

Analys av olycksutredningsmetoder tillämpade på anlagda bränder i skolor

***Simon Espenrud
Joel Johansson***

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

**Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet**

Report 5319, Lund 2009

**Analys av olycksutredningsmetoder tillämpade på anlagda
bränder i skolor**

**Simon Espenrud
Joel Johansson**

Lund 2009

Titel

Analys av olycksutredningsmetoder tillämpade på anlagda bränder i skolor

Title

Analysis of accident investigation methods applied on arson fires in schools

Författare

Simon Espenrud & Joel Johansson

Report 5319

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5319--SE

Number of pages: 96

Illustrations: Simon Espenrud & Joel Johansson

Keywords

Accident investigation methods, fire development, Accident Evolution and Barrier function method (AEB), deviation investigation, Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA), fault tree analysis, event tree analysis.

Sökord

Olycksutredningsmetod, brandförlopp, Accident Evolution and Barrier function method (AEB), avvikelsetredning, Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA), felträdsanalys, händelseträdsanalys.

Abstract

There are several accident investigation methods and they are used in a wide range of fields. However, the methods have not been used so much in the fire accident area. In the present thesis, the methods' capability to investigate fires and what they result in are explored. In addition, answers are given concerning how important the background information is for their applicability. First, a selection to reduce the number of methods was made. The studied methods are Accident Evolution and Barrier function method (AEB), deviation investigation, Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA), fault tree analysis and event tree analysis. They are applied on three arson fires occurred in Swedish schools. The thesis presents some differences between the methods based on the results from the application and gives some suggestions for further use.

Författarna ansvarar för innehållet i rapporten.

© Copyright: Brandteknik och Riskhantering, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2009.

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

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

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

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

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

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

Sammanfattning

Det finns åtskilliga metoder för att utreda uppkomna olyckor och de används inom ett stort antal skilda områden. Olycksutredningsmetoderna är mycket varierande och skiljer sig bland annat vad gäller tillvägagångssättet och vilket fokus de har på det som ska utredas. Deras huvudsakliga syfte är emellertid att undersöka händelseförloppet, orsakerna samt hur olyckan skulle kunna ha förebyggts. Metoderna har dock använts mycket ringa inom brandområdet, vilket är det som föranlett detta examensarbete och i arbetet undersöks både metodernas möjlighet att utreda brandförlopp och vilka resultat de genererar i. Dessutom ges svar på bakgrundsinformationens betydelse för deras tillämpbarhet.

Eftersom antalet olycksutredningsmetoder är väldigt stort gjordes inledningsvis en litteraturstudie av den vetenskapliga litteraturen på området för att ta reda på vilka de vanligaste och mest accepterade metoderna är. Efter litteraturstudien gjordes ett urval utifrån fyra kriterier för att reducera antalet, och de metoder som undersöks i arbetet är Accident Evolution and Barrier function method (AEB), avvikelsetredning, Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA), felträdsanalys samt händelseträdsanalys. Metoderna tillämpades sedan på tre i Sverige anlagda skolbränder, som valdes ut från tre kriterier. Därefter gjordes en analys baserad på resultaten från tillämpningen och de olika metoderna analyserades med avseende på hur de beskriver brandförloppet, hur de hanterar parallella händelser, om de behandlar icke-tekniska faktorer, om de resulterar i förslag eller åtgärder och hur den tillgängliga informationen påverkar resultatet. Genom analysen möjliggjordes därmed en komparation. Till sist fördes en diskussion om respektive olycksutredningsmetod.

Resultaten av examensarbetet visade att alla de utvalda och studerade olycksutredningsmetoderna går att tillämpa för att utreda brandförlopp. Dock konstaterades i analysen att resultaten angående hur de beskriver brandförloppet och hur bra beskrivningen blir är skiftande. Det som påverkar är huruvida metoderna hanterar parallella händelser i brandförloppet och hur bra informationen om spridningen och byggnaden är. Informationen påverkar i det avseendet att ju bättre och mer detaljerad information som finns tillgänglig, desto enklare kan metoderna tillämpas. Olycksutredningsmetoderna har även olika fokus, vilket medför att de ger olika svar på vad som efterfrågas och alla utom händelseträdsanalysen genererar i antingen åtgärder eller orsaker. Händelseträdsanalysen visar istället på tänkbara konsekvenser eller sluthändelser. Med anledning av detta bör inte endast en olycksutredningsmetod användas utan istället bör flera metoder användas för att på så sätt motverka att missa viktiga händelser, orsaker eller åtgärder.

Det föreslås att olycksutredningsmetoderna kan ses som ett hjälpmedel för att skapa bättre struktur i de ibland röriga utredningsrapporterna som görs idag. Det föreslås även att de olika olycksutredningsmetoderna kan användas för att hitta mönster i liknande inträffade bränder genom att tillämpa dem på befintliga utredningsrapporter.

Summary

There are several methods to investigate occurred accidents and they are used in a wide range of fields. Accident investigation methods are highly variable and differ regarding the approach and the focus on what should be investigated. The main purpose of the methods is to investigate the sequence of the accident's events, causes and how the accident could have been avoided. The methods have not been widely used in the fire area and this is the reason for this thesis. The present thesis explores the methods' capability to investigate fires as well as the outcoming results. In addition, answers are given concerning how important the background information is for their applicability.

Since the number of accident investigation methods is very wide, a literature study of scientific literature was made to find out what the most common and most accepted methods are. After the literature study, a selection to reduce the number of methods was made based on four criteria. The methods examined in the thesis were Accident Evolution and Barrier function method (AEB), deviation investigation, Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA), fault tree analysis and event tree analysis. The methods were then applied on three arson fires occurred in Swedish schools. These were selected by three criteria. Then, an analysis was made based on the results from the application. The different methods were analyzed in terms of how they describe the fire development, how they deal with parallel events, how they deal with non-technical factors, if they results in causes or improvements and how the available information affects the outcome. This enabled a comparison between the methods. Finally, a discussion of each accident investigation method was made.

The findings of the thesis showed that all the selected and studied accident investigation methods can be used to investigate the fire development. The results in the analysis showed that there are differences regarding both the description of the fire development and how good the description is. Whether the methods deal with parallel events in the fire development and how good the information is about the spread of the fire and the building, results in the differences. The information affects in the sense that if better and more detailed information are available, the easier the methods can be applied. The accident investigation methods also have different focus, which means that they give different answers upon what is asked, and all methods except the event tree analysis generates in either causes or improvements. The event tree analysis shows instead possible consequences or end events. Therefore, a combination of several accident investigation methods ought to be used to avoid missing important events, causes or improvements.

It is proposed that accident investigation methods can be used as a tool to create a better structure in the sometimes unstructured investigation reports. It is also proposed that the different methods can be used to find patterns in similar fires by applying them on existing investigation reports.

Förord

Denna rapport är resultatet av ett examensarbete i brandteknik som ingår i utbildningen för brandingenjörer vid Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet omfattar 22,5 högskolepoäng och har genomförts vid Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering.

Härmed vill vi framföra ett varmt tack för allehanda hjälp. Detta examensarbete hade inte varit möjligt att genomföra utan alla de personer som under arbetets gång bidragit med värdefulla synpunkter. Först av allt vill vi rikta ett innerligt tack till vår handledare Patrick van Hees, professor vid Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, som överhuvudtaget gjorde detta arbete möjligt och som genom sin gedigna kunskap bidragit med kloka råd och idéer.

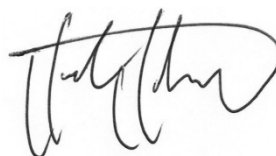
Vi vill även tacka våra biträdande handledare Nils Johansson, doktorand vid Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering som på flera sätt varit oerhört behjälplig och Stefan Särdaqvist, teknisk doktor vid Myndigheten för samhällsskydd och beredskap som på olika sätt bidragit med värdefulla kommentarer. Dessutom förtjänar Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering ett stort tack som bidragit med resurser, material och kompetens.

Slutligen vill vi även tacka de närmaste för all uppmuntran som vi fått under arbetets gång.

Lund, december 2009



Simon Espenrud



Joel Johansson

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	2
1.3	MÅL	2
1.4	FRÅGESTÄLLNINGAR	2
1.5	AVGRÄNSNINGAR	2
1.6	METOD	2
1.6.1	Val av strategi	3
1.7	DISPOSITION	5
2	OLYCKSUTREDDNINGSMETODER	7
2.1	URVAL AV METODER	7
2.2	BESKRIVNING AV DE OLIKA OLYCKSUTREDDNINGSMETODERNA	10
2.2.1	<i>Accident Evolution and Barrier function method (AEB)</i>	10
2.2.2	<i>Avvikelseutredning</i>	11
2.2.3	<i>Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA)</i>	12
2.2.4	<i>Felträdsanalys</i>	13
2.2.5	<i>Händelseträdsanalys</i>	13
2.2.6	<i>Skillnader och likheter mellan olycksutredningsmetoderna</i>	14
3	ANLAGDA SKOLBRÄNDER	15
3.1	URVAL AV BRÄNDER	15
3.2	BESKRIVNING AV BRAND ETT	15
3.2.1	<i>Byggnaden</i>	15
3.2.2	<i>Brandskydd</i>	16
3.2.3	<i>Brandförlopp</i>	16
3.3	BESKRIVNING AV BRAND TVÅ	17
3.3.1	<i>Byggnaden</i>	17
3.3.2	<i>Brandskydd</i>	17
3.3.3	<i>Brandförlopp</i>	17
3.4	BESKRIVNING AV BRAND TRE	18
3.4.1	<i>Byggnaden</i>	18
3.4.2	<i>Brandskydd</i>	19
3.4.3	<i>Brandförlopp</i>	19
4	TILLÄMPNING AV OLYCKSUTREDDNINGSMETODER	21
4.1	BRAND ETT	21
4.1.1	<i>Accident Evolution and Barrier function method (AEB)</i>	22
4.1.2	<i>Avvikelseutredning</i>	23
4.1.3	<i>Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA)</i>	24
4.1.4	<i>Felträdsanalys</i>	26
4.1.5	<i>Händelseträdsanalys</i>	27
4.2	BRAND TVÅ	28
4.2.1	<i>Accident Evolution and Barrier function method (AEB)</i>	29
4.2.2	<i>Avvikelseutredning</i>	30
4.2.3	<i>Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA)</i>	31
4.2.4	<i>Felträdsanalys</i>	32

4.2.5	Händelseträdsanalys	33
4.3	BRAND TRE	34
4.3.1	Accident Evolution and Barrier function method (AEB).....	35
4.3.2	Avvikelseutredning	36
4.3.3	Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA).....	37
4.3.4	Felträdsanalys	38
4.3.5	Händelseträdsanalys	39
5	ANALYS AV OLYCKSUTREDNINGSMETODER	41
5.1	AEB.....	43
5.2	AVVIKELSEUTREDNING	43
5.3	ECFCA	43
5.4	FELTRÄDSANALYS	43
5.5	HÄNDELSETRÄDSANALYS	44
6	DISKUSSION	45
6.1	DISKUSSION OM OLYCKUTREDNINGSMETOD	45
6.1.1	AEB	45
6.1.2	Avvikelseutredning	46
6.1.3	ECFCA	47
6.1.4	Felträdsanalys	47
6.1.5	Händelseträdsanalys	48
6.2	METODDISKUSSION	49
7	SLUTSATS	53
8	FÖRSLAG PÅ VIDARE STUDIER.....	55
	REFERENSER.....	57
BILAGA A	UTREDNINGSRAPPORT FÖR BRAND ETT	59
BILAGA B	UTREDNINGSRAPPORTER FÖR BRAND TVÅ	69
BILAGA C	UTREDNINGSRAPPORTER FÖR BRAND TRE.....	91

1 Inledning

I detta kapitel behandlas först bakgrunden till vad som föranlett examensarbetet. Bakgrunden låg sedan till grund vid formulering av syfte och mål samt de frågeställningar som arbetet skulle söka svar på. I kapitlet beskrivs även de avgränsningar som arbetet inbegriper, den metod som använts och dispositionen av arbetet.

1.1 Bakgrund

I dag finns ett stort antal metoder för att utreda uppkomna olyckor, vilka skiljer sig i tillvägagångssätt, krav på tillgänglig information och inom vilket område som de kan användas. Huvudsyftet med de olika olycksutredningsmetoderna är att på ett systematiskt sätt undersöka händelseförloppet, vilka orsakerna var till att olyckan inträffade samt hur olyckan skulle kunna ha förebyggts (NCO 2008:10 2008). Denna systematik är viktig för att ge den slutgiltiga rapporten en bra och översiktlig struktur och för att motverka dåligt underbyggda slutsatser (Särdqvist 2005).

Metodernas användningsområde är väldigt brett och de används på flera olika typer av olyckor. När det gäller applicering på bränder har användningen av olycksutredningsmetoderna varit begränsad. Eftersom metoderna inte har tillämpats inom brandområdet i någon större utsträckning finns det ett intresse av att studera om dessa metoder är användbara inom detta område.

I dag kan en brandutredning bestå av flera olika utredningar och rapporter. Insatsrapporten från räddningstjänsten beskriver en första övergripande genomgång av hur brandförloppet har gått tillväga. Ofta gör räddningstjänsten också en djupare utredning av branden genom att en utbildad brandutredare går igenom skadeplatsen. Enligt Erlandsson och Bengtsson (2005) ska en sådan utredning innefatta startplatsen för branden, startföremål samt orsaken till att branden startade. Den ska även presentera allmänhetens reaktioner när en brand upptäcks, till exempel hur de beter sig runt brandplatsen under framkörandet. Brandutredningen ska även ge svar på hur det förebyggande brandskyddet har fungerat samt utvärdera räddningstjänstens insats. Målet med dessa brandutredningar är bland annat att upptäcka frekventa brandrisker för att kunna förhindra dem i framtiden. Även polismyndigheten gör egna utredningar av branden för att kunna avgöra om ett brott har skett eller inte.

För att hitta gemensamma nämnare mellan bränder i likartade byggnader, till exempel orsaker eller brandförlopp, kan brandutredningsrapporterna utgöra underlag för detta. Dock kan dessa gemensamma nämnare vara svåra att se tydligt i brandutredningsrapporterna eftersom dessa innehåller mycket varierande information. Detta problem kan lösas genom att använda en metodik vid jämförelsen som direkt hittar orsakerna till att det har gått på ett visst sätt. Denna metodik ger svart på vitt vilka gemensamma nämnare som finns mellan olika bränder, och på så sätt kan tidigare inträffade bränder användas för att hitta åtgärder mot att nya bränder inträffar. Detta resonemang ger ytterligare anledning till att studera om befintliga olycksutredningsmetoder är användbara inom brandområdet.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att inhämta information och kunskap om olika befintliga olycksutredningsmetoder för att undersöka dess användning inom brandområdet.

1.3 Mål

Målet med denna rapport är utifrån tre inträffade skolbränder i Sverige analysera, jämföra och utvärdera olika olycksutredningsmetoders möjlighet att utreda brandförlopp samt de resultat som metoderna genererar i. Rapporten ska även ge svar på vilket underlag som krävs för att metoderna ska kunna vara tillämpbara.

1.4 Frågeställningar

Följande frågeställningar kommer att besvaras i denna rapport:

- ✓ Vilka olycksutredningsmetoder kan användas för att utreda ett brandförlopp?
- ✓ Hur skiljer sig de olika olycksutredningsmetoderna från varandra?
- ✓ Vilken betydelse har bakgrundsinformation för de valda olycksutredningsmetodernas tillämpbarhet?

1.5 Avgränsningar

Antalet inträffade bränder kommer att avgränsas till att omfatta tre stycken. De bränder som kommer att studeras utgörs av anlagda skolbränder i Sverige eftersom tillgången på bra utredningsmaterial var god för dessa fall. Utredningsmaterialet har utgjorts av befintliga brandutredningsrapporter för respektive skolbrand.

En ytterligare avgränsning i rapporten kommer att vara att fokusera på de tekniska faktorerna i brandförloppet. Med detta avses branden samt hur de brandtekniska delarna i förloppet har förhållit sig till branden. De brandtekniska delarna syftar på de byggnadstekniska delarna, de aktiva systemen samt övriga system som kan påverka brandförloppet. Detta innebär att olika systemnivåer kommer att behandlas men endast med avseende på de tekniska faktorerna. Med systemnivåer avses de olika delarna i ett system och kan exempelvis innefatta fysisk, föreskrivande och lagstiftande nivå.

1.6 Metod

För att lösa de frågeställningar som detta arbete är förknippat med, krävs en vetenskaplig strategi. Denna strategi bygger på en kombination av diverse metoder och tekniker. Det som ligger till grund vid valet av dessa är syftet och målet med arbetet. Detta avsnitt behandlar de metodasppekter som genomsyrar arbetet samt vilken strategi som använts.

Det finns i huvudsak två anledningar till att metoden och strategin bör presenteras, nämligen att det ska vara möjligt för andra att upprepa arbetet under identiska förhållanden och att resultaten ska gå att kontrollera, så kallad replikation. Det andra är evaluering, vilket bland annat betyder att förfarandet ska kunna värderas (Backman 2008).

1.6.1 Val av strategi

Det som har legat till grund vid valet av strategi är det mål som presenterats tidigare, nämligen det att rapporten ska analysera, jämföra och utvärdera olika olycksutredningsmetoder när de appliceras inom brandområdet. Detta innebär att befintliga metoder används inom ett nytt område, vilket ger arbetet ett traditionellt förhållningssätt (Backman 2008).

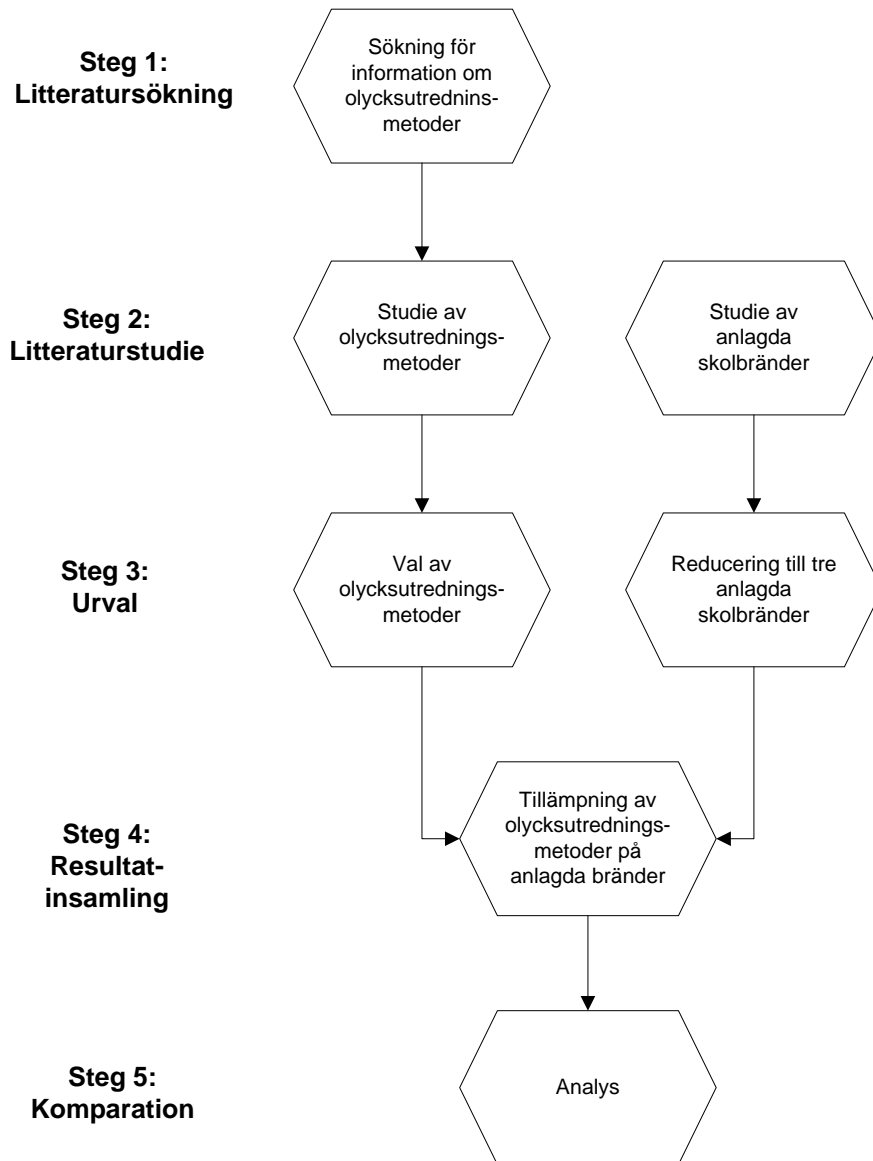
För att uppnå målet måste strategin dels innefatta en studie där olycksutredningsmetoderna tillämpas, dels innefatta någon vetenskaplig metod för att kunna analysera resultaten. Det finns en rad olika vetenskapliga metoder och tekniker, och medvetenhet i valet av dessa är viktigt för arbetets vetenskaplighet (Ejvegård 2003).

För att kunna analysera olycksutredningsmetoderna måste de först appliceras på brandområdet, vilket görs genom användandet av inträffade bränder. Genom att använda inträffade bränder kan verkliga problem studeras. För att sedan kunna bedöma de olika olycksutredningsmetoder har komparation använts som metod. Metoden måste tillämpas med stor försiktighet eftersom det ofta inte går att göra jämförelser mellan olika företeelser utan vidare. Det är viktigt att veta vad det är man vill jämföra och såväl likheter som olikheter ska beskrivas (Ejvegård 2003). För att åstadkomma detta används ett antal bedömningsfaktorer, nämligen beskrivning av brandförlopp, hantering av parallella händelser, resultat i form av orsaker eller åtgärder samt påverkan av tillgänglig information. Eftersom resultaten av olycksutredningsmetoderna kommer presenteras i form av det skrivna ordet, är metodiken kvalitativ (Backman 2008). Vidare ska även olycksutredningsmetoderna utvärderas utifrån applicering på tre anlagda skolbränder. Detta för att motverka att bränderna påverkar och för att resultatet ska bli mer generellt.

Eftersom arbetet som tidigare nämnts går ut på att utvärdera befintliga olycksutredningsmetoder har den teknik som använts för insamling av information utgjorts av litteraturstudie. Litteraturstudien har föregåtts av en litteratursökning av lämpligt material inom området. För att hitta lämplig litteratur har databasen Lovisa, Lunds universitet biblioteks gemensamma databas, och sökmotorn Google använts. De sökord som har använts är *accident investigation*, *olycksutredning*, *olycksundersökning* samt *fire investigation*. Denna sökning och denna studie blev relativt omfattande i arbetsprocessen eftersom det inledningsvis gäller att först skaffa sig information och kunskap om vilka olycksutredningsmetoder som finns och sedan studera metoderna djupare. När det gäller information om skolbränderna studerades tillhandahållet material, och studien behövde således inte omfatta någon sökning. I ett allmännare angreppssätt hade denna sökning varit tvungen att genomföras om andra typer av bränder, än skolbränder, är tänkta att studeras.

För att välja ut vilka olycksutredningsmetoder som ska studeras, har ett antal olika kriterier satts upp, vilka urvalet baserades på. Ett antal kriterier har även satts upp för vilka tre bränder som ska studeras vidare.

Den valda strategin bygger således på en kombination av olika metoder och tekniker. Dessa är alla associerade med både fördelar och nackdelar, vilka dock inte kommer att presenteras här. För att klargöra den strategi som har använts beskrivs arbetsprocessen och tillvägagångssättet med hjälp av Figur 1.



Figur 1. Grafisk bild över arbetsprocessen och tillvägagångssättet.

1.7 Disposition

Denna rapport består av åtta stycken kapitel och tre stycken bilagor. Bilagorna presenterar de utredningsrapporter som har använts som bakgrundsinformation för rapporten. Dessa har avkodats för att det inte direkt ska gå att identifiera var branden har ägt rum.

I kapitel 1 (Inledning) presenteras bakgrunden till rapporten, syftet och målet med rapporten, vilka frågeställningar som besvaras, de avgränsningar som gjorts, vilken metod som har använts samt hur rapporten är disponerad.

I kapitel 2 (Olycksutredningsmetoder) presenteras vilka olycksutredningsmetoder som har identifierats utifrån litteraturen, hur urvalet har gjorts samt beskrivning av de utvalda olycksutredningsmetoderna.

I kapitel 3 (Anlagda skolbränder) presenteras hur urvalet av bränderna har gjorts och en beskrivning av dessa.

I kapitel 4 (Tillämpning av olycksutredningsmetoder) presenteras tillämpningen av olycksutredningsmetoderna för respektive brand.

I kapitel 5 (Analys av olycksutredningsmetoder) presenteras en bred jämförelse mellan de olika olycksutredningsmetoderna med avseende på brandförloppet, parallella händelser, icke tekniska faktorer, förslag på åtgärder/orsaker samt betydelsen av bra information.,

I kapitel 6 (Diskussion) presenteras diskussion om olycksutredningsmetoder samt en generell diskussion om arbetsprocessen och tillvägagångssättet.

I kapitel 7 (Slutsats) presenteras de slutsatser som rapporten har resulterat i.

I kapitel 8 (Förslag på vidare studier) presenteras förslag på hur den fortsatta studien av olycksutredningsmetoderna kan gå till.

2 Olycksutredningsmetoder

Det finns ett mycket stort antal olycksutredningsmetoder och det är i princip omöjligt att täcka in alla. För att ta reda på vilka de vanligaste och mest accepterade metoderna är inhämtades information från den vetenskapliga litteraturen inom området, vilken utgick från den inledande litteraturstudien. Bland annat studerades Jackson, Livingston och Priestley (2001), Hollnagel och Speziali (2008), NCO 2008:10 (2008), Sklet (2002; 2004) och Särdaqvist (2005). De 41 metoder som har valts ut för vidare urval visas i Tabell 1. Kravet för att en olycksutredningsmetod skulle få vara med i detta första urval var inte bara att den har nämnts i litteraturen utan även att dess princip funnits beskriven.

Tabell 1. Olycksutredningsmetoder beskrivna i studerad litteratur.

Metod	Metod
Acci-Map	HSYS
AEB	Händelseträdsanalys
Avvikelseutredning	MTO
ASSET	PEAT
Barriäranalys	PROACT
Change analysis	RCA
Checklista	SACA
CREAM	SAFER
CTM	SCAT
DREAM	SMORT
ECFC/A	SOL
ERCAP	STAMP
Felträdsanalys	STEP
FRAM	SRP
HEAT	Swiss Cheese model
HERA	Säkerhetsfunktionsanalys
HFACS	TapRoot
HFIT	TOR
HINT-J-HPES	TRACEr
HPES	Tripod
HPIP	

2.1 Urval av metoder

Metoderna bedömdes utifrån följande kriterier för att komma fram till vilka olycksutredningsmetoder som skulle appliceras på de valda bränderna.

Det första kriteriet syftar till att olycksutredningsmetoderna inte ska vara framtagna för att tillämpas inom ett visst område.

Det andra kriteriet kräver att metoderna fokuserar på de tekniska faktorerna i ett olycksförlopp såsom brandens fysikaliska fenomen och de brandtekniska delarna.

Det tredje kriteriet kräver att metoderna ska utgå från ett säkerhetsbarriärperspektiv.

Det fjärde kriteriet är att metoderna inte ska överlappa varandra med avseende på dess metodik och tillvägagångssätt. Om en metod liknar en eller flera andra metoder väljs den metod, rent subjektivt, som anses kunna vara mest tillämpbar för att utreda brandförlopp.

De olika kriterierna har valts utifrån ett antal anledningar. Det andra kriteriet kommer direkt från den avgränsning som gjordes i avsnitt 1.5. Kriterium tre bygger på Sklet (2004) som menar att olycksundersökningar ska inkludera ett säkerhetsbarriärstänkande för att kunna förhindra att liknande olyckor inträffar igen. Detta har medfört att de valda metoderna måste fokusera på de barriärer som finns i systemet för att förhindra olycksförloppet. Det fjärde kriteriet syftar till att endast undersöka metoder som har åtskiljande metodik.

Hur de olika olycksutredningsmetoderna har uppfyllt de olika kriterierna redovisas i Tabell 2. När ett kriterium inte har uppfyllts, har inte de efterföljande kriterierna analyserats utan olycksutredningsmetoden har förkastats direkt.

Tabell 2. De olika kriterierna tillämpade på olycksutredningsmetoderna.

