

Insatsplanering på kärnkraftverk

Maria Ekdahl

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

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5272 Lund 2008

Insatsplanering på kärnkraftverk

Maria Ekdahl

Lund 2008

Titel

Insatsplanering på kärnkraftverk

Title

Pre-planning of Nuclear Power Plant

Författare/Author

Maria Ekdahl

Report: 5272

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5272—SE

Number of pages:

70

Illustrations:

Maria Ekdahl

Photographer:

Bertil Lindskog, med tillstånd av Vattenfall AB

Keyword:

Pre-planning, OECD FIRE Database, nuclear power plant, Ringhals, extinguishing

Sökord:

Insatsplanering, OECD FIRE Database, kärnkraftverk, Ringhals, släckningsarbete.

Abstract

The aim of this report is to illustrate that a well done pre-planning effectively helps fire fighting in nuclear power plants. Experiences from this study of fire in nuclear power plants can be used in forthcoming pre-planning

Disclaimer

Författaren ansvarar för innehållet i rapporten. Att helt undvika fel kan aldrig garanteras varför läsare av denna rapport själv bär ansvaret för eventuella konsekvenser av beslut baserade på denna rapport.

© Copyright: Brandteknik och Riskhantering, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2008.

Avdelningen för 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

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>

Phone: +4646 222 73 60

Sammanfattning

Insatsplanering är ett verktyg som används av alla räddningstjänster vid en räddningsinsats. Planeringsarbetet syftar till att ge ett stöd åt insatspersonal så att en säker och effektiv insats kan genomföras vilket även är ett lagkrav enligt Lag om skydd mot olyckor.

På ett kärnkraftverk finns flera riskkällor som kan leda till komplicerade brandscenarion om det förebyggande arbetet inte har fungerat. Då dessa tänkbara scenarier kan vara problematiska för räddningstjänstpersonal behövs ett insatsstöd så att insatserna kan hanteras effektivt utan tidsfördröjning. Genom att studera inträffade bränder i kärnkraftverk kan erfarenheter från dessa användas vid fortsatt insatsplanering. Som underlag till denna litteraturstudie valdes OECD FIRE Database, som är en internationell databas vilken redovisar 140 kärnkraftsbränder. Dessutom har en telefonintervju genomförts med tre räddningstjänster för att få en bild av hur räddningstjänster i dag arbetar med insatsplanering.

Följande frågeställningar har använts som utgångspunkt i rapporten:

- Vad är insatsplanering?
- Vilka delar ingår i insatsplanering?
- Vad innebär insatsplanering på ett kärnkraftverk?
- Är OECD FIRE Database lämplig om informationskälla vid scenariobaserad insatsplanering på kärnkraftverk?

En analysmetodik skapades för att studera databasen och resultaten visualiseras i diagram. Under arbetet med att studera databasens innehåll studerades även databasens uppbyggnad, funktionalitet och användningsområden. Parallellt med databasanalysen gjordes en litteraturstudie av de släckmedel som användes vid kärnkraftsbränder. Resultatet av databasstudien visar att brand i elektriska komponenter är den vanligaste typbranden på ett kärnkraftverk och de flesta bränder sker i turbinbyggnaden. Studien visar att alla släckmedel behövs beroende på vilken brand som skall bekämpas. Val av släckmedel styrs av vad det är för brand, tillgängligheten att släcka samt personrisker såsom strömförande komponenter och valet bör därför bestämmas vid varje enskild insats.

Databasanalysen kan även användas för att undersöka utbildningsbehovet av berörd personal vid olika insatser. Analysen åskådliggör vilken personal som har deltagit i släckningsarbetet, denna information kan användas för att planera utbildning - och övningsverksamhet. OECD FIRE Database är ett bra hjälpmedel för att få mer information om inträffade brandhändelser. Vid upprättande av en insatsplanering kan det vara intressant att undersöka olika frekvens av förekomna bränder och risker men då rapporteringskraven mellan kärnkraftverken skiljer är det svårt att göra just kvantitativa analyser.

Summary

On a nuclear power plant there are several hazards, which can contribute to complicated fire scenarios and difficult rescue actions for the fire fighters. To cope with these rescue actions a good pre-planning is needed. Such a pre-planning is also a demand in Swedish law (Lag om skydd mot olyckor).

Experiences from this study of fires in nuclear power plants can be used in forthcoming pre-planning. The background material for this study was the international database, OECD FIRE Database. A database covering 140 fires on nuclear power plants.

The following issues of the study are:

- What is pre-planning?
- Which parts is included in the pre-planning?
- How do you pre-plan a nuclear power plant?
- Is OECD FIRE Database a good referent to use in pre-planning of nuclear power plants?

A method was created to study the database and the result is presented in diagrams. During the study of the database, the content, the functionality and the fields of application were analysed. Simultaneously with the database study, a literature study of extinguishing equipment was performed. This study is a theoretical study of extinguishing equipment and it is a complement to use in the pre-planning of fires. The result of the study shows that a fire in electrical components is the most frequent type of fire incident in a nuclear power plant. The study also illustrate that all type of extinguishing equipment is needed depending on what type of fire is about to be extinguished. The choice of extinguishing equipment depends on what type of fire, availability and personnel safety.

The analysis of the Database can also be used to examine the training of the personnel involved. The analysis shows which staff have participated in extinguishing which shows staff need training and the methods that are appropriate to use.

OECD FIRE Database is a good tool to get more information about fires occurred. At the establishment of a response, it might be interesting to examine the frequency of fires and hazards but the reporting requirements between the nuclear power plants it is difficult to do just quantitative analysis.

Förord

Under arbetet med denna rapport vill jag rikta ett tack till följande personer:

Håkan Frantzich, *Lektor på Brandteknik*. Tack för ett stort stöd som handledare och mycket uppmuntran under arbetets gång.

Bertil Lindskog, *Ansvarig för operativ räddningstjänst på Ringbals*. Tack för alla pratstunder, hjälp och stöd.

Tommy Magnusson, *Brandingenjör Ringbals*. Beställare och handledare. Tack för handledning.

Stort tack till familj och vänner som har gjort denna rapport möjlig.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
SUMMARY	III
FÖRORD	V
INNEHÅLL	VII
1. INLEDNING.....	1
1.1 BAKGRUND.....	1
1.2 MÅL OCH SYFTE	2
1.3 METOD	3
1.4 AVGRÄNSNINGAR.....	3
1.5 UPPLÄGG OCH MÅLGRUPP	4
2. INSATSPLANERING.....	5
2.1 VAD ÄR INSATSPLANERING.....	5
2.2 VARFÖR SKALL INSATSPLANERING GENOMFÖRAS	6
2.3 INSATSPLANERINGENS TILLÄMPNING OCH STRUKTUR	7
2.4 UNDERLAG FÖR INSATSPLANERING	8
2.5 SPECIFIK INSATSPLANERING PÅ KÄRNKRAFTVERK	9
3. INTERVJUER PÅ RÄDDNINGSTJÄNSTER.....	11
3.1 BAKGRUND.....	11
3.2 GENOMFÖRANDE	11
3.2.1 Intervjufrågor.....	11
3.3 SAMMANSTÄLLNING AV INTERVJUERNA.....	12
3.4 EGNA REFLEKTIONER	13
4 OECD FIRE DATABASE	15
4.1 ALLMÄNT OM OECD FIRE DATABASE.....	15
4.1.1 Urvalskriterier	15
4.2 UPPBYGGNAD OCH STRUKTUR.....	16
4.2.1 Berättande del.....	17
4.2.2 Kodade fält.....	17
4.3 ANALYS AV DATABAS.....	18
4.3.1 Genomförande	18
4.3.2 Begränsningar	18
4.3.3 Resultat	19
5. ILLUSTRATIONSEXEMPEL	21
5.1 ALLMÄNT OM RINGHALS.....	21
5.1.1 Räddningstjänst på Ringhals	21
5.2 INSATSPLANERING.....	22
5.2.1 Insatsplan.....	22
5.2.2 Insatsstöd	22
5.3.3 Utbildnings- och övningsverksamhet.....	24
6. DISKUSSION	25
7. SLUTSATS	27
8. KÄLLFÖRTECKNING	29

BILAGOR.....	31
BILAGA A ANALYSMETODIK AV DATABAS.....	33
A.1 VALD ANALYSMETODIK.....	33
A.1.1 Begränsningar.....	33
A.2 BAKGRUND TILL VAL AV PARAMETRAR.....	33
A.3 KATEGORISERING AV TYPBRÄNDER.....	34
A.3.1 Brand i transformator.....	34
A.3.2 Brand i turbin/generator.....	34
A.3.3 Brand i elektriska komponenter.....	34
A.3.4 Heta komponenter.....	35
A.3.5. Kabelbrand.....	35
A.3.6 Elskåp.....	35
A.3.7 Batteribrand.....	35
A.3.8 Brand i isolering.....	36
A.3.9 Vätgasbrand.....	36
A.3.10 Brand i olja.....	36
A.3.11 Övrigt.....	37
A.4 PARAMETRAR SOM STUDERAS I DATABASEN.....	37
A.4.1 Byggnad branden startat i:.....	37
A.4.2 Typbrand.....	37
A.4.3 Hur brandsläckning gick till.....	37
A.4.4 Släckmedel/släcksystem.....	38
A.4.5 Vem utförde släckningen.....	38
A.4.6 Behövdes flera insatser för att släcka branden?.....	38
BILAGA B RESULTAT FRÅN DATABAS.....	39
B.1 STARTPLATS.....	39
B.2 TYPBRAND.....	40
B.3 SLÄCKMETOD.....	41
B.4 SLÄCKMEDEL.....	41
B.5 UTFÄRDARE AV SLÄCKNINGEN.....	42
B.6 VAL AV SLÄCKMEDEL PER TYPBRAND.....	43
B.7 TYPBRÄNDER SOM KRÄVDE TVÅ ELLER FLER INSATSER.....	44
B.8 SLÄCKMEDEL SOM KRÄVDE TVÅ ELLER FLER INSATSER.....	44
BILAGA B.A DATA FRÅN DATABAS.....	45
BILAGA B.B KODNYCKEL.....	49
BILAGA C LITTERATURSTUDIE AV SLÄCKMEDEL.....	51
C.1 ALLMÄNT OM SLÄCKMEDEL.....	51
C.2 PULVER.....	51
C.2.1 Släckverkan.....	51
C.3 VATTEN.....	52
C.3.1 Släckverkan.....	52
C.4 GASFORMIGA SLÄCKMEDEL.....	53
C.4.1 Släckverkan.....	53
C.5 SKUM.....	53
BILAGA D INSATSTÖDMALL.....	55
BILAGA E TRANSFORMATORBRAND.....	57

