

REINE ADOLFSSON, ELISABETH BEMM, DENNIS MENNING, PER WERLING



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Reine Adolfsson, Elisabeth Bemm,
Dennis Menning, Per Werling

Brandförsök med fyrverkerier vid olika typer av försäljningsställen



Titel	Brandförsök med fyrverkerier vid olika typer av försäljningsställen
Title	Fire tests with fire works at different types of places for selling
Rapportnr/Report no	FOI-R--2532--SE
Rapporttyp Report Type	Teknisk rapport Technical report
Sidor/Pages	23p
Månad/Month	Juni/June
Utgivningsår/Year	2008
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Brandforsk
Forskningsområde Programme area	5. Bekämpning och skydd 5. Strike and Protection
Delområde Subcategory	51 VVS med styrda vapen 51 Weapons and Protection
Projektnr/Project no	B27001
Godkänd av/Approved by	Patrick Goede
FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut	FOI , Swedish Defence Research Agency
Avdelningen för Försvars- och säkerhetssystem	Defence & Security, Systems and Technology
Grindsjöns forskningscentrum	
147 25 Tumba	SE-147 25 Tumba

Sammanfattning

I samband med framförallt nyårsfirandet varje år, sätts det upp tillfälliga försäljningsställen för fyrverkerier i större och mindre butiker av olika slag. Eftersom denna typ av verksamhet kan vara förknippad med stora risker krävs en tillståndsansökan. Det är idag den lokala polismyndigheten tillsammans med räddningstjänsten som ger tillstånd till denna typ av försäljning men det har föreslagits att kommunerna skall överta ansvaret. Räddningsverket har publicerat rekommendationer för försäljning av fyrverkeriartiklar men vissa räddningstjänster ger ut lokala regler för hur verksamheten får bedrivas som ibland kan vara motstridiga. Hur försäljning och lagring av fyrverkeripjäser får ske, kan därför se olika ut i olika delar av landet. Det efterfrågas en mera enhetlig tillämpning av dessa regler inom landet.

Brandforsk, som är statens, försäkringsbranschens, kommuners och näringslivets gemensamma organ för att initiera, bekosta och följa upp olika slag av brandforskning, har gett FOI i uppdrag att utföra ett antal fullskaleförsök där brandförloppen vid brand i olika typer av försäljningsställen studeras. Försöken skall efterlikna brandförlopp i ett mindre försäljningsställe eller lagerutrymme samt i ett större försäljningsställe som t ex en galleria. I försöken vid ett större försäljningsställe har ett sprinklersystem byggts upp för att studera om det har någon effekt på brandförloppet. Vid några försök har även tryck, temperatur och rökutveckling uppmätts. Samtliga försök har filmats och filmerna har sammanställts på en CD. I denna rapport ges en tolkning av vad resultaten från försöken betyder för en motsvarande brandsituation vid ett försäljningsställe. Resultaten från brandförsöken är tänkt att kunna användas av olika myndigheter för att underlätta deras arbete vid formulering av regelverk, rekommendationer etc. Förhoppningen är att detta kan leda till bättre utformning av försäljningsställen för en ökad brandsäkerhet samt en bättre förståelse för konsekvenserna vid brand i ett försäljningsställe för fyrverkerier.

Nyckelord: Brand, fyrverkerier, försäljning, sprinkler.

Summary

In connection with especially the New Year holiday every year, temporary sales areas for fireworks are set up in stores of different kinds and sizes. Since this kind of activity is associated with major risks, an authorization is required. At the moment it is the local police authority together with the rescue service that executes permissions for selling and storing of fireworks.

The National Rescue Services Agency has published recommendations for safe selling of fireworks but certain rescue services applies local guidelines that sometimes can be contradictory. The directions for selling and storing of fireworks can therefore vary at different locations in Sweden. A more uniform application of the regulations within Sweden is requested.

FOI has on commission of Brandforsk, which is a joint agency for the government, municipals and industry to initiate, fund and follow-up different kinds of research concerning fires, performed a number of full-scale tests where the process at a possible pyrotechnical-fire in different kinds of stores has been studied. The tests are supposed to simulate fires in a small store or storage as well as in a large store like a shopping centre. In the fire tests of a large store, a sprinkler system has been installed to study if it has an impact on the fire process. At some tests pressure, temperature and the generation of smoke were also measured. All tests have been filmed and the films have been put together on a CD. An interpretation of what the results from the tests would mean to a corresponding real fire situation at a store is given in this report. The results from the tests are aimed to be used by different authorities for facilitating their work at formulating directions and recommendations etc. The results can hopefully be helpful in improving the configuration of sales areas for fireworks for an improved fire safety and a better understanding of the consequences in case of a fire.

