

Stockholm 2009-12-03

Analys av brandförsök utförda av BRE angående effektkurvor vid sprinklade och osprinklade brandförlopp

1. Inledning

Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB har tillsammans med Sprinklerfrämjandet studerat och analyserat resultaten av brandförsök utförda i England av Fire and Risk Sciences (FRS) vid Building Research Establishment Ltd (BRE). Försöken genomfördes under en period av ca fyra år i slutet av 1990-talet. Resultaten av försöken publicerades i detalj 2002 och denna rapport bygger i sin helhet på de utförda försöken och de försöksresultat som redovisas i databasen BRE Design Fires Database, version 1.2.

I den följande texten redovisas de väsentligaste detaljerna från varje försök. BRE:s databas innehåller bland annat data om brandeffektutveckling, temperatur och rökproduktion för brandförloppen i 11 olika miljöer som utförts med sprinkler och utan sprinkler. Det är därför möjligt att för varje utfört försök studera hur en eller flera aktiverade sprinklerhuvuden kommer att påverka brandeffektutvecklingen. Vår studie syftar därför till att fungera som underlag för vidare diskussion och slutsatser om vilka brandeffektkurvor som ska användas vid analytisk dimensionering i sprinklade byggnader.

2. Beskrivning av underlag

Databasen innehåller kvantitativa data från brandförlopp i 11 olika miljöer, vilka är:

- Kontor
- Bagageförvaring
- Pub/Bar
- Reception
- Butik för försäljning av mattor
- Sportbutik, klädavdelning
- Blomstervagn
- Förvaring av träpallar
- Lekrum
- Förvaring av papperslådor
- Förvaring av mjukdjur

Av dessa kan inte information från Pub/Bar användas eftersom temperaturen var för låg för att sprinklersystemet skulle aktiveras. Försöken med Blomstervagn används inte heller, eftersom det är en sådan speciell miljö som inte har någon motsvarighet i Sverige.

Sprinkleranläggningen utfördes enligt riskklass OH3 (Ordinary Hazard) och försöksrummet hade totalt fyra sprinklerhuvuden. Vid samtliga sprinklade försök användes sprinkler av typen Viking C u/p 68°C. Sprinklerna är godkända av LPC (Loss Prevention Council, Storbritannien) och UL (Underwriters Laboratories) som Standard- och Quick Response-sprinkler. Flödeskapacitet vid fyra aktiverade sprinklerhuvuden var som mest 270 l/min vid trycket 0,6 bar. Detta motsvarar vid ca 12 m² täckning per sprinkler en vattentäthet av 5 mm vatten per m² och sprinkler.

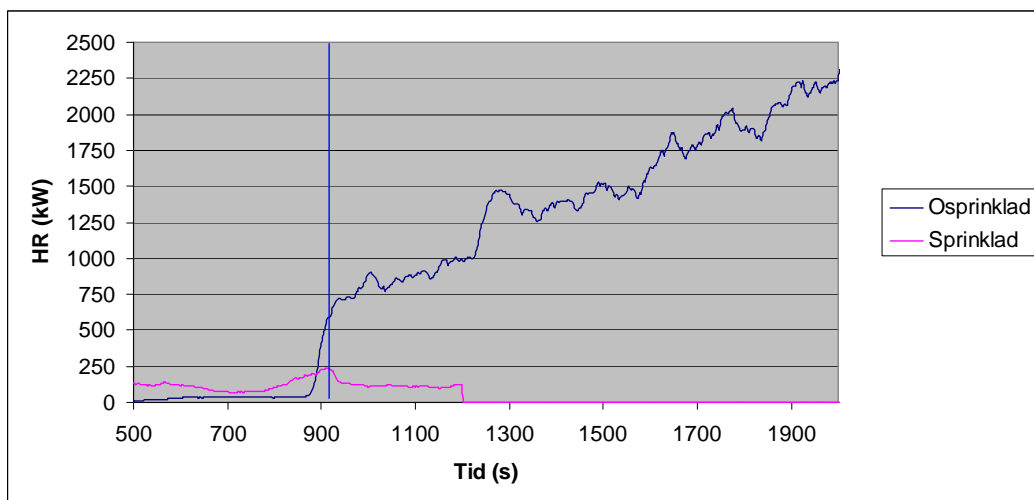
Sprinklerna aktiverades elektriskt med hjälp av mätutrustning placerad i anslutning till respektive sprinklerhuvud. Det gick därför att simulera olika RTI-värde, vilket dock inte i detalj framgår av databasen. I ett av försöken framgår det dock att två försök gjordes med "Standard Response" och ett med "Quick Response". Det antas därför vidare att sprinklerhuvudena i övriga försök är av typen "Standard Response" med RTI ungefär motsvarande 135 m^{1/2}s^{1/2}. Sprinkler med lägre RTI-värde kommer att aktiveras snabbare, vilket sannolikt leder till en lägre brandeffekt.

