

**Bedömning av försök utförda för att jämföra
släckverkan mot A-brand med A-skum, vatten och
vatten med tillsats av ytspänningsnedsättande
medel.**

Göran Holmstedt

**Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden**

**Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet**



**Report 3203
ISRN: LUTVDG/TVBB--3203--SE**



Rapporten är finansierad av myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB

**Bedömning av försök utförda för att jämföra
släckverkan mot A-brand med A-skum, vatten och
vatten med tillsats av ytspänningsnedsättande
medel.**

Göran Holmstedt

Lund 2017



**Rapporten är finansierad av myndigheten för samhällsskydd och beredskap,
MSB**

Bedömning av försök utförda för att jämföra släckverkan mot A-brand med A-skum, vatten och vatten med tillsats av ytspänningsnedsättande medel.

Assessment of experiments conducted to compare the extinguishing effect against A-fire with A-foam, water and water with surfactant.

Göran Holmstedt

Report 3203

ISRN: LUTVDG/TVBB--3203--SE

Number of pages: 33

Keywords

Extinguishment, room fire, car fire, pallet fire, CAFS, water, surfactant

Sökord

Släckning, släcksystem, rumsbrand, bilbrand, pallbrand, CAFS, vatten, ytspänning

Abstract

The current approach used to assess extinguishing systems and extinguishing agents requires repeatable and reproducible experiments. The problem with this approach is that it requires well-defined fire scenarios and an operator-independent application of extinguishing agents. Both requirements restrict the value of such information, which is often derived from small-scale EN 3 Standards, if the knowledge is to be transferred to more general A-fires with operator-dependent application. Another way to test extinguishing ability is to use several different fire scenarios which are rather repeatable and allow an operator-dependent application. This allows for a more realistic assessment of the uncertainty of the effectiveness of extinguishing systems and extinguishing agents.

This publication presents extinguishing attempts of several different fire scenarios performed by six rescue services in Sweden. The fire scenarios consisted primarily of room, car and pallet fires. Information from the tests consists of videos, descriptions of the fire scenario, fire extinguishing agents, application rates (l / min), extinguishing agent consumption to extinguish the fire and danger of re-ignition. In several of the experiments the heat load on the roof was also measured with plate thermocouples. The extinguishing systems involved in the tests were a cutting extinguisher (COBRA), a branch pipe involving liquid/gas mixtures to create water mist (AFT), a compressed air foam systems (CAFS) and a branch pipe involving water.

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2017

Lunds tekniska högskola

Lunds universitet

Box 118

221 00 Lund

Division of Fire Safety Engineering

Faculty of Engineering

Lund University

P.O. Box 118

SE-221 00 Lund

Erkännande

Tack till följande personer som varit ansvariga för försöken och försett mig med information och synpunkter på innehållet i rapporten.

Krister Palmkvist

Richard Qvarfell

Bertil Lindskog

Ulf Bergh

Berndt Karlsson

Tommy Rydén

Anna Kärrman

Södra Älvsborgs räddningsförbund

X-Fire AB

Ringhals RTJ

Landskrona RTJ

RTJ Väst

RTJ Skåne Nordväst

Örebro Universitet

Innehållsförteckning

Kapitel		Sida
1	Inledning	1
2	Sammanställning av utförda försök	1
3	Bedömning av släckförmågan för de försök som utförts	3
3.1	Släckning av rumsbrand	3
3.2	Släckning av pallbränder	4
3.3	Släckning av bil- och däckbränder	4
3.4	Släckning av bengalisk eld	4
4	Sammanfattning av bedömningen	5
5	Referens	5
Bilaga A	Inför skadeplats 2012 (Ringhals, SÄRF)	6
Bilaga B	RTJ Landskrona	11
Bilaga C	RTJ Väst	18
Bilaga D	RTJ Skåne nordväst	21
Bilaga E	RTJ SÄRF	24
Bilaga F	Försök under ledning av Örebro Universitet	27

Bedömning av försök utförda för att jämföra släckverkan mot A-brand med A-skum, vatten och vatten med tillsats av ytspänningsnedsättande medel.

1 Inledning

För att objektivt bedöma ett släckmedels verkan mot brand krävs försök som är repeter- och reproducerbara. Problemet med detta angreppssätt är att det kräver väldefinierade brandscenarier och en operatörsberoende påföring av släckmedel. Båda kraven begränsar värdet av en dylik information, som oftast härrör från den småskaliga EN 3 Standarden, om man vill överföra kunskapen till mer generella A-bränder med operatörsberoende påföring. Totalt inträffar i Sverige c:a 10000 bränder om året i bostäder och bilar. Bränder i fasta material förutom i metaller klassas som A-bränder.

Ett annat sätt att testa släckförmågan är att använda flera olika brandscenarier som till stor del är repeterbara och tillåta en operatörsberoende påföring av släckmedel. Osäkerheten i bedömning av resultatet från de enskilda försöken ökar då jämfört med operatörsberoende försök. I denna publikation redovisas släckförsök mot flera olika brandscenarier utförda av sex räddningstjänster i Sverige. Brandscenarierna har i huvudsak bestått av rums-, bil- och pallbränder. Informationen från försöken föreligger som videofilmer, noteringar om brandscenario, släckmedel, påföring (l/min) och släckmedelsåtgång för att släcka branden. Vid ett flertal försök mättes även värmebelastningen uppåt på 2 m höjd med s.k. plattermoelement. Vid försöken A-E, Tabell 1, har videofilmerna detaljgranskats tillsammans med övrig tillgänglig information. Informationen från försök F nedan är hämtad från Ref 1 som utöver brand- och släckförlopp innehåller omfattande mätningar med avancerad kemisk analys.

2 Sammanställning av utförda försök

Försöken har utförts mellan 2012- 2016 av de räddningstjänster eller den organisation som redovisas i Tabell 1.

Tabell 1

Försök	Räddningstjänst/ organisation	Brandscenario	Ingående släckmedel
A	Inför Skadeplats 2012	Rumsbrand	Vatten + X-Fog
B	Landskrona	Bil-, pall- och bildäcksbrand	Vatten + X-Fog Vatten + Bio For C
C	RTJ Väst	Rumsbrand och lastpallar	Vatten + X-Fog
D	RTJ Nordväst Skåne	Bengaliska eldar	Vatten + skum, Vatten + X- Fog, CO ₂ och grus
E	SÄRF	Rumsbrand	Vatten + X-Fog CAFS+ 0.3% one seven
F	Örebro universitet	Rumsbrand	Vatten, Vatten + X-Fog CAFS + 0.3% one seven

I Tabell 2 visas en sammanställning av vilka brandscenarier som studerats, släckutrustning, släckmedel, släckmedelsåtgång och risken för återantändning. För mer detaljerad information hänvisas till Bilagorna A-F.