Metod	Tillämpbar	Tekniska faktorer	Barriärperspektiv	Likartad metod	Kommentar
Acci-Map	Ja	Nej	-		Sociotekniskt, organisatoriskt
AEB	Ja	Ja	Ja	Barriäranalys	
Avvikelseutredning	Ja	Ja	Ja	Säkerhetsfunktionsanalys	
ASSET	Nej	-	-		Framtagen för International Atomic Energy Authority
Barriäranalys	Ja	Ja	Ja	AEB	
Change analysis	Ja	Ja	Nej		
Checklista	Ja	Ja	Ja		
CREAM	Ja	Nej	-		Mänskliga faktorer
CTM	Ja	Ja	Ja	Felträdsanalys TapRoot, PROACT	
DREAM	Nej	-	-		Framtagen för vägtrafikolyckor
ECFC/A	Ja	Ja	Ja		
ERCAP	Ja	Ja	Ja	RCA, change analysis, barriär analys	Består av flera olika metoder
Felträdsanalys	Ja	Ja	Ja	CTM, TapRoot, PROACT	
FRAM	Ja	Nej	-		Samspel människa/teknik
HEAT	Nej	-	-		Framtagen för processindustrin
HERA	Nej	-	-		Framtagen för flygtrafiken
HFACS	Ja	Nej	-		Mänskliga faktorer
HFIT	Ja	Nej	-		Mänskliga faktorer
HINT-J-HPES	Ja	Nej	-		Mänskliga faktorer
HPES	Ja	Nej	-		Mänskliga faktorer
HPIP	Nej	-	-		Framtagen för kärnkraftsverk
HSYS	Ja	Nej	-		Mänskliga faktorer
Händelseträdsanalys	Ja	Ja	Ja		
MTO	Ja	Nej	-		Samspel människa/teknik/organisation

PEAT	Nej	-	-		Flygindustrin
PROACT	Ja	Ja	Ja	Felträdsanalys	
RCA	Ja	Ja	Nej		
SACA	Nej	-	-		Framtagen för offshore-system
SAFER	Ja	Nej	-		Mänskliga faktorer
SCAT	Nej	-	-		Framtagen för arbetsincidenter
SMORT	Ja	Nej	-		Framtagen för att utvärdera en organisation
SOL	Nej	-	-		Framtagen för kärnkraftsverk
STAMP	Ja	Nej	-		Mänskliga och organisatoriska faktorer
STEP	Ja	Nej	-		Mänskliga och organisatoriska faktorer
SRP	Nej	-	-		Framtagen för kärnkraftsverk
Swiss Cheese model	Nej	-	-		Ingen ren olycksutredningsmetod
Säkerhetsfunktionsanalys	Ja	Ja	Ja	Avvikelseutredning	
TapRoot	Ja	Ja	Ja	Felträdsanalys	
TOR	Ja	Nej	-		Organisatoriska faktorer
TRACER	Nej	-	-		Framtagen för flygtrafikledningen
Tripod	Ja	Ja	Ja	AEB	Organisatoriska faktorer

Utifrån ovanstående kriterier har de ursprungliga 41 metoderna reducerats till följande sex, vilka även är markerade i Tabell 2.

- ✓ Accident Evolution and Barrier function method (AEB)
- ✓ Avvikelseutredning
- ✓ Checklista
- ✓ Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA)
- ✓ Felträdsanalys
- ✓ Händelseträdsanalys

När det gäller checklistemetoden har den inte tillämpats på de utvalda bränderna. Anledningen till detta är en av de begränsningar som Särndqvist (2005) nämner, nämligen att resultatet från olycksutredningsmetoden beror på vilka frågor som ställs. Frågornas utformning beror på vem det är som formulerar dem och vilken erfarenhet denna person har inom det aktuella området. Detta medför att frågorna i olycksutredningsmetoden måste konstrueras, vilket gör att den utvecklas under arbetets gång och blir således en anpassad olycksutredningsmetod. Då syftet har varit att studera redan framtagna olycksutredningsmetoder är detta inte intressant. Att frågorna konstrueras av samma personer som ska utvärdera olycksutredningsmetoden medför att förhållningen till olycksutredningsmetoden inte blir objektiv. Risken med detta är att frågorna formuleras på ett sådant sätt att de ger svar på det som användaren vill. På så sätt kommer olycksutredningsmetoden att värderas utifrån ovetenskapliga grunder, vilket inte är acceptabelt i denna typ av arbete.

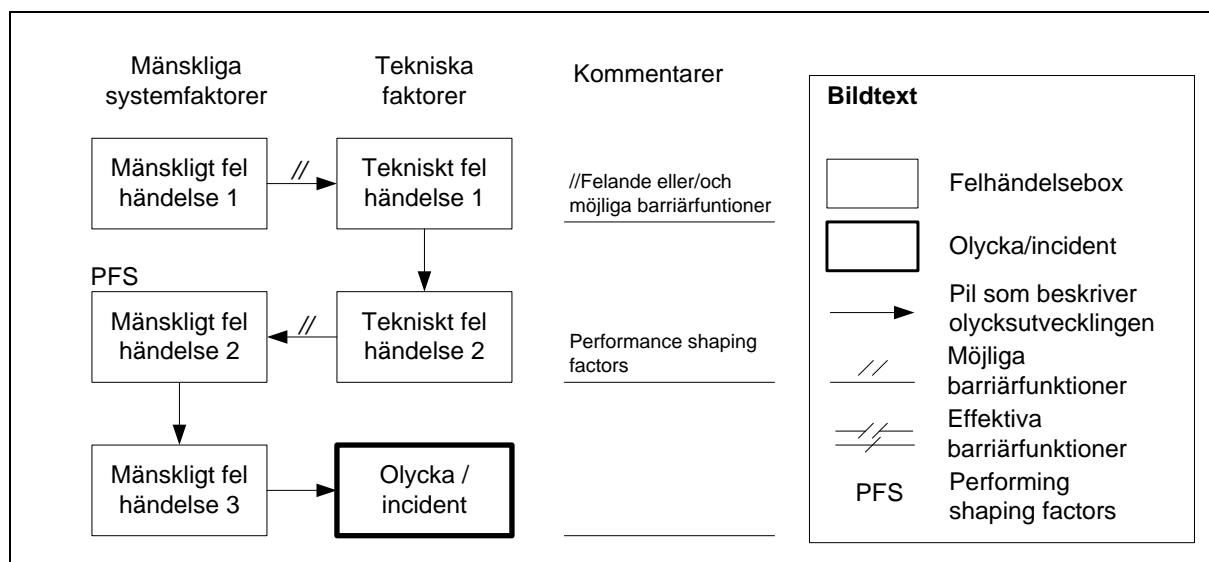
2.2 Beskrivning av de olika olycksutredningsmetoderna

Olycksutredningsmetoderna från urvalet kommer att beskrivas närmare i detta avsnitt med avseende på tillvägagångssätt och metodik.

2.2.1 Accident Evolution and Barrier function method (AEB)

Accident Evolution and Barrier function method är en metod för analys av händelser och olyckor. Den beskriver utvecklingen mot en händelse eller olycka i form av ett flöde av brister eller liknande genom att modellera samspelet mellan mänskliga och tekniska system (NCO 2008:10 2008). Samspelet kan förutom brister även vara funktionsstörningar eller fel som därmed resulterat i en viss händelse. Metoden integrerar således de mänskliga och de tekniska systemen parallellt (Hollnagel & Speziali 2008).

Principen för metoden bygger på ett enkelt flödesschema som till sist utmynnar i olyckan eller händelsen. Schemat består initialt enbart av tomma boxar i två kolumner som representerar de två systemen, nämligen det mänskliga och det tekniska. Det gäller sedan att analysera bristerna, funktionsstörningarna eller felen vilka varje box kan identifieras med, och boxarna följer generellt den kronologiska utvecklingen hos händelserna. Boxarna länkas samman av pilar, vilka därmed beskriver själva olycksutvecklingen, och det får enbart finnas en pil mellan varje box. En schematisk bild över principen för AEB visas i Figur 2. Efter det att bristerna eller liknande är identifierade och flödet skapat sker en analys av barriärfunktionerna. Det för att kunna hitta de eventuella möjligheter som finns för att hindra en händelse som till sist ledde till olyckan. Det gäller att identifiera både ineffektiva barriärer och barriärer som inte existerat (Sklet 2002).



Figur 2. Schematisk bild över AEB. Baserad på Sklet (2002).

Faktorer som har påverkat det mänskliga beteendet benämns performance shaping factors, PFSs och två exempel på det är alkohol och stress. Dessa analyseras efter det att schemat är konstruerat. Därtill finns även möjlighet att inkludera organisatoriska faktorer, vilka dock behöver behandlas speciellt eftersom de innefattar både mänskliga och tekniska system (Sklet 2002).

2.2.2 Avvikelseutredning

En avvikelseutredning fungerar på så sätt att alla avvikelser listas bakåt i tiden från olyckan till den tidpunkt då allt var normalt. En avvikelse definieras som en händelse eller tillstånd som avviker från hur det var tänkt eller planerat från början. Metoden fungerar utan att hela olycksförloppet rekonstrueras och ger ett stort urval av förslag till åtgärder (Särdqvist 2005).

Tillvägagångssättet vid tillämpandet av metoden fungerar genom att alla händelser eller tillstånd går igenom, ofta genom brainstorming, från den tidpunkt då olyckan inträffade till den tidpunkt då allt var normalt. Alla avvikelser som framträder, stora som små, antecknas på ett formulär. Detta formulär innehåller rubrikerna avvikelse, risk/problem, typ av avvikelse, bedömning, åtgärdsförslag och kommentarer, se Figur 3 (Särdqvist 2005).

Avvikelse	Risk/problem	Typ av avvikelse	Bedömning	Åtgärdsförslag	Kommentar
Avvikelse			Bedömning		Område
T Teknisk			0 Ofarlig, oproblematis		S Säkerhet för person
M Mänsklig			1 Acceptabel, ej åtgärd		E Egendom
O Organisatorisk			2 Bör åtgärdas		N Natur
G Gränssnitt/samspel			3 Måste åtgärdas		V Verksamhet

Figur 3. Formulär för avvikelseutredning. Baserad på Särdqvist (2005).

Avvikelserna som uppkommer under arbetet behöver inte noteras i någon särskild ordning utan kan antecknas efterhand som de dyker upp. Avvikelserna bedöms utifrån vilka skador som avvikelsen skulle kunnat generera enligt följande mall och skrivs in i bedömningskolumnen:

Avvikelse	Område	Bedömning
T Teknisk	S Säkerhet för person	0 Ofarlig, inget problem
M Mänsklig	E Egendom	1 Acceptabelt, ej åtgärd
O Organisatorisk	N Natur	2 Bör åtgärdas
G Gränssnitt/samspel	V Verksamhet	3 Måste åtgärdas

Resultatet från avvikelseutredningen är i form av olika förslag på åtgärder som kan genomföras för att förhindra att en liknande olycka uppkommer igen (Särdqvist 2005).

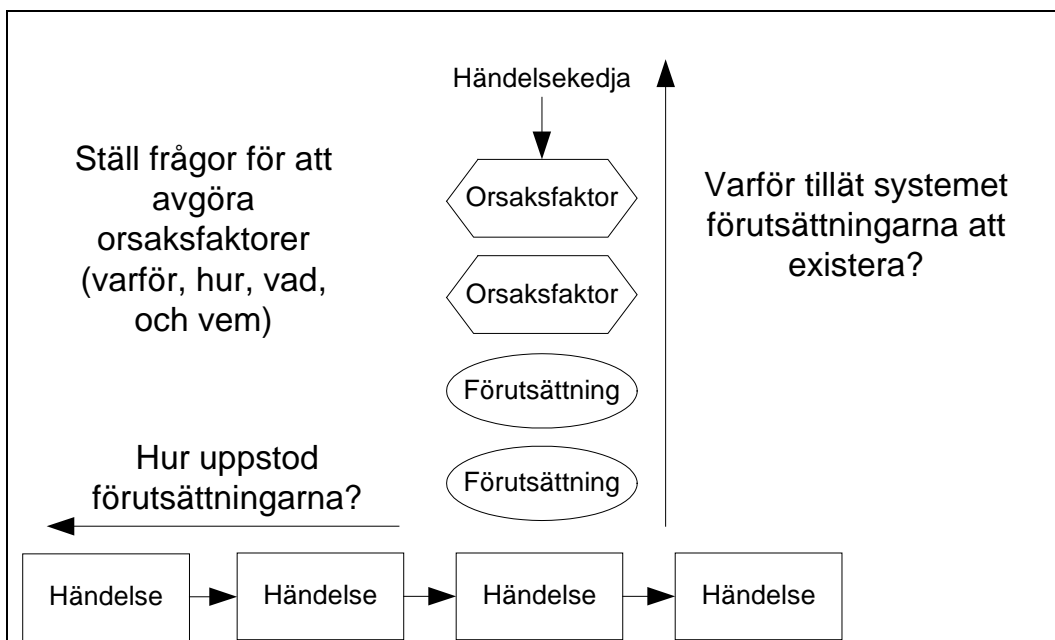
2.2.3 Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA)

Events and Causal Factors Charting and Analysis ger en grafisk bild över olyckans kronologi bestående av primära händelsesekvenser, sekundära händelsesekvenser och de förhållanden som har påverkat själva händelserna. Metoden används ofta för att samla in och organisera bevis för att porträttera sekvensen i olycksförloppet. Den grafiska bilden används sedan för att bestämma de faktorer som orsakade olyckan och är ett första steg i processen att hitta grundorsakerna. Analysen kräver sedan en deduktiv tankegång för att avgöra vad som bidrog till olyckan (Sklet 2004). Med deduktiv avses att man från principer drar slutsatser om en företeelse.

Principen för metoden är att presentera de primära händelsesekvenserna som ledde till olyckan horisontellt, från vänster till höger i kronologisk ordning. Sekundära händelser placeras ovanför raden med de primära händelserna. De förhållanden som sedan påverkat de olika händelserna läggs till i den grafiska bilden genom att antingen placera dem ovanför eller under händelserna. Analysen går sedan ut på att bestämma de betydande händelserna genom att ställa frågan:

"Om den här händelsen inte hade förekommit, hade då olyckan skett?"

Om svaret är ja, så är inte händelsen betydelsefull. Detta görs genom att utgå från första händelsen som föregår olyckan. Figur 4 visar en schematisk bild över metoden och hur de faktorer som orsakade olyckan kan bestämmas. Detta genom att ställa frågor såsom varför, hur, vad och vem (Sklet 2002).



Figur 4. Schematisk bild över ECFCA. Baserad på Sklet (2004).

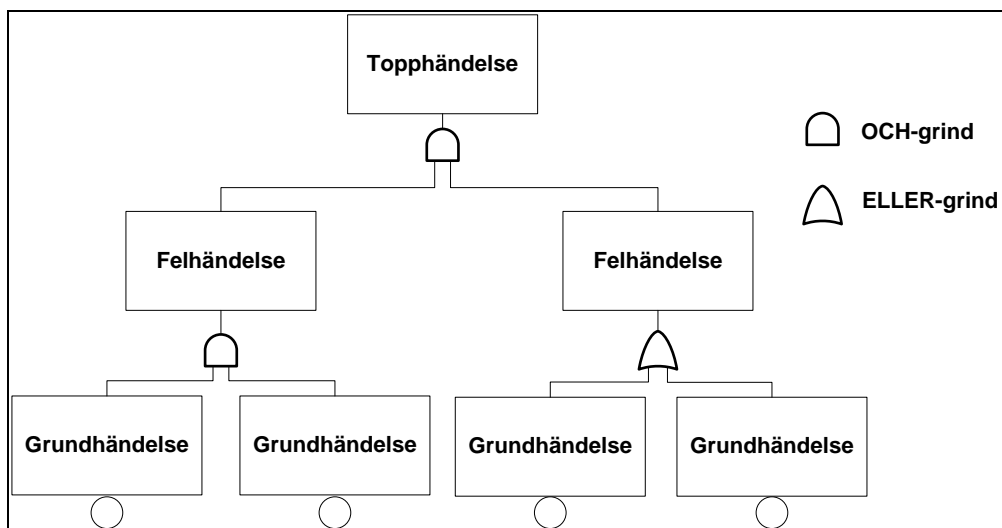
2.2.4 Felträdsanalys

Felträdsanalysens syfte är att utifrån en huvudhändelse, vilken utgörs av ett bestämt fel eller avvikelse, söka orsakerna eller delhändelserna till att huvudhändelsen inträffade.

Följande förfarande kan användas vid felträdsanalysen:

1. Definiera topphändelsen.
2. Sök felorsaker och delhändelser till topphändelsen.
3. Sammanbind orsakerna med respektive händelse med hjälp av *och* (flera olika orsaker måste inträffa samtidigt för att händelseförloppet ska fortsätta) samt *eller* (tillräckligt om en av flera möjliga orsaker inträffar för att händelseförloppet ska fortsätta) symboler.
4. Bryt ner varje händelse tills dess att händelserna blir oberoende, så kallade grundhändelser, vilka är de händelser som kan leda fram till topphändelsen.

Resultatet av en felträdsanalys redovisas i form av ett trädidiagram med topphändelsen högst upp och grundhändelserna längst ner, se Figur 5. Det grafiska resultatet kartlägger de orsaker som ligger bakom en viss händelse samt visar de logiska kopplingar som finns mellan olika orsaker och huvudhändelsen (Swerea IFV 2009).



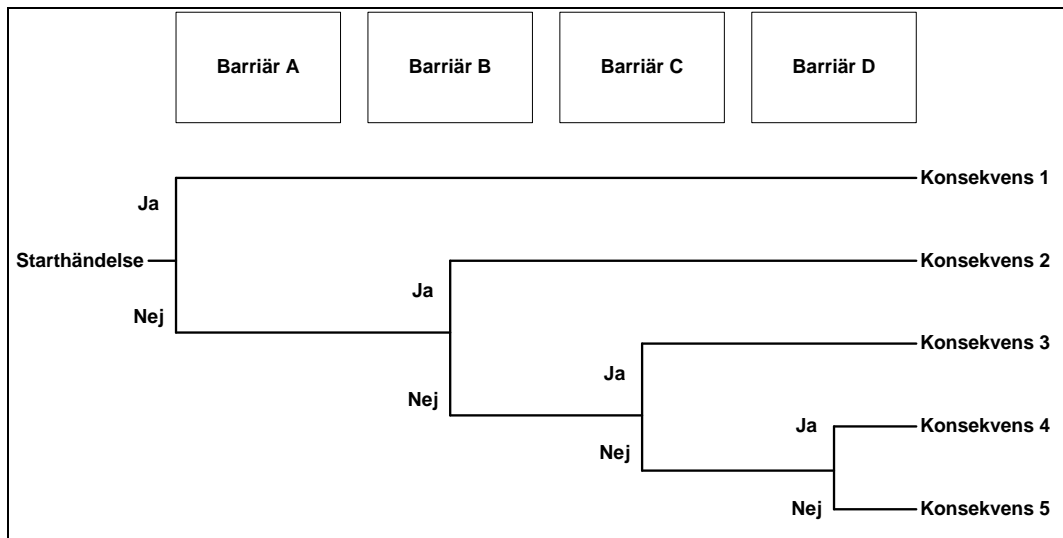
Figur 5. Principen för en felträdsanalys.

2.2.5 Händelseträdsanalys

Händelsetråd är en metod som i huvudsak används i en riskanalys, alltså i en förebyggande analys, men kan även användas för att identifiera och illustrera sekvenserna efter en initierad händelse. Ett händelsetråd följer förloppet framåt för att hitta händelsesekvenserna som ledde till olyckan och genererar därmed i en möjlig olycksväg (Sklet 2002).

Analysen sker genom att ett antal säkerhetsfunktioner eller barriärer studeras, vilka antingen har fungerat eller brustit. Därmed fås två olika utfall för varje säkerhetsvariabel och resultatet blir ett grafiskt trädidiagram. Händelsesekvenserna leder till ett antal möjliga konsekvenser och det gäller sedan att ta reda på olycksvägen som en av dessa sekvenser (Sklet 2002).

I Figur 6 visas principen för en händelseträdsanalys.



Figur 6. Principen för en händelseträdsanalys.

2.2.6 Skillnader och likheter mellan olycksutredningsmetoderna

I Tabell 3 sammanfattas skillnader och likheter med avseende på hur de beskriver brandförloppet och om de presenterar åtgärder eller orsaker. Detta för att tydliggöra de grundläggande skillnaderna mellan de olika metoderna med avseende på hur de beskriver brandförloppet och de resultat som de presenterar.

Tabell 3. Sammanfattning av de grundläggande skillnaderna och likheterna mellan olycksutredningsmetoderna.

	Beskrivning av brandförlopp	Åtgärder/orsaker
AEB	Flöde av funktionsstörningar	Åtgärder
Avvikelseutredning	Avvikelser listas i ett formulär	Åtgärder
ECFCA	Inträffade händelser i kronologisk ordning	Orsaker
Felträdsanalys	Med del- och grundhändelser och deras beroende	Orsaker
Händelseträdsanalys	Med fungerande eller felfungerande barriärer	Möjliga konsekvenser istället för åtgärder/orsaker

3 Anlagda skolbränder

De utvalda olycksutredningsmetoderna har applicerats på inträffade anlagda skolbränder i Sverige. Dessa skolbränder har hämtats från van Hees och Johansson (2009) och beskrivs närmare i detta kapitel.

3.1 Urval av bränder

Eftersom van Hees och Johansson (2009) presenterar 57 stycken olika anlagda skolbränder har en reduktion krävts av dessa då denna rapport är avgränsad till att endast behandla tre stycken. Detta urval har baserats på följande kriterier:

Det första kriteriet kräver att branden inte får vara begränsad utan att den ska ha spridit sig vidare från startplatsen vidare i byggnaden. Detta för att studera ett större brandförlopp och inte bara det initiala skedet.

Det andra kriteriet kräver att det ska finnas bra information om händelsen med avseende på byggnadens utseende, material och brandskydd samt bra information om hur brandförloppet har gått till.

Det tredje kriteriet syftar till att reducera antalet bränder till tre stycken. Detta görs genom att värdera informationen på de bränder, som fram till detta kriterium valts ut, och välja de tre med bäst information. Värderingen har baserats på rent subjektiva bedömningar.

De tre utvalda bränderna beskrivs närmare i sammanfattad form i nästkommande avsnitt med avseende på byggnadens egenskaper, brandskyddet i byggnaden samt brandförloppet. Informationen om bränderna har inhämtats från de utredningsrapporter som är gjorda för respektive brand. Dessa presenteras avkodade i bilagorna A till C för att visa för läsaren vilken information som har funnits tillgänglig.

3.2 Beskrivning av brand ett

I detta avsnitt beskrivs byggnaden och brandförloppet för brand nummer ett. Informationen är hämtad från Räddningstjänsten Syd (2009) och presenteras i sin helhet i Bilaga A.

3.2.1 Byggnaden

Skolan var utformad som en enplansbyggnad med tillhörande kallvind, med undantag för två stycken fläktrum. Byggnaden bestod av fem stycken hopbyggda fyrlängade gårdar med tillhörande atrium. Byggnaden uppfördes 1982 enligt då gällande bygglagstiftning.

Byggnaden hade en stomkonstruktion av trä, förutom fläktrummen, där stommen var utförd i betong. Utvändigt var bygganden klädd med tegel. Vinden var utförd som en oinredd kallvind utan golv. Bjälklaget på vinden bestod av limträbalkar med obrännbar lösullsisolering mellan balkarna. Lösullen i sin tur hölls upp av en plastfolie under balkarna. Under plastfolien fanns dubbla gipsskivor. Takkonstruktionen var uppbyggd av takstolar i trä med en plastfolie spänd över sig. Betongpannor täckte plastfolien utvändigt. Taket avslutades med ett takutsprång som

var klätt med glespanel på undersidan. Tätt intill byggnaden fanns ett växthus på över 10 m² som fungerade som förråd under vintern.

3.2.2 Brandskydd

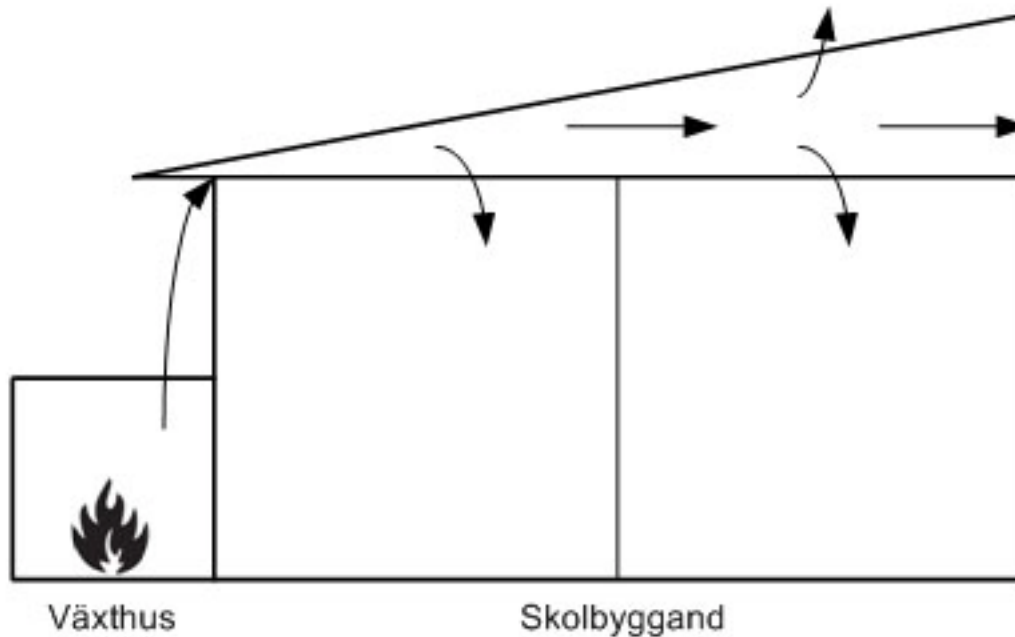
Brandskyddet i bottenplanet bestod av flera olika brandceller som var sektionerade med REI 30 väggar. Förutom detta fanns i utrymningsvägarna ett vidarekopplat automatiskt brandlarms-system med detektorer. Vinden i sin tur var vertikalt avskilt i mindre delar med hjälp av plåt-regelväggar med enkla gipsskivor på båda sidor. Den brandtekniska klassen på dessa väggar var okänd. Vindsbjälklaget var även det utfört i klass REI 30 för brand underifrån. På vinden fanns dessutom inget detektionssystem och sektioneringen på vinden överensstämde ej med sektioneringen på bottenplanet men brandcellsgränserna stämde överens med de på bottenplanet.

3.2.3 Brandförlopp

Branden började i det intilliggande växthuset med fyrverkeri som brandorsak. Det var några ungdomar som satte eld på växthuset med en markpjäs, en så kallad fontän, genom att först slå sönder ett fönster och sedan placera pjäsen i en spricka i fönstret. Därefter antände de pjäsen och den föll in i växthuset och satte eld på det brännbara materialet. I växthuset, som vintertid användes som förråd, fanns enligt uppgift ett tiotal blomsterlådor staplade på varandra, träbänkar och några plastkrukor samt lite jord/torv på ett stengolv. Dessutom fanns på gaveln av växthuset en pappskiva som fungerade som tätning av ett tidigare sönderslaget fönster.

Räddningstjänsten fick larmet klockan 21.44 om brand i skola och det var personer som befann sig i intilliggande idrottshall som upptäckte branden. Det automatiska brandlarmet detekterade inte branden förrän sju minuter senare. Första enheten var på plats 21.52 och konstaterade brand i takfoten samt påbörjade insatsen.

Branden spred sig till skolbyggnaden via en utskjutande takfot upp på vinden. Växthuset var placerat under denna utskjutande takfot. På vinden fick branden först fäste i träkonstruktionen och undertaket för att därefter sprida sig vidare på den oinredda vinden. Vindsbjälklaget störtade sedan in på grund av avbrända balkar och elden spred sig till bottenvåningen. En anledning till att dessa kunde brinna av kan vara att branden koncentrerats till vissa delar av balkarna, vilket resulterat i att vissa delar var skadade och andra helt opåverkade. Enligt utredaren av branden kan detta ha berott på nedfallande material från undertaket på vinden. För skiss över brandspridningen se Figur 7.



Figur 7. Principskiss över spridningen för brand ett.

3.3 Beskrivning av brand två

I detta avsnitt beskrivs byggnaden och brandförloppet för brand nummer två. Informationen är hämtad från Räddningstjänsten Gotland (2009), Polismyndigheten Gotland (2009) och van Hees (2009), och dessa presenteras i sin helhet i Bilaga B.