Keywords: Fire, fireworks, selling, sprinkler.

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
2	Beskrivning av brandförsök	8
3	Resultat från brandförsök	11
3.1	Brand i mindre försäljningsställe eller lagerutrymme	11
3.1.1	Brandförsök i betongkassun	11
3.1.2	Brandförsök i EI 30-klassat rum.....	12
3.2	Brand i större försäljningsställe.....	14
3.2.1	Resultat från sprinklerförsök	18
4	Slutsatser och rekommendationer	21
5	Referenser	23

1 Inledning

I samband med framförallt nyårsfirandet varje år, men även vid andra helger som påsk och Valborg, sätts det upp tillfälliga försäljningsställen för fyrverkerier i större och mindre butiker av olika slag. Eftersom denna typ av verksamhet kan vara förknippad med stora risker krävs en tillståndsansökan. Det är idag den lokala polismyndigheten tillsammans med räddningstjänsten som ger tillstånd till denna typ av försäljning men det har föreslagits att kommunerna skall överta ansvaret. Räddningsverket har publicerat rekommendationer för försäljning av fyrverkeriartiklar [1] men vissa räddningstjänster ger ut lokala regler för hur verksamheten får bedrivas som ibland kan vara motstridiga. Hur försäljning och lagring av fyrverkeripjäser får ske, kan därför se olika ut i olika delar av landet. Det efterfrågas en mera enhetlig tillämpning av dessa regler inom landet.

I Räddningsverkets rekommendationer [1] står det att varorna på försäljningsstället ska exponeras på ett sådant sätt att endast butikens personal kan komma åt varorna. När försäljning pågår får varorna, om de hålls under uppsikt, ligga i oläst utrymme i försäljningsdisken eller i hylla bakom disken. Butikslokalen bör, om den inte utgör egen byggnad, vara en egen brandcell i lägst brandteknisk klass EI 30. Men vad händer vid en brand i fyrverkerierna under dessa förhållanden och vilka blir konsekvenserna?

Brandforsk, som är statens, försäkringsbranschens, kommuners och näringslivets gemensamma organ för att initiera, bekosta och följa upp olika slag av brandforskning, har gett FOI anslag för att utföra ett antal fullskaleförsök där brandförloppen vid brand i olika typer av försäljningsställen studeras. Försöken skall efterlikna brandförlopp i ett mindre försäljningsställe eller lagerutrymme samt i ett större försäljningsställe som t ex en galleria. I försöken vid ett större försäljningsställe har ett sprinklersystem byggts upp för att studera om det har någon effekt på brandförloppet. Vid några försök har även tryck, temperatur och rökutveckling uppmätts. Samtliga försök har filmats och filmerna har sammanställts på en CD. I denna rapport ges en tolkning av vad resultaten från försöken betyder för en motsvarande brandsituation vid ett försäljningsställe. Resultaten från brandförsöken är tänkt att kunna användas av olika myndigheter för att underlätta deras arbete vid formulering av regelverk, rekommendationer etc. Förhoppningen är att detta kan leda till bättre utformning av försäljningsställen för en ökad brandsäkerhet samt en bättre förståelse för konsekvenserna vid brand i ett försäljningsställe för fyrverkerier.

2 Beskrivning av brandförsök

Vid projektets början bildades en referensgrupp med sammansättning enligt tabell 1. Avsikten med att bilda en referensgrupp var att ge möjlighet för representanter för verksamhetsområden som på olika sätt har anknytning till risker med brandförlopp vid försäljning och lagring av fyrverkerier att delta i planeringen av projektet och att följa detta från början till slut. Referensgruppen har kunnat bidra med sina kunskaper och erfarenheter och har gett värdefulla synpunkter på projektets planering och genomförande. De har också deltagit vid ett av brandförsöken som anordnades som en demonstrationsdag där även ett flertal andra inbjudna intressenter deltog.

Tabell 1 Referensgruppens sammansättning.

