



Myndigheten för  
samhällsskydd  
och beredskap

# Storskadeproblematik – Brand i byggnad





# Storskadeproblematik – Brand i byggnad

Storskadeproblematik – Brand i byggnad

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

Göran Holmstedt & Nils Johansson  
*Department of Fire Safety Engineering*  
*Lund University, Sweden*  
Brandteknik, Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet

Stefan Särdaqvist  
*Swedish Civil Contingencies Agency*  
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Lotta Vylund, Haukur Ingason & Johan Lindström  
*SP Technical Research Institute of Sweden*  
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut  
Borås

Krister Palmkvist  
*Southern Ålvsborg Rescue Association*  
Södra Ålvsborgs Räddningstjänstförbund  
Borås

Bo Nystrand  
Brandingenjör, Booster Media

Foto framsida: Patrick Persson  
Produktion: Advant Produktionsbyrå  
Tryck: DanagårdLiTHO

Kontakt: Bo Andersson, 010-240 52 62

Publikationsnummer: MSB827 - augusti 2015  
ISBN: 978-91-7383-550-3

# Innehåll

<b>1. Inledning .....</b>	<b>11</b>
1.1 Begränsningar .....	13
<b>2. Tidigare forskning och utveckling .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Beskrivning av den systematiska analysmetoden .....</b>	<b>19</b>
3.1 Val av objekt.....	20
3.2 Tillämpning av analysmetoden på objekten.....	21
<b>4. Resultat och diskussion kring alternativa metoder .....</b>	<b>23</b>
4.1 Flerbostadshus .....	24
4.2 Industri .....	29
4.3 Sammanbyggda lägre hus.....	31
4.4 Övriga.....	33
4.5 Lärdomar .....	35
<b>5. Slutsatser .....</b>	<b>39</b>
5.1 Agera istället för att reagera .....	39
5.2 Val av alternativ metod .....	39
5.3 Kombination av olika metoder.....	42
5.4 Förebyggande.....	42
<b>6. Referenser.....</b>	<b>45</b>
<b>BILAGA 1 – Umeå Ålidshem 24-25/12 2008 .....</b>	<b>49</b>
<b>BILAGA 2 – Potatisåkern, Malmö 27/11 2007.....</b>	<b>57</b>
<b>BILAGA 3 – Vindsbrand, Vindelgatan, Borås 16/4 2010 .....</b>	<b>65</b>
<b>BILAGA 4 – Västerås 30/9 1991 .....</b>	<b>73</b>
<b>BILAGA 5 – Trandaredsgatan, 18-19/08 2008.....</b>	<b>79</b>
<b>BILAGA 6 – Södra Sandby Killebäcksskolan 5-6/1 2009 .....</b>	<b>87</b>
<b>BILAGA 7 – Partille, Hålegårdsvägen 4/2 2013 .....</b>	<b>93</b>
<b>BILAGA 8 – Linköping bibliotek 20-21/9 1996 .....</b>	<b>101</b>
<b>BILAGA 9 – Steglinge gård, Höganäs, 5/8 2012 .....</b>	<b>109</b>
<b>BILAGA 10 – Övertryck i angränsande utrymmen.....</b>	<b>117</b>
<b>BILAGA 11 – Sammanställning av skärsläckarens egenskaper .....</b>	<b>125</b>



## Förord

Projektet har genomförts på uppdrag av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). Dokumentationen och information från studerade bränder har hämtats från ett flertal publikationer och samtal. Utan den detaljerade informationen hade detta projekt inte kunnat fullföljas. Speciellt har informationen i ett tidigare projekt finansierat av BRANDFORSK [1] varit till stor nytta. Ett stort tack till Bo Andersson på MSB som har varit projektansvarig för MSB och har deltagit i projektmöten där inriktning och analyser av inträffade insatser har diskuterats.

### Sökord

Stora bränder, analys, släcktaktik, släckmedel, trycksättning, vattendimma, termografi.

## Abstract

Nine fires that occurred between 1991 and 2013 were used as case studies in this project. In several of these fires, the volumes and areas of the indoor fires were too large and difficult to access for internal firefighting measures, due to, for example, the risk of injury of rescue personnel. The most evident finding of the study was the difficulty of the rescue services in making an operational risk assessment that includes the most appropriate action upon arrival at the scene and, thus, an assessment of the most likely outcome in terms of damage. In light of the above, alternative extinguishing methods were assessed in order to investigate how they would have affected the fire developments. The methods considered in most cases were water mist, pressurization of the adjacent spaces, and IR cameras. The aim was to reduce the fire size and cool the combustion gases in order to create a safe indoor environment for internal firefighting operations.

### Keywords

Major fires, analysis, firefighting tactics, extinguishing media, water mist, pressurizing, thermal imaging.

## Sammanfattning

Svensk räddningstjänst är i stort behov av utveckling så att brandskyddet och brandsläckningsinsatserna svarar mot riskerna och de krav som rimligen bör ställas av samhället. För samtidigt som antalet bränder i Sverige har minskat så har kostnaderna för dem ökat. Skadekostnad vid varje enskild brand har därmed blivit större. Vid en insats använder räddningstjänsten sig ofta av konventionella metoder, d.v.s. offensiv invändig släckinsats av en rökdykargrupp utrustad med dimstrålrör på smalslang. Denna metod är beprövad och pålitlig och fungerar bra vid den mindre olyckan som t.ex. en lägenhetsbrand. Vid en mer komplex olycka så ökar dock behovet på den enskilda räddningsledaren att kunna leda och använda sig av alternativa taktik- och metodval. Förutom att skadekostnaderna har ökat behöver alternativa metoder väljas för att få ner antalet svårt skadade och omkomna i bränder samt att förbättra arbetsmiljön för brandmännen. Vidare så måste miljöskadorna till följd av t.ex. rök och spridning av farliga ämnen med släckvatten minskas.

Till följd av de ovan nämnda faktorerna har Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) initierat detta projekt. Syftet är att analysera det metodval och taktikupplägg som räddningstjänsten använt vid ett flertal stora bränder som inträffat i olika typer av objekt och bedöma om ett annat taktikupplägg eller metodval skulle förändrat slutresultatet av insatsen och dess konsekvenser.

I projektet har nio bränder studerats som inträffade mellan 1991 – 2013. De valda objekten representerar en stor variation där utgångspunkten har varit att undersöka hur alternativa metoder påverkar resultatet. Tre av bränderna inträffade i flerbostadshus, två i industrier, ett i radhus, en i skola, en i distributionscentral och en i bibliotek. De lärdomar som kan dras från de analyserade bränderna är att tiden för insats är en avgörande faktor för en framgångsrik insats då brandeffekten ofta ökar exponentiellt med tiden. I samtliga fall var branden redan omfattande när räddningstjänsten larmades och det krävdes en snabb och effektiv insats för att stoppa den negativa skadeutvecklingen. Istället för att lyckas med att stoppa skadeutvecklingen fick räddningstjänsten i flera av insatserna jaga branden som spred sig okontrollerat. Faktorer som påverkade insatsen var bl.a. felaktig riskbedömning, ofullständig brandcellsindelningen, exceptionellt stor brandbelastning, problem med vattenförsörjning eller att man inte förstod konstruktionens egenskaper.

Analyserna visar på vikten av att göra en total och korrekt riskbedömning av den taktik och de metoder som väljs vid en insats. Lika viktigt är det att hela tiden utvärdera den valda taktiken och de metoder som används för att snabbt kunna ändra arbetssättet om situationen kräver det. Genom uppföljning av den effekt som vald metod ger, går det att ligga steget före och snabbt kunna ändra arbetssättet för att optimera släckeffekten.

Alla åtgärder som genomförs vid en insats syftar till att snabbt släcka branden, men det effektivaste sättet att släcka branden kanske inte är att inrikta sig på startbranden. Istället kan det effektivaste sättet vara att först förhindra spridningen av branden för att därefter nå startbrandrummet och släcka branden. Många av de alternativa metoder som nämns i rapporten handlar om att först stänga in branden för att möjliggöra släckning senare i insatsen.

Rapporten bidrar till att öka förståelsen för vilka alternativa metoder som finns att tillgå i Sverige och hur de effektivast kan användas samt hur de olika metoderna kan kombineras för att ytterligare öka effekten.



## Summary

There is considerable need within the Swedish Fire and Rescue Service for the development of fire protection and firefighting measures in order to meet the requirements that can reasonably be expected from today's society. While the number of fires in Sweden has decreased, the cost of damage resulting from them has increased; in other words, the cost of damage caused by each fire has increased. Conventional firefighting measures, a BA team using a fog nozzle, are often used. This is a tried and tested method, which can be successful when dealing with smaller fires, such as those in apartments. However, in the case of larger, more serious fires, there is an increased need for incident commander to be able to instigate and direct other methods and tactics. Apart from reducing the cost of damage resulting from fires, there is also a need for alternative methods of firefighting to reduce the number of serious injuries and fatalities, and to improve the working environment of firefighters. Furthermore, the effects on the environment resulting from the spread of smoke and toxic compounds in the water used to extinguish fires must also be reduced.

This project was initiated by the Swedish Civil Contingencies Agency (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, MSB) to address the factors discussed above. The aim was to analyse the choice of firefighting method and the tactics employed by the fire and rescue service in a number of extensive fires that occurred in various kinds of buildings, and to assess whether a different method or tactics would have led to other results and/or consequences.

Nine fires that occurred between 1991 and 2013 were studied in this project. The objects represent a wide variety of building types were the focus in what way alternative methods could be applied. Three of the fires were in apartment buildings, two in industrial premises, one in a terraced house, one in a school, one in a distribution centre and one in a library. One of the most important lessons that can be learnt from the analysis of these fires is that the rapid instigation of firefighting measures is a decisive factor, as the effect of a fire often increases exponentially with time. In all the cases studied, the fire was already widespread when the emergency services were alerted, and rapid, effective measures were required to limit damage. Instead of minimizing the damage, firefighters were forced in several of the cases to pursue the fire as it spread uncontrollably. The factors affecting the firefighting measures included erroneous risk assessment, inadequate fire compartmentalization, exceptionally high fire loads, problems with water supplies, and lack of understanding of the construction of the building. The analysis highlights the importance of comprehensive and correct risk assessment with regard to the methods and tactics chosen in a particular case. It is also important to continuously evaluate the effects of the chosen measures, in order to be able to change them if and when the situation requires it. Continuous assessment of the effects of the measures implemented allows firefighters to stay ahead of the situation so that they can quickly adapt their operation so as to optimize the extinguishing effects.

All the measures taken during a firefighting operation are aimed at extinguishing the fire as quickly as possible, but the most effective way of extinguishing a fire is perhaps not always to concentrate on the source of the fire. It may instead be better to concentrate on preventing the spread of the fire, and then turn to extinguishing the main fire. Many of the alternative methods discussed in the report are based on confining the fire before attempts are made to extinguish it.

This report contributes to our understanding of the alternative methods of firefighting that can be used in Sweden, and how they can best be used, and also shows how they can be combined in order to further improve firefighting efficiency.

# Inledning

# 1. Inledning

Det finns ett stort behov att utveckla svensk räddningstjänst så att brandskyddet och brandsläckningsinsatser svarar mot riskerna och de krav som rimligen bör ställas av samhället. Den vardagliga olyckan som en mindre lägenhetsbrand är idag något som svensk räddningstjänst är duktiga på, men vid en komplex olycka så ökar kravet på den enskilda räddningsledarens förmåga att leda och utvärdera taktik- och metodval under en insats. Målsättningen med insatsen måste vara att begränsa skador som människor drabbas av genom att både förbättra brandskyddet och effektivisera insatser. Det kan göras på olika sätt, antingen genom konventionella metoder som är beprövade och pålitliga eller genom att införa nya tillgängliga metoder när så krävs av situationen. Det rådande regelverket för brandmännens arbetsmiljö AFS 2007:7 [2] har historiskt påverkat sättet insatser mot bränder i byggnader genomförs.

Samhället förändras och därmed måste räddningstjänsten förändras och följa med i utvecklingen. Behovet av effektiva räddningsinsatser ökar på samma sätt. Försäkringsföretagens branschorganisation redovisar att samtidigt som antalet bränder minskat så har kostnaderna för dem ökat markant [3], vilket tyder på att skadorna vid varje enskild brand har blivit större. Bidragande orsak till detta kan vara förändringar i de inventarier som finns i våra bostäder. Erfarna insatsledare kan beskriva hur energiutvecklingen i branden är mycket större nu än för 25-30 år sedan. Även brandens tillväxthastighet har ökat vilket gör att tidsfaktorn vid insatsen är mer avgörande. Med andra ord brandförloppen har blivit snabbare och det blir vanligare med brandspridning mellan lägenheter. Snabbare brandförlopp kräver tidigare insatser för att stoppa den negativa spiralen som branden skapar. Detta betyder att både den enskilda medborgarens och räddningstjänstens förmåga att agera måste bli effektivare. Tillgängligheten till släckutrustning och förmåga ska öka totalt i samhället till exempel genom att vaktbolag, skolpersonal, vårdpersonal utbildas och utrustas med lättare utrustning. Den enskilde medborgarens förmåga att agera kan förbättras samtidigt som räddningstjänstens insatsförmåga förbättras genom utnyttjande av de nya släckningsmedel och utrustning som har utvecklats under senare år. Dessa tankegångar är en del av den framtida förmågan att skapa ett säkrare samhälle.

En annan bidragande orsak till att brandskadekostnaderna ökat kan vara att flera komplexa byggnader uppförs där det inte går att få stopp på brandspridningen med konventionella metoder, d.v.s. offensiv invändig släckinsats av en rökdykargrupp utrustad med dimstrålrör på smalslang. Vid en sådan insats krävs det alternativa metoder. Med alternativa metoder åsyftas i denna rapport både nya och existerande metoder som ersätter eller kompletterar offensiv invändig släckinsats både nya och existerande metoder. Storleken på brandskadekostnaderna beror inte bara på renodlade brandskador utan användandet av stora mängder släckvatten kan bidra till en mer omfattande skada på byggnader och miljö. För företag kan vatten- och rökskador innebära stora kostnader på grund av produktionsstopp och i värsta fall förlorad marknad.

Det är inte bara på grund av skadekostnaderna som andra metoder bör väljas utan MSB:s målsättning är att minska antalet svårt skadade och omkomna i bränder kommer att kräva nya effektivare metoder. Detta kommer innebära att tillverkarna av släcksystem måste tänka nytt och utveckla sina system till att möta de nya behov som finns i samhället i form av nya byggnadskonstruktioner, byggnadsmaterial, etc. Nya moment i utbildningarna måste till för att täcka de nya behov som finns i samhället. Som en viktig del i detta är nytänkande hos räddningsledare och att de vågar testa nya metoder och taktik. Även arbetsmiljön

för brandmän måste förbättras. Brandmännen som nu arbetar med hög risk för skador och försämrad hälsa inklusive risk för cancer [4] är nu en av de farligaste arbetsuppgifter som tillåts i Sverige inom ramen för Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 2007:7 [2], se t.ex. [Figur 1](#). Slutligen så måste miljöskadorna till följd av rök och t.ex. spridning av farliga ämnen med släckvatten minskas.



**Figur 1.** Räddningstjänstens arbetsmiljö kan i många fall vara riskfyllt. Bilden visar en utvändigt insats mot en vindsbrand i en industrilokal i Borås.

På grund av ovannämnda faktorer har projektet initierats av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). Syftet är att analysera det metodval och taktikupplägg som räddningstjänsten använt vid ett flertal stora bränder som inträffat i olika typer av objekt och bedöma om ett annat metodval och taktikupplägg skulle förändrat slutresultatet av insatsen och dess konsekvenser. En systematisk analys av antal storbränder där det finns tillräckligt mycket och säker information för att bedöma vilken typ av alternativt metodval till det räddningstjänsterna valt som skulle resultera i mindre risk för insatspersonal, personer i objektet och skador på egendom och miljö redovisas.

I dagens diskussion kring olika släcksystem för räddningstjänsten fokuseras mycket på effekten av de olika alternativa metoderna på brandutvecklingen i jämförelse med konventionella metoder. För att kunna göra en sådan analys av inträffade bränder måste branddynamiken studeras i det enskilda fallet och förtydliga varför en viss metod släcker eller dämpar branden. Det är viktigt att sammanlänka det med brandens utveckling parallellt med det att insatsen genomförs. Det kan bli avgörande för utgången av insatsen.

Syftet med projektet är att utvärdera de släckinsatser som användes vid ett antal stora bränder och visa om ett annat metodval och taktikupplägg skulle

haft möjlighet att förändra slutresultaten av insatserna och dess konsekvenser. I denna rapport ligger därför fokus på att öka förståelsen kring:

- Dynamiken i brandförloppet, detta för att kunna välja den effektivaste taktiken och metoden vid komplexa insatser.
- Klargöra vilka alternativa metoder som finns och hur de kan användas och förväntat resultat av användningen.
- Hur man kan kombinera olika metoder för att öka effektiviteten i en insats.

En projektgrupp bestående av författarna och en representant från MSB har valt ut de objekt som har analyserats. Varje enskild objekt som har valts ut har genomgått en systematisk analys utifrån förutsättningar så som typ av verksamhet, storlek på objektet och komplexitet. De enskilda analyserna redovisas i detalj i Bilagor 1 – 9. De valda objekten representerar en stor variation där utgångspunkten har varit att undersöka hur alternativa metoder påverkar resultatet. En sammanfattande analys och slutsatser ges i kapitel 4 och 5. Som komplement anges även en närmare beskrivning av erfarenheter från trycksättning i Bilaga 10 och skärsläckarens egenskaper i Bilaga 11.

## 1.1 Begränsningar

I detta arbete har vi inte beaktat inverkan av:

- Olika tillsatser till släckvatten för att utvärdera varje ämnes hälsorisk för räddningstjänstpersonal och allmänhet och skada på miljö enligt ett antal kriterier.
- De organisatoriska, utbildnings- och utrustningsmässiga problem som måste lösas för att genomföra de alternativa släckinsatserna.
- Hur de alternativa släckinsatserna påverkar insatstiderna.
- Förebyggande arbeten i den mån de inte genom brister förvärrat brandförloppen.

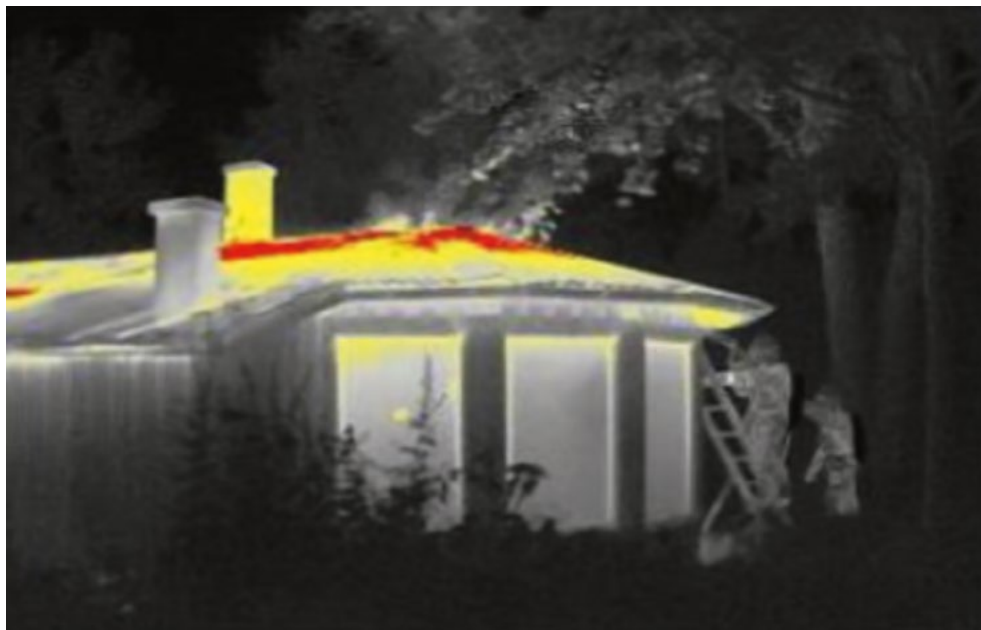
# Tidigare forskning och utveckling

## 2. Tidigare forskning och utveckling

Behovet av ny kunskap om hur olika tekniska system för räddningstjänsten fungerar är något som många efterfrågar. En ny kunskap kan tas fram genom forskning, genom erfarenhet från verkliga insatser eller genom utbyte med olika tillverkare av de tekniska systemen. Nivån på innehållet och fokus i de arbeten som har genomförts tidigare, och som fokuserar på att ta fram ny kunskap om olika tekniska hjälpmedel vid insatser, varierar kraftigt. Det brister ofta i dokumentationen från de försök som har genomförts genom åren. Utvecklingen och kunskapsnivån hos räddningstjänsterna har inte alltid hängt ihop, och beror väldigt mycket på den enskilda räddningstjänsten. Intresset för teknikutveckling och viljan att införa det i organisationen skiftar och har historiskt varierat.

Under sjuttio- och åttioalet inträffade flera allvarliga olyckor. Rökdykare omkom i byggnader på grund av att de överraskades av en övertändning. Undersökningar gjordes då som visade att det behövdes bättre förståelse hos insatspersonalen för att kunna förutse och motverka en övertändning. Efterföljande diskussion resulterade i utveckling av utbildningsprogram i containers med övertändning. Förbättrad skyddsutrustning med andningsapparater och textilier med flera skyddande lager gjorde att detta var möjligt. Förgrundspersoner till denna utveckling var Anders Lauren, Krister Giselsson och Mats Rosander. Tekniken kallades för offensiv brandsläckning. Den innebar att brandmän trängde in i byggnaden, pulserade med vattenstrålen för att kyla ner väggytan och brandgaserna. Målsättningen var att snabbt gå in och därmed förhindra övertändning av brandgaserna. När rökdykargruppen trängde in stängde de till dörren med slangen genom dörren. Detta gjorde att man arbetade i dålig och osäker miljö, vilket har visat sig i statistiken över antal arbetsrelaterade sjukdomar (cancerfall) [4] för brandmän.

Sättet att träna och utbilda brandmän och förbättra släckningen spred sig snabbt i Sverige och övriga Norden. Det uppmärksammades även internationellt och görs fortfarande idag. Det blev vida känt att Sverige varit duktiga på branddynamik och att kyla brandgaser med finfördelat vatten. Den svenska offensiva brandsläckningen blev ett känt begrepp inom räddningstjänstvärlden och träningsmodellen är känd som CFBT (Compartment Fire Behaviour Training). Redan i början på nittioalet började det aktualiseras att brandpersonal utsätter sig för hög värme när de går in tidigt. Man hade utvecklat bra skyddskläder med 3-4 skikt, bra andningsskydd med övertryck för att minimera risk för läckage och handskar samt hjälmar som tålde värmen. Man började ifrågasätta detta angreppssätt och undrade om man kanske inte behöver utsätta personalen för alldeles för höga temperaturer i alla lägen. Frågan uppstod om man kanske borde minska riskerna. Det resulterade i att mellan 1992 och 1993 började Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (SÄRF) att öva och experimentera med övertrycksfläktar. I dag är denna teknik fullt integrerad inom många räddningstjänster och ingår ofta som en standardrutin. Även skärsläckare och IR-kameror ingår idag som en del av utrustningsparken hos många räddningstjänster, se t.ex. [Figur 2](#). Men innan man kom fram till användningen av dessa hjälpmedel genomfördes en hel del forskning och utveckling på olika håll. Det bestod både av litteratursammanställningar och direkta brandförsök.



**Figur 2.** IR-tekniken har blivit ett viktigt redskap för att kunna läsa av branddynamiken vid insatsen. Bilden är tagen i Borgstena utanför Borås av Krister Palmkvist, SÄRF.

Den första kända rapporten kring övertrycksventilation publicerades 1994 av Räddningsverket [5]. Rapporten är skriven av Institutionen för Brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) och ger en bra översikt över den internationella kunskap (USA först och främst) som fanns på den tiden. Rapporten lade grunden till den efterföljande verksamheten kring övertrycksventilation i Sverige. LTH följde upp det arbetet med ytterligare rapport kring brandventilation i teori och praktik [6]. Det presenterades flertal arbeten och rapporter kring brandventilation och insatser i byggnader under perioden 1994 – 1998 [7, 8]. Även förslag till övningsanläggning för insatser i het miljö presenterades [9]. Under perioden 1997 – 2002 genomförde SP Brandteknik och Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (SÄRF) flertal forskningsprojekt kring övertrycksventilation. Resultatet och erfarenheterna redovisar i referenserna [10-13]. Den kartläggning på teori och praktik som beskrivs i dessa rapporter ger en bra och positiv erfarenhet med denna teknik. Parallellt med forskningsarbetet infördes tekniken som rutin i SÄRF:s dagliga verksamhet. Arbetet kring övertrycksventilation kulminerade i en vetenskaplig tidskrift [14] där arbetet har förts vidare till internationell forskning.

Arbetet med skärsläckaren i Sverige började i senare halvan av nittioalet och presenterades i en Räddningsverksrapport år 2000 [15, 16]. Idén kom från det arbete som började 1996 med fokus på ventilering genom håltagning i tak. Den håltagningsmetod som togs fram vid detta tillfälle var sprängramen och vid genomförandet av projektet så kom Luleå räddningstjänst med ett förslag att använda vattenskärningsmetod istället för sprängram. Projektledaren för detta projekt Lennart Danielsson från Räddningsverket fick i uppdrag tillsammans med Bo Anderson att göra ett besök i Luleå. Syftet var att se möjligheten med Luleås förslag, vilket Räddningsverket i detta läge inte ansåg det vara anpassningsbart för räddningstjänsten och framförallt för komplicerad och dyrt. Efter hemkomst insåg Bo Andersson att detta kunde vara grunden till ett helt nytt släcksystem dock i en annan utformning. Ledningen för utvecklingsenheten ansåg att det var värt att gå vidare och en förstudie startades [17]. Under perioden 1996 till 2000 pågick utvecklingsarbetet från idé till färdig produkt. Det kulminerade i fullskaleförsök gjorda i en stor lokal i Oslo, och det blev startskottet till den användning som har skett inom svensk räddningstjänst med skärsläckaren [15, 16]. I början



var skärsläckare monterad på höjdfordon, men har sedan utvecklats till en färdig produkt som finns som standardutrustning på släckfordon. I början av 2001 genomförde SP och SÄRF ett forskningsprojekt kring kombinationen av övertrycksventilation och skärsläckaren. Grundliga försök genomfördes under en period mellan 2001 – 2003 där skärsläckarens förmåga att kyla och släcka bränder i stora och små lokaler testades. Forskningsarbetet användes vid olika utbildningar genomförda av SÄRF under en längre period men publicerades i sammanfattningsrapporterna från MSB, 2010 [18] och SP rapporten från 2012 [19].

Det finns flertal forskningsarbeten genomförda i slutet av nittiotalet och början av tvåtusenålet som är av intresse för denna analys som har genomförts i kapitel 4 och 5 samt bilagor 1-9. Till exempel rapporten kring rökdykning [20] som visar studier av människa och miljö och den om brandmännens fysiska förmåga [21]. I dessa arbeten har arbets- och den fysiska förmågan kartlagts. Arbete kring säkerhet vid rökdykning resulterade i ett antal rapporter. En av dessa är rapporten kring lokalisering av nödställd rökdykare [22] och försök med IR kamera vid rökdykning som publicerades 2004 [23]. Exempel på mål för den kommunala räddningstjänstens övningsverksamhet publicerades 1999 [24]. Under denna period genomfördes även släckförsök vid brand i stor lokal, som syftade på att jämföra släckförmågan hos släcksystem med högtryck respektive lågtryck mot bränder i större lokaler [25].

Under senare halvan av 2000-talet publicerades intressanta publikationer som berör ledning och taktik vid räddningsinsatser [26, 27]. På senare tid har ett flertal rapporter som är av intresse för denna rapport skrivits och berör arbetet med de släcksystem som idag används bland Svensk Räddningstjänst. Det är rapporter som är direkta försöksrapporter [28], sammanställningsrapporter [29-30] eller examensarbeten [31-34].

Ett flertal akademiska avhandlingar och handböcker som berör rapporten har skrivits. Där bör man först och främst nämna de arbeten som Lars Bengtsson [35, 36], Stefan Särdaqvist [37-38] och Stefan Svensson [39, 40] har genomfört.

All den kunskap som finns i de rapporter och böcker som har presenterats ovan, har på direkt eller indirekt sätt varit till stöd för de analyser som har genomförts i denna rapport.

# Beskrivning av den systematiska analysmetoden

### 3. Beskrivning av den systematiska analysmetoden

I följande kapitel ges förutsättningarna för vilka faktorer som beaktas vid analyserna av de olika objekten. För att kunna analysera utfallet av olika räddningstjänstinsatser och utfallet av alternativa metodval behövs kunskap om:

- **Förutsättningar innan antändning** – beskrivning av olika förutsättningar som påverkade antändning, upptäckt och brandförlopp.
- **Antändning** – brandorsak och plats för brandens uppkomst är viktiga begrepp underantändningsfasen. Det är denna fas som behandlas i de flesta brand(orsaks)utredningar.
- **Upptäckt** – Beträffande brandens upptäckt väcks frågor angående olika typ av detektions- och larmsystem. Här kommer också problematiken in kring ”automatiska fellarm” och system som inte larmar när det verkligen brinner.
- **Brandförlopp** – Brandens tillväxt och spridning är viktig att kunna bedöma, i synnerhet under insatsens inledningsskede. Det handlar om hur snabb spridning det är från det först antända föremålet till nästa, hur snabb övertändning sker och hur snabb spridning kan ske från ett rum till nästa. Hur stor branden maximalt kan bli är också en intressant fråga för bedömningen av risken för storskada. Även brandröken är ett problem som är väl värt att studera. Hur mycket rök producerades, hur snabbt skedde rökfyllnaden, vilka delar av byggnaden rökfylldes, m.m.
- **Släckinsats** – Släckinsatsen är den viktigaste och mest studerade parametern i insatserna. De flesta släckinsatser i Sverige sker med konventionella metoder, d.v.s. offensiv invändig släckinsats av en rökdykargrupp utrustad med dimstrålrör på smalslang. Det finns även en rad andra metoder och tekniker tillgängliga. Till stor del är det objektet som avgör vilken metod som är bäst lämpad. Åtgärderna kan dessutom delas in i grupper efter syftet, om avsikten är att släcka det som brinner, att skydda mot antändning, att sänka temperaturen hos brandgaserna för att minska risken för övertändning, att skydda opåverkade utrymmen genom ventilering m.fl.

Dessa fem parameterar har varit vägledande för att erhålla så rättvis och komplett bild av insatsen.

### 3.1 Val av objekt

Vid val av bränder eller objekt är det viktigt att beakta den insamlade informationens tillförlitlighet vilken varierar med informationens syfte och kompetensen hos dess källa. Den information som krävts är bl.a. följande:

- Tidrapportering i form av automatlarmsrapport, larmlistor, insatslogg och insatsrapport där tiderna är väl dokumenterade. Detta krävs eftersom just tiden är en av de två parametrar som analysmetoden bygger på. Vid en brand rör det sig dessutom om korta tider, vilket gör parametern extra känslig.
- Fotodokumentation, ritningsunderlag och beskrivning av byggnadens innehåll. Detta krävs för att kunna analysera hur branden utvecklas, men också för att kunna bedöma möjligheterna till alternativa släckmetoder. Det krävs också vittnesuppgifter från personer på platsen.
- Beskrivning av hur räddningstjänstens resurser varierar med tiden. Denna beskrivning krävs för att kunna modellera räddningstjänstens förmåga.

Utöver kraven på tillgänglig information, kan dessutom ett antal ytterligare önskemål ställas upp. Detta projekt som har en inriktning mot bränder som är så stora att räddningstjänsten måste reflektera över vilken taktik och vilka metoder som kan användas vid insatsen. Den taktik och metod som används vid normalstora lägenhetsbränder skall alltså inte vara det självklara valet.

Begränsad information är det största enskilda problemet som finns när analyser av den här typen skall göras. Det finns sällan särskilt mycket skriftligt material tillgängligt. Räddningstjänstens utredningar är med enstaka undantag sällan tillräckliga. Ofta är de inriktade mot en frågeställning, beroende på utredarens intresse. Ibland handlar det om en fullständig tidsredogörelse, ibland om en beskrivning av hur branden startade. Sällan görs någon reflektion över effekten av räddningstjänstens insats. För det andra är det sällan som någon har en klar bild över hela brandförloppet. Inte ens räddningsledaren har alltid överblick över hela insatsen, brandens orsaker m.m.

En viktig aspekt beträffande den insamlade informationen är dess tillförlitlighet vilken varierar med informationens syfte och kompetensen hos dess upphovsman. Trovärdigheten hos en brandutredning ökar om det finns angivet varifrån data kommer, så att det i efterhand går att göra en bedömning av materialet. Detta gäller i synnerhet sammanställningar där vittnesuppgifter blandas med automatiskt klockade tider och tider som beräknats ur andra data. Material från flera olika källor ger generellt en högre trovärdighet eftersom subjektiviteten i individuella bedömningar kan värderas och olika betraktelser av samma förlopp kan ge en bättre förståelse.

Mot hänsyn till dessa krav har nio objekt valts ut till denna studie, tre i flerbostadshus, två i industrier, två sammanbyggda lägre hus (en skola och ett radhus), en i ett bibliotek och en i en paketerings- och distributionscentral för frukt- och grönsaksdistribution. Bränderna inträffade mellan 1991-2013.

### 3.2 Tillämpning av analysmetoden på objekten

Beskrivningarna av de olika objekten innehåller:

- Beskrivning av objektets konstruktion, geometri och innehåll av brännbart material före branden.
- Incidenter som inträffat före branden.
- Beskrivning av brandens utveckling och räddningstjänstens insats.
- Beskrivning av brandskador efter det att insatsen avslutats.
- Analys av brandförloppet.
- Analys av brytpunkter för annat metodval.
- Referensförteckning.

**Resultat och  
diskussion kring  
alternativa metoder**

## 4. Resultat och diskussion kring alternativa metoder

I detta kapitel sammanfattas analyserna från de nio olika bränderna, analyserna i sin helhet finns i Bilaga 1 till 9. I sammanfattningen är bränderna uppdelade i fyra olika avsnitt utifrån gemensamma förutsättningar. Dessa avsnitt är:

### Flerbostadshus

Tre stycken analyser har genomförts under rubriken flerbostadshus och förutom flerbostadshus är den gemensamma nämnaren att branden spridit sig eller börjat på vinden. En utförlig beskrivning av dessa bränder finns i Bilaga 1 – 3. I Bilaga 1 återfinns analysen från ett större flerbostadshus i Umeå, Ålidhem där branden totalförstörde tre sammanbyggda huskroppar. Bilaga 2 beskriver analysen från ytterligare ett större flerbostadshus med 6 – 7 våningar och 6 trappuppgångar i Malmö, Potatisåkern där hela vinden blev totalförstörd och byggnaderna fick avsevärda vattenskador. Sista branden som är sammanfattad under avsnittet flerbostadshus finns i detalj beskrivet i Bilaga 3 och är ett lite mindre flerbostadshus i Borås, Vindelgatan. Här användes flera alternativa metoder under insatsen vilket medförde att endast vinden fick brand- och rökskador men inga vattenskador och samtliga lägenhetsinnehavare kunde bo kvar. Bilaga 3 innehåller också ett avsnitt med insatsledarens egna reflektioner kring händelsen.

### Industri

Under rubriken har två stycken bränder sammanfattats. Gemensamt för dem är stora volymer med mycket brännbart material samt risken för farliga ämnen. Denna ena industribranden är i Västerås, ASEA. I branden var bl.a. brännbara väskor inblandade. Detaljerad beskrivning av analysen finns i Bilaga 4. I Bilaga 5 återfinns en detaljerad beskrivning av en stor industribrand i Borås, Trandaredsgatan som höll på i över 1,5 dygn. Branden är intressant då flera olika metoder användes i kombination med varandra.

### Sammanbyggda lägre hus

I denna kategori finns samlat en skola och ett radhus. Gemensamt för båda bränderna är att räddningstjänsten hade svårt att identifiera hur och var branden spred sig, samt svårt att identifiera brandcellsgränserna. I Bilaga 6 finns en detaljerad beskrivningen av en skola som bestod av flera kringbyggda och sammanbyggda atrier med en oinredd vind och i Bilaga 7 finns beskrivningen av en radhusbrand.

### Övrigt

Under övrigt sammanfattas analyserna från en biblioteksbrand i Linköping och en brand i en paketerings- och distributionscentral i Höganäs. Gemensam nämnare är att båda hade mycket stor brandbelastning och att branden var anlagd vilket gav ett häftigt brandförlopp. Biblioteksbranden från Linköping finns beskrivet i Bilaga 8 och paketerings- och distributionscentralen (Steglinge gård, Höganäs) återfinns i Bilaga 9.

