



LUND UNIVERSITY

Tekniska system för att förhindra och begränsa anlagd brand– Slutrapport

Johansson, Nils; Van Hees, Patrick; Simonson McNamee, Margaret; Strömgren, Michael

2013

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Johansson, N., Van Hees, P., Simonson McNamee, M., & Strömgren, M. (2013). *Tekniska system för att förhindra och begränsa anlagd brand– Slutrapport*. [Publisher information missing].

<http://www.anlagdbrand.se/sv/Documents/Tekniska%20system%20f%C3%B6r%20att%20f%C3%B6rhindra%20och%20f%C3%B6rebygga%20anlagd%20brand.pdf>

Total number of authors:

4

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Tekniska system för att förhindra och förebygga anlagd brand - Slutrapport

Nils Johansson

Patrick van Hees

Margaret Simonson McNamee

Michael Strömgren

Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety
Lund University, Sweden

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Lund 2013

Tekniska system för att förhindra och begränsa anlagd brand - Slutrapport

Nils Johansson
Patrick van Hees
Margaret Simonson McNamee
Michael Strömgren

Lund 2013

Tekniska system för att förhindra och begränsa anlagd brand - Slutrapport

Technical systems to prevent and mitigate the consequences of arson - Final report

Nils Johansson
Patrick van Hees
Margaret Simonson McNamee
Michael Strömgren

Report: 3170
ISSN: 1402-3504
ISRN: LUTVDG/TVBB--3170--SE

Number of pages: 31

Keywords

Arson, design fires, passive systems, active systems, detection, cost-benefit analysis.

Sökord

Anlagd brand, brandscenarier, passiva system, aktiva system, detektion, kostnad-nytta analys.

Abstract

The project "Arson - a societal problem" has been running with funding from a number of players since 2008. The project consists of a number of sub-projects and the work presented in this report was conducted within the sub-project: "Technical- and risk-based methods to prevent and mitigate the consequences of arson". The goal and purpose of the project was to develop and evaluate technical systems and engineering solutions to prevent and mitigate the consequences of arson in school buildings. The project has been reported in four interim reports. The main results of these interim reports and their findings have been summarized in this final report.

© Copyright: Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University
Lund 2013.

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se>

Telefon: 046 - 222 73 60
Telefax: 046 - 222 46 12

Department of Fire Safety Engineering
and Systems Safety
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se/english>

Telephone: +46 46 222 73 60
Fax: +46 46 222 46 12

Förord

Brandforsk inledde 2007 en satsning på forskning angående anlagd brand. Det resulterande forskningsprogrammet har som målsättning att ta ett samlat grepp kring anlagd brand. Fokus är på anlagda bränder i skolor och förskolor men även andra byggnader och anläggningar kommer att beaktas. Målsättningen och förhoppningen är att resultaten av projektet skall leda till färre anlagda bränder och mindre konsekvenser för samhället.

Forskningen som presenteras i denna rapport har bedrivits som en del i Brandforsks särskilda satsning Anlagd Brand. Till projektet och delprojekten i Brandforsks särskilda satsning inom Anlagd Brand är såväl en styrgrupp, med representanter från finansörerna, som en gemensam referensgrupp knuten.

Satsningen finansieras förutom av Brandforsk också av:

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB)

Malmö Stad

Svenska Kommun Försäkrings AB

Kommunassurans Syd

Länsförsäkringar

Trygg-Hansa

Göta Lejon

St Eriks försäkring AB

Stockholmsregionens Försäkrings AB

Förenade Småkommuners Försäkringsbolag

KommuneForsikring

Vilket tacksamt erkänns.

Vi vill även tacka:

Lars-Gunnar Klason

Petra Andersson

Robert Jansson

Johan Sjöström

för deras medverkan i olika delar av projektet.

Summary

Arson in buildings is a problem for society and it is associated with high costs. The problem is especially great for school buildings (schools and kindergartens), where around half of all fires are started deliberately. The project "Arson - a societal problem" has been running with funding from a number of players since 2008. The project consists of a number of sub-projects and the work presented in this report was conducted within the sub-project: "Technical- and risk-based methods to prevent and mitigate the consequences of arson". This sub-project picks up where the previous research projects: "Fire Statistics - What do we know about arson" and "Case Studies - What technical factors play a role in the arson in schools?" ends.

The goal and purpose of the project was to develop and evaluate technical systems and engineering solutions to prevent and mitigate the consequences of arson in school buildings. The project consisted of seven work packages (WP):

- WP1 - Design fires
- WP2 - Passive systems
- WP3 - Active systems
- WP4 - Cost-benefit analysis of technical systems
- WP5 - Implementation
- WP6 - Knowledge dissemination
- WP7 - Project management and administration

The project has been reported in the following four interim reports (in Swedish):

- Design fires for arson in school buildings
- Fireworks as a ignition source in arson fires
- Inventory of technical system to prevent and mitigate consequences of arson fires in schools and kindergartens
- Arson – An analysis of costs and benefits of technical systems

These reports are available on the project website www.anlagdbrand.se.

The main results of these interim reports and their findings have been summarized in this final report.

Sammanfattning

Anlagda bränder i byggnader är ett problem för samhället som är förknippat med stora kostnader. Problemet med anlagd brand är speciellt stort för skolbyggnader (skolor och förskolor) där runt hälften av alla bränder är anlagda. Sedan 2008 har projektet "Anlagd brand – ett samhällsproblem" pågått med finansiering från ett flertal aktörer. Projektet består av ett antal delprojekt där arbetet som redovisas i denna rapport bedrivits inom "Teknik- och riskbaserade metoder för att förhindra och begränsa anlagda bränder" som tar vid där de tidigare forskningsprojekten "Brandstatistik – Vad vet vi om anlagd brand" och "Fallstudier – Vilka tekniska faktorer spelar en roll vid anlagd brand i skolor" slutar.

Målet och syftet med projektet har varit att utveckla och utvärdera tekniska system och byggnadstekniska lösningar för att förhindra och minska konsekvenserna av anlagd brand i skolbyggnader. Projektet har bestått av sju arbetspaket (AP):

- AP1 – Dimensionerande bränder
- AP2 – Passiva tekniska lösningar
- AP3 – Aktiva tekniska lösningar
- AP4 – Kostnad-nytta analys av tekniska lösningar
- AP5 – Implementering
- AP6 – Kunskapsspridning
- AP7 – Projektledning och administration

Projektet har delrapporterats i följande fyra delrapporter:

- Dimensionerande brand: anlagda skolbränder
- Fyrverkeripjäser som antändning vid bränder
- Inventering av tekniska system avsedda att förebygga och begränsa konsekvenser av anlagd brand i skolor och förskolor
- Anlagd brand – Analys av kostnader och nyttor med tekniska system

Dessa rapporter finns tillgängliga på projektets websida www.anlagdbrand.se.

De huvudsakliga resultaten från dessa delprojekt och deras slutsatser har sammanfattats i denna övergripande slutrapport.

