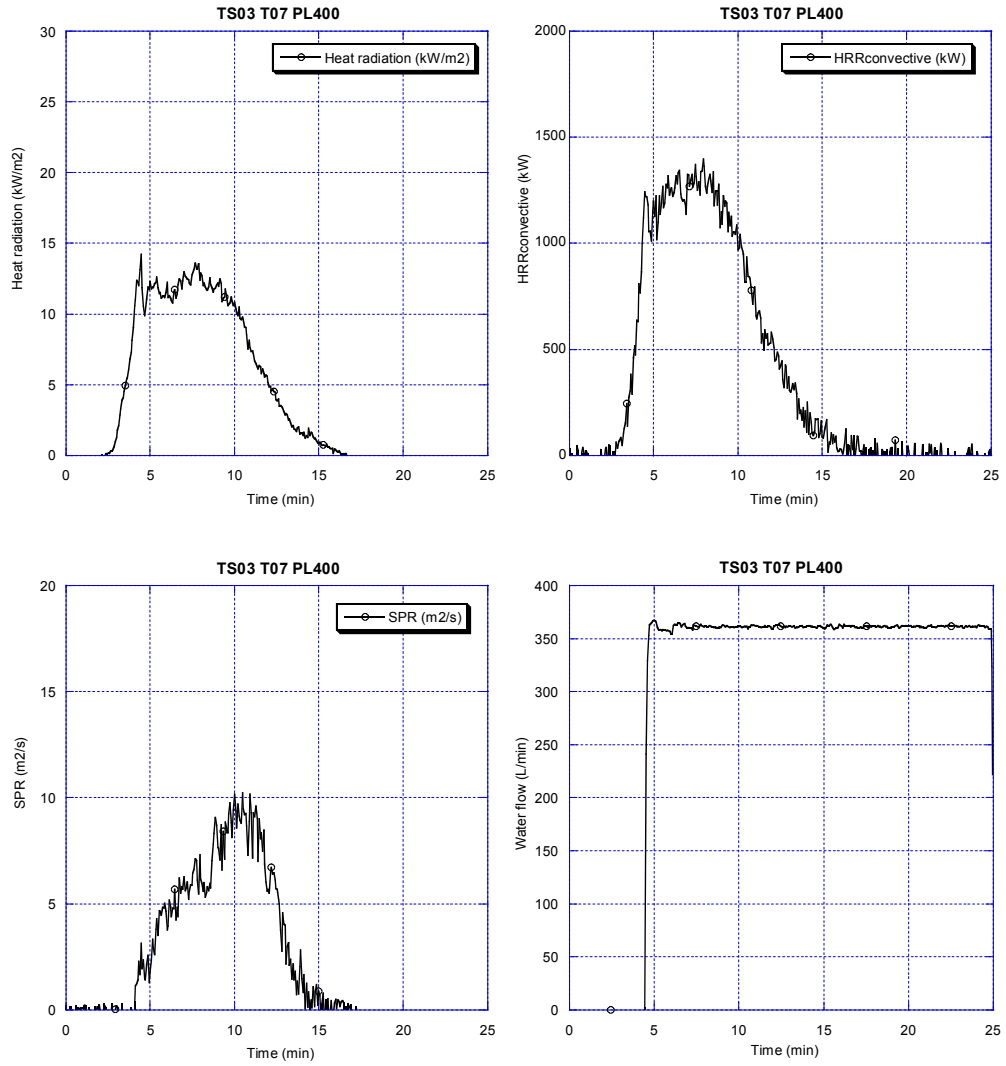
Bilaga 8 (forts) Mätresultat från testserie 3



Bilaga 8 (forts) Mätresultat från testserie 3



Bilaga 8 (forts) Mätresultat från testserie 3



Bilaga 9 SRV:s sammanställning av uppgifter från datablad samt kommentarer

Sammanställning av uppgifter från datablad

Namn	Flam-punkt	Fas	Ämnen	Konc. vikts-%	Släckning	R-fras
Power avfettning	40°C	vätska	nafta, tung, H-beh	60-100	skum, kolsyra, pulver	R10
Sonax supertvätt	47°C	vätska	nafta, tung, H-beh destillat, lätt, H-be	<25 <30	skum, pulver, CO2, ej vatten	R10
Super-späckel	32°C	pasta	styrenmonomer	10-20	skum, pulver, CO2	R10
hårdare	>50°	pasta	dibensoylperoxid (org.peroxid, R2)	40-60	skum, pulver, CO2	R7
PL400	<-15°	pasta	etylacetet etylbensen heptan metacyklohexan xylen	1-5 0-1 10-30 1-5 1-5	skum, sand, dolmit Sprids hasigt längs mark	R11
Trälim	31°	vätska	etanol butyldiglykolacetat 2-propanol	10-25 1-5 1-2,5	pulver, alk.best- skum, spridd vattenstråle	R10
Aceton	<-20°	vätska	aceton	100	-	R11
Karlsons klister	-13°C	vätska	metylacetat etanol aceton	50-100 2,5-10 2,5-10	CO2, pulver, spridd vatten- stråle	R11
CRC 5-56	78°C	vätska	destillat,lätt,H-beh	60-100	vatten, skum, CO2, pulver	-
Rostsk.-primer	20°C	vätska	lacknafta xylen	1-5 30-60	pulver, skum,CO2	R10
Gelcoat filler	32°C	pasta	metylmetakrylat styrenmonomer	1-5 25-30	pulver, skum, CO2	R10
hårdare	se	ovan				
Hammar-lack	37°C	vätska	solventnafta (white spirit)	30-50	skum, pulver, CO2, vatten- dimma, ej stråle	R10
snabblim	>80°	vätska	-	-	pulver, skum, CO2	-
Spraylack	-	vätska	butan (R12) propan (R12) n-butanol (R10) etylacetat (R11) aceton (R11)	10-25 10-25 1-2,5 2,5-10 2,5-10	pulver, skum, CO2	R12
Fogskum	-104°	vätska	propan/butan (R12) dimetyleter (R12)	13 1-9	pulver, CO2, vattendimma, skum, ej stråle	R12