Namn	Myndighet etc
Mats Sundelius	Uppsala brandförsvär
Marlene Gustavsson	Räddningsverket
Lars Persson	Räddningstjänsten Storgöteborg
Patrik Jansson	Polismyndigheten i Stockholms län, Tillståndsenheten

Genom brandförsöken har två olika scenarier simulerats. Brand i

1. lagerutrymme eller mindre försäljningsställe
2. större försäljningsställe

För simulering av brand i mindre försäljningsställe eller brand i lagerutrymme användes en betongkasson samt ett rum med EI 30-klassade standardväggar. Då fyrverkeripjäser antänds bildas mycket stora mängder gas och ett högt tryck byggs snabbt upp i lokalen om ingen tryckavlastning sker. Inget av dessa rum var försedda med sprinklersystem. Avsikten med dessa försök var att ge svar på följande frågor

- Vilken tryck- och temperaturuppbyggnad fås vid brand när pyroteknik lagras i slutet rum?
- Vilken effekt får tryckuppbyggnad i en liten lokal med betongväggar respektive EI 30-klassade väggar
- Hur väl står EI 30-klassade väggar emot kringflygande fyrverkerier?

Enligt Boverkets regler skall EI 30-klassade väggar motstå brand i 30 minuter. Hur väggen sedan i detalj utformas är däremot upp till den som bygger. Lämpliga byggförslag går att få hos Svensk byggtjänst eller Svenska brandförsvarsförbundet och kan t ex utgöras av 45 mm stålreglar samt dubbla gipsskivor om 12,5 mm.

För simulering av brand i större försäljningsställe användes ett tunnelrum vid FOI. Ett sprinklersystem installerades vars placering i höjddled kunde varieras. Förloppen filmades och rökutvecklingen studerades med en optisk utrustning. Avsikten var att försöken skulle ge svar på följande frågor:

- Vilken effekt har sprinklersystemet om en brand uppstår i pyrotekniken?
- Vilken betydelse har avståndet mellan sprinklersystemet och de förpackade fyrverkerierna?
- Hur mycket kringflygande effekter fås vid antändning av pyrotekniken?
- Uppskattning av tid till rökfyllnad.
- Hinner sprinklern att aktiveras för att släcka en brand i förpackningsmaterial och därmed förhindra brand i pyrotekniken?

De fyrverkerier som användes vid samtliga brandförsök levererades från Linders Fyrverkerier. Satser med fyrverkerier beställdes för fem olika försök. Dessa satser bestod av en blandning av olika typiska fyrverkerier (se tabell 2) som kan förekomma vid komplett leverans till butik. Den sammanlagda nettovikten krut i vardera satsen var 50 kg (ca 500 kg fyrverkeripjäser) vilket motsvarar vad som maximalt är tillåtet för tillfällig förvaring vid ett försäljningsställe. Alla satser bestod av samma blandning av fyrverkerier för att underlätta jämförelser mellan olika försök.

Tabell 2. Sammansättning av fyrverkeripjäser för de satser som användes vid de olika brandförsöken.

Produktnummer	Produktnamn	Antal
100	Space	24
1106	10:an	1
112	Cross	10
1135	Power Pac	10
1225	Comet	10
1246	Mistral	10
131	Smash	12
1330	New Boss	12
138	Monaco	8
2200	Visselbang 100-fp	36
3330	Vesuvius	12
3460	San Remo	12
3525	Lynx	16
392	Trinidad	6
3615	Renaissance	4
461	Tropic Night	12
4595	Viktory	4
4620	Tjocka Berta	8
4675	Puerto Rico	4
4678	Wembey	4
4860	Look	2
5077	Vilde Ville 5-fp	48
7651	Midnight Glory	6

3 Resultat från brandförsök

3.1 Brand i mindre försäljningsställe eller lagerutrymme

Två olika försök har utförts för att simulera brand i fyrverkerier vid tillfällig förvaring i ett mindre försäljningsställe eller lagerutrymme. I det ena försöket initierades 500 kg fyrverkeripjäser i en betongkassun med trycktåliga väggar och i det andra initierades lika stor mängd fyrverkeripjäser i ett rum med EI 30-klassade väggar. Initieringen har i båda fallen skett med hjälp av en bengalisk eld som placerats i en av fyrverkeripjäserna. En VA-tändpärla gr2 från Dyno Nobel placerades då i Bengalens anfyrningskrut.