Tabell 2.

Scenario	Släck utrustning	Släckmedel	Släckmedels åtgång liter	Återantändning
Bilaga A				
Rumsbrand	Skärsläckare	Vatten + 1vol% X-Fog	50	nej
Rumsbrand	Skärsläckare	Vatten+ 1 vol% X-Fog	50	nej
Bilaga B				
Röd bil	Handbrand-släckare	Vatten + 4 vol% X-Fog	< 9	Nej
Svart bil	Strålrör	Vatten + 1 vol% X-Fog	25-30	Nej
Däck	Strålrör	Vatten + 1 vol% X-Fog	25-30	Nej
Pall 1	Strålrör	Vatten + 1 vol% X-Fog	50-60	Nej
Pall 2	Handbrand-släckare	Vatten + 2 vol% X-Fog	< 9	Nej
Pall 3	Strålrör	Vatten + Bio For C med 0,3%	25-30	Ja
Pall 4	Dimspik	Vatten + Bio For C med 0,3%	13-17	Ja*
Pall 5	Strålrör	Vatten + 1 vol% X-Fog	25-30	Nej
Pall 6	Dimspik	Vatten + 1 vol% X-Fog	13-17	Ja*
Bilaga C				
Rumsbrand	Skärsläckare	Vatten + 1vol% X-Fog	15	Nej
Bilaga D				
Bengalisk eld	Handbrand-släckare	A-Skum	Släckte ej	Ja
Bengalisk eld	Handbrand-släckare	Koldioxid	Släckte ej	Ja
Bengalisk eld	Handbrand-släckare	Vatten + 10 vol% X-Fog	Släckte omgående	Nej
Bengalisk eld	Spade	grus	Släckte ej	Ja
Bilaga E				
Rumsbrand	Skärsläckare	Vatten + 1vol% X-Fog	56	Nej
Rumsbrand	CAFS	Vatten + 0.3 % one seven A-skum	63	Ja
Rumsbrand	AFT	Vatten + 1 vol% X-Fog	59	Ja, släckte ej vätskebranden i antändningskällan
Bilaga F Ref 1				
Rumsbrand	Skärsläckare	Vatten + 1vol% X-Fog	21	Nej
Rumsbrand	Skärsläckare	Vatten + 1vol% X-Fog	28	Nej
Rumsbrand	Skärsläckare	Vatten	62	Ja 4 ggr
Rumsbrand	Strålrör	Vatten	121	Ja 22 ggr
Rumsbrand	CAFS	Vatten + 0.3 % one seven A-skum	45	Ja 1 ggr

*Dimspiken riktades mot branden på flera meters avstånd från ett håll. Återantändning skedde på baksidan av pallstapeln sett från dimspiken.

3 Bedömning av släckförmågan för de försök som utförts

Elva Rumsbränder i container med öppen dörr och i ett fall även med ett öppet fönster har studerats avseende släckförmåga och risk för återantändning. Från resultaten i Tabell 2 och information i Bilaga **A**, **C**, **E** och **F** kan man dra vissa slutsatser även om alla släckförsök är beroende av brandscenario och släckinsats. Alla släckförsöken är till viss del beroende av operatör och släckutrustning. Det medför att bedömningen är behäftad med en del osäkerheter. Vid försöken i Bilaga **A** och **F** kontaktades tillverkare/leverantör av använda släcksystem för att få information om maximal släckteknik för att uppnå optimalt resultat. De operatörer som användes vid försöken var instruktörsutbildade i respektive släcksystem. För att säkerställa likartat agerande så genomfördes en torrkorning i agerandet vilket sedan följdes av de autentiska släckförsöken.

3.1 Rumsbrand

Totalt utfördes elva rumsbrandförsök i containrar av likartad storlek med en dörr öppen. Brandbelastningen i försöken **A** och **C** bestod av lastpallar som tilläts brinna med nästan konstant brandeffekt då släckinsatsen påbörjades. Branden hade ingen möjlighet att sprida sig i rummet utan var 1-3 punktkällor. Brand- och släckförloppet i dessa försök påminner i stort om pallbrand utomhus, enda skillnaden är att staplarna utsätts för mer strålning vid rumsbranden. Brandbelastningen i försök **E** bestod av ett ytskikt i väggar och tak av spånskiva och reglar. Branden tilläts att växa till övertändning innan släckinsatsen påbörjades. Brandbelastningen i försök **F** Ref 1, påminner mycket om inredningen i ett rum med mycket möbler, TV, datorer etc. Branden tilläts att växa till övertändning innan släckinsatsen påbörjades. Bedömningen nedan av hur pass effektiva olika släcksystemen är för att släcka en rumsbrand bygger till stor del på resultaten från de åtta försöken i **E** och **F** som tilläts utveckla sig till övertändning innan släckinsatserna påbörjades. Av försöken framgår:

- Skärsläckaren med vatten och tillsats av 1 vol% X-Fog krävde minst släckmedel för att släcka bränderna.
- Skärsläckaren med vatten och tillsats av 1 vol% X-Fog resulterade inte i någon återantändning i något fall.
- Skärsläckaren med vatten och tillsats av 1 vol% X-Fog reducerade temperaturen i brandrummet snabbare än övriga system.
- Vid insatser med skärsläckaren med vatten och tillsats av 1 vol% X-Fog förångades en stor del av vattnet vilket minskade vattenskadorna.
- Skärsläckaren med enbart vatten krävde mer släckmedel och hade sämre återantändningsskydd.
- CAFS med vatten och tillsats av 0.3 vol% one seven och AFT med vatten och tillsats av 1 vol% X-Fog krävde 2-3 ggr mer släckmedel än skärsläckaren med vatten och inblandning av 1 vol% X-Fog, hade sämre återantändningsskydd och lämnade släckmedel på golvet efter försöken.
- Strålrör med vatten krävde mer 4-5 ggr mer släckmedel än skärsläckaren med vatten och inblandning av 1 vol% X-Fog, hade dåligt återantändningsskydd och lämnade mycket släckmedel på golvet efter försöken.

3.2 Lastpallar

Totalt utfördes i **B** sex försök att släcka lastpallar utomhus. Vid försök Pall 1 fanns flera staplar och en halvpall sprayades med högst 9 liter vatten med tillsats av 1 vol% X-Fog innan staplarna antändes. Skälet var att få en uppfattning av återantändningsskyddet. Vid försöken pall 2-6 användes endast en stapel med fem pallar. Av försöken framgår: att

- Informationen från försök pall 1 är inte tillräcklig för att kvantifiera återantändningsskyddet för vatten med inblandning av 1 vol% X-Fog.
- Det är viktigt att påföringen av släckmedel sker från flera håll. Vid försöken med dimspik, pall 4 och 6, påfördes släckmedlet endast från ett håll. Man lyckades inte släcka branden både med vatten med inblandning av 1 vol% X-Fog och vatten med inblandning av Bio For C med 0,3% , ett A-skum.
- Vid försöken med strålrör, pall 3 med vatten och inblandning av Bio For C med 0,3%, ett A-skum, fick man återantändning.
- Vid försöken med strålrör, pall 5, med vatten och inblandning av 1 vol% X-Fog fick man Ingen återantändning.