1. Inledning

Detta arbete är ett resultat av kursen Brandtekniskt projektarbete som ges vid avdelningen för Brandteknik på Lunds Tekniska högskola. Kursen omfattar 15 högskolepoäng och är obligatorisk för brandingenjörsexamen.

Projektet har genomförts i samarbete med Nationella brandsäkerhetsgruppen, NBSG vilken är en organisation med representanter från Statens kärnkraftinspektion, SKI, och från svenska kärnkraftverk. Syftet med NBSG är samordningsvinster inom brandsäkerhetsområdet genom att gemensamt finansiera forskning, tester samt informationsspridning /1/.

1.1 Bakgrund

Varje år inträffar bränder på kärnkraftverk runt om i världen som kan leda till omfattande ekonomiska skador. Vid brand i ett kärnkraftverk är det viktigt att alltid kunna säkerhetsställa reaktorsäkerheten och även personsäkerheten. Den 1/7 2005 inträffade en brand i ett ställverksrum på Forsmarks Kärnkraftverk /2/. Den interna brandstyrkan var på plats inom 4-5 minuter och branden var släckt efter 45-50 minuter. Vid uppföljningen av denna händelse har det visats att det finns brister i rutiner att hantera dessa typer av olyckor. Frågeställningar som väcktes i samband med olyckan var bland annat hur beslut skall tas och delegeras, vilken insatstaktik som är lämplig, vilket släckmedel som skall användas och vilka risker det finns för person- och reaktorsäkerheten. Insatsplaner fanns vid insatsen men gav inte tillräckligt stöd för att fatta de initiala beslut som kan vara viktiga för liv och egendom /2/.

Insatser i komplicerade objekt kan vara en svår uppgift för räddningstjänsten att hantera. Redan år 1983 konstaterade räddningstjänstkommittén att insatsplaner underlättar räddningstjänstarbetet /3/. Insatsplanering är idag ett krav enligt Lag om skydd mot olyckor i kapitel 1 §3 där det anges att:

”Räddningstjänsten skall planeras och organiseras så att räddningsinsatserna kan påbörjas inom godtagbar tid och genomföras på ett effektivt sätt” /4/.

Insatsplanering är ett verktyg som används på alla räddningstjänster och även på vissa större industrier med egen räddningstjänst. Idag finns ingen enhetlighet i hur räddningstjänsterna skall arbeta med insatsplanering vilket gör att finns vissa skillnader mellan hur kommunerna hanterar arbetet. Syftet är dock detsamma nämligen att ge ett stöd åt insatspersonalen så att en säker och effektiv insats kan genomföras.

En brand på ett kärnkraftverk kan innebära en komplicerad insats för räddningstjänsten vilket kräver att en god insatsplanering finns, vilket även Forsmarkshändelsen visade på. En internationell databas, OECD FIRE Database, har samlat 140 brandincidenter vilka inträffat på svenska och

internationella kärnkraftverk där de olika händelse scenarierna beskrivs med avseende på brandförloppet, släckningsarbetet samt konsekvenser. Databasen initierades eftersom det saknades information för att skapa realistiska brandscenarioer på kärnkraftverk /5/. Information och erfarenheter från inträffade bränder kan användas för som informationskälla för att realisera tänkbara scenarion och vald släcktaktik vilket även är användbart vid insatsplanering

Frågeställning

I rapporten har följande frågeställning använts som utgångspunkt för fortsatta analyser:

- Vad är insatsplanering?
- Vilka delar ingår i insatsplanering?
- Vad innebär insatsplanering på ett kärnkraftverk?
- Är OECD FIRE Database lämplig om informationskälla vid
- scenariobaserad insatsplanering på kärnkraftverk?

1.2 Mål och syfte

Målet med projektarbetet är att kartlägga vad insatsplanering är och dess delar samt analysera några tänkbara underlagskällor som kan användas vid insatsplanering. I rapporten exemplifieras ett illustrationsexempel hur insatsplanering kan utföras på ett kärnkraftverk med hjälp av underlaget i detta arbete. Ett mål med arbetet är även att utvärdera använd databas och dess funktionalitet som lämplig informationskälla vid insatsplanering på ett kärnkraftverk.

Syftet med detta projektarbete är att genom kartläggning av insatsplaneringens delar och analyser ge ett underlag för fortsatt insatsplanering inom olika verksamheter. Erfarenheter från OECD FIRE Database täcker upp det idag saknade behovet av information för att realisera brandscenarioer som är ett led i att effektivisera insatser genom en bra insatsplanering. Insatsplanering som sedan utarbetas av anläggningens personal tillsammans med kommunal räddningstjänst, uppfyller Lag om skydd mot olyckor.

1.3 Metod

Inledningsvis införskaffades kunskap av ämnet insatsplanering för att beskriva dess betydelse och funktion. Analysen fokuserades på planeringsskedet vid upprättandet av en insatsplanering. En telefonintervju genomfördes på några av landets räddningstjänster, detta för att undersöka räddningstjänstens syn på insatsplanering och hur arbetet bedrivs i respektive kommun.

För att undersöka vilka bränder som förekommer på kärnkraftverk valdes OECD FIRE Database (OECD Fire Data exchange 2005-12-15 Version 1). En analysmetodik skapades för att studera databasen som informationskälla för insatsplanering på kärnkraftverk.

I databasanalysen undersöktes parametrar som kan vara av intresse vid upprättande av en insatsplanering på kärnkraftverk. Slutsatserna från denna information användes sedan som underlagsinformation till utformningen av insatsplaneringen på illustrationsexemplet. Resultatet av databasen är tänkt att användas som underlagsinformation vid fortsatt insatsplanering i kärnkraftverk eller på liknande objekt. Parallellt med analysen studerades databasens funktionalitet i frågan som lämplig informationskälla att använda vid insatsplanering.

Som ytterligare underlagsinformation till illustrationsexemplet och vid fortsatt insatsplanering genomfördes en släckmedelsanalys av de fyra vanligaste släckmedlen enligt databasanalysen. Analysen baseras på litteratur om släckmedel.

1.4 Avgränsningar

Illustrationsexemplet analyserar enbart delar av hur en insatsplanering kan se ut, exemplet avser endast brand och visar en vald typbrand.

OECD FIRE Database har viss sekretess därför anges inte var bränderna inträffat. Databasen har ett begränsat urval i inrapporterade händelser, vilket kan påverka resultatet.

Analysen av databasen omfattar bara brandhändelser och dess släckningsarbete. Driftkonsekvenser, reaktorsäkerhet, miljö och egendom är exkluderat i analysen. I analysen redovisas inte varför och hur branden uppkom utan analysen baseras enbart på släckningsarbetet samt frekvensen över de inträffade bränderna. Endast räddningstjänstens manuella insatser är inkluderade i analysen.

1.5 Upplägg och målgrupp

Rapporten är riktad till personal på kärnkraftverk och liknande industrier, både kommunal räddningstjänst och objektets egen brandpersonal som berörs av insatsplanering. Rapporten kan även användas av brandingenjörstudenter för att få kännedom om insatsplanering.

Rapporten är uppdelad i ett kapitel som beskriver allmänt vad insatsplanering är och vad det används till. Efter en presentation av insatsplaneringens delar sammanställs den telefonintervju som utfördes på av några av landets räddningstjänster.

Kapitlet om OECD FIRE Databas ger en allmän beskrivning av databasen och dess uppbyggnad, analysmetodik samt resultat av analysen.

Rapporten avslutas med att visualisera hur insatsplanering kan utföras på ett kärnkraftverk. Ringhals Kärnkraftsverk har valts som illustrationsexempel.

2. Insatsplanering

Insatsplanering är ett verktyg som används på alla räddningstjänster och på en del större företag. För att en räddningsinsats skall vara effektiv och säker för personalen behöver insatsen planeras.