R2 = Explosivt vid stöt, friktion, eld
eller annan antändningsorsak
R7 = Kan orsaka brand

R10 = Brandfarligt
R11 = Mycket brandfarligt
R12 = Extremt brandfarligt

Säkerhetsdatablad för flertalet av de ingående produkterna kan laddas ner från nätet. En misslyckades: - Kapellimpregnering (Slide Master, tillverkare eller agent: Marifix). För några produkter (matolja – flampunkt väl över 100°, braständare – propan och/eller butan (se nedan), hårspray) gjordes inga försök att hitta säkerhetsdatablad. Aceton är data från tabellverk.

De flesta databladerna är informativa och ger intrycket att vara korrekta medan några få är inkompleta eller innehåller uppenbart felaktiga uppgifter.

Flampunkter:

Flampunkterna i tabellen är de som uppges i säkerhetsdatabladerna. Följande flampunkter avviker från dem som projektgruppen haft tillgång till:

– Power avfettning ska vara 40° i stället för 55-100°.

– PL400 ska vara <-15° i stället för <21°.

– Hammarlack ska vara 37° i stället för 32-55°.

Flampunkten för fogskum uppges till -104°, vilket är flampunkten för propan. Drivgasen är en blandning av propan, butan (flampunkt -60°) och dimetyleter (flampunkt -42°).

Resten av produkten är inte brandfarlig.

Fas:

Spackel och tätningsprodukterna (med möjligt undantag för fogskummet) är inte vätskor och regleras därför inte av LBE. En liten anmärkning dock: Superspackel och Gelcoat filler är tvåkomponentprodukter och härdaren innehåller en brandreaktiv vara – dibensoylperoxid. Mer information om sammansättningen behövs för att avgöra vilken inverkan den kan ha på brandförloppet.

Ämnen:

Säkerhetsdatabladerna anger bara farliga ämnen (explosiva, brandfarliga, oxiderande, frätande, giftiga, etc), varför t ex vatteninnehållet inte finns angivet. Vidare anges koncentrationen bara i intervall, vilket gör det ganska svårt att från "innehållsförteckningen" dra alltför långtgående slutsatser om brandbeteendet.

Flera av produkterna innehåller höga halter av nafta eller petroleumdestillat. Dessa är inte vattenlösliga och följaktligen kan man ställa sig tveksam till effekten av vatten som släckmedel. Det är egentligen bara trälimmet (och aceton) där man, ifrån innehållet av farliga ämnen, kan tro att utspädning med vatten kan ge effekt.

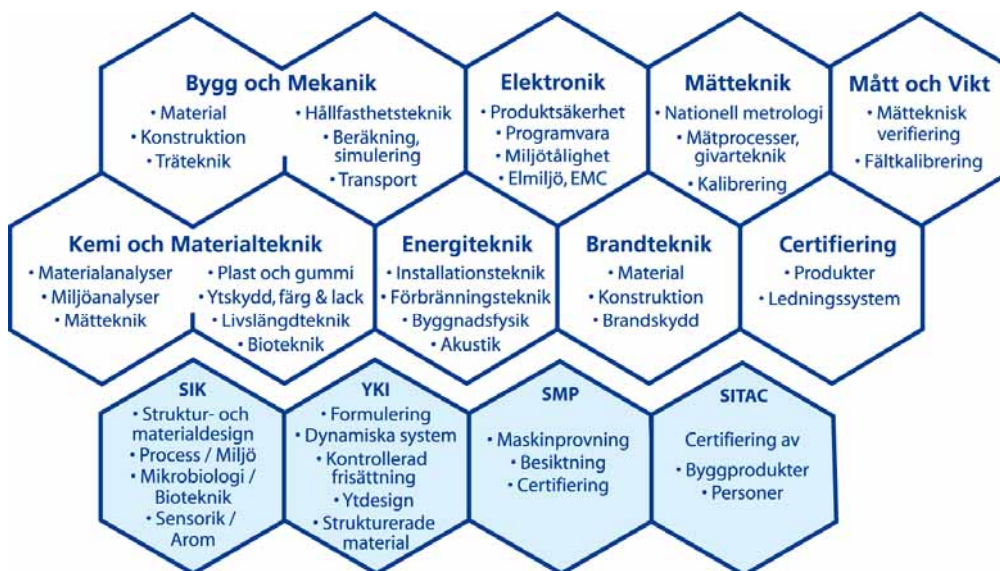
Släckning:

För det flesta produkterna anges släckning med skum, kolsyra eller pulver. För några anges även vattendimma och för några avråds från vatten. En enda produkt anger vatten i första hand – CRC 5-56. Detta datablad är felaktigt – antingen när det gäller innehållet eller flampunkt/riskfras. Vatten verkar minst lika olämpligt som för övriga produkter. Å andra sidan kan släckningsrekommendationerna vara baserade på att produkterna finns i små konsumentförpackningar. Aceton är helt vattenlösligt.

Riskfraser:

Bara en produkt är möjligen icke brandfarlig – snabblimmet (flampunkt > 80°). CRC 5-56 är klass 3.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, hållbar tillväxt och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är drygt 850 medarbetare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



SP är organiserat i åtta tekniska enheter och fyra dotterbolag.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Brandteknik

SP Rapport 2007:24

ISBN 91-85533-60-2

ISSN 0284-5172

A Member of

 United Competence