Vid de osprinklade bränderna registrerade den elektriska mätutrustningen vid vilken tidpunkt som en sprinkler skulle ha aktiverats. Det är därför möjligt att jämföra de sprinklade och osprinklade bränderna med avseende på sprinkleraktiveringens tidpunkt och motsvarande brandeffekt. I den vidare beskrivningen av försöken så kommer tiden för sprinkleraktivering att markeras med en vertikal blå linje. För att enklare kunna göra jämförelser så har effektkurvan för de sprinklade försöken förskjutits horisontellt så att tiden för sprinkleraktivering är lika för samtliga kurvor.

3. Beskrivning av försök

3.1. Kontor

Ett kontor med fyra kontorsplatser runt ljudavskiljande skärmar. Branden startades i en papperskorg.



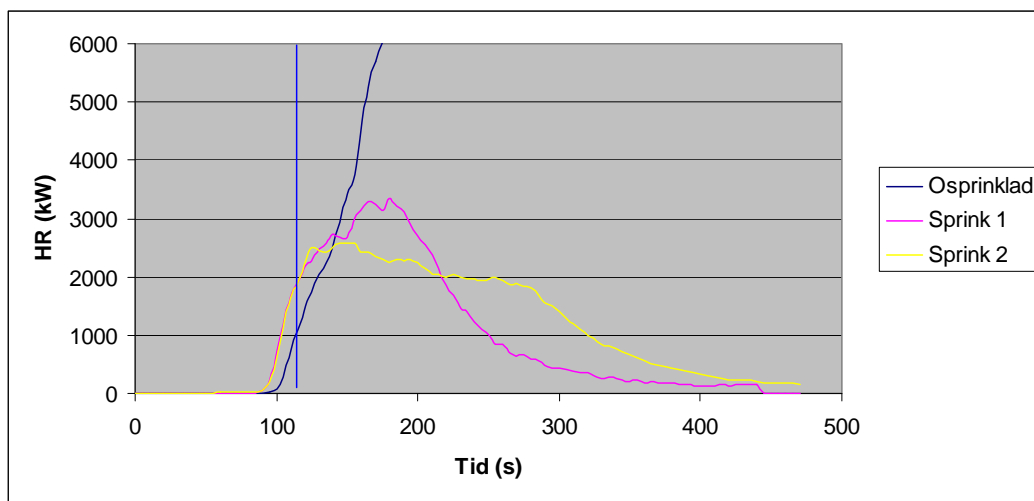
Den osprinklade branden har en brandeffektkurva som understiger NFPA:s förlopp "Slow" ($\alpha \approx 0,0006$). Effektutvecklingen vid aktiveringstillfället var ca

0,25 MW. Om sprinkler hade använts i det fribrinnande försöket hade de aktiverats vid omkring 0,6 MW. Brandförloppet i det fribrinnande försöket är betydligt snabbare när branden har fått fäste.

För den sprinklade branden så halveras effekten efter sprinkleraktivering och släcks efter 5 minuter. Den osprinklade kontorsbrandens maximala effekt uppgår till 4,5 MW.

3.2. Bagageförvaring

Hårda och mjuka väskor placerades längs med en vägg. Den totala vikten på det brännbara materialet uppgår till ca 60 kg. Totalt gjordes två försök med sprinklade bränder.