2.1 Vad är insatsplanering

Begreppet insatsplanering innebär planering av hela räddningstjänstorganisationen vid en insats. En räddningsinsats är en ”*aktivitet som räddningstjänst utför tillsammans med samverkande organ*” /6/. En insats, en händelse, är något som sträcker sig över tid och rum. Denna händelse kan kräva materiella förutsättningar och distribution av personal för att kunna genomföras vilket måste planeras och samordnas i en organisation /7/. Insatsplanering inbegriper hela räddningstjänstens organisation med utryckningsdimensionering, larmcentraler, kommunikationssystem, materialförråd, förebyggande verksamhet samt stabs- och utbildningsverksamhet /3/. Vid en händelse skall hela organisationen fungera för att erhålla en väl genomförd insats, vilket kräver att ett samarbete mellan räddningstjänsten och objektspersonalen upprättas redan i planeringskedjet. Insatsplanering syftar till att planera insatsen både organisatoriskt och taktisk för att rädda/skydda liv, egendom och miljö. Planeringsarbetet skall genomföras med målsättningen att förbereda en insats så att den påbörjas så snabbt som möjligt samt genomförs på ett effektivt och så bra sätt som möjligt /8/.

”Bränder i komplicerade objekt sägs utgöra de mest krävande insatserna för räddningstjänsten och de mest svåra att angripa rätt”. /3/

Enligt Räddningsverkets uppfattning bör det finnas en väl utformad insatsplan för varje objekt med komplicerad utformning eller som innehar förhållanden som i övrigt kan förväntas försvåra en insats samt objekt som innehar särskilda risker /3/.

Ett omfattande underlag är nödvändigt för att i ett så tidigt skede som möjligt kunna besluta om angreppsvägar, brytpunkt, utrustning och taktik, då de första minuterna vid en insats är betydande för det totala resultatet av insatsen. Beslutsprocessen kan förkortas och förbättras om väl avvägd fakta finns att tillgå. För mycket information med irrelevant betydelse för initiala beslut kan försämra beslutsfattandet då det i en stressad insatssituation kan vara svårt att tillgodose för mycket fakta. Enbart orienteringsövningar räcker inte i dag då byggnaderna blir allt mer komplicerade och svårorienterade. En ökad kunskap om insatssituationen ger en känsla av trygghet och minskad stressbelastning vid beslutsfattande vilket i sin tur ökar chansen att fatta det bäst lämpade beslutet. Övnings- och utbildningsverksamhet av berörd personal kan leda till att arbetet effektiviseras samt att personalens egen säkerhet ökas då kännedom och kunskap om insatsen är inarbetat.

2.2 Varför skall insatsplanering genomföras

Objektsägarens intresse är att driva företaget så effektivt som möjligt med få störningar. En effektiv insats kan leda till att skadorna begränsas och att insatsarbetet kommer igång snabbt vilket därmed minskar företagets kostnader. En samverkan mellan objektspersonal och räddningstjänst vid uppbyggandet av planer kan öka företagets medvetenhet och intresse för skyddsfrågor samt möjligheter till att förbättra brandskyddet. En effektiv insats och utökade förebyggande åtgärder minimerar skadekostnaderna och är då mer lönsamt för företaget.

Objektsägaren har en skyldighet att ”*vidtaga åtgärder för att hindra eller begränsa skador till följd av brand*” enligt Lag om Skydd mot Olyckor /4/. Ett samarbete mellan räddningstjänst och objektspersonal är då en naturlig process vid insatsplaneringens utformande. Objektpersonalen som har god kännedom om objektet tillhandahåller ett underlag som vidare utformas enligt räddningstjänstens villkor. Insatspersonal bör förberedas genom träning, utbildning och övning både när det gäller objektsorientering, fordon och olika typbränder som kan förekomma på kommunens objekt.

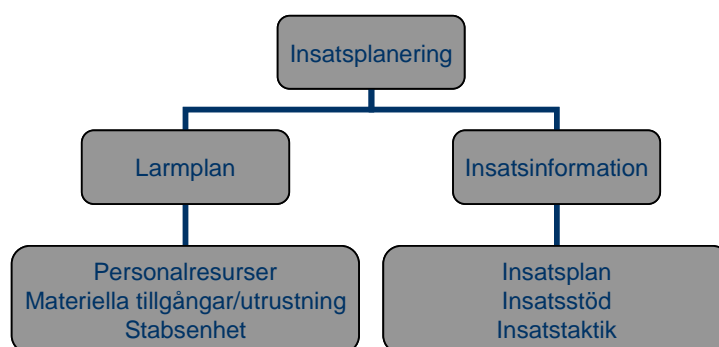
Insatsplanering bör syfta till att öka kunskapen och förbereda berörd personal vid en eventuell insats så olyckan kan hanteras bättre. Om ett antal sannolika scenarier tas fram medför det att utbildning och övning kan ske scenariolikt efter dessa framtagna scenarier, vilket ger personalen en uppfattning om vilka risker och komplikationer som kan förväntas uppstå. Scenarierna kan sedan specificeras och objektanpassas genom att ändra detaljer och särskilda förutsättningar som objektet kan tänkas ha. /8/

Ett nyckelord i en väl genomförd insatsplanering är utbildnings- och övningsverksamhet där möjlighet ges till förståelse och kännedom om objektet och dess risker. Detta kan i sin tur leda till att personalens säkerhet ökas vid själva insatsskedet. I insatsplanering ingår även att utbilda all berörd personal.

2.3 Insatsplaneringens tillämpning och struktur

Insatsplaneringen kan se olika ut beroende hur stort och komplicerat objektet är som skall insatsplaneras. Likaså skiljer sig behovet av information och då även upplägget av insatsplaneringen. Vid mindre objekt kan det räcka med enklare *insatsplaner*, det vill säga en ritning/layout som visar angreppsvägar och speciella noteringar. På större och komplicerade objekt kan en fördjupad insatsplanering krävas där grunden utgörs i riskinventeringar eller -analyser /10/. Ett *insatsstöd* vilket är fördjupad information i textformat, kan tillgodose detta behov.

Insatsplaneringen kan resultera i en larmplan som beskriver det organisatoriska och i insatsinformation som är fysisk information(se figur 2.1). Larmplanen är en bestämd plan för vilka resurser, både objektets och kommunens, som skall larmas till olyckan samt vilka materiella resurser som kan tänkas behövas. I larmplanen beskrivs insatsens organisatoriska behov. Insatsinformationen är det stöd som används på plats vid insatsen som beslutsunderlag och orienteringshjälp. Stödet kan vara en insatsplan, en ritning med information symboliserat, och information i textformat hur insatsen taktiskt skall hanteras, ett insatsstöd. Insatsstödet kan vara utvecklat från en riskinventering där risker och tänkbara scenarier är identifierade. Utifrån denna information kan en insatstaktik beskrivas och användas som stöd vid insatsen.



Figur 2.1 Resultat av insatsplaneringen

Insatsplanen, ritningen, utgör en del av hela insatsplaneringen. En insatsplan är ett fysiskt hjälpmedel för insatspersonal för på plats kunna tillgodose information. Informationen på insatsplanen skall även kunna fungera som ett beslutstöd vid insatsen. En förutsättning är att planerna ska vara lätta att tolka och motiverade i sitt sammanhang för att kunna utgöra det stöd och beslutsunderlag som krävs. Insatsplanen är en förenkling av verkligheten och måste då kunna tolkas rätt för att erhålla korrekt information. Utformningen så som läsbarhet är en viktig faktor för att personalen skall kunna tillgodose sig

informationen. Faktorer som trötthet, stress och olämplig tid på dygnet kan försämra människans förmåga att bearbeta en situation. En insatsplan skall endast innehålla relevant information och inte för mycket olika symboler och tecken vilket istället kan förvilla användaren. Vid utformandet av en insatsplan bör följande tänkas på /3/:

- Läsbarhet: symbolval, storlek, typsnitt och färgval
- Typografi
- Kontrast

Enhetliga planer minskar feltolkningar då räddningstjänstpersonal lätt känner igen insatsplanernas struktur med lika symboler, färger samt förväntad information.

I arbetet med insatsplanering är utbildning och övning en viktig del. Samövningar med objektspersonal ger dels objektkännedom för räddningstjänsten samt att berörd personal både på objektet och räddningstjänsten kan träna tillsammans.

2.4 Underlag för insatsplanering

För att nå målet med att insatsplaneringen skall vara så effektiv som möjligt krävs kunskap om faktorer som kan påverka insatsen. Information om objektet behövs för att räddningspersonal skall kunna hitta till och orientera sig på platsen. En orienteringsritning kan användas som ritningsunderlag vilket visar exempelvis byggnader och vägar. Vidare behövs specifik objektsinformation som automatiska system, lämpliga angreppsvägar, brytpunkter och brandcellsgränser vilket visualiseras i insatsplanen.

Vid större objekt kan ett första steg i insatsplanering vara att kartlägga vilka händelser som kan föranleda en insats. En riskinventering eller -analys kan identifiera dessa risker som inte annars hade upptäckts om kartläggningen enbart byggts på besiktning, brandsyn eller övrig kontroll /9/. Om riskanalysen genomförts grundligt erhålls en bild av vilka tänkbara risker som finns på objektet. Utifrån framtagna risker i riskanalysen kan ett antal tänkbara scenarier utformas och planeras vidare med avseende på uttryckningsstyrka, resurser samt kunskap om speciella risker. Denna information kan presenteras i insatsstödet. Vid en scenariobaserad insatsplanering kan liknande inträffade händelser ge information så som val av släckmedel, riskbild och insatstaktik.

Efter att befintliga risker har identifierats och typbränder skapats kan dimensioneringsberäkningar vara nödvändiga för att ge svar på storlek av personal och materiella resurser samt taktiskt angreppssätt. Vid komplicerade objekt kan en omfattande släckmedelsanalys behöva göras, för att analysera vilket släckmedel som är det mest lämpade för insats.