Under varje avsnitt beskrivs först objektet och dess förutsättningar, sedan brandförloppet och släckinsatsen. Slutligen förs en diskussion om vilka alternativa metoder som hade kunnat användas.

## 4.1 Flerbostadshus

I kategorin flerbostadshus finns tre analyserade bränder, två större flerbostadshus med flera huskroppar (Ålidhem och Potatisåkern) och ett mindre flerbostadshus med 12 lägenheter (Vindelgatan). Gemensamt för de tre bränderna är att branden spridit sig till eller börjat på vinden. Vid branden på Vindelgatan har alternativa metoder används. En utförlig beskrivning av dessa bränder återfinns i Bilaga 1 -3. Bilaga 3 innehåller också ett kapitel med insatsledarens egna reflektioner kring händelsen. I [Figur 3](#) visas en vindsbrand som inträffade i ett flerbostadshus i Borås.



Figur 3. Vindsbrand i flervåningshus i Borås. Bild: Borås Tidning.



#### 4.1.1 Förutsättningar innan antändning

Gemensamt för de studerade vindskonstruktionerna var stora osektionerade ytor med hög brandbelastning. Minst yta hade Vindelgatan med ca 400 m<sup>2</sup> och störst hade Ålidhem, där på grund av dålig brandisolering mellan huskropparna, fanns en osektionerad yta på upp mot ca 1900 m<sup>2</sup>. Vindsutrymmet i Potatisåkern var uppdelad i sektioner om 400 m<sup>2</sup>, men konstruktionen mellan sektionerna var bristfällig.

Den höga brandbelastningen medförde ett häftigt brandförlopp. På Vindelgatan och Potatisåkern användes vinden som förråd, medan vinden på Ålidhem var tom men isolationen nedåt bestod av ½ m sågspån. Särskilt vid branden i Ålidhem påverkade detta skadeutfallet eftersom räddningstjänsten förutsatte att brandbelastningen var mycket lägre än vad den var.

#### 4.1.2 Antändning/upptäckt

Antändningen i de olika fallen såg lite annorlunda ut och detta påverkade räddningstjänstens riskbedömning. För Potatisåkerns del började det med att lägenhetsinnehavaren sent på kvällen upptäckte glöd vid taket kring rökkanalen från en kamin som det eldats i. Antagligen hade branden pågått en längre tid innan upptäckt. I Ålidhem var det en spisbrand som via ventilationssystemet spred sig upp till vinden. Räddningstjänsten släckte spisbranden och kontrollerade ventilationssystemet med IR-kamera inifrån köket. Någon mer kontroll av ventilationssystemet uppe på vinden genomfördes inte. Ventilationskanalen gjorde två 90-graders böjar innan den kom fram till vinden och därför kunde bara höga temperaturer ha upptäckts fram till första böjen. Eftersom vindsbränder i flerbostadshus länge varit ett problem [41] bör spridning till vinden alltid kontrolleras. I detta fall spred sig branden upp till vinden och i flera timmar låg och pyrde innan den upptäcktes. På Vindelgatan har brandorsaken inte helt klarlagts, men även här såg det ut som att branden pågått en längre tid innan den upptäcktes. Det finns inga krav på branddetektion i vindsutrymmen på flerbostadshus, men det kan konstateras att ett detektionssystem på vinden hade i samtliga analyserade fall minskat risken för omfattande skador.

#### 4.1.3 Brandförlopp/släckinsats

När räddningstjänsten kom på plats var branden i alla tre fallen omfattande. Vid branden i Potatisåkern brann det både på vinden och i yttertaket. Samtidigt som rökdykare gick in restes en hävare mot gavel där branden brunnit igenom yttertaket. Hävaren var försedd med skärsläckare, men vattenförsörjning dröjde och när väl vattenförsörjningen var ordnad hade branden spridit sig för långt bort från hävaren för att skärsläckaren skulle haft effekt. Liknande var det med de invändiga släckförsöken. Rökdykarna försökte stoppa branden vid varje vindssektion genom att angripa branden via trapphusen, men branden hann alltid förbi dem och de fick omgruppera sig till nästa trapphus. En tidig inspektion av vindsektionerna via vindsdörrarna i trappuppgångarna hade underlättat val av angreppspunkt för insatsen samt identifierat risken för brandspridning mellan avskiljningarna. När nästan hela vinden var brandpåverkad togs beslutet att låta den brinna av eftersom betongbjälkaget hindrade branden från att sprida sig till lägenheterna under.

Vid branden i Ålidhem var vindsbranden i första huskroppen redan omfattande när den upptäcktes mitt i natten. Inledande beslut blev att ta fram stegbilen för att påbörja släckning, men innan insatsen påbörjades hade branden spridit sig till andra huskroppen och strax därefter till tredje och sista huskroppen. Även i denna insats beslutades det att låta vinden brinna av efter att man konstaterat att

bjälklaget bestod av betong. Beslutet grundade sig på att man trodde att brandbelastningen var låg och att man ville minska risken för vattenskador. Dessutom hade man otillräckliga resurser på plats för att släcka branden. I andra insatser har detta resulterat i att endast vinden blivit förstörd men att lägenheterna under klarat sig och metoden kan ibland vara att föredra ifall det inte finns resurser för att släcka och för att undvika vattenskador. I detta fall var dock inte vinden brandteknisk avskild utan branden kunde sprida sig nedåt via ytterväggarna. Det är alltså viktigt med god objektskänedom och att ta reda på hur de brandtekniska avskiljningarna fungerar och var de finns. Ett gediget utbildningsmaterial kring detta är det material som Räddningstjänsten Storgöteborg tagit fram [42].

På Vindelgatan gick det inte vid framkomst att avgöra källan till rökutvecklingen, men båda trapphusen var rökfyllda och vit rök syntes från takfoten och kring ventilationshuvorna samt taknock. Den första kritiska skadeplatsfaktorn var livräddning av personer i lägenheten närmast vinden och omedelbara åtgärder blev att evakuera dem med hjälp av räddningstjänstens stegbil. Detta beslut grundade sig på att lägenheten höll på att rökfyllas och att det skulle tagit längre tid att nå fram till lägenheten på fjärde våningen med rökdykare för att sedan livrädda med andningsmask. En annan riskbedömning som hade varit möjlig var att låta personerna vara kvar i lägenheten tills man hade kunnat evakuera dem via trapphuset. Risken hade dock varit att personerna hade hoppat från fönstret eftersom de var mycket uppstressade. Vidare fördröjde inte evakuering insatsen eftersom stegbilen hamnade på ett bra ställe för livräddning och att efter en livräddande insats påbörja dämpning av branden på vinden med hjälp av skärsläckaren. Boenden som befanns sig i de andra lägenheterna uppmanades att stanna kvar.

Denna riskbedömning grundade sig på att det brann på vinden och att utrymma genom rökfyllda trapphus var alltför riskfyllt. Längre in i insatsen säkrades utrymningsvägarna för de boende genom att först ventilerade ut brandgaserna i trapphusen via fönster med hjälp av fläktar och sedan stänga fönstren och trycksätta trapphusen. Boendena uppmanades dock att fortsätta stanna kvar i lägenheterna eftersom det snabbt hade gått att evakuera dem om situationen skulle försämrats.

Vid riskbedömningen tog insatsledaren hjälp av IR-kamera och det kunde konstateras att takytorna och taknocken var kraftigt värmepåverkade och att den högsta påverkan fanns i mitten av vinden. Den höga temperaturen och att inga synliga lågor fanns indikerade att branden var ventilationskontrollerad. Brandgaserna på vinden behövde alltså kylas av snabbt utan att syre tillsattes och därför beslutades det att låta stegbilen som tidigare användes för livräddning kyla av brandgaserna via gavelspetsen med hjälp av skärsläckaren. Detta gav bra effekt men skärsläckaren fick byta position en gång för att komma åt att kyla ner hela vindsutrymmet. När brandgaserna var tillräckligt kylda kunde rökdykare gå in och eftersläcka via trapphusen. Kontroll av temperaturen genomfördes kontinuerligt med IR-kamera för att säkerställa önskvärd effekt av släckinsatsen. Efter avslutad släckinsats fanns det inga synliga tecken på släckvatten och endast en svag rök lukt kunde kännas i trapphusen. Efteråt kunde man konstatera att den rökpelare som uppmärksammades med IR-kameran från mitten av taket var början till en genombränning av yttertak. Om inte en offensiv taktik med brandgaskylning via stegbil valts hade förmodligen branden snabbt utvecklats till en helt övertänd vind- och takbrand där släckresurserna på plats troligtvis inte varit tillräckliga för att kontrollera och släcka branden med ett önskvärt resultat.

Att inte öppna upp utrymmet där det brinner utan försöka behålla tillslutheten medan brandgaserna kyls ner med vatten är en etablerad arbetstaktik hos den aktuella räddningstjänsten vid insatsen på Vindelgatan. Först när kyleffekt har

uppnått så tillåts det att öppna upp objektet, såga upp, öppna dörrar etcetera. Att behålla ojämlikheten i brandtriangeln är ett sätt att skydda mot antändning av brandgaslagret. Se Bilaga 3 för en mer detaljerad beskrivning av arbetssättet.

De visuella iakttagelserna som görs efter branden bekräftar tolkningar som skett med hjälp av IR-kameran före-under-efter insats. IR bilden fick en mycket stor betydelse vid val av taktik och metod samt igångsättande av omedelbara åtgärder i inledningen av insatsen. IR informationen gav också god hjälp att tolka effekten av insatta släckåtgärder.

#### 4.1.4 Alternativ metod

Det krävs en annan taktik och andra metoder för vindsbränder i stora nästan slutna utrymmen än vid vanliga lägenhetsbränder. Det går heller inte att förut-sätta att de brandtekniska avskiljningarna är korrekt utförda, utan dessa måste valideras innan val av släckmetod tas. En alternativ metod vid branden i Ålidhem hade varit att inte ventilera vinden och istället försökt dämpa branden med hjälp av vattendimma. Genom att använda skärsläckare som lämpligen placerats vid husgavlarna för att kunna få tillräcklig kastlängd innan strålen bryts upp hade brandgaserna kunnat kylas och ett undertryck hade skapats i det nästan slutna utrymmet. Detta hade fördröjt brandspridningen mellan huskropparna och ner längs ytterväggarna och man hade haft tid på sig att besluta hur kvarvarande glödbränder skulle släckas. Eftersom vindsutrymmet var så pass stort hade det antagligen krävts två stycken skärsläckare, en på var gavel för att snabbt kyla branden (se Figur B 32 i Bilaga 11).

Även vid branden i Potatiså kern hade ett annat användningssätt av skärsläckaren varit en alternativ metod som kunnat förändra skadeutfallet. Genom att placera flera skärsläckarinsatser på strategiskt valda positioner hade branden kunnat slås ner och hållas under kontroll till dess att temperaturen hade sänkts så pass mycket att en invändig insats med rökdykare hade varit möjlig. Lämpligen hade skärsläckarna satts in vid vindsdörrarna eller väggarna till de utsatta vindsektionerna och vid gavlarna via hävaren för att få tillräcklig kastlängd innan strålen bryts upp. Att gå vertikalt igenom taket är olämpligt, då strålen inte hinner bryta upp innan den träffar bjälklaget.

Branden på Vindelgatan är ett exempel där skärsläckaren användes med lyckat resultat. Skärsläckaren sattes in vid gaveln eftersom det var där det var störst chans att nå så stor del av vinden som möjligt utan att stöta på hinder. Brandmännen vinklade skärsläckaren åt olika håll och ändrade placering på skärsläckaren medan befälet som höll i IR-kameran utvärderade vilken vinkel och placering som gav mest effekt. En tät kommunikation mellan brandmännen och befälet var mycket viktig i insatsen. Vinden hade bra förutsättningar för en lyckad insats med skärsläckaren. Den höga temperaturen bidrog till snabb förångning av vattendimman vilket ger en effektiv kylning av brandgaser och konstruktion samt sänkt syrekonzentration (inertering) i utrymmet. Positivt var också att vinden var oventilerad eftersom effekten av inerteringen då förstärktes. En lägre temperatur hade bidragit till ett mer utdraget förlopp på grund av att förångning inte hade skett lika snabbt och att effekten av inerteringen därmed minskat.

Skärsläckaren kan dock vara effektiv även vid mindre optimala förhållanden. Vid en vindsbrand i Svenljunga (Figur 4) sattes skärsläckaren in vid ena gaveln. Trots att byggnaden var över 60 m lång och att temperaturen inte var lika hög syntes en effekt direkt. Brandgasernas intensitet minskade och färgen på brandgaserna övergick från svart till vit. Det tog dock längre tid för skärsläckaren att sänka temperaturen och den totala tiden för släckning var ungefär en timme då man arbetade med skärsläckaren i perioder från 10 upp till 50 sekunder. Skärsläckaren var som effektivast när en rak stråle fick arbeta långt in i vindsutrymmet.

Ett annat alternativ för att komma åt branden utan att tillsätta syre är att använda dimspik. För en vindsbrand med stora volymer krävs ganska många dimspikar för att täcka hela vindsvolymen då kastlängden bara är mellan fyra och tio meter sidled beroende på tryck. Vattendropparna är större för en dimspik än för en skärsläckare vilket bidrar till att förångningen blir sämre samtidigt som ytkylningen blir bättre än för skärsläckaren (se Bilaga 11). Positivt med dimspik är att det går att montera flera dimspikar som sedan sköts av en person. Risken för vattenskador ökar dock då tendensen är att man lämnar dimspiken på istället för att arbeta aktivt även med den. I flera fall kan monteringen av dimspik ta längre tid och vara mer riskfylld än att arbeta med skärsläckaren.



**Figur 4.** Restvärdesarbete efter branden i Svenljunga. Bilden visar att trots byggnadens längd (över 60 meter) hade skärsläckaren bra effekt på branden. Bild: Krister Palmkvist, SÄRF.

För att minska risken för brandspridning kan trycksättning av angränsande utrymmen vara en bra metod. Vid branden på Vindelgatan så förhindrades brandgaserna från att tränga ner i trapphusen medan brandgaskylning genomfördes. Detta skapade fria utrymningsvägar för de boende och därmed behövde de inte utrymma eftersom de snabbt skulle kunna utrymma om situationen skulle ändras. Detta gjorde att ett av de kringproblem som branden skapade försvann och resurser kunde användas till att sänka brandgastemperaturen istället. Även för Potatisåkerns del hade trycksättning av angränsande vindsutrymmen fördröjt brandspridning och säkrat utrymningsvägarna. Om övertryckfläktar hade placerats i varje trappuppgång och vindsdörrarna varit öppna hade snabbt ett övertryck alstrats på vinden (se Bilaga 10). Man bör dock observera skillnaden mellan att sätta ett utrymme utan brand under övertryck, vilket sällan leder till problem, men att ventilerade en underventilerad brand leder alltid till en större effektutveckling och ofta större problem.

Insatsen på Vindelgatan visar nyttan av att använda IR-kamera som hjälpmedel då det direkt gick att avgöra vilken effekt skärsläckaren hade. Skärsläckaren kunde

därmed användas på ett optimalt sätt vilket bidrog till minimala vatten och rökskador på vinden. Det är dock viktigt att vara medveten om hur IR-kameran fungerar och vilka begränsningar som den har. Vid branden i Ålidhem användes IR-kameran till exempel för att kontrollera brandspridningen efter att köksbranden var släckt, men eftersom IR-kameran endast kunde scanna temperaturen en bit in i kökskanalen så invaggades brandmännen i en falsk trygghet. Det finns också en tidsfördröjning för hur det går att avläsa på utsidan vad som händer på insidan. Olika material ger olika tidsfördröjning [43].

Fler sätt som IR-tekniken kan användas som beslutstöd är att ta bilder från luften. Flera räddningstjänster i landet testat koncept med minihelikopter med video/bildtagning under insatser. Bilder som tas från luften över skadeområdet skickas till stabsfunktionen via mobilnätet.

## 4.2 Industri

Två bränder i industrier har analyserats och gemensamt för båda industrierna (Västerås och Trandaredsgatan) var stora rumsvolymer och risker med farliga ämnen. En utförlig beskrivning av bränderna återfinns i Bilaga 4 och 5.

### 4.2.1 Förutsättningar innan antändning

Industribyggnaden i Västerås var ca 18 000 m<sup>2</sup> och uppdelad i 12 olika sektioner (i utredningsmaterialet fanns inte brandsektioneringen mellan sektionerna dokumenterad). Det brann i två sektioner och brännbart material bestod bl.a. av maskiner och brandfarlig vätska. Byggnaden på Trandaredsgatan var ett industrihotell med ca 15 olika företag och med en sammanlagd yta på ca 10 000 m<sup>2</sup>. Den brandutsatta lokalen var ca 3000 m<sup>2</sup> men hade en brandavskiljande vägg mitt i lokalen som dock tog slut vid innertaket. Lokalen angränsade också till övriga stora lagerlokaler men dessa var brandteknisk avskilda från varandra. Brandbelastningen var mycket hög och bestod av pallställ fyllda med material. Taket ovanpå den brandutsatta lokalen hade också hög brandbelastning och på en del av taket satt en speciell takpapp med högre brandklass som stod emot en högre brandpåverkan utan att bränna igenom. Denna takpapp påverkade förloppet avsevärt.

### 4.2.2 Antändning/upptäckt

Det finns två olika versioner av vad brandorsaken vid branden i Västerås var, antingen på grund av teknisk fel eller på grund av utrunnen brandfarlig vätska. Branden som uppstod sent på kvällen upptäcktes av det automatiska brandlarmet som larmade räddningstjänsten, men det är dock oklart hur lång tid det tog innan det automatiska brandlarmet aktiverade. När räddningstjänsten anlände var branden mycket intensiv vilket kan berott på att det brann i brännbara vätskor eller att det tog lång tid för det automatiska brandlarmet att larma. Även vid Trandaredsgatan startade branden sent på kvällen och hade ett häftigt förlopp inledningsvis, men detta hade dock andra orsaker än i Västerås. Branden var troligen anlagd och vid första styrkans ankomst brann det i tre bilar som stod parkerade nära byggnaden. Branden hade också spridit sig till byggnaden. Det fanns heller inget automatiskt brandlarm och branden upptäcktes av en granne som trodde att det brann i skogsbrynet intill industrin och inte i byggnaden. Detta i sin tur medförde att räddningstjänsten larmades ut till ett litet larm vilket fördröjde tiden till påbörjad insats.

### 4.2.3 Brandförlopp/släckinsats

När räddningstjänsten kom på plats till branden i Västerås brann det i två sektioner och beslutet togs att göra en offensiv insats med flera rökdykargrupper med uppgift att släcka branden. Problem uppstår dock genom att vattenförsörjningen fördröjdes eftersom vattenposternas placering var okänd. Ett annat problem i början av insatsen var att rökdykarna trodde att det endast brann i en sektion. När väl branden var lokaliserad sattes rökdykargrupper in från olika håll samt att taket vattenbegjöts. Branden tryckavlastades också via brandventilatorer som hade öppnats automatiskt. Vattenbrist och okunskap om brandens läge fördröjde insatsen och gjorde att branden inte kunde släckas förrän hela byggnaden var rökskadad. Det som brann i Västerås var en blandning av material, bl.a. brännbara vätskor, vilket gör ren vattensläckning olämplig. Bättre hade varit att blanda in skumvätska i vattnet. Man borde också identifierat risken för spridning av brand och brandgaser utanför de två sektionerna som brann och därmed borde en metod valts som motverkar spridningen.

Vid inledningsskedet i Trandaredsgatan brinner det på tre ställen, i personbilarna, inne i den brandutsatta lokalen samt i takfoten på den brandutsatta lokalen. Två av de intilliggande lokalerna var dessutom rökfyllda och det var stor risk att branden skulle sprida sig till dessa lokaler. Det brann alltför intensivt i den brandutsatta byggnaden för att kunna bekämpa branden där. Den taktiska planen blev därför att stoppa brand- och brandgasspridning till sidoutrymmena med hjälp av övertrycksventilering och kylning av brandgaser med skärsläckare. Taktiken med att stoppa spridningen av brandgaser till intilliggande lokaler lyckades och den offensiva delen av insatsen inriktade sig på att dämpa strålningsintensitetet från branden i taket som var mycket intensiv. Hela taket över brandutsatt lokal brann upp men man lyckades hålla nere strålningsintensitet genom olika metoder så att branden inte spred sig till intilliggande tak. Insatsen höll på i över 1,5 dygn och ca 100 personer från tolv olika brandstationer arbetade under insatsen. Vid den här typen av objekt finns det ofta brandgasventilatorer. Styrning av dessa måste man ta hänsyn till vid beslut om exempelvis övertrycksättning.

I båda fallen hade en insatsplan eller åtminstone orienteringsritningar underlättat och gjort att insatsen kommit igång snabbare.

### 4.2.4 Alternativ metod

En alternativ metod som hade kunnat användas i Västerås är trycksättning av angränsande lokaler för att förhindra brandgasspridning. Samtidigt hade en första insats med vattendimma mot de brandutsatta lokalerna kunnat kyla brandgaserna och skapat ett undertryck vilket ytterligare hade minskat risken för brandgasspridning. Eftersom lokalerna var så pass stora hade det dock krävts stor kastlängd och flera angreppspunkter för att uppnå tillräcklig kyleffekt, se Bilaga 11. En uthållig insats med skärsläckare från flera håll hade sänkt temperaturen och minskat de giftiga brandgaserna så att rökdykare senare kunnat göra en invändig släckinsats utan att utsättas för alltför mycket giftiga brandgaser.

Vid branden på Trandaredsgatan använde man sig just av övertrycksventilering för att förhindra brandgaserna från att sprida sig från den brandutsatta lokalen till angränsande lokaler. Trots lokalernas storlek fungerade detta bra. Har trycket väl byggts upp så spelar inte lokalens storlek någon roll utan det som spelar roll är om byggnaden inte är tillräckligt tät, se Bilaga 10.

Lärdomar från Trandaredsbranden är också hur viktigt det är att vara medveten om hur olika metoder påverkar varandra och välja de metoder som kompletterar varandra. Nedan följer ett utdrag från analysen av branden från Bilaga 5.

Insatsen visar att olika metoder har olika egenskaper som kan nyttjas. Är det en stor samling av heta brandgaser, som i lokal E, måste en metod som kan nå långt in och kyla brandgaserna snabbt användas. Små droppar kylar brandgaser mer effektivt än större droppar. Dessutom följer små droppar lättare luftströmmen istället för att falla till golvet vilket betyder att dropparna har längre tid på sig att förångas än större droppar [Bilaga 11]. Problemet med små droppar är dock kastlängden, men då är skärsläckare ett alternativ eftersom strålen bryts upp först efter fem till sju meter vilket ger en kastlängd på upp till 15 meter [Bilaga 11]. Skärsläckare visade sig också vara en bra metod och brandgaserna försvann på under en timma. På vissa andra ställen ville man hellre kyla ner heta brandytor och där var det mer effektivt att använda dimstrålrör som ger större droppar. Detta eftersom det i experiment visat sig att små droppar inte väter ytor lika bra som större droppar [Bilaga 11]. Ytterligare en metod som användes var övertrycksventilering för att hindra spridning av brandgaser till intilliggande lokaler och en viktig lärdom är att det går att trycksätta stora lokaler. Det är också fullt tillräckligt med en fläkt för varje stor lokal, förutsatt att lokalen är relativt tät, se också Bilaga 10.

Insatsen visar också på att det är viktigt att vara medveten om hur olika metoder påverkar varandra. Till exempel att övertrycksfläktarnas verkan var att trycksätta intilliggande lokaler och få värmen att gå ut via taket, men när vattenkanon användes så tryckte den ner värmen så att fläktarnas effekt försämrades. Ett annat exempel på att man måste vara medveten om hur vald metod kan få påföljder är skumanvändning som kan ha medfört stora konsekvenser för miljön.

### 4.3 Sammanbyggda lägre hus

En skola och ett radhus har analyserats i denna kategori och utförlig beskrivning av bränderna finns i Bilaga 6 och 7. Gemensamt för båda bränderna var svårigheten med att identifiera hur och var branden spred sig. I [Figur 5](#) visas ett exempel från en icke analyserad radhusbrand.



**Figur 5.** Exempel på brand i en radhuslänga i Trosa. Bild: Rådningstjänsten i Nyköping.

#### 4.3.1 Förutsättningar innan antändning

Skolan bestod av fem kringbyggda och sammanbyggda atrier med en oinredd vind. Vinden var sektionerad i delar om 300 – 450 m<sup>2</sup> och brandcellerna på bottenvåningen var sektionerade i mindre sektioner. Takfoten var ihålig och stack ut långt utanför byggnaden vilket gjorde den idealisk för brandspridning. Radhuslängan bestod av sju stycken tvåvåningslägenheter och bredvid fanns ett garage. Avståndet mellan garaget och radhuset var endast tre meter men radhuslängan var brandteknisk avskild med hjälp av en tegelmur förutom en utstickande del vid ett fönster och en altan med träpanel som antagligen inte varit där då byggnaden uppfördes. Taket på radhuslängan var plåttak med en smal luftspalt till innertaket utan någon brandavskiljande konstruktion mellan lägenheterna.

#### 4.3.2 Antändning/upptäckt

Branden i skolan startade på grund av en fyrverkeripjäs som antände brännbart material lagrat i ett växthus. Branden spred sig sedan via takfoten till vinden. Den upptäcktes först av förbipasserande och sedan detekterade det automatiska brandlarmet. När räddningstjänsten kom på plats brann det kraftigt i växthus och takfot. Radhusbranden startade i intilliggande garage och spred sig till radhuset via taknock och altan. Boende larmade räddningstjänsten när de väcktes av att det smellde från garaget. När räddningstjänsten kom på plats brann det kraftigt i garaget och branden hade börjat sprida sig till radhuset.

#### 4.3.3 Brandförlopp och släckinsats

På skolan var den inledande delen av insatsen effektiv då räddningstjänsten snabbt blev visad till rätt plats, men branden hann sprida sig upp till vinden ändå. När den väl spridit sig dit så var det under långa tider som räddningstjänsten inte visste var branden fanns. Ytterligare problem under insatsen var att man inte hade kunskap om hur man tog sig upp på vinden och hur den var sektionerad. Vattenförsörjningen var också ett problem eftersom brandposter och slangsystem frös sönder. Flera metoder användes, till exempel håltagning, tvärsnittsventilation och dimspik. Skärsläckaren kunde inte användas för utvändig insats på grund av det kalla vädret. Tillslut revs en del av byggnaden med hjälp av frontlastare och de sista glödbänderna släcktes genom invändig insats.

Den första åtgärden som görs när räddningstjänsten kommer fram till radhusbranden var att försöka stoppa spridningen från garaget till radhuset. Problemet var att spridningen skedde via altanen som låg på baksidan av radhuset och räddningstjänsten kom inte åt den sidan. När väl branden spridit sig till radhuset så fortsatte den sprida sig via inner- och ytterväggar, mellanbjälklag och tak. Brandmännen bekämpade branden utifrån genom frånluftöppningar i taket och dimspik. Inifrån bekämpade brandmännen branden med hjälp av skärsläckare som punkterade bjälklagen samt håltagning och friläggning. En begränsningslinje som bestod av dimspikar och ett 60 – 70 cm brett hål över hela taket och baksidan av huset stoppade tillslut branden vid tredje lägenheten.

#### 4.3.4 Alternativ metod

I båda fallen visste man inte brandens omfattning och spridning. Därför hade IR-kameran underlättat för att hitta branden och förstå hur den spred sig. Det fanns också viss tvekan om hur byggnaderna var konstruerade vilket försvårade valet av metod och taktik. För skolans del hade en bättre bild över hur branden spred sig bidragit till att man kunnat trycksätta intilliggande sektioner och därmed minskat röksskadorna. Geometrin på de olika vindsektionerna hade



varit mycket lämpliga för en skärsläckarinsats. En skärsläckare hade gett mindre vattenskador än vad dimspikarna gav. Skärsläckaren är dock på grund av sina små dimensioner på hål och slangar mer känslig för stark kyla.

I radhuslängan spred sig branden via ytter- och innerväggar och det fanns inga naturliga brandtekniska avskiljningar. Skärsläckaren användes under insatsen men hade haft större effekt om den skjutits in från sidan så att den får lång kastlängd och möjlighet att bryta upp strålen till vattendimma. Beslutet om var begränsningslinjen skulle gå var ett bra beslut eftersom begränsningslinjen hann byggas upp innan branden hann ikapp. Dimspikar är bra att använda vid upprättande av begränsningslinje och vid denna insats var det mycket tack vare dimspikarna som branden stoppades. Risken för vattenskador är dock stor vid användning av dimspikar och det är bättre att låta dimspiken pulsera i korta intervall. Det krävs kännedom om storlek på brand och lokal för att kunna avgöra hur långa pulserna ska vara. Genom att arbeta i pulser så genereras vattenånga och vattendimma vilket sprider släckeeffekten bättre inne i dolda konstruktioner. För mycket vatten lokalt sänker temperaturen i närområdet för snabbt vilket leder till att förångning- och släckprocessen avstannar och förhindrar spridning av släckeeffekten i den dolda konstruktionen. Det vill säga branden kan fortsätta att sprida sig utanför dimspikens träffområde.

#### 4.4 Övriga

I kategorin övriga har ett bibliotek och en paketerings- och distributionscentral (Steglinge) analyserats och utförlig beskrivning av bränderna finns i Bilaga 8 och 9. Gemensam nämnare är att båda var anlagda och hade mycket stor brandbelastning vilket resulterade i häftiga brandförlopp.

##### 4.4.1 Förutsättningar innan antändning

Biblioteksbyggnaden innehöll ett stort arkiv i källaren, en öppen bibliotekshall med suterrängvåning på över 3000 m<sup>2</sup> samt kontorsbyggnader och en övre bibliotekshall. Brandbelastningen var exceptionellt hög på grund av dels alla inventarier och dels ytskiktet på väggar och tak som bl.a. bestod av tretexskivor. Räddningstjänsten borde ha riktat föreläggande mot denna brandbelastning eftersom de vid ett flertal tillfällen varit på platsen och känt till byggnaden då den hade en hotbild mot sig och flera incidenter hade hänt innan branden bl.a. anlagda bränder som släcktes.

Steglinge gård bestod av flera stora lagerlokaler och utanför lagerlokalerna fanns det trälådor staplade på varandra. Trälådorna stod nära byggnaderna och mellan de olika högarna var det endast ca 6 m vilket medförde att branden kunde sprida sig.

##### 4.4.2 Antändning/upptäckt

Branden i biblioteket började i ett av kontorsrummen och detekterades snabbt av brandlarmet. Personalen gjorde en första insats som ej lyckades på grund av att de använde sig av fel brandpost vars räckvidd inte sträckte sig till kontoret. Dessutom lämnades kontorsdörren öppen och branden spreds till hallen som på grund av den höga brandbelastningen övertändes inom en halvtimme. Mycket folk befann sig i lokalerna men alla hade utrymt innan räddningstjänsten anlände.

På Steglinge gård upptäcktes brandhärden på tre olika ställen av personalen. Räddningstjänst larmades och var på plats drygt 10 minuter senare. Initialt hade personalen kunnat forsla bort de trälådor som låg närmast den första brandhärden vilket hade minskat risken för spridning.

#### 4.4.3 Brandförlopp och släckinsats

När räddningstjänsten kommer på plats till biblioteksbranden går en rökdykar-grupp in med en smalslang och försöker släcka branden som nu börjat sprida sig till hallen utanför kontoret. Detta misslyckades av flera anledningar. Dels var bibliotekshallen för stor för att ett enda strålrör skulle täcka hela ytan och dels var det framför allt de tvärställda brädorna i bibliotekshallens innertak som brann. Brädorna förhindrade antagligen att vattendropparna nådde brandgaserna som fanns mellan brädorna och betongtaket. Vattnet träffade heller inte baksidan av brädorna där det brann och därför hade rökdykarna ingen möjlighet att kyla brandgaserna och förhindra övertändning. Efter övertändning tog det bara 30 minuter innan taket rasade in och då begränsades branden.

Vid räddningstjänstens ankomst till Steglinge gård brann det kraftigt i ena högen av trälådor och eftersom lokalen närmast var fylld med gödningsmedel bedömdes den branden som mest kritisk att släcka. Branden spred sig dock till den andra högen med trälådor och därefter ytterligare en byggnad. Den byggnaden var isolerad med någon slags cellplast som gjorde att när den antände så gick brandförloppet mycket snabbt. Brandposterna på gården var ur funktion så släckvatten var hela tiden en begränsande faktor.

#### 4.4.4 Alternativ metod

Den höga brandbelastning och det intensiva brandförloppet i de båda bränderna gjorde att räddningstjänsten när de kom på plats snabbt hade behövt bryta skadeutvecklingen. Flera olika metoder i kombination med varandra hade kunnat bromsa förloppet och skapa en miljö som gjort det möjligt att släcka branden. Nedan finns urklipp från bilaga 8 respektive 9.

Biblioteksbranden, Bilaga 8: Då räddningstjänsten anlände hade branden spridit sig till taket utanför det primära brandrummet. Effektutvecklingen uppskattas då ha varit 5-10 MW. För att fördröja brandspridning skulle brandgaserna kunna kylas med en insats med vattendimma. Avstånden utifrån från taket på markplanet till det primära brandrummets dörr är ca 14 m. På baksidan av byggnaden kan man dessutom nå brandrummet utifrån från taket på markplanet. Den bästa möjlighet, med tanke på kastlängd, kylförmåga, vattenskadorna och tryckminskning (Bilaga 11) hade varit en kraftfull insats med 2-3 skärsläckare utifrån riktade mot både det initiala brandrummet och taket i den övre hallen. Då fasaden i hallen och det primära brandrummet hade fönster skulle insatsen snabbt kunnat komma igång och dess verkan bedömas. Med denna åtgärd hade brandspridningen möjligen stoppats och underlättat för en påföljande konventionell släckinsats med strålrör.

I Bilaga 9 (Steglinge gård) diskuteras följande fyra alternativ som var för sig eller som kombination hade kunnat släcka branden.

Den valda metoden att angripa trälådorna vid byggnad A med ett konventionellt lågtryckssystem lyckades tyvärr inte. För att få en ökad effekt av den valda insatsen hade olika tillsatsmedel till släckvattnet kunnat användas. Önskat mål med användandet av tillsatsmedel är att uppnå en effektivare släckning samt minska risken för återantändning. Med tillsatsmedel avses även premix av A-skum. På grund av den höga strålningsvärmens hade tungskum varit ett bra alternativ eftersom den ger lång kastlängd.

Det finns ett flertal system med huvudfunktion att skapa en dimridå av vatten för att minska strålningsintensiteten mot angränsande objekt. Exempel på dessa system är ridåmunstycke, vattenkanon med tallriksmunstycke, backupstrålrör med tallriksmunstycke och slangar som innehåller ett antal munstycken direkt monterade på brandslangens. Målet med att använda dessa system är att vatten-

ridån skall absorbera strålningen från branden så att angränsande objekt ej skall självantända. Dessa system har generellt hög vattenförbrukning, ofta över 1000 l/min vilket inte fanns att tillgå vid den faktiska insatsen på grund av bristerna i brandpostnätet.

Tidigt bortforslande av trälådor hade kunnat ge stor effekt på både brandens omfattning samt minskad spridningsrisk. Initialt hade personal på gården kunnat påbörja denna åtgärd för att inte branden skulle växa till den omfattning som var då räddningstjänsten kom till platsen.

För att förhindra att trälådorna antände utanför byggnad B kunde man tidigt i insatsen kylt dem med vatten. Troligtvis hade det gett en ännu högre effekt om tillsatsmedel, tryckskumsystem typ CAFs eller traditionellt tungskum hade använts. Genom att använda tillsatsmedel eller skum kan mängden vatten som används minimeras då detta var en begränsning vid insatsen. Viktigt är dock att beakta miljöeffekterna av tillsatsmedel innan det används vid en insats.

## 4.5 Lärdomar

Nedan sammanfattas i punktform de lärdomar som kan dras från de analyserade objekten.