3.3 Personbilar och däck

Totalt utfördes i **B** två försök att släcka en bilbrand inne i kupén och en brand i en hög med 8 bildäck. Av försöken framgår att:

- Inblandning av mängden X-Fog (vol%) i vatten och påföringsmetod påverkar den mängd släckmedel som behövs för att släcka bilbränderna.
- Man fick ingen återantändning när man efter släckning försökte antända golvet i den svarta personbilen med en gasbrännare.
- Däcksbranden släcktes med strålrör med vatten och inblandning av 1 vol% X-Fog. Man fick ingen återantändning.

3.4 Bengaliska eldar

Totalt utfördes i **D** försök att släcka en bengaleld med fyra olika skäckmedel, tre med olika handbrandsläckare med skum, koldioxid och vatten med inblandning av 10 vol% X-Fog och ett med grus på en spade. Av försöken framgår:

- Endast vatten med inblandning av 10 vol% X-Fog släckte omedelbart branden. Övriga metoder misslyckades med att släcka branden.

4 Sammanfattning av bedömningen

Denna bedömning är behäftad med osäkerheter som till stor del är att hänföra till släckinsatsernas operatörberoende. Angreppssättet med flera brandscenarier och operatörberoende insatser ger en mer realistisk bedömning av osäkerheter och effektivitet av olika släcksystem och släckmedel. Bedömningen omfattar endast de scenarier som ingår i Tabell 2.

- Rumsbränderna släcktes effektivast med en skärsläckare med vatten och inblandning av 1 vol% X-Fog. Det gick åt minst vatten, temperaturen sänktes snabbast i brandrummet, resulterade i minimala vattenskador då en stor del av vattnet förångades och gav ingen återantändning.
- Även bränderna i lastpallar, kupén till bilar och staplar av däck till personbilar släcktes effektivt med vatten och inblandning av 1 vol% X-Fog. Ingen återantändning noterades
- Bengaliska eldar släcktes endast av vatten och inblandning av 10 vol% X-Fog. Övriga släckmedel, skum, koldioxid och grus släckte inte bengalen.
- Det finns ingen släckteknisk anledning att använda A-skum eller enbart vatten för de scenarier som studerats. De kräver mer släckmedel, sänker temperaturen i brandrummet långsammare, ger mer vattenskador och har sämre återantändningsskydd.
- Av Ref 1 framgår att miljöeffekterna med en tillsats av X-Fog är avsevärt mindre än med en tillsats av A-Skum.

Referenser

1. Anna Kärrman, Filip Bjurlid, Jessika Hagberg, Niklas Ricklund, Maria Larsson, Jordan Stubleski, Henner Hollert, "Study of environmental and human health impacts of firefighting agents", Technical Report, Örebro University, 2016-06-03

Bilaga A, inför skadeplats 2012

Ansvärliga försöksledare Ringhals, RTJ Bertil Lindskog, SÄRF, Krister Palmkvist

Rumsbrandscenario

Två försök utfördes, ett på Ringhals och ett på Södra Älvsborgs räddningsförbund (SÄRF). Den inre geometrin vid försöken var densamma, ett rum med en öppen dörr och ett öppet fönster. Invändigt var rummet klätt med gips på väggar, golv och tak. Gipset stöttades vid konstruktionen i Ringhals av en konstruktion av spånskivor och vid SÄRF av en plåtcontainer se Bild 1. Den bakre gipsväggen inne i containern var monterad direkt efter fönstret för att få samma rumsgeometri som vid försöken i Ringhals.



Bild 1, brandscenario.

Brandbelastning

Lastpallar av trä var placerade på tre ställen i rummet. Två omgångar lastpallar om minst tre pallar var placerade på vänster sida (fram och bak) sett från dörren och en på höger sida (mitten).

Antändningskälla

En hink med c:a 5 liter bensin/diesel placerad under pallarna längst fram till vänster.

Registrering

Försöken filmades och temperaturen mättes med ett plattermoelement som var placerat på 2 m höjd mitt i rummet.

Förbrinntid

Efter antändning tilläts branden utveckla sig under c:a 5 minuter innan släckinsatsen startade. På Bild 2 visas hur branden utvecklats några sekunder innan släckinsatsen påbörjades.

Släckinsats

Tillverkare/leverantör av använda släcksystem kontaktades för att få information om maximal släckteknik för att uppnå optimalt resultat. De operatörer som användes vid försöken var instruktörsutbildade i respektive släcksystem. För att säkerställa likartat agerande så genomfördes en torrkorning i agerandet vilket sedan följdes av de autentiska släckförsöken.

Insatsen utfördes med vatten plus 1vol% X-Fog med hjälp av en skärsläckare. Släckinsatsen startade mot taket varefter bålen angreps från dörren och avslutades genom fönstret. Totalt var skärsläckaren aktiv i c:a 50 sekunder, motsvarande en total vattenmängd på c:a 50 liter. På Bild 3 visas några bilder vid olika tider under släckförloppet. Bildserierna är synkroniserade inom c:a 5 sekunder. Släckningen utförs mellan 5-6 minuter.



Bild 2 Branden några sekunder innan släckinsatsen påbörjades.



5:45		
6:00		
7:00		
8:00		



Bild 3. Bildklipp från videoupptagningen. Släckning mellan fem till sex minuter. Därefter följs förloppet i ytterligare fem minuter.

Registrering av temperaturförloppen

Termoelementet placerat på 2 m från golvet mitt i rummet var ett s.k. plattermoelement. Detta element mäter i huvudsak strålningsnivån i brandrummet och endast till en mindre del gas-temperaturen vid mätpunkten. I Bild 4 redovisas de uppmätta temperaturerna som funktion av tid.