Vid utformning av insatsplaner och insatsstöd behövs information för beslutsfattande och platsorientering. Tabell 1 nedan visar några faktorer som är relevanta att beakta vid planeringsarbetet./8/

Tabell 1: Parametrar vid insatsplanering

Platser	brytpunkter, uppställningar, avspärningar, uppsamlingsplats,
Omfattning	förstärkning, avlösning,
Brandrisk	släckmedel och -utrustning
Kemikalier	skyddsnivå, första åtgärd
Skaderisk	uppsamlingsplats, sjukvård,
Miljörisker	åtgärder
Övriga organisationer	samverkan, samband
Mediatryck	pressbefäl

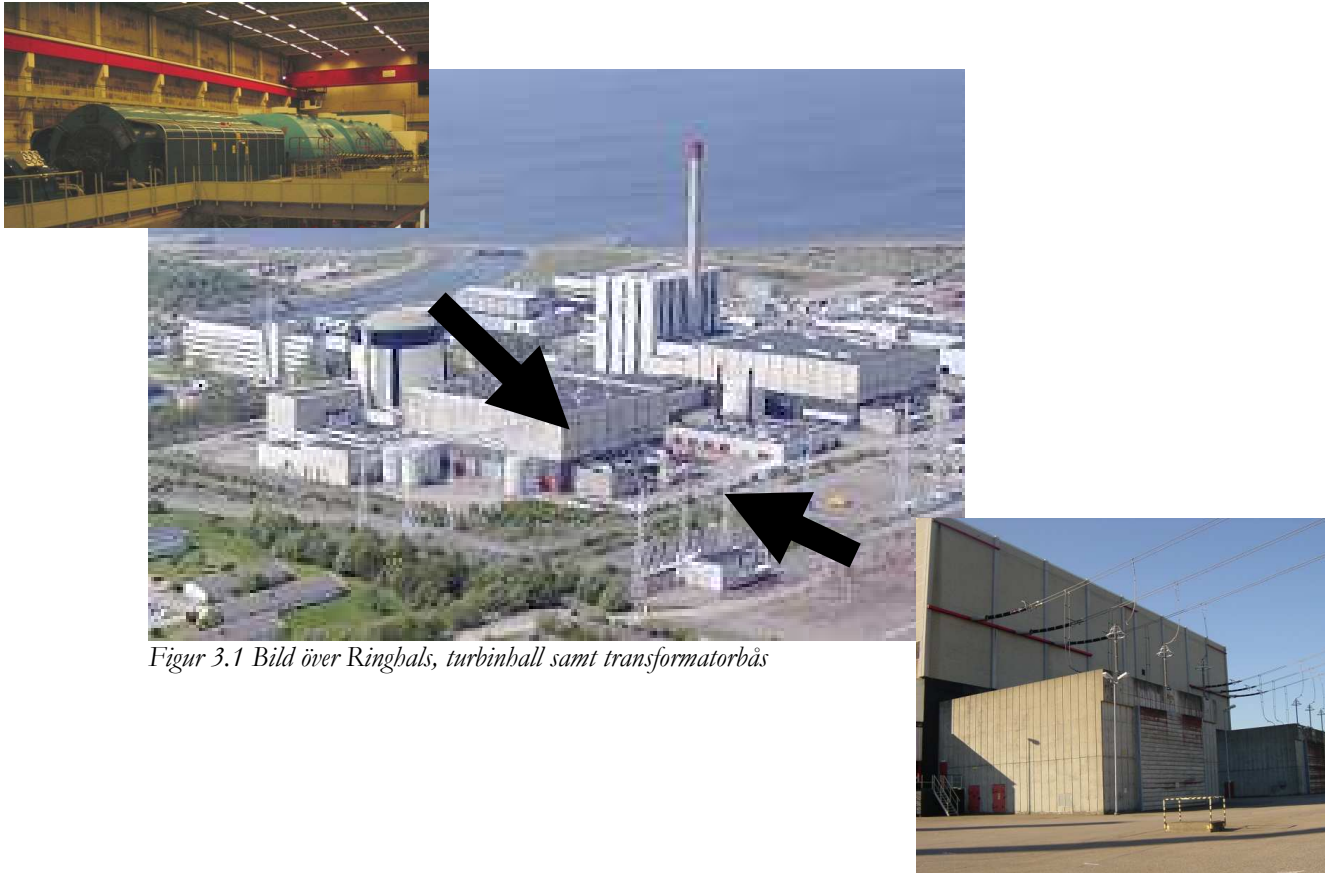
2.5 Specifik insatsplanering på kärnkraftverk

Alla kärnkraftverk i Sverige har en intern räddningstjänst antingen genom kommunal räddningstjänst som är stationerad på kärnkraftverket eller egen brandutbildad personal. Den interna brandstyrkan har god kännedom om kraftverket samt om strålskyddsproblematiken. På kraftverken finns även driftpersonal, vilka styr driften, som är utbildade i brandskydd för att kunna hantera en första insats med handbrandsläckare. Driftpersonalen har hela ansvaret för att säkra driften och att alla brandskyddssystem skall fungera. Det är driftpersonalen som upplyser räddningsledaren om speciella risker som kan föreligga och ger råd om eventuella begränsningar på grund av driftläget /2/.

Ett kärnkraftverk producerar elektricitet genom kärnklyvning vilket innebär att objektet har stora riskkällor t.ex. områden med högspänning och radioaktiva områden. Personalen måste alltid kunna säkerställa driften för att undvika påverkan på reaktorsäkerheten vilket vid en händelse skulle generera en stor risk för tredje man. Räddningstjänsten måste beakta säkerhets- och riskavstånd för att undvika elrisker, vilket kan komplicera en insats. På kärnkraftverket finns områden som är radioaktiva vilket gör att räddningstjänstens tillgänglighet är begränsad på grund av dessa risker.

Räddningstjänstinsatserna kan försvåras av att utrymmena är stora och till viss del otillgängliga på grund av de riskkällor som finns för insatspersonalen. Ett kärnkraftverk innehåller stora mängder elektriska komponenter, långa stråk med kabelstegar, stora transformatorer och turbiner, gasbehållare, batterierum och isolering kring ångledningar vilket kan orsaka komplicerade brandförlopp. Dock bör nämnas att ett kärnkraftsverk innehar stora areor vilket innebär att medelbrandbelastningen per area inte är anmärkningsvärt hög.

Figur 3.1 visar hur en turbin och ett transformatorbås kan se ut på ett kraftverk och var placeringen av dessa komponenter är.



Figur 3.1 Bild över Ringhals, turbinhall samt transformatorbås

3. Intervjuer på räddningstjänster

Utformningen av insatsplaneringen kan se olika ut, likaså är synen på vad som skall insatsplaneras olika beroende på kommun. Detta kan vara ett led i att det inte finns några konkreta krav i lagstiftningen på utformning av insatsplaneringen.

3.1 Bakgrund

År 1999 fanns det enligt Räddningsverket drygt 6000 insatsplaner i landet, enligt bedömningar skulle det krävas ytterligare runt 4000 stycken för att täcka det behovet som då fanns /3/. Alla räddningstjänster i Sverige bedriver någon form av insatsplaneringsarbete. Arbetet och användandet av insatsplaneringen skiljer sig då det inte är konkretiserat i lagen vad som skall insatsplaneras och hur upprättandet skall se ut, utan enbart att det skall finnas en insatsplanering. Intervjun genomfördes för att få en inblick av hur några av Sveriges räddningstjänster använder verktyget insatsplanering.

Sveriges tre kärnkraftverk är placerade inom Oskarshamns Räddningstjänst, Varbergs Räddningstjänst samt Östhammars Räddningstjänst upptagningsområde.

3.2 Genomförande

För att få en bredd i olika typer av räddningstjänster styrdes urvalet av intervjupersoner enligt följande kriterier:

- en mellanstor räddningstjänst
- en räddningstjänst som har koppling till kärnkraftverksamhet
- ett storförbund

Kriterierna ledde till att tre räddningstjänster i landet intervjuades:

Ola Åkesson, *Karlstad Räddningstjänst /11/*

Ingemar Idh, *Oskarshamns Räddningstjänst /12/*

Andreas Johansson, *Storgöteborgs Räddningstjänst /13/*

3.2.1 Intervjufrågor

En telefonintervju genomfördes där kontaktpersonerna på räddningstjänsterna per telefon besvarade följande frågor:

- Vilka typer av objekt har Ni insatsplaner för?
- Finns några kriterier för att objekt skall inneha en insatsplan?
- Hur många objekt har Ni insatsplaner för?

- Vem tar fram insatsplanen, räddningstjänsten eller objektsägaren? På vem ligger ansvaret?
- Är det räddningstjänsten eller objektsägaren som ansvarar för att planerna uppdateras?
- Hur är planerna utformade (ritningar, insatskort, datoriserade, etc)?
- Finns någon struktur för framtagande av insatsplaner?

3.3 Sammanställning av intervjuerna

Det skiljer sig mellan räddningstjänsterna i frågan vilka objekt som skall insatsplaneras. I någon kommun finns det en regel att alla objekt som innehar någon form av automatlarm skall insatsplaneras medan i andra kommuner är det större industrier, samlingslokaler, sjukvårdsinrättningar och anläggningar som är klassade enligt Seveso-lagstiftning som skall ha en upprättad insatsplanering.

I de tillfrågade kommunerna finns mellan 20-100 insatsplaner upprättade. Antalet objekt som innehar en insatsplanering skiljer sig mellan de intervjuade kommunerna, vilket kan bero på olika storlek av räddningstjänstorganisation.