3.3.1 Byggnaden

Skolan bestod av två högre byggnader med sadeltak och därpå påbyggd ”kupa” som löpte över taken på båda byggnaderna och uppfördes 1994. De två högre byggnaderna var sammanbyggda via en lägre entrédel. Den totala längden av byggnaden var 80 meter och var hopbyggd med en gymnastiksal. Vid entrén fanns en lägre matsal som var utbyggd lik en halv oktagon från huvudbyggnaden. Både i de högre byggnaderna och i entrédelen fanns tillhörande krypvind.

Matsalens fasad bestod av träpanel med bakomliggande träreglar isolerade med mineralull. Innerväggen i matsalen var klädd med gipsskivor. Resterande del av byggnaden hade en putsad fasad. Takfoten på matsalen och entrédelen bestod av trä med en del ventilationsöppningar in till vinden.

3.3.2 Brandskydd

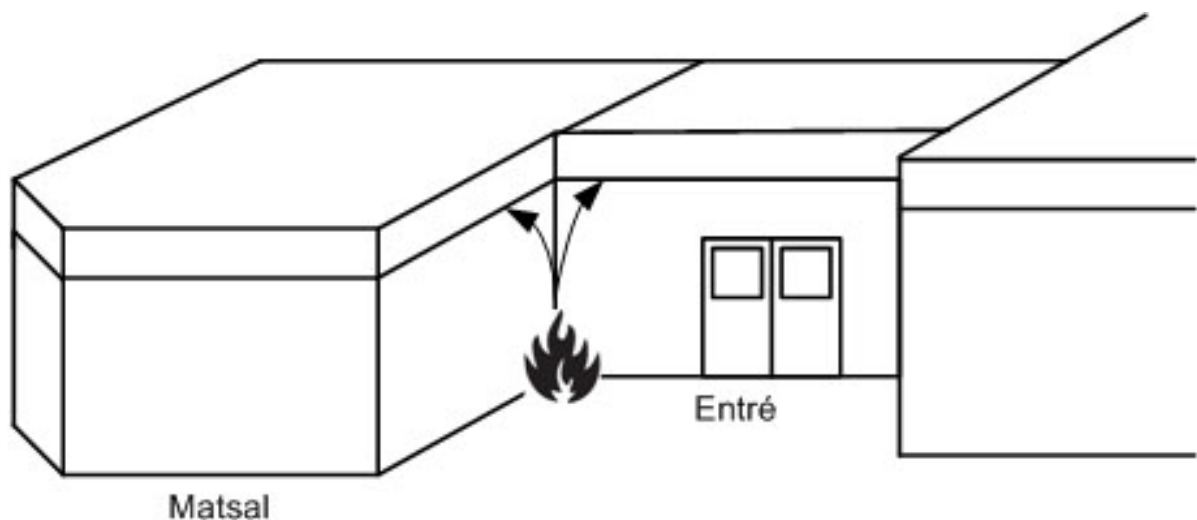
I byggnaden fanns tre brandceller. Brandcellsgränserna var placerade mellan huvudentré och matsal, mellan matsal och lektionssalar samt mellan lektionssalar och byggnad med huvudentré. Den brandtekniska klassen på dessa väggar var okänd.

3.3.3 Brandförlopp

Branden startade i en trälåda vid entrén intill fasaden till den aktuella skolbyggnaden. Det började med att några ungdomar satte eld på några kläder en bit från entrén. De släckte därefter elden och lade dem i en trälåda med plastleksaker i, och de antog att elden var släckt. Detta skedde runt 21.00.

Först på natten upptäckte en privatperson att flammor slog ut från taket och personen larmade räddningstjänsten via 112. Larmet kom till SOS 00.48 och räddningstjänsten fick larmet 00.51 om att det brann i entrén och taket i skolbyggnaden. Första enheten var på plats 00.58 och branden var under kontroll först på morgonen klockan 07.00.

Branden började i trälådan vid utomhusfasaden bredvid entrén för att därefter antända träpanelen på matsalen och då flammorna nådde takfoten antändes även trämaterialiet i denna. Branden spred sig upp till krypvinden på var sida om den brandcellsgräns som fanns mellan matsalen och entrédelen av skolan. Branden hade således spridit sig in i två brandceller samtidigt. Innan räddningstjänsten var på plats observerade en privatperson att entrén brann. När räddningstjänsten anlände var branden fullt utvecklad och hade spridit sig till taket. För skiss över brandspridningen se Figur 8.



Figur 8. Principskiss över spridningen för brand tre.

3.4 Beskrivning av brand tre

I detta avsnitt beskrivs byggnaden och brandförloppet för brand nummer tre. Informationen är hämtad från Södra Roslagens Brandförsvärsförbund (2006) och Polismyndigheten Stockholms län (2006), och dessa presenteras i sin helhet i Bilaga C.

3.4.1 Byggnaden

Skolan var utformad som en enplansbyggnad med tillhörande suterrängplan i form av ett U och uppförd i början av 1980-talet. Mellan ytter- och innertaket fanns en krypvind.

Fasaden bestod av tegel från marknivån upp till cirka 2,5 meter och ovanför av träpanel. Innertaket bestod av ett lager gips på plåtreglar med plastfolie och därefter isolering upp mot krypvinden. Yttertaket var platt och bestod av råspont som var belagt med papp. Inne på den U-formade skolgården fanns flera uppehållsrum som var utformade som burspråk med flera stora fönster ut mot skolgården.

3.4.2 Brandskydd

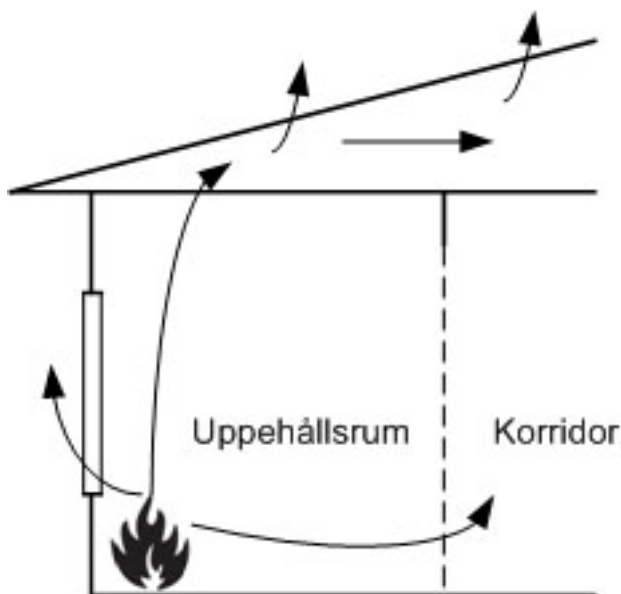
Brandskyddet mellan flygeln och resterande del av skolan bestod av en brandcellsgräns utförd i klass EI 30. Dörrar i brandcellsgränsen var utförda i klass E 30. Utifrån den konstruktion som fanns på innertaket var brandmotståndet mellan bottenplan och krypvinden uppskattat av räddningstjänsten till tio minuter. Bristfällig tätning på kabel- och rör genomdragningar på väggar och tak fanns inom brandcellen. I skolan fanns även ett automatiskt brandlarm inkopplat.

3.4.3 Brandförlopp

Branden började i ett uppehållsrum på den ena flygeln av den aktuella skolbyggnaden. Upphållsrummet vette mot skolgården, var utformat som ett burspråk och var öppet ut till angränsande korridorer. Vad som orsakade branden kunde inte fastställas med säkerhet, men det troliga startföremålet var en stoppad soffa innanför ett sönderslaget fönster, vilket tyder på att den var anlagd. I uppehållsrummet fanns förutom soffan även bord och stolar av trä.

Det automatiska brandlarmet inkom till räddningstjänsten klockan 01.39 och efter åtta minuter ankom de skolan. Insatsen började med att en rökdykargrupp skickades in för att undersöka orsaken och i samma veva upptäckte maskinstegens chaufför att flammor slog upp från taket. Rökdykarna nådde kort därefter fram till den larmade sektionen samtidigt som stegen restes och de lyckades med att släcka branden innan den spred sig från flygeln till resten av skolbyggnaden.

Branden började som tidigare nämnts i en stoppad soffa precis innanför det krossade fönstret och antände sedan det övriga materialet i brandrummet. Branden spred sig till korridoren och kunde även på kort tid sprida sig vidare upp till krypvinden. Väl där utvecklades branden och flammor slog ut genom taket. Flammor slog även ut från ett antal fönster upp mot yttertaket utefter fasaden och förstärkande enheter sattes in för att hindra branden som hotade att sprida sig vidare upp mot krypvinden. Nämnas bör även att väggarna in till de tre närmaste klassrummen fick svåra brandskador. För skiss över brandspridningen se Figur 9.



Figur 9. Principskiss över spridningen för brand tre.

4 Tillämpning av olycksutredningsmetoder

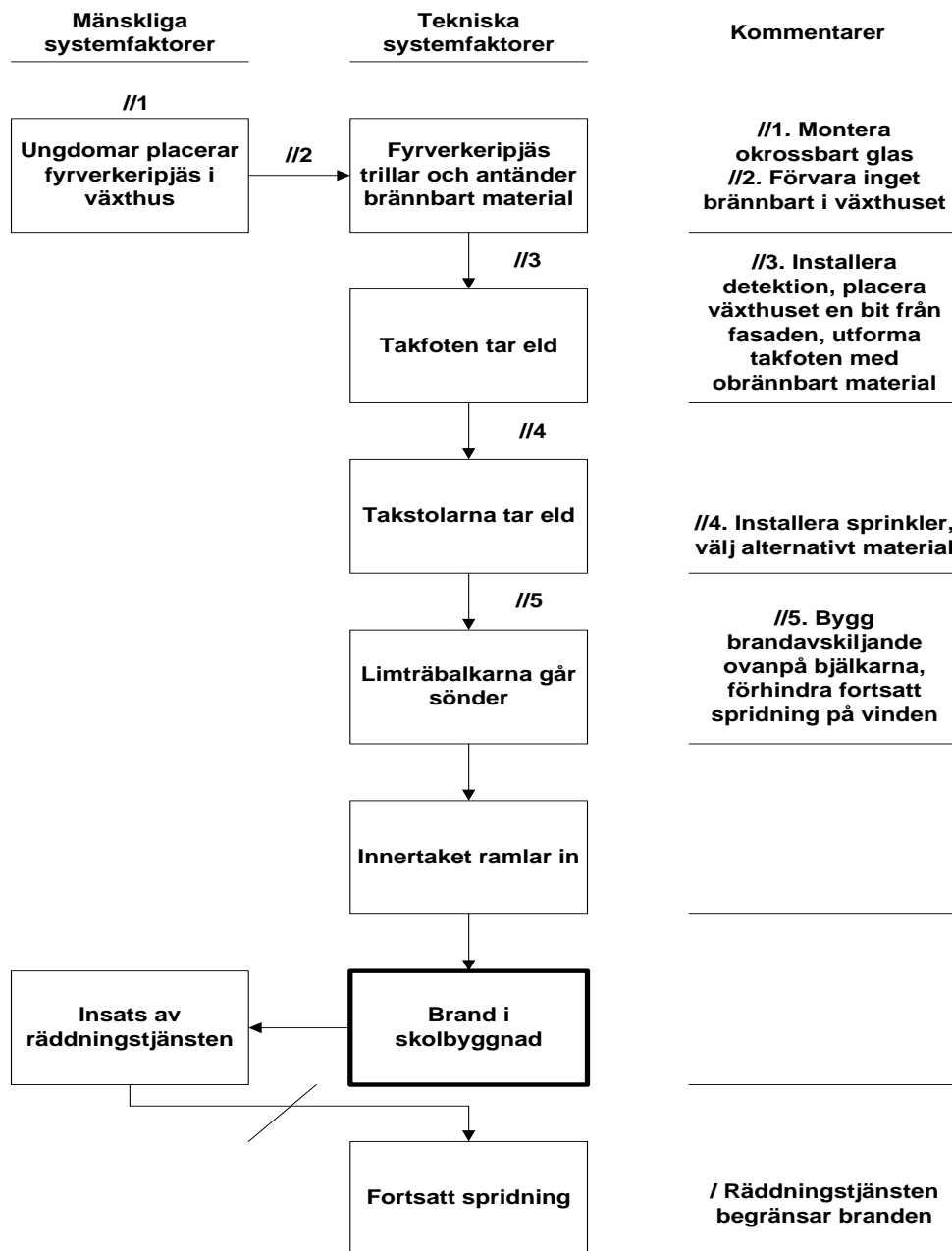
I detta kapitel appliceras de utvalda metoderna på de valda bränderna och dess resultat redovisas. Med hänsyn till att endast de tekniska faktorerna i brandförloppet har studerats behövs en förklaring av valda start- och slutsleden, vilket ges för respektive brand. Dessa start- och slutsleden har valts på ett liknande sätt för att skapa bra förutsättningar för en jämförelse. I de fall där metoderna har gett utrymme för tidigare start och senare slutskede har dessa tagits med. Dock har inte dessa skeden analyserats djupare utan har tagits med endast för tydlighetens skull.

4.1 Brand ett

Startskedet för brand ett har valts till att omfatta den tidpunkt då fyrverkeripjäsen placerades i växthuset. Anledningen till detta har varit den avgränsning som gjorts i avsnitt 1.5 som fokuserar på de tekniska faktorerna i brandförloppet. Startskedet har därmed valts till den händelse som leder till den första tekniska, nämligen då fyrverkeripjäsen antände det brännbara materialet i växthuset. Slutskedet har valts att omfatta det skede i brandförloppet då branden nådde ner till bottenvåningen, vidare kallat *brand i skolbyggnad*. Detta eftersom att stora delar av byggnaden brann och det har varit svårt att avgöra hur det fortsatta förloppet såg ut. I detta skede har även räddningstjänsten påbörjat sin insats.

4.1.1 Accident Evolution and Barrier function method (AEB)

Resultatet från tillämpningen av AEB på brand ett redovisas i Figur 10.



Figur 10. Tillämpning av AEB på brand ett.

Den första funktionsstörningen som inleder flödet har valts utifrån startskedet i avsnitt 4.1, nämligen då *ungdomarna placerar fyrverkeripjäsa i växthuset*. Det är en funktionsstörning som beror på ett mänskligt agerande som i sin tur genererar i en teknisk funktionsstörning, nämligen att *pjäsa trillar in och antänder det brännbara materialet*. Flödet fortsätter i kronologisk ordning genom att identifiera funktionsstörningarna, vilka till sist resulterar i händelsen eller olyckan, som i detta fall är *brand i skolbyggnad*. Även räddningstjänstens insats har valts att presenteras eftersom insatsen kan ses som en barriär som förhindrat fortsatt spridning. Dock är det svårt att avgöra till vilken funktionsstörning som insatsen kan kopplas, men eftersom händelsen efter *brand i skolbyggnad* är *förbindande av fortsatt spridning* så har räddningstjänstens insats valts att kopplas till *brand i skolbyggnad*.

Under kommentarer har barriärerna som inte existerat och de ineffektiva barriärerna redovisats. De är alla eventuella möjligheter för att hindra att olyckan till sist skedde och förhindrar direkt eller indirekt branden från att sprida sig vidare. Exempelvis kan ett detektionssystem indirekt förhindra en brand från att sprida sig vidare eftersom en tidigare upptäckt därmed möjliggör en tidigare insats, vilken i sin tur skulle kunna begränsa branden.

4.1.2 Avvikelseutredning

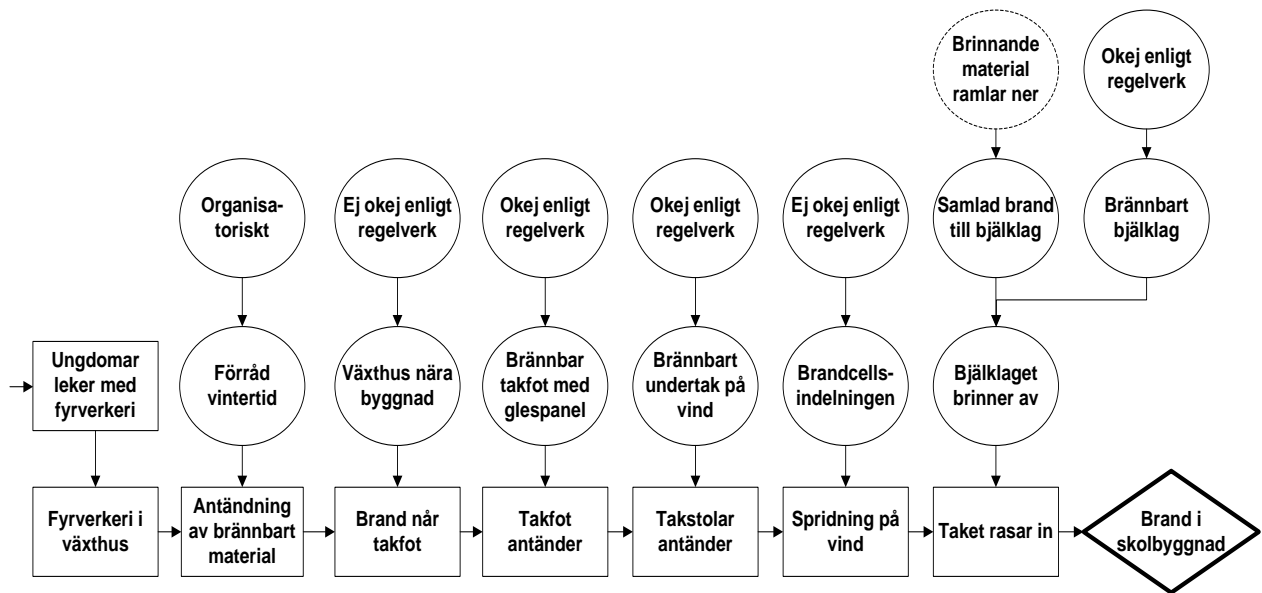
Resultatet från tillämpningen av avvikelseutredningen på brand ett redovisas i Figur 11. I beskrivningen av olycksutredningsmetoden i avsnitt 2.2.2 ska alla avvikelser tas med som avviker från det normala. För att anpassa metoden till avgränsningen har de avvikelser som behandlar tekniska faktorer i form av barriärer tagits med samt andra avvikelser i de fall då de påverkat brandförloppet. Bedömningskolumnen i formuläret för avvikelseutredningen har fyllts i endast på grund av att det ingår i metoden. Ingen djupare analys utförs av hur de olika avvikelserna har bedömts. Verksamhetsområdet har inte tagits med då skolbyggnaden ingår i hela skolverksamheten, vilken är den som påverkas av en brand.

Avvikelse	Risk/problem	Typ av avvikelse	Bedömning	Åtgärdsförslag	Kommentar
Brand i skolbyggnad	Fara för liv, egendom, miljö	Teknisk	E3, S3, N2		
Innertak störtar in	Fara för liv, egendom	Teknisk	E2, S3		
Limträbalkarna går sönder	Risk för vidare spridning, skada på egendom	Teknisk	E3	Undersök brandskyddet för bjälklaget	
Takstolarna tar eld	Risk för vidare spridning, skada på egendom	Teknisk	E3	Sprinklersystem, sektionering mot resterande vind	
Takfot antänder	Risk för vidare spridning, skada på egendom	Teknisk	E3	Obrännbart material, ej växthus nära byggnad, detektion värmekabel	
Sen detektion	Egendom, fara för liv	Teknisk	E3, S3	Detektionssystem på vinden	
Antändning i växthus	Risk för spridning, utveckling av stor brand	Teknisk	E2, S2	Ej brännbart material,	
Placering av fyrverkeri i växthus	Risk för brand	Mänsklig	E2, S2	Okrossbart glas i växthus	
Avvikelse		Bedömning		Område	
T Teknisk		0 Ofarlig, oproblematis		S Säkerhet för person	
M Mänsklig		1 Acceptabel, ej åtgärd		E Egendom	
O Organisatorisk		2 Bör åtgärdas		N Natur	
G Gränssnitt/samspel		3 Måste åtgärdas		V Verksamhet	

Figur 11. Tillämpning av avvikelseutredning på brand ett.

4.1.3 Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA)

Resultatet från tillämpningen av ECFCA på brand ett redovisas i Figur 12.



Figur 12. Tillämpning av ECFCA på brand ett.

Brandförloppet startade med en sekundär händelse, *ungdomar leker med fyrverkeri*, och har modellerats ovanför den primära händelsekedjan. Den första primära händelsen är den som definierades som startskedet i avsnitt 4.1, det vill säga *fyrverkeri i växthus*. Därefter har primärhändelserna i brandförloppet modellerats efterhand som de har inträffat. När det gäller händelsen *spridning på vind* har denna valts att komma före *taket rasar in* på grund av att det tar en viss tid innan balkarna i bjälklaget har brunnit av och under tiden kommer en viss spridning på vinden att fortgå.

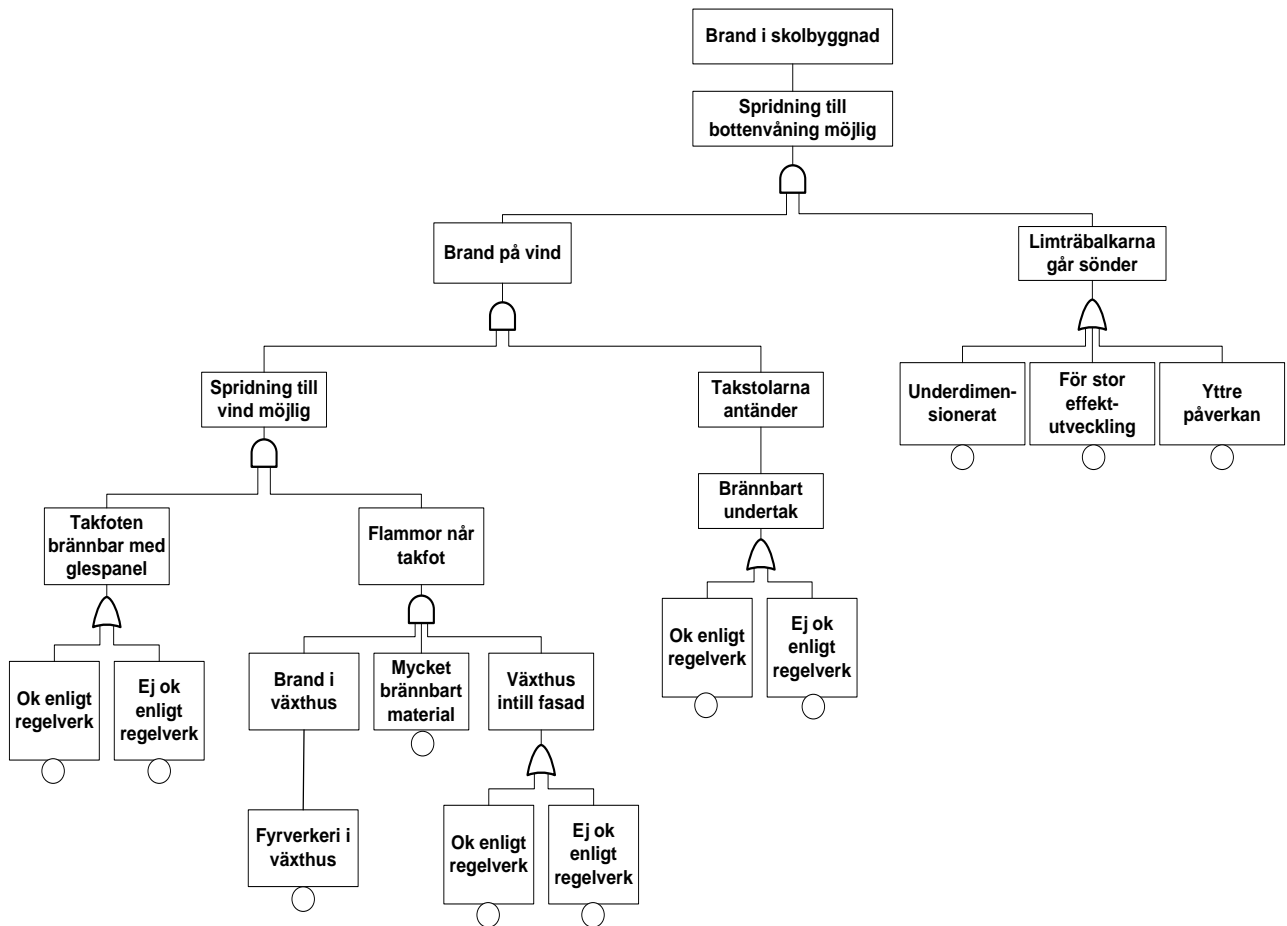
När det gäller de orsaker som utgörs av regelverk menas att utformningen av den aktuella byggnadsdelen har följt/inte följt de byggregler som gällde det aktuella byggåret, 1982. Enligt PFS (1983:2) fanns inga krav på avståndet mellan växthuset och fasaden. Dock var det krav enligt Svensk byggnorm, avsnitt 37:435 (PFS 1983:2) att om en förrådsbyggnad intill fasaden överstiger 10 m² ska fasaden vara utförd i minst EI 30. Fasaden var klädd med tegel vilket motsvarar EI 30 klass enligt Brandskyddshandboken (2005). Detta gäller endast om alla genomföringar är utförda enligt denna klass. Då väggen är en yttervägg kan det inte förutsättas att väggen som helhet håller EI 30 klass och således uppfyller placeringen av växthuset intill fasaden inte PFS (1983:2). Eftersom det är oklart när växthuset uppfördes kan ett senare regelverk vara det som styr växthusets placering och på grund av denna oklarhet har de regelverk som gällde vid nybyggnationen använts. När det gäller obrännbar/brännbar takfot och undertak på vind finns inga bestämmelser angående detta i PFS (1983:2). I Svensk byggnorm, avsnitt 37:4262 (PFS 1983:2) var kravet att brandcellsindelningen på den oinredda vinden ska följa brandcellsindelningen på våningen under samt vara avskild i samma brandtekniska klass. Brandcellsindelningen på vinden följer till stor del den som finns på våningen under varför det, utifrån denna aspekt, kan anses att vinden var korrekt utförd. Sektioneringen på vinden var utförd med plåteglar med gips på båda sidor. Enligt Brandskyddshandboken (2005) motsvarar en sådan konstruktion EI 30 klass, om alla genom-

föringar är korrekt utförda, vilket skulle motsvara samma som sektioneringen på bottenvåningen. Dock har det ej kunnat fastslås att denna konstruktion hade en avskiljande funktion, vilket gör att vinden inte kan anses vara korrekt utförd. Kravet på bjälklaget på oinredd vind var enligt Svensk byggnorm, avsnitt 37:32 (PFS 1983:2) att det ska skydda mot brand underifrån samt att värmeisoleringen ska vara obrännbar, vilket bjälklaget i byggnaden uppfyllde. Orsaken *brinnande material ramlar ner* har modellerats med en streckad ring eftersom denna orsak ej är fastställd.

Metoden ger även utrymme att följa upp varför regelverket såg ut som de gjorde, vilkas ansvar det var et cetera. Då detta är utanför avgränsningen i avsnitt 1.5 har detta inte gjorts. Avgränsningen medför även att djupare genomgång inte har gjorts angående varför växthuset användes som förråd vintertid, och detta har istället modellerats som en organisatorisk orsak.

4.1.4 Felträdsanalys

Resultatet från tillämpningen av felträdsanalys på brand ett redovisas i Figur 13.