3.1.1 Brandförsök i betongkassun

Betongkassunen hade måtten 2500 x 2500 x 2500 mm (invändigt mått) med trycktåliga väggar (ca 100 mm tjocka). Dörren till kassunen stängdes men reglades inte. Om betongkassunens väggar skulle hålla för tryckuppbyggnaden under försöket skulle det vara alltför riskabelt att öppna den efter försöket. I kassunen placerades utrustning för att mäta tryck och temperatur under hela brandförloppet. Eftersom tryckmätaren inte skulle tåla att utsättas för de höga temperaturer som förmodades uppkomma i kassunen under försöket placerades den på utsidan. Ett rör fyllt med olja trycktes in genom ett smalt hål i väggen och förmedlade trycket till mätutrustningen (se figur 1). Genomföringen tätades sedan med brandtålig silikon. Temperaturen mättes med termoelement som placerades på insidan av kassunen.



Figur 1. Utrustning för att mäta temperatur och tryck.

I figur 2 kan ses hur fyrverkerierna placerades i kassunen före försöket. För att försöka efterlikna en verklig situation bröts en del av förpackningsmaterialet upp.



Figur 2. Fyrverkeriernas placering i kassunen före försöket.

Dörren till kassunen öppnade sig i ett tidigt skede på grund av tryckuppbyggnaden. Det gick dock inte att avläsa vid vilket tryck som detta skedde eftersom trycket var utanför mätutrustningens mätområde (för lågt).

Temperaturen uppmättes vid två olika höjder, 200 mm respektive 1500 mm från golvet. Den uppmätta temperaturen vid de olika höjderna skilde sig kraftigt åt. Detta berodde förmodligen på att förpackningsmaterial föll ner och täckte givaren närmast golvet. Den högsta temperaturen som uppmättes vid den högst placerade givaren var 790° C och vid den lägst placerade givaren 318° C.

Ungefär 15 s efter det att brandförloppet startats har dörren till kassunen öppnat sig och antända fyrverkeripjäser flyger ut på låg höjd. Tjock rök kommer också ut från dörröppningen. Det är under de första 5 minuterna som det flyger ut flest fyrverkerier ut från kassunen. Sedan är det mest enstaka fyrverkeripjäser som lämnar rummet. 10 minuter efter antändning pågår det fortfarande en intensiv brand med tjock rök men både branden och rökutvecklingen börjar avta efter ca 20-30 minuter. Flera timmar efter det att branden startats flyger det dock fortfarande ut enstaka fyrverkeripjäser lite då och då.

3.1.2 Brandförsök i EI 30-klassat rum

Rummet med EI 30-klassade väggar (och tak) hade dimensionerna 2500 x 2500 x 2400mm. Brandklass EI 30 erhöles genom att använda 70 mm stålreglar och dubbla gipsskivor om 12,5 mm. Dörren till rummet var stängd vid försökets början.

Direkt efter antändning sipprar det ut tjock vit rök från springor i golv och tak. Efter ca 30 s ger takkonstruktionen vika och antända fyrverkeripjäser flyger ut genom öppningen som bildas. Även tjock svart rök kommer ut samma väg. Det

är under de första 2 minuterna som det flyger ut flest fyrverkerier ut från rummet. Den intensiva branden med stor rökutveckling fortsätter dock.



Figur 3. Rum med EI 30-klassade väggar samt fyrverkeripjäsernas placering före försöket.

I figur 4 visas hur rummet med de EI 30-klassade väggarna såg ut efter brandförsöket. Detta visar tydligt att denna typ av vägg kan förhindra att fyrverkeripjäser antänds vid en brand utanför rummet i minst 30 minuter men har fyrverkerierna väl antänts kommer brandförloppet inte att begränsas till EI 30-rummet. Takkonstruktionen gav vika redan efter ca 30 s medan väggarna höll i ytterligare ca 4 timmar. Om detta hade varit ett rum i en befintlig byggnad är det dock ett rimligt antagande att takkonstruktionen hade hållit längre och att någon av väggarna hade gett vika först.



Figur 4. Rum med EI 30-klassade väggar efter brandförsöket.