Innehållsförteckning

1	Inledning	12
1.1	BAKGRUND.....	12
1.2	ÖVERGRIPANDE SYFTE OCH MÅL MED PROJEKTET	12
1.3	PROJEKTETS UPPLÄGG	13
1.4	SYFTET OCH AVGRÄNSNINGAR MED FÖRELIGGANDE RAPPORT.....	14
2	Dimensionerande brand (AP1).....	15
2.1	BAKGRUND.....	15
2.2	METOD.....	16
2.3	SLUTSATSER	16
3	Tekniska system (AP2 & AP3).....	18
3.1	BAKGRUND.....	18
3.2	SYFTE OCH MÅL.....	18
3.3	METOD.....	18
3.4	AVGRÄNSNINGAR.....	19
3.5	SLUTSATSER	19
4	Kostnad-nytta (AP4)	21
4.1	BAKGRUND.....	21
4.2	METOD.....	21
4.3	AVGRÄNSNINGAR.....	22
4.4	SLUTSATSER	22
5	Implementering och kunskapsspridning (AP5 & AP6).....	24
6	Övriga relaterade insatser	25
6.1	PROJEKTERINGSRÅD.....	25
6.2	DETEKTERING AV UTVÄNDIGA BRÄNDER.....	25
6.3	EXAMENSARBETEN.....	26
6.3.1	<i>Studie av sambandet mellan räddningstjänstens förebyggande insatser och anlagda skolbränder.....</i>	<i>26</i>
6.3.2	<i>Analys av olycksutredningsmetoder tillämpade på anlagda bränder i skolor.....</i>	<i>26</i>
6.3.3	<i>Att mäta effekter av åtgärder mot anlagd brand i skola.....</i>	<i>26</i>
7	Slutsatser.....	28
8	Fortsatt arbete.....	29
9	Referenser.....	30

1 Inledning

Denna rapport utgör slutrapporten i projektet: "Teknik- och riskbaserade metoder för att förhindra och begränsa anlagda bränder". I projektet har ett antal rapporter och andra publikationer producerats och denna slutrapport sammanfattar dessa. I detta inledande kapitel beskrivs bakgrunden till arbetet, problemställningar, syfte och mål samt avgränsningar med projektet.

1.1 Bakgrund

Anlagda bränder i byggnader är ett problem för samhället som är förknippat med stora kostnader. Problemet med anlagd brand är speciellt stort för skolbyggnader (skolor och förskolor) där runt hälften av alla bränder är anlagda. Antalet anlagda bränder i skolbyggnader ökade under åren 2005-2006 till nära 300 bränder per år [1] och låg på en fortsatt hög nivå under år 2007-2009 [2]. Kostnaderna för dessa bränder är ofta höga. Göteborgs stad, t.ex., har under 2000-talet haft direkta kostnader på mellan 2 och 20 miljoner kronor årligen för anlagda skolbränder. Även för andra typer av byggnader är anlagd brand ett problem, speciellt flerbostadshus där ca 400 anlagda bränder inträffar varje år [2].

SP Brandteknik genomförde, på uppdrag av Brandforsk, en förstudie för att identifiera forskningsbehovet om anlagda bränder i Sverige [1]. Där drogs slutsatsen att problemet med anlagd brand behöver angripas tvärvetenskapligt och inkludera mänskligt beteende, detektion, alarmering, förebyggande åtgärder, brandtillväxt, byggnadsteknik, släckteknik, säkerhet m.m. Mot bakgrund av förstudien initierade Brandforsk en särskild satsning mot anlagd brand. I Brandforsks andra utlysning av projektmedel inom denna särskilda satsning beviljades föreliggande projekt.

Projektet "Teknik- och riskbaserade metoder för att förhindra och begränsa anlagda bränder" tar vid där de tidigare forskningsprojekten "Brandstatistik – Vad vet vi om anlagd brand" [2] och "Fallstudier – Vilka tekniska faktorer spelar en roll vid anlagd brand i skolor" [3] slutar (se figur 1). Projektet om brandstatistik genomfördes av SP Brandteknik under 2008-2009 och hade den huvudsakliga målsättningen att kvantifiera omfattningen av problemet anlagd brand med hjälp av statistik från Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) och försäkringsbolag (huvudsakligen Göta Lejon). I projektet om fallstudier, studerades brandutredningar från 57 anlagda bränder i skolbyggnader för att identifiera brister i det tekniska brandskyddet vid dessa bränder.

Forskning om förebyggandet och begränsning av bränder i byggnader har en lång tradition. Dock är brandskyddet i regel inriktat enbart på att skydda liv och inte egendom och speciellt är bygglagstiftningen traditionellt inriktad på att rädda liv. Få personer omkommer dock till följd av anlagda bränder i Sverige enligt statistik från Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap [4]. När det gäller anlagda bränder i skolbyggnader (skolor och förskolor) har ingen omkommit sedan 1996 då den nuvarande statistikinsamlingen startade. Det är därför naturligt att arbetet i föreliggande projektet fokuserar på egendomsskydd snarare personskydd.

1.2 Övergripande syfte och mål med projektet

Målet och syftet med projektet är att utveckla och utvärdera tekniska system och byggnadstekniska lösningar för att förhindra och minska konsekvenserna av anlagd brand i skolbyggnader. Dessutom kvantifieras olika tekniska system och byggnadstekniska lösningars bidrag till att minska uppkomsten samt skadorna från anlagda bränder.

Detta projekt utgör en viktig pusselbit i att åstadkomma en bred och tvärvetenskaplig ansats såsom avses i Brandforsks särskilda satsning kring Anlagd Brand.

1.3 Projektets upplägg

Projektet har bestått av följande sju arbetspaket (AP):