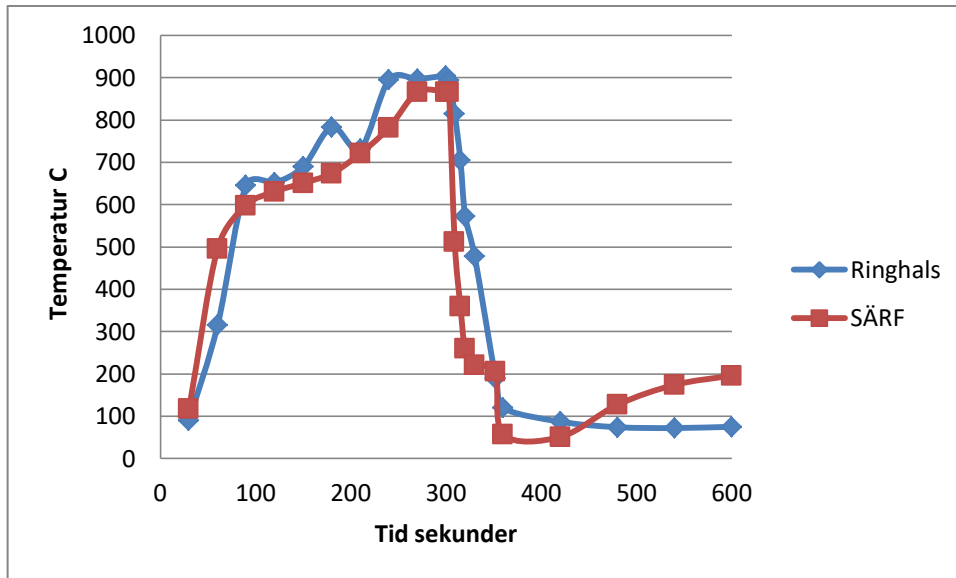


Bild 4. Registrerade temperaturer som funktion av tid.

Sammanfattande bedömning av resultaten

- Brandförloppet i rumsbränderna med samma geometri ska utformning, ytskikt och brandbelastning var tillfredsställande reproducerbara både med avseende på videodokumentation och på temperaturregistrering.
- Bränderna kunde inte sprida sig utanför de tre platser där träpallarna var placerade.
- Släckinsatsen med en skärsläckare utfördes av två olika operatörer. Båda lyckades släcka branden på mindre än 1 minut. För släckinsatserna åtgick c:a 50 l vatten med tillsats av 1 vol% X-Fog.
- När de varma brandgaserna lämnade brandrummet innehöll de mycket vattenånga. Utanför brandrummet kondenserade vattenången till vattendimma vilket medförde att en stor del av det påförda vattnet förångades, se bilderna under släckförloppen med start från fem minuter till släckt kort innan sex minuter.
- Brandgaserna kylde snabbt till låga temperaturer under släckförloppet.
- Efter släckning skedde ingen återantändning i träpallarna. Försöken vid SÄRF visade att det efter branden släckts fanns små flammor till vänster nära dörren där hinken med 5 liter bensin/diesel varit placerad.

Bilaga B Landskrona

Ansvarig försöksledare Ulf Bergh

Brandscenarier

Fördöken omfattar två personbilar, en trave med åtta omonterade däck och sex pallbränder enligt Bild 1.

Personbil röd	Personbil svart
	
Däck till person bilar	
	
Lastpallar 1	Lastpallar 2
	
Lastpallar 3	Lastpallar 4
	
Pallbrand 5	Pallbrand 6



Bild 1

Brandbelastning

Vid de olika försöken var brandbelastningen:

- Bilarnas inredning med stolar fram och säte bak samt ytskikt
- Åtta omonterade personbilsdäck lagda i en trave.
- Lastpallar 1. Flera staplar med hel och halvpallar.
- Lastpallar 2. Fem pallar i en stapel.
- Lastpallar 3. Fem pallar i en stapel.
- Lastpallar 4. Fem pallar i en stapel.
- Lastpallar 5 Fem pallar i en stapel.
- Lastpallar 6. Fem pallar i en stapel.

Antändningskälla

Vid samtliga fall någon tändvätska. Mängden ej dokumenterad.

Registrering

Försöken filmades.

Förbrinntid

Röd personbil minst c:a två minuter.

Svart personbil minst c:a två minuter.

Lastpallar flera minuter. Filmerna startar i flera fall när branden spridit sig genom hela palltraven. På Bild 2 visas hur branden utvecklats några sekunder innan släckinsatsen påbörjades.

Röd personbil	Svart personbil
	
Däck till personbilar	
	
Lastpallar 1	Lastpallar 2
	
Lastpallar 3	Lastpallar 4
	
Lastpallar 5	Lastpallar 6
	

Bild 2

Släckinsats

Röd personbil.

Branden släcktes med en 9 l handbrandsläckare med vatten med en inblandning av 4 vol% X-Fog. Släckmedlet applicerades med kortare insatser fördelade under c:a 45 sekunder. Ingen återantändning observerades.

Svart personbil

Branden släcktes med ett strålrör med förhöjt lågtryck som gav 160 l/minut med vattenet med en inblandning av 1 vol% X-Fog. Släckmedlet applicerades kontinuerligt under 10 sekunder motsvande en mängd släckmedel på 25-30 l. Ingen återantändning observerades. 10 minuter senare gjordes ett försök med att antända inredningen med en gasbrännare, se Bild 3. Inredningen på golvet antändes inte.

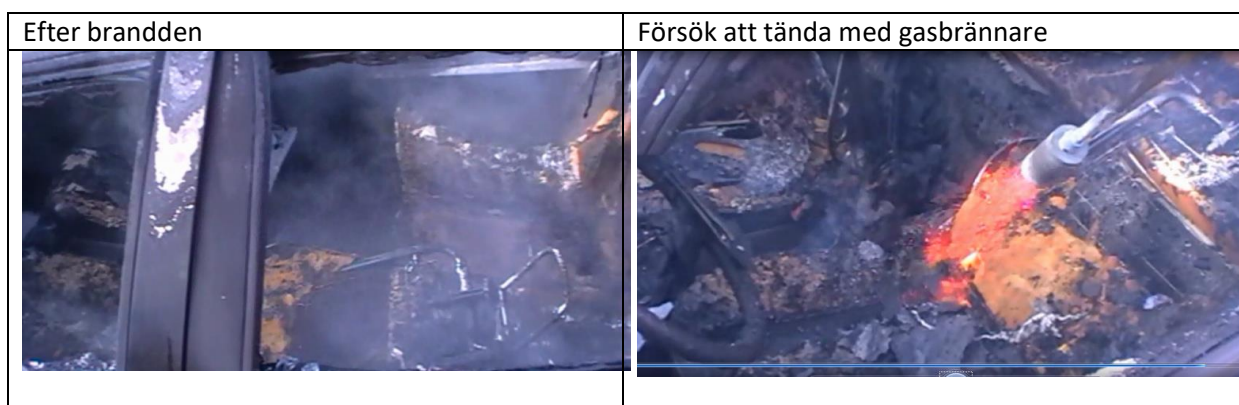


Bild 3

Däck till personbilar.

Branden släcktes med ett strålrör med förhöjt lågtryck som gav 160 l/minut med vattenet med en inblandning av 1 vol% X-Fog. Släckmedlet applicerades kontinuerligt under c:a 10 sekunder motsvande en mängd släckmedel på 25-30 l. Ingen återantändning observerades.