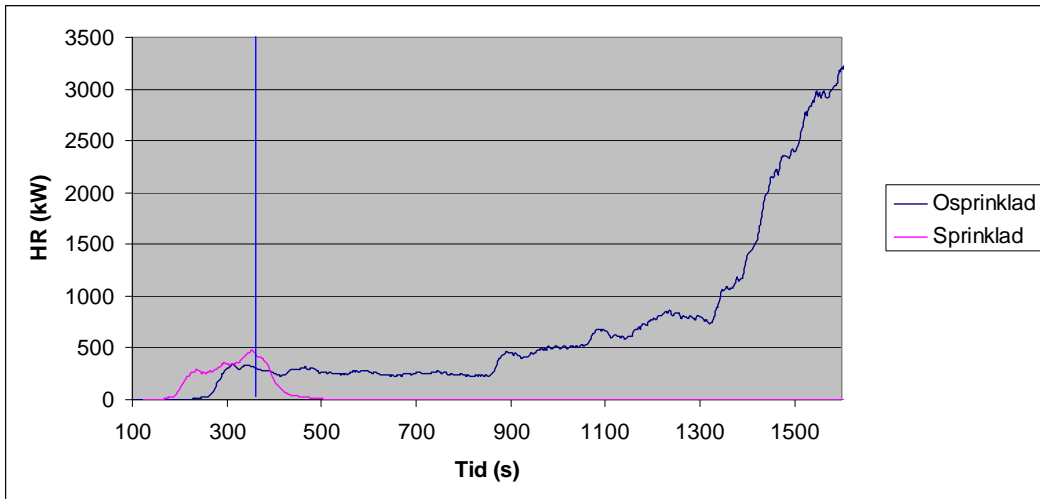


Den osprinklade branden har en effektkurva som vida överstiger NFPA:s förlopp ”Ultrafast” ($\alpha \approx 0,6$). Effektutvecklingen vid aktiveringen är ca 1-2 MW.

Ungefär 1 minut efter sprinkleraktivering så avstannar effektutvecklingen och branden kontrolleras på en nivå runt 2,5 och 3 MW. Efter ungefär 2,5 till 3 minuter efter aktivering börjar brandeffekten att avta och har några minuter senare reducerats till under 1 MW. Den osprinklade branden har en maximal effekt som uppgår till 6 MW.

3.3. Reception

Försöket ska motsvara en normal reception på ca 10 m² med tillhörande väntplats. Testrummet innehöll stolar, soffå och bord som utgjorde väntplatsen samt skrivbord och kontorsstolar. Skillnaden i brandförlopp mellan den osprinklade och sprinklade branden illustreras i nedanstående graf.

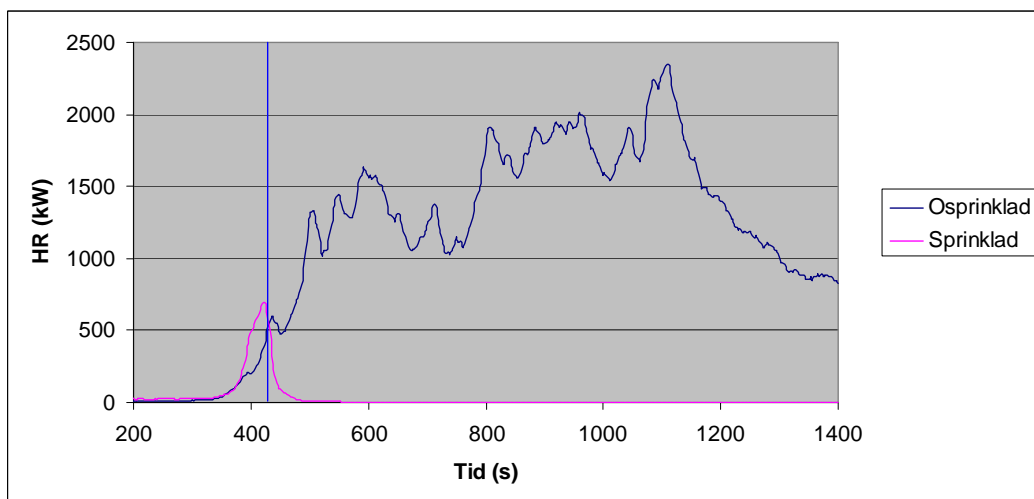


Den osprinklade branden har en initialt långsam brandeffektkurva som inte kan jämföras med NFPA:s standardkurvor. Effektutvecklingen vid aktiveringstillfället är ca 0,5 MW både vid den sprinklade branden och vid det fribrinnande förloppet.