AP1 – Dimensionerande bränder

AP2 – Passiva tekniska lösningar

AP3 – Aktiva tekniska lösningar

AP4 – Kostnad-nytta analys av tekniska lösningar

AP5 – Implementering av byggnadstekniska lösningar och aktiva system

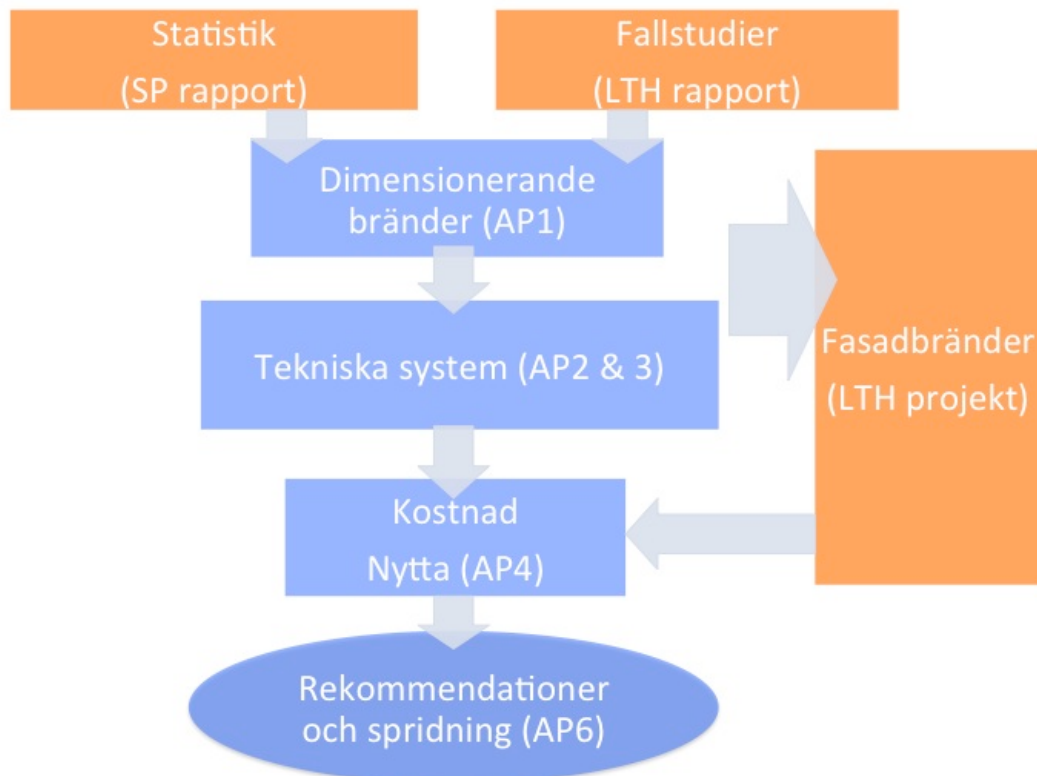
AP6 – Kunskapsspridning

AP7 – Projektledning och administration

Ur Figur 1 framgår de olika arbetspaketen hänger ihop. Inom projektet har AP1, "Dimensionerande bränder", rapporterats i två separata rapporter; "Dimensionerande brand: anlagda skolbränder" [5] och "Fyrverkeripjäser som antändning vid bränder"[6]. AP1 tog vid där de tidigare projekten om brandstatistik [2] och fallstudier [3] slutade. Målet med AP1 var att utgöra underlag till senare arbetspaket inom projektet där passiva (AP2) och aktiva (AP3) system utvärderas. Vad som utgör ett "passivt" eller "aktivt" system är inte självklart. Inom projektet har vi därför valt att huvudsakligen diskutera "tekniska system" som kan vara både aktiva eller passiva, vilket även framgår av Figur 1. En genomgång olika tekniska system har genomförts i ytterligare en delrapport, "Inventering av tekniska system avsedda att förebygga och begränsa konsekvenser av anlagd brand i skolor och förskolor" [7] som omfattar både AP2 och AP3. Inom ramen för dessa arbetspaket har även en fördjupad studie av svällande produkter genomförts [9].

Mot bakgrund av arbetet i AP1, AP2 och AP3 valdes ett antal tekniska system ut som kan användas för att begränsa eller förhindra de identifierade dimensionerande bränderna i AP4 och en studie av kostnader och nyttor med dessa system genomfördes och rapporterades i projektets sista delrapport "Anlagd brand – Analys av kostnader och nyttor med tekniska system" [10]. Som framgår av Figur 1 har ett externt projekt (finansierad med medel från Crafoordska stiftelsen) som specifikt behandlar fasadbränder och takfötter, bidragit med information till AP4. Även detta externa projekt har resulterat i en rapport: "Detektering av utvändiga bränder – Resultat från små- och storskaliga experiment" [8]. I detta externa projekt genomfördes ett antal försök med olika typer av detektionsutrustning för att kunna kvantifiera detektionstider för ett par olika system.

När det gäller implementering (AP5) och kunskapsspridning (AP6) av resultaten så har det skett löpande under projektets gång.



Figur 1: Schema över arbetspaketen i projektet (blå) och anslutande projekt (orange).

1.4 Syftet och avgränsningar med föreliggande rapport

I föreliggande rapport sammanfattas projektet: "Teknik- och riskbaserade metoder för att förhindra och begränsa anlagda bränder" för att på så sätt binda ihop resultaten från de olika arbetspaketen och publikationerna inom projektet. Det innebär att bakgrund, metod och resultat från genomförda arbetspaketen sammanfattas enbart som underlag för övergripande slutsatser och rekommendationer. Inga nya forskningsresultat presenteras i rapporten och för en mer detaljerad presentation av de olika arbetspaketen hänvisas till delrapporterna.

2 Dimensionerande brand (AP1)

Det första arbetspaketet i projektet behandlar dimensionerande bränder för anlagd brand i skolor och förskolor. Denna del är avrapporterade i SP rapport 2010:15, "Dimensionerande brand: anlagda skolbränder" [5] och SP rapport 2011:5, "Fyrverkeripjäser som antändning vid bränder" [6]. I detta kapitel sammanfattas dessa rapporter.

2.1 Bakgrund

Det första steget i projektet för att kunna utvärdera tekniska system är att karakterisera de bränder (s.k. dimensionerande bränder) som systemen är avsedda att förhindra eller begränsa. Dimensionerande bränder utgör ett viktigt verktyg vid brandteknisk dimensionering, dvs design av brandskyddssystemet i en konstruktion. En dimensionerande brand utgör de förutsättningar och antagande som gäller om brandförloppet från antändning till att branden är släckt. Den dimensionerande branden används ofta för analytisk dimensionering av brandskydd d.v.s. då beräkningar eller kvalitativa resonemang används för att verifiera en särskild brandskyddslösning.

En dimensionerande brand kan bestämmas genom en kombination av småskalig provning och provning i fullskala för det specifika fallet, eller genom analys av tidigare genomförd provning och data. Eftersom sådana provningar är kostsamma och eftersom en stor mängd provningar är nödvändiga för att kunna beskriva samtliga typer av möjliga brandscenarier måste förenklingar göras. Som stöd till analytisk dimensionering har man arbetat med uppbyggande av databaser över dimensionerande bränder under många år (se t.ex. [11]).

Två projekt har tidigare genomförts inom Brandforsks särskilda satsning mot anlagda bränder som är av speciellt intresse för detta arbetspaket (se Figur 1): "Brandstatistik – Vad vet vi om anlagd brand" och "Fallstudier – Vilka tekniska faktorer spelar en roll vid anlagd brand i skolor". I båda dessa projektet uppges skräp, brännbar vätska och soptunnor vara vanligt förekommande bränslen vid anlagd brand utomhus.

Brandskyddet i skolbyggnader är normalt inte dimensionerat för skydd mot brand utifrån utan endast skydd mot brand som uppstår oavsiktligt. Bränder som vanligen används vid dimensionering av brandskydd är "normala" rumsbränder där t.ex. den lösa inredningen brinner. Vidare har, enligt statistikstudien, en stor del av de dyra bränderna anlagts med större antändningsobjekt, t.ex. bilar och motorcyklar/mopeder, vilka placerats vid en fasad. Inomhus har de mest kostsamma bränderna anlagts med fyrverkerier, skräp och brännbar vätska och Molotov cocktails.

Utifrån statistikstudien och fallstudien valdes fyra stycken scenarier som vanligen inte fångas upp av traditionell brandteknisk projektering av skolbyggnader men som förekommer ofta. De fyra scenarierna sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1: De fyra studerade scenarierna.