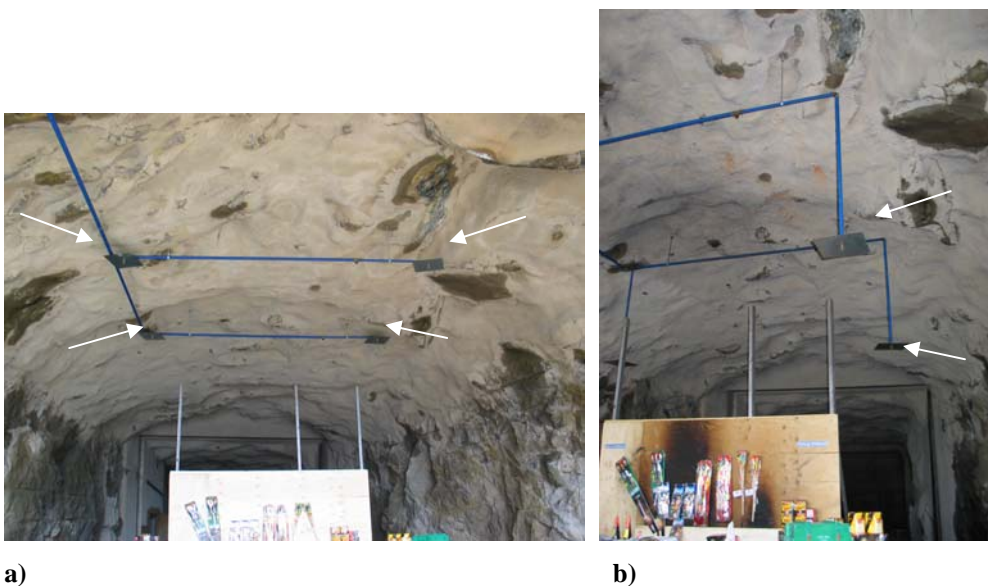
Figur 5 visar skador på innerväggar av kringflygande fyrverkeripjäser. Dessa skador visar vilken kraft som finns i fyrverkeripjäserna och vilken skada de därmed kan orsaka på personer eller konstruktioner i närheten av en försäljningsdisk eller lagerutrymme.



Figur 5. Skador av krevad från fyrverkeripjäser (ca 30-40 cm i diameter).

3.2 Brand i större försäljningsställe

För simulering av brand i större försäljningsställe användes ett tunnelrum med ett djup på 20 m, bredd 9 m och höjd 6 m. Tunneln är halvsfäriskt formad och utvidgar sig koniskt mot öppningen. För att förenkla beräkningarna av volymen (1080 m^3) har tunneln dock antagits vara rektangulär. En plastpresenning hängdes ned ca 1 m från tunnelmynningens tak för att efterlikna ett slutet utrymme med högt i tak som i en galleria eller stormarknad.



a)

b)

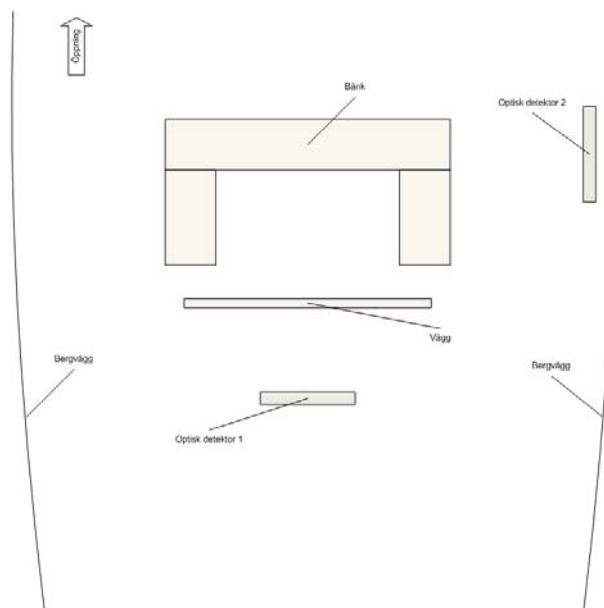
Figur 6. Sprinklerhuvudena är placerade vid pilarna. a) vid sprinklerförsök 1 och b) vid sprinklerförsök 2.

Ett sprinklersystem installerades i taket och en försäljningsdisk byggdes upp för att så långt som möjligt efterlikna en verklig situation. Sprinklersystemet installerades samt levererades av Mälarsprinkler AB och bestod av fyra stycken sprinklerhuvuden (15 mm) som var placerade i tunneltaket med 4 x 3 meters avstånd i fyrkant (se figur 6). De sprinklerhuvuden som användes var tillverkade för att lösa ut vid 67°C. Brandförsök utfördes där sprinklerna var placerade på två olika höjder. Vid det ena försöket, sprinklerförsök 1, var sprinklerna placerade 5,5 m från golv och 3,9 m från försäljningsdisken. Vid det andra försöket, sprinklerförsök 2, var sprinklerna placerade 4 m från golv och 2,4 m från försäljningsdisken.