Branden har en så pass låg brandeffekt vid aktiveringstillfället att sprinkleranläggningen snabbt släcker branden. Den osprinklade branden har en maximal effekt som uppgår till 3 MW.

3.4. Mattbutik

Testet beskriver en mattbutik med ihoprullade mattor, både stående och hängande över ställningar, med en totalvikt på 60 kg. Branden startar i nederdelen av en av de mittersta stående mattorna.

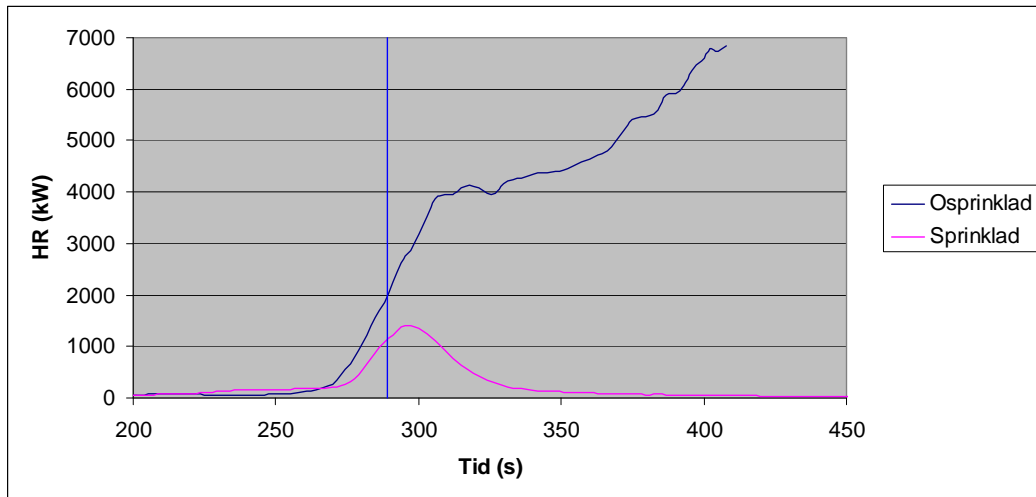


Den osprinklade branden har en brandeffektkurva som är så snabb att den överskrider NFPA:s förlopp "Fast" ($\alpha \approx 0,02$). Effektutvecklingen vid aktiveringstillfället är ca 0,5 MW både vid den sprinklade branden och vid det fribrinnande förloppet.

Sprinkleranläggningen klarade effektivt att släcka branden och effektutvecklingen avstannade snabbt. Den osprinklade branden har en maximal effekt som uppgår till knappt 2,5 MW.

3.5. Sportbutik, klädavdelning

Försöket motsvarar en klädavdelning i en sportbutik med kläder placerade på ställningar på golv och upphängda mot en vägg. Kläderna var av olika material, både naturmaterial och polyesterblandningar.