Vid intervjuerna är de tillfrågade kommunerna överens om att ett samarbete mellan räddningstjänst och objekt är önskvärt vid inrättande av insatsplaner, detta för att förstå varandras behov. En av kommunerna har som oskriven regel att det är objektet som står för framtagandet av planen men då i en regelbunden mötesprocess med räddningstjänsten. Räddningstjänsten bestämmer då hur planen skall utformas och vad som skall ingå. En annan kommun överlåter ansvaret helt till objektet som själva får upprätta en insatsplanering och leverera färdiga insatsplaner till räddningstjänsten.

Vid behov av förändringar av planer kan det antingen upptäckas av räddningstjänsten själva, vid en tillsyn eller orienteringsgenomgång av objektet. Om objektet själva upptäcker förändringar skall dessa påpekas till räddningstjänsten så att planerna kan revideras antingen av räddningstjänsten eller objektpersonalen.

Insatsplaner finns vanligen i A3-format på fordonen hos de intervjuade kommunerna. Alla räddningstjänsterna har någon form av insatskort, en mer detaljerat insatsinformation, vid sidan av insatsplanen. Information om objektet, specifika åtgärder och bilder kan finnas med på dessa kort. I en av kommunerna pågår en framtagning en databas fram där all information samlas vilken skall vara tillgänglig digitalt i fordonen.

Vid framtagandet av insatsplaner finns olika tillvägagångssätt, detta beroende på vad som skall insatsplaneras. En av räddningstjänsten har som utgångspunkt riskobjekt och befintliga larmplaner för att utforma en insatsplan. De övriga räddningstjänsterna har inget tydligt tillvägagångssätt för att arbeta fram insatsplaner.

3.4 Egna reflektioner

Det skiljer sig mellan de intervjuade kommunerna i upprättande av en insatsplanering. Eftersom det i lagen inte finns konkretiserat vad och hur insatsplanering skall utformas är det ett faktum att skillnader uppstår. Enhetlighet för insatsplaner finns därmed inte i Sverige, vilket skulle kunna vara en fördel för samarbete över kommungränser. En enhetlig mall för att ta fram insatsplaner skulle även kunna leda till att arbetet med att ta fram planer effektiviseras, då detta är ett tidskrävande arbete. Gemensamma symbolbibliotek och utformning gör att insatspersonal kan orientera sig på insatsplanen oavsett vilken kommun de arbetar i. Då räddningstjänsten överlåter ansvaret av upprättande av insatsplanering till objektet kan utbildning och övning av räddningstjänsten utebli då insatsplanering inte bara inbegriper färdiga insatsplaner utan planering av hela organisationen. Ett samarbete i upprättandet av insatsplanering ökar räddningstjänstens kunskap om objektet samt att ett samarbete av hela organisationen kan övas vid övningar. Det finns även frågetecken i vem som har ansvaret att revidering sker vilket kan leda till att fel version av insatsplanerna används.

Intervjun valdes att genomföras på enbart tre räddningstjänster vilket kan ha påverkat reflektionerna av intervjuerna. Intervjun genomfördes med avsikten att få en inblick i räddningstjänsterna syn på begreppet insatsplanering, inte för att kartlägga hur Sveriges räddningstjänster arbetar med insatsplanering.

4 OECD FIRE Database

Vid komplicerade objekt kan tidigare inträffade händelser ge information om risker, val släckmedel och lämplig insatstaktik. Denna information kan då tillämpas som underlag för att utveckla objektets egna specifika insatsplanering och typbränder vid en scenariobaserad insatsplanering.

4.1 Allmänt om OECD FIRE Database

OECD FIRE är ett projekt som samlar och presenterar branddata från kärnkraftsanläggningar. Brand kan vara en betydande risk för skador på kärnkraftverk vilket analyser, brandriskanalyser och probabilistiska säkerhetsanalyser visat. Bakgrunden till att projektet initierades var brist på statistiskt väl underbyggd data för att göra realistiska brandscenarier /5/.

Projektet bedrivs av Organization for Economic Co-operation and Development, OECD, och Nuclear Energy Agency, NEA. OECD är en internationell organisation med 30 medlemsländer som samlar in jämförbar statistik samt ekonomisk och social information. OECD övervakar även trender, analyser och prognoser inom bland annat ekonomisk utveckling och sociala förändringar. NEA är ett organ inom OECD /14/. Totalt är elva länder formellt anslutna i OECD Fire-projektet, dessa är; USA, Frankrike Tyskland, Tjeckien, Spanien, Finland, Schweiz, Japan, Kanada, Nederländerna och Sverige /15/.

Databas version 1 består av information från 140 bränder i nationella och internationella kärnkraftverk som inträffat till och med 2005. Eftersom viss sekretess råder har bara ett fåtal personer tillgång till databasen samt att händelserna, som är samlade på en CD-skiva, har kodade namn för att inte en speciell händelse skall kunna kopplas till ett kärnkraftsverk.

4.1.1 Urvalskriterier

För att beskriva vilka typer av bränder som skall ingå i databasen finns några kriterier angivna, dessa är /15/:

- Alla bränder med en öppen flamma, manuell brandsläckning eller automatiska släcksystem skall inkluderas om möjligt
- Självlocknande bränder om de orsakat signifikant skada. *Om den självlocknande branden bara berörde en komponent exkluderas den i databasen.*
- Explosioner som inte resulterat i en öppen flamma är exkluderade.

Trots angivna urvalskriterierna när det gäller vilka händelser som skall rapporteras vidare till OECD FIRE skiljer rapporteringen av bränder länderna emellan. Några länder rapporterar in alla inträffade händelser medan vissa länder har en egen urvalsprocess av vilka händelser som skall redovisas i databasen. Detta gör att en frekvensanalys över inträffande händelse inte helt tolkar verkligheten.

4.2 Uppbyggnad och struktur

Databasens struktur består av en berättande del och en kodad del bestående av fält med förutbestämda alternativ. Huvuddelen av informationen finns beskriven i den berättande delen och den kodade delen används för att härleda och förtydliga informationen. Den kodade delen ger möjlighet att söka och identifiera specifika händelser av intresse i databasen för vidare fördjupning.

Databasen redovisar information i följande sex huvudrubriker /15/:

- Generell data om branden

En händelsebeskrivning som beskriver händelsen samt relevant information om rådande omständigheter. Den berättande informationen finns även strukturerade i kronologisk ordning, en händelsesekvens, för att läsaren skall förstå händelsen med ett tidsperspektiv.

- Beskrivning av antändningsfasen

Genom koder beskrivs de initiala orsaker till brandens uppkomst och information om brandens placering, typ av detektering, brandbelastning och antändningsmekanism.

- Beskrivning av släckningsarbetet

Släckningsfasen beskrivs genom koder hur arbetet, efter att brandlarmet startat, utförts så som släckningsutrustning och vem som släckte.

- Beskrivning av brandens konsekvenser

Branden och rökens påverkan på kärnkraftverket och dess system beskrivs med hjälp av koder. Sekundära effekter och möjliga förbättrande åtgärder är inkluderade i denna information.

- Referenser

Vilka referenser som finns att tillgå där läsaren kan få mer information om specifik händelse

4.2.1 Berättande del

I den berättande delen finns möjlighet för kärnkraftverket att beskriva händelsen med text inom följande kategorier:

- *Händelsebeskrivning*: Kort beskrivning eller händelsens titel, detaljerad beskrivning av händelsen samt relevant information om omständigheterna.
- *Sekvensbeskrivning*: Strukturerad information om händelsen, listad i ett tidperspektiv.
- *Händelseolkning*: Ytterligare tolkning och förklaringar, vid behov.
- *Kommentar om antändningsfas*: Fler detaljer och kommentarer om brandens antändning.
- *Kommentar om släckningsarbetet*: Fler detaljer och kommentarer om släckningsarbetet.
- *Kommentarer om konsekvenser*: Kommentarer och beskrivning av vilka konsekvenser som uppstod i samband med brandtillbudet.

4.2.2 Kodade fält

De kodadefälten har ett antal valalternativ i en lista och är listade följande:

- *Antändningsfas*: Beskriver den initiala orsaken till antändning, brandens startbyggnad, typ av detektion, brandbelastning och antändningsmekanism.
- *Släckningsarbetet*: Beskriver händelser efter brandlarmet aktiverats, släckteknik (aktivt system/manuell insats), släckmedel samt vem som utförde släckarbetet.
- *Konsekvenser*: Värme- och rökpåverkan på kraftverkets funktion och system, sekundära effekter.
- *Referenser*: Referenser som finns att tillgå.

4.3 Analys av databas

En analys av databasen genomfördes för att erhålla information om vilka bränder som kan förekomma på ett kärnkraftverk. Information och erfarenheter från de inträffade händelserna kan vidare användas för att undersöka behov och risker av bränder på kärnkraftverk.

4.3.1 Genomförande

Databasen analyserades utifrån ett antal frågeställningar för att besvara innebörden av hela begreppet insatsplanering. Då insatsplanering omfattar att planera hela organisationen valdes frågeställningar som dels berör information om bränder och dess släckningstaktik men även frågor av sådan karaktär att planering av utbildnings- och övningsverksamhet kan utformas. Följande frågeställningar låg till grund för databasanalysen:

- Vilken brand är den mest förekommande?
- Vilken byggnad som startplats för brand är den mest förekommande?
- Vilket släckmedel används mest frekvent?
- Vilket släckmedel per brand är det vanligaste?
- Vilken är den mest frekventa utfärdaren av släckningsarbetet?

Databasen studerades med hjälp av en kvantitativ analys där ett antal parametrar valdes ut för att besvara frågeställningen. En analysmetodik finns i bilaga A.