Två optiska densitetrar användes för att bestämma hur snabbt och hur mycket brandröken försämrade sikten i lokalen. Hur de placerades i förhållande till försäljningsdisken kan ses i figur 7. Densitometern består av en halogenlampa, lens, fönster och en fotocell. Strålgången för mätinstrumenten är i båda fallen 80 cm och transmissionen av ljuset över detta avstånd uppmättes och räknades om till optisk densitet. Den optiska densiteten är relaterad till sikten i lokalen som

Siktdjupet = $1 / \text{optiska densiteten}$.

Detta är en mätmetod som utvärderats och använts vid ett flertal andra brandförsök vid FOI [2], [3].



Figur 7. Skiss av placering av optiska densitetrar för mätning av sikt i tunneln under försöken.

Detektorerna var kalibrerade för att motsvara ljuskänsligheten för ett mänskligt öga och placerades på 170 cm höjd, vilket motsvarar ungefär normal ögonhöjd för en vuxen människa.



Figur 8. Placering av optisk densitometer vid sidan av försäljningsdisken (vid pilen) samt dataloggningsutrustning.

Den försäljningsdisk som byggdes upp var 150 cm hög, 210 cm djup och 420 cm bred. Väggens bakom bänken var 300x300 cm. Försäljningsdisken placerades i tunnelmynningen vänd utåt (se figur 9).



Figur 9. Uppbyggd försäljningsdisk med bakomvarande vägg.

Fyrverkeripjäserna placerades både ovanpå och under försäljningsdisken (se figur 10).



Figur 10. Placering av fyrverkerierna både ovanpå och under försäljningsdisken.

Branden initierades genom anfyrring av fyrverkeritårta som placerades i en öppen kartong med fyrverkerisats Power Pac (se figur 11). En VA-tändpärla gr2 från Dyno Nobel placerades i drivkrutet till första effekten i fyrverkeritårtan. Redan efter ca 8 s är branden mycket intensiv.



Figur 11. Branden initierades genom anfyrring av initieringstårta placerad vid pilen.

Vädret vid sprinklerförsök 1 var soligt med en temperatur på runt 20°C. Det var en svag vind utmed tunnelöppningen. Vid sprinklerförsök 2 var det mulet, med överhängande regn, och en temperatur runt 13°C. Det var något blåsigare med en vind som var riktad in mot tunnelmynningen.

3.2.1 Resultat från sprinklerförsök

Vid sprinklerförsök 1 löste två sprinkler ut på vänster sida om disken. Det är dock svårt att ur filmerna från brandförloppet urskilja exakt när detta skedde. Möjligtvis går det att urskilja ljud från vattenstråle efter ca 2 minuter. Att sprinklerna löste ut hade heller ingen märkbar effekt på brandförloppet. Det är osäkert vad som fick sprinklerna att lösa ut, om det var temperaturen eller om de hade blivit träffade av någon fyrverkerieffekt. Vid sprinklerförsök 2, där sprinklerhuvudena sänkts ned 150 cm för att bedöma om de löstes ut snabbare, var det endast en sprinkler som löste ut. Denna sprinkler var placerad på vänster sida längst ut mot mynningen.

Brinnförloppet under sprinklerförsök 1 var häftigare än vid sprinklerförsök 2 vilket också resulterade i en kraftigare rökutveckling från början. Sprinklernas lägre placering vid sprinklerförsök 2 kan ha påverkat brinnförloppet efter att sprinklern löst ut, men rökutvecklingen var för kraftig för att detta skulle kunna ha observerats på de inspelade filmerna. Slumpen kan likväl ha orsakat de olika brandförloppen.



Figur 12. Försäljningsdisk angripen av brand efter sprinklerförsök 1.