I Bild 4 visas brandskadorna efter släckning.



Blid 4

Lastpallar 1

Först impregnerades halvpallarna genom att spraya på c:a 9 l på omedelbart innan huvudbålet antändes med tändvätska. Impregneringen var vatten med tillsats av 1 vol% X-Fog. Avsikten var att visa återantändningsskyddet.

Branden släcktes med ett två strålrör med förhöjt lågtryck som gas 160 l/minut med vatten med en inblandning av 1 vol% X-Fog. Släckmedlet applicerades i skurar, totalt under c:a 20 sekunder motsvande en mängd släckmedel på 50-60 l. Ingen återantändning observerades. I Bild 5 brandskadorna efter släckning.

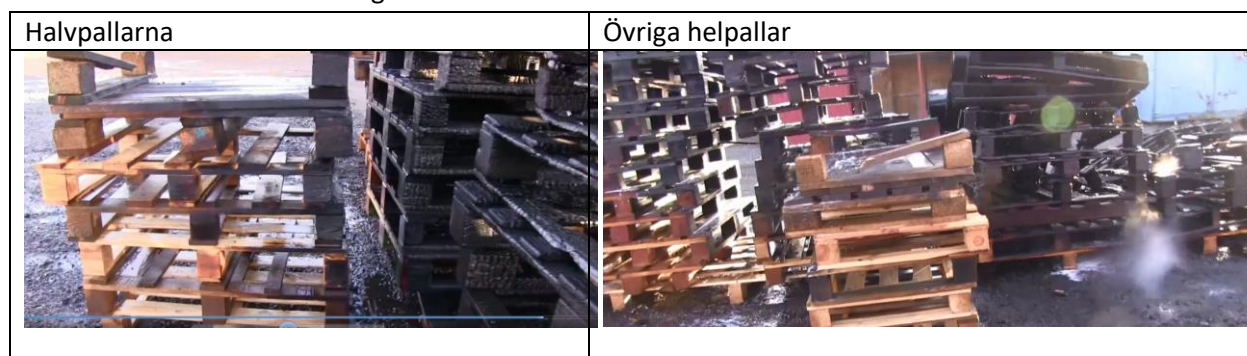


Bild 5.

Lastpallar 2.

Branden släcktes med en 9 l hanbrandsläckare med vatten med en inblandning av 2 vol% X-Fog. Ingen återantändning observerades. I Bild 6 visas brandskadorna direkt efter släckning och några minuter senare.



Bild 6

Lastpallar 3.

Branden släcktes med ett strålrör med förhöjt lågtryck som gas 160 l/minut med vatten med en tillsats av ett A-skum, Bio For C med 0,3% inblandning. Släckmedlet applicerades i kontinuerligt under totalt under c:a 10 sekunder motsvande en mängd släckmedel på 25-30 l. Återantändning observerades efter 45 sekunder på två ställen och efter ytterligare 5 minuter brann pallarna, Bild 7.

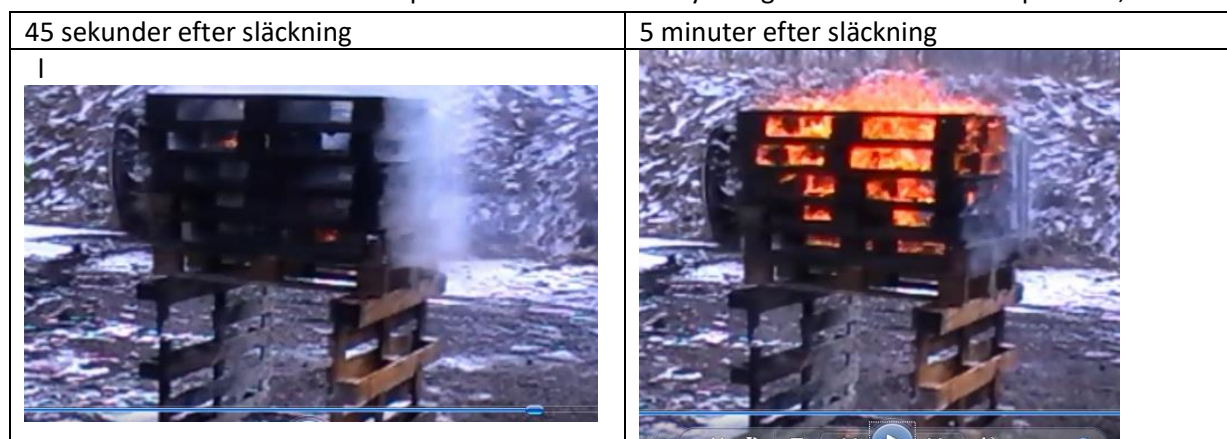


Bild 7

Lastpallar 4.

Branden släcktes med ett dimspik som gav 80-100 l/minut med vatten med en tillsats av ett A-skum, Bio For C med 0,3% inblandning. Släckmedlet applicerades i kontinuerligt under totalt under c:a 10 sekunder motsvande en mängd släckmedel på 13-17 l. Återantändning observerades efter 35 sekunder på två ställen och efter ytterligare 1 minut brann pallarna, Bild 8



Bild 8

Lastpallar 5

Branden släcktes med ett strålrör med förhöjt lågtryck som gav 160 l/minut med vatten med en tillsats av X-Fog med 1vol% inblandning. Släckmedlet applicerades i kontinuerligt under totalt under c:a 10 sekunder motsvande en mängd släckmedel på 25-30 l. Ingen återantändning observerades, Bild 9



Bild 9

Lastpall 6

Branden släcktes med ett dimspik som gav 80-100 l/minut med vatten med en tillsats av X-Fog med 1vol% inblandning. Släckmedlet applicerades i kontinuerligt under totalt under c:a 10 sekunder motsvande en mängd släckmedel på 13-17 l. När släckinsatsen avslutades observerades att man inte helt släckt branden. Efter ytterligare 1 minut brann pallarna, Bild 10



Bild 10

Sammanfattning

I tabell 1 redovisas släckresultaten från de nio försöken.

Tabell 1.

Scenario	Släck utrustning	Släckmedel	Släckmedels åtgång liter	Återantändning
Röd bil	Handbrandsläckare	Vatten + 4 vol% X-Fog	< 9	Nej
Svart bil	Strålrör	Vatten + 1 vol% X-Fog	25-30	Nej
Däck	Strålrör	Vatten + 1 vol% X-Fog	25-30	Nej
Pall 1	Strålrör	Vatten + 1 vol% X-Fog	50-60	Nej
Pall 2	Handbrandsläckare	Vatten + 2 vol% X-Fog	< 9	Nej
Pall 3	Strålrör	Vatten + Bio For C med 0,3%	25-30	Ja
Pall 4	Dimspik	Vatten + Bio For C med 0,3%	13-17 l	Ja*
Pall 5	Strålrör	Vatten + 1 vol% X-Fog	25-30	Nej
Pall 6	Dimspik	Vatten + 1 vol% X-Fog	13-17	Ja*

*Dimspiken riktades mot branden på flera meters avstånd från ett håll. Återantändning skedde på baksidan av pallstapeln sett från dimspiken.