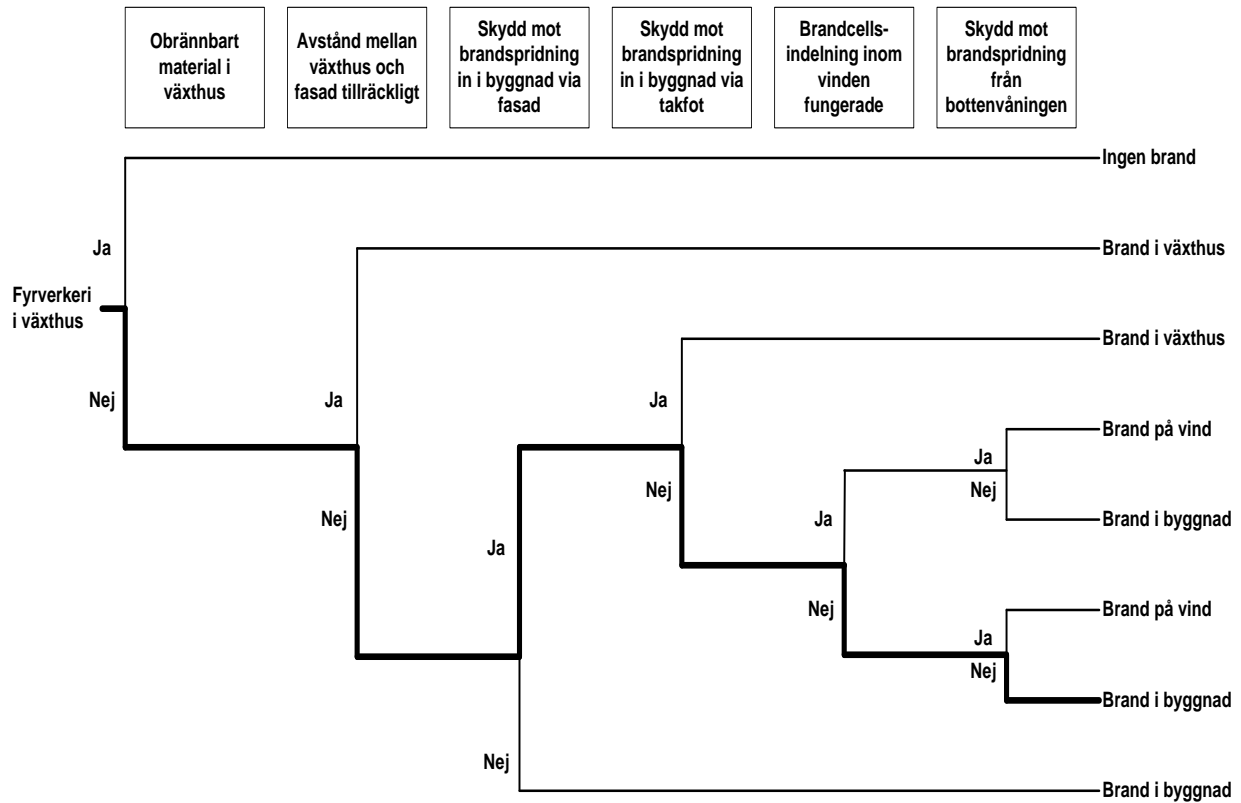


Figur 13. Tillämpning av felträdsanalys på brand ett.

Felträdet huvudhändelse har kallats *brand i skolbyggnad* och bygger på slutskedet i avsnitt 4.1, det vill säga det skede i brandförloppet då branden har nått ner till bottenvåningen. Därefter har felorsaker till huvudhändelsen samt delhändelser sökts. Den första felorsaken som möjliggjort en spridning till bottenvåningen har varit att det brunnit på vinden *och* att limträbalkarna gått sönder. Båda dessa måste inträffa för att händelseförloppet ska kunna ske. Genom detta tänkesätt har även de övriga felträden konstruerats. Alltså, för att en spridning ska kunna ske krävs två saker, dels att det brinner, dels att barriärerna har brutit genom exempelvis bristande brandskydd. Vidare måste det ha skett en spridning till vinden på något sätt *och* takstolarna måste ha antänts för att det ska ha brunnit på vinden. Utifrån tillgänglig information om brandförloppet har takstolarna antänts på grund av att branden fått fäste i undertaket på vinden. Det har heller inte funnits något släcksystem som hindrat branden att sprida sig vidare. Ett detektionssystem har inte betraktats som någon felorsak eftersom det inte hindrar en brandspridning direkt, utan indirekt. För vissa grundorsaker behövs eventuellt en vidare analys såsom en studie av byggregler för att avgöra vad som gått fel. Anledningen till att en sådan vidare analys inte har gjorts är för att själva metoden inte omfattar en sådan.

4.1.5 Händelseträdsanalys

Resultatet från tillämpningen av händelseträdsanalys på brand ett redovisas i Figur 14.



Figur 14. Händelseträdsanalys tillämpat på brand ett.

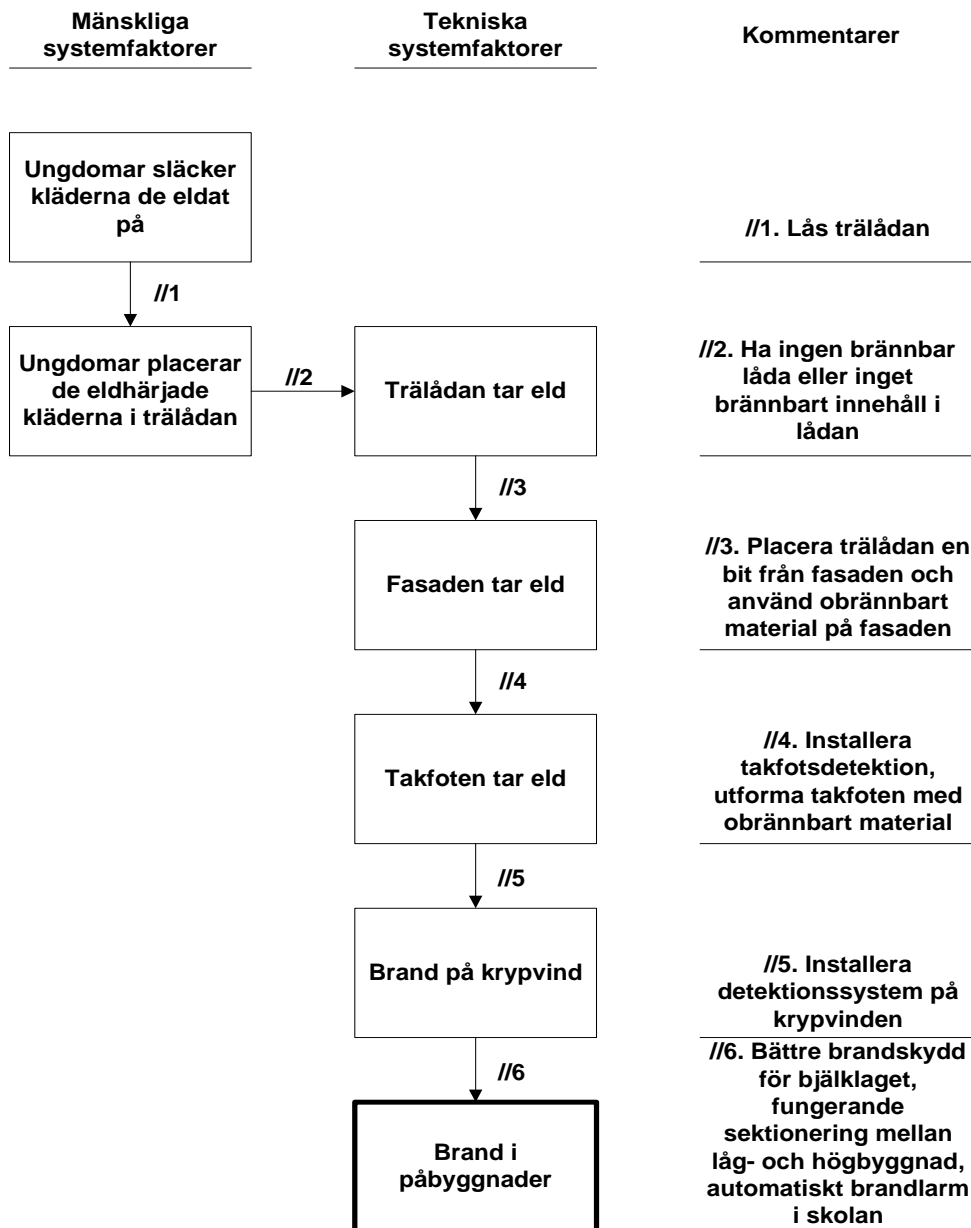
Barriärerna som har tagits med i händelseträdsanalysen är de som har kunnat identifieras utifrån de olika skedena i brandförloppet. Det inträffade brandförloppet har markerats med en tjockare svart linje, men även andra möjligheter har tagits med för att illustrera andra tänkbara händelsevägar och deras resultat, beroende på hur barriärerna fungerat. I de fall som har resulterat i *brand i byggnad* har branden nått till bottenvåningen i enlighet med definitionen i avsnitt 4.1. Med anledning av detta har de fall som resulterar i *brand i byggnad* inte valts att delas upp vidare, trots att detta hade kunnat göras, eftersom en brand på bottenvåningen inträffar i samtliga fall vilket stämmer med det definierade slutskedet. De fall som inte har resulterat i *brand i byggnad* har istället beskrivits med den plats i byggnaden där det brinner. Det automatiska brandlarmet har inte valts att tas med som en barriär eftersom det aktiverades efter att räddningstjänsten fått larmet.

4.2 Brand två

Startskedet för brand två har valts till att omfatta den tidpunkt då de eldhärjade kläderna placerades i trälådan. Anledningen till detta har varit den avgränsning som gjorts i avsnitt 1.5 som fokuserar på de tekniska faktorerna i brandförloppet. Startskedet har därmed valts att omfatta den händelse som leder till den första tekniska, nämligen att trälådan tog eld. Slutskedet har valts att omfatta det skede i brandförloppet då branden spred sig till båda sidor om entrén och när flammor slog ut från taket på påbyggnaderna, vidare kallat *brand i påbyggnader*. Detta eftersom det var så branden såg ut när räddningstjänsten anlände till skolan.

4.2.1 Accident Evolution and Barrier function method (AEB)

Resultatet från tillämpningen av AEB på brand två redovisas i Figur 15.



Figur 15. Tillämpning av AEB på brand två.

Flödet har inletts med att ungdomarna släcker kläderna som de har eldat på. Detta leder till nästa funktionsstörning som är det definierade startskedet, vilket beskrivs i avsnitt 4.2. Flödet fortsätter i kronologisk ordning genom att identifiera funktionsstörningarna, vilka till sist resulterar i händelsen eller olyckan, som i detta fall är *brand i påbyggnader*. I detta fall har inte räddningstjänstens insats valts att presenteras i figuren eftersom det var svårt att koppla den till någon funktionsstörning. Under kommentarer har barriärerna som inte existerat och de ineffektiva barriärerna redovisats. De är alla eventuella möjligheter för att hindra att olyckan till sist skedde. En teknisk barriär kunde även identifieras under de mänskliga faktorerna, nämligen den att om lådan hade varit låst så hade kläderna inte kunnat placeras däri.

4.2.2 Avvikelseutredning

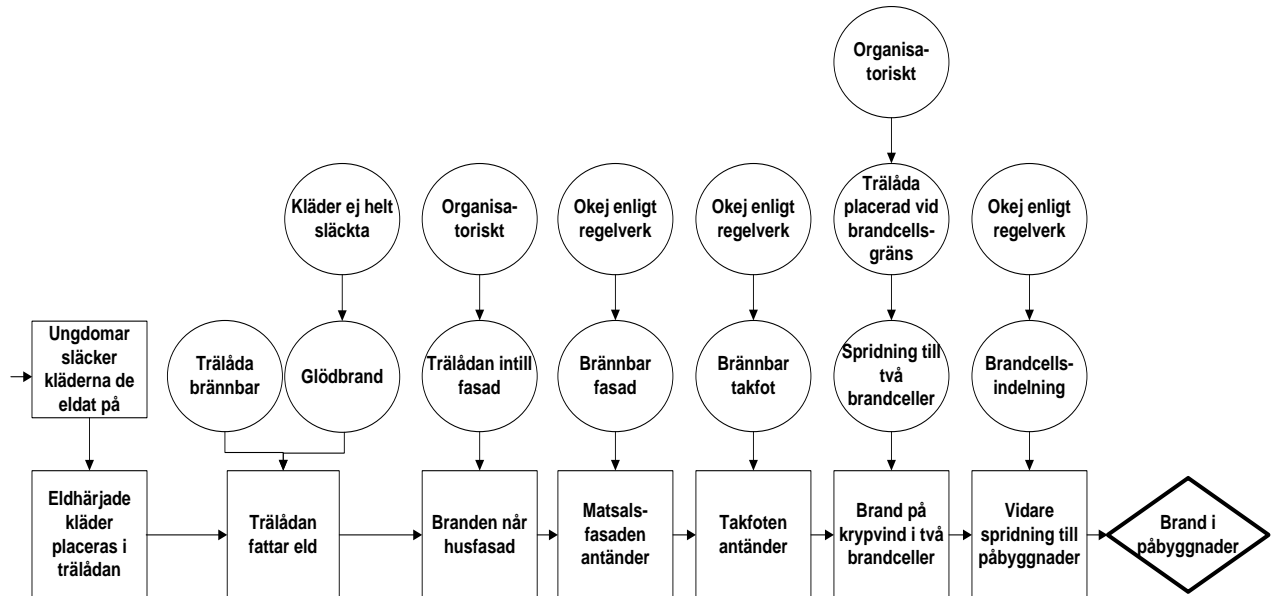
Resultatet från tillämpningen av avvikelseutredningen på brand två redovisas i Figur 16. I beskrivningen av olycksutredningsmetoden i avsnitt 2.2.2 ska alla avvikelser tas med som avviker från det normala. För att anpassa metoden till avgränsningen har de avvikelser som behandlar tekniska faktorer i form av barriärer tagits med samt andra avvikelser i de fall då de påverkat brandförloppet. Bedömningskolumnen i formuläret för avvikelseutredningen har fyllts i endast på grund av att det ingår i metoden. Ingen djupare analys utförs av hur de olika avvikelserna har bedömts. Verksamhetsområdet har inte tagits med då skolbyggnaden ingår i hela skolverksamheten, vilken är den som påverkas av en brand.

Avvikelse	Risk/problem	Typ av avvikelse	Bedömning	Åtgärdsförslag	Kommentar
Brand i påbyggnader	Fara för egendom, liv och miljö	Teknisk	E3, S3, N2		
Brand på bottenvåning	Större egendomsskador, fara för liv	Teknisk	E3, S3	Skydd mot brandspridning från krypvind till bottenvåning/ej brännbar fasad. Brandlarm i skola	
Krypvinden antänder	Risk för vidare spridning, skada på egendom	Teknisk	E3	Sektionering på krypvinden, detektionssystem.	
Takfoten antänder	Risk för vidare spridning, skada på egendom	Teknisk	E3	Obrännbart material, detektion värmekabel.	
Spridning av brand till två brandceller	Spridning till större del av byggnaden i initialskedet av branden	Teknisk	E3		Förhindra spridningen tidigare.
Fasaden antänder	Risk för vidare spridning, skada på egendom	Teknisk	E3	Placera ej brännbar låda nära fasad.	
Brand i trälåda	Risk för spridning, skada på egendom och liv	Teknisk	E2, S3	Ej brännbar låda, ingen låda alls.	
Eldhärjade kläder placeras i trälåda	Brand uppstår	Mänsklig	S2	Låsa lådan, information till elever om faran med att elda.	
Avvikelse		Bedömning		Område	
T Teknisk		0 Ofarlig, oproblematis		S Säkerhet för person	
M Mänsklig		1 Acceptabel, ej åtgärd		E Egendom	
O Organisatorisk		2 Bör åtgärdas		N Natur	
G Gränssnitt/samspel		3 Måste åtgärdas		V Verksamhet	

Figur 16. Tillämpning av avvikelseutredning på brand två.

4.2.3 Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA)

Resultatet från tillämpningen av ECFCA på brand två redovisas i Figur 17.

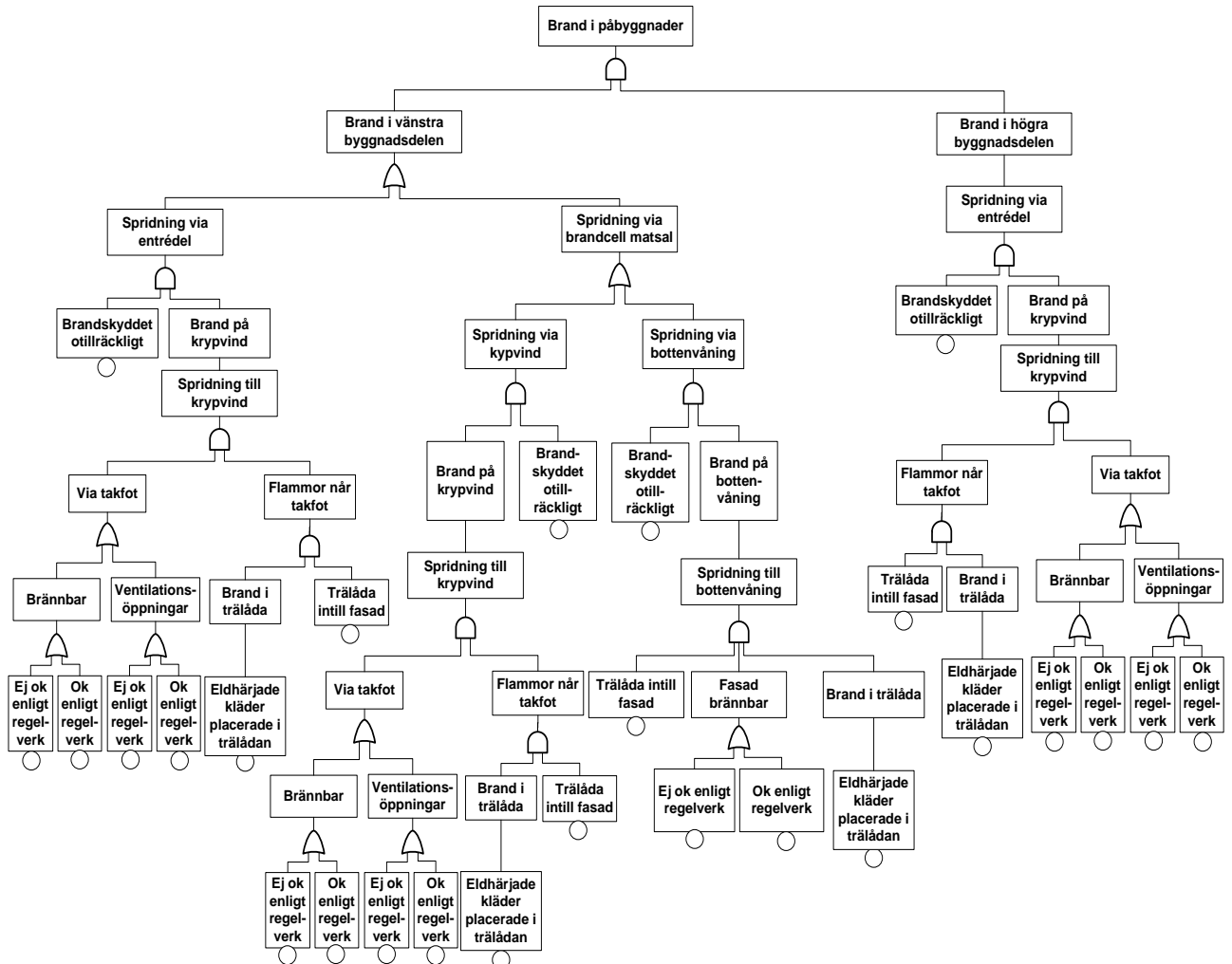


Figur 17. Tillämpning av ECFCA på brand två.

Brandförloppet startade med en sekundär händelse, *ungdomarna släcker kläderna de eldat på*, och har modellerats ovanför den primära händelsekedjan. Den första primära händelsen är den som definierades som startskedet i avsnitt 4.2, det vill säga *kläderna placeras i trälådan*. Därefter har primärhändelserna i brandförloppet modellerats efterhand som de har inträffat. Händelsen *brand på krypvind i två brandceller* har definierats som att det brinner uppe på krypvinden på var sida om brandcellsgränsen. Orsakerna till detta var att trälådan var placerad precis vid brandcellsgränsen, vilket medförde att branden kunde sprida sig in till två brandceller samtidigt. Anledningen till att lådan har ställts där har modellerats som en organisatorisk fråga och behandlas inte vidare på grund av avgränsningen i avsnitt 1.5. Händelsen *vidare spridning till påbyggnader* har definierats som att det sker en brandspridning vidare från entrébyggnaden till påbyggnaderna genom brandcellsgränserna. Information om hur denna spridning har skett finns inte tillgänglig, men det antyds i bakgrundmaterialet att spridningen kan ha skett via antingen krypvinden, ventilationen eller bottenvåningarna. När det gäller regelverket för denna händelse anses det att brandcellerna är korrekt utformade enligt BBR, avsnitt 5:61 (Boverket 1993), vilket var det regelverk som gällde vid byggnationen. När det gäller obrännbar/brännbar fasad och takfot finns det inga bestämmelser angående detta i Boverket (1993).

4.2.4 Felträdsanalys

Resultatet från tillämpningen av felträdsanalys på brand två redovisas i Figur 18.



Figur 18. Tillämpning av felträdsanalys på brand två.

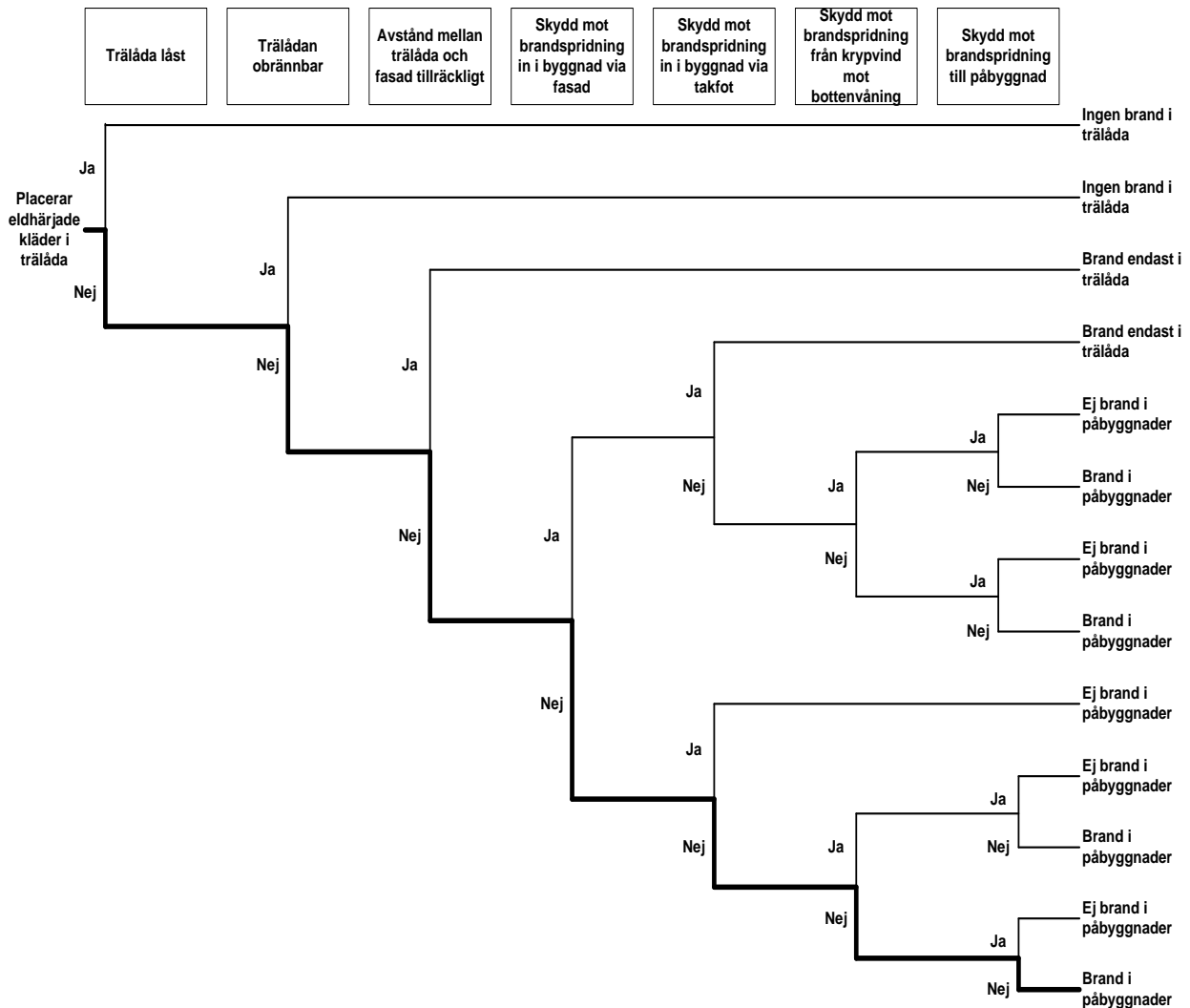
Felträdet huvudhändelse *brand i påbyggnader* bygger på slutskedet i avsnitt 4.2, det vill säga det skede i brandförloppet då branden har spridit sig till båda sidor om entrén och flammor slår ut från taket på påbyggnaderna. I felträdet har beteckningarna *vänstra* - och *högra byggnadsdel* använts, där den vänstra byggnadsdelen är den del där matsalen har varit belägen.

För att en brand ska vara möjlig i vänstra byggnadsdelen måste det ha skett en spridning dit, antingen via matsalen eller via entrédelen. För att en brand ska vara möjlig i högra byggnadsdelen är en spridning via entrédelen det enda tänkbara scenariot. Brandspridningen har varit möjlig via entrédelen om det har uppstått en brand på krypvinden på entrén och om brandskyddet har fallerat. Eftersom fasaden på entrén inte har varit brännbar har en brandspridning direkt via bottenvåningen på entrén inte varit möjlig och den måste på något sätt ha spridit sig via krypvinden. När det gäller spridningen via matsalen kan den även ha spridit sig direkt via bottenvåningen eftersom fasaden på matsalen har varit brännbar. Understrykas bör att beteckningen *fasad brännbar* innefattar hela möjligheten för branden att sprida sig in.

I de fall då brandskyddet har varit otillräckligt har detta fått utgöra grundorsaken. Anledningen till att det inte har delats upp i ytterligare felorsaker är bristande information, men skulle i stort sett kunna innebära allt från underdimensionerade balkar till att branden varit fullt utvecklad. Även genomföringar och ventilationen med tillhörande brandspjäll omfattas av beteckningen *brandskyddet otillräckligt*.

4.2.5 Händelseträdsanalys

Resultatet från tillämpningen av händelseträdsanalys på brand två redovisas i Figur 19.



Figur 19. Tillämpning av händelseträdsanalys på brand två.

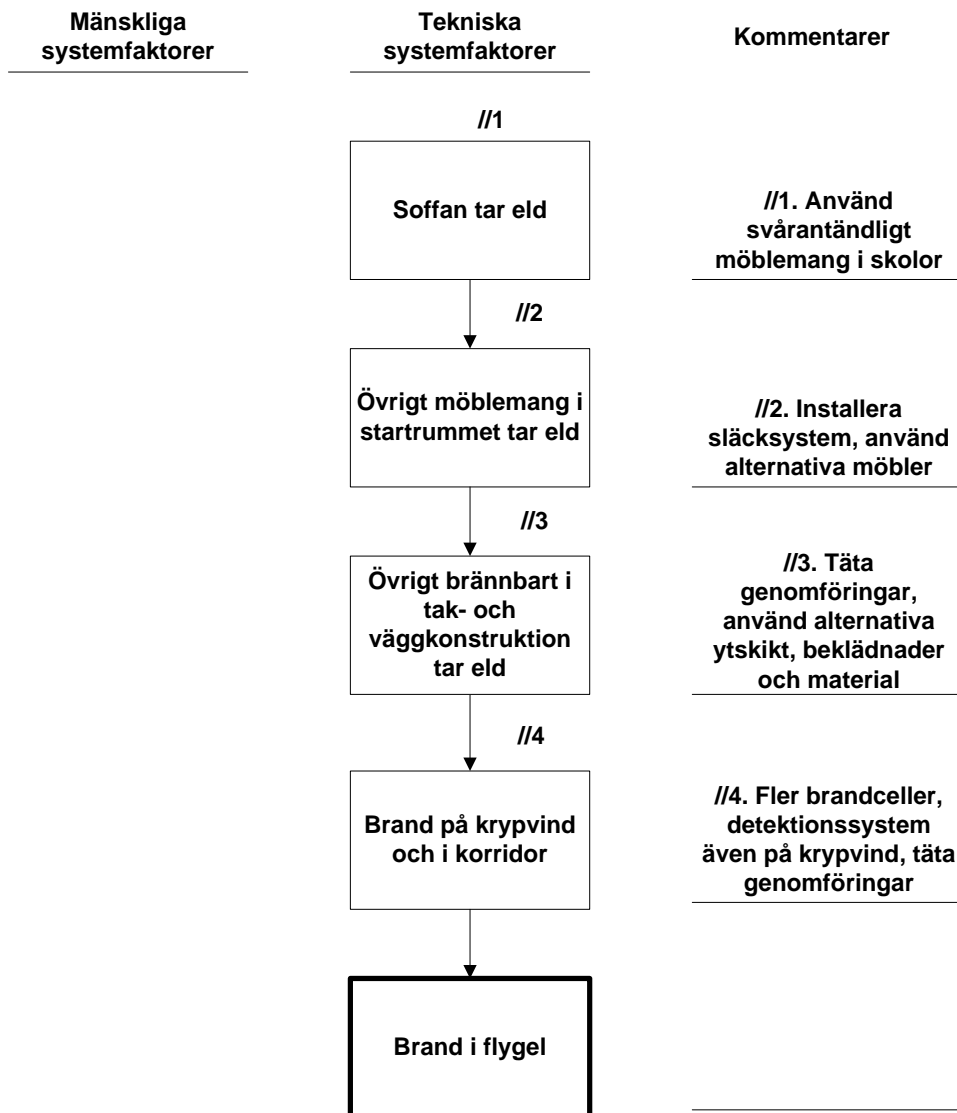
Barriärerna som har tagits med i händelseträdsanalysen är de som har kunnat identifieras utifrån de olika skedena i brandförloppet. Det inträffade brandförloppet har markerats med en tjockare svart linje, men även andra möjligheter har tagits med för att illustrera andra tänkbara händelsevägar och deras resultat, beroende på hur barriärerna fungerat. I de fall som har resulterat i *brand i påbyggnader* slår flammor ut från taket på påbyggnaderna i enlighet med definitionen i avsnitt 4.2. När det gäller sluthändelsen *ej brand i påbyggnader* kan det fortfarande brinna i andra delar av skolan men inga flammor slår ut från taket på påbyggnaderna. Övriga sluthändelser där de inte brinner i byggnaden har beskrivits med var det brinner.