### Förebyggande arbete

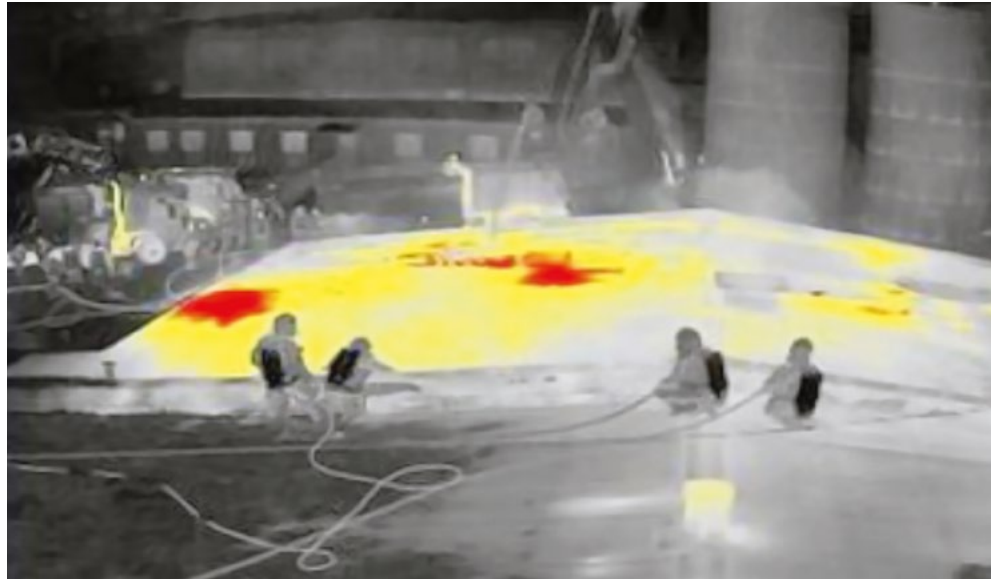
- I flera av fallen hade ett detektionssystem kunnat ge en tidigare upptäckt och således ett snabbare ingripande.
- Det byggnadstekniska brandskyddet var i flera fall bristfälligt och hade en avgörande betydelse för att skadan blev så omfattande. I flera av fallen hade också det byggnadstekniska brandskyddet försämrats under årets lopp på grund av tillbyggnad, nya ytskikt, försämrade brandväggar etc.
- Det organisatoriska brandskyddet hade också i flera fall kunnat förhindra att branden blev så omfattande. Till exempel placering av brännbart material, underhåll av brandposter, upprättande av orienteringsritning och kunskap om hur man bör agera vid brand.

### Riskbedömning

- Att vindsbränder i stora nästan slutna utrymmen kräver tillgång till annan släckutrustning än för vanliga lägenhetsbränder.
- Att i inledningsskedet ha god information om hur byggnaden är brandtekniskt sektionerad och dess brandbelastning. Men det går inte att förutsätta att brandsektioneringen är korrekt utförd utan att den valideras innan val av släckmetod tas.
- Att i inledningsskedet skaffa sig god information om hur långt branden spridit sig och hur den fortsatte spridningen kan tänkas ske.
- Att vara beredd på att snabbt ändra taktik och metod vid behov.
- Att noga undersöka spridning via tekniska installationer, t.ex. ventilationsystem och imkanal.
- Att inte bara se branden utan också se de kringproblem som branden skapar.
- Att vara medveten om hur olika metoder påverkar varandra och att välja de metoder som kompletterar varandra.

#### Alternativ till räddningstjänstens val av insatsmetodik

- Trycksättning av angränsande utrymmen minskar risken för brandspridning och kan hjälpa till med att säkra utrymningsvägar.
- För att uppnå en effektivare släckning samt minska risken för återantändning hade tillsatsmedel till släckvattnet kunna använts. Det är dock viktigt att ta hänsyn till den miljöpåverkan som tillsatsmedel kan ha innan den tillsätts i släckvattnet.
- Vanliga dimstrålrör har svårt att snabbt kyla brandgaser på längre avstånd och andelen vatten som förångas i brandgaserna är avsevärt mindre än för system med vattendimma.
- En insats med skärsläckare hade i flera av de analyserade bränderna varit effektiv då den snabbt kunnat sänka brandgastemperaturen och fördröja brandförloppet. För störst effekt behöver skärsläckaren ha möjlighet till lång kastlängd så att strålen hinner bryta upp innan den träffar någon konstruktion.
- Skärsläckare fungerar bra även i större lokaler, men vattnet behöver påföras under längre intervaller och det tar längre tid innan det går att se effekten av insatsen.
- Med hjälp av en vattenkon skapas omrörning och turbulens vilket ökar släckeffekten på distans. Skärsläckaren är ett exempel på en metod som kan skapa denna effekt.
- Det är viktigt att inte upprätta en begränsningslinje för nära branden utan att läsa in hur snabbt branden sprider sig och jämföra den med tiden det tar att upprätta begränsningslinjen.
- Dimspikar är bra att använda vid upprättande av begränsningslinje. Risken för vattenskador är dock stor vid användning av dimspikar och det är bättre att låta dimspiken arbeta i korta intervaller.
- Avsaknad av gemensam rättvisande lägesbild har inneburit att åtgärder vidtagits utan att man egentligen haft kontroll över effekt/verkan.
- IR-teknik är ett bra hjälpmedel för att skapa en korrekt lägesbild.
- Dokumenterade värmebilder från en insats är bra att använda vid utvärderingen av en insats. Bilderna kan visa hur branddynamiken förändras under insatsen och vilken effekt olika metoder haft, se exempel på IR-bild i [Figur 6](#).



**Figur 6.** IR-bild som visar tydligt brandens placering i relation till räddningstjänstpersonalens position.  
Bild: Krister Palmkvist, SÄRF.

**Slutsatser**

## 5. Slutsatser

I de räddningstaktiska grunderna [44] ingår; ”1. Räddning av liv går före räddning av egendom. 2. Angrepp fordrar större krafter än skydd. 3. Begränsa först – släck sedan. 4. Ju tidigare insats desto bättre resultat.” I fall där det kan finnas människor kvar fördröjs därför släckinsatsen ofta eftersom den inte är prioriterad i början. Alla åtgärder som sedan genomförs vid en insats ska syfta till att snabbt släcka branden. Branden är ett problem som måste lösas men den behöver inte vara det största problemet utan den kan ha skapat många sekundära problem. Många av de alternativa metoder som nämns i rapporten handlar om att först stänga in branden för att möjliggöra släckning senare i insatsen.

### 5.1 Agera istället för att reagera

I inledningskedet vid en insats gäller det att komma ifatt branden så att man kan börja agera istället för att reagera. I flera av insatserna har räddningspersonalen aldrig kommit ifatt olyckan utan endast kunnat reagera på brandens utveckling. Till exempel i Potatisåkern (Bilaga 2) där man hela tiden fick jaga branden utan resultat. Ibland kan det vara bättre att inte attackera branden direkt utan arbeta mer defensivt och på så sätt komma ikapp olyckan. Kanske måste branden dämpas innan det går att släcka den som i exempelvis Vindelgatan (Bilaga 3), där man genom att snabbt kyla brandgaserna och bromsa brandförloppet kunde börja agera istället för att reagera. I många bränder är förloppen ventilationskontrollerade. I de fallen kommer brandförloppet att förvärras om ventilationsöppningar skapas, medvetet eller omedvetet.

Snabba beslut är viktigt för att kunna hejda brandförloppet och därmed köpa sig tid, men det är lika viktigt att under insatsen ha en korrekt och snabb kommunikation mellan befäl och brandmän för att kunna avgöra om insatt metod fått avsedd effekt. Genom att kontrollera vilken effekt som vald metod har på branden går det att ligga steget före och snabbt kunna ändra arbetssättet för att optimera släckeffekten. Viktigt att tänka på är dock att vid stora volymer måste man vara uthållig eftersom det kan ta tid innan det går att avgöra om metoden gett effekt eller inte. Till exempel vid Trandaredsgatan (Bilaga 5), där det tog nästan en timma innan rökgaslagret hade försvunnit från sidoutrymmena.

### 5.2 Val av alternativ metod

Olika metoder är bra att använda vid olika situationer och ofta måste man kombinera olika metoder. Utifrån de analyserade bränderna så kan följande slutsatser dras när en viss alternativ metod kan användas:

#### 5.2.1 Vattendimma

I flera av de analyserade fallen så var branden mycket omfattande när räddningstjänsten kom på plats. Stora volymer fyllda med brandgaser gjorde att invändig släckning inte var ett alternativ på grund av riskerna för personalen. Det behövdes alltså ett system med huvudsyfte att kyla och inertera brandgaserna på stora avstånd i både höjd och sidled.

En släckmetod, vattendimma, skulle snabbt kunna kyla brandgaserna och alstra ett kraftigt undertryck och därmed minska och fördröja brandspridning. Olika system alstrar olika stora vattendroppar och droppens storlek har stor påverkan

på förångningshastighet, fallhastighet, uppbromsning samt kastlängd. Små droppar kyler brandgaser mer effektivt än större droppar vilket minskar risken för vattenskador. Dessutom följer små droppar lättare luftströmmen istället för att falla till golvet vilket betyder att dropparna har längre tid på sig att förångas än större droppar. Problemet med små droppar är dock kastlängden som kan bli mycket kort.

Ett system som förmår producera små vattendroppar med lång räckvidd är skärsläckaren (COBRA), se exempel i [Figur 7](#). Detta system ger dessutom, på grund av det höga initialtrycket, mest omröringseffekt (en fläkt på 10-15 m<sup>3</sup>/s per påförd liter vatten per sekund) då vattendropparna bromsas upp av friktion mot luft och brandgaser. Möjligheten att med skärsläckaren snabbt ta sig igenom olika konstruktioner medför dessutom en snabbare insats.

Det första tecknet på att vattendimma har effekt på branden är att brandgaser slutar läcka ut på grund av den trycksänkning som förångningen i brandgaserna medför ([Figur B 31](#) i [Bilaga 11](#)). När gasmassans temperatur sjunker mer än vad pyrolysen kan upprätthålla följer nästa fas. Vattendimman når fram till heta pyrolyserande ytor, och därefter stiger produktionen av ånga/vattendimma en gasblandning som medför blockering av syretransporten in i brandrummet. Blandningen av vattendimma och kondenserad ånga expanderar i brandrummet vilket medför att tidigare process där brandgasen från startbrand trängt in vertikalt och horisontellt till sidoutrymmen nu följs av vattenånga och vattendimma (vit rök) till dessa sidoutrymmen. Den släcke effekt som uppnås i startbrandrummet kommer även att påverka sidoutrymmet på ett positivt sätt släckmässigt. Hela den process som uppstår när vattendimman tränger in i brandrummet sänker syrenivån (inertering) och därigenom försvårar lågande brands fortlevnad i startbrandrum och sidoutrymmen.



**Figur 7.** Skärsläckare används mot en takbrand. Den lyckas dämpa förloppet kraftigt en kort stund efter att bilden är tagen.



Optimalt förhållande för att få en bra och snabb effekt av en skärsläckarinsats är ett inte alltför stort oventilerat utrymme, gärna avlångt, med höga temperaturer (exempel Vindelgatan, Bilaga 3). Då rumsytorna och volymerna i brandrummen är stora finns behov av insats med flera skärsläckare från olika håll. Vid lägre temperatur blir det ett mer utdraget förlopp på grund av att förångningen inte sker lika snabbt och inerteringen genom sänkt partialtryck av syre inte är lika markant. Vid större volymer är det viktigt att arbeta med skärsläckaren under längre intervaller och under längre tid innan effekt kan mätas.

Skärsläckaren behöver också ett avlångt utrymme utan hinder för bästa släckeffekt eftersom strålen bryter upp till vattendimma först efter ca fem meter. På vindar är det säkraste alternativet att gå in via gaveln för att skärsläckaren ska kunna uppnå full effekt utan att stöta på hinder. Genom att variera tekniken (ändra vinklar, rotera med mera) går det att öka effekten även på korta avstånd. Problemet med skärsläckaren är att vattnet i skärsläckaren vid kraftig kyla lättare kan frysa till is än för konventionella system.

Se också Bilaga 11 där man mer i detalj kan läsa om skärsläckarens egenskaper.

### 5.2.2 Dimspik

Dimspikar kan vara en bra metod att använda vid upprättande av begränsningslinje och har ofta bra effekt i det korta närområdet. Men problemet med dimspik är att man efter monteringen sätter på dem och låter dem vara på vilket kan medföra omfattande vattenskador. Alternativet är att istället påföra vattnet i korta intervall. Vattnet hjälper då till att inertera hålrum och på så sätt går det att öka släckeffekten med mindre vattenåtgång. Se bilaga 6 och 7 för exempel där dimspik använts vid en insats.

### 5.2.3 Övertryckssättning

En metod som är bra att använda för att minska risken för brandgaser är att med hjälp av fläkt ventilerar ut brandgaserna och sedan trycksätta utrymmet. I branden på Trandaredsgatan (Bilaga 5) användes övertryckssättning för att hindra spridning av brandgaser till intilliggande lokaler och en viktig lärdom är att det går att trycksätta stora lokaler. Det är också fullt tillräckligt med en fläkt för varje stor lokal, förutsatt att lokalen är relativt tät. Läs vidare om trycksättning i Bilaga 10.

### 5.2.4 IR-teknik

IR-teknik är ett bra hjälpmedel för insatsledningen. Till exempel går det att utöver visuella observationer av flammor, läckage av brandgaser etc., att använda sig av IR-teknik för att avgöra var det brinner och hur långt branden spridit sig. Under insats kan man med hjälp av IR-tekniken utvärdera effekten av olika metoder så att man snabbt kan ändra metod om inte effekt uppnås. Andra sätt IR-tekniken kan hjälpa till med är att hitta i ett brandgasfyllt rum och i efter-släckningsskedet. Det är dock mycket viktigt att veta teknikens förutsättningar och begränsningar. Det krävs t.ex. en högre prestanda och upplösning på kameran om den ska användas på längre avstånd. Vissa modeller fungerar bra när kameran bara ska användas inomhus och kunna scanna kortare avstånd men har då inte tillräckligt bra upplösning för att få en rättvis bild när byggnaden scannas utifrån. Nyligen har en rapport om hur IR-teknik kan användas av räddningstjänstens publicerats [43].

### 5.2.5 Tillsatsmedel

I vissa av de analyserade fallen hade tillsatsmedel kunnat effektivisera släckningen av branden. Denna rapport har dock inte analyserat olika tillsatser till släckvatten för att utvärdera varje ämnes hälsorisk för räddningstjänstpersonal och allmänhet och skada på miljö.

### 5.2.6 Aerosol släckgranat

En aerosol släckgranat är en cylinderformad behållare fylld med ett ämne som vid aktivering bildar en pyroteknisk genererad aerosol. Behållaren har en utlösningssfunktion som utlöser aerosolen sex till åtta sekunder efter att sprinten dragits ur. Sen introduktionen för två – tre år sedan (2011 – 2012) har efterfrågan och användandet av aerosolgranater ökat kraftigt. Olika serviceorgan, t.ex. nattpatruller, väktare, poliser med flera är grupper som idag är utrustade med dessa släckgranater. Flera räddningstjänster har sett nyttan med att använda det som en första åtgärd för att bromsa brandförloppet. Granaten är i första hand framtagen för en första insats i slutna brinnande utrymmen. Inom några minuter kyler och släcker granaten branden i mindre utrymmen (20 – 30 m<sup>3</sup>). Beroende på brandens storlek krävs olika omfattning av eftersläckning. Oftast räcker det dock med en mindre eftersläckning, vilket reducerar skadorna på egendom och minskar saneringsbehovet.

## 5.3 Kombination av olika metoder

Det är inte bara kunskap om hur olika metoder fungerar utan man måste kunna läsa av branddynamiken och förstå hur olika metodval eller en kombination av olika metoder samspelar med varandra. Vid de två bränder (Bilaga 3 och 5) där man lyckades begränsa skadorna till primärbrandrummet användes en kombination av olika metoder. I de fallen var metoderna vattendimma kombinerat med övertrycksventilation av angränsande brandceller i kombination med IR-teknik. IR-tekniken användes som övervakning av brandens potentiella utveckling och som stöd när beslut skulle tas om vilken släckmetod som skulle användas. Branden i Bilaga 5 visar också på hur olika metodval kan motverka varandra så att effekten av den ena metoden tar ut effekten av den andra metoden. Till exempel så minskade användning av vattenkanoner mot taket effekten av övertrycksventilering i intilliggande lokaler. Att taktiskt använda en kombination av olika metoder som ska samspela med varandra kräver en bra ledningsstruktur och förmåga till snabba förändringar. Om någon av metoderna går fel kan hela taktiken lätt haverera.

## 5.4 Förebyggande

Att analysera det förebyggande arbetet har inte varit syfte med rapporten men i flera av de analyserade bränderna hade ett förebyggande arbete kunnat minska skadorna drastiskt. Ett detektionssystem förkortar tid till insats avsevärt och hade kunnat förhindra omfattande skador på byggnaden. Brandavskiljande konstruktioner var i flera av fallen dåligt utförda eller ej existerande. I de flesta fall är det vid en brandavskiljande konstruktion som räddningstjänsten har möjlighet att stoppa en brand. Ovanligt hög brandbelastning i förhållande till brandskyddet avgjorde också skadeutfallet i flera av fallen. Till sist kan nämnas att ett bra organisatoriskt brandsarbete hade kunna ha en avgörande inverkan på hur omfattande branden blev.



# Referenser

## 6. Referenser

- [1] Särdaqvist, S., Djupanalys av tre storbränder, LUTVDG/TVBB 3096-SE, 1998.
- [2] AFS 2007:7 Rök- och kemdykning. Arbetsmiljöverkets föreskrifter om rök- och kemdykning samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna (Ändringar införda t.o.m. den 25 mars 2014).
- [3] <http://www.svenskforsakring.se/Huvudmeny/Press-old/Undersidor/Pressmeddelanden/Kategorier/2014/Kostnader-for-brander-okar-markant/>
- [4] [http://ki.se/sites/default/files/brandman\\_och\\_cancer\\_carolina\\_bigert.pdf](http://ki.se/sites/default/files/brandman_och_cancer_carolina_bigert.pdf)
- [5] Övertrycksventilation - Förstudie över brandventilation med mobila fläktar, FoU Rapport P21-092/94, Räddningsverket 1994.
- [6] Bengtsson, L., Karlsson, B., Särdaqvist, S., Brandventilation i teori och praktik, R53-146/96, Rapport Räddningstjänstavdelningen, Räddningsverket 1996.
- [7] Svensson, S., Försök med spränggram samt övertrycksventilation, Rapport Räddningstjänstavdelningen R53-132/96, Räddningsverket 1996.
- [8] Svensson, S., Försök med brandgasventilation i en liten lägenhet, Rapport Räddningstjänstavdelningen R53-159/96, Räddningsverket 1996.
- [9] Carlson, D., Räddningsverkets anläggning för försök, utbildning/övning och forskning i het miljö, FoU Rapport P21-203/97, Räddningsverket 1997.
- [10] Ingason, H., Fallberg, R., Palmkvist, K., Gustavsson, S., Brandförsök med offensiv släckning kombinerat med övertryckningsventilering - Erfarenheter och mätresultat från försök i Svaneholm 5-6 nov 1997, SP AR 1998:08, Brandteknik, Borås 1998.
- [11] Ingason, H., Fallberg, R., Övertrycksventilation i medelstora lokaler, försök med mobila fläktar, SP Rapport 1998:41.
- [12] Fallberg, R., Ingason, H., Erfarenheter med övertrycksventilation, FoU Rapport P21 331/00, Räddningsverket 2000.
- [13] Ingason, H., Fallberg, R., Övertrycksventilation i medelstora lokaler – försök med rökdykare, FoU Rapport P21-397/02, Räddningsverket 2002.
- [14] Ingason, H., Fallberg, R., Positive Pressure Ventilation in Medium-Sized Premises, Fire Technology, v 38, 2002, pp. 213 – 230.
- [15] Skärsläckaren – tillkomst och utveckling, FoU Rapport P21-352/00 – Räddningsverket, Karlstad 2000.
- [16] Cutting extinguisher: concept and development, FoU Rapport PUBP21- 362 – Räddningsverket, Karlstad.
- [17] Andersson, B, Håltagning med vätskeskärning – Förstudie, R53 – 2239/96 – Räddningsverket, Karlstad 1996.
- [18] SÄRF och SP, Skärsläckarkonceptets operativa användande. MSB 0167-10, 2010.
- [19] Ingason, H., Fallberg, R., Palmkvist, K., Edholm, U., Övertrycksventilation kombinerad med skärsläckare, SP Rapport 2012:63. 2012.
- [20] Bergh, U., Danielsson, U., Bern, M., Rökdykning – Studier av Människa och Miljö – Metod och teknik, FoU Rapport P21-249/98, Räddningsverket 1998.
- [21] Gavhed, D., et al, Brandmännens fysiska förmåga – Delrapport 1 – Typinsatser, FoU Rapport P21-379/01, Räddningsverket 2001.
- [22] Nyman, H., Lokalisering av nödställd rökdykare – Del 2, FoU Rapport P21-436/03, Räddningsverket 2003.

- [23] Andersson, L., Försök med IR-kamera vid rökdykning – Erfarenheter från försök och övningar, FoU Rapport P21-444/04, Räddningsverket 2004.
- [24] Melin, G., Nyström, S., Björnberg, F., Exempel på mål för den kommunala räddningstjänstens övningsverksamhet, FoU Rapport P21-301/99, Räddningsverket 1999.
- [25] Lundström, S., Svensson, S., Särndkvist, S., Släckförsök vid brand i stor lokal, FoU Rapport P21-328/00, Räddningsverket 2000.
- [26] Svensson, S., Cedergårdh, E., Mårtensson, O., Taktik, ledning, ledarskap, MSB 0015-09, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2009.
- [27] Mattson, M. och Eriksson, L., Taktikhandboken, Informationsbolaget, 2010.
- [28] Försth, M., Ochoterena, R., Lindström, J., Spray characterization of the cutting extinguisher, SP, Arbetsrapport 2012:14, 2012, Borås.
- [29] Lindström, J., Appel, G., Palmkvist, K., Bialas, K.O., Förmåga och begränsningar av förekommande släcksystem vid brand i byggnad – fokus på miljöarbete, MSB rapport MSB618, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2013.
- [30] Cutting Extinguishing Concept – practical and operational use – MSB report 2010 - EU Project FIREFIGHT II, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.
- [31] Bjerregaard, J., Olsson, D., Skärsläckaren – experimentella försök och beräkningar, LTH Brandteknik, <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=1767600&fileId=1769399>.
- [32] Carlsén, T., Winkler, H., Skärsläckaren som röjnings och släckverktyg för fartyg av kolfiberkomposit, LTH Brandteknik, <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=1767290&fileId=1769920>.
- [33] Larsson, M., och Westerlund, J., Högtrycksbrandsläckning – ett underlag för räddningstjänsten, LTH Brandteknik, <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=1320832&fileId=1320833>.
- [34] Lundgren, L., Håltagning för brandgasventilation i tak, Examensarbete 2008:03, Luleås Tekniska Universitet, <http://epubl.ltu.se/1402-1552/2008/033/LTU-DUPP-08033-SE.pdf>.
- [35] Bengtsson, L-G. Övertändning, backdraft och brandgasexplosion sett ur räddningstjänstens perspektiv, Lic Thesis, report 1019, Institutionen för Brandteknik, 1999.
- [36] Bengtsson, L-G., Inomhusbrand, U30-611/01, Räddningsverket, Karlstad, 2001.
- [37] Särndkvist, S., Demand for Extinguishing Media in Manual Fire Fighting, Doctoral Thesis, report 1021, Lund University, 2000.
- [38] Särndkvist, S., Vatten och andra släckmedel, Räddningsverket, 2006.
- [39] Svensson, S., The operational Problem of Fire Control, Doctoral Thesis, report 1025, Lund University, 2002.
- [40] Svensson, S., Brandgasventilation, U30-602/06, Räddningsverket, 2006.
- [41] Johansson, N., van Hees, P., En studie av vindsbränder utifrån statistik och brandutredningar, Report 3152. Brandteknik, LTH 2010.
- [42] Så brinner husen, materialet är tillgängligt via [www.rsgbg.se](http://www.rsgbg.se).
- [43] Gudmundsson, A., Studahl, P., IR-teknik som hjälpmedel vid brandbekämpning Report 5490, Lund 2015, Brandteknik, LTH.
- [44] Fredholm, L., Utveckling av räddningstaktik, Analyser och metodförslag, Försvarets Forskningsanstalt, FOA-rapport E 50006-5.3, 1990.



**BILAGA 1**  
**Umeå Ålidshem**  
**24-25/12 2008**



# BILAGA 1

## Umeå Ålidshem 24-25/12 2008

### B1.1 Objektbeskrivning

Tapani [1] beskriver byggnaden: "Byggnaden är uppförd i början av 70-talet. Byggnaden är en flerfamiljsbyggnad i fyra våningsplan med oinredd vindsplan. Byggnaden har nio trappuppgångar och är formad som ett U bestående av tre byggnadskroppar, se [Figur B 1](#). Två av byggnadskropparna har måtten 50x12 m och en kropp har måtten 60x12 m. Byggnaden har stomme av betong med lägenhetsavskiljande betongväggar." Vidare beskrivs att "Taket är ett motfallstak med taktäckning av takpapp på rote av trä och på vindsbjälklaget finns isolering i form av sågspån" Det var helt öppet via en spalt ca 0.1x5 m mellan vindarna till de tre huskropparna på knappt 2000 m<sup>2</sup>. Lundqvist [2] beskriver ytterväggarna: "I byggnaden på Geografigränd var utfackningsväggar utförda i brännbart material. Konstruktionen i dessa väggar bestod från insidan av gips, isolering och asfaboard med regler av trä. Mellan utfackningsväggen och fasadbeklädnaden i tegel fanns en luftspalt som passerade alla bjälklag. Det var via denna luftspalt, asfaboarden och träreglarna som branden spred sig nedåt i byggnaden."



U-format 4-våningshus, sammanbyggda c:a 4,5 m bl.a. osektonerat på vind.



Sågspånsisolering på vind.



Anslutning från lägenhetens fläkt uppåt till ventilationsrör.



Samlingslåda för ventilation. Rör täckta av sågspån.

**Figur B 1.** Byggnadens olika delar.

## B1.2 Incidenter före branden

Det fanns inte någon historia från detta område som utmärkte sig från flertalet miljonprogramsområden i Sverige. Den inledande branden utmärkte sig inte heller, mer än så till vida att en köksbrand som startade i olja har större starteffekt än många andra.

## B1.3 Branden

Branden kan delas in i två faser, med var sin räddningsinsats: En lägenhetsbrand beroende på antänd frityrolja på spis. Branden blev relativt liten med brandskador endast i köksskåp. Dock skedde vidare antändning av vindens sågspån via ventilationssystemet, vilket så småningom ledde till en totalskada av tre huskroppar. [Figur B 2](#) visar området en tid efter branden, där den hästskeformade byggnadens tidigare läge framgår tydligt. Efter branden föddes idén om att bygga 137 nya lägenheter och omvandla området till Norrlands största lågenergihusbygge [3]. Inflyttning startade under 2011.



Figur B 2. Flygfoto från Eniro.se från ca 2009 hämtat 2014-04-02.

Beskrivningen nedan av branden och släckinsatsen bygger på uppgifter i utrycknings-/insatsrapporter och dagboksanteckningar [4-8].

BRANDFÖRLOPP	RÄDDNINGSTJÄNSTINSATS
<b>16:xx</b> Kastrull med matolja antänds vid matlagning. Uppgång 2J, 3 vån.	
Brandvarnare börjar tjuta, misslyckat släckförsök av lägenhetsinnehavare, larmar 112.	<b>16:24</b> Larm kommer till brandförsvaret.
<b>16:33</b> Brand i fläkt och köksskåp ovanför fläkt. Brandgaslager på 1,5 m höjd.	<b>16:33</b> Räddningstjänsten på plats, snabb släckning.
<b>16:43</b> Temperaturen på synliga delar i köket faller 15-20 grader under den tid IR-mätningar pågår. Samtidigt uppstår en glödbrand i sågspån på vind.	<b>16:43</b> Rökfritt i lägenheten. Mätningar med IR-kamera.
	<b>17:50</b> Tillfälligt brandlarm monteras. Räddningsinsats avslutas.
	<b>00:45+1</b> Larm kommer till räddningstjänsten om lägenhetsbrand uppgång 2H.
<b>00:52+1</b> Kraftig brand på vinden ovanför 2J, 2H.	<b>00:52+1</b> Räddningstjänsten på plats.
<b>00:xx+1</b> Brandspridning till nästa hus.	<b>00:xx+1</b> höjdfordon reses mot vind.
<b>Ca 01:07+1</b> Brand på vind i sista huset.	<b>Ca 01:07+1</b> Beslut om evakuering.
<b>02:20+1</b> Brandspridning nedåt till hörnlägenheter.	<b>02:20+1</b> Oklart för RTJ hur konstruktionen ser ut.
<b>06:00+1</b> Branden kryper i ytterväggarna och sprider sig till fler lägenheter.	<b>06:00-09:00+1</b> Aktiv släckning av brand i luftspalt i fasad.
<b>09:00+1</b> Branden begränsad.	
<b>18:00+1</b> Vindsbranden under kontroll. Brandspridning ända ned till bottenvåning.	
	<b>09:30+2</b> Genomgång av byggnaden.
	<b>11:00+2</b> Räddningsinsats avslutas.

## B1.4 Analys

### Lägenhetsbranden

Den första fasen, köksbranden, kan beskrivas som mycket enkel, en i det närmaste rutinmässig insats. Rökdykarledaren kan i sin orientering gå upp i trapphuset och in i den olåsta lägenheten och göra en genomsökning. Rökdykarledaren släcker till och med själv köksbranden, allt enligt insatsrapporten [4]. En undersökning gjordes för att undersöka om brandspridning förelåg. Vatten spolades in i en ventilationskanal där förhöjda temperaturer observerats med IR-kamera.

### Brandspridning till vinden

De flammor som funnits i köksskåpet har sugits in av fläktsystemet, som varit igång enligt rapporten. Detta är skälet till förhöjda temperatur i kanalen. I en senare rapport [3] ges en klarsynt beskrivning. ”Det är rimligt att anta att mycket brandgaser har gått in i kanalen vid genomföringen i bjälklaget och att en stor del av förbränningen har skett där. Frisk luft till samlingslådan tillförs via kanaler från andra lägenheter och det kan antas att det bildas en brännbar blandning i

samlingslåda och kanal. Denna brandbild talar för att en mer noggrann kontroll av spridning via ventilationen borde ha genomförts. Detta skulle kunna ha skett genom att följa kanalen upp mot vinden”.

Om man studerar ventilationssystemets utformning i insatsrapportens bildbilaga [7] ser man att ventilationsröret gör två 90° böjar. Det innebär att man inte kan se längre in i kanalen med IR-kamera än till första böjen. Det innebär dessutom att vatten från ett vanligt dimstrålrör inte heller kommer särskilt mycket längre. Det kan vara så att just användandet av ny teknik i form av IR-kamera invagar i en falsk säkerhet.

Om glödbranden på vinden identifierats, skulle i stort sett samtliga tillgängliga system kunnat hantera den, inklusive skyffel och plåthink, men Hovrätten i övre Norrland konstaterar i sin dom 2013 att ”... möjligheter att förutse vindsbranden måste beskrivas som små, varför dess bedömning att inte undersöka vinden var rimlig”. Å ena sidan finns alltså ingen signal om att det faktiskt finns en brand att släcka. Å andra sidan hade samtliga tillgängliga släcksystem kunnat hantera den begynnande branden i sågspånet på vinden.

#### Vindsbranden

Den andra fasen handlar om att den första branden, där larm kom 16:24, antänd sågspån på vinden. Branden har vuxit under kvällen och nästa larm kom 00:45. Då brann det kraftigt från vinden i ena huskroppen. I rapporten beskrivs ”Det inledande beslutet var att få fram stegbilen för att påbörja släckning. Innan stegen var rest hade branden spridit sig till den intilliggande huskroppen och strax därefter brann även den sista huskroppen.” Man konstaterade att det var ett betongbjälklag och beslöt att låta taket brinna av. Man konstaterar också ”Detta beslut grundade sig delvis på att det inte fanns tillräckliga resurser för att genomföra en aktiv släckinsats mot vinden samtidigt som en aktiv släckinsats skulle ha medfört omfattande vattensador...” [2]. Samtidigt konstateras att man inte varit medveten om att vinden varit isolerad med sågspån.

Huskropparna var 50 alternativt 60 m långa och 12 m breda, vilket ger en total osekionerad vindsyta om 1920 m<sup>2</sup>. Enligt Byggregler från denna tid [9] ställs i kap 37:251 krav på sektionering av vind till högst 400 m<sup>2</sup> men med undantag om vinden inte kan utnyttjas för förvaring. En ytan större än 1200 m<sup>2</sup> skulle alltid sektioneras. I det aktuella fallet fanns en helt öppen spalt ca 0.1x5 m mellan vindarna till de tre huskropparna på knappt 2000 m<sup>2</sup>. I princip gäller samma krav i än idag. Storleken på vindarna var för sig är därmed rimlig, men det borde funnits brandvägg mellan varje byggnadskropp. Alternativet är att reflektera över orsaken till undantaget för vindar utan förvaring. Hade det med sannolikheten för antändning är det säkert rimligt, men om undantaget grundar sig på en bedömning av brandbelastning, borde kanske inte undantaget gälla om man har brännbar isolering i det aktuella faller ca en halv meter sågspån.

Av faktaunderlaget framgår att det är osäkert hur stor branden är 00:45 och hur snabbt den utvecklar sig ytterligare. Då är frågan om det finns alternativ mot en kraftigt underventilerad vindsbrand om 600 m<sup>2</sup> eller till och med 1920 m<sup>2</sup>.

#### Brandspridning i yttervägg

Ytterligare en komplikation är att branden spred sig ner i ytterväggen. Här kan konstateras att tidsfaktorn inte var lika avgörande.

Eftersom brandsektionering saknades mellan huskropparna och eftersom konstruktionen inte förhindrade brandspridning ner i väggarna kan konstateras att brandens omfattning var givet redan när larmet kom 00:45.

## B1.5 Möjliga brytpunkter för annat metodval

Nedan diskuteras möjliga brytpunkter i förloppet och hur andra metoder hade påverkat skadeutgången.

### Lägenhetsbranden

En ordentlig riskbedömning hade identifierat risken för brandspridning via imkanalen till vinden. Det är rimligt att anta att mycket brandgaser har gått in i imkanalen vid genomföringen i bjälklaget och att en stor del av förbränningen har skett där. Frisk luft till samlingslådan tillförs via kanaler från andra lägenheter och det kan antas att det finns risk för att det bildas en brännbar blandning i samlingslåda och kanal. I flera kommuner har man vid dylika bränder valt att som rutin följa imkanalen upp på vinden för att försäkra sig om att brandspridning inte skett. I det aktuella fallet hade man då upptäckt att det fanns en isolering av ca en halv meter sågspån på vinden. Genom att inspektera imkanalen sträckning till samlingslådan hade pyrande glödbland tidigt kunna upptäckas och släckas.

### Vindsbranden

En ordentlig riskbedömning hade omfattat en undersökning av vindens isolering, sektionering mellan byggnaderna med mera innan beslut tagits om att låta taket brinna av. En släckmetod, vattendimma, skulle snabbt kunna kyla brandgaserna och alstra ett kraftigt undertryck i det nästan slutna vindsutrymmet och därmed minska och fördröja brandspridning mellan huskropparna och neråt, längs asfoboarden i väggen. Med användning av några skärsläckare skulle branden på vinden kunnat slås ner och hållas under kontroll till dess man tagit beslut om hur kvarvarande glödbänder skulle släckas. Lämpligt är då att gå igenom tegelväggarna på husgavlarna för att kunna få tillräcklig kastlängd innan strålen bryts upp. Med tanke på husets längd, ca 50 m, och vindens volym 600 – 750 m<sup>3</sup> krävs minst två skärsläckare, en på var gavel, i det hus där branden började (avsnitt 4 i Bilaga 11) för att snabbt få tillräcklig kylning i hela vindsvolymen. Det första man ser när påföringen startar är att brandgaser slutar läcka ut vid takfoten på grund av den trycksänkning som förångningen i brandgaserna medför (Figur B 33 i Bilaga 11). Inom 5 – 10 minuter efter det att påföringen startar förångas huvuddelen av vattnet när det kyler brandgaserna till 200 – 300 °C och vattnet genererar därför endast små vattenskador. När brandgaserna kylts tillräckligt kommer mer och mer vatten att förångas då det träffar varma ytor. Trycket i brandrummet börjar då öka och efter en stund kommer vattenånga (vit rök) att läcka ut vid takfoten. Att gå uppifrån är olämpligt, då strålen inte hinner bryta upp innan den träffar bjälklaget. Om branden spridit sig till nästa hus hade samma insats med skärsläckare behövt sättas in mot denna byggnad.

Simuleringar av ett vindsutrymme som i storlek motsvarar vinden i flerbostads-  
huset i Umeå är utförda med datorprogrammet PDS 6 av ass. professor Bjarne Husted vid avdelningen för brandteknik, LTH. Vid simuleringarna har man inte tagit hänsyn till dropparnas förångning. Av simuleringarna framgår att gashastigheterna i rummets längdriktning efter ca 30 m blivit så små att vidare transport till längre avstånd av vattenånga, luft och små droppar som inte förångats eller fallit ut på golvet måste ske med brandinducerande flöden.