Sammanfattande bedömning av resultaten

- Bilbränderna inne i kupén i personbilar (ej i motor eller läckande drivmedel) släcktes med 9- respektive 25-30 l med vatten med tillsats av olika mängder av X-Fog. Det föreligger en mycket liten risk för återantändning.
- Bildäcksstaplar med åtta däck kan släckas med 20-30 l vatten med tillsats av ytspänningsnedsättande medel som X-Fog. Det föreligger en mycket liten risk för återantändning.
- Staplar av pallbränder kan släckas med 9-60 l vatten med tillsats av ytspänningsnedsättande medel som X-Fog, beroende på staplarnas storlek. Släckresultatet är operatör och utrustningsberoende. Det är viktigt att attackera bränderna från olika sidor. Försök att helt släcka branden med ett dimspik från ett håll misslyckades. Det föreligger för alla försök utom med påföring med dimspik en mycket liten risk för återantändning.
- Försök med tillsats av A-skum resulterade i återantändning både med strålrör och dimspik.

Bilaga C. RTJ väst

Ansvarig försöksledare Berndt Karlsson

Rumsbrandsscenario

Ett försök utfördes på Guttasjöns övningsplats i Borås i ett rum med en öppen dörr, Bild 1.



Bild 1, Brandscenario.

Brandbelastning

Åtta Lastpallar av trä var staplade mitt i rummet på en ställning c:a 0.4 m över golvet i ett rum med obrännbart ytskikt, se Bild 2.



Bild 2.

Antändningskälla

Framgår inte.

Registrering

Försöken filmades.

Förbrinntid

Efter antändning tilläts branden utveckla sig mer än fyra minuter innan släckinsatsen startade.

På Bild 3 visas hur branden utvecklats några sekunder innan släckinsatsen påbörjades.

Någon sekund innan start av släckinsats



Bild 3

Släckinsats

Insatsen skedde vatten plus 1vol% X-Fog med hjälp av en skärsläckare. Släckinsatsen riktades genom dörren mot stapelbranden. Totalt var skärsläckaren aktiv i c:a 15 sekunder, motsvarande en total vattenmängd på c:a 15 liter. På Bild 4 visas några bilder vid olika tider under släckförloppen räknat från start av släckinsats. Ingen återantändning observerades.

Start av släckinsats	Efter 5 sekunder
Efter 10 sekunder	Efter 15 sekunder släckinsats avslutas
Efter 1 min och 15 s	IR kamerabild efter 1 min o 10 s

Bild 4

Sammanfattande bedömning av resultaten

- I brandrummet fanns endast en pallbrand som var placerad mitt i rummet. Det fanns ingen möjlighet för branden att sprida sig utanför pallarna.
- Släckinsatsen med en skärsläckare utfördes av en operatör som riktade strålen direkt mot pallbranden. Branden släcktes på 15 s och för släckinsatserna åtgick c:a 15 l vatten med tillsats av 1 vol% X-Fog.
- Det skedde ingen återantändning och låga temperaturer < 100 C uppmättes med en IR-kamera 1 minut efter branden släckts.
- Brand- och släckförloppet påminner i stort om pallbrand utomhus, enda skillnaden är att stapeln utsätts för mer strålning vid rumsbranden.

Bilaga D. RTJ Skåne nordväst

Ansvarig försöksledare Tommy Rydén

Brandscenario

Bengalisk eld

Ett försök utfördes för att studera olika släckmedels effektivitet att släcka en bengalisk eld, Bild 1



Bild 1, Brandscenario.

Släckinsats

Fyra olika släckmetoder testades, tre handbrandsläckare med skum, koldioxid och vatten + X-Fog. I ett fjärde försök påfördes grus med en spade. I bild 2 visas släckförloppen under påföring och fem sekunder efter det att släckinsatsen avslutats. Det enda släckmedlet som släckte den bengaliska elden var vatten med tillsats av 10 vol% X-Fog.


Skum släckinsats	Efter 5 sekunder
	
Koldioxid släckinsats	Efter 5 sekunder
	
Släckinsats Vatten + X-Fog	5 sekunder senare
	
Släckinsats grus	Efter 5 sekunder
	

Bild 2

Sammanfattande bedömning av resultaten

- Av de testade släckmetoderna var det endast vatten med tillsats av X-Fog som släckte branden i den bengaliska elden.

Bilaga E försök vid Guttasjön, SÄRF

Ansvarig försöksledare Krister Palmkvist

Rumsbrandscenario

Tre försök utfördes på Guttasjön, Södra Älvsborgs räddningsförbund (SÄRF). Den inre geometrin vid försöken var densamma, ett rum i en 20 fots container med en öppen halv dörr, Bild 1. Vid försöken användes tre olika släckverktyg, AFT, Skärsläckare (cobra) och CAFS.



Bild 1, brandscenario.

Brandbelastning

Invändigt var halva rummet klätt med reglar och spånskiva på väggar och tak, Bild 1.

Antändningskälla

Som antändningskälla användes en lastpall placerad i det inre vänstra hörnet av rummet. Den högra dörrhalvan var öppen vid försöken med skärsläckaren och CAFS. Vid försöken med AFT öppnades även den vänstra dörrhalvan några sekunder innan släckinsatsen påbörjades.

Registrering

Försöken filmades och temperaturen mättes med ett termoelement som var placerat på 2 m höjd över lastpallen, 30 cm in i rummet.

Förbrinntid

Efter antändning tilläts branden utveckla sig under 6-8 minuter innan släckinsatsen startades. På Bild 2 visas hur branden utvecklats några sekunder innan släckinsatsen påbörjades.

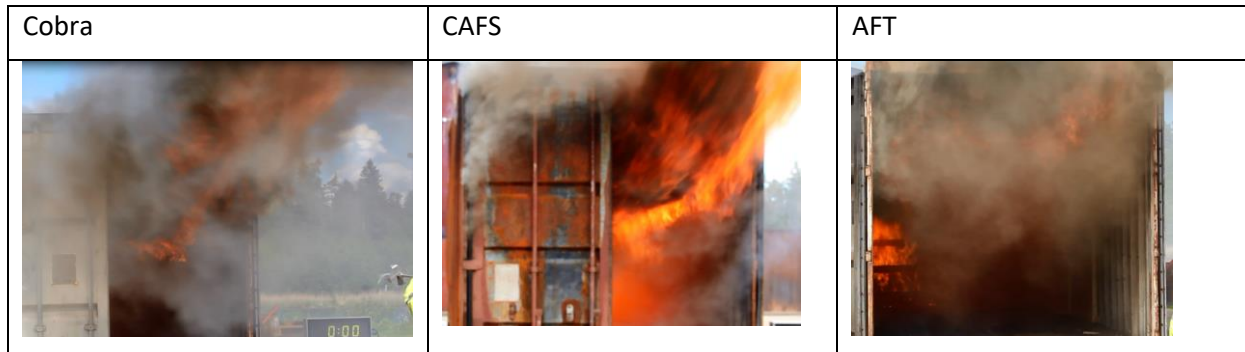


Bild 2.