4.3 Brand tre

Startskedet för brand tre har valts till den tidpunkt då antändningen skedde i soffan. Anledningen till detta har varit den avgränsning som gjorts i avsnitt 1.5, som fokuserar på de tekniska faktorerna i brandförloppet, och osäkerhet kring orsaken om branden var anlagd eller inte. Slutskedet har valts att omfatta det skede i brandförloppet då räddningstjänsten påbörjade sin insats. I detta skede slog flammor ut från taket samt spridningen på bottenvåningen var stor. Slutskedet benämns vidare *brand i flygel*.

4.3.1 Accident Evolution and Barrier function method (AEB)

Resultatet från tillämpningen av AEB på brand tre redovisas i Figur 20.



Figur 20. Tillämpning av AEB på brand tre.

Flödet har inletts med att *soffan tar eld*, vilket bygger på startskedet i avsnitt 4.3. Flödet fortsätter i kronologisk ordning genom att funktionsstörningarna har identifierats och olyckan, *brand i flygel*, blir till sist ett faktum. Under kommentarer har barriärerna som inte existerat och de ineffektiva barriärerna redovisats, och de är alla eventuella möjligheter för att hindra att olyckan till sist sker.

4.3.2 Avvikelseutredning

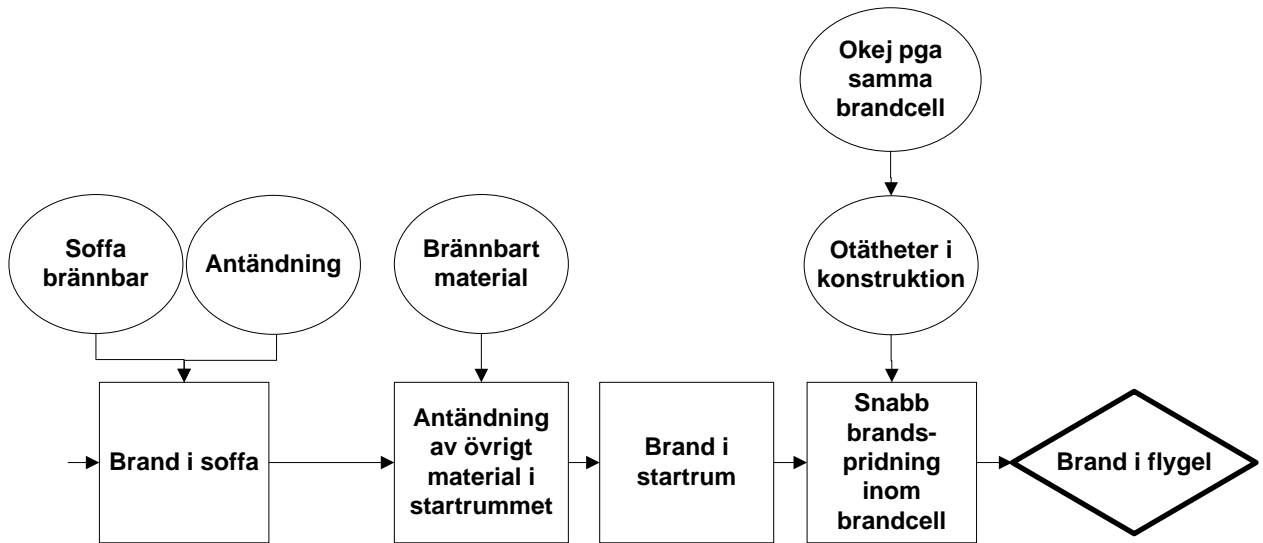
Resultatet från tillämpningen av avvikelseutredningen på brand tre redovisas i Figur 21. I beskrivningen av olycksutredningsmetoden i avsnitt 2.2.2 ska alla avvikelser tas med som avviker från det normala. För att anpassa metoden till avgränsningen har de avvikelser som behandlar tekniska faktorer i form av barriärer tagits med samt andra avvikelser i de fall då de påverkat brandförloppet. Bedömningskolumnen i formuläret för avvikelseutredningen har fyllts i endast på grund av att det ingår i metoden. Ingen djupare analys utförs av hur de olika avvikelserna har bedömts. Verksamhetsområdet har inte tagits med då skolbyggnaden ingår i hela skolverksamheten, vilken är den som påverkas av en brand.

Avvikelse	Risk/problem	Typ av avvikelse	Bedömning	Åtgärdsförslag	Kommentar
Brand i flygel	Fara för egendom, liv och miljö.	Teknisk	E3, S3, N2		
Flammor ut från tak	Större egendomsskador, risk för spridning till angränsade del av byggnad.	Teknisk	E3		
Brand utvecklas på krypvinden	Risk för vidare spridning, skada på egendom	Teknisk	E3	Dela upp flygel i flera brandceller, detektionssystem på krypvind	
Spridning till krypvind	Risk för spridning inom vind	Teknisk	E3	Brandskydd mellan bottenvåning och krypvind, tätning av genomföringar	
Spridning av brand i korridorer	Risk för spridning till andra delar av flygeln, egendomsskador, fara för liv	Teknisk	E3,S3	Släcksystem i korridor, dela upp flygel i flera brandceller	
Detektion av brand	Positivt, tidig upptäckt	Teknisk			Bra med automatiskt brandlarm på skolan
Antändning av soffa	Risk för spridning till närliggande möblemang och vidare i byggnaden, fara för liv	Teknisk	E3, S3	Svårantändligt möblemang i skolor	
Avvikelse		Bedömning		Område	
T Teknisk		0 Ofarlig, oproblematis		S Säkerhet för person	
M Mänsklig		1 Acceptabel, ej åtgärd		E Egendom	
O Organisatorisk		2 Bör åtgärdas		N Natur	
G Gränssnitt/samspel		3 Måste åtgärdas		V Verksamhet	

Figur 21. Tillämpning av avvikelseutredning på brand tre.

4.3.3 Events and Causal Factors Charting and Analysis (ECFCA)

Resultatet från tillämpningen av ECFCA på brand tre redovisas i Figur 22.

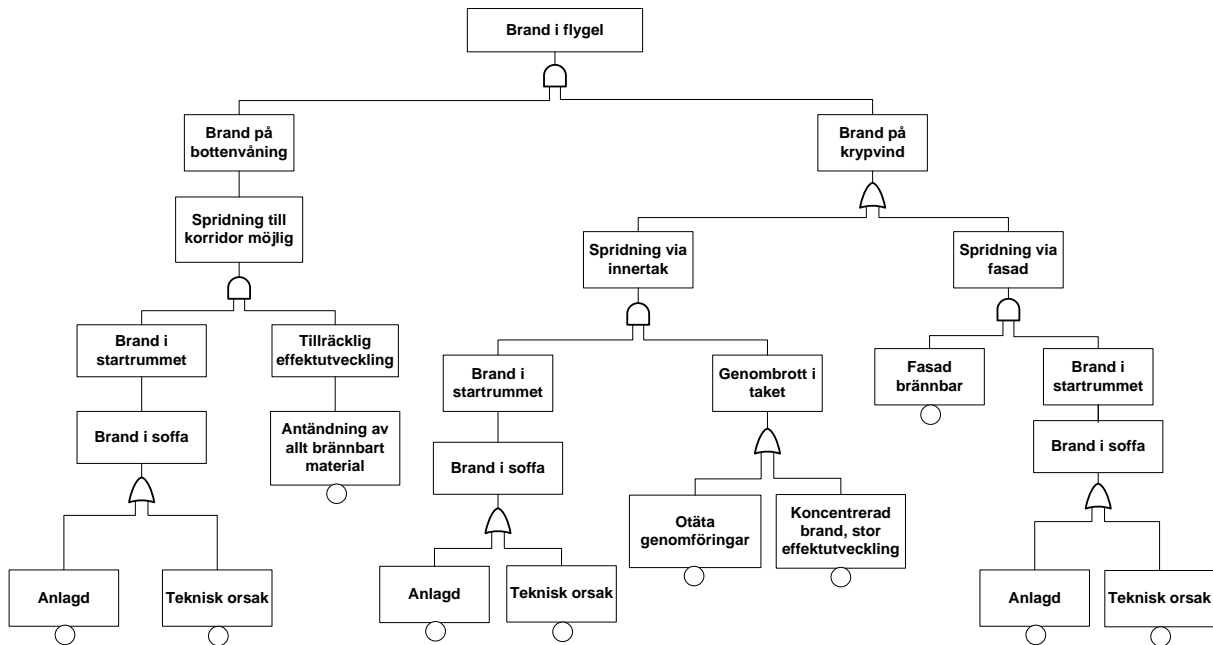


Figur 22. Tillämpning av ECFCA på brand tre.

Brandförloppet startade med en primär händelse vilken är den som definierades som startskedet i avsnitt 4.3, *brand i soffan*. Därefter har primärhändelserna i brandförloppet modellerats efterhand som de har inträffat. Med händelsen *antändning av övrigt material i startrummet* menas det materialet som fanns i startrummet i form av övrigt möblemang och annat brännbart. Detta eftersom informationen om vad som fanns i startrummet var begränsad. Efter att branden har utvecklats i startrummet sprider den sig i resten av brandcellen via korridorerna och på krypvinden. Dessa händelser har valts att modellerats med en händelse och benämnts *snabb brandspridning inom brandcell*. En av orsakerna till att denna relativt snabba spridning har kunnat ske inom brandcellen är att det har funnits otätheter i genomföringar i väggar och tak, benämnt *otätheter i konstruktion*.

4.3.4 Felträdsanalys

Resultatet från tillämpningen av felträdsanalys på brand tre redovisas i Figur 23.

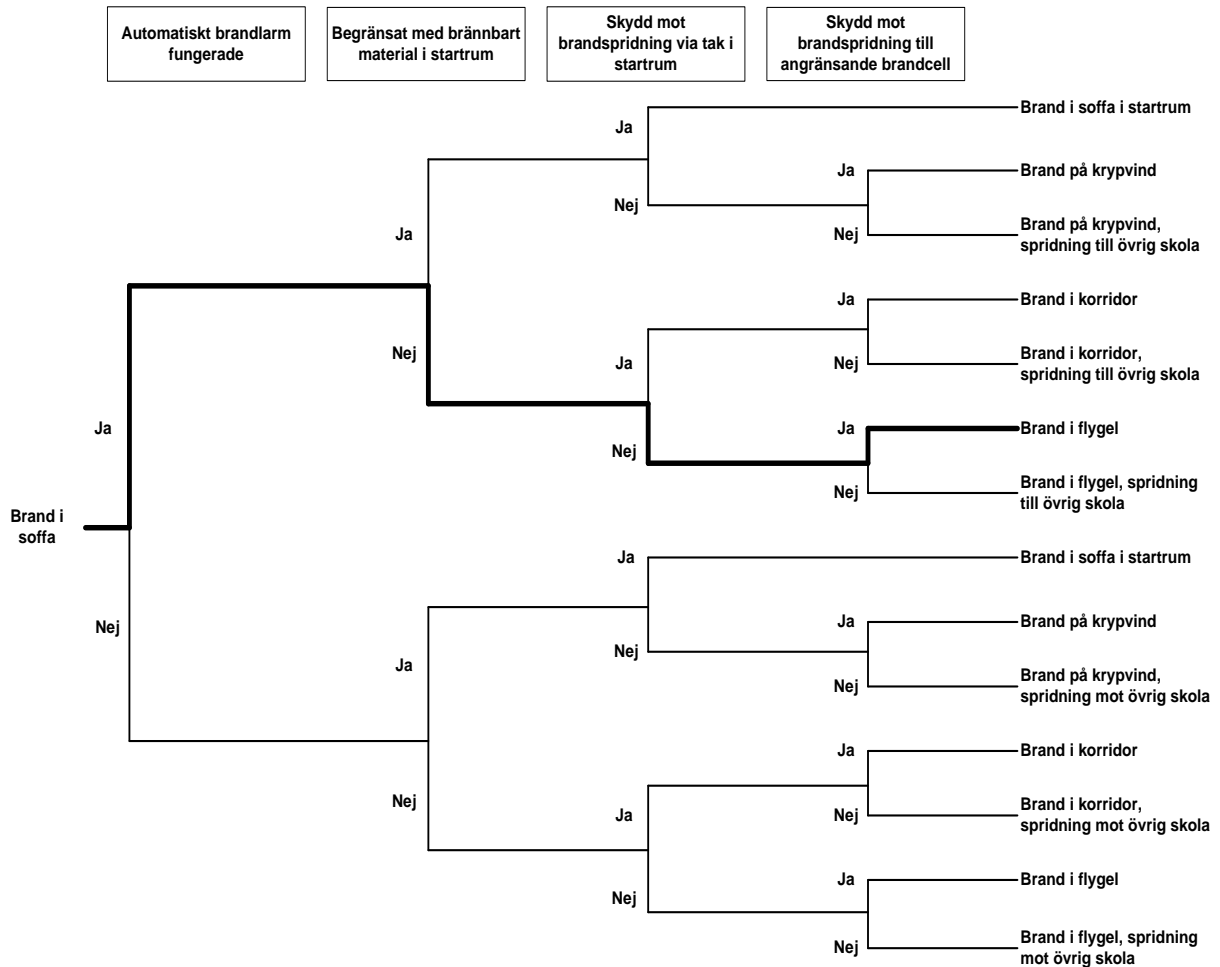


Figur 23. Tillämpning av felträdsanalys av brand tre.

Felträdet huvudhändelse har kallats *brand i flygel* och bygger på slutskedet i avsnitt 4.3, vilket innebär att det har brunnit på bottenvåningen och på krypvinden. Felorsaken som möjliggjort en spridning på bottenvåningen, alltså till korridorerna, är att det har brunnit i startrummet och att effektutvecklingen har varit tillräcklig. Spridningen till krypvinden kan antingen ha berott på en spridning via innertaket eller via fasaden ovanför fönstren på utbyggnaden. Om spridningen har skett via innertaket har detta berott på att det inte funnits något egentligt brandmotstånd upp mot krypvinden. Det eftersom det är en och samma brandcell. Dock har spridningen skett relativt snabbt, vilket således kan ha berott på otäta genomföringar eller att branden helt enkelt har varit så pass stor i en zon i innertaket där exempelvis soffan har stått.

4.3.5 Händelseträdsanalys

Resultatet från tillämpningen av händelseträdsanalys på brand tre redovisas i Figur 24.



Figur 24. Tillämpning av händelseträdsanalys på brand tre.

Barriärerna som har tagits med i händelseträdsanalysen är de som har kunnat identifieras utifrån de olika skedena i brandförloppet. Det inträffade brandförloppet har markerats med en tjockare svart linje, men även andra möjligheter har tagits med för att illustrera andra tänkbara händelsevägar och deras resultat, beroende på hur barriärerna fungerat. När det gäller den första barriären *automatiskt brandlarm fungerade* har denna setts som en barriär då den spelar roll för hur snabbt branden kan upptäckas. I händelseträdsanalysen kommer dock samma sluthändelser att inträffa oavsett om brandlarmet fungerade eller ej. Detta har gjorts eftersom det är svårt att veta vad som hade hänt om inte brandlarmet hade detekterat branden och vilka konsekvenser det hade fått för sluthändelserna. Troligtvis hade konsekvenserna blivit större med mer skada på skolan som följd. Barriären *begränsat med brännbart material i startrum* har hanterats så att om det finns begränsat med brännbart material kommer branden endast kunna sprida sig till vinden och ej ut i korridoren. Finns det istället inte begränsat med brännbart material kommer branden kunna sprida sig både till vinden och i korridoren. Därefter är det barriären *skydd mot brandspridning via tak i startrum* som styr vilken spridningsväg som branden får. Sluthändelserna har beskrivits med var det brinner i byggnaden.

5 Analys av olycksutredningsmetoder

I detta kapitel analyseras olycksutredningsmetoderna utifrån de resultat som framkommit i kapitel 4. Hur de olika metoderna beskriver brandförloppet för respektive brand redovisas i Tabell 4. Därmed möjliggörs en bred jämförelse både mellan metoderna och mellan de tre bränderna.

Tabell 4. Analys av hur de undersökta olycksutredningsmetoderna beskriver brandförloppet för de tre bränderna.

<i>Beskrivning av brandförlopp</i>	AEB	Avvikelse-utredning	ECFCA	Felträdsanalys	Händelseträdsanalys
Brand 1	Bra beskrivet, detaljerade funktionsstörningar.	Bra beskrivet, fångar upp de avvikelser som inträffat.	Bra beskrivet, fångar upp de händelser som inträffat.	Bra beskrivet, får med alla del- och grundhändelser.	Dåligt beskrivet, men tydliga barriärer.
Brand 2	Bra beskrivet, mindre detaljerade funktionsstörningar än brand 1.	Bra beskrivet, fångar upp de avvikelser som inträffat.	Bra beskrivet, fångar upp de händelser som inträffat.	Bra beskrivet, får med alla del- och grundhändelser.	Dåligt beskrivet, men tydliga barriärer.
Brand 3	Bra beskrivet, mindre detaljerade funktionsstörningar än brand 1.	Bra beskrivet, fångar upp de avvikelser som inträffat.	Dåligt beskrivet, fångar inte upp alla inträffade händelser.	Bra beskrivet, får med alla del- och grundhändelser.	Dåligt beskrivet och otydligare barriärer än i brand ett och två.

I Tabell 5, på nästkommande sida, redovisas de övriga bedömningsfaktorerna som har presenterats i avsnitt 1.6.1. Dessa är hur metoderna hanterar parallella händelser, om de resulterar i förslag eller åtgärder samt hur den tillgängliga informationen påverkar resultatet. Detta för att redovisa en bred jämförelse mellan olycksutredningsmetoderna. Även icke-tekniska faktorer har tagits med eftersom skillnader mellan metodernas sätt att hantera dessa har framkommit under tillämpningen. De tre bränderna behandlas inte var för sig för dessa bedömningsfaktorer eftersom de påverkar hur de olika metoderna beskriver brandförloppet. Detta ger en logisk koppling mellan Tabell 4 och Tabell 5.

Tabell 5. Analys av resultaten för de undersökta olycksutredningsmetoderna med avseende på övriga bedömningsfaktorer.

	AEB	Avvikelse- utredning	ECFCA	Felträdsanalys	Händelseträds- analys
Hantering av parallella händelser i brand-förloppet	Kan ej hantera, dock modellera flera händelser som en funktions-störning.	Kan hantera, parallella avvikelser kan delas upp och behandlas var för sig.	Kan ej hantera åtskiljande parallella händelser, viss hantering vid liknande parallella händelser	Kan hantera parallella händelser, modellerar med hjälp av <i>och-grindar</i> .	Kan hantera parallella händelser, ordningen av barriärerna spelar ingen roll då konsekvenserna/sluthändelserna blir samma.
Typ av åtgärder/orsaker	Åtgärder i form av både existerande men ej fungerande barriärer och av icke existerande barriärer i den aktuella branden.	Åtgärder till varje avvikelse, både för existerande och ej existerande.	Orsaker, både direkta och bakomliggande. Orsakerna ska vara de mest troliga.	Direkta och bakomliggande orsaker, inte bara de mest troliga utan även alternativ på möjliga orsaker.	Presenterar möjliga konsekvenser/sluthändelser istället för åtgärder/orsaker.
Betydelse av tillgänglig information	Bättre information om spridnings-förloppet ger fler och mer detaljerade funktions-störningar. Bättre information om byggnaden påverkar antalet barriärer.	Bättre information om spridnings-förloppet och byggnaden ger fler och mer detaljerade avvikelser.	Bättre information om spridnings-förloppet ger fler händelser och orsaker. Bättre information om byggnaden, lättare att identifiera grundorsakerna.	Bättre information om spridnings-förloppet och byggnaden ger mer detaljerade del- och grundhändelser samt lägre osäkerhet.	Bättre information om spridnings-förloppet och byggnaden ger fler barriärer och hur dessa har fungerat.
Icke-tekniska faktorer	Kan hantera mänskliga, måste kopplas till en annan funktions-störning, tydlig skillnad mellan olika faktorer.	Kan hantera mänskliga, tydlig skillnad mellan olika faktorer.	Kan hantera organisatoriska och mänskliga, ej tydlig skillnad i händelseförloppet.	Kan hantera mänskliga, ej tydlig skillnad i framställningen	Har inte hanterats i tillämpningen.
Övrigt		Kan behandla indirekta händelser i brandförloppet		Spridningens omfattning påverkar felträdet storlek.	Dålig på att beskriva händelserna i brandförloppet. Kan behandla indirekta händelser.

För att förtydliga Tabell 4 och Tabell 5, och för att underlätta jämförelser mellan de olika olycksutredningsmetoderna samt mellan tabellerna, presenteras exempel och utvecklade resonemang för respektive metod.

5.1 AEB

I Tabell 4 syns att funktionsstörningarna blir mer detaljerade för brand ett än för brand två och tre. I de fall som funktionsstörningarna inte blev lika detaljerade, blev de mer övergripande med avseende på vilka delar av byggnaden som har deltagit i brandförloppet. Detta kan exemplifieras med funktionsstörningarna i brand ett och två. I brand ett blir funktionsstörningarna mer detaljerade såsom *takstolarna tar eld* och *limträbalkarna går sönder* medan de i brand två blir mer övergripande såsom *brand på krypvind*. Hur metoden hanterar parallella händelser i brandförloppet kan exemplifieras med brand tre där AEB tvingas sammanfatta *brand på krypvind och i korridor* till en funktionsstörning. Metoden tydliggör om en funktionsstörning är mänsklig eller teknisk eftersom de delas upp i två olika kolumner, vilket i Tabell 5 har beskrivits som en tydlig skillnad mellan de två faktorerna.

5.2 Avvikelseutredning

Avvikelseutredningen kan, som syns i Tabell 5, hantera mänskliga och tekniska faktorer. Detta tydliggörs genom att metoden har en egen kolumn för vilken typ av avvikelse som behandlas. Att metoden kan hantera indirekta händelser i brandförloppet kan exemplifieras med brand ett, där avvikelsen *sen detektion* tas upp. Med en indirekt händelse menas händelser som inte direkt påverkar brandförloppet.

5.3 ECFCA

ECFCA har problem att beskriva det fullständiga brandförloppet när flera händelser tvingas sammanfattas till en. Detta beror på att metoden medger att orsakerna endast får kopplas till en specifik händelse. Det som gör att flera händelser måste slås samman till en är att metoden inte direkt kan hantera parallella händelser. Detta syns i brand tre där de parallella händelserna spridning via korridorerna och spridning till krypvinden har sammanfattats till *snabb brandspridning inom brandcell*. Dock har metoden en viss förmåga att behandla två händelser som sker samtidigt om orsaken till dessa är densamma. Detta syns i brand två där händelsen *brand på krypvind i två brandceller* innefattar att det brinner på båda sidor om brandcellsgränsen. Orsaken till dessa är att trälådan är placerad vid brandcellsgränsen. ECFCA kan hantera tekniska, mänskliga och organisatoriska faktorer. Vilken händelse eller orsak som är vilken syns inte i metoden då ingen tydlig uppdelning av dessa medges. Detta kan ses i brand två där den ena händelsen *eldhärjade kläder placerade i trälådan* är mänsklig medan *trälådan fattar eld* är teknisk, men ingen tydlig skillnad medges i den grafiska bilden för att veta vad som är vad. Metoden resulterar i de troligaste bakomliggande orsakerna och för att hitta dessa är det nödvändigt att kontrollera om ett regelverk har följts eller inte.

5.4 Felträdsanalys

Hur hanteringen av parallella händelser i brandförloppet hanteras kan exemplifieras i brand två där brandförloppet delas upp i *brand i högra byggnadsdelen* och *brand i vänstra byggnadsdelen*, vilka är delhändelserna till slutskedet *brand i påbyggnader*. Felträdsanalysen kan hantera tekniska och mänskliga faktorer. Vilken händelse eller orsak som är vilken syns inte i metoden då ingen tydlig uppdelning av dessa medges. Detta kan ses i brand två där *eldhärjade kläder placerade i trälådan* är en mänsklig orsak, vilket inte tydliggörs i metoden. Metoden tar inte bara med den aktuella grundorsaken utan även andra möjliga orsaker.

Detta kan exemplifieras i brand ett med grundorsakerna *underdimensionerat, för stor effektutveckling* och *yttre påverkan* till delhändelsen *limträbalkarna går sönder*. Felträdet storlek beror främst på brandspridningens omfattning men även på tillgänglig information om byggnaden och spridningsförloppet.

Om bättre information funnits tillgänglig för spridningsförloppet och byggnaden skulle antalet *eller-grindar* minska, vilket gör att osäkerheten minskar. Dock behöver inte bättre information påverka antalet *och-grindar* vilket gör att antalet grenar i felträdet kan öka, minska eller vara lika.

5.5 Händelseträdsanalys

Händelseträdsanalysen beskriver inte händelserna i brandförloppet utan istället de barriärer som har kunnat identifieras utifrån de olika skedena i brandförloppet. Bättre information om spridningsförloppet och byggnaden ger fler och tydligare barriärer samt hur dessa har fungerat. Detta kan exemplifieras i brand tre där mindre tillgänglig information har resulterat i otydligare barriärer. Metoden redovisar varken åtgärder eller orsaker utan genererar istället i konsekvenser/sluthändelser. Antalet konsekvenser/sluthändelser är oberoende av antalet barriärer. Det som istället är avgörande för antalet är hur barriärernas funktion påverkar den fortsatta spridningen. Detta exemplifieras i brand ett där *obrännbart material i växthus* genererar i att ingen brand uppstår och i brand tre där barriären *automatiskt brandlarm fungerade* genererar i samma sluthändelser oavsett om det fungerade eller inte. De icke-tekniska faktorerna har inte tagits med i denna metod då den inte ger något tydligt utrymme för att behandla dessa i form av barriärer.

6 Diskussion

I detta kapitel diskuteras respektive olycksutredningsmetod. Även en allmän diskussion förs angående arbetet.

6.1 Diskussion om olycksutredningsmetod

Diskussionen av de olika olycksutredningsmetoderna sker på ett allmänt plan där metodens för- och nackdelar behandlas. Även problem och svårigheter som användandet av den aktuella olycksutredningsmetoden innebär diskuteras.

6.1.1 AEB

AEB beskriver som tidigare nämnts utvecklingen mot en olycka i form av ett flöde av brister eller funktionsstörningar. Detta flödesschema ger en bra bild över förloppet och det blir överskådligt och tydligt, vilket bidrar till att öka förmågan att jämföra ökar när brister eller liknande mellan olika bränder. Dessutom är flödesschemat relativt enkelt att konstruera och inte heller särskilt tidskrävande.

De funktionsstörningar som tas med i olycksutredningsmetoden beror på mängden information. Ju mer information om brandförloppet och byggnaden, desto fler funktionsstörningar skulle kunna identifieras och därtill även fler barriärer. Barriärerna har betydelse för de åtgärdsförslag som presenteras. Analysen visade att information om brandförloppet har större betydelse vid modellering av flödet än vad informationen om byggnaden har. Det sistnämnda påverkar istället vilka barriärer som identifieras.

Utifrån de analyserade barriärerna kan metoden ge direkta och konkreta åtgärdsförslag, vilket är positivt för att förhindra liknade olyckor. Det är även positivt att inte bara förslag på existerande barriärer tas upp utan att även förslag på icke existerande barriär behandlas, vilket ger möjlighet att förbättra brandskyddet ytterligare. Dock kan det vara lätt att missa vissa åtgärder, vilket bland annat skulle kunna bero på hur barriären förhåller sig till nästa funktionsstörning. Att åtgärderna skrivs i en kolumn med fritext skulle även kunna medföra att vissa åtgärder inte kommer med eftersom det beror på användaren och användarens kunskaper.