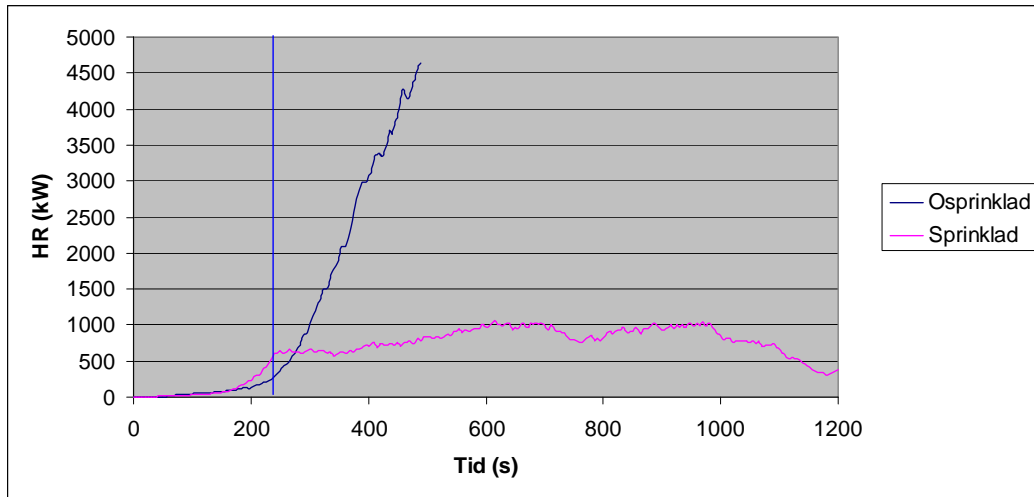


Den osprinklade branden har en effektkurva som överstiger NFPA:s förlopp ”Ultra Fast” ($\alpha \approx 0,3$). Brandeffektutvecklingen vid försöket med sprinkler är något långsammare. Effektutvecklingen vid aktiveringstillfället är ca 1 MW för försöket med sprinkler men brandeffekten hade varit cirka 2 MW om sprinkler använts i det fribrinnande försöket, eftersom förloppet är snabbare.

Brandffekten ökade något efter sprinkleraktivering för att sedan avta under 1 minuts tid. Den osprinklade branden har en maximal effekt som överstiger 7 MW. Försöket avbröts innan maximal effekt hade uppnåtts.

3.6. Förvaring av träpallar

Försöket motsvarar förvaring av träpallar. Sex stycken 1,2 meters staplar med träpallar var placerade i två rader med tre staplar i varje rad. Den totala vikten på det brännbara materialet var 167 kg.

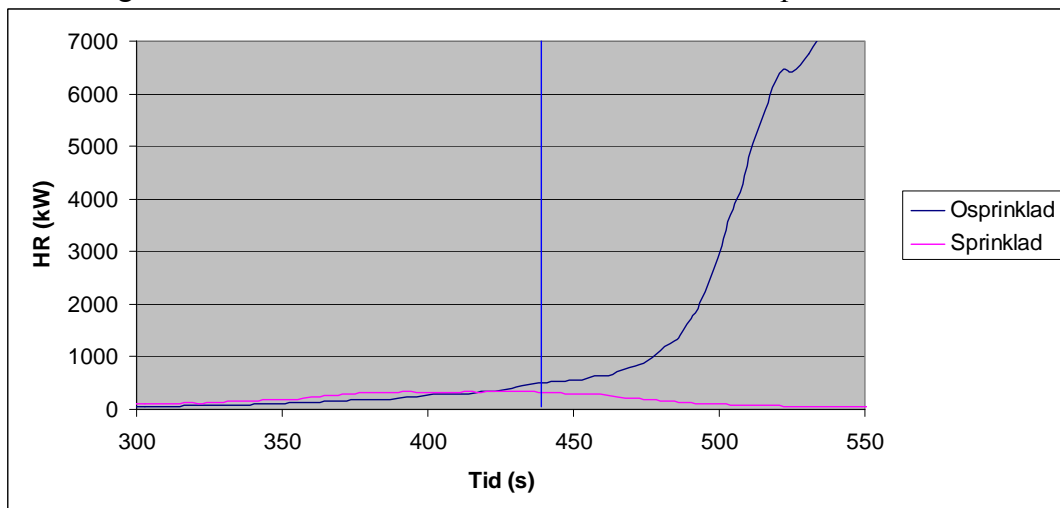


Den osprinklade branden har en effektkurva som överstiger NFPA:s förlopp ”Medium” ($\alpha \approx 0,03$). Effektutvecklingen vid aktiveringstillfället är ca 0,5 MW.

Efter sprinkleraktivering avstannar effektutvecklingen och stiger sedan långsamt till en konstant nivå omkring 1 MW. Det ska noteras att samtliga sprinklerhuvuden var placerade utanför träpallarna, som också är fallet i testet med förvaring av mjukdjur, medan i övriga försök så var minst ett sprinklerhuvud placerat ovanför något bränsle. Den osprinklade branden har en maximal effekt som överstiger 5 MW. Försöket avbröts innan maximal effekt hade uppnåtts.

3.7. Lekrum

Försöket innehåller material som kan förväntas finnas i ett mindre ”äventyrslekrum” som kan finnas i anslutning till detaljhandelanläggningar och snabbmatsrestauranger. Bland annat fanns ett ”bollrum” med flera små plastbollar.