4.3.2 Begränsningar

Databasen hanterar information från 140 händelser från elva olika länder. Då rapporteringsnivån till OECD FIRE Database skiljer mellan medlemsländerna kan resultat av en kvantitativ analys påverkas och inte helt skildra verkligheten.

4.3.3 Resultat

Resultatet av databasanalysen av inträffade bränder på kärnkraftverk, vilket studerats i OECD FIRE Database, finns visualiserat i diagram, se bilaga B. Nedan visas en sammanfattning av slutsatserna.

- Vanligaste bygganden där drygt 25 % av alla bränder startar är turbinbyggnaden, detta till skillnad från reaktorbyggnaden som har lägst frekvens i antal bränder.
- Fel i elektriska komponenter är vanligaste orsaken till brand följt av bränder i transformatorer.
- En fjärdedel av alla inrapporterade händelser går inte att klassificera i någon av de tio typbränder utan hamnar i kategorin övrigt.
- Vanligaste släckmedlet är vatten som använts vid en tredjedel av alla insatser.
- Lokala brandstyrkan har släckt flest bränder.
- Personer i området och skiftpersonal står för cirka 20 % av släckningsarbetet vid samtliga insatser utan hjälp från brandstyrkan.
- Extern brandstyrka medverkade vid mindre än 10 % av alla insatser.
- Analysen visar att det generellt inte finns någon dominans av något släckmedel vid specifik typbrand. Pulver är dock det släckmedel som använts övervägande i vätgasbrand, kabelbrand, brand i isolering samt heta komponenter.
- Vid släckning av elskåps- och batteribränder är gasformigt släckmedel det dominerande.
- Skum används bara vid turbin-/generatorbränder, transformatorbränder, oljebränder och brand i kabel.
- En tredjedel av alla bränder i batteri och isolering kräver två eller fler insatser för att bli helt släckt.

Eftersom ingen generell dominans av släckmedlens användningsområde i förhållande till typbrand kunde erhållas från databasanalysen, har en släckmedelsanalys av de fyra vanligaste släckmedlen utförts. Denna analys syftar till att ge en fördjupad information om pulver, vatten, skum och gasformiga släckmedel och dess användningsområden. Se bilaga C för denna analys.

5. Illustrationsexempel

Följande illustrationsexempel är upprättat för att illustrera hur underlagsinformationen som framtagits i denna rapport kan används vid utformning av en insatsplanering. Exempels syfte är inte att göra en komplett insatsplanering för ett kärnkraftverk utan att exemplifiera en typbrand i en scenariobaserad insatsplanering.

Ringhals Kärnkraftverk har valt som illustrationsexempel.

5.1 Allmänt om Ringhals

Ringhals Kärnkraftverk är en stor industri med flera komplicerade risker och stora byggnader. Förutom personsäkerhet, egendom och miljö är reaktorsäkerhet en viktig aspekt att beakta vid insatsplanerandet.

Ringhals kärnkraftverk är beläget på västkusten, sex mil söder om Göteborg. Kärnkraftverk har av fyra reaktorer, varav en är kokvattenreaktor, R1, och de övriga tre är tryckvattenreaktorer, R2-R4. Ringhals producerar en femtedel av all el som används i Sverige vilket gör det till Nordens största elfabrik /16/.

Ringhals har sedan år 1997 en vätgasfabrik, där vätgas produceras för användning på flertalet platser inom anläggningen. Största mängden vätgas går åt till reducering av syre i reaktorns primärvatten samt kylning av generatorer på kokarvattenreaktorn. Utanför vätgasfabriken finns tre högtryckstankar för lagring av vätgas, vilka är avsedda att användas som bufferttankar /17/.

5.1.1 Räddningstjänst på Ringhals

Ringhals har egen räddningstjänst på anläggningen. Brandstyrkan består av en förman som också har strålskyddskompetens samt fyra brandmän. De fyra brandmännen arbetar normalt som väktare på kärnkraftverket men som vid brandlarm lämnar denna uppgift och rycker ut, förmannen arbetar heltid som förman under sitt skift. Brandmännens kompetensnivå är lägst deltidsbrandman och förmannen är utbildade lägst brandförman. I beredskapen finns även en vakthavande ingenjör, VHI, som har ansvaret att säkerställa driften vid en incident. I beredskap finns även Ringhals brandingenjör, RBI /18/.

Vid brandlarm på Ringhals larmas brandstyrkan av bevakningscentralen som får in larmet. Utryckningstiden varierar men styrkan är relativt snabbt på plats då avstånden inte är stora. Vid behov larmas Varbergs Räddningstjänst ut med brandingenjör i beredskap. Insatspersonalen arbetar likt en traditionell räddningstjänst, dock finns vissa skillnader med avseende på strålningsrisken. Vid larm på aktiv sida, områden som är radioaktiva, används utrustning för att mäta strålningsnivån. Brandstyrkan är därför utrustad med dosimetrar och annan utrustning som behövs för att mäta joniserande strålning och genomföra en insats i ett aktivt område /18/.

5.2 Insatsplanering

Informationen till detta illustrationsexempel grundas på slutsatserna som påvisades i analysen av OECD FIRE Database. En specifik riskidentifiering av kärnkraftverket utförs inte i detta exempel då det är ett omfattande arbete, vilket annars hade varit ett naturligt steg vid upprättandet av en insatsplanering. Illustrationsexemplet koncentreras på att visa den fysiska insatsinformationen såsom insatsplan och insatsstöd. En organisatorisk insatsplanering, larmplan, visas därmed inte i detta exempel.

5.2.1 Insatsplan

Insatsplanen bygger på en orienteringsritning där byggnader är visualiserade. Då Rindhals är stort behövs en *översiktskarta* över hela området.

Informationen presenteras på insatsplanen med hjälp av symboler, där ett symbolbibliotek som i samarbete med räddningstjänsten bör tas fram. Risker kan med fördel också presenteras med symboler. För mycket information kan innebära att användaren inte kan tillgodogöra sig det väsentliga, därför är det viktigt att väl avväga vilken information som skall visualiseras på insatsplanen. God läsbarhet förbättrar möjligheterna för användaren att effektivisera tolkning av informationen samt att missförstånd på grund av dålig läsbarhet kan undvikas.

5.2.2 Insatsstöd

Insatsstödet är ett underlag i textformat som kan användas dels vid insatsskedet men även som ett utbildningsmaterial för intern personal och kommunal räddningstjänst. Insatsstödet syftar till att ge koncist och konkret information i textformat som ett komplement till insatsplanen vid en insats.

Information från databasanalysen kan användas för att realisera de vanligaste typbränder som kan förekomma på ett kärnkraftverk. Databasanalysen ger svar på vilka bränder som frekvent förekommer och vilken byggnad flest bränder förekommer i. Med hjälp av denna information kan ett visst antal typbränder specificeras närmre med avseende på insatsmetodik och risker. I databasanalysen redovisas även vilka släckmedel som använts till respektive brand. För att undersöka släckmedlen och dess användningsområden fördjupades rapporten med en litterär släckmedelsanalys av de fyra vanligaste släckmedlen, se bilaga C. Informationen från databasen och släckmedelsanalysen har använts för att visualisera en typbrand.

Vid utformning av insatsstöd är utgångspunkten i detta illustrationsexempel typbränder, vilket innebär att ett scenariobaserad insatsstöd illustreras.

Utformning av insatsstödet bör innehålla:

- Beskrivning av typbranden
- Brandbelastning
- Släckmedel - och taktik
- Risker som kan finnas i samband med typbranden
- Personskyddsutrustning
- Riskzoner
- Övrig information

Exempel på hur utformning av en insatsstödmall kan se ut har arbetats fram av författaren och finns illustrerat i bilaga D.

5.3.2.1 Utformning av insatsstöd för transformatorbrand

Transformatorbrand har visats sig enligt analysen av OECD vara den näst frekventa branden på kärnkraftverk. I begreppet elkomponenter som var den vanligast förekomna typbranden finns ett otal kombinationer av olika elkomponenter. Elkomponenter kan därför behöva delas upp i flera olika typbränder för att på bästa sätt utforma ett användbart insatsstöd. Ett scenariobaserad insatsstöd valdes därför att illustreras på en transformatorbrand se bilaga E.

Insatsstödet bygger på insatsstödmallen som presenteras i bilaga D.

Brandbelastning: Antal kubikmeter olja ger ett mått hur stor brand som kan förekomma. På Ringhals innehåller den största transformatorn cirka 50 m³ transformatorolja (se information i A.3.1.).

Risker: En transformatorbrand genererar hög värmestrålning och kan bidra till brandgas- och brandspridning till intilliggande byggnader (se information i A.3.1).

Personskydd: Branddräkt och tryckluftsapparat är lämplig skyddsutrustning för insatspersonal enligt AFS 2007:7 krav på skyddsutrustning vid rökdykning /20/. Kemdräkt anses inte behövas då enbart olja förekommer i en transformator-brand.

Riskzon: Då en transformator innehar högspänningskomponenter, >400kV, bör riskavstånd 4 m från spänningsförande komponent till person tillämpas/2/.