Brand	Plats	Tändkälla/bränsle	Beskrivning
1	Utomhus vid fasad	Skräp/brännbar vätska	Intill fasad
2	Utomhus vid fasad	Mindre fordon	Intill fasad
3	Inomhus	Brännbar vätska och Molotov cocktail	Klasslokal/Samlingslokal med fönster
4	Inomhus	Fyrverkeri	Via fönster eller brevinkast

Tabell 1 beskriver två bränder utomhus (den första med en mindre och den andra med en större initial brand) samt två bränder inomhus med olika typer av tändkälla. Samtliga har valts specifikt för att de är vanligt förekommande vid anlagda bränder och risken finns att branden blir mycket stor.

2.2 Metod

I arbetspaketet har en litteraturstudie och experimentella försök genomförts. Litteratursökningen genomfördes huvudsakligen i databasen Compendex vilken samlar vetenskapliga artiklar i alla ingenjörsciens discipliner. För samtliga scenarier utom fyrverkerier (Scenario 4) har den data som erhållits från litteraturstudien bedömts vara tillräckligt för att definiera en dimensionerande brand.

Enbart begränsad information om fyrverkeripjäders förmåga att antända olika material hittades i litteraturstudien. Därför genomfördes ett antal experiment där temperatur mättes på ett antal punkter kring några olika fyrverkeripjäser för att på så sätt kunna uppskatta den värmepåverkan pjäsen ger på omkringliggande föremål och material för att på så sätt kunna uppskatta om dessa skulle kunna antändas.

2.3 Slutsatser

Följande dimensionerande bränder för anlagda bränder i skolbyggnader identifierades:

1. Skräp eller brännbarvätska som antänds nära fasaden. Branden kan spridas in i byggnaden genom fönster eller andra öppningar alternativt upp på vinden genom t.ex. en ventilerad takfot.
2. Mindre fordon placeras invid fasad. Den initiala branden blir något kraftigare än nr. 1 men spridningen kan ske på samma sätt.
3. Molotov cocktail bestående av t.ex. bensin kastas in i en skolbyggnad genom ett fönster.
4. Fyrverkeripjäsa avfyras in i skolbyggnad genom krossat fönster eller annan öppning.

Dessa bränder behandlas vanligen inte upp vid traditionell brandtekniskprojektering av skolbyggnader. För bränderna där "mindre fordon", "brandfarlig vätska" och "Molotov cocktail" utgjorde tändkälla bedömdes litteraturstudien vara tillräcklig för att erhålla den information som behövdes för att utvärdera möjliga passiva och aktiva brandskydds system. För att erhålla information om fyrverkerier var det nödvändigt att genomföra experiment. Resultatet av litteraturstudien och experimenten framgår av Tabell 2.

Tabell 2: Resultat av litteraturstudie och genomförda experiment

Brand	Beskrivning	Maxeffekt (kW)	Övrigt
1	Utvändig brand	100-500	Skräp runt byggnaden som antänds
2	Mindre fordon	1000-1300	Motorcykel med plastskrov
3	Brandfarlig vätska Molotov cocktail	50-800 300-1300	Bensin på brännbart golv material Bensin
4	Fyrverkeri	20-100	Baserat på experiment

För "utvändiga bränder" finns det tillgänglig information om effektutveckling för enskilda fritt brinnande startföremål samt information om brandspridning på olika fasader. Det finns även information kring HRR, strålning och brandtillväxt av mindre fordon brinnande mot pelare, mellan pelare och mot vägg. Den största delen av värmen, cirka två tredjedelar, kommer från motorcykelns plastskrov. För motorcyklar med metall skrov är strålningen och HRR dock betydligt lägre och utgör därför en väldigt liten fara mot omgivningen.

Experimenten har fokuserat på fyrverkeripjäsens drivningsdel. Hur nära brännbara material är fyrverkeripjäsens drivningsdel kommer att styra om det finns risk för antändning. Det är även svårt att avgöra vilka material som antänds då detta beror på en rad omständigheter som t.ex. materialets fukthalt, lokaliserat värme flöde och ytbehandling. Experimenten visade dock att material som typiskt förekommer i skolor kan antändas av en fyrverkeripjäs.

.

3 Tekniska system (AP2 & AP3)

I det andra och tredje arbetspaketet i projektet behandlas passiva och aktiva brandskyddssystem som kan används för att begränsa och förhindra anlagd bränder i skolor. Dessa båda arbetspaket är avrapporterade i LTH rapport 7033, "Inventering av tekniska system avsedda att förebygga och begränsa konsekvenser av anlagd brand i skolor och förskolor" [7]. Inom ramen för dessa arbetspaket har även en studie av svällande produkter genomförts och denna är avrapporterad i en konferensartikel "Behaviour of an Intumescent System Subjected to Different Heating Conditions" [9]. I detta kapitel sammanfattas dessa studier.

3.1 Bakgrund

Svenska brandskyddsföreningen (SBF) genomförde en enkät bland skolor och förskolor under 2010 [12]. I enkäten undersöktes om det förekommit några anlagda bränder samt vad som gjorts för att förebygga att det händer. Knappt 24 % av skolorna och förskolorna besvarade enkäten. Följande angavs som förebyggande åtgärder som vidtagits.

- belysning vid utsatta ställen
- värmekamera (även kallat termosensorer)
- fasadkamera och högtalare + skylt som varnar för kameraövervakning
- pappershanddukar har ersatts med elektrisk handtork
- buskar klipps ner intill husfasaden
- porttelefon så okända inte kommer in
- larm + kabel på utsidan av träfasad
- brandlarm
- lås

Skolorna och förskolorna angav även att de hade behov av tekniska åtgärder i form av belysning och kameraövervakning (endast ett fåtal angav det sist nämnda).

Underlaget från SBF:s enkät är dock inte tillräckligt detaljerat avseende information om de olika systemen för föreliggande projekt. Det har därför ansetts nödvändigt att genomföra en mer detaljerad inventering och beskrivning av förekommande system som kan användas för att förhindra och begränsa anlagda bränder.

3.2 Syfte och mål

Syftet med inventeringen var att inventera och beskriva tekniska system för att förhindra och begränsa anlagda bränder som förekommer eller kan vara aktuella att installera i svenska skolbyggnader. Målet med arbetet är att beskriva de identifierade systemen som ett underlag för de vidare analyserna (t.ex. i kostnad-nytta analysen) i projektet.

Under projektets gång beviljades ytterligare medel till LTH från Crafoordska Stiftelsen för att undersöka fasadbränder och detektion specifikt. Som ett led i detta undersöktes även olika svällande produkter som skydd för ventilerade takfötter. Resultaten från försöksserien finns sammanfattade i rapporten: "Detektering av utvändiga bränder – Resultat från små- och storskaliga experiment" [8]. Flera frågor angående hur svällande produkter fungerar då de värms upp långsamt väcktes och därför genomfördes även ett antal småskaliga ugnsförsök med svällande produkter avsedda att skydda takfötter. Resultaten från ugnsförsöken har sammanfattats i en konferensartikel "Behaviour of an Intumescent System Subjected to Different Heating Conditions" [9].

3.3 Metod

Inventeringen av tekniska system påbörjades genom semi-strukturerade intervjuer med representanter från 13 svenska kommuner. Som stöd vid intervjuerna användes ett antal

frågor. Som en uppföljning till intervjuerna studerades även ett antal brandskyddsdokumentationer från tre av de intervjuade kommunerna. Utifrån den genomförda inventeringen har man tagit fram relevant teknisk information om samtliga identifierade systemen genom t.ex. litteratursökning, forskningsrapporter, tekniska datablad.