Ett annat alternativ är att använda dimspik. För att täcka hela vindsvolymen hade man behövt slå in många dimspikar då de endast har en kort kastlängd. Arbetet med att montera dimspiken hade tagit mycket längre tid och varit riskfyllt för insatspersonalen. Vattenskadorna hade dessutom blivit avsevärt större än de man får med skärsläckare.

### Väggbranden

En snabb insats med skärsläckare mot vindsbranden hade minskat strömmen av varma brandgaser ner mot asfaboarden och därmed minimerat risken för brandspridning neråt. Hade branden ändå börjat sprida sig nedåt i väggen hade en inspektion med IR-kamera kunnat upptäcka brandspridningen avsevärt tidigare än vad som skedde.

## B1.6 Referenser

- [1] Tapani, L., 2009, Brandutredning lägenhetsbrand Ålidhem, Umeå 2008-12-25.
- [2] Lundqvist, M., 2009, Fördjupad olycksundersökning, Brand i byggnad, Geografigränd 2 A-J i Umeå 2008-12-24, Brandförsvarets insatsrapport 2008/888-889, Umeå kommun, dnr 200.2009.00005.23256.
- [3] <http://www.hallbarastader.gov.se/Bazment/hallbarastader/sv/umea-kommun.aspx>
- [4] Utryckningsrapport nr 2008X00888, Umeå brandförsvär.
- [5] Utryckningsrapport nr 2008X00889, Umeå brandförsvär.
- [6] Insatsrapport nr 2008X00888, Umeå brandförsvär.
- [7] Insatsrapport nr 2008X00889, Umeå brandförsvär.
- [8] Dagboksanteckningar Ålidhemsbranden, 25/12.
- [9] Svensk byggnorm 67, Föreskrifter, råd och anvisningar till byggnadsstadgan BABS 1967, Statens planverk, publikation nr 1.



**BILAGA 2**  
**Potatisåkern, Malmö**  
**27/11 2007**





### B2.3 Branden

Beskrivningen av brandförloppet baseras på information från Räddningstjänsten Syds insatsrapport [1], Räddningstjänsten Syds olycksutredning och utvärderingen av gjord av Södertörns brandförsvarsförbund [3]. Branden upptäcktes först i en lägenhet med två plan belägna på plan 5-6 i den nordvästradelen av byggnaden. Det hade eldats i kaminen på andra våningen i lägenheten tidigare under kvällen. Glöd kring rökkanalen vid anslutningen till genomgången av vindsbjälklaget upptäcktes efter 23:30. Branden hade troligen på gått på vinden ett tag vid denna tidpunkt. Lägenhetsinnehavaren och dennes son slog sönder gipsen kring kanalen och försökte släcka med vatten. Samtidigt larmades räddningstjänsten. Vid den tidpunkten brann det i yttertaket. Under kvällen blåste det i husets längdriktning (nordvästlig vind) med 15 m/s. Det fanns flera mindre ventilationsöppningar i takfoten och i taket vilket gjorde att branden välventilerad initialt. Dessutom fanns det vindsförråd som var fyllda med brännbart material. Detta gjorde att branden fick ett snabbt förlopp. Vindsutrymmet där branden började hade en area som översteg 400 m<sup>2</sup> och hade därför sektionerats med en vägg i klass B30. Det var dock oklart vid denna tidpunkt vilka brandtekniska avskiljningar som fanns på vinden.

Beskrivningen nedan av branden och släckinsatsen bygger på uppgifter i utrycknings-/insatsrapporter och dagboksanteckningar [4-8].

### BRANDFÖRLOPP

### RÄDDNINGSTJÄNSTINSATS

**Ca 23:30** Glödbrand kring en rökkanal upptäcks av boende.

**23:39** Larm inkommer till räddningstjänsten.

**Ca 23:45** Boende öppnar håll i taket vid rökkanalen, ser glöd och försöker släcka med hinkar med vatten. De boende ser sedan att det brinner i taket genom en spegling i fönstret på bygganden på andra sidan av gatan.

Släckning med vattenhink.

**23:45** Räddningstjänsten anländer.

**Ca 23:50** Rökdykare kommer in i lägenheten, de noterar ett röckdis i lägenheten och ser, genom ett håll, att det brinner ovanför innertaket.

Rökdykare tar sig upp på vinden. Ser att det är en fullt utvecklad brand på vinden och på börjar släckning. Brandmännen är tvungna att retirera och avslutar släckinsats. Istället hjälper de till med evakuering.

Invändig släckning av rökdykare med vatten. Strålrör.

Ungefär samtidigt reses höjdfordon (hävare) för utvändig släckning vid trapphus 3 A, vattenförsörjning till höjdfordonet försenas dock. Räddningsledningen tror fortfarande att det är en lägenhetsbrand eftersom det är etagevåning.

Utvändig släckning med vattenkanon från hävare.

Taket på husgaveln har brunnit av. Taket till etagevåningen rasar in.

Beslut om att översta våningar ska evakueras och genomsökas.

**00:00** Oklart hur brandcellsindelning på vinden ser ut för räddningstjänsten. Beslut om begränsningslinje mellan trapphus 3A och 3B av jourhavande brandingenjör, som då har tagit över som räddningsledare.

**00:05-00:12+1** Höjdfordon med skärsläckare reses vid trapphus 3A och förses med vatten från en enhet som anländer 00:12. Tanken är att skärsläckaren ska förhindra brandspridning från den del vinden där branden startat.

Vatten/skärsläckare.

Försök görs med invändigt släckning vid trapphus 3B, men pga. hettan (200°C på vindsdörren) beslutar man att inte genomföra den. Personal går även in i trapphus 3C men inser att man inte hinner före branden och omgrupperar och går in i trapphus 3D. Rökdykare kan då gå in på vinden genom trapphus 3D, men efter en stund trycks en del av väggen mot 3C in och varma brandgaser gör att rökdykarna måste retirera.

Utvändigt försöker personal på hävare och maskinstege dämpa branden.

Utvändig släckning med vatten.

**00:30+1** Beslut om att upprätta begränsningslinje mellan hus 3 och 5.

**01:30** Sprider sig branden förbi begränsningslinjen mellan hus 3 och 5.

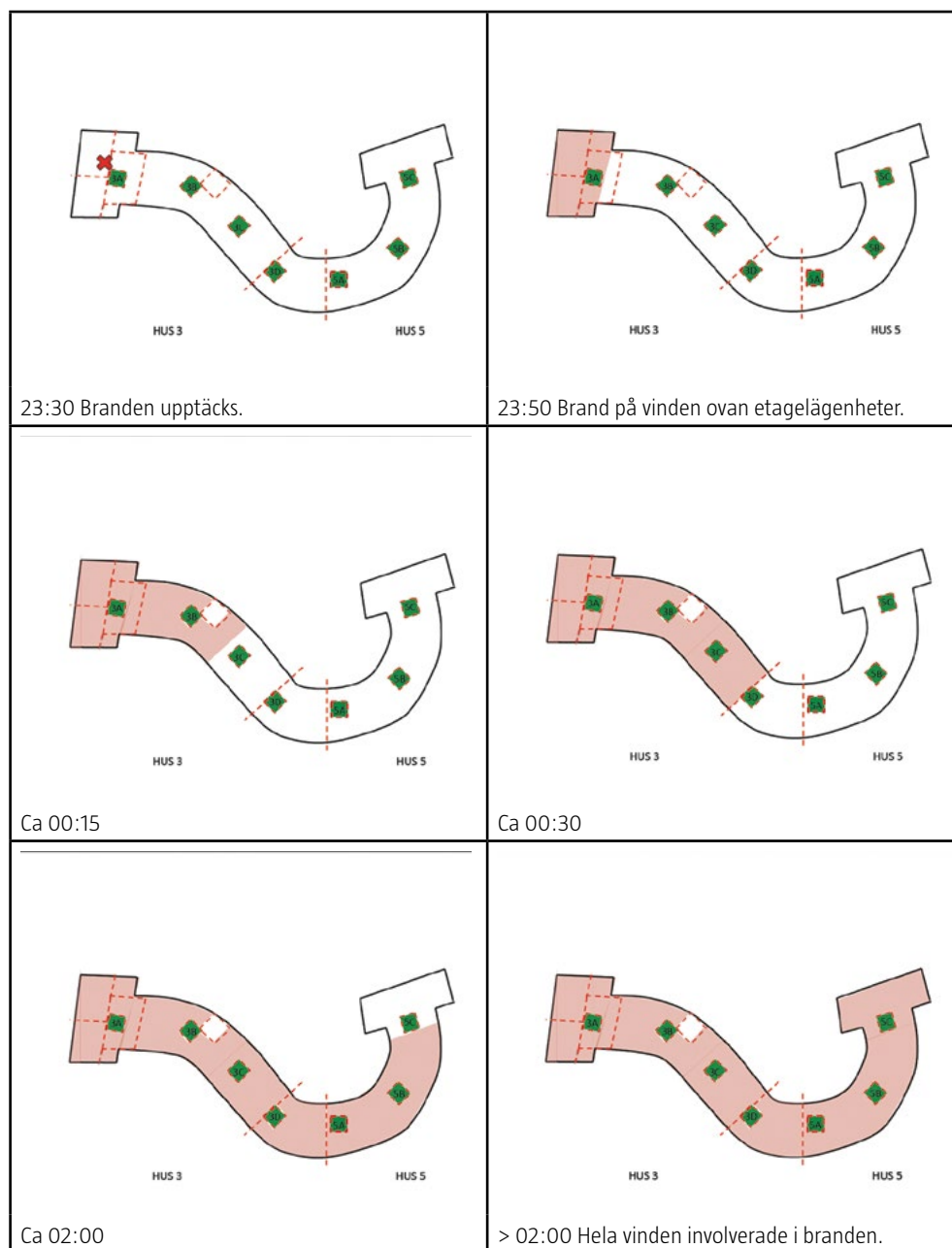
**02:00** Försök att begränsa branden vid trapphus 5C.

Överger taktiken att försöka släcka branden och låter vinden brinna av och lägger ny begränsningslinje att branden inte får gå ner mer än till översta våningsplanet.

Kontrollerar brandspridning neråt i byggnaden.

**06:15** Branden under kontroll.

I följande bildserie, Figur B 4, återges hur branden spridits över vinden/översta planet vid olika tidpunkter.



Figur B 4. Uppskattad brandspridning vid olika tidpunkter.

## B2.4 Analys

Brandens upptäcktes runt 23:30. Ett detektionssystem i vindsutrymmet hade inneburit att branden upptäckts tidigare och hade möjligen kunnat släckas i ett tidigare skede. Med tanke på att vindsutrymmet användes som förråd, med hög brandbelastning som följd och det faktum att vindsbränder kan ge förödande konsekvenser anses det motiverat att installera någon typ av detektionssystem.

De boende i etagelägenheten använde hinkar med vatten för att försöka släcka den glödbland som de såg i taket kring en rökkanal. Att släcka genom att kasta vatten från en hink uppåt bedöms vara svårt. Eftersom det förmodligen var svårt

att komma åt branden nerifrån lägenheten så hade man sannolikt inte kunnat släcka branden, men det är mycket möjligt att man skulle ha köpt tid i väntan på räddningstjänsten.

Styrkorna larmades ut till en lägenhetsbrand och ganska långt in i förloppet uppfattades det som en lägenhetsbrand av insatsledningen. Det är oklart vilken information om objektet/branden som insatsledningen sökte under framkörningen och det initiala skedet av branden. När räddningstjänsten är på plats undersöker rökdykare lägenheten och konstaterar att det brinner i utrymmet ovanför lägenheten. De gör något släckförsök men retirerar och blir sedan satta att hjälpa till med utrymningen. Enligt de genomförda utredningarna befann sig ett rökdykarpar bakom en brandtekniskavskiljning vid trapphus 3D runt 00:15. Som det framgår av utredningarna verkar det som att rökdykarna inte gjorde någon aktiv insats utan avvaktade. Hus 5 var en våning högre än hus 3 och den betongvägg som fanns mellan husen slutade vid taket i hus 3. Detta innebär att branden kunde spridas förbi betongväggen då den bröt igenom taket på hus 3. Det finns inget krav på brandmursavskiljning. Först när branden nått trapphus 5C, d.v.s. hela vinden var nedbrunnen så fattades beslutet att låta vinden brinna. Den hårda vinden och svårigheten att ta sig runt huset med höjdfordon och svaga brandtekniska avskiljningar mellan vindsutrymmena är faktorer som påverkat insatsen. Detta är en vanligt förekommande avskiljning som räddningstjänsten måste vara medvetna om.

## B2.5 Möjliga brytpunkter för annat metodval

Nedan diskuteras möjliga brytpunkter i förloppet och hur andra metoder hade påverkat skadeutgången.

### Lägenhetsbranden

En noggrann riskbedömning hade i ett tidigt skede identifierat risken för brandspridning i vinden och medfört att en annan släckutrustning som kunde alstra vattendimma medförts som första insats. Någon typ av varningsklocka bör ringa när det brinner på översta våningen i ett flerbostadshus, eftersom vindsbränder i flerbostadshus länge har varit ett problem och flera av dessa bränder leder till total förstörda byggnader varje år. Därför är det viktigt med god objektskunskap. Bland annat är det viktigt att ta reda på om och vart på vinden det finns brandtekniska avskiljningar.

### Vindsbranden

En annan släckmetod med vattendimma och trycksättning skulle snabbt kunna kyla brandgaserna och alstra ett kraftigt undertryck i de vindssektioner där det brann och därmed minska och fördröja brandspridning mellan vindsektionerna. En tidig inspektion av vindssektionerna via vindsdörrarna i trappuppgångarna skulle underlätta val av angreppspunkter för insatserna.

Trycksättning av angrändande vindsutrymmen genom trapphusen och öppna vindsdörrar skulle snabbt alstra ett övertryck i trapphusen och vindssektionerna (Bilaga 10) och därmed minska risken för brandspridning och säkra utrymningsvägar.

Genom att förbereda för flera skärsläckarinsatser via dörren till vindssektionerna i trapphusen och från hävare skulle branden på utsatta vindsektionen kunnat slås ner och hållas under kontroll till dess till dess att man skapat en säker arbetsmiljö för invändig insats i drabbade utrymmen. Lämpligt är då att gå igenom vindsdörrarna och väggarna på ställen där man kan få tillräcklig kastlängd innan strålen bryts upp. Med tanke på husets längd och vindens volym krävs minst två

skärsläckare per vindsektion (avsnitt 4 i Bilaga 11) för att snabbt få tillräcklig kylning i hela vindsvolymen. Om branden spridit sig till nästa vindsektion hade samma insats med skärsläckare behövt sättas in mot denna sektion på ett likartat sätt som vid vindsbranden i Umeå (Bilaga 1). Ett annat alternativ är att använda dimspik för mer information om för- och nackdelar med båda arbetssätten.

## B2.6 Referenser

- [1] Insatsrapport Brand på Marietorpsallé 3-5, Malmö. Räddningstjänsten Syd.
- [2] Nilsson, B., (2008) Olycksundersökning Brand på Marietorpsallé 3-5, Malmö. Räddningstjänsten Syd.
- [3] Danielsson, S., Kjell, T., Winnberg T., (2008) Utvärdering av räddningsinsatsen vid vindsbranden på Marietorps Allé. Södertörns Brandförsvarsförbund.
- [4] Johansson, N., van Hees, P., En studie av vindsbränder utifrån statistik och brandutredningar, Report 3152. Brandteknik, LTH 2010.
- [5] Boverket (2003) Boverket informerar om brandspridning på vindar. Boverket informerar 2003:8. Räddningsverket. (2002) Brand i hyreshus i Karlstad december 2001. Karlstad.



**BILAGA 3**  
**Vindsbrand**  
**Vindelgatan, Borås**  
**16/4 2010**



## BILAGA 3

# Vindsbrand, Vindelgatan, Borås 16/4 2010

### B3.1 Objektbeskrivning

Flerfamiljshus från 50/60-tal med tre våningar, två trapphus och 14 lägenheter, se Figur B 5. Medräknat två lägenheter på vindsvåningen, en i var gavel. Trapphusen gick ända upp till vindsvåningen där dörr in till vind också fanns. Vinden var inte sektionerad utan sträckte sig mellan båda trapphusen. Byggnadens fasad var tegel och takbeklädnad av råspont, takläkt och taktegel [1, 2].



Figur B 5. Vindelgatan 46. Foto: Google.

### B3.2 Branden

Larm till SOS inkom 22:53 om rökutveckling från taket på ett flerfamiljshus på Vindelgatan 46b den fjärde april 2010. Nedan berättar insatsledaren med egna ord sina upplevelser och reflektioner kring beslut om ledning, taktik och metodval.

Jag började närma mig larmadressen när SOS meddelade att det fanns rök ute i trapphuset. Det skymde ute och huset bildade en mörk siluett där våningsplan, fönster och dörrar var svåra att urskilja. Jag fick möte ute på gatan av kvinnan som larmat, hon pekade mot taket på bostadshuset.

Det gick att skönja en dimliknande vit rök utefter taksidan mot gatan, men det gick inte att avgöra källan till denna rökutveckling. Min blick svepte längs husfasaden för att om möjligt urskilja om det fanns tecken på rök eller brand från någon av lägenheterna. Ingen synlig orsak kunde upptäckas. Övrig utryckningsstyrka anlände nu till larmadressen och jag mötte upp styrkeledaren i första släckbilen samtidigt som jag hörde tydliga rop om hjälp från byggnadens gavel. Tillsammans med styrkeledare 1 sprang vi fram till gavelsidan och upptäckte att två yngre kvinnor hängde ut genom fönstret på vindsvåningens gavel. De påkallade hjälp och sa att deras lägenhet håller på att rökfyllas. Samtidigt kontrollerade styrkeledare 2 entredörrar i trapphusen och konstaterade att rök trängt ner ända till ytterdörrarna. Utifrån mina första intryck av skadeplatsen formulerade jag några omedelbara åtgärder.

Mina taktiska beslut om omedelbara åtgärder:

- Livräddning av personerna som hänger ut genom fönstret via räddningstjänstens skylift.
- Att ej välja livräddning via trapphus berodde på att trapphusen var rökfyllda vilket skulle medföra tidsfördröjning att nå fram till utsatt lägenhet på fjärde våningen och därefter livrädda med Revitox andningsmask.
- Samtidigt som livräddning sattes igång scannade jag takytorna och husfasaden med hjälp av IR-kamera. Det framgick tydligt att takytorna och taknocken var kraftigt värmepåverkade och den högsta värmekoncentrationen (500 – 650 °C) var i den mittersta delen av taket, men det var ingen onormal temperaturhöjning kring fönster och dörrar i fasaden. På grund av detta fick styrkeledare 1, som hade befälet över livräddning, kommandot att efter livräddning se till att skyliften går i position på gavelspetsen och förbereda för brandgaskylning av vindsutrymmet med hjälp av skärsläckaren, samt hålla vindsutrymmet skall hållas tillslutet under brandgaskylningen.
- Nästa steg var att snabbt informera inre befäl om läge på plats och begära en maskinstege samt två släckenheter som förstärkning. Polis och ambulans hade nu kommit till platsen.
- Ledningsplats blev vid parkeringen utefter gatan.

Efter att de omedelbara åtgärderna igångsatts genomfördes en orientering runt byggnaden och sedan samlade jag styrkeledare 1 och 2 för lägesgenomgång. De skadeplatsfaktorer som identifierats på skadeplatsen var:

- Flerbostadshus med misstänkt brand på vinden.
- Brandgaser ute i båda trapphusen. Rökfyllnad ner till trapphusentrén.
- Personer hänger ut genom gavelfönster.
- Livräddningsbehov omedelbart.
- Brandgasspridning från vind.
- Antändningsrisk och brandspridning.
- Boende i huset har rökfylld utrymningsväg.
- Tillgängliga resurser.

Utifrån dessa skadeplatsfaktorer gjordes en riskbedömning och identifiering av möjliga åtgärder för fortsatt insats. Under tiden riskbedömningen pågick så gav sig boende tillkänna via fönster, men de uppmanades att stanna kvar i lägenheterna tills annat meddelats. Detta på grund av att utrymma huset genom rökfyllda trapphus är riskfyllt och därför valdes denna åtgärd bort. Efter lägesgenomgång med styrkeledarna så togs beslut om följande mål med insatsen och taktisk plan:

Mål Med Insats (MMI)

Livräddning, brandgaskylning på vind, säkra trapphusen och slutför släckning samt kontroll av trapphusen.

Taktisk plan:

1. Livräddning av personer vid gavellägenhet med hjälp av skylift.
2. Brandgaskylning av ansamlade brandgaser på vind, med skylift och skärsläckare efter avslutad livräddning.

3. Boende som öppnar fönstren uppmanas stanna kvar i lägenhet.
4. Genomsökning av trapphus 1 med hjälp av RD-grupp. På plats fanns endast resurser för att genomsöka ett av trapphusen och trapphus 1 bedömdes som mest kritiskt eftersom det var vinden ovanför detta trapphus som var mest värmepåverkad.
5. Placera en övertrycksfläkt i vardera entrédörren i trapphusen. Töm därefter trapphuset på rök och brandgaser via fönster våning för våning. Efter tömning av brandgaser, trycksätt genom stängning av fönster.
6. RD-grupp i trapphus 1 går i position vid branddörr till vind på fjärde våningen, sedan invänta klartecken under tiden som brandgaskylning med skärsläckare via skylift får avsedd effekt.
7. Säkerhet: Hög skyddsnivå på inledande brandgaskylning, genom yttre kylning.
8. När kylningen fått avsedd effekt kommunicerar styrkeledare 1 och 2 därefter skiftar insatsen över till invändig insats med hjälp av RD-gruppen. Trycksättning och samtida brandgasventilering avser att ge en säker insats och förbättrad arbetsmiljö inne i vindsutrymmet.

Den fortsatta insatsen

Jag samlade styrkeledare och genomförde snabba genomgångar var 10 – 15 min för att följa upp resultat av taktik och metodval. Polis och ambulanspersonal medverkade vid dessa och blir fortlöpande informerade om insatsen och hur de kunde samverka under insatsen.

Ett flertal metoder användes nu i ett flöde vilket krävde tydlig information om metodval och vilken effekt som vi ville uppnå och vilka alternativa metoder som brandpersonalen kunde använda om omfall skulle bli nödvändigt. Tydlig kommunikation var viktigt mellan insatspersonalen och alla måste ha klart för sig lägesbeskrivningen, möjliga metodval samt vad som skulle uppnås med insatsen.

När insatsen övergått i att värdera resultatet av de första åtgärderna kunde vi konstatera att livräddningen snabbt genomförts som första åtgärd 4 – 6 minuter efter att räddningstjänsten anlant. Därefter ventilerades trapphusen och säkrade utrymningsvägarna för boende i huset.

Den rökpelare som uppmärksammades med hjälp av IR-kameran från mitten av taket visade sig vara början till en genombränning av yttertak. Anländande höjdfordon nr 2 fick till uppgift att kontrollera taksektionen från ovansidan. Om inte en offensiv taktik med brandgaskylning via skylift valts hade förmodligen branden snabbt utvecklats till en helt övertänd vind och takbrand där släckresurserna på plats ej varit tillräckliga för att kontrollera och släcka branden.

Konstaterade efter avslutad släckinsats att inga synliga tecken på släckvatten fanns på vindsplanet och endast en svag röklukt kändes i trapphusen. Boende i byggnaden valde att bo kvar i sina lägenheter efter branden. En kraftig djupliggande förkolnad fanns på innertak och takstolar i den mittersta delen av vinden.

De båda gavellägenheterna hade ett begränsat vindsutrymme ovanför vilket medförde att branden hade större spridning där vindsutrymmet omfattades av hela volymen från golv ända upp till taknock (se Figur B 6).

De visuella iakttagelserna som gjordes efter branden bekräftade tolkningar som skett med hjälp av IR-kameran före-under-efter insats. IR bilden fick en mycket stor betydelse vid val av taktik och metod samt igångsättande av omedelbara åtgärder i inledningen av insatsen. IR informationen gav god hjälp att tolka effekten av insatta släckåtgärder.

Brandförloppet och räddningstjänstens insats sammanfattas nedan i tabellformat. Beskrivning bygger på uppgifter från insatsbeskrivning från SÄRF [1] och intervju med Krister Palmqvist [2].

BRANDFÖRLOPP	RÄDDNINGSTJÄNSTINSATS
<p><b>22:53</b> Larm inkommer till SOS om rökutveckling från tak.</p>	<p>Framkörningstid ungefär 5-6 minuter.</p>
<p><b>23:00</b> Räddningstjänst anländer. Vit rök syns från takfot och kring ventilationshuvar och taknock, men det går inte att avgöra källan till rökutvecklingen. Trapphusen är rökfyllda. Två personer från vindvåning hänger ut genom ett gavelfönster och ropar på hjälp.</p>	<p>Vindsbrand misstänks eftersom det vid utvärdig inspektion inte finns tecken på brand i någon lägenhet. På grund av osäkerheten kring utvecklingen av brandförloppet är omedelbar åtgärd livräddning av personer i vindsvåning via skylift. Samtidigt trycksätts och ventileras trapphusen med två övertrycksfläktar. Övriga lägenheter evakueras inte eftersom branden inte hotar dessa och samtidigt som en snabb evakuering kan ske vid behov då övertrycksventileringen fungerar och trapphusen är rökfria.</p>
<p>Via IR-kamera syns tydlig värmespridning på takkonstruktion samt värmeströmning ut från takfot till taknock. Mitten av vinden har högst temperatur. Inga lågor syns men den höga temperaturen indikerar att antändning skett tidigare och att branden i detta skede är ventilationskontrollerad.</p>	<p>Skärsläckare skjuts in vid gavelspetsen men på grund av tekniska problem med skärsläckaren sätts istället rökdykargrupp in i trapphus 1 för att kyla brandgaser via vindsdörr. Temperaturen är dock för hög så retirering sker tillbaka till trapphus.</p>
<p>Via IR-kamera syns en tydlig lokal värmepunkt ovanför trapphus 2. Troligen är startbranden belägen där.</p>	<p>Tekniska problemen avklarade och kylning som planerat med skärsläckare och kyleffekt märks på närmare halva vinden.</p>
<p>Genombränning av taket sker ovanför trapphus 2 vilket medför att brandgaser och vattenånga strömmar ut med hög hastighet.</p>	<p>För att få bättre effekt mot brandhärden flyttas skärsläckaren längs med taket mot mitten av vinden. Sedan riktas skärsläckaren diagonalt mot den andra gavelsidan, se också Figur B 6. Effekt syns nu på resten av vinden.</p>
<p><b>23:30</b> Temperaturen på vinden har sänkts från ca 700 grader ner till ca 100 grader.</p>	<p>Hastigheten på utströmmande brandgaser minskar på grund av ändrade tryckförhållanden på vinden när skärsläckaren används. Röken blir vit och IR-kameran visar en kraftig sänkning av temperaturen. Detta indikerar att skärsläckaren har bra effekt på branden.</p>
<p><b>23:30</b> Skärsläckarinsats avslutas och rökdykargrupper från trapphus 1 och 2 går in på vinden och släcker resterande glödbänder.</p>	<p><b>00:15</b> Restvärdesräddning påbörjas.</p>

### B3.4 Analys

Ett detektionssystem på vinden och i trapphusen hade minskat tiden till upptäckt och skadorna hade blivit avsevärt mindre. Efter branden kunde det konstateras att branden antagligen pågått 30 – 60 minuter innan upptäckt [1].

Målet med insatsen var livräddning och aktiv släckning av branden. Den taktiska planen var inledningsvis utvärdig evakuering via hävare eftersom en evakuering genom trapphusen skulle medföra en tidsfördröjning för att nå fram till den utsatta lägenheten. När sedan trapphusen blev rökfria, skulle evakuering av inneboende ske genom trapphus om så behövdes. På grund av den höga värmen och inga synliga lågor måste brandgaskylning ske snabbt för att undvika övertändning. Temperaturen och brandgaserna indikerade att branden var ventilationskontrollerad och därför behövdes en metod som kunde kyla brandgaserna

utan att tillföra syre till branden. Valet föll på skärsläckaren eftersom den kan nå långt in i brandrummet med vattendimma utan att behöva öppna upp med risk för övertändning.

Branden och den brandutsatta vinden hade optimalt förhållande för ett lyckat resultat med skärsläckaren. Genom att påföra vatten vid höga temperaturer sker en snabb förångning av vattendimman vilket leder till en effektiv kylning av brandgaser och konstruktion samt sänkt partialtryck av syre (inertering) i utrymmet. Om temperaturen varit lägre hade det blivit ett mer utdraget förlopp på grund av att förångningen inte sker lika snabbt och inerteringen genom sänkt partialtryck av syre inte blivit lika markant. Det var också positivt att vinden inte var ventilerat eftersom detta gjorde att effekten av inerteringen förstärktes. [3]

Det är viktigt att läsa av branddynamiken och förstå hur branden påverkas av släckangreppen. Denna insats visar på nyttan med att följa utvecklingen med IR-kamera och utseendet på brandgaser så att man direkt kan se om skärsläckaren ger effekt eller om man behöver ändra vinkeln eller placeringen. När skärsläckaren användes kunde man snabbt se att metodvalet var rätt och resultatet visade att det blev minimala vatten- och rökskador. Det konstaterades också att det bara brunnit i brandgaslagret men att övertändning varit nära. Alla boende kunde bo kvar och dagen efter var det endast en förnimmelse av röklukt i trapphusen.

Hade enbart rökdykargrupp gått in genom trapphusen för släckning av vindsbranden hade antagligen trapphusen blivit rökskadade och det hade behövts en kraftigare vattenpåföring vilket kunnat resultera i vattenskador. Vidare hade arbetsmiljön för rökdykarna varit betydligt sämre.

Att blanda in tillsatsmedel i skärsläckaren hade antagligen ökat hastigheten på kylning och påföringstiden hade blivit kortare eftersom återantändningsskyddet hade blivit bättre. Det är dock viktigt att ta hänsyn till både kortvariga och långvariga konsekvenser av de tillsatsmedel man väljer att använda. Läs mer om olika tillsatsmedels påverkan på människa och miljö i MSB rapporten; Förmåga och begränsningar av förekommande släcksystem vid brand i byggnad – fokus på miljöarbete [4].

### B3.5 Möjliga brytpunkter för annat metodval

Nedan diskuteras möjliga brytpunkter i förloppet och hur andra metoder hade påverkat skadeutgången.

#### Antändning

Branden var sannolikt anlagd och möjliga åtgärder för att förebygga anlagd brand är att ha trapphus och vind låsta för obehöriga.

#### Upptäckt

Det fanns tydliga tecken på att branden hade pågått i 30 till 60 minuter innan den upptäcktes. Dels var det den extremt höga temperatur som upptäcktes med IR-kamera på utsidan av vinden och dels kunde man se det på förkolnaden av trästolarna efter branden.

Ett detektionssystem på vinden och i trapphusen hade upptäckt branden tidigare, vilket hade inneburit tidigare insats och därmed mindre skador.

#### Utrymning

Dörrstängare och röktäta dörrar till vinden hade medfört att trapphusen inte blivit rökfyllda och personer i lägenheterna hade kunnat utrymma själva. Vinden var dessutom en genomgång mellan trapphusen vilket gjorde att båda trapphusen blev rökfyllda.

Vid räddningstjänstens ankomst gick det inte att lokalisera branden utan det man såg var att trapphusen var rökfyllda och att det inte fanns någonting som tydde på en lägenhetsbrand. Eftersom det var mycket osäkert läge om var branden var och hur branden skulle utvecklas var livräddning första prioritet. Omedelbar åtgärd blev yttre livräddning med hävaren av de två personerna som befann sig vid det öppna gavelfönstret och samtidigt övertrycksventilerades trapphusen. Eftersom detta gav bra effekt blev riskbedömning att övriga lägenheter inte behövde utrymmas då en snabb utrymning via de rökfria trapphusen kunde ske vid behov.

Alternativet hade varit att inte utrymma personerna i vindslägenheten. Personerna i vindslägenheten var dock väldigt stressade och risken hade varit att de hoppat från fönstret med risk för skador. Vidare fördröjde inte evakueringen insatsen eftersom hävaren hamnade på ett bra ställe för livräddning och bekämpning av branden med hjälp av skärsläckaren.

#### Släckangrepp 1

IR-kameran visade att det förkom hög temperatur på vinden och den högsta temperaturen var mitt på vinden. Beslut fattades därför att placera skärsläckaren vid ett hål på gavelpetsen. Två anledningar fanns till att gå in via gaveln. Första anledningen var att man inte visst hur vinden såg ut och att det var störst chans att nå så stor del av vinden som möjligt utan att stöta på hinder om skärsläckaren sköts in vid gavel. Skulle skärsläckaren skjutits in via vindsdörren så skulle risken för att stöta på hinder varit större. Andra anledningen var att hävaren var placerad vid gaveln så det var det snabbaste alternativet.

Tyvärr fick skärsläckaren tekniska problem och insatsen blev fördröjd, därför gjordes ett försök att gå in med rökdykargrupp via trapphus 1. Detta misslyckades dock på grund av att värmestrålningen var extremt hög innanför vindsdörren.

När skärsläckaren fungerade igen så mättes effekten av skärsläckaren hela tiden med hjälp av IR-kamera. Brandmännen provade att vinkla skärsläckaren åt olika håll och såg vad som gav mest effekt. En tydlig kylning av halva taket syntes i IR-kameran. Det man inte visste då var att det fanns ett murverk som begränsade vägen för vattenstrålen.

Att gå in via gaveln har i andra insatser visat sig vara det säkraste alternativet för att skärsläckaren ska kunna uppnå full effekt utan att stöta på hinder. Ett exempel är en brand i Svenljunga där skärsläckaren sattes in vid ena gaveln och trots att byggnaden var 60 meter lång så syntes effekt direkt genom att intensiteten i brandgaserna avtog och färgen övergick från svart till vit. Uppskattningsvis var den totala tiden för släckning av skärsläckaren en timma och släckningen genomfördes i perioder från 10 upp till 50 sekunder. Bäst effekt var när en rak stråle fick arbeta och skapa lång effekt in i vindsutrymmet genom brandgaser och lågande brand. Hela tiden var det tät kommunikation mellan den som använde skärsläckaren och den som hade IR-kameran för att skärsläckaren skulle användas på bästa sätt [1].

Hade istället för skärsläckaren det ensidigt valts att gå in med rökdykargrupp hade arbetsmiljön för brandmännen varit sämre. Vid öppning av vindsdörren hade branden som var ventilationskontrollerad fått tillgång till mer syre, vilket kunnat resultera i högre risk för antändning med stor effektutveckling samt att mer rök hade kommit ut i trapphuset. Vid släckning med dimstrålrör hade det behövt kraftigare vattenpåföring [3] och det hade troligen resultera i vattenskador.

#### Släckangrepp 2

Innan släckangrepp 2 hade en maskinstege kommit på plats och placerades vid trapphus 2 för att undersöka en rökpelare ovanför trapphuset. Nu kunde det med säkerhet konstateras att det var en vindsbrand och eftersom skärsläckaren endast kom åt halva taket togs beslutet att flytta positionen på skärsläckaren

närmare där högst temperatur påvisades enligt IR-kameran. Efter förflyttningen fick skärsläckaren full täckning på vinden och det gick att se på brandgasernas färg och turbulens att skärsläckaren träffade brandhärden i mitten på vinden.

Om inte förflyttning av skärsläckaren hade gjorts skulle kyleffekten av skärsläckaren varit begränsad och risken stor för fullt utvecklad vindsbrand.



**Figur B 6.** Angreppspunkter med skärsläckare. Första försöket genom gavelspetsen av huset och andra försöket strax ovanför trapphus 1. Bild: Krister Palmqvist (SÄRF).

### Släckangrepp 3

Under tiden som skärsläckaren kylde brandgaserna stod två rökdykargrupper redo att gå in på vinden, en i varje trapphus. När temperaturen sjunkit ner till ca 100 grader gavs order om att avsluta skärsläckarinsatsen och låta rökdykargrupperna gå in och släcka de sista glödbränderna. Tack vare kylningen av brandgaserna var arbetsmiljön för rökdykargrupperna mycket bättre än tidigare och de kunde använda väldigt lite vatten för att släcka de sista brandhärdena.

Skärsläckarinsatsen avslutades när temperaturen hade sjunkit till ca 100 grader trots att IR-kameran visade att skärsläckaren fortfarande hade effekt på branden då temperaturen fortsatte att sjunka. Alternativ metod hade varit att fortsätta arbeta med skärsläckaren och inte gå in med rökdykargrupp. Skärsläckaren är dock mest effektiv vid höga temperaturer eftersom den höga effekten kan utnyttjas till att förånga tillräckligt mycket vatten för att släcka branden genom inerti. Detta underlättas om utrymmet är tillräckligt tillslutet så att inte syre fritt kan tillföras [3]. Troligen hade behovet blivit att brandmän ändå behövt gå in för att kontrollera och släcka de sista glödbränderna.