Släckmedel/Släcktaktik: Analysen av OECD visar att vatten och vattendimma var vanligast förekommande släckmedel vid en transformatorbrand, se bilaga B. Vatten är lämpligt att använda för att kyla transformatorn samt skydda intilliggande byggnader och komponenter genom kylning av dessa. I släckmedelsanalysen, se bilaga C, nämns skum som ett lämpligt släckmedel vid vätskebränder samt då en rökdykarinsats anses olämplig. På Ringhals är

transformatorerna belägna i bås utan tak utanför turbinbyggnaden, se figur 3.1, vilket kan komplicera tillgängligheten för räddningstjänsten. Skum kan därför vara lämpligt att applicera på transformatorbranden med höjdfordon. En släckteknik kan vara att fylla transformatorbåset med lättskum om väderförhållanden är sådana att detta är möjligt. En analys av lämplig inblandning samt påföringshastighet görs inte i detta exempel.

Speciella risker: Då en transformator innehar högspänningskomponenter, > 400kV, bör ett säkerhetsavstånd tillämpas vid släckning med vatten: med dimstråle: 3m
300 min/1 slutna stråle: 14 m /2/

Övrig information: Miljörisker såsom att släckvatten tillsammans med olja kan behöva omhändertagas.

Beskrivning av typbranden: Se kap A.3.1. I beskrivningen är det lämpligt att hänvisa till fler källor där ytterligare information kan hämtas.

5.3.3 Utbildnings- och övningsverksamhet

Databasanalysen kan även användas för att undersöka utbildningsbehovet av den personal som berörs. Analysen åskådliggör vilken personal som har deltagit i släckningsarbetet, informationen kan användas för att planera utbildning - och övningsverksamhet för berörd personal.

Enligt analysen av databasen påvisades det att personer i området och skiftpersonal utförde släckningsarbete i 20 % av samtliga bränder. En viktig aspekt är därmed att utbilda all personal som kan tänkas medverka vid en brand.

6. Diskussion

Insatsplanering är ett brett begrepp som innehåller flera delar. Enklare objekt kräver inte samma förberedelsearbete inför en insats som en insats på ett kärnkraftsverk ställer. Att enbart producera insatsplaner för klara av en insats på ett kärnkraftverk räcker troligen inte utan en hel insatsplanering skall genomföras för att effektivera och säkra insatsen. Om organisationen planeras och utbildas med avseende på larmplaner, materiella resurser, personalutbildningar, insatsinformation och en realistisk övningsverksamhet ökas chanserna att insatsen blir så effektiv och säker som möjligt vilket alltid eftersträvas hos både objektsägaren men även räddningstjänsten. Genomförandet av insatsplaneringen är tidskrävande och därmed kostsamt men vinningen kan vara stor då hela den berörda organisationen vet sina roller och en materialberedskap finns att tillgå även om denna kan bli kostnadskrävande att hålla upprättad.

En intervju valdes att genomföras på tre av landets räddningstjänster, detta urval kan ha påverkat slutsatserna av intervjuerna. Syftet med intervjuerna var att få en inblick i hur räddningstjänster idag arbetar med insatsplanering, inte för att kartlägga hur insatsplaneringsarbetet bedrivs i Sveriges kommuner. Intervjuerna visade på att skiljaktigheter i kommunernas syn på begreppet insatsplanering och vad som skall insatsplaneras finns. Den lag som idag finns säger att "Räddningstjänsten skall planeras och organiseras så att räddningsinsatserna kan påbörjas inom godtagbar tid och genomföras på ett effektivt sätt" vilket kan tolkas som att en insatsplanering skall genomföras. Då det inte är konkretiserad vad som skall insatsplaneras eller hur man skall planera och organisera räddningstjänsten är det självklart att skillnader i hur kommunerna väljer att tolka denna lagtext. Kanske hade nationella riktlinjer kunnat effektivisera arbetet med att genomföra en insatsplanering samt att gemensamma symbolbibliotek och utformning av insatsplaner upprättats. Om insatsinformationen är uppbyggd på samma sätt känner användaren igen sig samt vet vilken information han/hon kan förvänta finna på underlaget, detta som i sin tur ger mindre frihet för egna tolkningar och därmed att missförstånd lättare undviks. Mängden information och hur denna illustreras på en insatsplan har stor betydelse för hur information tolkas. En insatsplan med många symboler, olika färger och teckensnitt kan bli en otydlig informationskälla vid ett insatsskede då sämre förutsättningar såsom stress- och trötthetspåverkan, väder och sämre ljuskällor kan råda. Det är lätt att insatsinformation, insatsplaner och insatsstöd, bara blir en skrivbordsprodukt. Om underlaget används vid övning och utbildningar kan chansen till misstolkningar minskas samt att personalen känner sig bekanta med objektet och dess förutsättningar.

Att skapa en insatsplanering på ett så stort och komplicerat objekt som ett kärnkraftverk är, krävs mer resurser än vad detta projektarbete hade möjlighet till. Kärnkraftverket har en komplicerad riskbild och säkerställandet av reaktorsäkerheten är en viktig aspekt vid upprättandet av en hel insatsplanering. I projektarbetet illustreras delar av hur insatsplaneringen kan utföras på ett kärnkraftverk. Illustrationsexemplet begränsades till att visa hur en fysisk insatsinformation kan se ut eftersom denna del kan vara mer tillämpbar på flera olika objekt. En larmplan skildrar den berörda organisationen och blir därför mindre tillämpbar på andra objekt och valdes på grund av detta att inte illustreras i exemplet.

Som underlagsmaterial för att producera ett insatsstöd valdes OECD FIRE Database för att undersöka inträffade bränder. Informationen i databasen ger vägledningen av vilka problemområden och risker som kan finnas på ett kärnkraftverk, dock kan en kvantitativ analys av databasen ge felaktiga skildringar eftersom medlemsländerna har olika rapporteringskriterier för vad som skall inrapporteras. En ännu tydligare och enhetlig rapporteringsmall hade troligt underlättat detta problem.

Databasen finns idag på en CD-skiva vilket innebär att användaren inte kan ta del av de senaste händelserna utan enbart då en uppdatering av skivan görs. En webbaserad databas hade kunnat öka tillgängligheten och fler användare hade kunnat ta del av informationen. Ett problem med att öka tillgängligheten är den sekretessproblematik som råder. En eventuell webbaserad databas bör därför vara tillförlitlig så att sekretesskraven kan upprätthållas.

7. Slutsats

Insatsplanering är ett begrepp som innebär planering av en händelse, insats. Insatsplaneringen syftar till att planera insatsen både organisatoriskt och taktisk för att rädda/skydda liv, egendom och miljö. Insatsplaneringen är ett arbete som berör både objekts- och räddningstjänstpersonal. Planeringsarbetet skall genomföras med målsättningen att förbereda en insats så att den påbörjas så snabbt som möjligt samt genomföras på effektiv och bra sätt. För att räddningstjänsten på bästa och effektivaste sätt kunna göra en bra insats behövs ett väl utarbetat underlag. Detta underlag kan vara ritningar över objektet, ett insatsstöd som beskriver objektet och speciella risker. Utbildnings- och övningsverksamhet är en del i insatsplanering som är viktig för att personalen skall vara bekant med underlaget och få objektskänedom. Om personal har kunskap om objektet och vet hur insatsen skall hanteras kan en säkrare och snabbare insats genomföras.

Utformningen av insatsplaneringen och vad som skall insatsplaneras skiljer sig mellan kommunerna vilket kan vara ett led i att det idag inte finns några riktlinjer i lagkravet om hur insatsplaneringen skall vara utformad. Ett tydligt krav vad som skall insatsplanera och hur arbetet med insatsplanering skall se ut hade troligt underlättat arbetet mellan kommungränser. Det underlättar i sin tur för insatspersonalen som är bekanta med symboler, upplägg och metod av insatsinformationen oberoende vilken kommun de jobbar i. En förutsättning för en lyckad insats på ett objekt är att räddningstjänst och objektspersonal har samma mål och upplägg med insatsplaneringen, detta för att undvika att eventuella missförstånd.

När insatsinformation upprättas är det viktigt att tänka igenom vad som verkligen behövs. För mycket information på en insatsplan/insatslayout kan istället innebära en ökad risk för feltolkning samt att läsbarheten minskar och viktig information då missas. En insatsplan skall kunna användas i en stressituation och ute på plats där det inte är samma förutsättningar med ljus och ergonomi som vid ett skrivbord. Läsbarheten är en viktig faktor för att insatsplanen skall kunna användas ute på fältet. Om underlaget används vid övning kan igenkänning öka effektiviteten vid beslutsfattandet

Vid upprättande av en insatsplanering på ett kärnkraftverk kan inträffade bränder ge information som kan användas som underlag. OECD FIRE Database är en internationell databas som redovisar 140 inträffade bränder. Användandet av OECD FIRE Database som underlag för insatsplanering kan ge information om olika händelser, val av släckmedel, vem som utförde släckningsarbete samt i vilken komponent branden initierades. För att undersöka dessa parametrar skapades en analysmetodik. Slutsatserna av analysen användes för att illustrera en del av insatsplanering på ett kärnkraftverk. Då ett kärnkraftverk har en komplex riskbild kan ett ytterligare ett informationsstöd behövas förutom en insatsplan vid en insats. Vid ett så

kallat scenariobaserad insatsstöd väljs ett antal typbränder ut och analyseras sedan med avseende på insatstaktik och risker. För att utveckla detta insatsstöd kan dimensioneringsberäkningar och riskanalyser behöva genomföras. Resultatet av insatsstödet består av ett informationsblad där typbranden och dess insatstaktik beskrivs i text.