Det kan stundom vara svårt att veta vad som ska tolkas som en funktionsstörning och vad som istället bör ses som en händelse. Vid tillämpningen visades att en funktionsstörning kan vara synonym med en händelse, vilket gör att vissa funktionsstörningar i de analyserade bränderna kan upplevas som en händelse. Hur skillnaden ska bedömas är upp till användaren av metoden och därför kan de medtagna funktionsstörningarna i flödesschemat skilja sig åt mellan två analyser av samma brand.

AEB har inte möjlighet att hantera parallella händelser i brandförloppet eftersom det till varje funktionsstörning eller box endast får finnas en koppling. Dock kan två funktionsstörningar som sker samtidigt sammanfattas i en gemensam box som en funktionsstörning för att undkomma problemet, vilket har varit tvunget att göras för att kunna applicera metoden i de bränder där parallella händelser ingick i brandförloppet.

Det är positivt att metoden tydliggör skillnaden på vilka funktionsstörningar som är mänskliga och vilka som är tekniska. Dock blir den mänskliga kolumnen i flödesschemat relativt tom för alla de tre bränder som olycksutredningsmetoden har applicerats på. Detta beror helt och hållet på den avgränsning som är gjord, vilken syftar till att den huvudsakliga fokuseringen ska ligga på de tekniska faktorerna i brandförloppet. I de bränder där det har konstaterats att branden är anlagd och hur detta har gått till har dessa händelser tagits med. Detta för att visa hur olycksutredningsmetoden interagerar mellan de mänskliga och tekniska systemfaktorerna.

6.1.2 Avvikelseutredning

Avvikelseutredningen tar, som tidigare nämnts, upp de händelser som avviker från de normala och listar dem bakåt i tiden. På så sätt tydliggörs vad det är som har gått fel och vad som har orsakat att branden har skett på ett visst sätt. Metoden visar vilka avvikelser som är tekniska och vilka som är mänskliga, vilket anses vara positivt. Dock presenterar inte olycksutredningsmetoden brandförloppet i sin helhet utan bara avvikelserna, vilket är en begränsning i metoden. Till varje listad avvikelse presenteras konkreta åtgärdsförslag som skulle kunna ha förhindrat att avvikelsen uppstod och ger således förslag på hur branden skulle kunna förhindras i framtiden. Inte bara negativa avvikelser har tagits med utan även positiva i de fall då dessa har haft en betydelse för brandförloppet. Avvikelseutredningen har även möjlighet att hantera indirekta händelser i brandförloppet, vilket ses som positivt och som en fördel gentemot andra metoder.

Analysen visade att informationen om de tre bränderna spelar roll för hur detaljerade avvikelserna blir. Störst betydelse har dock informationen på vilka åtgärder som föreslås till respektive avvikelse eftersom mer detaljerad information ger fler åtgärdsförslag. Åtgärdsförslagen är lika mellan de tre bränderna och anledningen till detta är troligtvis att bränderna har ett liknande spridningsförlopp, vilket resulterar i liknande avvikelser. Om bränder med mer skilt spridningsförlopp hade valts hade avvikelserna skilt sig mer från varandra, och således hade åtgärdsförslagen också skilt sig.

Avvikelseutredningen har möjlighet att hantera parallella händelseförlopp eftersom de parallella avvikelserna kan delas upp och behandlas var för sig. Analysen visade att hanteringen av parallella händelseförlopp ger avvikelseutredningen en fördel jämfört med en del av de andra studerade olycksutredningsmetoderna. Avvikelseutredningen har även möjlighet att för varje avvikelse som listas värdera vilka potentiella risker och problem som den aktuella avvikelsen kan innebära. Detta ger avvikelseutredningen en stor fördel jämfört med de andra studerade olycksutredningsmetoderna.

Tidsåtgången för att applicera olycksutredningsmetoden på en inträffad brand visade sig vara mycket liten och resultatet i form av åtgärdsförslag kom fram snabbt. Bedömningskolumnen i formuläret för avvikelseutredningen har fyllts i endast på grund av att det ingår i metoden. Ingen djupare analys har utförts av hur de olika avvikelserna har bedömts. Detta eftersom att resultaten från bedömningskolumnen inte har använts vidare i analysen av avvikelseutredningen.

6.1.3 ECFCA

ECFCA ger en grafisk bild över olyckans kronologi bestående av primära händelsesekvenser, sekundära händelsesekvenser och de förhållanden/orsaker som har påverkat själva händelserna. Fördelen jämfört med en del andra olycksundersökningsmetoder är att ECFCA resulterar i den direkta orsaken till att en händelse har inträffat och tar även upp de bakomliggande orsakerna som är mest troliga. Det är även lätt att se hur olika händelser i brandförloppet förhåller sig till varandra. Orsakerna och förutsättningarna till en händelse har endast modellerats med ringar. Detta eftersom det var svårt att veta om vad som var en orsak, vilket modelleras med en sexhörning enligt beskrivningen av ECFCA, och vad som var en förutsättning.

Tillämpningen av ECFCA var enkel att genomföra när informationen om brandspridningen och byggnaden var bra. Var informationen mer bristfällig var det svårare att identifiera de händelser i brandförloppet som för brandspridningen framåt, vilket resulterade i betydligt sämre överskådliggighet över brandförloppet och sämre analys av de bakomliggande orsakerna. Dock är det relativt tidskrävande att analysera de bakomliggande orsakerna, framförallt då analysen innefattar det aktuella byggregelverket. Väljs antingen högre eller lägre nivå för att analysera de bakomliggande orsakerna kan en helt annan värdering av tidsåtgången göras. Även brist på rutin och kunskap om det aktuella regelverket kan ha bidragit till att tidsåtgång blev stor.

Som olycksutredningsmetod ger inte heller ECFCA några direkta åtgärdsförslag för att förhindra att de händelser som har identifierats kan uppkomma, vilket är en brist jämfört med en del andra olycksutredningsmetoder. Om en djupare analys utförs vid tillämpningen är det lätt för utövaren att se orsakerna som åtgärder i form av barriärer. Detta ger ECFCA ytterligare en fördel, men observera att denna djupare tolkning/analys ligger utanför olycksutredningsmetodens egentliga syfte.

När det gäller parallella händelser i brandförloppet kan inte ECFCA direkt ta hänsyn till detta. Att denna hänsyn inte kan tas beror på att orsakerna endast får kopplas till en specifik händelse. Dock har metoden en viss förmåga att behandla två händelser som sker samtidigt om orsaken till dessa är densamma. Om denna sammanslagning av händelser görs för alla liknande händelser resulterar detta i att orsakerna inte kopplas till endast en, vilket gör att syftet med olycksutredningsmetoden försvinner.

6.1.4 Felträdsanalys

En felträdsanalys redovisar inte brandförloppet som ett kronologiskt flöde, utan ger istället en beskrivning av brandförloppet med hjälp av del- och grundhändelser. Analysen visade att om ett felträd ska användas vid en brandförloppsutredning är det nödvändigt att händelserna kartläggs innan felträdet konstrueras. Även om detta görs är det lätt att missa vissa händelser som ska ingå eftersom det kräver en viss systematik i hur ett felträd utformas för att alla händelser ska kunna tas med. Detta gör att olycksutredningsmetoden blir relativt svår att använda till en början.

Storleken hos ett felträd beror framför allt på brandens omfattning, men även på hur utförlig informationen om brandförloppet och byggnaden är. När orsaken till en viss händelse inte riktigt kan förklaras, ökar osäkerheten eftersom fler *eller-grindar* behöver inkluderas, vilket medför fler grenar i trädet. I de fall där grundorsaken till branden har lett till flera olika händelser i brand-

förloppet blir den grafiska bilden över felträdet stor och överskådlig. Detta beror på att samma del- och grundhändelser upprepas på flera ställen i trädet. Detta kan bli ett problem om fler faktorer, förutom de tekniska, integreras i felträdsanalysen.

Tillämpningen visade även att det är lätt att ta med irrelevanta händelser i felträdet, vilka har funnits med i informationen men som inte spelar någon roll för det fortsatta händelseförloppet. Dessa irrelevanta händelser gör felträdet mer svåröverskådligt. För att minska denna problematik bör den avgränsning som har gjorts följas. Problematiken med irrelevanta händelser gör att felträdsanalysen tar relativt lång tid att genomföra eftersom att felträdet måste kontrolleras och ofta göras om innan alla relevanta händelser har fångats upp.

Felträdsanalysen presenterar ett antal olika grundorsaker till att brandförloppet utvecklades som det gjorde. Dessa grundorsaker omfattar i vissa fall inte bara den aktuella grundorsaken utan presenterar även andra möjliga orsaker där den mest troliga kan analyseras i ett senare skede, men ligger utanför olycksutredningsmetodens omfattning. Denna analys kan genomföras för att hitta barriärer som kan förhindra att liknande tillbud inträffar i framtiden.

Ett felträd har även möjlighet att hantera parallella händelser i ett brandförlopp genom att använda sig av *och-grindar*. På så sätt kan flera händelser analyseras vidare parallellt, vilket anses vara positivt jämfört med en del av de andra studerade metoderna.

6.1.5 Händelseträdsanalys

Händelseträdsanalysen tar upp de barriärer i brandförloppet som har fungerat eller brustit i form av ett träd-diagram. Beroende på om barriärerna har fungerat eller ej kommer trädet leda till olika konsekvenser. Olycksutredningsmetoden redovisar vilka barriärer som har fungerat eller ej för det inträffade brandförloppet, men tydliggör också vilka konsekvenserna hade blivit om en annan kombination av barriärer hade fungerat eller ej. Detta ger händelseträdsanalysen en fördel gentemot andra undersökta olycksutredningsmetoder. En annan fördel är att metoden kan behandla indirekta händelser i brandförloppet.

Beroende på hur detaljerad informationen om spridningsförloppet och byggnaden är visade analysen att ju mer detaljerad information som finns tillgänglig, desto fler barriärer kommer kunna tas med och det blir mer överskådligt vad som har fallerat eller fungerat i brandförloppet. Är informationen mindre detaljerad medför detta att barriärer missas och händelseträdsanalysen missar således hur denna barriär hade påverkat konsekvenserna. Antalet sluthändelser eller konsekvenser visar sig vara oberoende av antalet barriärer. Det som istället är avgörande för antalet är hur barriärernas funktion påverkar den fortsatta spridningen. Påverkas inte spridningen, behövs ingen hänsyn tas till de resterande barriärerna och konsekvensen kan noteras direkt.

Händelseträdsanalysen ger inte heller några bakomliggande orsaker till varför barriärerna hade den aktuella funktionen i brandförloppet, vilket är en nackdel jämfört med andra studerade olycksutredningsmetoder. Den ger inte heller några direkta åtgärdsförslag för att förhindra att framtagna konsekvenser kan minskas. Däremot kan vissa barriärer tolkas som åtgärder om en djupare analys genomförs. Denna tolkning ligger dock utanför händelseträdsanalysens egentliga syfte men blir vid användandet en naturlig del då tankarna direkt förs in på det spåret.

Händelseträdsanalysen har fördelen att den kan, jämfört med en del andra studerade olycksutredningsmetoder, hantera parallella händelser i brandförloppet. Analysen av olycksutredningsmetoden visade att det inte spelade någon roll vilken ordning som barriärerna, som motsvarar dessa händelser, togs upp då konsekvenserna/sluthändelserna blir de samma oavsett.

Tidsåtgången för olycksutredningsmetoden har varit relativt liten när det har funnits bra bakgrundsinformation eftersom barriärerna har kunnat identifieras snabbt. Vid sämre bakgrundsinformation krävdes mer arbete för att identifiera eventuella barriärer och således en större tidsåtgång.

6.2 Metoddiskussion

Hur de olika vetenskapliga metoderna tillämpades och hur förfarandet gick till diskuteras i detta avsnitt.

Arbetet avgränsades till att endast omfatta tre bränder. Detta kan ha påverkat resultatet i den mening att om fler bränder hade tagits med hade bränderna gett en mindre inverkan på resultatet. För många bränder hade i sin tur kunnat påverka analysen negativt då studien av olycksutredningsmetoderna inte hade kunnat genomföras lika detaljerat, och risk hade funnits att arbetet hade blivit för omfattande för att rymmas inom ett examensarbete för brandingenjörer. De tre bränderna valdes ut från tillhandahållet material som behandlar anlagda skolbränder i Sverige. Detta medför en begränsning i arbetet eftersom olycksutredningsmetoderna endast tillämpades och analyserades utifrån en typ av bränder. Därför kan olycksutredningsmetodernas lämplighet att utreda brandförlopp endast anses gälla för anlagda skolbränder. Visserligen skulle antagandet kunna göras att metoderna även är tillämpbara på andra typer av bränder eftersom avgränsningen med att endast fokusera på de tekniska faktorerna i brandförloppet inte borde medföra några större skillnader mellan olika typer av byggnader.

Eftersom avgränsningen med rapporten var att fokusera på de tekniska faktorerna i brandförloppet påverkade detta urvalet av olycksutredningsmetoder. Detta innebär att olycksutredningsmetoder som fokuserar på icke-tekniska delar av brandförloppet inte togs med, vilket medför att olycksutredningsmetoderna endast testades på den tekniska delen, och resultaten kan ej anses gälla för hela brandförloppet. I de fall där olycksutredningsmetoderna gav utrymme att inkludera även icke-tekniska händelser i brandförloppet, men ändå behöll det tekniska fokuset, togs dessa med. Dessa händelser analyserades inte i den omfattning som hade krävts för att säkerställa att olycksutredningsmetoden även kan hantera icke-tekniska händelser, utan togs endast med för tydlighetens skull. Dock kommer ofta dessa icke-tekniska händelser fram vid tillämpningen av metoderna. Genom att dessa inte tas med missas viktiga åtgärder eller orsaker som kan påverka förhindrandet eller förståelsen av att en brand inträffar. För att täcka in alla faktorer i en brand bör även de icke-tekniska händelserna inkluderas och först då kan alla åtgärder eller orsaker tas med och en brand kan förhindras fullt ut.

Utifrån litteratursökningen hittades ett antal rapporter som redovisar ett stort antal olycksutredningsmetoder. Dock är denna inte heltäckande utan flera rapporter som behandlar ämnet kan ha missats. De olycksutredningsmetoder som valdes ut var de, vars princip fanns beskriven i

litteraturen, vilket medförde att andra olycksutredningsmetoder som fanns nämnda i litteraturen inte togs med för vidare urval. Det vidare urvalet gjordes utifrån fyra kriterier.

För en del olycksutredningsmetoder uppstod vissa tveksamheter huruvida kriterierna uppfylldes eller inte. Dessa tveksamheter beror på hur informationen om metodens princip tolkades och i vissa fall även på bristfällig information i litteraturen. Vid en annan tolkning kan detta leda till att fler, färre eller andra olycksutredningsmetoder väljs ut från kriterierna. Därmed blir reliabiliteten lägre. När det gäller det fjärde kriteriet har valet av vilken olycksutredningsmetod som ska väljas, om flera metoder är lika varandra, gjorts rent subjektivt. Bedömningen grundades på vilken olycksutredningsmetod som ansågs vara mest tillämpbar för att utreda brandförlopp. Reliabiliteten påverkas negativt och samma resultat hade inte fått om någon annan hade gjort bedömningen. Med andra ord är inte det fjärde kriteriet helt tillförlitligt och pålitligt.

När det gäller urvalet av bränder, för att applicera olycksutredningsmetoderna på, användes tre kriterier. Dessa valdes för att ta fram bränder med bra, intressant och användbar information. Detta för att inte hamna i en situation där brist på information hade påverkat resultatet från tillämpningen av olycksutredningsmetoderna. Det är trots allt metoderna som analyseras och inte bränderna. De bränder som användes i rapporten var relativt lika varandra med avseende på spridningsförloppet. Detta hade både positiva och negativa effekter på resultatet. Det positiva är att jämförelsen mellan de olika bränderna och metoderna var enkel att genomföra, och det var således lätt att tolka resultaten från jämförelserna. Det negativa är, som nämnts innan, att samma typ av bränder användes för att analysera olycksutredningsmetoderna. Därmed kan resultaten endast anses gälla för denna typ av bränder.

Eftersom olycksutredningsmetoderna tillämpades på inträffade bränder var enda möjligheten att inhämta information om dessa via utredningsrapporterna för bränderna. Alternativet till detta hade varit att studera bränder när de inträffar, vilket av uppenbara skäl inte är genomförbart. Då informationen hämtades från utredningsrapporter kan utredarens tolkning av spridningen i brandförloppet samt de bedömningar som gjordes, angående orsaker till branden och eventuella förslag till åtgärder, påverka tillämpningen av olycksutredningsmetoderna. Detta medför vissa begränsningar eftersom resultaten troligtvis påverkades av den tillgängliga informationen. Det hade varit önskvärt att den information som används endast hade innehållit uppgifter angående startplats och spridningsförlopp. På så sätt hade tillämparen inte influerats av andras värderingar och tolkningar, och resultaten hade blivit mer objektiva. Vidare påverkade även tillämpningarna av olycksutredningsmetoderna mellan de olika bränderna resultatet. Efter tillämpningen på brand ett påverkade resultaten därifrån troligtvis resultaten från tillämpningen av olycksutredningsmetoderna på brand två och tre. Att bränderna är relativt lika varandra bidrog även till denna begränsning. När de olika metoderna jämfördes med varandra hittades vissa orsaker/åtgärder/händelser som bara den ena metoden tog upp men som lika gärna hade kunnat tas upp av den andra. Anledningen till detta är att fokuset vid tillämpningen av metoderna endast koncentrerades på den aktuella metoden för att inte påverkas av resultatet från redan genomförda tillämpningar. Efterkonstrueras då resultaten från metoderna hade värderingen av deras lämplighet att utreda brandförlopp påverkats. Istället är ett viktigt resultat att det är lätt att missa en del orsaker/åtgärder/händelser i de olika metoderna eftersom de har olika arbetssätt och fokus.

I analysen konstaterades att bakgrundsinformationen har betydelse för vilka åtgärdsförslag, orsaker eller barriärer som kommer fram. Dock ses i tillämpningen att alla metoder kan användas för att utreda brandförlopp oavsett tillgänglig bakgrundsinformation. Givetvis måste alltid viss information finnas, men ju mindre tillgänglig information desto sämre blir istället kvaliteten på resultaten som kommer fram när metoderna tillämpas. Det är därmed svårt att svara på vilket underlag som krävs för att metoderna ska tillämpas i största allmänhet och att det även beror på vilken metod det är då informationen påverkar resultaten på olika sätt.

Vid analysen behandlades huruvida de olika olycksutredningsmetoderna kunde hantera andra faktorer än de tekniska. Detta gjordes endast för de metoder som gav ett tydligt utrymme utan något behov av en djupare undersökning av hur de kunde passa in. I det fall som icke-tekniska faktorer kunde hanteras togs endast de faktorer med som användes i tillämpningen. Detta trots att en metod skulle kunna hantera andra typer av faktorer.

I en verklig brand sker ofta parallella händelser i brandförloppet, vilket gör att det är viktigt för olycksutredningsmetoderna att kunna hantera dessa. Dessutom skiljer sig resultaten från metoderna åt då de presenterar antingen åtgärder, orsaker eller konsekvenser. Detta medför att metoderna ger olika svar på vad som efterfrågas såsom förståelsen för hur brandförloppet gick till eller hur branden skulle förhindrats. Med anledning av detta bör inte endast en olycksutredningsmetod användas för att utreda brandförlopp utan istället bör flera användas, så kallad metodtriangulering. Genom metodtriangulering kan således flera typer av resultat konkretiseras och presenteras när en tillämpning görs, vilket motverkar att man missar viktiga händelser, orsaker och åtgärder. Förslagsvis kombineras olycksutredningsmetoder där den ena presenterar orsaker och där den andra ger åtgärdsförslag. Av de olycksutredningsmetoder som tillämpades i detta arbete så ger AEB och avvikelsetredningen förslag på åtgärder medan ECFCA och felträdsanalysen istället visar på orsaker. En lämplig kombination skulle således kunna vara att använda antingen AEB eller avvikelsetredningen tillsammans med ECFCA eller felträdsanalysen. Emellertid bör de olika kombinationerna testas på en brand för att se vilken av dem som ger den bästa metodtrianguleringen. När det gäller händelseträdsanalysen resulterar den som tidigare nämnts istället i möjliga sluthändelser eller konsekvenser, och även denna metod hade kunnat användas tillsammans med någon av de ovan nämnda kombinationerna för att komplettera med andra typer av resultat.

Olycksutredningsmetoderna skapar en bra systematik för hur brandförloppet har gått till och de visar på hur branden kan förhindras i framtiden. Med anledning av detta kan metoderna med fördel användas för att strukturera upp utredningsrapporterna som ibland kan kännas röriga. Fördelen blir att utformningen av utredningsrapporten baseras på en given mall och blir ett hjälpmedel för att kontrollera att inga händelser, åtgärder och orsaker missas. Metoderna kan även användas för att jämföra och analysera liknade inträffade bränder. Detta kan göras genom att plocka ut relevant information från befintliga utredningsrapporter med hjälp av metoderna och på så sätt hitta mönster, som i sin tur kan leda till att lämpliga åtgärder införs för att förhindra att nya bränder uppkommer.

7 Slutsats

För att tydliggöra att syftet och målet med rapporten har uppfyllts samt att frågeställningarna har besvarats, presenteras slutsatser i detta kapitel.

- ✓ Rapporten har visat att AEB, avvikelsetredning, ECFCA, felträdsanalys och händelseträdsanalys går att använda för att utreda brandförlopp oavsett tillgänglig information. Däremot styr informationen kvaliteten på de resultat som fås fram.
- ✓ Informationen om spridningsförloppet och om byggnaden påverkar på så sätt att ju bättre och mer detaljerad information som finns tillgänglig, desto enklare kan olycksutredningsmetoderna appliceras och risken för att missa orsaker och åtgärder minskar.
- ✓ Olycksutredningsmetoderna har olika fokus vilket gör att de kommer fram till olika typer av resultat. För att fånga upp alla delar i ett brandförlopp bör därför metodtriangulering användas där komplementära metoder appliceras samtidigt.
- ✓ Olycksutredningsmetoderna kan ses som ett hjälpmedel för att skapa en bättre struktur i dagens utredningsrapporter.
- ✓ Olycksutredningsmetoderna kan användas för att hitta mönster i liknande inträffade bränder genom att applicera dem på befintliga utredningsrapporter.

8 Förslag på vidare studier

Detta examensarbete ska ses som ett första steg i analysen om befintliga olycksutredningsmetoder kan tillämpas inom brandområdet. För att ytterligare undersöka tillämpbarheten inom brandområdet ges här uppslag på vidare analysområden.

- ✓ Studera fler typer av bränder och vidga avgränsningen till att även inbegripa de mänskliga faktorerna.
- ✓ Studera andra olycksutredningsmetoder utifrån andra urvalskriterier för att undersöka deras tillämpbarhet inom brandområdet.
- ✓ Studera två eller flera likartade metoder för att undersöka hur deras förmåga att utreda brandförlopp skiljer sig åt.
- ✓ Försöka utforma en checklista för att undersöka hur denna metod kan användas för att utreda brandförlopp.
- ✓ Studera vilka olycksutredningsmetoder som kan fungera som komplement till varandra för att fånga upp alla delar i ett brandförlopp.

Referenser

- Backman, Jarl (2008). *Rapporter och uppsatser*. 2. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Boverket (1993). *Boverkets byggregler, BBR 94:1, BFS 1993:57*. Karlskrona: Boverket.
- Brandskyddshandboken (2005). Rapport 3134. Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.
- Davidsson, Göran, Haeffler, Liane, Ljungman, Bo & Frantzich, Håkan (2003). *Handbok för riskanalyser*. Karlstad: Räddningsverket.
- Ejvegård, Rolf (2003). *Vetenskaplig metod*. 3. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Erlandsson, Ulf & Bengtsson Lars-Göran (2005). *Brandutredning*. Karlstad: Räddningsverket.
- Jackson, G, Livingston, A D & Priestley, K (2001). *Root causes analysis: Literature review*. Warrington: Health & Safety Executive.
- Hollnagel, Erik & Speziali, Josephine (2008). *En studie av olycksutredningsmetoders utveckling: En sammanställning över "State of-the-Art"*. Stockholm: SKI.
- Nationellt centrum för lärande av olyckor, NCO 2008:10 (2008). *Riktlinjer för olycksutredning: Del av det systematiska säkerhets- och kvalitetsarbetet*. Karlskoga: NCO
- Polismyndigheten Gotland (2009). *Undersökningsprotokoll 2009*.
- Polismyndigheten Stockholms län (2006). *Undersökningsprotokoll 2006*.
- Räddningstjänsten Gotland (2009). *Del av insatsrapport*.
- Räddningstjänsten Syd (2009). *Olycksundersökning 2009*.
- Sklet, Snorre (2002). *Methods for accident investigation*. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology. (Rapport/ Norwegian University of Science and Technology : 200208)
- Sklet, Snorre (2004). Comparison of some selected methods for accident investigation. *Journal of Hazardous Materials*, vol.111, ss. 29-37.
- Statens planverks författningssamling, PFS (1983:2). *Svensk byggnorm, SBN 1980*. Utgåva två. Stockholm: Statens planverks författningssamling.
- Swerea IVF (2009). *FTA – Felträdsanalys – IVF-skrift 93816* (elektronisk). Mölndal: Swerea IVF. PDF format. Tillgänglig: < <http://extra.ivf.se/lean/pdf/kvalitet/FTA.pdf> > (2009-09-25).

Särdqvist, Stefan (2005). *Olycksundersökning*. Karlstad: Räddningsverket och NCO.

Södra Roslagens Brandförsvarsförbund (2006). *Brandutredning 2006*.

van Hees, Patrick & Nils Johansson (2009). *Fallstudier – Vilka tekniska faktorer spelar en roll vid anlagd brand i skolor?* Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.

van Hees, Patrick (2009). *Utlåtande angående brandförlopp*. Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.

Bilaga A Utredningsrapport för brand ett

Räddningstjänsten Syd, olycksundersökning 2009

Informationen presenteras som den är skriven i utredningsrapporten men är språkligt korrigerad. Fotografierna och bilderna används med tillstånd av Räddningstjänsten Syd.

A.1 Inledning

A.1.1 Anledning till undersökningen

Olycksundersökningen är utförd enligt Lagen om skydd mot olyckor (2003:778). Olyckan faller under Räddningstjänsten Syds fastställda kriterier för utökad olycksundersökning, eftersom den kunde ha resulterat i allvarliga personskador. Fokus i denna rapport kommer att vara att presentera en trolig orsak till olyckan, beskriva förloppet samt att presentera åtgärdsförslag för att försöka förebygga att en liknande olycka inträffar igen och om den skulle göra det, försöka mildra konsekvenserna. Utredningen genomfördes i samverkan med polisen.

A.1.2 Byggnad/Objekt

Byggnaden är utformad som en enplans skolbyggnad med två teknikrum ovanpå en del av byggnaden. Byggnadsklass Br2 och är uppförd 1982. Den är byggd som fem stycken sammanbyggda fyråriga gårdar och inom varje gård finns ett atrium. Se Figur A 2. Byggnadskonstruktionen är av trä och utvändigt beklädd med tegel. Takkonstruktion är av trä, valmat tak, med ett undertak av plastfolie utvändigt täckt med betongpannor. Taket avslutas med ett luftat takutsprång på ca en meter som på undersidan är klätt med glespanel. Takfoten har direkt anslutning till vindsutrymmet som är oinrett. Byggnaden är utrustad med ett vidarekopplat automatiskt brandlarm med detektorer placerade i utrymningsvägarna, ingen detektering på vinden.

A.2 Förlopp

A.2.1 Upptäckt samt personers agerande.

Branden upptäcktes av personer som befann sig i intilliggande idrottshall där det pågick en idrottsturnering. De larmade räddningstjänsten via 112.

A.2.2 Räddningstjänstens agerande

Räddningstjänsten fick larm klockan 21.44 om brand i skola. Vid framkomst klockan 21.52 konstaterades brand i takfoten på skolbyggnaden. Räddningstjänsten påbörjade släckning och håltagning. Det ska också noteras att det denna kväll var ca -10 grader. Insatsutvärdering presenteras som en separat utredning.