### B.3.6 Referenser

- [1] Palmqvist, K. Södra Älvsborgs Räddningstjänst, intervju april 2014.
- [2] Insatsbeskrivning, Vindelgatan 46b, 2010-04-16, Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund.
- [3] SÄRF och SP (2010). Skärsläckarkonceptets operativa användande. Räddningsverket, 2010.
- [4] Lindström, J., Appel, G., Palmqvist, K., Bialas, K. (2013). Förmåga och begränsning av förekommande släcksystem vid brand i byggnad – fokus på miljöarbete. MSB, Karlstad.

**BILAGA 4**  
**Västerås**  
**30/9 1991**

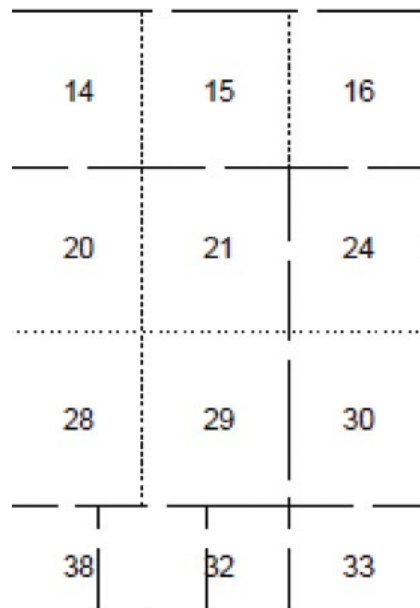


## BILAGA 4

### Västerås 30/9 1991

#### B4.1 Objektbeskrivning

Byggnaden som brann är byggd i ett plan med yttermåten 109x168 m och en takhöjd mellan 6 och 7 m. Konstruktionen är baserad på pelare och balkar i betong. Avskiljande väggar består av gipsskivor på stålreglar och ytterväggarna av plåt och mineralull. Taket består inifrån räknat av plåt, isolering och papp-täckning. Avvattning sker invändigt via avloppsrör i plast. Byggnadskonstruktionen är alltså i stort sett obrännbar. [1] I branden deltog delar av två rum, betecknade med sektion 29 och 30 i Figur B 7. I sektion 29 fanns maskiner för lödning och tvättning av kretskort, sammanlänkade av ett transportband. Enheten hade en sammanlagd längd av 11.8 m och största bredd och höjd 1.0 resp. 1.4 m. Vid lödmaskinen förvarades en plastdunk med 15 l flussmedel (85 % isopropanol) och en plåtdunk med ca 20 l isopropanol. Ingen av denna vätska återfanns efter branden. I maskinen fanns en plastbehållare med isopropanol som förblev oskadad.



Figur B 7. Ungefärlig plan över byggnaden, med nummer på brandlarmssektionerna.

Ovanför maskinerna löpte kabelstegar som också deltog i branden. Där fanns också kanaler för processventilation som anslöt till både löd- och tvättmaskinen. I lokalen fanns också ett pallställ med lindningstråd. [1] I den del av sektion 30 som deltog i branden fanns fyra plåtskåp med brandfarlig vätska. Skåpen var 1.9 m höga och breda och 1.3 m djupa med plats för fat nertill och en hylla för mindre behållare upptill. I skåpen förvarades brandfarlig vara. Klass 1: isopropanol och flussmedel (100 l) samt bensen, acetone, skyddslack, (tillsammans 32 l). Klass 2: lacknafta (300 l). Av övriga vätskor kan nämnas metylenklorid (120 l), hydraulolja (ett fat) samt diverse smörjolja m.m. Skåpen skyddades av en automatisk släckanläggning med 25 kg halon 1301. [1] Ovanpå skåpen fanns ett pallställ i två våningar med blandat gods på träpallar. Ovanför pallställen fanns en kabelstege.

## B4.2 Branden

Branden uppstod sent på kvällen och räddningstjänsten larmades av det automatiska brandlarmet. Brandorsaken var oklar, men det fanns inget som tyder på att branden var anlagd. Räddningstjänsten var, liksom personal från företaget, snabbt på plats. Den insats som gjordes bestod av parallella rökdykarinsatser som dock inte lyckades slå ner branden. När branden spred sig upp på taket påbörjades utvändigt släckning med vattenkanoner.

Beskrivningen nedan av branden och släckinsatsen bygger på uppgifter i två utredningar som gjorts [1, 2].

### BRANDFÖRLOPP

Två utredningar har gjorts [1, 2] om brandens uppkomst, vilka kom till helt olika slutsatser och där ingen av utredningarna förklarar samtliga observationer. Det kan alltså konstateras att brandorsaken inte är till fullo klarlagd.

Haverikommissionen anser i sin utredning att branden börjat i brandlarmssektion 29 i en tvättmaskin för tvättning av kretskort och att brandorsaken är slitage och oxidation i kontakter till en huvudströmkrets. Detta har lett till att kontaktorn fastnar i slutet läge och att strömmen är påkopplad trots att alla signallampor är släckta. Strömmen ger överhettning med efterföljande antändning av brännbara delar i maskinen. I utredningen finns ingen förklaring till den snabba brandspridningen genom väggen och till den andra lokalen. [1]

En oberoende utredare har kommit fram till ett annat inledande brandförlopp. Branden har istället börjat i sektion 30 på grund av att brandfarlig vätska (klass 1) runnit ut och att bränsleångor antänts av termostaten på en varmvattenberedare. Denna förklaring motsägs av att varmvattenberedaren är placerad i den angränsande lokalen och att golvet, enligt haverikommissionens utredning, lutar åt andra hållet. [2]

### RÄDDNINGSTJÄNSTINSATS

**22:45** Det automatiska brandlarmet detekterar branden. [2] Detektorerna är placerade ca 0.5 m under taket och takhöjden är mellan 6 och 7 m [1]. Detektionstiden kan därför förmodas vara relativt lång. Detektorernas placering i planet framgår inte.

**22:49** Första släckbilen är framme, med två man. [2]

**22:52** Genom fönstren på östra sidan ses en kraftig brand i sektion 30 över plåtskåpen för brandfarlig vara. (Vittnesuppgift) Brand kan ses genom fönstren även på västra sidan i sektion 29. (Uppgift från insatsstyrkan) Klocka nära lödmaskinen, ca 3 m över golvnivån stannar. (Vittnesuppgift) [2]

**22:52** Huvudstyrkan, bestående av släckbil och stegbil med (1+1+6) man är framme vid ingången vid brandlarmscentralen. [2]

**22:54** Deltidskår larmas (1+4). Nycklar finns tillgängliga. [2]

**22:55** Omflyttning av huvudstyrkans fordon. [2]

**22:57** Brandingenjören är på plats. [2]

**22:58** Branden mycket intensiv i sektion 29 men ovanligt fri från rök i första skedet. Lågorna bredde ut sig som en solfjäder med klara färger mot den bakomliggande väggen. Kort därefter förmörkades lokalen av tjock rök och branden tilltog intensitet. Rökutvecklingen kom mycket hastigt. Ca 10 000 m<sup>2</sup> rökfyllda. (Uppgift från insatspersonal) [2]

**22:58** Rökdykarinsats påbörjas genom huvudentrén på södra sidan, mot sektion 29. Insatsstyrkan är ej medveten om att det brinner även i sektion 30. [2]

<b>23:00</b> Fellarm inkommer till Securitas, troligen orsakat av att halonanläggningen i skåpen för brandfarlig vara hade utlöst (Datalog). [2]	<b>23:00 - ca 23:10</b> Andra rökdykargruppen går in genom fönster på östra sidan för att hämta gasflaskor. Gruppen återvänder och går in igen för att angripa branden, nu via samma väg som den första gruppen. Stegbilspersonalen reser stegen mot sydöstra hörnet av byggnaden för brandventilering och släckning. [2] Några brandventilatorer öppnar automatiskt och några öppnas av räddningstjänsten. (Tid okänd)
	<b>23:02</b> Deltidsbrandmän börjar anlända till den obemannade brandstationen. [2]
<b>23:07</b> Fellarm inkommer till Securitas, troligen orsakat av en avbränd kabel. (Datalog) [2]	
	<b>23:09</b> Deltidskår larmas (1+4). [2]
	<b>23:10</b> Befäl i beredskap anländer till brandstation. [2]
	<b>23:12</b> Deltidskår larmas (1+6). [2]
<b>Ca 23:15</b> En dov explosion hörs (Vittnesuppgift). Denna kan härröra från ett fat med lacknafta som sprängdes under branden. Fatet stod i ett av plåtskåpen. [2] Brandlarm inkommer till Securitas från "simulatorrum". [2]	
	<b>23:18</b> Brandposternas läge blir kända på brandplatsen [2]. De finns inte angivna på kommunens brandpostkarta.
	<b>Ca 23:20</b> Rökdykarinsats påbörjas av första deltidskåren på plats, genom sektion 33 till 32. [2]
<b>23:30</b> Hela byggnaden är rökfylld. [2]	<b>23:30</b> Tankbil och släckbil ut från brandstation med (7) man. [2]
	<b>Ca 23:45</b> Vattenkanon sätts in på taket. En tredje rökdykargrupp går in från östra sidan. [2]
	<b>Ca 23:50</b> Ytterligare en slangledning dras upp på taket. Branden angrips från norra sidan. [2]
<b>00:30</b> Svåra brandskador inom sektion 29, 30 och 32, totalt ca 200 m <sup>2</sup> . Rökskador inom hela övriga byggnaden. [2]	<b>00:30</b> Branden under kontroll. [2]
	<b>01:00</b> Restvärdesarbete utförs av 46 man. Svetskärror påträffas mellan sektion 21 och 29. [2]

### B4.3 Analys

Eftersom det är oklart hur branden startade, är det osäkert hur lång tid det tog innan branden upptäcktes av det automatiska brandlarmet. Klart är att när räddningstjänsten är på plats, 7 minuter senare, hade spridning redan skett så att det brann både i sektion 29 och 30.

Räddningstjänsten valde en offensiv insats med flera rökdykargrupper med uppgift att angripa branden. Det är dock oklart var rökdykarinsatserna gjordes. Förmodligen gjordes släckinsats inledningsvis endast i en av de två sektioner där det brann. I insatsens inledningsskede fanns inte kunskap om vattenposternas placering, vilket resulterade i vattenbrist. Detta gjorde att målet inte nåddes förrän i ett relativt sent skede av branden och då hade hela byggnaden redan blivit rökskadad. Den släckmetod som valdes var en traditionell offensiv

rökdykarinsats, med ett par parallellarupper. Rökdykarinsatsen avbröts, oklart när, på grund av övertändningsrisken. Det som brann bestod av en blandning av material: pallställ med blandat gods, kablage m.m. En del av bränslet bestod av brännbara vätskor, några hundra liter. Brandposternas läge fanns inte angivna på räddningstjänstens brandpostkarta. Under den första halvtimmen under insatsen rådde alltså vattenbrist trots att både brandposter och en branddamm fanns i närheten. Orsaken var att brandposterna inte hörde till kommunens nät.

#### B4.4 Möjliga brytpunkter för annat metodval

En ordentlig operativ riskbedömning hade identifierat risken för spridning av brand och brandgaser utanför sektion 29 och 30. Trycksättning av angränsande sektioner med fläktar hade gått snabbt (Bilaga 10) och medfört minskad risk för brandspridning och rökskador. En insats med vattendimma i sektion 29 och 30 skulle dessutom kunnat kyla brandgaserna och alstra ett undertryck i sektionerna och därmed ytterligare minskat och fördröjt brand- och brandgasspridning till övriga sektioner. Då sektionernas yta (1500-1700 m<sup>2</sup>) och volym var mycket stora krävdes stora kastlängder och flera angreppspunkter för att uppnå tillräcklig kyleffekt. En uthållig insats med skärsläckare från flera håll (Bilaga 11) skulle kunnat skapa en arbetsmiljö för en invändig släckinsats. Närvaron av brännbara vätskor i sektionerna gjorde ren vattensläckning mindre lämplig och det hade alltså varit bättre att blanda skumvätska i släckvattnet.

#### B4.5 Referenser

- [1] Statens Haverikommission, Brand den 30 november 1991 i ABB Relays AB:s lokaler i Västerås, U-län, O-09/91, Rapport O 1994:1.
- [2] Brandsjö, K., FRC, Branden inom ABB Relays i Västerås den 30 november 1991, 92-01-13.
- [3] Räddningstjänsten Västerås, Mobisol-logg.
- [4] Räddningstjänsten Västerås, Dagbesked, 91-11-30 - 91-12-01.
- [5] SOS Alarmering, SOS-Centralen Västmanland.
- [6] Vikner, P., Storskadan ett faktum redan vid brandstarten, Brand&Räddning 3/92 sid 30-32.
- [7] Vikner, P., Lördagsnatten när räddningstjänsten räddade fyra gånger sin egen budget, Sirenen 1/92 sid 8-9.
- [8] Diverse ritnings- och bildmaterial.



**BILAGA 5**  
**Trandaredsgatan**  
**18-19/08 2008**

## BILAGA 5

# Trandaredsgatan, 18-19/08 2008

### B5.1 Objektsbeskrivning

Byggnaden på Trandaredsgatan var ett industrihotell med ca 15 olika företag i flera sammanbyggda huskroppar och med en sammanlagd yta på ca 10 000 m<sup>2</sup> [1], se Figur B 8. Den brandutsatta lokalen var 35x85 meter och innehöll stora mängder brännbart material. Mitt i lokalen fanns en brandmur som gick upp till innertaket men omfattade inte yttertaket. Taket ovanpå den brandutsatta lokalen (A) och verkstaden (C) bestod av underliggande betongtak med en meter hög konstruktion innehållande råspont och takstolar av trä vilket innebar hög brandbelastning på taket. En del av taket var dessutom täckt med en takpapp som var gjord av en brandhämmande produkt som ska förhindra brandspridning.

Industrihotellet inrymde i övrigt bl.a. lokaler för posten (B), bageri (D) samt en stor lagerlokal (E) på ca 4500 m<sup>2</sup> fylld med varor som skulle säljas inför jul. Från den brandutsatta byggnadsdelen fanns brandcellsgränser mot posten, verkstaden och norrut mot den stora lokalen med pallstallage (E). Vid brandtillfället var dock initialt en dörr delvis öppen mellan brandrummet (A) och lagerlokalen (E).

Industrihotellet var inte utrustad med automatiskt brandlarm eller automatiskt släcksystem [2].



**Figur B 8.** Översiktsbild på industrihotellet. Krysset visar var branden startade och linjerna visar brandteknisk avskiljning. Bild: flygfoto från maps.google.se, hämtat 2014-05-15.

## B5.2 Incidenter före branden

Branden misstänktes vara anlagd på grund av att det hittades en bensindunk och flera brandhärddar. Vid första styrkans ankomst brann det i tre personbilar som stod i omedelbar närhet av industrihotellet [SÄRF, 2010]. Det hade tidigare förekommit liknande bränder i området. Innan branden hade polisen gjort razzia hos personer som bodde i närheten av industriområdet [2].

## B5.3 Branden

2008-08-18, 02:23 inkom ett larm till räddningstjänsten om brand i skogsdunge. Det var en granne öster om industrigatan som hade sett flammor och trott att det brann i skogsdungen bredvid industrihotellet. Larmet utgick som litet larm vilket innebar att en brandbil med fem man (1+4) skickades till platsen. Vid ankomst upptäckte brandmännen att det brann i tre personbilar som stod intill industrihotellet. Branden hade även spridit sig in till byggnaden och taket. Branden begränsades till lokal A och taket över lokal A och C. Insatsen höll på i över 1,5 dygn, ca 100 personer från tolv brandstationer arbetade under insatsen och räddat värde beräknades till 100 miljoner kronor [3].

Beskrivningen nedan av branden och släckinsatsen bygger på uppgifter i insatsrapporter och intervjuer [1, 2 och 3].

### BRANDFÖRLOPP

### RÄDDNINGSTJÄNSTINSATS

**02:19** Flammor upptäcks av boende öster om industrihotellet som tror att det brinner i skogsdungen bakom industrihotellet.

Utlarmning; brand i terräng, litet larm som innebär en släckbil med fem man (1+4).

**02:24** Brinner i tre personbilar plus spridning till närliggande lokal med stora portar.

Släckning av personbilar på utsidan av byggnaden påbörjas samt försök till att begränsa branden inne i byggnaden dock utan effekt.

**02:29** Det brinner på tre ställen, bilarna, inne i lokalen samt i takfoten på brandutsatt lokal. Stor risk för spridning av brand till intilliggande lokaler.

Ingen invändig släckning på grund av risk för gasflaskor och ras. Senare under insatsen framkommer det att det inte fanns några gasflaskor i byggnaden. Vattenkanoner (1200 l/min) och dimstrålrör används mot branden men ger inte någon effekt och stoppas snabbt då vatten också är en begränsande faktor.

**02:40** Intilliggande lager (E) har ett rökgaslager som når ner till huvudhöjd. Även B är rökfyllt. Horisontell och vertikal brandspridning.

Aktiv insats mot branden (A) med dimstrålrör och backuprör (1200 l/min). Baserat på information från IR-kamera blir MMI: Stoppa brandgas och brandspridning in till sidoutrymmen. Taktisk plan: Övertrycksventilering samt kylning av brandgaser med skärsläckare. Temperaturscanning av takets ovsida med IR-kamera och hävare och sektorindelning. Personbilsbränderna har hejdats, se Figur B 9.

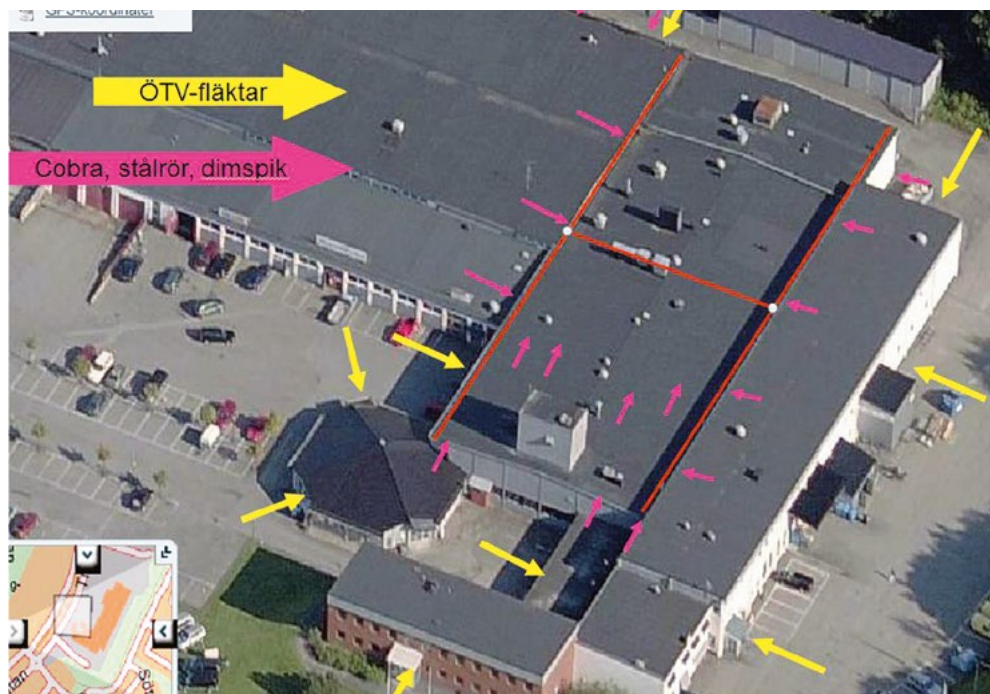
**03:34** Det brinner i byggnad A samt i takkonstruktion på baksidan av byggnad A. Det uppmärksammas att takbranden inte tar sig igenom takpappen.

**04:00** Brandspridning på taket sker långsamt eftersom branden inte öppnar upp taket och tryckavlastar brandrum. Detta på grund av den brandbeständiga takpappen som smälter och lägger sig som ett lock över branden.

Brandgasspridning in till sidolokaler har förhindrats tack vare övertrycksventilering och brandgaskylning. En dörr mellan brandutsatt lokal och intilliggande lager som var öppen har stängts.



<p><b>05:45</b> Fortsatt brandspridning på taket och det brinner fortfarande i startutrymmet. Spridning mot lokaler mot gatan.</p>	<p>Brandmän är uppställda på rad på taket över lokal B och E för att med hjälp av dimstrålrör se till att takbranden inte sprider sig till intilliggande tak.</p>
<p><b>06:30</b> Halva taket nerbränt.</p>	<p>Försök görs att stoppa branden vid den invändiga brandcellsgränsen. Lokal C är inte brandutsatt så bedömning är att taket ovanför den lokalen håller. Brandmän formeras i halvmåne och utrustas med dimspik, skärsläckare och dimstrålrör i ett försök att hålla tillbaka branden på taket.</p>
<p><b>07:43</b> Endast glödbränder kvar inomhus i lokal A.</p>	<p>Fortsatt övertrycksventilering av sidoutrymmen. Så fort släckning på tak upphör laddar brandgastillväxten snabbt igen. Därför fortsätter bevakning och släckning med dimstrålrör och skärsläckare längs begränsningslinjerna.</p>
<p><b>09:35</b> Fortsatt brandspridning i hela taket över lokal A och C. Brandspridning mot sidolokaler i markplan och takkonstruktion har stoppats.</p>	
<p><b>13:15</b> Taket ovanför lokal A och C brinner fortfarande.</p>	<p>A-skum blandas in i släckvatten på de brandhärddar som fortfarande finns inne i det brandhärjade lagret. Ger effekt först men sen ökar intensitetet igen. Detergentskum (expansionsgrad mellan) läggs i det svårsläckta mellantaket i hörnet vid anslutningen mot lokal B.</p>
<p><b>21:00 till 16:00+1</b> Brandhärddar fortsätter flamma upp.</p>	<p>Bevakning och släckning av brandhärddar.</p>
<p><b>16:00+1</b> Avslut av räddningsinsats.</p>	



Figur B 9. Schematisk bild över den taktiska grundinriktningen.

## B5.4 Analys

Flera förebyggande åtgärder hade kunnat genomföras för att minska skadans omfattning. Branden var antagligen anlagd vilket är svårt att förebygga men att inte placera brännbart material i närheten av byggnaden är ett sätt. Ett automatiskt brandlarm är ett annat sätt att minska tiden till påbörjad insats. Ytterligare så hade sprinkler kunnat begränsa branden och därmed minskat skadorna. Orienteringsritningar eller insatsplan hade också underlättat för en snabbare insats.

Det är viktigt att kunna läsa av branddynamiken och förstå hur länge branden pågått, nuvarande förlopp och hur branden kommer utvecklas. Detta är viktigt för att kunna agera och inte bara behöva reagera. I industribranden fanns det många faktorer som påverkade vad målet med insatsen blev och hur den taktiska planen formulerades.

Branden var kraftig och flera olika sorters områden (bilar, stora lokaler, mindre lokaler, tak etc.) var drabbade. Det räckte alltså inte med att jobba traditionellt utan det gällde att skapa en uthållighet och tänka på hur insatsen bäst skulle byggas upp samt vilka metoder som skulle klara av uppgiften. Tidigt i insatsen insågs att branden hade spridit sig för långt för att kunna släckas i startutrymmet (lokal A) och därför blev målet med insatsen att begränsa brand och brandgasspridning till lokal A.

Taktisk plan var att hindra brandgasspridning genom övertrycksventilering i intilliggande lokaler. Minska strålningsintensiteten genom kylning av takbranden med hjälp av höjdfordon, dimstrålrör och skärsläckare samt skydda brandspridning via taket med hjälp av brandmän som vaktade intilliggande tak och snabbt kunde släcka mindre bränder. IR kamera var ett bra hjälpmedel för insatsledningen.

Insatsen visar att olika metoder har olika egenskaper som kan nyttjas. Är det en stor samling av heta brandgaser, som i lokal E, måste en metod som kan nå långt in och kyla brandgaserna snabbt användas. Små droppar kyler brandgaser mer effektivt än större droppar. Dessutom följer små droppar lättare luftströmmen istället för att falla till golvet vilket betyder att dropparna har längre tid på sig att förångas än större droppar. Problemet med små droppar är dock kastlängden, men då är skärsläckare ett alternativ eftersom strålen bryts upp först efter fem till sju meter vilket ger en kastlängd på upp till 15 meter [Bilaga 11]. Skärsläckare visade sig också vara en bra metod och brandgaserna försvann på under en timma. På vissa andra ställen ville man hellre kyla ner heta brandytor och där var det mer effektivt att använda dimstrålrör som ger större droppar. Detta eftersom det i experiment visat sig att små droppar inte väter ytor lika bra som större droppar [Bilaga 11]. Ytterligare en metod som användes var övertrycksventilering för att hindra spridning av brandgaser till intilliggande lokaler och en viktig lärdom är att det går att trycksätta stora lokaler. Det är också fullt tillräckligt med en fläkt för varje stor lokal, förutsatt att lokalen är relativt tät, se också Bilaga 10.

Insatsen visar också på att det är viktigt att vara medveten om hur olika metoder påverkar varandra. Till exempel att övertrycksfläktarnas verkan var att trycksätta intilliggande lokaler och få värmen att gå ut via taket, men när vattenkanon användes så tryckte den ner värmen så att fläktarnas effekt försämrades. Ett annat exempel på att man måste vara medveten om hur vald metod kan få påföljder är skumanvändning som kan ha medfört stora konsekvenser för miljön.

Den brandbeständiga pappen påverkade förloppet genom att den gjorde det svårare att släcka men gjorde även att förloppet gick långsammare. Branden gick också i pulser på grund av pappen vilket gjorde det svårt att avgöra om insatserna hade någon effekt eller inte. Pappen stängde in branden vilket gjorde att man trodde att släckmetoden hade fått effekt, men sen helt plötsligt kunde branden flamma

upp igen. Det är dock svårt att avgöra hur brandförloppet hade sett ut utan brandpappen. Genom att den höll tillbaka branden fick räddningstjänsten mer tid till att bygga upp insatsen samtidigt som pappen gjorde det svårare att släcka. Om inte pappen funnits hade taket snabbt brunnit av vilket hade resulterat i hög strålningsintensitet mot intilliggande tak med risk för att det inte hade gått att stoppa brandspridningen.

## B5.5 Möjliga brytpunkter för annat metodval

Det var oroligheter i området och incidenter i och omkring området hade hänt innan industribranden. Förebyggande åtgärder är bättre bevakning, att inte ha bilar eller brännbart material i anslutning till byggnader samt brottsförebyggande arbete.

Branden startade sent på natten och eftersom det inte fanns automatiskt brandlarm var det en fördröjning innan någon upptäckte branden. Att en boende upptäckte branden trots den sena timmen var tur och det gav Räddningstjänsten en chans att begränsa spridningen. Med tanke på brandgaslagret i intilliggande lager så hade scenariot blivit helt annorlunda om insatsen fördröjts bara några minuter. Hade branden upptäckts tidigare hade den kanske inte spridit sig till det svårsläckta taket utan kunnat begränsas till startutrymmet. En annan faktor som fördröjde insatsen var att det saknades orienteringsplan eller insatsplan. Genom att snabbt få en uppfattning om vilket brandskydd som byggnaden har kan MMI och taktisk plan utformas snabbare.

De faktorer som påverkade brandens förlopp mest var:

- den sena upptäckten, vilket gjorde att branden spreds till takkonstruktionen
- användning av alternativa metoder (övertrycksventilering, skärsläckare), vilket gjorde att branden kunde begränsas till lokal A samt tak över lokal A och C
- den brandbeständiga takpappen som gjorde att det var svårt att släcka taket samtidigt som brandspridningen saktades ner.

Nedan redovisas avgörande brytpunkter i brandförloppet.

Släckangrepp Personbilar

På grund av för liten första styrka på plats och risk för att det fanns gasflaskor i lokalen genomfördes en mer passiv insats initial. Inriktningen innan förstärkning anlände blev att släcka branden i personbilarna vilken hotade sprida sig till fler bilar.

Alternativ metod här hade varit att inrikta sig på att stoppa spridningen i taket. Det är dock svårt att avgöra om detta hade haft någon effekt eller om branden spridit sig alltför mycket redan.

Försök till släckning av lokal A

Branden i lokal A var intensiv samt eskalerande och höga ljud från fallande pallstallage hördes inifrån lokalen. På grund av detta gjordes bedömningen att risken för ras var för stor för invändig brandbekämpning. Ett försök gjordes med kylning in i lokalen från utsidan med dimstrålrör och backuprör (1200 l/min). Försöket misslyckades och efter ca 10 minuter utan effekt avbröts försöken och de begränsade resurserna på plats, personellt och vattenmässigt, omfördelades till att begränsa spridning till intilliggande lokaler och takbranden.

På grund av brandens intensitet och begränsade resurser kunde inte tillgängliga resurser påverka förloppet. Fortsatta släckförsök hade bidragit till att resurserna inte hade satts in där de bäst gjort verkan med resultatet att branden kunnat sprida sig till intilliggande lokaler.

Släckning av brandgaslager i intilliggande lokal E

På grund av att det satt varningsskyltar för gasflaskor i intilliggande lagerlokal E undersökte räddningsledaren situationen och fann ett tjockt brandgaslager som var nere vid huvudhöjd. Han uppskattade byggnaden till ca 4500 m<sup>2</sup> med en takhöjd på 6-8 meter. Byggnaden var dessutom fylld med pallstallage och därför förstod han att om brandgaslagret antänder kommer man inte kunna rädda byggnaden. Ståldörren mellan lokal A och E stod delvis öppen, vilket förklarar förekomsten av mängden brandgaslagret i lokal E. Temperaturen var fortfarande låg och därför ansågs risken för att eventuella gasflaskor skulle vara påverkade som liten.

Till följd av den stora lokalen behövdes ett system med huvudsyfte att kyla och inertera brandgaserna på stora avstånd i både höjd och sidled. Begränsande var också att ingen invändig brandsläckning fick ske på grund av riskerna för ras och påverkade gasflaskor. Lösningen var skärsläckare som ger en finfördelad vattendimma som når långt in i brandrummet [1]. Skärsläckaren vinklades upp mot taket och samtidigt sattes en fläkt in för övertrycksventilering. Inom en timme var brandgaslagret borta och dörren mellan lokal A och E kunde stängas. Fortsatt övertrycksventilering höll tillbaka branden från lokal E.

Om inte skärsläckare och övertrycksventilation hade använts kunde lagret snabbt blivit övertänt och sannolikt hade hela industrihotellet blivit totalförstört.

Begränsa spridning till intilliggande lokaler via väggar.

Ungefär samtidigt som skärsläckare och övertrycksventilering sattes in mot lokal E så upptäcktes det att det fanns brandgaslager i lokal B. Med hjälp av övertrycksventilering försvann brandgaserna på bara åtta minuter. När man märkte att övertrycksventilering fungerade så beslutades att så fort fler fläktar anlät sätta in dessa i intilliggande lokaler (B, C, D och E), se [Figur B 9](#).

Trots storleken på vissa lokaler så fungerade övertrycksventilering bra. Har trycket byggts upp så spelar inte lokalens storlek någon roll utan det som spelar roll är om byggnaden är tillräckligt tät. Ett tydligt exempel på detta var när företrädare för olika företag kom på plats och gick in till sina lokaler och började öppna fönster för att vädra ut röklukt. Detta resulterade i att trycket sjönk och brandgaser började strömma in i lokalerna. En annan observation var att vattenkanonen när den användes mot taket förstörde övertrycksventileringen genom att vattnet tryckte värmen från taket ner till lokalen och vidare in till intilliggande lokaler.

Utän övertrycksventilering hade brandgasspridning skett till intilliggande lokaler.

Begränsning vid brandcellsgräns

Det fanns en brandcellsgräns mitt i den brandutsatta lokalen (mellan A och C). Muren sträcktes sig upp till betongbjälklaget och begränsade branden till lokal A. Lokal C var inte brandutsatt och det bedömdes därför som säkert att gå på taket ovanför lokalen. Det beslutades att kraftsamla för att försöka stoppa brandfronten på taket vid den underliggande brandmuren. Tio till tolv brandmän utrustade med tio dimstrålrör, dimspik och skärsläckare formerade en halvmåne mot branden. Efter 15 till 20 minuter hade brandfronten tryckts tillbaka men så fort vattenbegjutningen slutade så ökade intensiteten i branden igen. Efter 45 minuter avslutades försöket med att stoppa branden och efter ytterligare 35 minuter hade brandfronten nått gaveln på andra sidan.

Till följd av den brandbeständiga takpappen som la sig som ett lock över branden och att det fanns mycket brännbart material i taket var det svårt att komma åt branden. Alternativa släckmetoder hade varit skum. Mellanskum uteslöts på grund av intensitet av branden, skummet hade "ätits upp" direkt utan att ge effekt. Vidare hade mellanskum med största sannolikhet inte fyllt upp utrymmet i mellantaket. Eftersom det var ett trämaterial som brann under takpappen skulle tillsatsmedel till skärsläckaren vara ett alternativ för att få vattnet att lättare tränga in i materialet och förbättra återantändningsskyddet.

Begränsa branden till tak över lokal A och C

Takbranden begjuts med vatten och brandmän med dimstrålrör vaktade taket över lokal B och E och släkte takpappen om den antände. På detta sätt lyckades branden begränsas till taket ovanpå lokal A och C.

Det blev en del vattensskador och alternativet hade varit att inte försöka släcka branden på taket. Eftersom branden var så pass intensiv hade detta troligtvis resulterat i att strålningen antänt taket ovanpå lokal B och E.

Användning av skum

Att blanda in skum i släckvatten hade uteslutits på grund av intensiteten i branden och att släckvattnet rinner av direkt ner till dagvattenbrunnar med risk för miljöskador. Ca elva timmar efter brandstart gjordes ett nytt beslut och ett skum påfördes med avsikt att minska punktbränderna. En till två dygn efter brandstart brann det dock fortfarande på dessa ställen. Problemet med skum är att en intensiv brand kräver mycket kyleffekt för att minska, medan mellanskum inte har denna kyleffekt.

## B5.6 Referenser

- [1] SÄRF och SP, 2010, Skärsläckarkonceptets operativa användande. Räddningsverket, Publikationsnummer MSB 0167-10, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- [2] Palmqvist, K., Södra Älvsborgs Räddningstjänst, intervju april 2014.
- [3] Sandin, L-E., 2008 Undersökning av olyckor och räddningsinsatser, Brand i industri, Räddningstjänstens olycksutredning dnr 09/1023, Södra Älvsborgs Räddningstjänst.
- [4] Lindström, J., Appel, G., Palmqvist, K., Bialas, K., 2013, Förmåga och begränsning av förekommande släcksystem vid brand i byggnad – fokus på miljöarbete. Publikationsnummer MSB618, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

**BILAGA 6**  
**Södra Sandby,**  
**Killebäcksskolan**  
**5-6/1 2009**

## BILAGA 6

# Södra Sandby Killebäcksskolan 5-6/1 2009

### B6.1 Objektbeskrivning

Högstadieskolan, som ligger i Södra Sandby, ett litet samhälle med 7000 invånare knappt en mil öster om Lund, hade ca 50 anställda och ca 400 elever i årskurserna 6 till 9.

Faktauppgifter nedan är hämtade ur fyra dokument från Räddningstjänsten syd och ett från Kommunassurans Syd som finns listade under referenser. Killebäcksskolan var en enplansbyggnad från 1982, byggd i brandteknisk klass Br2 enligt SBN 1980. Den bestod av fem kringbyggda och sammanbyggda atrier, se [Figur B 10](#). Stommen bestod av trä, utvändigt tegelklädd. Vinden var med undantag från fläktrum oinredd med ett valmat tak, bestående av trätakstolar klädda med plastfolie och betongpannor på kraftig läkt. Takutsprånget på ca en meter var luftat och klätt med glespanel på undersidan. Vindsbjälklaget bestod av limträbalkar med 400 mm lösull ovanpå plastfolie och dubbla gipsskivor. Vinden var sektionerad i delar om 300 – 450 m<sup>2</sup> av plåtregeleväggar med en gipsskiva på var sida. Brandcellerna på bottenvåningen var mindre. Insatsstyrkan saknade tillgång till ritningar och hade inte kunskap om hur man tog sig upp och runt på vinden.

### B6.2 Incidenter före branden

Det finns inte någon historia från denna skola som utmärker sig från flertalet förortsskolor i Sverige. Den inledande branden utmärker sig inte heller, en brand anlagd av ungdomar. Däremot finns det många parallellhändelser med bränder i offentliga enplansbyggnader av den här typen [1].