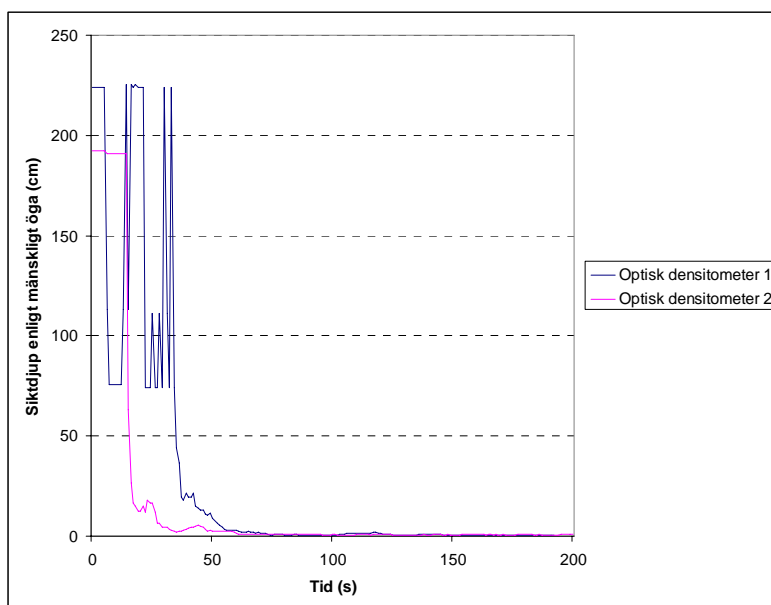
I figur 12 visas hur försäljningsdisken ser ut efter sprinklerförsök 1. Branden släcktes med brandsläckare efter 3-4 timmar för att bevara försäljningsdisken till sprinklerförsök 2. Fram tills branden släcktes klarade en stängd trälåda (se figur 13) brand/värmestrålning mycket bra och fyrverkeripjäserna i lådan antändes inte.



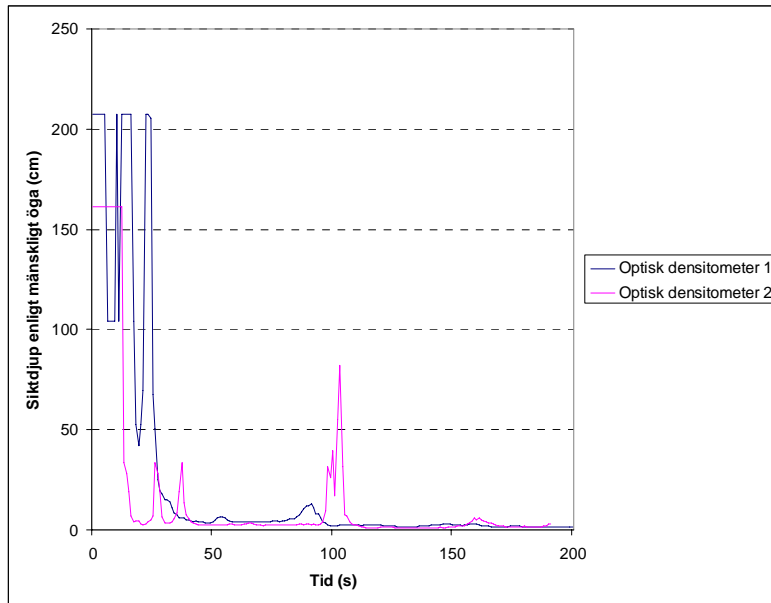
Figur 13. Stängd trälåda (LOOK) klarade brand/värmestrålning mycket bra vid båda sprinklerförsöken.

Mätningarna av den optiska densiteten redovisas i figur 14 och 15. Orsaken till att siktdjupet var sämre (den optiska densiteten var högre) för den detektor som var placerad bakom väggen på försäljningsstället är att röken snabbt fyllde volymen i tunneln och att en viss turbulens samtidigt uppstod på grund av de varma rökgaserna som steg uppåt.

Ur figur 14 och 15 går det att se att sikten blir i stort sett obefintlig på mindre än 1 minut på grund av den kraftiga rökutvecklingen.



Figur 14. Resultat från de optiska densitometrarna vid sprinklerförsök 1 omräknat till siktdjup. Tiden noll motsvarar starttiden (± 5 s) för initiering av fyrverkerierna.



Figur 15. Resultat från de optiska densitometrarna vid sprinklerförsök 2 omräknat till siktdjup. Tiden noll motsvarar starttiden (± 5 s) för initiering av fyrverkerierna.

I båda sprinklerförsöken var rökutvecklingen ovanligt snabb och kraftig jämfört med vid en vanlig brand. Röken fördelade sig jämnt över hela rumsvolymen och var inte koncentrerad till de övre delarna av rummet. Vid en sådan brand i en galleria eller stormarknad skulle utrymning av lokalen förmodligen bli mycket svår p.g.a. den dåliga sikten.