A.2.3 Orsak

Brandorsaken är att några ungdomar med en fyrverkeripjäs, så kallad fontän, satt eld i ett växthus som spred sig till skolbyggnaden. Växthuset var monterat på skolbyggnaden under takutsprånget och användes vintertid som förråd. Se Figur A 1. Enligt uppgifter från skolvaktmästaren samt foto, fanns i växthuset ett tiotal blomsterlådor som var placerade ovanpå varandra. I övrigt fanns

träbänkar och några plastkrukor och lite jord/torv i växthuset på golvet som var av stenplattor. Det satt också en pappskiva som tätning av ett tidigare sönderslaget fönster i gavelsidan på växthuset. Ungdomarna slog sönder ett fönster i växthuset, placerar fyrverkeripjäsen i en fönsterspricka och antänder denna. Fyrverkeripjäsen faller in i växthuset då den antänds och sätter eld på det brännbara materialet. Ungdomarna springer därifrån utan att kontrollera vad som händer. Orsaken och händelseförloppet är styrkt genom polisens förhör med ungdomarna.

A.2.4 Spridning och skador

Brandspridning sker från trälådorna i växthuset upp genom takfoten och in på vinden. Branden får fäste i träkonstruktionen och undertaket av plast och sprider sig vidare på den oinredda vinden. Det automatiska brandlarmet utlöser inte förrän sju minuter efter att räddningstjänsten larmats via 112. Brandskadorna blev stora, cirka 1/3 av byggnaden brandskadades så kraftigt att den fick rivas. 1/3 fick stora rök och fuktskador, sista delen fick mindre skador och kan efter sanering användas igen. Brandskador har upptäckts i limträbalkarna som ingår i takstolskonstruktionen (mörkbruna delarna i Figur A 2). Det har på vissa ställen blivit djupa urbränningar i balkarna, medan det vid sidan om är nästan oskadat. En anledning till detta kan vara att när undertaket av plast brann och föll ner har branden koncentrerats till dessa platser. Detta har dock inte kunnat bekräftas vid utredningen. Urbränningarna gör att hållfastheten i balkarna helt försvinner och därmed risk för att byggnaden kollapsar. Detta medför stor risk för den räddningspersonal som kan befinna sig i byggnaden. Hela byggnaden utom kök har fått stora fuktskador. Vindsbjälklaget är isolerat med lösull och den har i vissa oskadade delar blivit så fuktig men också så rökskadade att den måste sugas bort och ersättas med ny. Detta för att undvika framtida mögelangrepp och lukt. Att den blivit fuktig beror troligen delvis på att dimspik eller annan vattenbegjutning gjorts utifrån i dessa delar som begränsning. Fuktskador finns också i samtliga gipsväggar i byggnaden. Väggar och innertak är utförda med dubbel gips vilket kan ge en kapillärverkan mellan skivorna. Fukten gör att samtliga gipsplattorna måste bytas ut 40-60 cm upp på väggarna. Skadorna beror troligen på vatten från en avbruten vattenledning men också släckvatten. Lättskumfyllning av vissa lokaler som begränsning har också förekommit och även dessa utrymmen har fuktskadats.

A.3 Slutsatser/Erfarenheter

En brand som har orsakats av en fyrverkeripjäsa som antänt trämaterial i ett växthus och spridit sig vidare in i byggnaden. Denna brand liksom bränder på många andra skolor har föregåtts av en längre tids skadegörelse i och omkring skolan. Detta har i flera fall dokumenterats men inte förts vidare till kommunens säkerhetsorganisation eller räddningstjänsten. Med kännedom om detta kunde säkerhetsorganisation, räddningstjänst och skola tillsammans agerat för att förebygga skadan. Att skadan blev så omfattande beror till stor del på att branden fick fäste i takfoten av träpanel och därefter spred sig på den öppna vinden vilken inte var utrustad med rökdetektorer. Brandcellsgränserna av gips på träreglar har hållit bra troligen i en kombination med en tidig håltagning i yttertaket för att släppa ut brandgaserna. Delar av byggnaden kan därför efter sanering åter användas. Släckmetoder som stor vattenbegjutning och/eller dimspik som räddningstjänsten använder som begränsning bör användas mer restriktivt. Speciellt i byggnader som är uppförda i porösa byggmaterial som trä, gipsskivor, lösull mm. Dessa konstruktioner gör att vatten sugas upp och orsakar stora sekundärskador i byggnaderna. Ett förändrat taktiskt tänkande vid placeringen av dimspik i kombination med håltagning bör diskuteras. Dimspik är

bra som begränsning men de bör placeras på primärsidan (brandsidan) när det finns brandcellsgränser. En dimspik, ger ca 70 l/minut vatten och vid begränsning placeras flera stycken på rad. När dimspik används bör det ske mer aktivt som med kortare duschningar, vilket oftast inte sker i nuläget. Fördelarna med detta är att vattnet tillförs direkt mot brandgaserna och är det gips i brandcellsgränserna så förstörs inte dessa av vattnet direkt. Vidare så tillförs mindre vattnen till de oskadade delarna och håller därmed ner sekundärskadorna. Håltagningen bör utföras på båda sidor om brandcellsgränsen för att släppa ut brandgaserna. Rivning/delning av byggnaden bör användas mer frekvent som en metod och i ett tidigare skede som ett sätt att begränsa. Metod och teknik belyses ytterligare i den separata insatsutvärderingen.

A.4 Åtgärder

1. Fastighetsägaren bör förse vindsutrymmet med rökdetektorer kopplade till det automatiska brandlarmet.
2. Fastighetsägaren ska ersätta panelbrädorna i befintliga takutsprång med obrännbart material för att minska risken för brandspridning via takfoten
3. Nyttjanderättshavaren ska upprätta rutiner så att tillbudsrapporterna skickas till kommunens säkerhetssamordnare.
4. Räddningstjänsten Syd ska se över sina val släckmetod, för att i görligaste mån minimera sekundärskadorna av vatten efter en brand.
5. Räddningstjänsten Syd ska upprätta rutiner så att inkommande vatten till byggnader stängs av i ett tidigt skede
6. Räddningstjänsten Syd bör upprätta rutiner för att få tag i utrustning till begränsning genomrivning/delning.
7. Räddningstjänsten Syd ska utbilda operativ personal i hur olika byggnader är uppförda byggnadstekniskt, avseende rasrisk och släckmetoder.

Se Figur A 1 till Figur A 11 för bilder över byggnaden.



Figur A 1. Brandstarten i växthuset upp i takfoten (Bild tagen under tiden som räddningstjänsten larmades)



Figur A 2. Röda tak totalskada rivet under brandskedet. Mörkbruna delar kraftigt brandskadat på vinden. Orange fyrkanter håltågning för brandgaser. Svarta linjer ”brandcellsgränser på vinden”.



Figur A 3. Urbränningsskador på limträbalkar.



Figur A 4. Urbränningsskador på limträbalkar.



Figur A 5. Stängd dörr i brandcellsgräns.



Figur A 6. Brandcellsgräns.



Figur A 7. Ras i ett rum beroende på avbrända balkar.



Figur A 8. Bränd plastfolie som utgjorde undertak på vinden.



Figur A 9. Fuktskador i tak, kryssade delar är rivna.



Figur A 10. Fuktskador i golv, kryssade delar rivna.



Figur A 11. Fuktskador i väggar 40-60 cm upp, kryssade delar är rivna.

Bilaga B Utredningsrapporter för brand två

B.1 Räddningstjänsten Gotland, del av insatsrapport 2009

Informationen presenteras som den är skriven i utredningsrapporten men är språkligt korrigerad. Fotografierna och bilderna används med tillstånd av Räddningstjänsten Gotland.

B.1.1 Olycksförlopp efter räddningstjänstens ankomst

(Stn 6xx); Kraftiga lågor slår upp genom taket mot skolgården sett och sprider sig åt bägge hållen i överbygget cirka 15 meter åt vardera sidan. Det brinner även kraftigt under det skärmtak som sticker ut över entrén. Påbörjar utvändig släckning samt slangsystem till anslutande kår. Inriktar oss på att bromsa brandförloppet åt det håll som vetter mot gymnastikhallen. Införskaffar en utrymningsplan och visar runt anslutande befäl för att bilda sig en uppfattning om hur skolan är planlagd med dörrar och rum. Brytning av el och vatten.

(Stn 4xx); Påbyggnaden övertänd, kontakt med stn 6xx, bestämmer att gymnastiksalen måste räddas. Påbörjar släckning på taket mot gymnastiksalen. Går in i byggnaden från gymnastiksalen sett och kommer fram till fritidslokaler, upptäcker ingen brand men lite rök. Taket prioriteras.

(Stn 1xx); Vid ankomst brann det i skolans entré (övertänd) och det hade spridit sig genom hela påbygganden på taket. Lågor slog ut ur påbyggnaden cirka 20 meter åt båda håll från entrén. Byggnaden består av en cirka 80 meter lång lågbyggnad med sadeltak och påbyggt en form av kupa som gick över hela taket, cirka 2x2 meter, därefter hopbyggt med en lågbyggnad på cirka 4x4 meter ihop med en gymnastiksal på cirka 80x20 meter. Byggnaden löper fram som en böjd ”banan”-form. Bygganden har tre stycken brandcellsgränser, en mellan huvudentrén och matsal, en mellan matsal och lektionssalar och en mellan lektionssalar och lågbyggnad.

B.2 Polismyndigheten Gotland, undersökningsprotokoll 2006

Informationen presenteras som den är skriven i utredningsrapporten men är språkligt korrigerad. Fotografierna och bilderna används med tillstånd av Polismyndigheten Gotland.

B.2.1 Sammanfattning

Vid platsundersökningen framkom uppgifter från personal vid räddningstjänsten att det i ett tidigt skede av branden, vid 01.00-tiden, brann på utsidan i anslutning till entrén på skolans baksida.

Vid undersökningen av detta område frilades ett parti, där en utbyggnad i trä anslöt till byggnadens långsida. Träväggen på det stället var näst intill helt nedbrunnen till grunden, vilket gjorde att området bedömdes vara primärområde för branden.

Det anträffades ingen naturlig orsak till att brand skulle kunna uppstå i detta område. Brandbilden talar för att branden startat på fasadens utsida eller i dess närhet, se Figur B 1.



Bilden visar norra sidan av skolan. Till vänster syns delar av gymnastiksalen som räddades. Området där det brann i ett tidigt skede har markerats.

Figur B 1. Norra sidan av skolan

B.2.2 Förutsättningar

Undersökningen har utförts på begäran av kriminalkommissarie X, med anledning av att skolan eldhärjats. Misstanke om att branden kan vara anlagd har uppkommit bland annat med anledning av att det i ett tidigt skede brann på utsidan av byggnaden i anslutning till entrén på skolans norra långsida, som vetter mot skolgårdens lekplats.

Då skolans huvudbyggnad inte kunde räddas från att brinna ner, grävdes en djup brandgata rakt igenom byggnaden. Syftet med gatan var att försöka att rädda gymnastiksalen i den östra delen, vilket lyckades. Räddningstjänsten försökte också att släcka försiktigt, och spara så mycket som möjligt för kommande undersökning i området vid entrén där det brann i ett tidigt skede.

Släckningsarbetet var mycket svårt då branden spridit sig upp i ventilationstrummor längs hela byggnaden. Den eldhärjade delen av skolan, cirka 20x50 meter, har totalförstörts av branden. Det

som finns kvar är i stort sett väggar av ej brännbart material samt takplåt. Så gott som allt inuti byggnaden har förstörts.

Brandplatsundersökningen utfördes av kriminaltekniker Y och brandinspektör Z räddningstjänsten, med början 2009-xx-xx klockan 09.30. Vid vår ankomst var hela skolgården avspärrad och bevakad av polispersonal. Eftersläkningsarbetet pågick fortfarande.

B.2.3 Undersökningen

En av de första brandmän som var på plats efter larmet på natten var A. A var även på platsen vid brandundersökningen, och berättade då att i ett tidigt skede av branden, vid 01.00-tiden, såg att det brann på utsidan i området kring entrén på byggnadens norra sida. Enligt anmälan har även ett vittne sett brand i detta område i ett tidigt skede. Med anledning av de uppgifterna så påbörjades undersökningen i detta område.

Entrédörren utgjordes av pardörrar. Båda dörrarna var låsta. Dörrarna var klädda med plåtskivor på hela utsidorna. De övre plåtarna som satt runt glasrutorna hade lossnat. Dörrarnas träkonstruktion hade brunnit på utsidan där dom varit plåtklädda, men var relativt oförstörda på insidan. Glasrutorna har gått sönder av värmen från branden.

Att hela dörrarna var svartbrända och delvis förkolnade på utsidan, trots att de varit plåtklädda, tyder på att de utsatts för kraftig värme utifrån, se Figur B 2. Troligen av nerfallna brinnande delar från skärmtakskonstruktionen ovanför.



Figur B 2. Brandskadorna på dörrarna bedömdes vara sekundära

Cirka fyra meter öster ut från entrédörrarna fanns en utbyggnad i vinkel mot huskroppens ångsida. Utbyggnaden som har inrymt skolans matsal var byggd som en halv oktagon. Denna utbyggnad var uppförd av träreglar med mellanliggande ej brännbar isolering. Ytterväggen var klädd med stående träpanel och innerväggen var klädd med gips, I träväggen som anslöt mot

byggnadens långsida fanns en genomgående brandskada från marknivå och uppåt. Väggen som utbygget anslöt mot var av ej brännbart material. I den delen anträffades fönsterglas samt delar av en fönsterkarm som suttit i linje med övriga fönster på utbygget. Fönstrets spanjolettlås anträffades och var i reglat läge.



På bilden ses en plåt som kan ha tillhört en trälåda som stått på platsen. Markerat med pilar.

Figur B 3. Plåt som kan ha tillhört trälådan.

På väggens insida fanns ett element som suttit under fönstret men som fallit in i rummet och tagit delar av innerväggen med sig. Reglarnas och väggens som elementet satt på var mindre brandskadat än utsidan. Med tanke på att väggen varit isolerad utåt och hade större brandskador lägre ner på utsidan än på insidan, gjordes bedömningen att elementet och dess elanslutning inte hade med brandens uppkomst att göra.

Området frilades från brandrester som samtidigt genomsöktes. Det anträffades inga främmande föremål i brandresterna som i huvudsak utgjordes av aska, kol samt plåtdetaljer från byggnadsstrukturen.

Efter friläggandet kunde det konstateras att träpanelen som utbygget var klätt med var totalt bortbrunnet ända ner mot grunden. Det som kvarstod var innanför liggande syll och reglar, som var förkolnade i den yttre delen ner mot grunden.

Nederst mot grunden fanns dock delar av regelvirke kvar, medan det längre upp på väggen var totalt bortbrunnet. Branden såg ut att ha spridit sig från de lägre partierna upp under takutsprånget och vidare in under taket.



Platsen där brandens primärområde bedömdes vara har frilagts från brandrester. Markerat på bilden.

Figur B 4. Brandens primärområde.

Med ledning av brandbildens utseende med de lågt brända partierna på utsida, gjordes bedömningen att området vid väggen och dess närhet var brandens primärområde.

Brandrestprov togs från de lägsta yttre delarna av det kolnade regelverket, se Figur B 5, samt kolrester av vad som kan ha varit ytterpanel. Syftet med proverna är att utföra analys vid SKL avseende brännbara vätskor.



I detta område fanns den lägsta brandskadorna på fasadens utsida.

Brandrestprov togs från syll, regel och kolrester för fortsatt undersökning.

Figur B 5. Plats där brandrestprover togs.

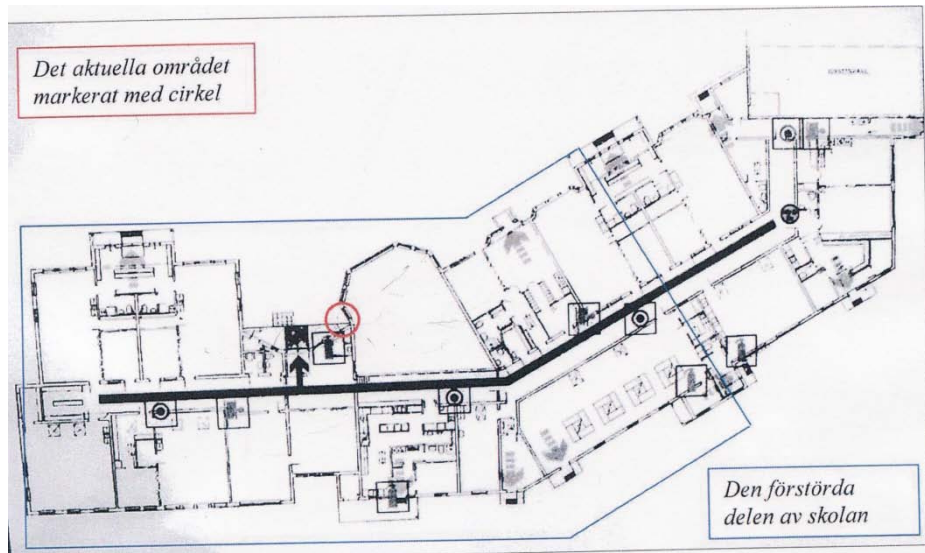
B.2.4 Övrigt

När platsundersökningen var nästan klar framkom det uppgifter om att det någonstans i närområdet till den genombrunna träväggen funnits en större trälåda avsedd till förvaring av sand. Det påträffades inte något som kunde sägas komma från lådan, bortsett från en plåt i uppskattas storlek 50x100 centimeter som möjligen kan ha tillhört lådan. Plåten låg i anslutning till primärområdet och syns i tredje figuren. Om branden i lådan är primär eller sekundär har inte kunnat fastställas.

B.2.5 Slutsats

De lågt belägna brandskadorna på fasadens utsida, där vinkelbygget i trä ansluter till byggnadens norra långsida, talar för att detta är brandens primärområde, se Figur B 6. I detta område påträffades dock inget som kan förklara brandens uppkomst.

Brandorsaken har inte kunnat fastställas, men den sammantagna brandbilden tyder på att branden har startat på fasadens utsida eller dess närhet i nämnda område.



Figur B 6. Förstörd del av skolan.

B.3 Fotobilaga

Se Figur B 7 till Figur B 18 för bilder över branden.

Figur B 7. Översikt framsida, cirka 01.20.



Skolans tak övertänt ca 50 meter vänster om låga delen av byggnaden, samt ca 75 meter till höger.

Enligt vittnesuppgifter samt polispatrulls iakttagelser och räddningsledarens så har branden troligen startat i den låga delen av byggnaden och då på den sida som vetter mot skolgården, dvs. andra sidan av

Figur B 8. Översikt framsida cirka 01:20, annan vy.



Figur B 9. Översikt baksida cirka 01:30. Sett från skolgården.



Troligtvis har branden startat vid dörrarna. Därefter har troligen branden spridit sig längs fasad upp till taket och därifrån åt sidorna till höger och vänster om den låga delen av byggnaderna.

Vittnesuppgifter ger vid handen att det brann intensivast från den låga delen av byggnaden samt att lågorna var högst på den sida som vetter mot skolgården, dvs. denna sida.

Figur B 10. Översikt, entré baksida.



Figur B 11. Detaljbild av entrédörrar på baksida.



Entrédörrarnas glas är intakta. På dörrarna är det sot som tyder på att det brunnit upp längs dörrarna mot taket. Observera lysarmaturen som ramlat ned

Observera lysarmaturen som ramlat ned.

Figur B 12. Översikt entrédörrar samt hål i väggen.



Man kan se att det brunnit på utsidan av dörrarna. Troligtvis har något eldfångt material antänts vid dörrarna och därefter har det spritt sig längs fasad till taket och sedan vidare. Observera att fönsterrutorna på dörren ej splittrats.

Figur B 13. Översikt entrédörr på baksidan taget cirka 04.30.



Då denna bild är tagen har rutorna på entrédörren krossats. Anledningen är värmeutveckling. Rutorna var ej krossade vid första fototillfället.

Figur B 14. Detaljbild av hål i väggen. Detta hål är cirka 5 centimeter till vänster om entrédörrarna där branden tros ha startat



Figur B 15. Detaljbild hål i väggen.



Figur B 16. Översikt baksida cirka 04.30.



Figur B 17. Entrédörrar baksida fotat cirka 04.30



Figur B 18. Detaljbild hål i väggen fotat cirka 04.30.



B.4 Patrick van Hees, Utlåtande angående brandförlopp 2009

Informationen presenteras som den är skriven i rapporten men är språkligt korrigerad.

B.4.1 Uppdrags omfattning

För förundersökningen, gällande mordbrand, i anledning av att X skola på Gotland brann, begärde Y ett utlåtande om brandens förlopp och utveckling överensstämmer med den utsaga de misstänkta personerna lämnat samt om brandförloppet kan stämma överens med den troliga platsen där branden startade.

B.4.2 Underlag till utlåtande

Som underlag till utlåtande användes dokumentation som fanns i förundersökningsprotokoll med referens AM-xxxx-xx samt två bilder av skolan före och efter branden. Förundersökningsprotokollet omfattar totalt 156 sidor och inkluderar bland annat insatsrapporten av räddningstjänster, förhör, brottplatsundersökning och förhör.

B.4.3 Metod

Som utredningsmetod användes händelseförloppet av branden. Tillsammans med observationer före, under och efter branden och några enkla brandtekniska beräkningar är det underlaget till slutsatserna. Tiderna i händelseförloppet som är i fet stil är bekräftade tider. Sidnummer till referenser i händelseförlopp är tagna från förundersökningsprotokollet. Enbart händelse som ansågs ha en direkt koppling till detta uppdrag togs med från förhørsprotokoll det vill säga för att få information kring tider, observationer, etc. För att kunna få en bild av de inblandade samt för att kunna hitta en röd tråd, togs i viss mån även med plats av olika vittne och misstänkta, samt en sammanfattning av deras berättelse.

B.4.4 Händelseförlopp inklusive observationer före och under branden.

Tid (tim:min:s)		Referens
Lördag xx-xx-2009		
21:00:00	S, S, J och St går till X skola och spelar fotboll (osäkerhet 30 minuter)	Förhör S
Berättelse S	S berättar att han eldar upp ett papper med en gammal läxa. Han lånar S tändare och när han släpper det på marken börja det brinna i gräset. De försökte släcka det men det gick inte bra och hämtade vatten. Storleken var ung 10 centimeter. De andra vaktade elden.	Förhör S
	För att få en fotboll brinner dem av ett rep som håller en hängboll. De rökte en cigarett på taket och släckte den på plåttaket. Sen tog de 2 tröjor (en luvtröja och en annan). J eller S håller i tröjorna medan S och S tänder på dem. De lägger tröjorna ung 1,5 m från entrén där de antänder dem på asfalten. Sen tog J och S på plasthinkar på fötterna och sprang med dessa på elden. Tröjorna släcktes men fortsatte att ryka. Sen lägger någon tröjorna i lådan och stänger. I lådan ryker tröjorna fortfarande och S och S försöker få eld på dem men de lyckas ej tända dem. Avståndet mellan platsen där tröjorna låg och lådan var ung 170 centimeter. S berättar då att man försökte stänga locket men att det inte gick bra. Det rykte fortfarande ur lådan men brann ej. Sen gick de hem	Kompletterande förhör S. Kompletterande förhör S
Berättelse S	S sätter eld på kläderna på asfalt med sin tändare. J släckte elden efter ung. 10 minuter. Någon lägger dem i trälåda som innehåller plastleksaker. Han är osäker om elden tog sig i lådan eftersom de gick därifrån. Han påstår att tröjorna är en röd och svart barnfleece tröja. De tände tröjorna ung 5m från entrén.	Kompletterande förhör
Berättelse S	Vid ankomst till skolan tog S och S kläderna från racket och lade dem på marken och eldade på dem. Efter en stund vek J över tröjorna och de släckte. Kläderna lades senare i lådan av någon av de andra 3 och man stängde locket. Han tror att det inte rykte i dem. S berättar att han stängde locket och sparkade till gångjärnet. Han kom ihåg att S försökte tända kläderna igen i lådan. De antände inte men rykte. I en komplettering nämner han att första tröjan var av fleece och den andra en barntröja. Han bekräftar även att det fanns plastleksaker i lådan	Förhör Kompletterande förhör
Berättelse J	J berättar att det var 3 plagg som han gav till S och S som satte på sin tur eld på dem. Innan de gick på taket släckte han och S kläderna. S slängde efter ung. 10 minuter kläderna vid en låda. J nämner att lådan innehöll plastleksaker men att de inte la kläderna i lådan. Dock påstår att han lämnar området lite tidigare än de andra 3.	Kompletterande förhör
21:15:00	H ser 4 ungdomar i närheten av skolan (osäkerhet 15 minuter)	Förhör s
21:30:00	S, S, J och S går tillbaka till S bostad (osäkerhet 45 minuter)	Förhör S Förhör S
22:00:00	J tror att han har sett P som bor när skolan tillsammans med 4-5 andra ynglingar vid Garda skolan. Dock är J osäker om det var P eftersom det var rätt så dåligt ljus (osäkerhet om tiden 15 minuter)	Förhör Förhör
22:00:00	C ser 4-5 personer på vägen mot skolan (osäkerhet om tiden 30 minuter)	Förhör
22:30:00	N gick förbi skolan och förhördes vid brandplatsen och observerade inget onormalt. Observationer gjordes från vägen d v s andra sidan av entrén. Han hörde bara en smäll som kom ifrån skolan. (osäkerhet 15 minuter)	Tjänsteanteckning samt förhör och förhör
Söndag xx-xx-2009		
00:30:00	M observerar sken från skolan vid sin ladugård ung 200 meter från skolan och larmar samt pratar han med SOS. Tiden är efter 00:30:00 Vid ankomst (från kyrkhället) ser han att elden har gått igenom taket på andra sidan av skolan där det är en lägre sektion d v s vid entrén. (Osäkerhet 20 minuter)	Förhör
00:30:00	E, hustru till N ser ljussken från skolan samt 2 ungdomar som går ifrån skolan. En av deras besökare U pratar med ungdomar (osäkerhet 20 minuter)	Förhör
00:30:00	U observerar 2 ungdomar, se ovan. Han tror att de kom tillbaka en stund senare tillsammans med 2 tjejer (osäkerhet 20 minuter)	Förhör s.
00:45:00	P ser en moped med 2 personer när han kommer tillbaka från en fest och kommer in i samhället. Jag tycker att osäkerhet angående tidpunkt är rätt så stor eftersom han kom från en fest där han hörde att det hade brunnit i skolan. Dock denna tidpunkt är innan branden.	Förhör
00:48:29	Larm till SOS alarm	Insatsrapport
00:51:25	Larm till Räddningstjänster. Meddelande: Brand i skolan delar av entrén samt taket	Insatsrapport

Analys av olycksutredningsmetoder tillämpade på anlagda bränder i skolor

	brinner på skolan	
00:55:00	P och hans far A hör larmet och går ut och se att det brinner mest på baksidan av skolan. De gör observationer just innan räddningstjänster kommer fram (osäkerhet 10 minuter). De går till baksidan från skolan och ser att den låga delen av skolan brinner. De träffade även en äldre man som sa att det redan var larmat. De ser att det slog upp lågor vid entrédörren som ”rullade över taket mot framsidan” och att elden höll på att ta sig i den höga delen av skolan.	Förhör
00:56:10	Första fordonet av räddningstjänsten rycker ut	Insatsrapport
00:58:00	Ankomst av räddningstjänster vid skadeplatsen	Insatsrapport
	Kraftiga lågor slår upp genom taket och sprider sig åt bägge hållen i överbygget, cirka 15m. Brinner kraftigt under det skärmtaket som sticker ut över entrén.	Stn 6xx Insatsrapport
	Entrén övertänd. Spridning över hela påbyggnaden på taket. Lågor slog ut ur påbyggnaden cirka 20 m åt båda håll från entrén. Brandcellsgränser: en mellan huvudentrén och matsal, en mellan matsal och lektionssalar och en mellan lektionssalar och lågbyggnad.	Stn 1xx Insatsrapport
01:00:00	Räddningsarbetet startar	Insatsrapport,
01:00:00	Vindriktning NÖ, vindstyrka 3 m/s, ingen nederbörd (se även nedan)	Insatsrapport
01:00:00	U som kom från festen hos N kom fram vid brandplatsen och såg 2 ynglingar som gick ifrån brandplatsen när de kom fram (tidpunkt okänd men förmodligen vid 01:00 (osäkerhet 30 minuter)	Förhör
01:05:00	S och S åker ner till skolan och tittar på branden (osäkerhet 15 minuter). S ringer F och J som kommer efter ett tag på platsen (tidpunkt ottydligt)	Förhör S
01:15:00	J, räddningsledare, kommer fram vid brandplatsen. Värn har börjat släcka. Huvudentrén är övertänd och andra delar av byggnaden brinner också	Förhör
03:00:00	S, S, F och J åker hem	Förhör
01:18:00	Polis kommer fram vid skadeplatsen	Insatsrapport,
01:20:00	Bilderna är tagna av Fotograf P. (osäkerhet 10 minuter)	Fotobilaga
01:26:00	Förhör med N genomförd av J, se ovan för observationer.	Tjänsteanteckning
	N hade från samma plats vid denna tidpunkt sett flammor genom taket dock ej från baksidan. Först när han gick runt skolan observerade han att det brann där (osäkerhet 10 minuter)	Tjänsteanteckning
01:30:00	J, räddningsledare och en kollega kollar brandplatsen och misstänker anlagd brand och bedömer huvudentrén i den låga delen som startplats (osäkerhet 30 minuter)	Förhör
01:45:00	Förhör med U, se ovan för observationer	Förhör
02:00:00	Polisen och räddningstjänsten bestämmer att skydda extra området där branden initial startade. (osäkerhet 10 minuter)	Insatsrapport
02:00:00	K ser 4 personer vid skolan varav 2 ynglingar som han hade varit i kontakt med på skolan där han jobbar och där han hade ingripit när de inte betedde sig schysst mot andra elever. Han tyckte det var konstigt att de fanns på brandplatsen. I ett senare förhör nämner han deras namn som 2 av dem misstänkte S och S.	Förhör Förhör
04:30:00	Bilderna är tagna av Fotograf P. (osäkerhet 10 minuter)	Fotobilaga
07:00:00	Branden under kontroll	Insatsrapport
12:00:00	Räddningsarbetet av räddningstjänster avslutas	Insatsrapport
Måndag xx-xx-09		
09:30:00	Brandplatsundersökningen startades av kriminaltekniker B och brandinspektör A	Undersöknings Rapport
13:30:00	Sista fordon av räddningstjänster lämnar skadeplatsen	Insatsrapport

B.4.5 Ytterliga fakta innan eller under branden.