3.4 Avgränsningar

Antalet intervjuade kommuner är relativt litet (< 5 % av Sveriges kommuner) och antalet studerade brandskyddsdokumentationer är få vilket innebär att vissa system som används av andra kommuner kan ha missats. Arbetet visar dock en metod som enkelt skulle kunna användas för att analysera ytterligare system om så skulle behövas.

3.5 Slutsatser

Genom intervjuerna identifierades ett tiotal tekniska system och de identifierade systemen beskrivs detaljerat i rapporten [7]. De åtgärder som nämns oftast i intervjuerna är olika typer av detektionssystem samt ökad belysning på skolgårdar. Den vanligaste detektortypen är detektorer inomhus kopplade till ett automatiskt brandlarm. Vid nyprojektering övervägdes, och användes i vissa fall, obrännbara fasader. Ett antal kommuner använde sig av videoövervakning, något som minskat antalet incidenter kraftigt. Ingen av de intervjuade kommunerna har nämnt att de använder något aktivt system (t.ex. släcksystem eller brandgasventilation) i någon av sina skolbyggnader.

Det är en stor variation i vilka system som används ute i kommunerna samt summan pengar som satsas på tekniska system. Många gånger används flera olika system och i vissa fall varierar det mellan enskilda skolor i en kommun vilka system som användes. Samtliga kommuner som intervjuades genomförde även andra åtgärder än tekniska för att förebygga anlagda bränder, t.ex. informationsinsatser och medvetet arbete med miljön runt skolorna, sk situationella åtgärder.

I rapporten kopplas AP1 och AP2/AP3 ihop (se Tabell 3). I AP1 identifierades fyra stycken typiska anlagda bränder i skolor och dessa paras ihop de tekniska system som bedöms kunna begränsa eller förhindra dessa bränder.

Tabell 3: Indelning av system, "X" innebär att systemet bedöms kunna påverka utgången av en brand

System	Dimensionerande brand			
	1	2	3	4
Detektering inomhus			X	X
Detektering på vind	X	X		
Värmedetekterande kablar	X	X		
Konventionella kameror	X	X	X	X
Termosensorer	X	X	X	X
Inbrottslarm			X	X
Kombilarm			X	X
Säkra glas	X	X	X	X
Obrännbar fasad	X	X		
Belysning	X	X	X	X
Skydd av takfötter	X	X		
Brandnät	X	X		
Sprinklersystem			X	X
Vattendimma			X	X
Brandgasventilation	X	X	X	X

Indelningen i tabellen är grov t ex kan detektering inomhus mycket väl påverka utgången av brand 1 och 2 men eftersom brandspridning kan ske till vinden utan att brandgaser sprids in i byggnaden så har ingen markering gjorts för det fallet.

Takfötter kan brandskyddas genom att t.ex. göra de täta med brandskyddande beklädnader eller sätta svällande produkter i ventilationsöppningarna. I en mer ingående studie av svällande produkter [9] har det visats att det testade systemet fungerar lika bra i de fall det värmts upp långsamt och då det varit fuktigt som i klassificeringstestet. Hur mycket expanderad grafit, som är det aktiva materialet i det testade systemet, sväller upp påverkas av hur kraftigt det värms upp. Materialet expanderade dock tillräckligt mycket även vid en långsammare uppvärmning för att ge ett godtagbart skydd. Experimenten är utförda i liten skala och har vissa begränsningar, det går därför inte att generalisera resultaten till andra system eller uppställningar än de som fanns med i studien. Denna typ av studie bedöms vara viktigt i framtiden för ge information till funktionsbaserad brandteknisk dimensionering, eftersom en viktig del av denna typ av dimensionering är att analysera brandskydd i byggnader för realistiska bränder.

4 Kostnad-nytta (AP4)

I det fjärde arbetspaketet i projektet görs en studie av kostnader och nytta med olika tekniska lösningar som kan används för att begränsa och förhindra anlagd bränder i skolor. Detta arbetspaket är avrapporterat i LTH rapport, "Anlagd brand - Analys av kostnader och nyttor med tekniska system" [10] I detta kapitel sammanfattas denna rapport.

4.1 Bakgrund

När tekniska lösningar för att förhindra och begränsa bränder ska väljas måste hänsyn tas till kostnaden för systemet samt den nytta man har i form av minskad kostnad genom att begränsa branden. Med hjälp av en analys av kostnader och nyttor av de tekniska systemen blir det enklare för kommuner och andra att fatta beslut om brandskyddsåtgärder.

I kostnads-nytta analyser genomförs en summering av alla fördelar (nytta) och alla kostnader för samhället med en viss åtgärd i två olika vågskålar[13].

En åtgärds nytta kan mätas med individers betalningsvillighet för de fördelar som uppstår och kostnader definieras som värdet som förloras vid bästa alternativ användning av resurserna. Om nyttan är större än kostnaden är slutsatsen att åtgärden är lönsam. Nyttan kan bero på olika effekter som t.ex. minskade person-, egendoms- och miljöskador [14]. Detta kan också uttryckas som en kvot, kostnad-nytta kvot, genom att dela nyttan med kostnaden. Om denna kvot är större än 1 är alternativet lönsamt. I projektet har enbart nyttan av minskade egendomsskador studerats

I AP4 görs en sådan analys med utgångspunkt från de tekniska lösningar och förutsättningar som beskrivit inom AP2 och AP3.

4.2 Metod

Analysen baseras på en fallstudie av två referensbyggnader och uppskattningen av kostnader och nyttor för följande tekniska system genomförs för dessa referensbyggnader:

- Detektionssystem
 - Maximal värmekabel
 - Differential värmekabel
 - Detektering på vind med rökdetektor
 - Termosensor
 - Detektionssystem inomhus
- Sprinklersystem
- Skydd av takfot
 - Täta takfötter utan ventilerings
 - Täta takfötter med alternativ ventilerings av vinden
 - Täta takfötter med takfotsventil

Två stycken referensfall, s.k. 0-alternativ används i analysen. Dessa referensfall är alternativet då ingen åtgärd genomförs. Referensfall 1 är en typisk förskola eller mindre skola i Sverige som består av en-vånings konstruktion med en oisolerad vind under ett sadeltak. Referensfall 2 är en större skola som också består av en-vånings konstruktion med en oisolerad vind under ett sadeltak. Referensfallen har valts eftersom de mot bakgrund av tidigare studier [3, 10] ses som riskkonstruktioner.

Nytta uppskattas genom att värdera den förväntade besparingen som en installation av respektive tekniskt system innebär. Någon uppskattning av nytta till följd av räddade liv eller färre skadade genomfördes inte eftersom det tidigare konstaterades i projektet att anlagda bränder i skolor och förskolor främst är ett egendomsproblem. I uppskattningen av kostnaden för systemen ingår både kostnaden för installation och drift av de aktuella systemen.