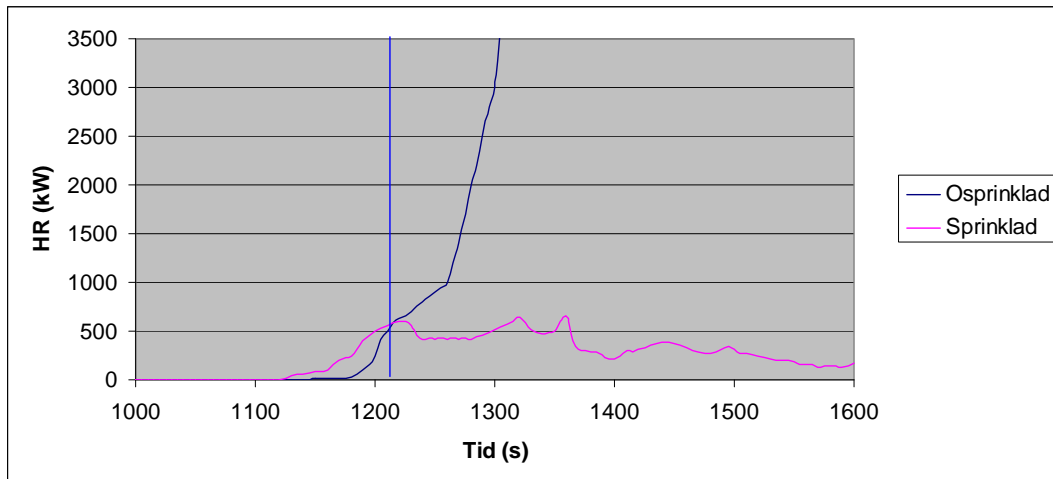


Den osprinklade branden har en effektkurva som överstiger NFPA:s förlopp ”Medium” ($\alpha \approx 0,02$). Effektutvecklingen vid aktiveringstillfället är ca 0,5 MW både för försöket med sprinkler i det fall sprinkler hade använts i det fribrinnande försöket .

Den sprinklade brandens effektutveckling avtar relativt snabbt och branden är släckt efter ungefär en minut. Den osprinklade branden har en maximal effekt som överstiger 7 MW. Försöket avbröts innan maximal effekt hade uppnåtts.

3.8. Förvaring av papperslådor

Försöket ska likna förvaring av olika icke-brännbara varor i papperslådor med förpackningsmaterial av polystyren. Totalt ingick 16 stycken lådor med en vikt på 3 kg var, då den totala vikten brännbart material uppgick till 48 kg.

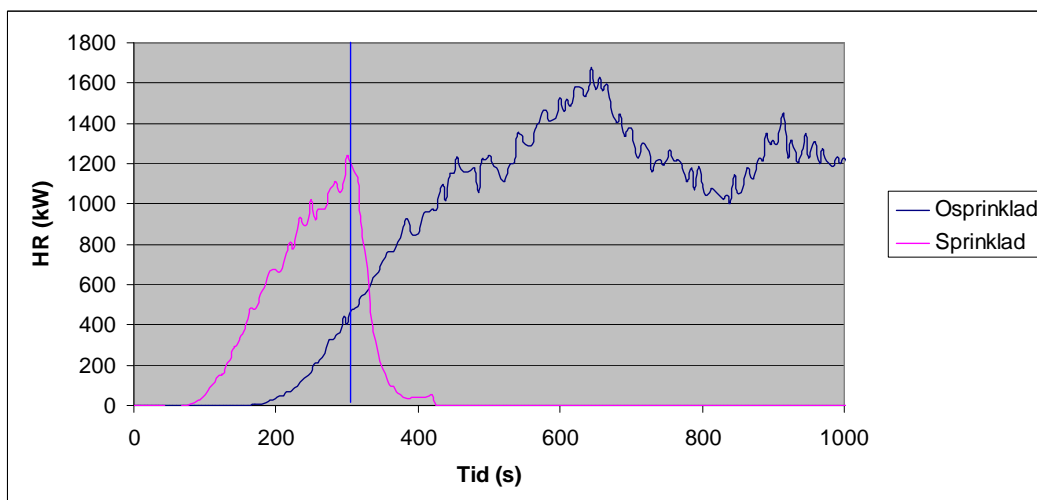


Den osprinklade branden har en effektkurva som nästan uppgår i NFPA:s förlopp ”Fast” ($\alpha \approx 0,04$). Effektutvecklingen vid aktiveringstillfället är ca 0,5 MW.