4 Slutsatser och rekommendationer

Vid brand i ett lagerutrymme med kraftigt trycktåliga väggar och ståldörr, är det troligt att infästningarna till dörren är den svagaste punkten och därmed brister först på grund av tryckuppbyggnaden i lokalen precis som vid brandförsöket i betongkassunen. Om väggarna är något mindre trycktåliga kan det istället hända att väggarna brister och kaststycken av betongfragment kastas iväg från lokalen med stor kraft. Tryckuppbyggnaden i denna typ av lokal kan då ge en farligare situation än om branden hade startat i ett rum med mindre trycktåliga väggar. Ett sätt att lösa problemet med tryckuppbyggnad är att bygga in någon typ av tryckavlastning i lokalen för att evakuera den bildade gasen. Men eftersom brandförloppet är så snabbt måste detta åstadkommas med någon typ av luckor som öppnas av tryckuppbyggnaden, vilket kan vara svårt att bygga in samt kombinera med krav på skydd mot intrång i lokalen.

Resultaten från brandförsöken med EI 30-klassade väggar visar tydligt att denna typ av vägg kan förhindra att fyrverkeripjäser antänds vid en brand utanför rummet i minst 30 minuter men har fyrverkerierna väl antänts kommer brandförloppet inte att begränsas till EI 30-rummet. I brandförsöket gav takkonstruktionen vika redan efter ca 30 s medan väggarna höll i ytterligare ca 4 timmar. Om detta hade varit ett rum i en befintlig byggnad hade förmodligen istället någon av väggarna gett vika först (efter samma tidsperiod som taket i försöket) medan takkonstruktionen hade hållit längre.

Brandförsöken med sprinkler visar att ett sprinklersystem har liten eller ingen effekt på brandförloppet vid en pyroteknikbrand. Inte heller vid vilken höjd sprinklersystemet är placerat verkar ha någon betydelse. Eftersom det var svårt att få sprinklerna att lösa ut vid pyroteknikbranden skulle inte ett sprinklersystem kunna förhindra att en brand i förpackningsmaterialet skulle hinna antända fyrverkerierna. Att installera ett sprinklersystem är därför inget bra skydd för att släcka eller förhindra pyroteknikbrand däremot för att släcka de eventuella sekundära bränder i en lokal som en pyroteknikbrand kan förorsaka.

De vattensprinkleranläggningar som installeras i gallerior eller andra stora försäljningslokaler är noggrant dimensionerade efter den brandbelastning som normalt finns i lokalen. Då flera sekundära bränder orsakade av fyrverkeripjäser uppstår skulle en helt annan brandbelastning uppkomma över en stor yta och fler sprinkler än avsett skulle lösa ut samtidigt. Det är då stor risk att vattenförsörjningen inte räcker till, vilket kan leda till ett sämre brandskydd.

I båda sprinklerförsöken var rökutvecklingen ovanligt snabb och kraftig jämfört med vid en vanlig brand. Röken fördelade sig jämnt över hela rumsvolymen och var inte koncentrerad till de övre delarna av rummet. Vid en sådan brand i en galleria eller stormarknad skulle utrymning av lokalen

förmodligen bli mycket svår p.g.a. den dåliga sikten. Det är därför olämpligt att placera försäljningsdisken/lagerlokalen i närheten av naturliga utrymningsvägar som ordinarie utgång. Vid en brand är det lätt att drabbas av panik och försöka komma ut genom ordinarie utgång även om det är närmare och lämpligare att välja en nödutgång. Från mätningarna av den optiska densiteten går det att se att siktdjupet blir nästan obefintligt på mindre än 1 minut på grund av den kraftiga rökutvecklingen i de båda sprinklerförsöken.

Både i fallen med brand i mindre och större försäljningsställe kan kringflygande antända fyrverkeripjäser orsaka sekundära bränder i lättantändliga material på andra ställen utanför försäljningsdisken eller lagerlokalen. Mängden brännbara material bör därför minimeras i närheten av försäljningsstället. Eftersom krafterna är stora i kringflygande fyrverkeripjäser kan personer eller konstruktioner i närheten av försäljningsstället allvarligt skadas. Försäljningsdisken bör därför placeras på ett ställe i lokalen där så få människor som möjligt normalt befinner sig.

5 Referenser

- [1] BEX-INFO 2005:2
- [2] Walmerdahl P., Werling P., Nireus K., "Smoke Spread Trials in a Small-Scale, Multi-Plane Configuration", FOA-R—00-01447-311—SE (**2000**).
- [3] Walmerdahl P., Werling P., "A Method for Smoke Spread Testing of Large Premises" FOI-R—0046—SE (**2001**).