Nytan och kostnaden för en åtgärd som uppkommer vid olika tidpunkter måste beaktas eftersom de inte är direkt jämförbara. I analysen tas hänsyn till nytta och kostnader för de tekniska systemen under hela dess uppskattade livstid.

4.3 Avgränsningar

Den förväntade brandfrekvensen har en stor betydelse för storleken på kostnad-nytta kvoten för en teknisk lösning. Uppskattning för de tekniska lösningarna har genomförts för de tre storstäderna och som ett genomsnitt för hela Sverige för två referensfall.

De metoder som har använts i denna analys har fördelen att de har resulterat i en kvantitativ uppskattning av kostnad och nytta för varje system vilket gör att en relativ jämförelse kan göras mellan systemen. I analysen har det dock varit nödvändigt att göra flera antagande, uppskattningar och förenklingar. Någon redovisning av dessa förenklingar och antagande görs ej i denna rapport, istället hänvisas till delrapporten för AP4 [10]

4.4 Slutsatser

Den genomförda analysen visar att tekniska system för att förebygga och begränsa kostnader av anlagda bränder i skolbyggnader är lönsamma i högriskområden.

I analysen av de olika systemen har det bedömts nödvändigt att använda något olika tillvägagångssätt för att uppskatta nyttan. Detta innebär att det inte är möjligt att jämföra de olika grupperna av system (d.v.s. detektionssystem, sprinklersystem och skydd av takfot) med varandra. Inom grupperna har dock liknade antagande och förenklingar använts vilket innebär att en rangordning av systemen inom grupperna har varit möjlig.

För detektionssystemen har de båda värmekablarna de högsta kvoterna. Det går dock inte att avgöra vilken som är bäst eftersom de har tämligen lika kvoter för referensfallen och en liten förändring av detektionstiden innebär en stor förändring av kostnad-nytta kvoten för maximal värmekabeln. För värmekablarna är nyttan relativt begränsad till att detektera brand utanför byggnaden medan det för rökdetektorer på vinden och termosensorer finns ytterligare aspekter av nytta. Rökdetektorerna kan även detektera brand som startar på vinden och termosensorerna kan även utgöra en åtgärd för att minska skadegörelse och öka tryggheten på skolan. Dessa ytterligare aspekter av nytta har inte beaktats i den genomförda analysen men måste givetvis tas med i en helhetsbedömning. Kostnaden för rökdetektorer på vinden kan vara lägre om installation sker i samband med installation av rökdetektorer i andra delar av byggnaden.

När det gäller sprinklersystemet visar analysen att det är mindre lönsamt för den mindre skolbyggnaden även om installationskostnaden är något lägre. Orsaken är att den maximala skadekostnaden är högre för den större byggnaden och detta har stor betydelse för kvoten.

I analysen är skillnaden mellan de två lösningarna för skydd av takfoten enbart på kostnadssidan. Kostnaden för installation av takfotsventilerna är högre än tätning och inklädnad av takfoten i obrännbart material och därför har lösningen med takfotsventiler en lägre kvot. Problemet med tätning av takfoten är att ventilationen av vindsutrymmet

måste ordnas på annat sätt än via takfoten vilket kan medföra kostnader som inte tagits hänsyn till i kalkylen då dessa är svår överblickbara.

Det är viktigt att poängtera att analysen är förknippad med flera osäkra antagande och gäller för en generell byggnad. Bland annat har inte hänsyn tagits de immateriella kostnader som en brandskadad skola kan innebära. Resultaten kan alltså inte direkt överföras till en verklig byggnad, utan bör snarare ses som en vägledning och en redovisning av den använda metodiken.

5 Implementering och kunskapsspridning (AP5 & AP6)

I detta kapitel görs en kort beskrivning av hur resultaten från projektet har spridits och implementerats under projektets gång.

Implementering och kunskapsspridning har genomförts löpande under projektet. Eftersom det under projektet framkommit att ventilerade och brännbara takfötter i enplansbyggnader är en riskkonstruktion i vid anlagda bränder har projektet gett synpunkter till Boverket om skärpning av byggreglerna i samband med revidering av byggreglerna 2010-2011. Resultaten från projektet kommer även att ges ut i form av en handbok finansierad av SBUF. Handboken, som görs i samarbete med Sveriges Byggindustrier, kommer att utföras som projekteringsråd för arkitekter och entreprenörer (se kapitel 6 för mer information).

Framstegen och status på projektet har presenterats på två av de öppna seminarier (2010 och 2011) som hållits inom Brandforsks särskilda satsning på anlagd brand. Resultat från det pågående projektet har presenterats på ett antal nationella och flera internationella konferenser, se Tabell 4.

Tabell 4: Presentationer av projektet på konferenser.

Konferens	Plats	Presentation
Trygge Kommune 2010	Köpenhamn	Presentation av projektet och fallstudien.
Interflam 2010	Nottingham	Presentation av fallstudie och dimensionerande bränder [15]
Brandskydd 2010	Stockholm	Presentation av fallstudie och dimensionerande bränder
Fire and Materials 2011	San Fransisco	Presentation av dimensionerande bränder och fyrverkerier[16].
SFPE konferens 2012	Hong Kong	Presentation av kostnad-nytta analys av detektionssystem[17].
Skolan brinner 2012	Stockholm	Presentation av kostnad-nytta analys av detektionssystem.
Fire and Materials 2013	San Fransisco	Presentation undersökning av hur bra svällande system fungerar vid långsam uppvärmning [9].

6 Övriga relaterade insatser

I anslutning till projektet "Teknik- och riskbaserade metoder för att förhindra och begränsa anlagda bränder" har ett antal andra insatser genomförts som anses vara av sådan vikt att de även bör nämnas i denna slutrapport.

6.1 Projekteringsråd

Inom ramen för projektet finansierat av Brandforsk har flera forskningsrapporter sammanställts och kunskapsläget har förbättrats när det gäller förebyggande tekniska brandskydd i skolor. Projektet innehåller dock inga medel för att sprida kunskapen på ett enkelt och tillämpat sätt till byggprojektörer, arkitekter och kommunala fastighetsbolag. Då området är av stort intresse för dessa aktörer har LTH och Sveriges Byggindustrier beviljats medel för att sammanställa och sprida resultatet från projektet för att på ett lättillgängligt sätt ge råd för projektering.

Syftet med rådet är att visa på goda lösningar för att förbättra det totala brandskyddet och begränsa eller helt undvika många av de stora skadeverkningar som förekommit de senaste åren i skolbyggnader. Målet är att sammanställa och sprida kunskap om förebyggande tekniskt brandskydd som kan tillämpas vid såväl ny- som ombyggnad av skolor och även andra byggnader av liknade slag.

I projektet kommer befintlig kunskap att sammanställas till projekterings råd i form av en handbok utgiven av Sveriges Byggindustrier. För att göra innehållet konkret och direkt tillämpligt kommer dock det vara nödvändigt att genomföra ett antal fältstudier genom besök på skolor där olika lösningar används.

Projekteringsrådet kommer att bestå av följande områden:

- Bakgrund och problembild.
- Övergripande beskrivning av tillgängliga brandtekniska lösningar i skolor.
- Exempel från utförda byggprojekt
- Råd med bilder på hur brandskydd vid ombyggnation
- Råd med bilder på hur brandskydd vid nybyggnation
- Brandskydd i driftskedet

När projekteringsrådet kommer att färdigställas under 2013 och finnas tillgängligt via Sveriges Byggindustrier [18].