Den sprinklade brandens effektutveckling avstannar i och med sprinkleraktivering och är därefter konstant under ca 2 minuter för att sedan halveras. Därefter avtar brandeffekten, sannolikt för att det brännbara materialet förbrukas. Den osprinklade branden hade en maximal effekt som överstiger 4,5 MW. Då försöket avbröts ökade effektutvecklingen mycket snabbt.

3.9. Förvaring av mjukdjur

Försöket ska likna förvaring av mjukdjur i affärsmiljö, med en stor pyramid av små mjukdjur placerade 1 m från en vägg med ytterligare mjukdjur på.



Den osprinklade branden har en effektkurva som överstiger NFPA:s förlopp ”Fast” ($\alpha \approx 0,07$). Det initiala brandförloppet var betydligt snabbare för det sprink-

lade fallet och effektutvecklingen vid aktiveringen är cirka 1,2 MW. Den förväntade aktiveringen vid den fribrinnande branden är betydligt lägre, cirka 0,4 MW.

Den sprinklade brandens effektutveckling reduceras mycket snabbt efter sprinkleraktivering och branden dämpas efter mindre än en minut. Den osprinklade branden har en maximal effekt som uppgår till 1,6 MW.

4. Diskussion

4.1. Maximal brandeffekt

Försöken ger ingen information om hur stor en brand faktiskt kan bli, eftersom några av de osprinklade försöken avbröts innan maximal effekt hade uppnåtts. I några försök fanns det otillräckligt med brännbart material, som t.ex. för försöken i kontor, reception, mattbutiken och förvaring av mjukdjur, för att generera en riktigt kraftig brand.

För försöken i sportkläder, träpallar, lekrum och förvaring i papperslådor så uppgick effekten till som mest 7 MW. Med tanke på kurvornas lutning och tid mellan antändning och försökens avslut så är brandeffekter över 10 MW inte osannolika.

4.2. Aktivering av sprinkler

Sprinkleranläggningen aktiverades vid effekter på mellan 0,5 till 2 MW. Vid vilken tidpunkt som en sprinkler aktiveras beror normalt på sprinklens RTI-värde, takhöjd, brandförloppet och placering jämfört med initialbranden.

Noterbart för dessa försök är att skillnaden i brandeffekt mellan den verkliga aktiveringen (vid sprinklade försök) och den förväntade aktiveringen (vid fribrinnande försök) i vissa fall är stor, upp till en faktor 2. Förklaringen ligger troligen i skillnaden mellan brandeffektutveckling, trots att samma typ av gas och antändningskälla användes.

Vid en genomgång av brand- och utrymningsanalyser genomförda av Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB så framkommer det att sprinkleranläggningen förväntas att aktiveras vid ca 0,7 MW effekt vid kontor, butiker och liknande och mellan 1 och 1,5 MW vid något högre takhöjder som återfinns i t.ex. detalj- och handelsanläggningar.

Brändernas tillväxthastighet var i vid några av försöken mycket snabb och översteg NFPA:s förlopp ”Fast” och ”Ultra Fast”. Detta kan främst bero på en effektiv antändningskälla med öppen låga i direkt anslutning till bränslet. Vid aktivering av sprinkler är det initiala förloppet relativt ointressant. Normalt brukar man tillämpa NFPA:s standardförlopp på uppmätta brandförlopp från det att effektutvecklingen är 100 kW, det vill säga när branden börjar komma igång.

Ett brandförlopp ”Fast” brukar anses vara en realistisk uppskattning av ett brandförlopp i t.ex. detaljhandelanläggningar. I vissa fall kan även ”Ultra Fast” vara relevant att använda, vilket delvis bekräftas av dessa försök.