### B6.3 Branden

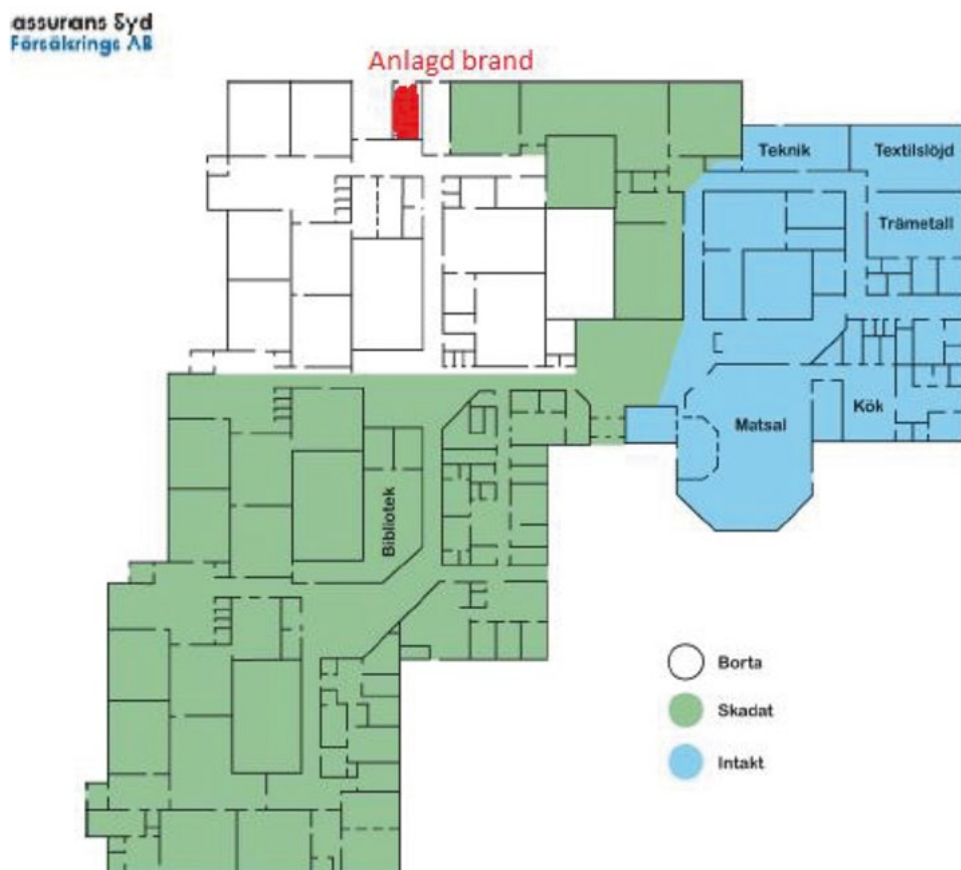
Branden inträffade under nattetid i januari. Byggnaden var relativt ensligt belägen, det var mörkt och dessutom blåste det från sydväst och var ca -10°C. Några ungdomar satte med en fyrverkeripjä (fontän) eld i ett växthus som användes som förråd. Växthuset var monterat på skolbyggnadens baksida under takutsprånget. *”Skolor som ligger avsides och med den här konstruktionen med utskjutande takfot brinner förr eller senare. Det har erfarenhet visat. Jag har själv sett flera exempel. Det är en högriskkonstruktion för anlagda bränder”* enligt räddningsledaren.



Figur B 10. Skolan innan branden, bild hämtad ur Olycksundersökningen [2].

Växthuset där branden startade är den lilla vita rektangeln i prånget på byggnadens södersida. I bilden visas även räddningstjänstens sektorindelning fram- och baksida.

Enligt Kommunassurans Syd uppskattades skadorna efter branden till ca 35–40 % av skolbyggnaden helt förstörd, ca 30 % vatten och rökskador och resterande relativt intakt. De skadade delarna visas i Figur B 11.



Figur B 11. Skadebild enligt Kommunassurans syd [3]. Obs bilden är vriden i förhållande till Figur B 10.



Nedan beskrivs branden och räddningstjänstinsatsen [4-6]. Förloppet delas i olycksundersökningen in i tre huvudfaser: uppstartsskedet (ca 21:45-22:45), inledande insats (ca 22:45-01:30) samt fortsatt insats (ca 01:30-07:00).

BRANDFÖRLOPP	RÄDDNINGSTJÄNSTINSATS
<b>21:xx</b> Brand anläggs i växthuset med hjälp av fyrverkeripjäsa.	<b>21:44</b> Personer i intilliggande idrottshall larmar via 112.
<b>21:52</b> Kraftig brand i växthuset, brand i takfoten.	<b>21:50</b> Det automatiska brandlarmet aktiveras.
Vindsbrand med oklar lägesbild.	<b>21:52</b> Insatschefen är först på plats och möts av vaktmästaren. 301 blir hänvisade direkt till platsen där branden startat. Initialt släckförsök.
<b>00:50+1</b> Okontrollerad brandspridning i mitt-delarna av skolbyggnaden. Bra begränsningar på baksidan.	<b>22:00-22:45</b> Sektor baksida gör ett försök till begränsning med dimspik och håltagning. Sektor fotbollsplan med uppgift att hålla begränsning med hjälp av höjdfordon.
	<b>22:45-01:30</b> Två sektorer med var sin begränsningslinje. Många brandposter är frusna.
	<b>01:30+1-07:00+1</b> Två sektorer, fram respektive bak med uppgift att begränsa brandspridning. Senare en invändig sektor med uppgift att stoppa branden inne på vindarna. Insatsstyrkan har under stora delar av natten tvingats "jaga" branden.
<b>03:00+1</b> Fortfarande risk för brandspridning	Håltagning på vindar utifrån. Tvärsnittventilation. Nästan allt släckningsarbete gjordes utifrån. Dimspik. Högtryckssystemet upplevdes ha för dålig kastlängd, så lågtryckssystem användes. Vattensystemet på en släckbil frös under natten.
<b>09:30+1</b> Branden under kontroll men fortfarande glödbränder.	Under dagen: Personal arbetar inne på vinden för att släcka småbränder, vilket fungerade bättre än att stå utifrån på stege.
Rivning dämpar branden.	<b>12:30+1</b> Rivning igång med hjälp av frontlastare.
	<b>19:18+1</b> Räddningsinsatsen avslutas.

## B6.4 Analys

Inledningen av insatsen gick effektivt, då räddningstjänsten snabbt blev visad till rätt plats. Samtidigt var antändningskällan kraftig och brandspridningshastigheten snabb inledningsvis vilket gjorde att branden i alla fall spred sig upp på vinden genom den ventilerade takfoten. Ventilerad takfot är tillåtet i en sådan här byggnad, men en välkänd brandspridningsväg.

När branden väl spridit sig upp på vinden, verkar det under långa tider som om ingen har kunskap om brandens läge och omfattning. Man arbetar till största delen utifrån men kommer inte åt branden. Den brand som man inte har lokaliserat, kan man inte heller släcka. Mycket av arbetet och därmed mycket av riskerna handlade om kvalificerat takarbete med håltagning. Under delar av insatsen bedömdes till och med riskerna som mindre för personalen att arbeta inifrån än utifrån. Flera slutsatser dras i olycksundersökningen [2], bl.a. att det vid en insats är viktigt att tidigt få kännedom och kontroll på byggnadskonstruktionen så att lämplig metod kan väljas. Man konstaterar att en gemensam lägesbild för befäl har saknats. Avsaknad av gemensam rättvisande lägesbild har inneburit att åtgärder vidtagits utan att man egentligen haft kontroll över effekt/verkan.

Man noterar också att dimspik hade god effekt, samtidigt som de i kontinuerlig drift genererar stora mängder vatten och därför bör användas endast med kortare duschningar. Med längre dimspik hade åtkomligheten blivit bättre. Skärsläckare fanns tillgänglig, men frös på grund av det kalla vädret och kunde inte användas. Även vattensystemet i en vanlig släckbil frös. Kort sagt testades flera olika släckredskap, men bortsett från frysningsproblematiken handlade bristande släckkapacitet nog framförallt på att släckmedlet inte applicerades där det faktiskt brann och hade därmed liten effekt.

## B6.5 Möjliga brytpunkter för annat metodval

En noggrann riskbedömning hade i ett tidigt skede identifierat risken för brandspridning på vinden. En första insats i vindsutrymmet vid primärbranden med vattendimma alstrad av en skärsläckare skulle snabbt kunnat kyla brandgaserna och sänkt trycket (Bilaga 11) och därmed försena brandspridning till angränsande vindsutrymme.

Ett annat alternativ hade varit att använda dimspik. För att täcka det 300-450 m<sup>2</sup> stora vindsutrymmet vid primärbranden hade man behövt slå in många dimspik då de endast har en kort kastlängd. Arbetet med att montera dimspiken hade tagit mycket längre tid och varit mycket riskfyllt för insatspersonalen. Vattenskadorna hade dessutom blivit avsevärt större än de man får med skärsläckare.

Huvuduppgiften därefter hade varit att identifiera eventuell brandspridning till angränsande vindsutrymmen och förbereda för ytterligare insatser med skärsläckare och trycksättning av delar av skolan för att undvika rökskador. Övervakning av taken med en högt placerad IR-kamera och utsläpp av brandgaser vid takfoten i de olika vindsektionerna hade underlättat valet av nya angreppspunkter med skärsläckare.

## B6.6 Referenser

- [1] Johansson, N., van Hees. P., En studie av vindsbränder utifrån statistik och brandutredningar, Report 3152. Brandteknik, LTH.
- [2] Åberg, Martin, m.fl., 2009, Olycksundersökning – utvärdering av insats, Brand i Killebäcksskolan, Södra Sandby 2009-01-05, Räddningstjänsten syd.
- [3] Kommunernas assurans Syd.
- [4] Nilsson, B., 2009, Olycksundersökning Brand på Killebäcksskolan, Södra Sandby 2009-01-05, Räddningstjänsten syd.
- [5] Bilaga 1, Byggnadstekniskt brandskydd, Lund 2009-03-12/JBD Killebäcksskolan, Räddningstjänsten syd.
- [6] Insatsrapport, Räddningstjänsten syd, Rtj ärendenummer 2009/00076.



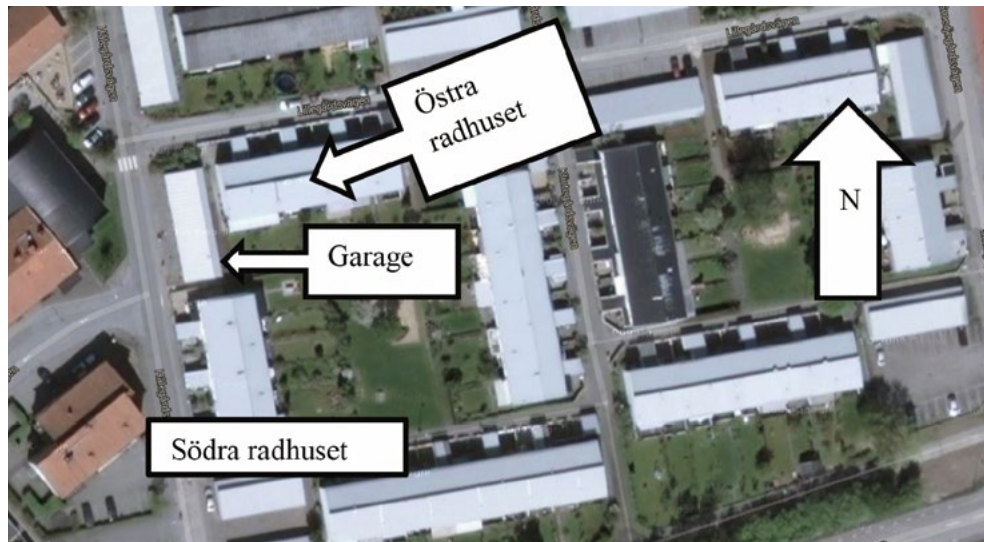
**BILAGA 7**  
**Partille,**  
**Hålegårdsvägen**  
**4/2 2013**

## BILAGA 7

### Partille, Hålegårdsvägen 4/2 2013

#### B7.1 Objektbeskrivning

Den drabbade radhuslängan bestod av sju stycken tvåvåningslägenheter och bredvid fanns det ett gemensamt garage med plats för nio bilar [1]. Fasaden på radhuset närmast garaget var av tegel förutom en utsickande del vid ett fönster som var beklädd med träpanel samt en altan. Garageväggarna var gjorda av plåt och det fanns fönsteröppningar som vette mot radhuslängan [2]. Avståndet mellan garaget och det drabbade radhuset var ca tre meter [3] och avståndet mellan garaget och den södra radhuslängan var ca sju meter [1], se Figur B 12. Taket på radhuslängan var plåttak med en smal luftspalt till innertaket och bjälklaget mellan över och undervåning gick i längsgående riktning vilket gjorde att det var få eller inga naturliga begränsningslinjer [2].



Figur B 12. Hålegårdsgatan. Branden startade i garaget och spred sig sedan till radhuslängan. Bild: Flygfoto från maps.google.se, hämtat 2014-05-15.

#### B7.2 Incidenter före branden

Det finns inga incidenter rapporterade i närområdet före branden. Radhusbränder är dock kända för att vara svåra att stoppa på grund av att det oftast inte finns någon sektionering av vinden mellan lägenheterna.

#### B7.3 Branden

Branden började i det närliggande garaget som hade plats för nio bilar, se Figur B 13. Människor vaknade av att det smällde kraftigt från garaget och larmade räddningstjänsten. När räddningstjänsten anlände var branden fullt utvecklad i garaget och hotade både den södra och östra radhuslängan. I Figur B 12 kan man se att den södra radhuslängan ligger parallellt med garagets längdriktning, och det östra (drabbat radhus) vinkelrätt mot garagets längdriktning.

Den södra radhuslängan klarade sig men branden spred sig till den östra radhuslängan via gavelbeslag och altan. Branden fortsatte sprida sig via inner- och ytterväggar, mellanbjälklag och tak. Branden stoppades vid räddningstjänstens begränsningslinje mellan andra och tredje lägenheten. Konsekvenserna av branden blev ett nedbrunnet garage, två lägenheter med totalskada och en lägenhet med rök och vattenskada. De fyra resterande lägenheterna klarade sig och människor kunde bo kvar i dessa.



**Figur B 13.** Garage och drabbad radhuslänga, rött kryss visar var branden startade. Begränsningslinje drogs vid andra stupröret. Bild: Street view från maps.google.se, hämtat 2014-05-15.

Beskrivningen nedan av branden och släckinsatsen bygger på uppgifter i insatsrapporter och olycksundersökningar som gjorts [1, 2 och 3].

### BRANDFÖRLOPP

### RÄDDNINGSTJÄNSTINSATS

**0x:xx** Det börjar brinna i garaget.

Boende hör kraftiga smällar från garaget.

**02:16** Larm inkommer till SOS om brand i garage och räddningstjänsten åker ut i tron att det brinner i ett fristående garage utan risk för spridning.

**02:25** Garagelänga med nio portar är helt övertänd och branden hotar två radhuslängor, en öster och söder om garaget.

**02:25** Räddningstjänsten på plats. Första styrkan inriktar sig på att försöka förhindra brandspridning till östra radhuslängan med hjälp av dimstrålrör. Andra styrkan inriktar sig på att skydda södra radhuslängan och dämpa garagebranden med hjälp av backupstrålrör (ca 1000 l/min) från tankbil och dimstrålrör från släckenheter, se Figur B 14. Skärsläckarenhet och fler räddningsenheter beställs.

**02:38** Södra radhuslängan räddad och garagebranden är dämpad men branden har spridit sig vidare till östra radhuslängan via altanen vid första lägenheten och in i lägenheten samt brandspridning via ytterväggar och tak.

**02:38** När garagebranden är dämpad går det att komma runt till baksidan på radhuset och först nu kunde man konstatera spridningen via altanen. Invändig släckning, skydds nivå rökdykning påbörjas i första lägenheten. Håltagning i tak över lägenhet 1 påbörjas.

**02:40** Resurserna prioriteras till östra radhuslängan. Mål med insats formuleras: Dämpa och begränsa branden i första lägenheten, släck och hindra brandspridning i andra och stoppa brandspridning vid tredje lägenheten.

**02:51** Brandens intensitet i radhuslängan ökar och branden sprider sig i mellanbjälklag, takbjälklag och luftspalt till yttervägg, se principskiss i Figur B 15.

**02:xx** Två sektorer bildas; tak och invändig släckning. Taksektionen arbetar med att göra frånluftsöppningar i syfte att ventileras ut varma brandgaser och komma åt vattnet med dimstrålrör och dimspikar. Begränsningslinjen vid tredje lägenheten, se Figur B 14, består av dimspikar och ett 60-70 cm brett hål över hela taket och baksidan av huset. Sektionen för invändig släckning använder sig av skärsläckaren för att punktera taket och mellanbjälklagen underifrån och komma åt branden därifrån. Detta kompletterades sedan med håltagning och friläggning inifrån.

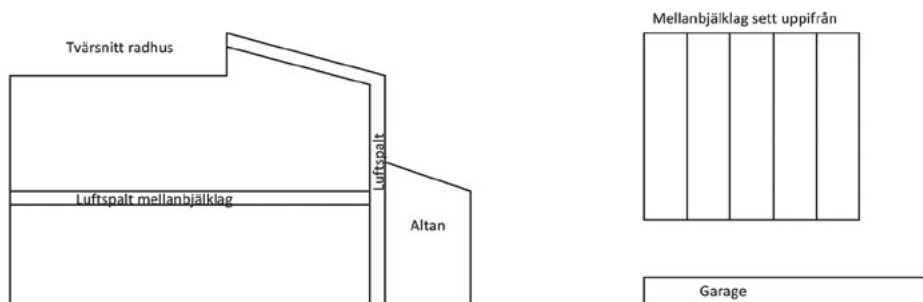
Släckarbetet är intensivt och brandmännen arbetar hårt för att inte branden ska fortsätta sprida sig. Så fort det blir någon fördröjning i bytet av personal flamar branden upp. Begränsningslinjen vid lägenhet tre håller. Beslut tas att lättskumfylla lägenhet 3.

**07:00** Branden under kontroll.

Intensiteten i släckningsarbetet avtar, men det tar ytterligare ett dygn innan räddningstjänst avslutas.



Figur B 14. Bild över var de första åtgärderna sattes in. de olika tjocklekarna på pilarna visar skillnader i vattenmängd som användes på plats. Rött streck visar var begränsningslinjen drogs [1].



Figur B 15. Principskiss över bjälklagen i radhuset som gjorde att branden var svår att släcka.

## B7.4 Analys

Spridning till radhus

Det är inte fastställt hur branden startade, antingen var den anlagd eller något teknisk fel i någon av bilarna. Branden upptäcktes av att folk hörde smällar från garaget. Möjligheterna att upptäcka branden tidigare var liten.

Vid framkomst var garaget redan övertänt och det fanns ingen möjlighet att stoppa branden i garaget utan det stora hotet var spridning till södra och östra radhuslängan. Första styrkan försökte minska risken för antändning av östra radhuslängan genom att kyla med dimstrålrör. På grund av det korta avståndet samt träpanelen och altanen var inte kylningen tillräcklig och branden spred sig till den östra radhuslängan. Ytterligare en anledning till spridningen var att det inte gick att komma åt baksidan av radhuset där altanen och träpanelen fanns



då branden i garaget stoppade räddningstjänsten från att gå runt. Eftersom det inte gick att komma åt branden mot baksidan hade det varit svårt att stoppa branden även med alternativa metoder.

Andra styrkan som kommer strax efter första styrkan riktar in sig på att begränsa spridningen av branden så att inte södra radhuslängan ska börja brinna. De använder sig av back-up stålrör som ger ungefär fyra gånger så mycket vatten som ett vanligt dimstrålrör och lyckas därför förhindra brandspridning till södra radhuslängan. Med vanliga dimstrålrör släcker de även branden i den södra delen av garagelängan, se [Figur B 14](#), för illustration över var de första åtgärderna sattes in.

#### Radhusbranden

När branden i garaget hade dämpats gick det att komma runt till baksidan av radhuset och då såg man att det brann i altanen och i kanten av taket. Branden hade också spridit sig in i första lägenheten.

Rökdykning enligt AFS 2007:7 genomfördes som en första insats mot lägenhet 1 (gavellägenheten). Vid denna insats användes även skärsläckaren för att släcka branden inne i byggnadskonstruktionen. Det visade sig tidigt i insatsen att branden spridit sig vidare till angränsande lägenhet via mellanbjälklagen och lägenhets-skiljande vägg. Beslutet blev då att släppa första lägenheten för att prioritera insatserna till andra lägenheten. Med skärsläckare och sågar försökte de komma åt branden i mellanbjälklaget, lägenhetsavskiljande vägg samt tak i lägenhet 2. Samtidigt tog det sig rejält i första lägenheten och personal fick i uppgift att dämpa branden genom invändig släckning i den första lägenheten. Största problemet var att branden spreds långsamt i golv, väggar och tak. Så fort ett stålrör slutade användas (t.ex. vid byte av personal) så flammade det upp igen.

Tidigt i insatsen tas beslut om att lägga en begränsningslinje mellan lägenhet 2 och 3. Taket öppnades upp från takfot till takfot, även panelen på väggen togs bort. Dimspik sattes i taket och i väggen vilket medförde att både tak, ytterväggarna och isoleringen mellan lägenhet 2 och 3 översvämmades med vatten och därmed förhindrade vidare brandspridning. Hade inte begränsningslinjen hållit så hade hela radhuslängan brunnit ner.

Eftersom branden under de första timmarna var så intensiv och spridningen svår att bedöma så beslutade räddningsledaren att lättskumfylla tredje lägenheten. Beslutet att lättskumfylla istället för att övertrycksventilera baserades på att man inte visste exakt var branden var. Senare visade sig dock att lättskumsfyllningen inte hade någon påverkan på förloppet.

Skärsläckaren användes i detta fall genom att placera den i undertaket och i mellanbjälkslagren. Detta gör att vattenstrålen direkt stöter på hinder och därför inte kan sprida sig och bli dimma. Skärsläckaren behöver ett avlångt utrymme utan hinder för bästa släckeffekt eftersom strålen bryter upp till vattendimma först efter ca fem meter.

## B7.5 Möjliga brytpunkter för annat metodval

Nedan diskuteras möjliga brytpunkter i förloppet och hur andra metoder hade påverkat skadeutgången.

Spridning till radhus

Spridningen till radhuset skedde via tak och altan och hade det funnits möjlighet att komma åt baksidan av huset direkt genom att t.ex. dra slangen via östra gångvägen så hade man också kommit åt branden bättre och därmed kanske kunnat stoppa branden vid garaget.

Radhusbranden

Det största problemet var att man inte visste var branden var och därför hade en tidig kännedom och kontroll på byggnadskonstruktionen varit viktig för att på så sätt kunna välja lämplig metod.

Skärsläckaren som användes genom att placera den i undertak och mellanbjälklagren hade kommit till större nytta vid annan placering. För att skärsläckaren ska få bästa möjliga kastlängd måste den placeras så att strålen följer de befintliga längsgående öppningarna. T.ex. hade man kunnat arbeta från taket och skjuta in skärsläckaren så att strålen följer luftspalten. I detta fall hade det kanske inte varit lämpligt att stå på taket på grund av risken för ras, men alternativet hade varit att arbeta från en hävare. Eventuell isolering i mellanbjälklag eller taknock kan också begränsa kastlängden för skärsläckaren. En lösning på detta problem kan vara att punktera isoleringen i cirkel runt branden och sedan succesivt minska cirkel, d.v.s. ringa in branden.

Dimspik som användes vid begränsningslinjen har bra effekt i det korta närområdet, men problemet med dimspik är att man efter monteringen sätter på dem och låter dem vara på vilket ofta medför omfattande vattenskador. Alternativet är att man istället påföra vattnet i korta intervall. Vattnet hjälper då till att inetera hålrum och på så sätt går det att öka släckeeffekten med mindre vattenåtgång.

Ett annat alternativ för att öka släckeeffekten med mindre vatten är att blanda i tillsatsmedel till släckvattnet. Med tillsatsmedel så tränger vattnet djupare in i materialet vilket gör att konstruktionen torkar upp sämre. Detta är positivt ur återantändningsskydd men vid sanering av bostaden är det mycket viktigt att konstruktionen får torka ut ordentligt så att den inte möglar.

## B7.6 Referenser

- [1] Liljeqvist, R., (2013). Olycksutredning brand i byggnad, Hålegårdsvägen, Lexby, Partille, 2 februari 2013. Räddningstjänsten Storgöteborg.
- [2] Karlsson, M., Räddningstjänsten Storgöteborg, intervju 2014-05-28.
- [3] Insatsrapport, Brand i byggnad, Hålegårdsvägen 15, Partille, 2013-02-04, Räddningstjänsten Storgöteborg.



**BILAGA 8**  
**Linköping bibliotek**  
**20-21/9 1996**

## BILAGA 8

### Linköping bibliotek 20-21/9 1996

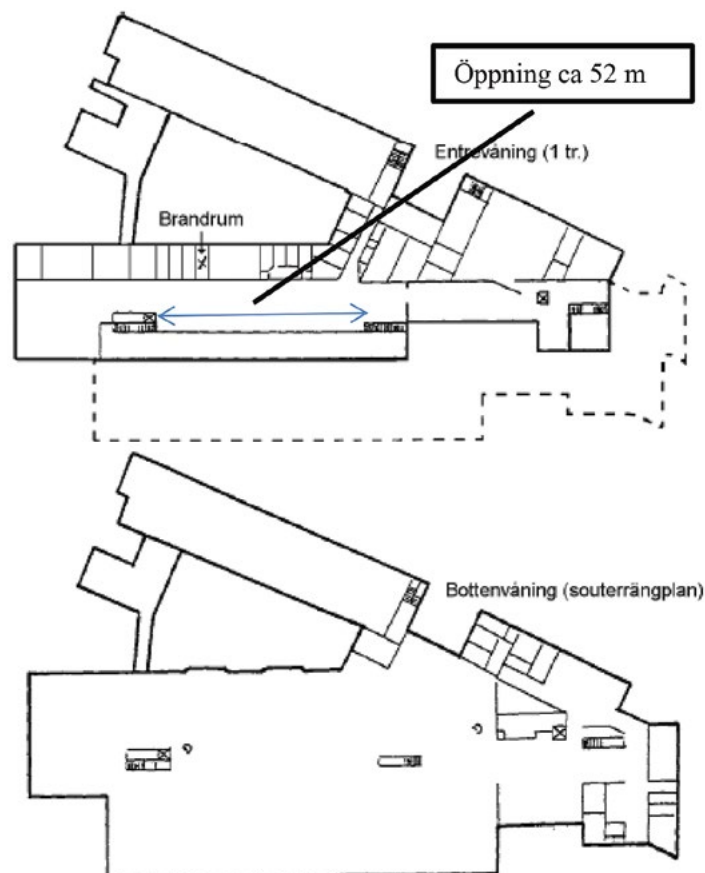
#### B8.1 Objektbeskrivning

Stadsbiblioteket i Linköping byggdes 1972-1973, i en tidstypisk stil. Informationen om branden är till stor del hämtad från Referens 1. Byggnaden rymmer utöver stadsbibliotek också informationskontor och invandrarbyrå, se Figur B 16. Huvuddelen av byggnaden har tre våningar [2]:

- källare med arkiv, Ca 3200 m<sup>2</sup>
- souterrängplan med en stor, öppen bibliotekshall, ca 3200 m<sup>2</sup>
- entréplan med en mindre bibliotekshall och kontorslokaler, ca 920 m<sup>2</sup>.

Den mindre hallen ligger på en balkong, med en 52 m lång öppning (ca 200 m<sup>2</sup>) till den stora bibliotekshallen. Till biblioteksdelen är fogat en kontorsbyggnad med totalt fyra våningar, varav två under mark. De två byggnadsdelarna bildar tillsammans med en förbindelsegång en öppen innergård, mot vilket brandrummet vetter. Konstruktionen består av pelardäck med slakarmerade betongpelare och bjälklag av platsgjuten betong (250 mm, klass 1).

Ytterväggarna består av tegelmur. [3]



Figur B 16. Planskiss över bibliotekets två våningar [2].

Källarplanets bokmagasin var avskilt i klass EI60 och dess handskriftsmagasin i klass EI120. Bibliotekshallen med angränsande kontorsrum m.m. var en stor brandcell över två våningar. Det fanns mycket brännbart material i lokalerna. Ett hängande undertak bestod av 20\*95 mm furuträ ställd på högkant. Det var byggt likt ett "raster" om rutor 600x600 mm och hade en uppskattad totalvikt av 1-2 ton. I "spaltöppningen" fanns ca 150 kvm ljudabsorberande skivor av tretex, d.v.s. porös board. Väggbeklädnaden i vissa rum på entresolplanet bestod av väggkork. På entresolplanet bestod korridorväggen utanför kontorsrummen av träpanel. Kontorsbyggnaden är avskild i klass E30. [2] Byggnaden utrustades vid byggnationen med ett automatiskt brandlarm med rök- och värmedetektorer. Ett utrymningslarm var kopplat till högtalarsystemet. Brandlarmet var dessutom direktkopplat till räddningstjänsten. Släckutrustning bestod av inomhusbrandposter och handbrandsläckare. Placering och funktion hos dessa visade sig vara av avgörande betydelse. Byggnaden var brandsynepliktigt och hade ett eget objektkort för insatsinformation. [4]

## B8.2 Incidenter före branden

I mitten av 1990-talet flyttade informationskontoret in i huset på grund av sparskäl. In flyttade också invandrarbyrån som ger service och information till invandrare. Invandrarbyrån, med lokaler i byggnaden, hade under året vid flera tillfällen varit utsatt för hot med flera sabotage innan branden. Med facit i hand är det idag uppenbart att någon ville skrämja de anställda på invandrarbyrån, kablar till datorer och telefoner klipptes av, anteckningar med invandrarbyråns anställda hittades, lås bröts upp, hotbrev förekom, bombattrapper hittades etc. *"Ännu i dag kan jag tycka att det är obegripligt att ingen gripits för branden. Eller åtminstone för någon av de 42 incidenter som föregick branden"* [5]. Dessa hotelser ledde till att särskilda brandvakter utbildades, för att hjälpa till vid en eventuell utrymning. Räddningstjänsten skaffade sig extra god lokalkännedom och tog larmet på största allvar. Detta illustreras av en mycket kort insatstid. De incidenter som inträffat under året inkluderar [3]:

9 juli: Försök till brand i källaren.

12 juli: Brand i förråd i kontorskorridor.

22 augusti: Hotbrev, intrång med skadegörelse.

12 september: Bombhot och utrymning. Hotbrev.

20 september: Byggnaden brinner ner.

## B8.3 Branden

Branden anlades sent på kvällen i en fätölj i ett av kontorsrummen och detekterades snabbt av det automatiska brandlarmet som endast hördes av personalen. Personalen identifierade branden, en fätölj brann i ett kontorsrum på övervåningen och gjorde ett släckförsök som ej lyckades. Personalen lämnade därefter brandrummet med öppen dörr varefter en av personalen sände ut ett högtalarmeddelande om utrymning, Brandrummet övertändes mycket snabbt och branden spred sig ut i bibliotekshallen ungefär samtidigt som räddningstjänsten var på plats. Hallen övertändes redan efter en halvtimme på grund av brännbart material innertaket och branden blev så intensiv att betongpelarna som bar upp taket ger vika. F.d. chefen för länskriminalen, Tommy Håkansson, hävdade att *"branden polisiärt är uppklarad men att bevis saknas för att gripa gärningsmannen som förmodligen var en av de anställda. Vi har inte suttit och spekulerat i vem av oss det kunde vara men förstår att misstankarna gått åt det hållet eftersom låsta utrymmen forcerades utan minsta spår"* [3]. Skadekostnaderna uppgick till 103 millioner SEK.

Beskrivningen nedan av branden och släckinsatsen bygger på uppgifter i insatsrapporter och olycksundersökningar som gjorts [3, 5-8].

### BRANDFÖRLOPP

Räddningstjänstens utredning [2] om brandförloppet beskriver ingående brandens tidiga förlopp. Med utgångspunkt från denna kan brandens storlek vid olika tidpunkter uppskattas.

**23:06** Branden får fäste i en fåtölj i ett av kontorsrummen (beräknad tid) [2].

Branden bedöms vara anlagd. Den startade i en skinnfåtölj i ett av kontorsrummen på invandrarbyrån. Fåtöljen bestod av ca 2 kg polyuretanstoppning på träram, överdragen med ett skinnliknande material. I fåtöljen låg ett paket eller papper.

**23:09** Dörren till brandrummet öppnas. Hela fåtöljen brinner och branden sprider sig till taket, vilket ökar effektutvecklingen (vittnesuppgift). Effektutvecklingen har i efterhand beräknats till ca 1 MW [2].

**23:11** Branden i kontorsutrymmet når övertändning, blir ventilationskontrollerad och sprider sig ut i bibliotekshallen (uppgift från insatsperson.) Effekten beräknas till ca 1,8 MW [2].

**23:15** Branden har fått ordentligt fäste i bibliotekshallens innertak (uppgift från insatspersonal) [3]. Brandeffekten kan nu uppskattas till 5-10 MW.

**23:24-23:30** Bibliotekshallen övertänds (uppgift från insatspersonal) [3].

**23:55** En stor del av byggnaden rasar in. Effektutvecklingen minskar kraftigt, men fortfarande är mycket värme ackumulerad i betongen (uppgift från insatspersonal) [3].

### RÄDDNINGSTJÄNSTINSATS

Hur insatsen varierar med tiden kan beskrivas ungefär som följer. Notera dock att de utrymnings-tekniska delarna är utelämnade och att redogörelsen endast rör sig om själva släckinsatsen.

**23:08** Branden detekteras av en värmedetektor (datalog) [3].

Detektorn ingår i ett automatiskt brandlarm som larmar inom byggnaden och till räddningstjänsten. Aktiveringstiden har i efterhand beräknats till ca 2 minuter.

**23:09-23:10** Personal gör ett släckförsök med inomhusbrandporten i passagen till personalentrén (rum 319, vittnesuppgift). Släckinsatsen misslyckas då det blir problem med slangen och det inte kommer något vatten. I efterhand kan konstateras att även om dessa problem uteblivit hade inte släckinsatsen lyckats. Avståndet mellan brandpost och dörren till brandrummet är 26 m vilket är längre än slangen. Släckeffekten under detta försök är alltså noll. Avståndet till den närmaste brandposten är 16 m och om denna använts istället, hade resultatet blivit annorlunda [8].

**23:11-23:12** Då inte brandposten fungerar, görs ett försök att angripa branden med en handbrandsläckare. Vid denna tidpunkt var det redan för varmt för att kunna komma tillräckligt nära branden och även detta släckförsök måste avbrytas (vittnesuppgift) [2].

**23:11** Räddningstjänstens första resurser är på plats, två släckbilar och en stegbil med tillsammans 1+1+9 man (datalog) [3].

**23:14** Brandingenjören är på plats (datalog) [4].

**23:14** En rökdykarinsats görs via personal-entrén, men rökdykarna kommer knappt fram till den obrukbara brandposten [3]. Avståndet är ca 30 m till brandrummet. Rökdykarna har en smalslang och dimstrålrör med sig, vilket ger en kapacitet på 300 l/min. Värmen i bibliotekshallen tvingar rökdykarna att retirera utan att de nått det ursprungliga brandrummet.

**23:16** Resurser från två deltidstationer anländer, två släckbilar med (2+8) man [3].

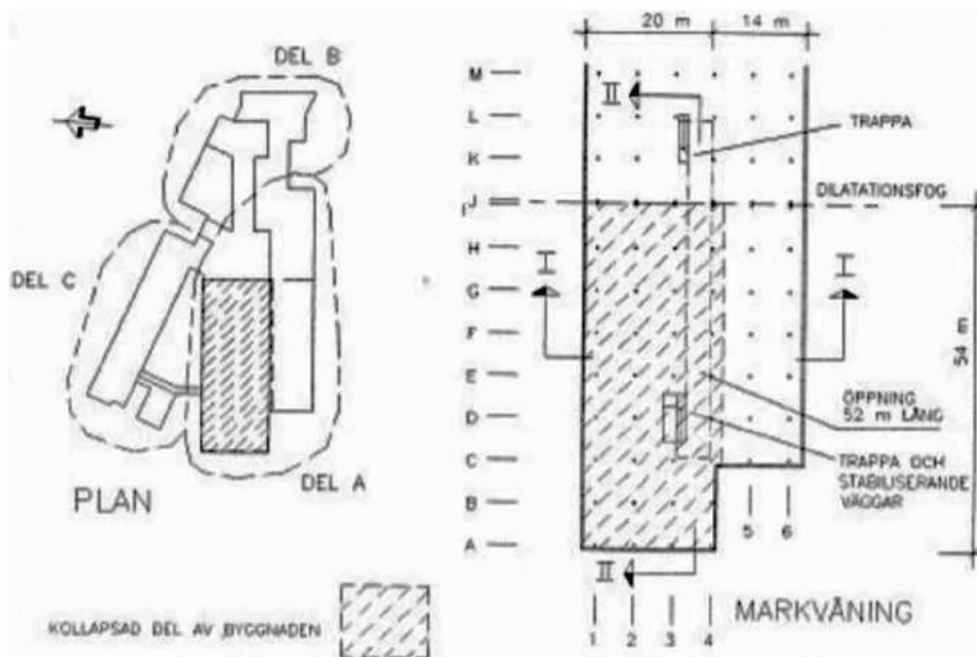
**23:20** Rökdykarinsats avbryts och den invändiga släckeffekten upphör [3].