6.2 Detektering av utvändiga bränder

I ett angränsande projekt [8] (se Figur 1) har ett antal brandexperiment genomförts som är inriktade på att undersöka hur brandgaser sprids genom en ventilationsöppning till en vind och hur detektering av brand på fasaden och vinden fungerar i en verklig utomhus miljö. Experimenten är uppdelade på försök i liten och verklig skala. Försöken i liten skala har genomförts inomhus i ett brandlaboratorium som är en mer kontrollerad miljö för att hitta samband. Försöken i verklig skala har genomförts utomhus med syftet kunna styrka dessa samband i en miljö mer lik verkligheten. Experimenten har finansierats av Crafoordska stiftelsen och ligger utanför Brandforskprojektet. Resultaten från försöken har dock vara tillgängliga för Brandforskprojektet och har använts som underlag till kostnadsnytta studien (AP4).

I försöken i verklig skala undersöktes fyra stycken typer av detektionssystem. Två typer av värmekablar och två typer av rökdetektorer placerade på vinden. Rökdetektorerna detekterade brand i samtliga fall utom då branden var väldigt liten. Rökdetektorerna detekterade snabbare vid högre effektutvecklingar och då brännbarfasad användes. De

testade detektionskablar påverkades av vindförhållande. Vid helt vindstilla skedde detektering för en värmekabel snabbare än för rökdetektorerna men då blåste det dock lite (0-2 m/s) uteblev detektionen. Den andra typen av värmekabel detekterade i fler försök än den första men med en längre tid till detektion.

Försöken i verklig skala visar att vinden har en stark påverkan på resultaten. Detta är något som kan vara lämpligt att beakta vid val av detektionssystem.

6.3 Examensarbeten

Tre stycken examensarbeten har utförts i anslutning till projektet.

6.3.1 Studie av sambandet mellan räddningstjänstens förebyggande insatser och anlagda skolbränder

Malin Pettersson och Johan Szymanski belyste i sitt examensarbete [19] de problem som landets räddningstjänster upplever i sitt förebyggande arbete mot anlagda skolbränder. Författarna utgick ifrån följande frågeställningar:

- Finns det ett samband mellan antalet anlagda skolbränder och räddningstjänstens förebyggande insatser?
- Finns det, inom ramen för räddningstjänstens förebyggande insatser, behov av stöd och vägledning från myndigheter och organisationer?

En enkätundersökning bland 35 svenska räddningstjänster, varav fem stycken följdes upp med en djupare intervju genomfördes i arbetet. Resultatet visade att det fanns en upplevd brist på generella metoder och tvärsektoriellt samarbete i kommunerna när det gäller att förebygga anlagda bränder i skolor, samt att ett mörkertal kring antalet anlagda skolbränder förekommer. Ett återkommande tema bland svaren i enkätundersökningen var svårigheten att bedöma de förebyggande insatsernas effekt. Malin och Johan föreslår därför att metoder för att mäta effekten av de förebyggande insatserna skall utvecklas för att ge räddningstjänsterna konkreta åtgärder.

Författarna sammanställde även statistik för anlagda skolbränder och ett antal befolkningsparametrar. Det framgick att det finns ett samband mellan räddningstjänsternas förebyggande insatser och antalet anlagda skolbränder

6.3.2 Analys av olycksutredningsmetoder tillämpade på anlagda bränder i skolor

Simon Espenrud och Joel Johansson gjorde en analys av olika olycksutredningsmetoder tillämpade på anlagda bränder i skolor i sitt examensarbete [20]. Det finns flera olika typer av olycksutredningsmetoder och de används sällan inom brandområdet. I examensarbetet undersöktes därför metodernas möjlighet att utreda brandförlopp och vilka resultat de kan genererar. Fem metoder undersöktes och samtliga tillämpades på tre stycken anlagd bränder på skolor. Resultaten av examensarbetet visade att de studerade olycksutredningsmetoderna går att tillämpa för att utreda brandförlopp. Metoden kommer dock påverka hur bra beskrivningen brandförloppet och analysen blir. Olycksutredningsmetoderna har även olika fokus, vilket medför att de ger olika svar på vad som efterfrågas. Simon och Joel föreslår att olycksutredningsmetoderna kan ses som ett hjälpmedel för att skapa bättre struktur i de ibland röriga utredningsrapporterna som görs idag.

6.3.3 Att mäta effekter av åtgärder mot anlagd brand i skola

Johan Lindbom och Lotta Gustavsson gjorde i sitt examensarbete [21] en djupare studie av samband mellan effekt och åtgärder mot anlagd brand som skulle kunna användas som underlag för kostnads-nyttoanalyser av räddningstjänstens informations- och utbildningsåtgärder. Sambanden studerades med hjälp av en multipel linjär regressionsanalys. Den framtagna regressionsmodellen ger en indikation på hur många bränder en

kommun förväntas ha med hänsyn till dess lokala förhållanden. Genom att jämföra detta värde med det verkliga antalet bränder kan kommunen uppskatta om åtgärden gett någon effekt eller inte. Regressionsmodellen har flera begränsningar och dessa tas upp och diskuteras i rapporten.

De parametrar som påverkade antalet anlagd bränder i en kommun varierade något mellan storstäderna och övriga kommuner. Viktiga parametrar visade sig vara: antal invånare, antal barn, antal pojkar mellan 15-19 år, andel ensamstående invånare, andel invånare med ekonomiskt bistånd, andel invånare med utländsk bakgrund, andel rån, andel våld och antal invånare med eftergymnasial utbildning.

7 Slutsatser

Målet och syftet med projektet har varit att utveckla och utvärdera tekniska system och byggnadstekniska lösningar för att förhindra och minska konsekvenserna av anlagd brand i skolbyggnader. Som ett led i detta har man studerat lämpliga dimensionerande bränder, olika tekniska brandskyddssystem samt genomfört en kostnad-nytta analys av viktiga system tagit fram projekteringsråd.

Arbetet med dimensionerande bränder identifierade att dessa bränder bör ändras för särskilt utsatta byggnader för att motsvara den riskbilden som är vanlig då anlagda bränder kan förekomma. Fyra typiska scenarier identifierades som utgångspunkt för undersökning av olika tekniska system senare i projektet:

- Skräp och brännbar vätska utomhus (100-500 kW)
- Mindre fordon utomhus (1000-1300 kW)
- Brännbar vätska (50-800 kW) eller "Molotov cocktail" (300-1300 kW) inomhus
- Fyrverkerier inomhus (20-100 kW)

Dessa bränder, och speciellt utvändiga bränder, bedöms inte omfattas av traditionell preskriptiv brandskyddsprojektering. För att uppnå ett högre brandskydd med avseende på egendomsskador bör dessa scenarier beaktas vid projektering eller ombyggnad skolbyggnader.