4.3. Påverkan av sprinkler på brandens effekt

I försöken märktes en skillnad mellan olika miljöer och hur väl sprinkleranläggningen klarade av att dämpa effektutvecklingen. I tabellen nedan visas en jämförelse mellan försöken med avseende på sprinkleranläggningens effekt.

| Scenario | Initial påverkan | Vidare påverkan |
|------------------------|------------------|----------------------------|
| Kontor | Effekt minskar | Effekt ner 50% efter 1 min |
| Bagageförvaring 1 | Effekt ökar 50% | Effekt ner 50% efter 2 min |
| Bagageförvaring 2 | Effekt ökar 25% | Effekt ner 50% efter 3 min |
| Reception | Effekt minskar | Släcks efter 2 min |
| Mattbutik | Effekt minskar | Släcks efter 1 min |
| Klädavdelning | Effekt ökar 25% | Släcks efter 2 min |
| Förvaring träpallar | Effekt konstant | Ingen |
| Lekrum | Effekt minskar | Släcks efter 2 min |
| Förvaring papperslådor | Effekt konstant | Ingen |
| Förvaring mjukdjur | Effekt minskar | Släcks efter 2 min |

Sammantaget kan det konstateras att brandens släcktes efter en relativt kort tid i hälften av försöken. I tre försök så reducerades brandens effekt och i två försök så kontrollerades branden. Dock så ökar effektutvecklingen initialt i tre försök för att därefter minska.

För att närmare kunna avgöra hur väl sprinkleranläggningen fungerar i olika miljöer så görs nedanstående sammanställning:

| Sprinkler reducerar effektutveckling och släcker branden | Sprinkler reducerar effektutvecklingen | Sprinkler kontrollerar branden |
|--|--|--------------------------------|
| Lekrum | Bagageförvaring 1 | Förvaring träpallar |
| Reception | Bagageförvaring 2 | Förvaring papperslådor |
| Mattbutik | | |
| Förvaring mjukdjur | | |
| Klädavdelning | | |

5. Rekommendation

Utifrån de resultat som framkommit i BRE:s databas så ges goda förutsättningar att räkna med en avtagande effektkurva vid sprinklade bränder i vissa typer av miljöer. I andra miljöer kan dock inte samma rekommendation ges. Det görs i detta sammanhang en indelning i tre typer av verksamheter eller miljöer:

- Butiker, nattklubbar och liknande
- Lager och storhandelanläggningar
- Höglager och miljöer med hög brandbelastning

5.1. Butiker, nattklubbar och liknande

I verksamheter så som reception, hotellfoajé, nattklubbar, butiker och centrumanläggningar, med relativt låg takhöjd och låg brandbelastning, ger sprinkleranläggningen en mycket god effekt och reducerar effektutvecklingen. Denna reduktion ska värderas i varje enskilt fall.

5.2. Lager och storhandelanläggningar

I verksamheter så som lager och storhandelanläggningar, med högre takhöjd och högre brandbelastning, ger sprinkleranläggningen en god effekt och reducerar effektutvecklingen till viss del eller begränsar effektutvecklingen. Detsamma kan förväntas i t ex ljusgårdar med relativt låg brandbelastning men betydligt högre takhöjd. Tiden mellan sprinkleraktivering och till dess att effektutvecklingen avtar är större jämfört med ovanstående grupp.

5.3. Höglager och miljöer med hög brandbelastning

I verksamheter så som pappersarkiv, träpallar och höglager, där brandbelastningen kan vara mycket hög, så ger sprinkleranläggningen troligtvis inte lika god effekt. Det kan inte rekommenderas att i beräkningar i denna typ av miljöer använda en reducerad eller begränsad effektkurva.

5.4. Säkerhetsmarginal

I brandanalyser så har det tidigare varit ett standardförfarande att förekomsten av sprinkleranläggningar inte antas dämpa eller släcka en brand utan endast kontrollera branden, det vill säga hålla en sådan på konstant nivå. En avtagande effektkurva i brand- och utrymningsanalyser kan användas som det troligaste scenariot där en effektkurva som är konstant kan användas som känslighetsanalys. Det anses därför inte att brandanalyser kommer att genomföras med en lägre säkerhetsmarginal jämfört med om nuvarande effektkurvor används.

Jonas Lindsten
Brandingenjör
Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB
brandkonsulten ab

Gösta Holmstedt
Brandingenjör
Sprinklerfrämjandet
Sprinkler Räddar Liv
Sprinklerfrämjandet