**23:55** Begränsningslinje är klar mot Hunnebergsgatan efter beslut 23.30. I och med att taket rasar in begränsas branden [3].

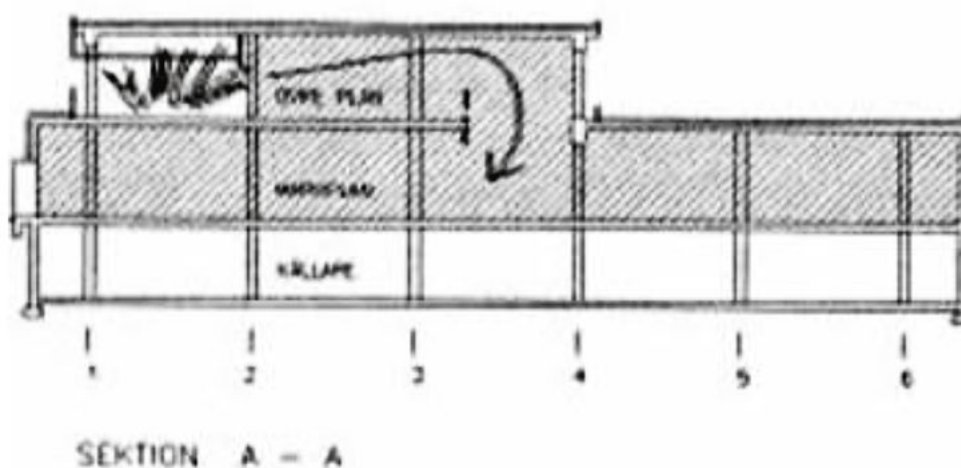
Tankbil med en man anländer [3].

**00:15** Fridygsledig personal börjar anlända [3].

Raset av ett plastgjutet betongpelardäck i två våningar inträffade i ett oväntat tidigt skede av branden eller ca 30 minuter efter övertändning trots att byggnaden formellt var dimensionerad för åtminstone 60 minuters motståndsförmåga. Enligt en utredning [9] är det helt uppenbart att förutsättningarna för det tidiga raset av bibliotekets tvåvåningsdel, fram till denna byggnads dilatationsfog, varit spaltöppningen i mellanbjälklaget. I [Figur B 17](#) visas den del av byggnaden som kollapsade och i [Figur B 18](#) visas ett tvärsnitt av byggnaden vid spaltöppningen. Branden spred sig från den övre våningen via taket och spaltöppningen till den nedre våningen.



Figur B 17. Byggnaden efter branden.



Figur B 18. Brandspridningsväg från övre planet till det nedre.



## B8.4 Analys

### Byggnadens brandskydd

Den första av de nyckelhändelser som ledde till storbranden, är antändning. Ett bibliotek innehåller alltid brännbart material. Därför blir detta en fråga om att undanröja tändkällor. Då branden var anlagd, handlar det om byggnadens säkerhetskydd: tillträde, bevakning, m.m.

### Rumsbranden

Nästa kritiska länk i händelsekedjan blir den snabba brandtillväxten. Denna bygger dels på att fätöljen gav en snabb initialbrand, och att innertaket i kontorsrummet var brännbart. Dels blev branden intensiv, dels misslyckades de första två släckförsöken med vattenslang och handbrandsläckare som gjordes av personalen. Dessutom lämnades dörren till kontoret öppen efter släckförsöken. Hade dörren stängts hade räddningstjänsten, som anlände några minuter senare troligtvis kunnat begränsa branden till kontorsrummet.

### Utrymning

Utrymning är definitivt en kritisk aspekt vid biblioteksbranden. Folket var på väg ut ur byggnaden då kvällens program var slut och utbildade brandskyddsvårdare hjälpte till under utrymningen. Ingen skadades därför trots att det befunnit sig mycket folk, ca 400 personer, i byggnaden strax före branden [2]. Med det snabba brandförloppet fanns potential för en brandkatastrof med ett större antal omkomna. Det kan konstateras att räddningstjänsten kom fram först efter utrymningen avslutats och den enda livräddningsinsats som gjordes var i form av eftersök av förmodat kvarvarande i lokalerna. Utrymningsproblematiken har därför inte granskats i denna studie.

### Branden i övre hallen

Släckförsök utfördes av räddningstjänsten med strålrör. Man lyckades inte nå fram till brandrummet och släcka rumsbranden och takbranden i hallen då värmestrålningen blev alltför stor, man tvingades retirera. Branden spred sig snabbt då det fanns ca 2 ton träreglar i taket i övre hallen monterade i rutor på 60x60 cm och dessutom fanns det porösboard i taket på den nedre hallen.

### Brand i hela byggnaden

Räddningstjänsten bedömde byggnaden som förlorad och koncentrerade insatserna till att hindra brandspridning till andra byggnader vilket lyckades väl.

## B8.5 Möjliga brytpunkter för annat metodval

### Byggnadens brandskydd

Stora brister i det förebyggande arbetet borde ha rättats till långt innan det att branden inträffade. Byggnaden hade en extrem brandbelastning som tilläts då den byggdes 1972-73. Vid den tiden fanns det i stort sett bara en begränsning av energiinnehållet per m<sup>2</sup> i rådande byggstandard. Trots att räddningstjänsten efter ett flertal incidenser fått god kännedom om objektet var det ingen som reagerade för den exceptionella brandbelastningen i bl.a. övre hallen. Trots att ett flertal incidenser inträffat tycks bibliotekets förebyggande arbete inte fungerat. T.ex. kände personalen inte till hur långt slangarna räckte från olika brandposter och dörren till brandrummet lämnades öppen.

### Rumsbranden

Branden skulle av personalen kunna begränsas till det primära brandrummet genom en insats med vatten från rätt brandpost eller genom att dörren till rummet stängts. Brandspridningen skulle då fördröjas till dess räddningstjänsten anlände med släckutrustning som kunde hantera rumsbranden.

### Branden i övre hallen

Då räddningstjänsten anlände hade branden spridit sig till taket utanför det primära brandrummet. Effekttutvecklingen uppskattas då ha varit 5 – 10 MW. För att fördröja brandspridning skulle brandgaserna kunna kylas med en insats med vattendimma. Avstånden utifrån från taket på markplanet till det primära brandrummets dörr är ca 14 m (Figur B 18). På baksidan av byggnaden kan man dessutom nå brandrummet utifrån från taket på markplanet. Den bästa möjlighet, med tanke på kastlängd, kylförmåga, vattenskador och tryckminskning (Bilaga 11) hade varit en kraftfull insats med flera skärsläckare utifrån riktade mot både det initiala brandrummet och taket i den övre hallen. Då fasaden i hallen och det primära brandrummet hade fönster skulle insatsen snabbt kunnat komma igång och dess verkan bedömas. Med denna åtgärd hade brandspridningen möjligen stoppats och underlättat för en påföljande konventionell släckinsats med strålrör.

Ett annat alternativ är att använda dimspik. För att täcka hela den snabbt ökande brandytan hade man behövt slå in många dimspik då de endast har en kort kastlängd. Arbetet med att montera dimspiken hade tagit mycket längre tid och varit riskfyllt för insatspersonalen. Vattenskadorna hade dessutom blivit avsevärt större än de man får med skärsläckare.

## B8.6 Referenser

- [1] Djupanalys av tre storbränder, Stefan S., ISSN 1102-8246 ISRN LUTVDG/TVBB-3096-SE.
- [2] Hanning, R., Jansson, H., Petri, J., Brandförlopp biblioteksbranden 1996-09-20, Räddningstjänsten i Linköping, 1996-11-04.
- [3] Biblioteksbranden 1996-09-29 Tidrapport, samt diverse sammanställningar av information, Räddningstjänsten i Linköping.
- [4] Objektkort 61, Stadsbiblioteket, Räddningstjänsten i Linköping.
- [5] Biblioteksbladet 08:2006, Tidskrift för Svensk Biblioteksforening.
- [6] Kommenderingslista 96-09-29, Räddningstjänsten i Linköping.
- [7] Insatsrapport, Ärendenummer 960920-00358, SOS-Centralen Östergötland.
- [8] Kvarteret Artemis 10, Linköping, Linköpings Stadsbibliotek, Skadeinventering och rivningsförslag av kvarvarande stomme efter brand, J&W Bygg & Anläggning AB.
- [9] Biblioteksbranden i Linköping den 21 september 1996, Yngve Anderberg FSD AB, K.G. Bernander, Prefabkonsult AB, Brandforskprojekt 272-941, Brandförsvaret, m.fl.
- [10] Lindkvist, A., Information nr 2, Till all personal i Linköpings kommun med anledning av biblioteksbranden, Informationskontoret, Linköpings kontor, 1996-09-27.
- [11] Diverse handlingar i samband med bygglovsansökan 1971, Byggnadsnämnden, Stadsarkitektkontoret.
- [12] Diverse ritnings- och bildmaterial.
- [13] Biblioteksbranden i Linköping, Videofilm, Informationsbolaget.



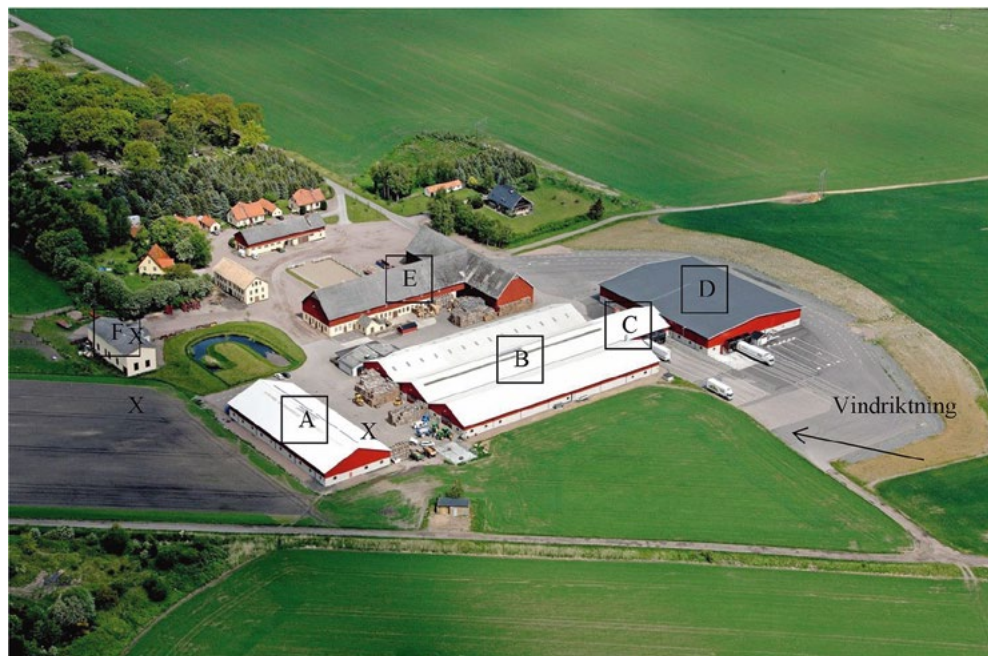
**BILAGA 9**  
**Steglinge gård,**  
**Höganäs**  
**5/8 2012**

## BILAGA 9

# Steglinge gård, Höganäs, 5/8 2012

### B9.1 Objektbeskrivning

Steglinge gård fungerar som paketerings- och distributionscentral för frukt och grönsaksdistributörer i södra Sverige. Detta innebär att stora mängder frukt och grönt ankommer till Steglinge gård för att sedan distribueras vidare. Gården har även viss egen produktion. För att driva verksamheten på gården fanns det 35 anställda vid tidpunkten för branden. Ett flygfoto från maj 2009 visar Steglinge gård i sin helhet, se Figur B 19. Gårdens byggnader som var involverade i branden benämns A-F i Figur B 19. Samma benämningar har används i Räddningstjänsternas olycksutredningar [1 och 2].



Figur B 19. Flygfoto över Steglinge gård taget 2009-05-19. Kryssen visar brandhärddar. Bild: Länsförsäkringar.

### B9.2 Incidenter före branden

Branden var troligen anlagd eftersom det upptäcktes tre olika brandhärddar, men inga incidenter före branden har rapporterats.

### B9.3 Branden

Den 8 maj 2012 inträffade en brand på Steglinge gård i Höganäs kommun. All information från händelsen är hämtad från den olycksundersökning Räddningstjänsten Skåne Nordväst [1] genomförd, samt den olycksundersökning Helsingborgs Brandförsvär [2] gjort. Analysen fokuserar på första timmen efter räddningstjänstens framkomst, eftersom det är under denna timme det finns möjlighet att begränsa brandens omfattning.

Resursmässigt fanns det mer personal att tillgå på Höganäs brandstation än vanligt vid tidpunkten för olyckan. Detta berodde på att det var planerat en övningsdag för samtliga heltidsbrandmän samt styrkeledare. Detta innebar att det fanns 12 brandmän och styrkeledare att tillgå. Vilka resurser som larmats till Steglinge gård visas nedan.

#### Initialt utlarmade styrkor och fordon

- Höganäs 4010 (släckfordon)
- Höganäs 4020 (släckfordon)
- Höganäs 4030 (höjdfordon)
- Höganäs 4040 (tankfordon)
- Höganäs Insatsledare 4080
- Vakthavande Brandingenjör (VBI) 1180
- Stabsbrandmästare (SBM)

#### Förstärkande styrkor och fordon

- Höganäs 4410 (släckfordon)
- Ängelholm 3010 (släckfordon)
- Ängelholm 3040 (tankfordon)
- Helsingborg 1110 (släckfordon)
- Helsingborg 1130 (höjdfordon)
- Helsingborg 1140 (tankfordon)
- Helsingborg extra minibuss med personal
- Åstorp 8610 (släckfordon)
- Helsingborg extra minibuss med personal

Klockan 12.10, den 8 maj upptäcktes tre brandhärddar på Steglinge gård. Dessa brandhärddar är markerade med svarta kryss i [Figur B 19](#). Räddningstjänsten larmades ut kl. 12.15 och var framme på Steglinge gård kl. 12.22. Brandens utveckling vid byggnad A ett par minuter efter Räddningstjänstens framkomst visas i [Figur B 20](#) (ca kl. 12:25).

Vid framkomst bedömdes branden i trälådorna utanför byggnad A som mest kritisk eftersom den hotade byggnad A där det förvarades stora mängder gödningsmedel. Högen med trälådor bedömdes vara åtta meter bred, nio meter lång och fyra till fem trälådor var staplade på höjden. Även trälådorna som stod staplade intill byggnad B var hotade av branden på grund av den höga strålningsnivån. Uppskattningsvis var det endast sex meter mellan trälådorna vid byggnad A till trälådorna vid byggnad B.

Initialt fanns det stora problem att hitta fungerande brandposter. På grund av detta fanns det under stor del av insatsen en begränsning i tillgång till släckvatten. Vidare så kunde man strax innan byggnad B antänder konstatera att den var isolerad med någon form av skum. Detta bidrog med stor sannolikhet till det snabba förloppet i byggnad B när den väl antänd. [Figur B 21](#) visar brandens storlek ca 12:59 då byggnad B antänder samt byggnad B endast ett par minuter senare. Räddningstjänsten avslutas kl. 21:00 och då har branden stoppats vid byggnad C. Byggnad D är ej allvarligt skadad.

Beskrivning nedan av branden och släckinsatsen bygger på uppgifter i olika olycksundersökningar [1 och 2].

### BRANDFÖRLOPP

### RÄDDNINGSTJÄNSTINSATS

**12:10** Brandhärddar på tre platser upptäcks på gården.

**12:13** Larm inkommer till SOS.

**12:15** Räddningstjänsten får larm, brand i byggnad, ladugård, Nivå 3. Tre separata brandhärddar.

**12:22** Första anländande styrkor.

**12:25** Trälådor utandför byggnad A brinner, se Figur B 20.

**12:25** Höganäs 4010 får till uppgift att släcka trälådorna på utsidan av byggnad A då detta anses mest kritiskt. Genomförs med traditionellt lågtryckssystem. Vald släckmetod får ej avsedd effekt på branden och spridning sker till trälådorna vid byggnad B.

Övrig personal från Höganäs (4020) som kom fram samtidigt får till uppgift att släcka inne i byggnad A. Det förvaras stora mängder gödningsmedel inne i byggnad A. Genomförs enligt AFS 2007:7 som invändig släckning genom rökdykning.

**12:25** Trälådorna utanför byggnad B antänder pga. strålningsvärme.

**12:39** Kraftig brand i trälådorna vid byggnad B. Vald släckmetod får ej avsedd effekt på branden och spridning sker till byggnad B.

**12:39** Helsingborgs styrkor anländer. Helsingborgs styrkor får i uppgift att släcka branden i trälådorna utanför byggnad B. Genomförs med traditionellt lågtryckssystem.

**12:59** Byggnad B antänder.

**13:30** uttalas att beslut i stort är att stoppa brandspridningen vid utlastningsdelen (byggnad C). Insatsen lyckas och branden stoppas vid byggnad C.

**21:00** Räddningstjänsten avslutas.



Figur B 20. Brandens utveckling vid byggnad A ett par minuter efter Räddningstjänstens framkomst kl. 12:25.  
Foto: Länsförsäkringar.



Figur B 21. Vänstra bilden är tagen precis innan byggnad B antänder och den högra är tagen endast någon minut senare.  
Foto: Länsförsäkringar.

## B9.4 Analys

Vid ett brandförlopp av den karaktär som initialt inträffade på Steglinge gård är det väldigt viktigt med en tidig insats. Någon typ av insats från personalen innan Räddningstjänsten anlände hade sannolikt ändrat förutsättningarna för räddningstjänsten att göra en lyckad insats.

Vid insatser som denna tydliggörs det hur avgörande det är att det finns ett fungerande brandpostnät att tillgå då det krävs stora mängder vatten för att släcka och begränsa brandens spridning.

För att få ökad effekt av det vatten som fanns att tillgå hade olika tillsatsmedel, CAFs-system eller tung/mellanskum kunnat öka effekten på släckvattnet samt minska risken för självantändning av de angränsande trälådorna. Det är dock viktigt att ta hänsyn till miljöaspekterna innan tillsatsmedel tillsätts till släckvattnet.



En dimridå mellan trälådorna vid byggnad A och B hade troligtvis minskat risken för att branden skulle spridit sig till Byggnad B och skadans omfattning hade stannat vid byggnad A och de antända trälådorna.

## B9.5 Möjliga brytpunkter för annat metodval

Nedan diskuteras möjliga brytpunkter i förloppet och hur andra metoder eventuellt hade kunnat påverka händelseutvecklingen. Fokus i analysen ligger på den första timmen i brandutvecklingen, d.v.s. fram tills att branden sprider sig till byggnad B ca kl. 12.59.

### Förebyggande

Placeringen och mängden trälådor är avgörande för brandens intensitet samt spridningsrisk till angränsande staplar och närstående byggnader. Även hur de staplas är avgörande för brandutvecklingen och hur hög brandeffekten slutligen blir. Att ha så korta avstånd som 6m mellan trälådorna vid byggnad A och byggnad B innebär en stor risk för brandspridningen. Denna brandspridning sker i huvudsak via hög strålningsvärme. Branden i trälådorna vid byggnad A var vid framkomsten 12:22 redan fullt utvecklad och var då troligtvis större än vad Räddningstjänsten normalt klarar av.

Brandposterna i anslutning till gården var trasiga samt övertäckta med jord vilket medförde att det inte fanns vatten att tillgå mer än vad som fanns på brandbilarna under stor del av insatsen. Detta medförde att Räddningstjänsten fick agera med utgångspunkt att de var tvungna att vara sparsamma med mängden vatten som de använde.

### Begränsning 1 – personalen på gården

Enligt 2 kapitlet 2§ i Lag (2003:778) om skydd mot olyckor [3] har ägare eller nyttjanderättsinnehavare ett stort ansvar för att begränsa brandens omfattning:

”2 § Ägare eller nyttjanderättshavare till byggnader eller andra anläggningar skall i skäligen omfattning hålla utrustning för släckning av brand och för livräddning vid brand eller annan olycka och i övrigt vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand.”

Enligt uppgift från räddningstjänsten [1] arbetade det ca 35 personer på Steglinge gård och det fanns tillgång till olika lastmaskiner enligt de bilder som finns från branden. Personal på plats kunde påbörjat en första insats att släcka branden samt flytta trälådor för att ta bort så mycket brännbart material som möjligt från brandplatsen. En snabb insats av personal på plats hade kunnat begränsa brandens omfattning i trälådorna som antänts samt förhindrat spridning till angränsande trälådor vid byggnad B. Det finns även en branddamm att tillgå på gården som hade kunnat utnyttjas som en första insats av personal på gården.

### Släckangrepp 1 – Begränsning av brandspridning

De styrkor som anlände först inriktade sig på att släcka branden i trälådorna utanför byggnad A. Detta genomfördes för att begränsa brandens spridning eftersom denna brand hotade att spridas till angränsande byggnader och trälådor. Initialt ansågs det möjligt att vald metod var tillräcklig för att släcka trälådorna som brann, men den valda metoden (konventionellt lågtryck) gav ej avsedd effekt på branden. Tillgängliga filmer från insatsen indikerar att strålningsvärmerna från branden i trälådorna vid byggnad A måste ha varit mycket hög och personalen från Höganäs har svårt att arbeta så nära branden som krävdes från den valda angreppspunkten. På grund av strålningsvärmerna går det också att se på filmen att trälådorna vid byggnad B börjar självantända samtidigt som insatsen

mot trälådorna vid byggnad A påbörjas. Att insatsen inte lyckades kan med stor sannolikhet bero på att mängden släckvatten kraftigt var begränsat.

Med utgångspunkt från de skadeplatsfaktorer som fanns vid Räddningstjänstens ankomst kl. 12:25, se [Figur B 20](#), diskuteras fyra alternativ. De skall inte betraktas som att de var för sig är lösningen på problemen utan de är ofta en kombination av flera metodval som krävs för att lösa komplicerade insatser. Situationsanpassade val som skall baseras på kritiska skadeplatsfaktorer (vilka faktorer är viktigast att ta tag i först) för att bryta det negativa händelseförloppet. Det är viktigt att tidigt tydliggöra mål med insatsen och taktisk plan för genomförande. De fyra alternativen som diskuteras är följande:

- Släckning av trälådor vid byggnad A.
- Begränsningslinje mellan byggnad A och B för att minska strålningsnivån mot trälådorna vid byggnad B.
- Bortforslande av trälådor för att minska risken för brandspridning.
- Direktpåföring på trälådorna vid byggnad B för att förhindra antändning.

Den valda metoden att angripa trälådorna vid byggnad A med ett konventionellt lågtryckssystem lyckades tyvärr inte. För att få en ökad effekt av den valda insatsen hade olika tillsatsmedel till släckvattnet kunnat användas. Önskat mål med användandet av tillsatsmedel är att uppnå en effektivare släckning samt minska risken för återantändning. Med tillsatsmedel avses även premix av A-skum. På grund av den höga strålningsvärmens hade tungskum varit ett bra alternativ eftersom den ger lång kast längd. Det är dock viktigt att ta hänsyn till miljöaspekterna innan tillsatsmedel tillsätts till släckvattnet.

Det finns ett flertal system med huvudfunktion att skapa en dimridå av vatten för att minska strålningsintensiteten mot angränsande objekt. Exempel på dessa system är ridåmunstycke, vattenkanon med tallriksmunstycke, backupstrålrör med tallriksmunstycke samt TST Smart Hose, som innehåller ett antal munstycken direkt monterade på brandslangen. Målet med att använda dessa system är att vattenridån skall absorbera strålningen från branden så att angränsande objekt ej skall självantända. Vissa av dess system kräver ett vattenflöde på drygt 1000l/min vilket inte fanns att tillgå vid den faktiska insatsen på grund av bristerna i brandpostnätet.

Tidigt bortforslande av trälådor hade kunnat ge stor effekt på både brandens omfattning samt minskad spridningsrisk. Initialt hade personal på gården kunnat påbörja denna åtgärd för att inte branden skulle växa till den omfattning som var då räddningstjänsten kom till platsen.

För att förhindra att trälådorna antände utanför byggnad B kunde man tidigt i insatsen kylt dem med vatten. Troligtvis hade det gett en ännu högre effekt om tillsatsmedel, tryckskumsystem typ CAFs eller traditionellt tungskum hade använts. Genom att använda tillsatsmedel eller skum kan mängden vatten som används minimeras då detta var en begränsning vid insatsen.

## B9.6 Referenser

- [1] Lag (2003:778) om skydd mot olyckor.
- [2] Olycksundersökning Nivå 2A, Steglingegård, 2012-05-08, Brandförloppsutredning, Nivå 2A, Helsingborgs Brandförsvär.
- [3] Olycksundersökning Nivå 3, Brand Steglingegård, 2012-05-08, Räddningstjänsten Skåne Nordväst, Diariennr. KS 2012/719.



**BILAGA 10**  
**Övertryck i**  
**angränsande**  
**utrymmen**

## BILAGA 10

# Övertryck i angränsande utrymmen

Räddningstjänsten behöver ibland åstadkomma ett övertryck i en del av en byggnad för att hindra brandgasspridning till angränsande lokaler. För att åstadkomma ett högt övertryck kan man ställa fläkten nära tilluftsöppningen. För att höja effekten kan man minska höjden på tilluftsöppningen (ytterdörren) och placera fläkten nära dörröppningen. Det teoretiskt högsta trycket som kan uppnås är genom att ställa fläkten i ett hål som är lika stort som fläktens diameter. Med hjälp av de fläktar som testades, uppnås högsta trycket på 300 Pa genom att placera fläkten i ett hål i dörren som har samma diameter som fläkten. Det är dock praktiskt svårt att genomföra. Det finns ett alternativ; dörradapter som ansluter dörröppningen till fläktkåpan.

En fläkt som placeras i ett fyrkantigt hål på ungefär 1 m<sup>2</sup> kan ge ett övertryck på 100 Pa förutsatt att byggnaden är relativt tät. Om det inte finns någon möjlighet att använda dörradapter eller skivor kan fläkten placeras ungefär 0,5 m från dörröppningen. Övertrycket kan bli storleksordningen 40 – 50 Pa, förutsatt att byggnaden har liknande täthet som försökslokalen.

En fläkt som ställs 0,5 m från en vanlig dörröppning bör uppnå ett tryck på 40 – 50 Pa inom 10 sekunder för flesta typer av byggnader där denna typ av fläktar används. Det handlar om att omvandla hastighetstrycket i dörrinloppet till ett statiskt övertryck i lokalen. Det förutsätter att byggnaden är tät.

Även en brand genererar ett tryck som fläkten måste övervinna. Vid en brand i ett stängt rum kommer ett övertryck att byggas upp till följd av att luften värms upp och expanderar. För små eller måttliga temperaturer blir övertrycket några Pa. När temperaturen i det brinnande rummet blir några hundra grader kan denna tryckuppbyggnad i rummet ha en avsevärd effekt, speciellt om branden utvecklas snabbt. Fönster kan ge vika och därmed sänka brandtrycket. Normalt finns dock ett visst luftläckage i brandrummet, t.ex. i form av komfortventilation eller otätheter vid fönster och dörrar. Eftersom en brand i ett rum normalt är växande, kommer trycket på grund av otätheter och läckage att utjämnas efterhand. Tryckökningen blir normalt därför endast i storleksordningen någon eller några enstaka tiotal Pa.

Försök i brandrum som blir övertända och där lägenhetsdörrar eller fönster är delvis öppna visa att brandtrycket blir i storleksordningen 5 – 10 Pa. Om en lägenhet är på väg att bli övertänd (temperaturen omkring 400 – 500 °C), och dörrar och fönster är stängda, då kan ett brandtryck på 50 – 60 Pa uppmätas. När branden växer från noll till 600 °C på mindre än en minut, så kan brandtrycket växa till 200 Pa på väldigt kort tid, innan rutan spricker och trycket sjunker ner till några Pa. Detta är dock väldigt sällsynt fenomen då flesta bränder växer långsammare eller rutorna ger sig innan man uppnår detta brandtryck. De flesta bränder utvecklas betydligt lugnare och det mest sannolika trycket som finns i övertända rum ligger omkring 10 – 50 Pa. Det är detta tryck som fläkten måste övervinna för att undvika att brandgaserna sprids mellan rummen.

För att undersöka detta gjordes ett antal försök i olika byggnader och vid olika förhållanden vid ytterdörren. Den första försöksserien genomfördes i ett betonghus och senare i ett stålhus som byggdes i SP:s brandhall. En kort sammanfattning finns nedan och ytterligare information från försöken finns i SP Rapport 2012:63 Ingason, Fallberg, Palmkvist och Edholm.

## B10.1 Försök i betonghus utan frånluftsöppning

Två försöksserier genomfördes med övertryck i betonghuset. Fönstren hade stängts med påspikade skivor på ingjutna fönsterramar. Fyra små öppningar med skjutluckor var stängda. I första försöksserien ställdes fläkten ungefär 1,8 m från en öppen ytterdörr (0,87 x 2,04 m). I den andra försöksserien placerades en spånskiva med ett utsågat hål som hade samma diameter som fläkten (0,6 m). Flätkåpan placerades sedan i hålet.

Två fläktar med olika motorstyrka, 5,5 respektive 6,5 hästkrafter (HP) och primärflöde 5 m<sup>3</sup>/s respektive 5,7 m<sup>3</sup>/s, men med samma diameter på kåpan 24” (0,6 m) användes i försöken. Det statiska övertrycket som fläktarna åstadkom i byggnaden uppmättes med tryckmätare på bägge våningsplanen. Dessa värden användes för jämförelse med beräkningar.

MOT EN YTTERDÖRR 0,87 X 2,04 M	NEDRE PLAN (Pa)	ÖVRE PLAN (Pa)	BERÄKNING (Pa)
5,5 HP - Qp=5 m <sup>3</sup> /s, D0=0,6 m, H=2,04 m, $\rho_0 = 1,25 \text{ kg/m}^3$	25	24	17
6,5 HP - Qp=5,7 m <sup>3</sup> /s, D0=0,6 m, H=2,04 m, $\rho_0 = 1,25 \text{ kg/m}^3$	34	27	22
MOT ETT HÅL I YTTERDÖRR			
5,5 HP - Qp=5 m <sup>3</sup> /s, D0=0,6 m, H=2,04 m, $\rho_0 = 1,25 \text{ kg/m}^3$	188	185	195
6,5 HP - Qp=5,7 m <sup>3</sup> /s, D0=0,6 m, H=0,6 m, $\rho_0 = 1,25 \text{ kg/m}^3$	248	242	254

Tabell 1. Uppmätta och beräknade övertryck i betongbyggnaden vid olika placeringar av fläktarna, Qp=primärflöde, D0=diameter, H=dörrhöjd,  $\rho_0$ =luftdensitet.

Försöken visar att motorstyrkan har en betydelse för hur högt övertrycket blir. Placeringen av fläkten är också viktig och hur dörren är täckt. Högsta trycket uppnås genom att placera flätkåpan inne i ett hål i dörröppningen (dörren täckt med skiva med ett hål som har samma diameter som flätkåpan).

## B10.2 Försök i stålbyggnad utan frånluftsöppning

Försök för att mäta övertryck i en lokal utan frånluftsöppning genomfördes i en stålbyggnad vid SP Brandteknik.

Stålbyggnaden hade måtten 12,5 m lång, 8 m bred och 5 m hög. En port med skjutdörr fanns i mitten på ena kortsidan. Öppningar med måtten 2,5 x 2,3 m<sup>2</sup> (b\*h) samt en vanlig dörr med måtten 0,9 m x 2,04 m användes. Mätningar som gjordes visade på att stålbyggnaden var relativt tät. Det uppmätta läckaget var 0,112 m<sup>3</sup>/s vid 50 Pa övertryck och 0,25 m<sup>3</sup>/s vid 100 Pa övertryck.

I första försöksserien placerades fläkten på olika avstånd från dörren. 24” (0,6 m) fläktar med 5,5 HP respektive 6,5 HP användes vid försöken. Fläktarna placerades med ett jämt intervall på 0,25 m mellan 0 och 2,25 m från dörren. Syftet var att undersöka lämpligaste placering för att skapa ett övertryck i en lokal utan frånluftsöppning där fläkten placeras utanför en vanlig dörr som inte är täckt på något sätt eller där man inte använder en dörradapter. Högsta trycket uppmättes på avståndet 0,5 m ifrån dörröppningen. Det är också tydligt att motorstyrkan har en betydelse för vilken nivå trycket hamnar på. Högsta trycket som uppmättes var på 52 Pa för 6,5-HP fläkten och 41 Pa för 5,5-HP fläkten. I detta fall så täcker inte luftkonen hela dörren, därför blir trycket högre. På ett avstånd som motsvarar dörrhöjden, och där man kan förvänta sig att luftkonen täcker hela dörren, d.v.s. omkring 2,04 m, ligger trycket runt 12 – 16 Pa, vilket avviker betydligt från högsta trycket. Detta överensstämmer dock ganska bra med beräkningar som ger ungefär 20 Pa.

Försök gjordes också där man delvis täckte dörren med en skiva, se [Figur B 22](#). En öppning som var 0,9 m bred och 1,03 m hög användes. Två olika typer av fläktar användes där avståndet varierades. Tre olika avstånd användes: 0 m (d.v.s. strax intill tilluftsöppningen), 0,2 m och 0,45 m från tilluftsöppningen. Högsta trycket uppmättes när fläkten placerades i dörröppningen, ungefär 110 – 122 Pa, vilket är högre än vad de teoretiska beräkningarna förutsäger. Anledningen att det blir högre är att luftkonen när den står i dörröppningen inte täcker hela öppningen. Men om den står lite bakom den, så den täcker hela öppningen så hamnar trycket på 80 – 90 Pa. Trycket sjunker linjärt med avståndet upp till 0,45 m från öppningen, ner till ungefär 60 Pa. Detta samband förändras antagligen beroende på hur luftkonen täcker in öppningen.



**Figur B 22.** Försök med dörr som är delvis täckt. Öppningen är 0,9 m x 1,03 m.



Figur B 23. En fläkt placerade i en öppning som motsvarade fläktens kåpdiameter, 0.6 m.

En fläkt placerade i en öppning som motsvarade fläktens kåpdiameter, se [Figur B 22](#). Hålet sågades ut i en skiva som täckte dörröppningen. Fläktkåpan placerades sedan i hålet. I försöket med 5,5 HP fläkten så uppmättes ett övertryck på 284 Pa (medel under 2 minuter) och med 6,5 HP- fläkt så uppmättes ett övertryck på 303 Pa (medel 2,5 minuter). Eftersom stålbyggnaden är tätare än betonghuset så blir övertrycket högre i stålbyggnaden. I stålbyggnaden blev högsta trycket uppmätt till 303 Pa med 6,5 HP-fläkten och hål i skiva jämfört med 248 Pa i betonghuset.

Fläktar placerades framför en port med måtten 2,5 m bred och 2,3 m hög på ett avstånd på 2,25 m. Fläktar med olika motorstyrka användes, 5,5 och 6,5 HP. Fläktarna placerades antingen enskilt framför porten eller parallellt, se figur 3. Lutningen på flätkåpan varierades, d.v.s. vinkeln mellan vertikalplan och kåpan. Övertrycket i lokalen uppmättes och resultaten visas i [Tabell 2](#). Tabellen visar ingen tydlig tryckökning i lokalen när två parallella fläktar används jämfört med när endast en fläkt används. Däremot tenderar man att få högre tryck med lägre lutning på flätkåpan, men skillnaderna är små. Fläkt med högre motorstyrka tenderar att ge lite högre tryck.





Figur B 24. Parallella fläktar framför porten till stålhuset.