Vidare har en kartläggning av olika tekniska system som används i svenska skolor och förskolor genomförts. Flera av dessa system studerades i kostnad-nytta analys på två fiktiva byggnader. Systemen som undersöktes med kostnad-nytta analysen var:

- Detektionssystem
 - Maximal värmekabel
 - Differential värmekabel
 - Detektering på vind med rökdetektor
 - Termosensor
 - Detektionssystem inomhus
- Sprinklersystem
- Skydd av takfot
 - Täta takfötter utan ventiler
 - Täta takfötter med alternativ ventiler
 - Täta takfötter med takfotsventil

Den genomförda analysen visade att tekniska system för att förebygga och begränsa kostnader av anlagda bränder i skolbyggnader är lönsamma i högriskområden. Då systemen är kostsamma och alla svenska skolor inte är utsatta för anlagda bränder är det inte möjligt att ge en generell rekommendation om introduktion av något särskilt system i alla svenska skolbyggnader. I särskilt utsatta områden är det dock ofta motiverat och det rekommenderas då att specifika analyser genomförs och då kan metoden i den genomförda kostnad-nytta analysen fungera som ett underlag.

8 Fortsatt arbete

Arbetet med fokus på specifika byggnadstyper och specifika riskscenarier har varit värdefullt då det ger möjlighet till mer detaljerade slutsatser än när man traditionellt tittar på "konstruktioner" som en homogen risk grupp. Det finns flera slutsatser och resultat som lämpar sig som input till framtida byggregler.

Skolbyggnader har en viktig funktion i samhället och har en stor betydelse för elever, lärare och föräldrar. I det genomförda arbetet har ingen hänsyn tagits de immateriella kostnader som en brandskadad skola innebär. Detta är något som förmodligen är svårt att kvantifiera men som utgör en viktig del i den totala kostnadsbilden av en nedbrunnen skola och är således ett område som bör undersökas i framtiden.

Användning av kostnad-nytta tekniken för att undersöka värdet hos olika tekniska system bör tillämpas på flera system än vad som varit möjligt inom ramen för detta projekt. Metodiken lämpar sig bäst för jämförelse mellan liknande system, t.ex. olika detektionssystem, hellre än jämförelse mellan helt olika system, t.ex. detektionssystem och sprinkler. Metodiken lämpar sig också bäst i rangordning av system hellre än genom att ge ett absolut tal för ett visst system. Det är inte möjligt att ange att ett visst system alltid är kostnadseffektivt eller tvärtom utan systemet måste prövas ihop med det specifika objektet den är avsedd att skydda. Att göra en specifik kostnad-nytta analys på en skola med mer specifik indata hade därför varit relevant och intressant att genomföra.

En omfattande fallstudie av anlagda skolbränder genomfördes i inledningen av arbetet. Kontinuerliga fallstudier inträffade bränder bör genomföras för att på sikt upprätta en databas av fallstudier som kan användas för studier liknande den i detta projekt. En sådan databas skulle även kunna användas för att studera mer detaljerade trender när det gäller bränder än vad som idag är möjligt med statistiken som hämtas från insatsrapporten. Hur implementeringen av olika tekniska system påverkar brandförlopp och skadan efter anlagda bränder i skolor skulle också kunna studeras med en sådan databas. Det senare är en speciellt viktig uppgift eftersom de tekniska lösningarna inte funnits så länge och det är därför viktigt med en uppföljning för att se hur de fungerat i verkliga bränder.

9 Referenser

1. Simonson McNamee, M., *Anlagd brand – ett stort samhällsproblem*, rapport 2007:21, SP Brandteknik, Borås, 2007.
2. Blomqvist, P. & Johansson, H., *Brandstatistik – Vad vet vi om anlagd brand*, rapport 2008:48, SP Brandteknik, Borås, 2009.
3. van Hees, P. & Johansson, N., *Fallstudier – Vilka tekniska faktorer spelar en roll vid anlagd brand i skolor?*, rapport 3148, avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2009.
4. Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, *IDA - Informationssystem för statistik och analys*, 2012.
5. Klason, L.-G., Johansson, N., & Andersson, P., *Dimensionerande brand: anlagda skolbränder*, rapport 2010:15, SP Brandteknik, Borås, 2010.
6. Klason, L.-G. & Johansson, N., *Fyrverkeripjäser som antändning vid bränder*, rapport 2011:05, SP Brandteknik, Borås, 2011.
7. Johansson, N. & Klason, L.-G., *Inventering av tekniska system avsedda att förebygga och begränsa konsekvenser av anlagd brand i skolor och förskolor*, rapport 7033, avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2011.
8. Johansson, N. & van Hees, P., *Detektering av utvändiga bränder - Resultat från små- och storskaliga experiment*, avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2012.
9. Johansson, N., van Hess, P., Jansson, R. & Sjöström, J., *Behaviour of an Intumescent System Subjected to Different Heating Conditions*, Fire and Materials Conference 2013, San Fransisco, USA, 2013
10. Johansson, N., Strömgren, M. & van Hees, P. *Anlagd brand – Analys av kostnader och nyttor med tekniska system*, rapport 3171, avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2013.
11. Axelsson, J., Hertzberg, T., & Sundström, B., *Database for Design Fires – Brandforsk projekt 327-021*, SP rapport 2005:02, SP Brandteknik, Borås, 2005.
12. *Nyhetsbrev 29 mot anlagd brand*, Svenska Brandförsvarsföreningen, http://www.brandskyddsforeningen.se/pa-arbetet/valj-omrade-har/anlagd-brand/natverk_och_nyhetsbrev_1_1/nyhetsbrev_2011 [hämtad: 2013-02-22]
13. Mattson, B., *Kostnads-nyttoanalys, värdegrunder, användbarhet, användning*, Räddningsverket, Karlstad, 2004.
14. Jaldell, H., *Kostnadsnyttoanalyser och evidens av brandskydd i bostäder - brandvarnare och handbrandsläckare*, Karlstads Universitet, Karlstad, 2011.
15. van Hees P., & Johansson, N., *Use Of Case Studies To Determine Technical Deficiencies With Respect To Fire Spread In School Buildings*, 12th International Interflam Conference 2010, Interscience Communications: Nottingham, England. p. 1811-1816, 2010.
16. Klason, L.-G., Andersson, P., Johansson N. & van Hees, P., *Design Fires for Fire Protection Engineering of Swedish School Buildings*, Fire and Materials Conference 2011, San Fransisco, USA, 2011.
17. Johansson, N., van Hees, P., Simonson McNamee, M. & Strömgren, M., *A Cost-Benefit Analysis of Fire Protection Systems Designed to Protect Against Exterior Arson Fires in Schools*, 9th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Hong Kong, 2012.
18. Sveriges Byggindustrier, www.bygg.org, [hämtad: 2013-02-22].
19. Petterson, M., & Szymanski, J., *Studie av sambandet mellan räddningstjänstens förebyggande insatser och anlagda skolbränder - analys av behovet av stöd och*

- vägledning*, rapport 5283, avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2008.
20. Espenrud, S. & Johansson, J., *Analys av olycksutredningsmetoder tillämpade på anlagda bränder i skolor*, rapport 5319, avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2009.
 21. Gustavsson, L., & Lindbom, J., *Att mäta effekter av åtgärder mot anlagd brand i skola*, rapport 5338, avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2010.