Släckinsats

Insatsen vid de tre försöken utgjordes av:

- Skärsläckare 58 l/min med vatten plus 1vol% X-Fog. Branden angreps från dörren. Totalt var skärsläckaren aktiv i c:a 57 sekunder, motsvarande en total vattenmängd på c:a 56 liter.
- CAFS 150 l/min med vatten plus 0.3 % one seven A-skum. Branden angreps från dörren. Totalt var CAFS aktiv i c:a 25 sekunder, motsvarande en total vattenmängd på c:a 63 liter. Efter insatsen observerades en liten brand vänster sida.
- AFT 60 l/min med 1 vol% X-Fog. AFT använder vatten samt tryckluft från lufttuber 300 bar som reducerades ner till omkring 15 bar i tryckkärlet innan slangsystem och handlans. Strålbilden kunde varieras mellan slutet och spridd stråle. Branden angreps från dörren. Den andra dörren öppnades några sekunder innan insatsen startade. Totalt var AFT aktiv i c:a 59 sekunder, motsvarande en total vattenmängd på c:a 59 liter. Efter insatsen brann det fortfarande i antändningskällan.

På Bild 3 visas några bilder vid olika tider under släckförloppen räknat från start av släckinsats

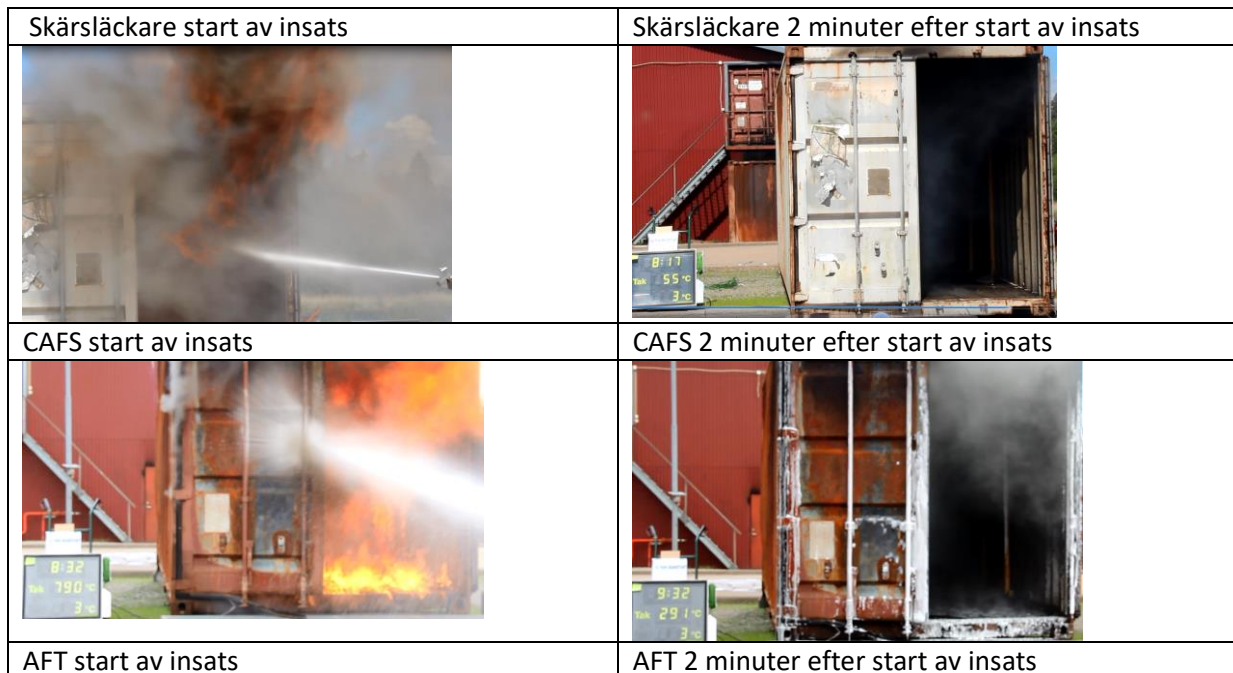




Bild 3.

Registrering av temperaturförloppen

Termoelementet var placerat på 2 m från golvet ovanför antändningskällan i vänstra hörnet. I Bild 4 redovisas de uppmätta temperaturerna som funktion av tid.

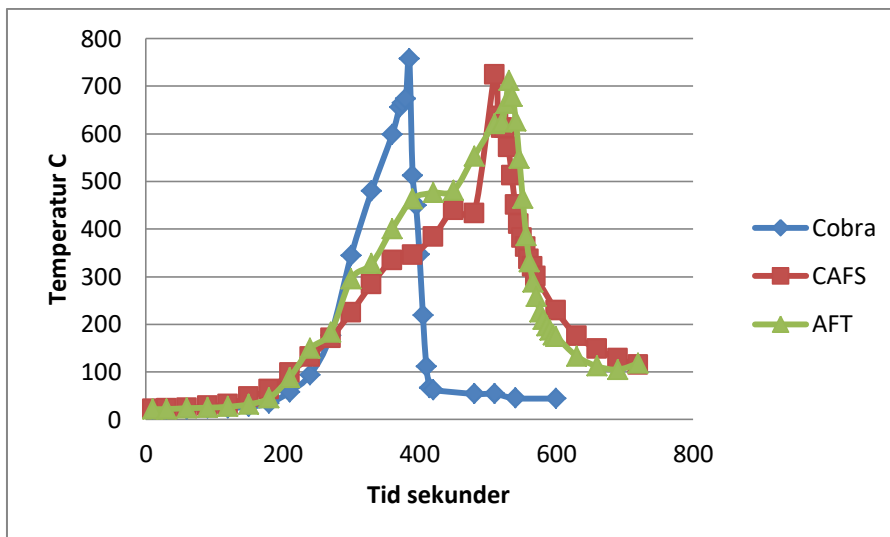


Bild 4. Registrerade temperaturer som funktion av tid.