1. Plats av lådan. Förhör med lärare G.

G berättar att det fanns en trälåda ungefär 1-2 meter från entrédörrarna. Över lådan fanns ett toalettöfönster. Lådan hade ett trasigt lock och det gick svårt att stänga. I trälådan fanns en mindre mängd av plastleksaker. Lådan såg ut som en verktygslåda i en kolonilott.

2. Plats av lådan. Förhör med C

C bekräftar plats av lådan och storlek som ungefär 150x100 centimeter med 100 centimeters höjd. Han hade varit med och pekat ut var den fanns bland brandresterna. Plåten log under brandresterna.

3. Vindriktning, Insatsrapport s. 24: NÖ med styrkan 3 m/s.
4. Via SMHI fick jag uppgifter om vinden under brandens förlopp. De har tittat på närmaste mätstation och det är Ö som mäter vind var 3:e timme och följande är rapporterat:
 - 16/5 kl 20: Nordost 8 m/s
 - 16/5 kl 23: Nordost 7 m/s
 - 17/5 kl 02: Ostnordost 6 m/s
 - 17/5 kl 05: Ostnordost 5 m/s.Detta är medelvind, byvind där kan man säga mellan tummen och pekfingret att lägger man till 50 % så får man en hyfsad uppfattning om hur mycket det blåst i byarna (information från SMHI). Vinden är dock rätt begränsad men kan ha påverkat plymen i början av branden.

B.4.6 Observationer efter branden

Slutsatser insatsrapport

Startutrymme: utanför byggnaden (mycket troligen).

Startföremål: byggnadens utsida, leksakslåda av trä (mycket troligen).

Förhör Räddningsledare J

Branden startade i en trälåda vid entrén som befinner sig vid en brandcellslinje och när den började brinna tog det fart i taket. (sammanfattning av förhör).

Sammanfattning undersökningsprotokoll av polismyndigheten Gotland.

I ett tidigt skede brann det på utsidan i anslutning till entrén på skolans baksida (norra sidan). Vid undersökning var väggen näst intill helt uppbrunnen ändå ner mot grunden. Ingen naturlig orsak anträffades. Brandbilden talar för att branden startade på fasadens utsida eller i närheten. Entrédörren hade brunnit på utsidan där de varit plåtklädda men var rätt så oförstörda på insidan. Glasrutorna har gått sönder. Skadorna bedöms vara sekundära. Utbyggnaden som ansluter till väggen av entrébyggnaden är uppförd med träregler, mineralisolering, invändig gipsskivor och utvändigt stående träpaneler. Väggen av entrébyggnad är av ej brännbart material på utsidan. Skadorna på insidan av väggen är mindre än på utsidan. En stålplåt hittades nära hörnet mellan entréväggen och utbyggnaden, dimensioner 0,5x1 meter. Brandresterna som var mest kol, aska och plåt inom området undersöktes av SKL och man hittade inga rester av brännbara vätskor. Detta område anses som primärområde dock kunde man ej avgöra om branden i lådan är primärt eller sekundärt.

B.4.7 PM M

En sprint av en handbrandsläckare hittades inom primärt brandområde. Brandsläckaren hittades senare vid framsidan av skolan och skickades ut för undersökning. Brandsläckaren tillhör ej räddningstjänsten. Ingen information finns kring vidare undersökning av brandsläckaren.

B.4.8 Sammanfattning av händelse innan larmet

De olika vittnesmålen av de misstänkta personerna avviker till en viss del kring vem som har gjort vad. I deras vittnesmål finns en tydlig röd tråd om själva brandens förlopp och utveckling. Det kan man sammanfatta som följer:

De misstänkta har satt eld på tröjorna, minst en fleece tröja och en luvtröja och har under en stund lämnat platsen för att röka en cigarett på taket. Sen har de släckt tröjorna genom kvävning dock har de inte använt vatten för att sänka temperaturen av brandresterna. Efter en stund lägger de med stor sannolikhet kläderna i en låda som står vid väggen vänster om entrédörrarna. Denna låda är till en viss del fylld med plastleksaker. De försöker tydligen tända tröjorna igen men lyckas ej. Tröjorna är dock fortfarande varma och lite kladdiga. Det finns osäkerhet kring att tröjorna ryker. Sen lämnar de platsen utan att titta efter om det verkligen varken ryker eller om det brinner i lådan. Några timmar senare går larmet och man kan från de flesta vittnesmålen avgöra att startplatsen av branden är vid entrédörrarna. Det finns flera källor för det (räddningstjänster samt vittne som kom på plats innan räddningstjänsterna). När räddningstjänsterna är på plats är stora delar av byggnaden övertänd. Vidare sammanfattning av brandförloppet följer.

B.4.9 Sammanfattning av brandförloppet

Från brottplatsundersökningsprotokollet, räddningstjänsternas insatsrapport och egna studier av bildmaterial kan man se att den primära härden ligger vid utomhusfasaden vänster om entrédörrar. Det har brunnit mycket i närheten av anslutning mellan entréväggen och utbyggnaden. Branden har fått tag på takfoten och träpaneler i utbyggnaden och sen kunnat sprida sig in i vinden och in i två brandceller (eftersom den primära härden ligger vid gränsen av två brandceller). Takfoten är gjord av trä med ventilationsöppningar (enligt uppgifter från polisen) och leder till en snabb spridning av branden inne i vinden. Via vinden har det spritt sig över hela byggnaden. Ett sådant spridningsförlopp är rätt så vanligt. När räddningstjänsterna kommer fram har branden redan fått fäste i vinden och man kan se från bilderna (Figur B 19) att det redan har brunnit mycket inom det primära området.



Figur B 19. Bilden tagit vid klockan 01.30. Man ser redan att det primära området har brunnit ordentligt och att en del av väggen/taket har rasat i hörnet. (ljusinställningar har ändrats) Bilden är tagen från polisen.

B.4.10 Utlåtande om brandens förlopp och utveckling överensstämmer med den utsaga de misstänkta personerna lämnat

Den röda tråden som nämnts ovan är ett möjligt antändningsscenario för branden. När man lägger brända kläder i en trälåda fylld med en del plastleksaker, då kan man få en början av en glödbrand. En glödbrand är ett komplex fenomen som är svårt att förutse när och hur den utvecklas till en fullutvecklad brand. Den styrs bland annat av värmeproduktion av materialet, värmeförluster och syrgastillgång. Den kan dock pågå trots att man stänger lådan och tar mer fart när man får mer syrgastillgång via genombränning av lådan. Det är dock möjligt att det tar flera timmar. Förkolningshastigheten av träd vid normala brandförhållandena är ung 0,5-0,8 mm/min och är lägre vid glödförhållande. Så snart lådan börja antända sprider det sig över hela lådan. Om vi antar att lådan är gjord av plywood då kan man enkelt förvänta en effekt på ungefär (200kW) eftersom plywood brinner med en max effekt av ung 100-200 kW/m². Dessutom fanns det plastleksaker (förmodligen polyeten eller polypropen) som har ett rätt högt värmeinnehåll. En brand av storleksordning 200 kW kan då utveckla flammor som lutar mot hörnet (på grund av hörngeometrin och eventuellt även vinden). Plymen antänder träpanelerna av utbyggnaden och når även takfoten och skapar en takflamma (ceiling jet) som antänder trämaterialiet i takfoten. Strålningen är då tillräckligt för att antända den brännbara ytan av entrédörrarna och genom värmestrålning även skada fogmassan mellan väggelementerna (se Figur B 20). Sen fortsätter spridningen över resten av byggnaden (se nästa punkt).



Figur B 20. Bilden tagit av polisen klockan 04.30. Pilarna indikerar värmestrålningsskador på fogmassa mellan väggpanelerna.

De misstänkta använde en fleecetröja (mest polyester som tyg) och en luvtröja (ofta gjort av bomull). Polyester brinner som en termoplast d v s smälter och brinner som en vätska. Detta förklarar att resterna var till en viss del ”kladdiga”. Bomull brinner mer via förkolning och kan innehålla en hel del restvärme för att initiera en glödbrand. Läger man då senare i en låda och stänger den kan man skapa en långsam glödbrand. Att det inte ryker mycket eller att man inte kan antända det med en tändare betyder inte alls att förbränningsprocessen är helt över. Det räcker att resterna är tillräckligt varma.

B.4.11 Utlåtande kring om brandförloppet kan stämma överens med den troliga platsen där branden startade.

Den primära härden som har pekats ut i brottplatsundersökningen stämmer bra överens med alla observationer och vittnesmål. Lådan med resterna av de brända kläderna samt plastleksakerna måste ha brunnit i ett tidigare skede d v s innan räddningstjänsterna kom fram. Man hittade bland annat stålloket under brandresterna och man ser ingen låda på bilden, se Figur B 21 (tagit av polisen vid kl 01.30). Däremot kan man se vissa tecken på bilderna nedan (Figur B 21 och Figur B 22) att det fanns ett föremål vid fönstret. En brandplym mot hörnet kan även identifieras. På grund att en del av väggpaneler och taket har rasat är det svårt att göra flera observationer. Detta antyder dock att det har brunnit här tidigare (bekräftad av vittnesmål just innan räddningstjänsterna kom, se händelseförlopp 00:55:00).



Figur B 21. Bilden tagit cirka klockan 01.30 av polisen. Bilden indikerar en brandplym mot hörnet (ljusinställningar har ändrats).



Figur B 22. Bilden från brottsplatsundersökningen. Pilen indikerar platsen där plåten hittades.

B.4.12 Slutsatser

Via studie av materialet från förundersökningsprotokollet kan man dra slutsatserna av att följande scenario är ett möjligt brandscenario:

En glödbrand inträffar i en trälåda som innehåller brända kläder och plastleksaker. Trälådan antänder och står nära hörnet av entréväggen och utbyggnaden. Brandplymen av trälådan antänder takfoten och väggpanelerna och så småningom sprider sig branden in i vinden och byggnaden. Detta leder till en fullt utvecklad brand.

Slutsatser är baserade enbart på det materialet som ingick i förundersökningsprotokollet och egna observationer och beräkningar.

Lund, 2009



Patrick van Hees
Professor i brandteknik
Avdelning för Brandteknik och riskhantering
LTH

Bilaga C Utredningsrapporter för brand tre

C.1 Södra Roslagens Brandförsvarsförbund, brandutredning 2006

Informationen presenteras som den är skriven i utredningsrapporten men är språkligt korrigerad. Fotografierna och bilderna används med tillstånd av Södra Roslagens Brandförsvarsförbund.

C.1.1 Anledning till undersökningen

Under en period har skadegörelse och mindre anlagda bränder skett i och omkring skolan. Den här gången anlades brand i skolan med omfattande skador som följde.

C.1.2 Undersökningen utförd av

Brandplatsundersökning gjordes den xx-xx-xx, d v s samma dag som branden inträffade, av kriminalteknikerna NN och XX från Länskriminalpolisens Tekniska Rotel. Dagen efter gjordes en undersökning av PP och YY från räddningstjänsten tillsammans med representanter för fastighetsägaren.

C.1.3 Beskrivning av objektet

Enplansbyggnad som även har ett suterrängplan. Byggt i början av 1980-talet. Byggnaden är uppförd i U-form så att det finns en insynsskyddad skolgård. Den sammanlagda byggnadsytan är cirka 4000 m² och den del av byggnaden som drabbades av brand och rökskador är cirka 1800 m² Br 2 byggnad, vilket bland annat innebär att brandavskiljande byggnadsdelar skall ha ett brandmotstånd på 30 minuter. Fasaden består av tegel från marknivån och cirka 2,5 meter upp och ovanför denna träpanel. De brandavskiljande väggarna är i huvudsak uppbyggda av gipsskivor på ömse sidor om plåtreglar. De flesta brandavskiljande dörrarna är utförda av trä med rutarmerat trådglas. Skolan har ett platt yttertak av råspånt belagt med takpapp. Undertaket i den branddrabbade delen av skolan består av ett lager gips på plåtreglar ovanpå detta finns en plastfolie och sedan isolering. Det här innebär att brandmotståndet mellan brandrummet och krypvinden endast kan bedömas till cirka 10 minuter. Det utrymme där branden börjat är ett uppehållsrum som är utfört som ett större burspråk på ena flygeln inne på den U-formade skolgården. Upphållsrummet har 8 stora fönster som vetter ut mot skolgården. Ansamlingen av brännbart material i uppehållsrummet har i huvudsak bestått av massiva trämöbler, men även en stoppad soffa. I den branddrabbade delen av byggnaden finns fast installerad gasolanläggning med rörledningar från gascentral till dragskåp i flera klassrum. Dessutom finns plåtskåp i ett antal klassrum med lösa gasolflaskor. I skolan finns ett automatiskt brandlarm som är direktkopplat till brandförsvaret.

C.1.4 Beskrivning av händelsen

Automatiskt brandlarm inkommer från skolan till brandförsvaret måndag den xx-xxxx klockan 01.39.03. Brandförsvaret kommer fram till entrén där centralapparaten sitter efter 8 minuter. Nyckeln passar ej så en annan ingång dit nyckeln passar letas upp. Detta fördröjer insatsen. Rökdykargrupp går in i byggnaden för att undersöka orsaken. Samtidigt ropar maskinstegens chaufför att han ser lågor slå upp från skolans tak. Maskinstegen reses omedelbart mot taket, samtidigt som rökdykarna kommer fram till den larmande sektionen inne i byggnaden. Samtidigt upptäcks även att lågor slår ut genom ett antal fönster och upp utefter träfasaden mot yttertaget.

Brandspridningen på vinden kan begränsas med hjälp av en brandcellsgräns som kan identifieras uppifrån taket, samt håltagning för brandgasventilation av vinden. Förstärkande enheter har anlänt och ytterligare rökdykargrupper sätts in för att släcka branden som hotar att sprida sig via fönstren och vidare upp mot vinden. Brandförsvaret lyckas med stor möda släcka branden innan den spred sig från den branddrabbade flygeln till resten av skolbyggnaden. Se Figur C 1 till Figur C 4 för bilder.

C.1.5 Undersökningen

Som nämnts ovan gjordes två undersökningar. En av polisen och en av brandförsvaret. Brandförsvarets undersökning syftade i huvudsak till att fastställa hur brandspridning skett från startbrandcellen och vidare ut i byggnaden och hur brandavskiljande konstruktioner fungerat. Undersökningarna och uppgifter från brandpersonalen gör att det går att fastställa primärbrandområdet till ett uppehållsrum i en av skolans två flyglar. Undertakskonstruktionen i det uppehållsrum där branden började har som framgår av objektsbeskrivningen inget egentligt brandmotstånd upp mot krypvinden. Branden har därför på kort tid kunnat sprida sig upp till vinden. Brandcellsgränser mellan grupper av klassrum och anslutande korridorer har i huvudsak varit utförda i klass EI 30 (gips på plåttreglar). Dessa väggar har fungerat på avsett vis, d v s, begränsat brand- och rökspridning. Däremot har de dörrpartier som varit utförda i brandteknisk klass E 30 (träpartier med rutarmerat trådglas med överstycke av gips) fungerat dåligt. Brand- och rökgasspridning har skett på flera ställen p g a att rör och kabelgenomföringar som genombrutit gipspartierna, har varit bristfälligt eller inte tätade alls. Upphållsrummet och angränsande korridorer är helt utbrända, väggarna till de tre närmaste klassrummen har svåra brandskador, yttertakets är delvis sönderbränt och delvis uppsågat under släckningsarbetet. El- och ventilationsinstallationer i väggar och undertak i brandområdet är totalt sönderbrända. Rök- och sotskador finns i ytterligare cirka 10 klassrum och anslutande korridorer. Röklukt känns i hela skolan. I övrigt betr. undersökningen så hänvisas till polisens undersökningsprotokoll.

C.1.6 Spridningsrisk

Utan upptäckt och brandförsvarets insats förelåg en uppenbar risk för brand- och rökspridning till resten av byggnaden med totalskada som följd.

C.1.7 Slutsatser

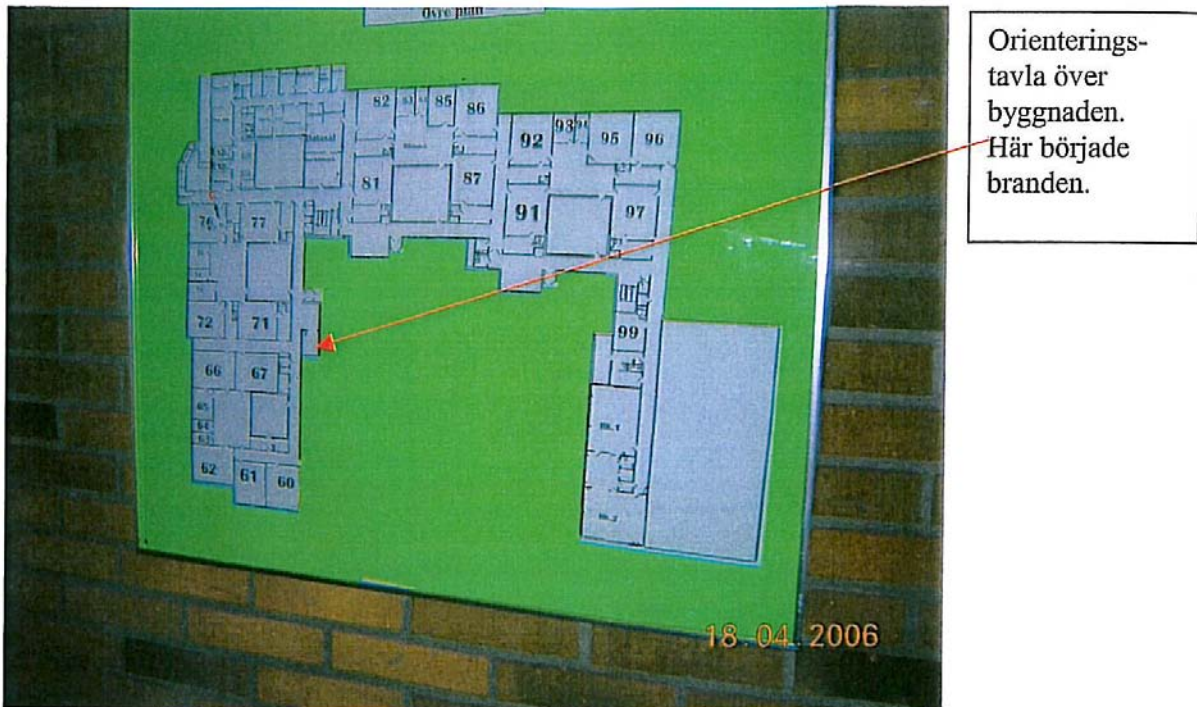
Vad som orsakat branden har inte kunnat fastställas med säkerhet, men allt tyder på att branden är anlagd genom att ett fönster slagits sönder och en stoppad soffa innanför fönstret har antänts.

C.1.8 Erfarenheter

En gammal sanning bekräftades ytterligare en gång. Bristfälligt tätade rör och kabelgenomföringar i brandcellsgränser kan verka ganska harmlöst när man ser dem innan det brunnit, men kan som i det här fallet få oanade konsekvenser vid brand.

C.1.9 Övrig information

Polisen har lagt ner ärendet eftersom ingen misstänkt finns



Figur C 1. Orienteringstavla över skolan.



Figur C 2. Händelsebild.



Här pågår släckningsarbetet inne i uppehållsrummet.

Figur C 3. Händelsebild.



Brandskadan i och omkring uppehållsrummet är total.

Här är öppningen in till uppehållsrummet. Det har inte funnits någon dörr i öppningen.

Figur C 4. Brandskada i uppehållsrummet.

C.2 Polismyndigheten Stockholms län, undersökningsprotokoll 2006

Informationen presenteras som den är skriven i utredningsrapporten men är språkligt korrigerad. Fotografierna och bilderna används med tillstånd av Södra Roslagens Brandförsvarsförbund.

C.2.1 Beskrivning

Brandplatsen är en skola byggd i ett plan i oregelbunden form och uppförd med mellanrum, så kallad krypvind mellan inner- och yttertak. Golvbjälklag i betong. Inredningen är den gängse för en skolbyggnad. Takbjälklaget består av innetak i aluminiumprofil med glasfiberväv och isolering på träbjälklag och ovanför finns en s.k. krypvind. I taket, något bortom mitten i det väggförsedda i rummet i primärbrandplatsen. Finns en ventilationstrumma. I korridoren på andra sidan innerväggen finns en mängd vattenledningsrör och elledningar.

Själva primärbrandplatsen är en utbyggd del av ena flygeln på södra sidan. Denna del har varit bland annat uppehållsrum för elever och varit möblerad med bord och stolar, delvis i trä.

I en liknande del av skolan, dvs. en liten utbyggnad med samma mått, har nedre fönsterrutan i den andra raden från höger krossats. Rummet är för övrigt möblerat med enkla bänkar och bord och är någon form av uppehållsrum.

C:a en dryg meter in i rummet från det krossade fönstret ligger en S-formad sten av den typ som används som trädgårdsgång. Några tecken på att brand skulle anlagts finns inte, ingen flaska eller brännbar vätska har inträffats på platsen.

C.2.2 Iakttagelser

På den primära brandplatsen finns som tidigare nämnts åtta stycken fönster, tredelade. Samtliga fönsterrutor är i stort sett värmesprängda bortsett från andra nedre fönstret från vänster där återstående glas uppvisar sprickor som av yttre våld, dvs. krossats av annat än värme. Ovanför fönsterraden finns en cirka 2 meter hög träskoning med diagonal ställda panelbrädor.

Ovanför det tidigare nämnda fönstret med krosskadan uppvisar panelen kraftiga kolningsskador ända upp till yttertaget. Längre mot mitten och något till vänster finns partiella kolningsskador i panelen ovanför olika fönsterrader. Inne i rummet uppvisar träreglar mm kraftiga kolningsskador och i princip rakt in från det aktuella krossade fönstret finns en träregel som är djupt kolningsskadad från mitten och uppåt vilket kan tala för en viss brandspridning. Taket som består av aluminiumprofil och glasfiberväv uppvisar kraftiga skador i samma område där glasfiberväven är borta och delar av den och isoleringen anträffas brandskadad på golvet. Samtliga möbler har brandskador. Omedelbart innanför det aktuella fönstret finns rester av en soffa med stoppning som är helt genombränd med alla trädetaljer kolningsskadade och allt i övrigt är bortbränt. Längre in i lokalen kan kraftiga kolningsskador i trädetaljer runt fönster och längre bort mot bakre väggen. Även här uppvisar taket brandskador.

I en korridor som sträcker sig till höger från det aktuella beskrivna rummen kan kraftig tjärdestillation iakttas på fönsterrutor som även är värmesprängda till viss del samt sekundära brandskador i avtagande kan iakttas.

C.2.3 Sammanfattning

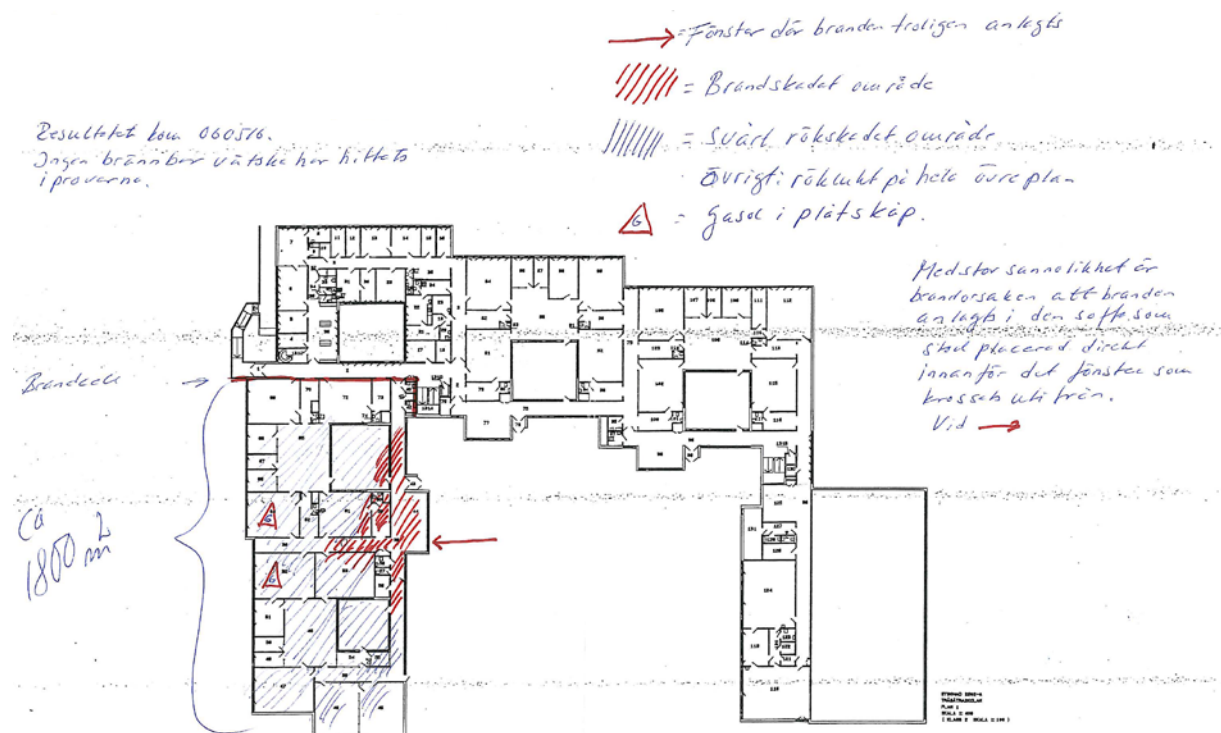
Branden i huvudsak varit koncentrerad till ett uppehållsrum placerad i en av flygdelarna av byggnaden, Rummet består av två delar, en inhägnad med väggar bestående av regler och gips-skivor, och en öppen del. Därefter har branden spridit sig vidare in i lokalerna och det mesta i träkonstruktionen har delvits bränts bort i höga partier i avtagande från den aktuella primärbrandplatsen. Kraftiga värmeskador, sot och rökgasavsättningar kan iakttas i stora delar av den aktuella lokalen i sin helhet. Större delen av skolbyggnaden är dock någorlunda intakt. Risk för brandens vidare spridning i stort sett till hela byggnaden har dock förelegat.

Vad som orsakat branden har inte helt klart kunnat fastställas men förekomsten av ett sönderslaget fönster plus ett ytterligare sönderslaget fönster i en annan del talar för att branden kan vara anlagd.

C.2.4 Övrigt

Två stycken av våra brandhundar har varit på plats och gått igenom lokalerna. En av hundarna visade ett visst intresse en bit in i lokalen, dock ingen konkret markering medan den andra hunden inte visade något intresse.

Prov på brandrester från resp. plats har tagits och har analyserats på SKL med negativt resultat beträffande förekomst av brännbar vätska. Se Figur C 5 för ritning över brandspridningen i byggnaden.



Figur C 5. Ritning över brandspridningen i byggnaden.