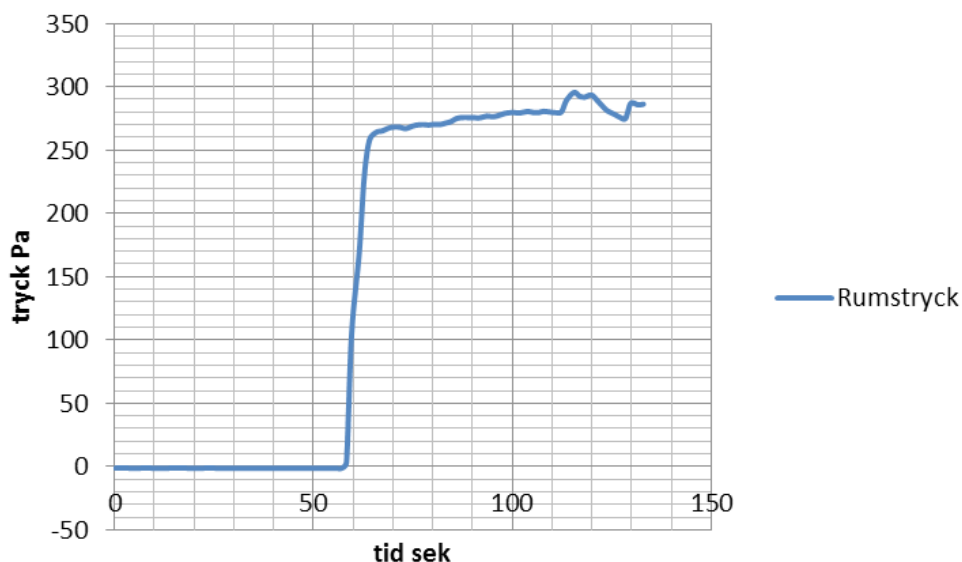
FLÄKT- UPPSTÄLLNING	AVSTÅND FRÅN PORTEN (M)	MOTORSTYRKA (HP)	LUTNING PÅ FLÄKT (O)	ÖVERTRYCK (Pa)
En fläkt	2,25	5,5	10	12,8
En fläkt	2,25	5,5	20	11,9
En fläkt	2,25	6,5	7	13,1
En fläkt	2,25	6,5	20	11,2
Parallella fläktar	2,25	5,5	10	11,9
Parallella fläktar	2,25	5,5	20	11,3

Tabell 2. Uppmätt övertryck med fläktar placerade 2,25 m från en port som har måtten 2,5 m x 2,3 m.

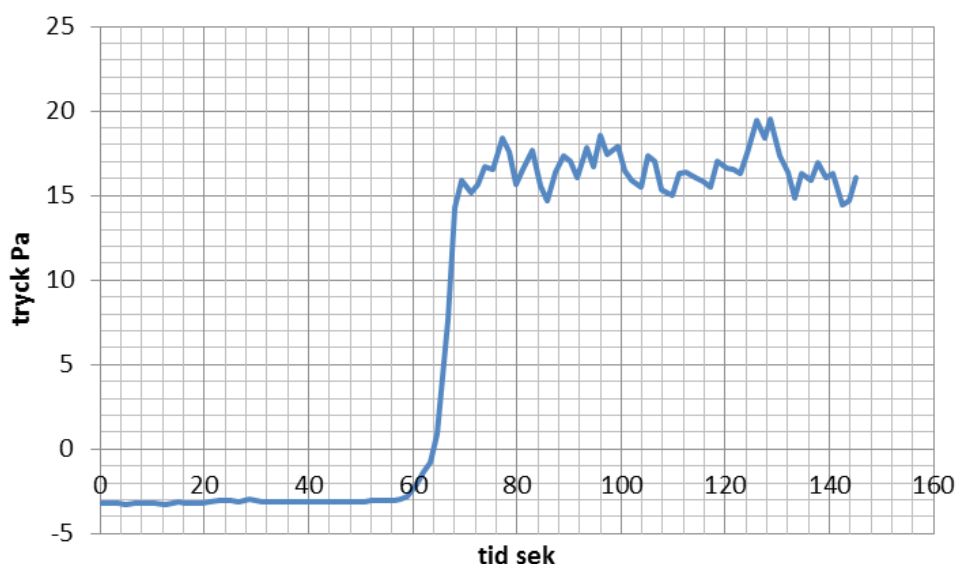
Försöken visar att högsta uppmätta trycket uppnås genom att placera fläkten i ett hål i dörren. Ungefär samma effekt kan uppnås med hjälp av en dörradapter eftersom principen är den samma (hög inloppshastighet). En fläkt som placeras i ett fyrkantigt hål på ungefär 1 m<sup>2</sup> kan ge ett övertryck på 100 Pa förutsatt att byggnaden är relativt tät. Om det inte finns någon möjlighet att använda dörradapter eller skivor kan fläkten placeras ungefär 0,5 m från dörröppningen. Övertrycket kan bli storleksordningen 40 – 50 Pa, förutsatt att byggnaden har liknande täthet som försökslokalen.

### B10.3 Hur lång tid tar det att uppnå fullt tryck

Det genomfördes ett antal mätningar som beskriver tryckuppbyggnaden i lokalen som funktion av tid. I [Figur B 25](#) visas en sådan mätning för försöket när hålet är lika stort som fläktens diameter. Det visar sig att det inte tar mer än tio sekunder innan tryckuppbyggnaden är uppnådd. Teoretiska maxvärdet är 245 Pa. I [Figur B 26](#) visas uppmätt tryck från försök med en 5.5 HP, i en dörr på 2,04 m, där det uppmätta och beräknade hamnar på ungefär samma nivå, 16,5 Pa inom tio sekunder.



**Figur B 25.** Den uppmätta tryckförändringen i stålbyggnaden där ingen frånluftsöppning finns. Öppningen var lika stor som fläktens diameter.



**Figur B 26.** Den uppmätta tryckförändringen i stålbyggnaden där ingen frånluftsöppning finns. Öppningen var 0.9 m x 2.04 m, en 5.5 HP.

Från [Figur B 25](#) och [Figur B 26](#) kan man utläsa att tryckuppbyggnaden är nästan momentan (<10 sec), vilket man kan förvänta sig då flödestrycket omvandlas direkt till statiskt tryck när lokalen inte har några frånluftsöppningar. De beräknade värdena överensstämmer väldigt bra med de uppmätta.



**BILAGA 11**  
**Sammanställning**  
**av skärsläckarens**  
**egenskaper**

## BILAGA 11

# Sammanställning av skärsläckarens egenskaper

I Bilaga 11 är sammanfattningarna i avsnitt 1-8 utmärkta i faktarutor. För de som dessutom önskar information om de försök och publikationer som lett till sammanfattningarna rekommenderas avsnitten under faktarutorna.

### B11.1 Skärförmåga

#### SAMMANFATTNING

- Panelvägg, träbjälklag och industrivägg skärs igenom på några få sekunder.
- Träregel skärs igenom inom 2 minuter.
- Lättklinkerblock (250 mm) och mjukare material skärs snabbast igenom om man håller skärsläckaren på ett avstånd av ca 15-20 cm från blocket. Då går det på några få sekunder. Annars kan det ta upp till 3 minuter.
- Betongblock (100 mm) skärs igenom inom 2 minuter om man rör munstycket upp och ner ca 1 cm. Om man håller munstycket stilla tar det längre tid ca 5 minuter.
- Tjocka betongblock (190 mm) skärs igenom inom 4 minuter om man rör munstycket upp och ner ca 1 cm. Om man håller munstycket stilla tar det väsentligt längre tid.

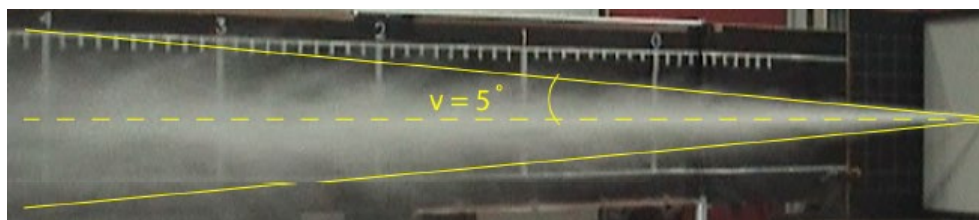
Skärsläckaren skärförmåga har testats och redovisats i flera publikationer [1-9]. Sammanfattningen bygger på information i rapporterna och erfarenhet från räddningstjänsten SÄRF.

### B11.2 Sprayens egenskaper nära munstycket efter genombrottet

#### SAMMANFATTNING

- På avstånd upp till 3 m kan strålen även utan abrasiv skära hål (inom 5 s) eller skada ytan på en 16 mm spånskiva och utgör därför ett allvarligt hot mot en människa som kommer i vägen för strålen.
- På avstånd upp till 5-6 m kan strålen även utan abrasiv upplevas som smärtsam om den träffar en människa.
- På avstånd över ca 7 m ger strålen ingen nämnvärd påverkan mot oskyddad hud.

En spray från en skärsläckare som ger 50 – 70 l/min vidgas nära utsläppet långsamt de första 5-6 metrarna med huvuddelen av vattnet nära centrum av strålen, [Figur B 27](#).



Figur B 27. Sprayen nära utsläppet upp till 4 m avstånd [1].

På korta avstånd från genombrottet har vattenstrålen fortfarande en betydande kraft som kan skära igenom material och skada människor. I tabell 1 redovisas kraften i strålen och skärförmågan på olika avstånd från genombrottet [2].

AVSTÅND M	MN/M <sup>2</sup>	SKÄRFÖRMÅGA/SKYDDSAVSTÅND
0	47.7	med abrasiv, 0.4 m/min 2 mm dural (flygplansplåt).
1	0.85	
2	0.21	Utan abrasiv, hål i 16 mm spånskiva efter 5 s.
3	0.094	Utan abrasiv, ytskada i spånskiva (knottrig yta).
4	0.053	
5-6		Utan abrasiv, smärtsamt för hand klädd med diskhandske.
5-6		Utan abrasiv, smärtsamt för oskyddad hand.
7-14		Lätt dimma, ingen nämnvärd påverkan på oskyddad hand.

Tabell 3. Skärförmåga och skyddsavstånd [2].

### B11.3 Sprayens egenskaper efter uppbrottet

#### SAMMANFATTNING

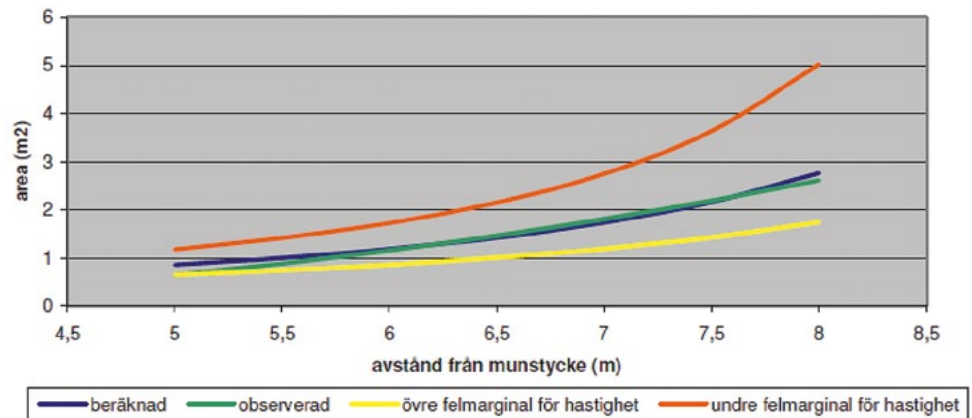
- Vattendropparna i sprayen efter uppbrottet är så små (volymmedeldiameter ca 0.1 mm) att de snabbt bromsas upp av friktionen mot luften och antar efter en mycket kort sträcka samma hastighet som luften.
- Vid inbromsning överförs dropparnas rörelsemängd till luften. En fläkt med en kapacitet av 10-15 m<sup>3</sup>/s har alstrats.
- Man kan även generera ett tidigt uppbrott av strålen inne i brandrummet på kortare avstånd än 5-6 m. Det innebär att man arbetar med hålet i väggen. När man rör munstycket i hålet beter strålen sig som ett sprinklerhuvud. Vattendropparna träffar nära väggen och dropparna blir större.

Efter 5-6 m bryter strålen upp och får en tvärsnittsytta på ca 1 m<sup>2</sup> på 5 meters avstånd till 2.6 m<sup>2</sup> på 8 m avstånd [2]. I Figur B 28 visas uppbrottet.



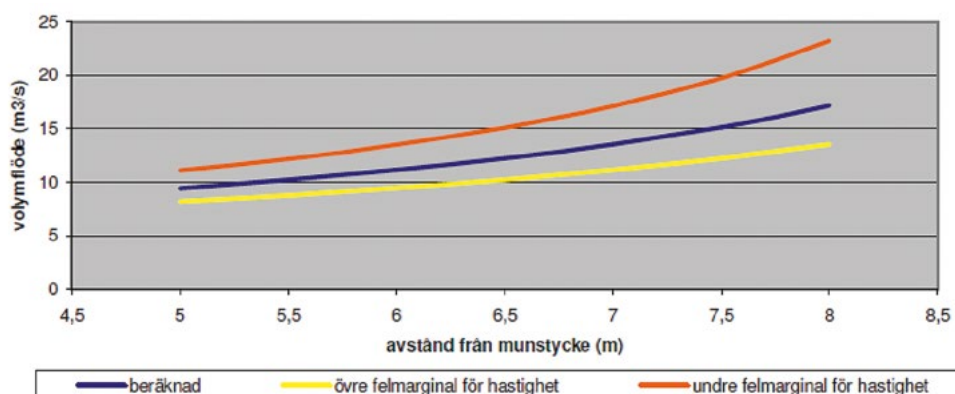
Figur B 28. Sprayens form vid uppbrottet. Foto: Bo Nystrand.

Samtidigt som sprayen bryter upp bildas små vattendroppar med en volymsmedeldiameter på ca 0.1 mm [3] som effektivt bromsas upp av luftmotståndet samtidigt som dropparnas rörelseenergi överförs till luften [4]. Vattendropparna kommer mycket snabbt att anta samma hastighet som den omgivande luften, i storleksordning 17-7 m/s för avstånd mellan 5 till 10 m [1,3,5]. Man kan med uppgift om tvärsnittsarea och lufthastighet uppskatta den totala fläktkapacitet som bildats vid uppbrottet av sprayen, [Figur B 29](#).



Figur B 29. Sprayens tvärsnittsarea på olika avstånd [1].

Med hjälp av gashastighet och tvärsnittsarea för sprayen kan man beräkna fläktkapaciteten som redovisas i [Figur B 30](#).



Figur B 30. Volymflöde alstrat då sprayen bryter upp [1].

## B11.4 Sprayens verkan på längre avstånd i rum.

### SAMMANFATTNING

- Efter ca 30 meter har gasernas hastighet i rummets längdled minskat så mycket att vidare transport av gaser och resterande vattendroppar bara kan ske med brandinducerade gasflöden.
- I rumsstorlekar över ca 25-30 får man en effektivare insats om man bekämpar branden från olika håll.

Efter 6-7 m har de små vattendropparna helt bromsats upp av friktionen mot luft och brandgaser varvid luften sats i rörelse, en fläkt har bildats som visas i [Figur B 30](#) ovan. I ett slutet rum kommer fläkten att orsaka en strömning i av vattendroppar, vattenånga och luft. För att avgöra hur långt denna fläkt kan transportera vattendroppar och ånga i längd- och sidriktning i brandrummet har några scenarier simulerats med datorprogrammet FDS.6 [5]. I Referens 5 redovisas simuleringar för tre olika rum, ett med  $l*b*h = 8 * 4.6 * 2.5$  m ( $70 \text{ m}^3$  volym), ett med  $l*b*h = 11.8 * 4.6 * 2.8$  m ( $151 \text{ m}^3$ ) och ett med  $l*b*h = 17 * 6 * 5$  m ( $510 \text{ m}^3$  volym). Simuleringarna redovisar hur gasströmning, förångning av vattendroppar och rumstemperatur påverkar en rumsbrand när en skärsläckare sätts in. Även simuleringar av ett vindsutrymme som i storlek motsvarar vinden i flerbostadshuset i Umeå (bilaga 1) utförda med datorprogrammet PDS 6 där man inte tagit hänsyn till dropparnas förångning visar att gashastigheten i rummets längdriktning efter ca 30 m blivit så liten att vidare transport till längre avstånd av vattenånga, luft och små droppar som inte förångats eller fallit ut på golvet måste ske med brandinducerande flöden.



## B11.5 Skärsläckarens bidrag till släckverkan och tryckförhållande i brandrum

Vatten kan bidra till att släcka bränder på flera olika sätt, genom flamverkan, ytkylning och strålningsdämpning.

- **Flamverkan:** Dropparna kommer in i flammorna där de förångas och ångan hettas upp. Flammorna kyls då till en så låg temperatur att de inte längre kan existera. Flammorna slocknar. Om vattnets helt förångas motsvarar ett vattenflöde på 1 l/s en släckkapacitet på ca 10 MW. Övertändning i ett mindre rum med en dörr öppen sker vid ca 1 MW. Några minuter senare brinner stora flammor utanför dörren med en effekt i storleksordning 5-10 MW. Varma ytor fortsätter en tid att producera pyrolysgaser vilket kan medföra risk för återantändning. Den minskade återstrålningen från flammor medför att de varma ytorna kyls genom ledning och konvektion.
- **Ytkylning:** Dropparna träffar den brinnande ytan där de förångas och ångan hettas upp. Ytan kyls då ned till en så låg temperatur att den inte längre kan producera antändbara pyrolysgaser över ytan. Denna kylning av ytan går betydligt fortare vilket medför att återantändningsrisken minskar snabbare än vid flamkylning.
- **Strålningsdämpning:** Dropparna hindrar eller minskar återstrålning och därmed uppvärmning och pyrolysis från angränsande ytor och värmestrålning mot insatspersonal.

## B11.6 Flamverkan och tryckförhållande i brandrum

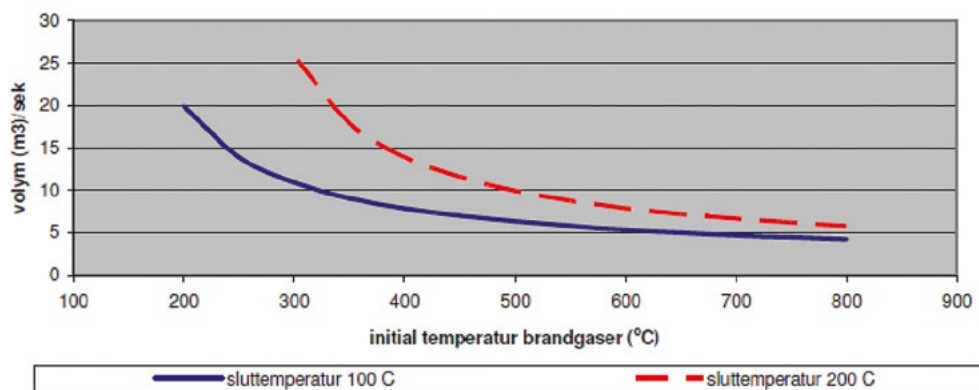
### SAMMANFATTNING

- En jetbrand från ett läckande rör eller en slang är förhållandevis lätt att släcka. Rikta strålen från skärsläckaren mot bränsleöppningen varvid flammorna omedelbart slocknar. Det är mycket viktigt att stänga av gasflödet då man annars riskerar att bygga upp en ansamling av brännbara gaser med risk för en gasexplosion. Hotar inte jetflamman den närmaste omgivningen är det bättre att låta den brinna till dess man stängt av gasflödet.
- En skärsläckare med ett vattenflöde på 1 l/s har en släckeffekt mot gasflammar motsvarande ca 10 MW. Övertändning i ett mindre rum med en dörr öppen sker vid ca 1 MW. Några minuter senare brinner stora flammor utanför dörren med en effekt i storleksordning 5-10 MW.
- I ett brandrum bör jetstrålen riktas så den inte i närfältet (inom 8-10 m) träffar väggar, tak eller golv för att få stor kyleffekt på brandgaserna.
- Beroende på rummets totala volym kommer kylningen av brandgaser att ta tid. Sluta inte att påföra förrän ni ser ett tydligt tecken på att brandgaserna kylts.
- I rumsstorlekar över ca 25-30 m eller rumsvolymer över 600 m<sup>3</sup> får man en effektivare insats om man bekämpar branden från olika håll med flera skärsläckare.
- Det första tecknet man ser av insatsen är att tryckminskningen i rummet medför att brandgaser inte längre läcker ut ur rummet.
- När brandgaserna kylts tillräckligt mycket minskar förångningen av vattendroppar i brandgaserna och ökar när dropparna träffar varma ytor.
- Förångning av vatten mot varma ytor ökar gasvolymen och därmed trycket i brandrummet och efter en tid kommer vita gaser som innehåller mycket vattenånga att läcka ut ur brandrummet.

En av de vanligaste tillämpningarna av skärsläckaren inom räddningstjänsten är som verktyg för att sänka temperaturen i brandrummet och därmed underlätta den fortsatta släckinsatsen. För att få en uppfattning om hur stor brandgasvolym skärsläckaren kan kyla och hur snabbt detta sker kan en energibalans ställas upp. När sprayen med en droppstorleks av ca 0.1 mm träffar varma brandgaser sker förångning och uppvärmning av vattenånga mycket snabbt, vid en

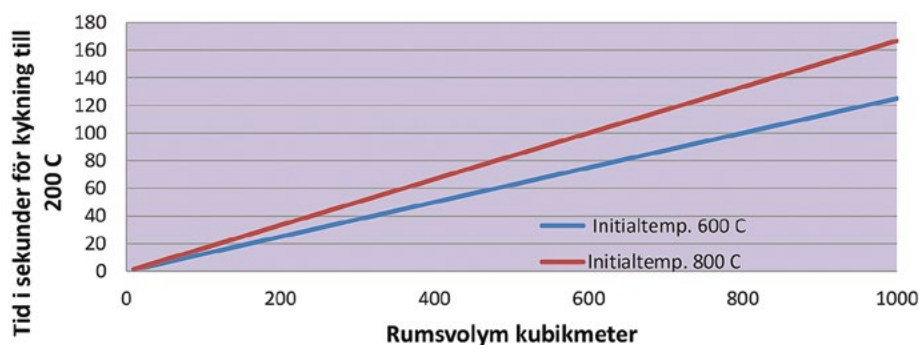
brandgastemperatur av 600 C kan tiden uppskattas till ca 75 millisekunder [4]. Energin som krävs för att förångna vattnet tas från brandgaserna och kommer att resultera i en temperatursänkning hos dessa. I Referens 5 redovisas temperatursänkningen och förångningen för tre rumsgeometrier. Om rumstemperaturen är mellan 200-250 C redovisas en förångningsgrad på upp till 80 % d.v.s. litet nedfallet av droppar på golv och väggar.

Om det antas att allt vatten förångas fås den teoretiskt maximala kyleffekten. I Figur B 31 redovisas den maximala volymen brandgaser som kan kylas per sekund som funktion av den initiala brandgastemperaturen.



Figur B 31. Maximal volym brandgaser som kan kylas per sekund som funktion av initial brandgastemperatur [1].

Med hjälp av informationen i Figur B 31 kan man skatta hur länge man måste hålla på för att med skärsläckaren (påföring 60 l/min) sänka temperaturen över-tändning i ett rum där brandgastemperaturen är 600 och 800 C, Figur B 32.



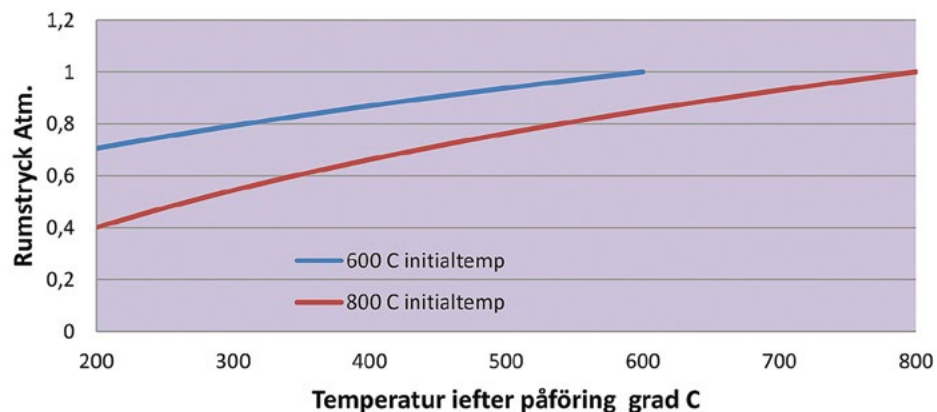
Figur B 32. Uppskattad släcktid för att kyla ner en rumsvolym där gastemperaturen är 600 och 800 C med antagande att endast rumsgaserna kyls. Påföring 60 l/min [1].

Vid kylningen kommer sprayens fläktverkan på 10-15 m³/s att hjälpa till med att blanda gaserna i rummet. Förångning av vatten till vattenånga och kylning av brandgaserna kommer även att påverka trycket och gassammansättningen i brandrummet. Hur pass mycket beror på hur pass stängt rummet är. I ett helt stängt rum kan man uppskatta tryckförändringen med en enkel överslagsberäkning [6]. I Figur B 33 visas hur tryckändringen i ett stängt rum påverkas av vattenförångning i det varma brandgaslagret. Det framgår att kylningen av rökgaserna minskar gasvolymen mer än ökningen på grund av förångning av vattendroppar. Trycket i rummet kommer att minska och luft kommer att sugas in genom rummets öppningar för att utjämna trycket. Tryckminskningen sker även om rummet har relativt stora öppningar. I Referens 5 registrerades experi-

mentellt en trycksänkning på ca 15 Pa i ett rum med 151 m<sup>3</sup> volym som hade fyra öppningar med en sammanlagd yta på 3,6 m<sup>2</sup>. Samtidigt kommer gassammansättningen i brandrummet att påverkas, halten vattenånga kommer att öka samtidigt som halten syrgas kommer att minska. En överslagsberäkning ger att halten vatten ånga i medeltal ökar med 15-20 vol. % när gaserna kylts till 200 C. I Referens 5 redovisas även den rumsliga fördelningen av vattenånga och syrgas före och efter det att en skärsläckare satts in. Förångning och fläktverkan medför att sammansättningen av gaser drastiskt förändras i brandrummet med en stor ökning av halten vattenånga och en stor minskning av halten syrgas. Vattenången och de kylda förbränningsgaserna (som innehåller pyrolytiska produkter, vattenånga och koldioxid) kommer att bidra till släckprocessen [7].

Vid en släckinsats i ett rum med begränsade öppningar kommer man tydligt att se att brandgaser slutar läcka ut ur brandrummet en stund efter påföringen börjat. För nästan slutna rum är trycksänkningen dramatisk. När kylningen av rökgaserna gått så långt att det påförda vattnet inte förångas i brandgaserna kommer det att förångas då de träffar varma ytor. Detta tillskott av vattenånga ökar trycket i brandrummet och efter en stund kommer vit vattenånga att läcka ut ur brandrummet.

Slutsatserna redovisade i kapitel 2-7 ovan stämmer väl överens med resultaten i rapporten om skärsläckaren i EU firefight-projektet [8].



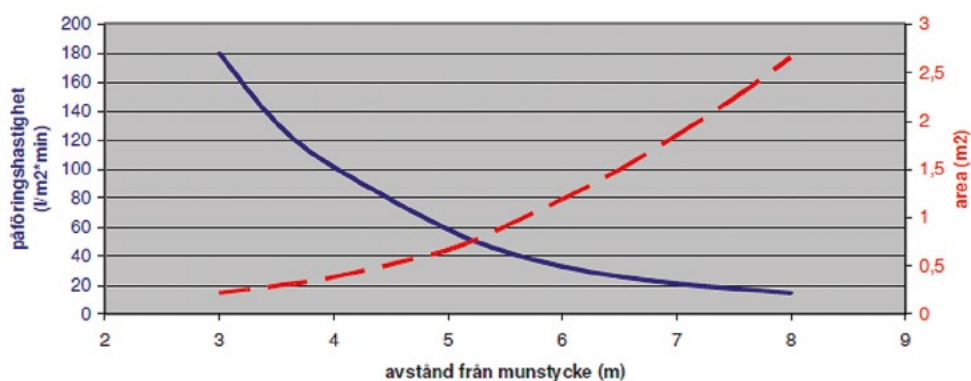
Figur B 33. Rumstryck när brandgaserna kyls till olika temperaturer med vattendimma i ett slutet rum [6].

## B11.7 Ytkylning

### SAMMANFATTNING

- Ytkylning i närområdet innan sprayen bryter upp på 5-6 m avstånd är inte effektiv då påföringen och anslagskraften är för stora. I närområdet kommer en stor del av vattnet att studsas mot ytan och eventuellt göra hål i ytan.
- Man kan generera ett tidigt uppbrott av strålen inne i brandrummet på kortare avstånd än 5-6 m och få en bättre ytkylning i närområdet av genombrottet. Det innebär att man arbetar med hålet i väggen. När man rör munstycket i hålet betar strålen sig som ett sprinklerhuvud. Vattendropparna träffar nära väggen och dropparna blir större.
- För längre avstånd, 8-12 m, ger skärsläckaren en rimlig påföring på ytor upp till 3-10 m<sup>2</sup>.

När skärsläckaren används mot en brinnande bränsleyta beror kylverkan till stor del av avståndet mellan släckaren och ytan. I [Figur B 34](#) visas påföringshastigheten i l/m<sup>2</sup>min som för skärsläckaren under förutsättning att inget vatten förångas, samt strålens tvärsnittsarea (m<sup>2</sup>) som funktion av avstånd från munstycket.



Figur B 34. Påföringshastighet längs strålen och tvärsnittsarea hos strålen som funktion av avstånd från munstycke [1].

Vattenbehovet för att släcka en brand varierar mycket beroende av påföringsmetod och brandscenario [7]. Statistik från inträffade bränder visar att den påföringshastighet som ger den minsta totala vattenvolymen för släckning är i storleksordning 9-15 l/m<sup>2</sup> \* min. Motsvarande påföringshastighet från experiment är en faktor tio mindre. Påföringshastigheten från skärsläckaren är mer än tillräcklig för släckning genom ytverkan vid vertikal användning, förutsatt att vattnet når bränsleytan. Av [Figur B 34](#) framgår att strålens tvärsnittsarea är förhållandevis liten på korta avstånd från munstycket. Detta medför att strålen de första 5-6 metrarna kommer att ha svårigheter att täcka större bränsleytor. Den väl samlade strålen de första 5-6 metrarna medför att den kraft per ytenhet som överförs till bränsleytan kommer att vara påtaglig. Efter uppbrottet ger skärsläckaren på 8 m avstånd från munstycket ca 20 l/m<sup>2</sup>\* min på en yta av Ca 3 m<sup>2</sup>.

Vatten har en relativt stor ytspänning vilket medför att kollisionen mellan vattendropparna och den brinnande ytan kommer att ske vid relativt låga webertal ( $We = rw \cdot v^2 \cdot D / ds$ ) där  $rw$  är vattnets densitet (1000 kg/m<sup>3</sup>),  $v$  vattnets hastighet,  $D$  droppens diameter och  $ds$  vattnets ytspänning (0.075 N/m). För droppar i storleksordning 0.1 mm ed en hastighet av 10 m/s blir  $We = 130$ . Vid så låga tal studsar en del av vattnet mot väggen vilket medför att väggen kyls sämre. En tillsats av ytspänningsnedsättande medel kan öka webertalet och därmed kyleffekten mot

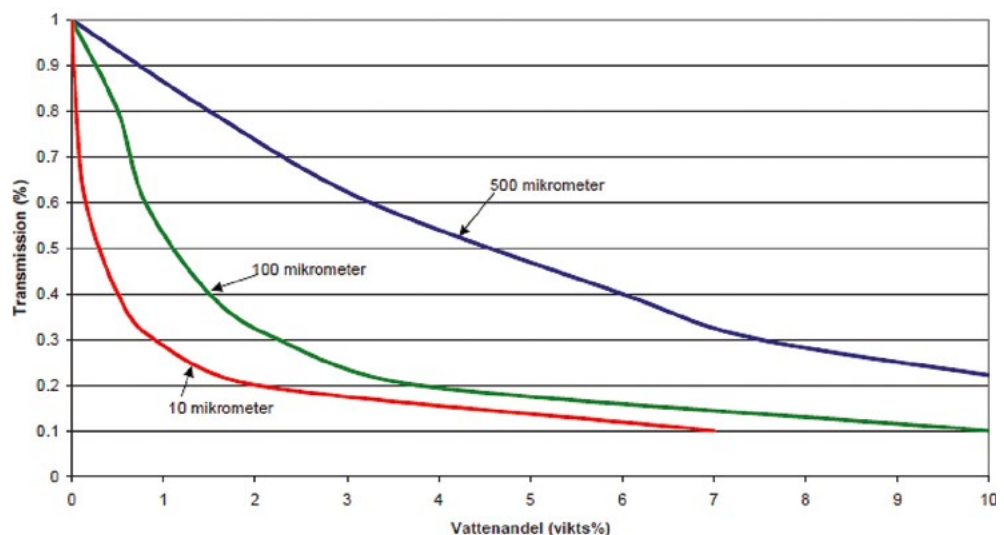
ytor [6]. I en nyligen publicerad rapport [9] redovisas hur släckeffekten för vatten mot ett A-brandscenario kan förbättras genom tillsats av olika ytspänningsnedsättande medel som finns på marknaden. ”En minskad ytspänning gör att vattnet får lättare att tränga ned i porösa material och på så vis åstadkommer släckning. Vid användning på vätskebränder bildar skummet en hinna som avskiljer bränslet från flammorna vilket bl.a. minskar värmeåterstrålningen.” Som bäst minskades släcktiden för det aktuella scenariot med en faktor 3-4. Det går inte att dra några slutsatser från den studien om hur en tillsats av ytspänningsnedsättande medel till skärsläckaren skulle påverka en skärsläckarinsats mot ett rumsbrandscenario t.ex. ett större vindsutrymme.

## B11.8 Strålningsdämpning

### SAMMANFATTNING

- De fina dropparna gör att strålningen dämpas en faktor 5-10 vid passage genom 3 m dimma på ett avstånd av 6-10 m från påföringsstället.

Strålning från flammor, varma ytor och brandgaser dämpas när strålningen passerar vattendimma. Dämpningen minskar värmeåterstrålningen mot räddningspersonal och dämpar pyrolyshastigheten från brännbara ytor. Typiska vattentätheter för skärsläckaren efter uppbrottet för avstånd mellan 6-8 m är 100 - 70 g/m<sup>3</sup> vilket motsvarar en vattenandel i sprayen på 7-10 vikts%. I [Figur B 35](#) visas strålningsdämpningen på olika avstånd från en 1000 C gradig varm yta (black body med en strålning av ca 150 kW/m<sup>2</sup>).



Figur B 35. Strålningsdämpning 3 meter från källan [4].

[Figur B 35](#) visar att strålningen efter 3 m passage i dimman med 0,1 mm droppar har dämpats 5-10 gånger.

## B11.9 Referenser

- [1] Bjerregaard, J., Olsson, D., Skärsläckaren- experimentella försök och beräkningar, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Report 5221, Lund 2007.
- [2] Fredäng, A., Hermansson, J., Pilotskydd vid brand- utredning och utveckling, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Report 5047, Lund 1999.
- [3] Försth, M., Ochoterena, R., Lindström, J., Spray characterization of the cutting extinguisher, SP Arbetsrapport 2012:14.
- [4] Hertzberg, T., (SP), Adam Hahne, Josefsson, C., (Göteborgs Universitet), Holmstedt, G., (LTH), Husted, B., (DIFT), Vattendimma: Teori, fysik, simulering, Brandforsk projekt 514-021, SP Brandteknik RAPPORT 2004:15.
- [5] Svensson, R., Lindström, J., Ochoterena, R., Försth, M., CFD simulation of the Cutting extinguisher, SP-Report 2014:43.
- [6] Holmstedt; G., Kompendium i Släckmedel och Släckverkan Brandteknik LTH, 2000.
- [7] Särdaqvist, S., Holmstedt, G., Water for Manual Fire Suppression, Journal of Fire Protection Engineering November 2001 11: 209-23.
- [8] Gsell, J., Fighting Compartment Fires with the Cutting Extinguisher 2010 [http://www.eufirefight.com/documents/Fire\\_Suppression\\_Capabilities\\_of\\_Water\\_Mist.pdf](http://www.eufirefight.com/documents/Fire_Suppression_Capabilities_of_Water_Mist.pdf).
- [9] Hummelgård, M., Linde, R., Släckeffekt hos tillsatsmedel i släckvatten Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Report 5452, Lund 20145.





Myndigheten för  
samhällsskydd  
och beredskap

i samarbete med



Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)  
651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 [www.msb.se](http://www.msb.se)  
Publ.nr MSB827 - augusti 2015 ISBN 978-91-7383-550-3