Sammanfattande bedömning av resultaten

- Brandbelastningen vid rumsbränderna var identiska, regler och spånskiva på väggar och tak i halva containern. Temperaturen mätt med ett termoelement var vid släckinsatsens början mellan 725 – 750 C för samtliga tre försök.
- Släckinsatserna lyckades slå ner bränderna på mindre än 1 minut. För släckinsatserna åtgick för skärsläckaren c:a 56 l vatten med tillsats av 1 vol% X-Fog, för CAFS 63 liter skum och för ATF 59 l vatten med tillsats av 1 vol% X-Fog.
- Släckinsatserna var operatörberoende. Operatörerna med CAFS och AFT lyckades inte helt med att fördela släckmedlet så att alla bränder släcktes. Både CAFS och AFT gav en smalare stråle än skärsläckaren med åtföljande svårighet att träffa alla brinnande ytor.
- Skärsläckaren kylde brandgaserna mycket snabbare och till en lägre tetemperatur än insatserna med CAFS och AFT.

Bilaga F Försök under ledning av Örebro Universitet. Släckförsöken utförda vid SÄRF under ledning av Krister palmkvist

Rumsbrandscenario

Fem brandtester utfördes samma 20 fots container med identisk inredning. Fem släckinsatser studerades, två med skärsläckare med vatten med inblandning av 1 vol% X-Fog, ett med en skärsläckare med enbart vatten, ett med ett strålrör med enbart vatten och ett med CAFS med 0.3 vol% inblandning av ett A-skum, one seven. Försöken finns utförligt beskrivna i Ref 1. På bild 1 visas containern och en del av inredningen. Utöver brandsläckning innehöll försöken en mycket omfattande dokumentation om brandgasernas sammansättning, analys av släckvatten och påverkan miljö av olika A-skum och ytspänningsnedsättande medel. För en utförlig redogörelse om hanvisas till Ref 1.



Bild 1

Brandbelastning

Brandrummet var invändigt klätt med dubbla gipsskivor, träreglar och identiska nyköpta möbler. Möblerna bestod av en soffa, matta, madrass, kuddar, bord, lampa, elektriska kablar, TV, datorer och en stol av plast, se Bild 1.

Antändningskälla

Som antändningskälla användes en standardiserad stapel av trä, se Bild 1.

Registrering

Temperaturen, och brandgasernas sammansättning mättes på flera ställen.

Förbrinntid

Efter antändning tilläts branden att utveckla sig till övertändning..

Släckinsats

Tillverkare/leverantör av använda släcksystem kontaktades för att få information om maximal släckteknik för att uppnå optimalt resultat. De operatörer som användes vid försöken var instruktörsutbildade i respektive släcksystem. För att säkerställa likartat agerande så genomfördes en torrkorning i agerandet vilket sedan följdes av de autentiska släckförsöken.

Släckinsatsen startade 10 sekunder efter övertändning. Vid insatserna användes samma operatör. Insatserna resulterade i :

- Skärsläckare 58 l/min med vatten plus 1vol% X-Fog. Vid släckningen åtgick en total vattenmängd på 21 respektive 28 l vid de två försöken. Branden angreps från dörren. Vid försöken noterades ingen återantändning.
- Skärsläckare 58 l/min med vatten. Vid släckningen åtgick en total vattenmängd på 62 l. Branden angreps från dörren. Vid försöken noterades fyra återantändningar.
- CAFS 150 l/min med vatten plus 0.3 % one seven A-skum. Vid släckningen åtgick en total vattenmängd på 45 liter. Branden angreps från dörren. Vid försöken noterades en återantändning.
- Strålrör med vatten. Vid släckningen åtgick en total vattenmängd på 121 l. Branden angreps från dörren. Vid försöken noterades tjugotvå återantändningar.

Registrering av temperaturförloppen

Temperaturen registrerades med termoelement, Bild 2.

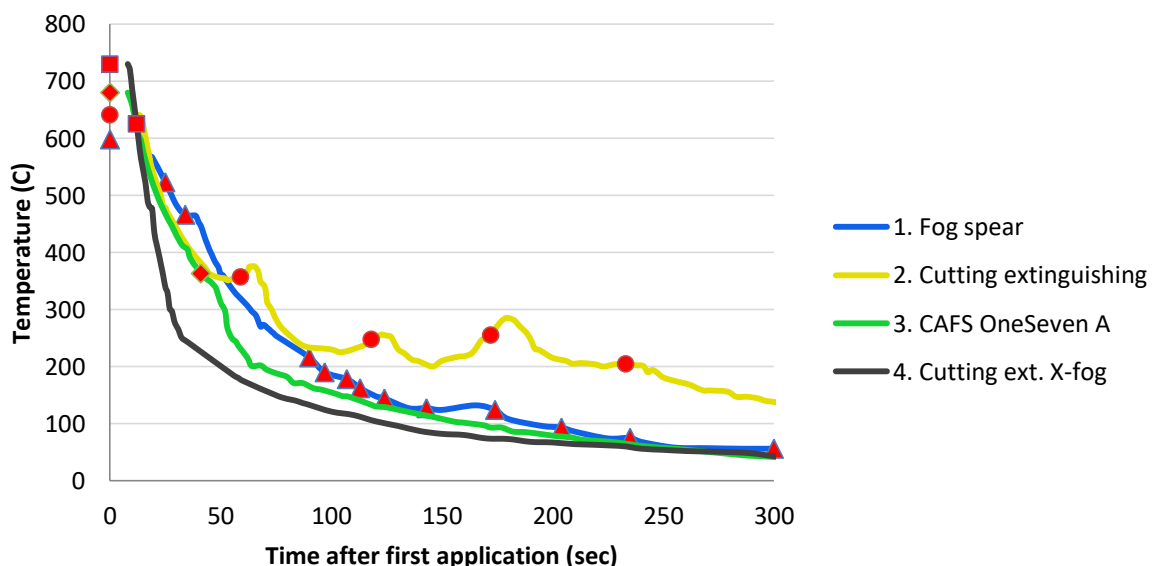


Bild 2. Registrerade temperaturer som funktion av tid efter start av släckinsats.

Sammanfattande bedömning av resultaten

- Brandbelastningen vid rumsbränderna var identiska och väl representativa för ett modernt rum.
- Brandförloppet tilläts utveckla sig till övertändning. 10 s senare startade släckinsatserna.
- Yttre väderomständigheter och operatören är faktorer som påverkar släckresultatet.
- Bäst släckresultat med minst vattenförbrukning, snabbast sänkning av temperaturen i brandrummet och ingen återantändning erhöles med skärsläckaren med vatten och inblandning av 1 vol% X-fog. Efter släckningen kunde man inte samla upp något vatten, det mesta hade förångats.
- Släckinsatserna med de andra släcksystemen krävde med vatten, sänkte temperaturen i brandrummet långsammare och resulterade i återantändning och uppsamlat vatten.