8. Källförteckning

- /1/ <http://www.eskonsult.se/2002042/>, hämtad 2008-07-20
- /2/ Magnusson T, Ottosson J, Lindskog B, Söderquist Bende E, Eriksson F, Haffing S; *Bränder i driftrum*, SKI Rapport 2006:29, Stockholm, 2006
- /3/ Lennmalm B; *Räddningstjänstens insatsplaner*, BRANDFORSK projekt nr 419-935, 2001
- /4/ Lag (2003:778) om skydd mot olyckor
- /5/ Roewekamp M et al; *Focus on safety: The FIRE Project*, NEA News – No. 23.2, 2005
- /6/ http://www.raddningsverket.se/upload/r%C3%A4ddningstj%C3%A4nst/samordning/rapport_termer_begrepp.pdf, hämtad 2008-04-28
- /7/ Svensson S, Cedergårdh E, Mårtensson O, Winnberg T; *Taktik, ledning, ledarskap*, Karlstad, Statens räddningsverket, 2005
- /8/ Jönsson, J, Löfving, P; *Insatsplanering för räddningstjänsten som ett led i det totala säkerhetsarbetet*, Rapport 5085, Brandteknik, Lunds Universitet, Lund, 2001
- /9/ Ottosson, J-O, *Risikanalyser och insatsplanering - Mandamus Premier AB i Helsingborg*, Rapport 5046, Brandteknik, Lunds Universitet, Lund, 1999
- /10/ Eriksson H; *Insatsplanering - kem: en hjälp till räddningstjänstens planering inför stora kemikalieolyckor*, Räddningsverket, Karlstad, 1999
- /11/ Telefonintervju med Ola Åkesson, Karlstads Räddningstjänst, 2008-04-02
- /12/ Telefonintervju med Ingemar Idh, Oskarshamns Räddningstjänst, 2008-04-02
- /13/ Telefonintervju med Andreas Johansson, Storgöteborgs Räddningstjänst, 2008-04-02
- /14/ http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_36734052_36734103_1_1_1_1_1,00.html, hämtad 2008-07-20
- /15/ OECD Fire International data exchange; *OECD-FIRE Project: 3 Years of Operation (2002-2005)* Version 1, 2005
- /16/ www.vattefall.se/ringhals, hämtad 2008-04-26
- /17/ Deimer A, *Risikanalyser av vätgas- och vätgasfabriken vid Ringhals*, Rapport 5040, Brandteknik, Lunds universitet, Lund, 2000
- /18/ Telefonintervju med Bertil Lindskog, Ringhals, 2007-11-26

- /19/ Leveau E; *Analys – Förslag till brandskydd av Tankrum i dieselbyggnad R1 och R2*, Ringhals, 2004
- /20/ Arbetsmiljöverket; *Rök- och kemdykning*, AFS 2007:7, Solna, 2007
- /21/ Magnusson T; *Erfarenheter från forskningsprojektet SEBK/ brand i oljefyllda elkomponenter t.ex. transformatorer, Norge samt fortsatt utveckling*, Ringhals, 2005
- /21/ Patti E; *Brandteknisk utredning för val av släcksystem, Ringhals 2-4*, Ringhals, 2003
- /22/ Deimer A, Ottosson J-O; *Risکانالys av bränder och kemikalientsläpp inom Ringhals med hänsyn till miljö och släckeresurs*, Vattenfall, 1998
- /23/ Jönsson V; *Brandförsvar i värmekraftanläggningar, undersökning av oljors antändlighet mot het yta*, Vattenfall, 1976
- /24/ Draka Kabel, *Kablar vid brand och rök*, Ringhals, 2002
- /25/ Keski-Rahkonen O, Mangs J; *Full scale experiments on electronic cabinet II*, VTT, 1996
- /26/ Larsson I; *Fire test of battery cells*, Fire Technology, 2002
- /27/ Cederfeldt O, Svensson H; *Risکانالys av Turbinballar, en studie av Ringhals block 3 gällande oljebränder*, Rapport 5178, *Brandteknik*, Lunds Universitet, Lund, 2005
- /28/ Svenska Vattenfall; *Brandförsvar i värmekraftanläggningar, undersökning av oljors självantändning i isoleringsmaterial för ångledning och beta turbindelar*, Vattenfall, 1976
- /29/ Fischer S, Forsén R, Hertzberg O, Jacobsson A, Koch B, Runn P, Thaning L, Winter S; *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, metoder för bedömning av risker, 3:e reviderad upplaga*, Umeå, Tumba, Försvarets forskningsanstalt avledningen för NBC-skydd avdelning för vapen och skydd, 1998
- /30/ Hultqvist S, Persson G; *Släckmedel och Släckverkan*, Stockholm, Svenska brandförsvarsföreningen, 1969
- /31/ Svenska brandskyddsföreningen; *Handbrandsläckare*, Stockholm, Svenska brandskyddsföreningen, 2004
- /32/ Särdaqvist S; *Vatten och andra släckmedel*, Karlstad, Statens räddningsverk, 2002
- /33/ Holmstedt G; *Kompendium i Släckmedel och släckverkan*, Brandteknik, Lund, 1998
- /34/ SBF:s rekommendationer; *Brand i elanläggning*, Stockholm, Svenska brandförsvarsföreningen, 1987

BILAGOR

Bilaga A Analyismetodik av databas

Databasen har analyserats med följande analyismetodik. Resultat av analysen finns i bilaga B.

A.1 Vald analyismetodik

För att studera databasen OECD FIRE Database har en kvantitativ analys valts. Ett antal parametrar i databasen har valts för att besvara frågeställningen. Parametrarnas frekvens studeras och en jämförelse mellan olika parametrar utförs. Parametrarna i databasen är kodade fält med en lista innehållande valbara alternativ. Alternativen har kategoriserats för att passa given frågeställning.

Till varje brandhändelse i databasen redovisas resultaten av informationen, i valda parametrar, i ett excelark där varje brandhändelse har varsin rad med sin information (se bilaga B.A). På så sätt kan en kvantitativ jämförelse av parametrarna utföras för att besvara frågeställningen. Resultatet presenteras i diagram. Val av parametrar beskrivs i kapitel A.2.

A.1.1 Begränsningar

Databasen hanterar information från 140 händelser från elva olika länder. Då urvalskriterierna skiljer mellan medlemsländerna vad som skall rapporteras i OECD FIRE Database kan resultat av en kvantitativ analys påverkas och inte helt skildra verkligheten.

A.2 Bakgrund till val av parametrar

Bakgrunden till val av parametrar är för att besvara analysens frågeställning:

- Vilka typbränder är frekventa på kärnkraftverk?
- Vilken byggnad på ett kärnkraftverk startar flest bränder?
- Vilken släcktaktik användes vid insats på kärnkraftverk?

Frågeställningen besvaras genom att redovisa frekvens samt att göra kvantitativa jämförelser. Dessa är:

- Frekvens byggnad där branden startar
- Frekvens typbrand
- Frekvens val av släckmetod
- Frekvens val av släckmedel
- Frekvens utfärdare av släckmedel
- Val av släckmedel till respektive typbrand.
- Vilka typbränder krävde två eller fler insatser?
- Vilka släckmedel krävde två eller fler insatser ?

A.3 Kategorisering av typbränder

I databasen finns ett kodat fält ”*komponent där branden startat*”. En kategorisering av dessa 25 valbara alternativ har resulterat i elva olika typbränder varav en kategori är övrigt.

A.3.1 Brand i transformator

Innefattar brand i hög-, medium- och lågspänningstransformator.

En transformator kan innehålla stora mängder olja, huvudtransformatorn på Ringhals rymmer cirka 50 m³ /20/. Brand i en transformator kan initieras av en ljusbåge, vilket är en kraftig elektrisk urladdning som kan starta en gasutveckling, genom en fraktionering av oljan. Oljan kan då delas upp i vätgas och acetylen. En antändning av gasen kan innebära att transformatorhöljet brister genom stora tryckgradienter. Oljan antänds och börjar brinna, en poolbrand uppstår om oljan rinner ut och lägger sig på marken i transformatorbåset. En brand kan även uppstå inuti transformatorn och utanpå dess ytor /21/. En transformatorbrand genererar hög värmestrålning som kan bidra till brandgas- och brandspridning till intilliggande byggnader

A.3.2 Brand i turbin/generator

Innefattar brand i turbin och turbingenerator.

En turbin på ett kärnkraftverk har flera oljesystem, ett lageroljesystem som smörjer/kyler turbinlager, ett lyftoljesystem vilket lyfter turbinaxeln vid start, kraftoljesystem som stänger/öppnar ventiler samt ett regleroljesystem som styr ventilerna. Vid ett turbinhaveri kan ett läckage uppstå på ett eller flera av dessa system och följden blir då en oljebrand. Tryck, flöde och mängd olja är beroende på vilket system som havererar vilket påverkar typ och omfattning av oljebrand /22/.

A.3.3 Brand i elektriska komponenter

Innefattar bränder i alla elektriska komponenter exkluderat elskåp- och kabelbränder.

På ett kärnkraftverk finns otaliga mängder elektriska komponenter. Brandbelastningen varierar från kretskort, kondensatorer till spolar och omvandlare vilket också varierar brandförlopp- och utveckling /23/.

A.3.4 Heta komponenter

Brand som är orsakat av heta komponenter.

En het yta kan vara en antändningskälla för exempelvis en oljebrand då finfördelad olja sprutas på varma komponenter. Heta ytor kan även antända andra material /24/.

A.3.5. Kabelbrand

Brand i kabel.

Brandförloppet i en kabel påverkas av hur kabeln är förlagd. En horisontell förläggning har lägre tillväxthastighet än en vertikal förläggning. Beroende på vad det är för kabel som brinner påverkas brandförloppet. PVC-kabel är vanligt förekommande kabeltyp men byts allteftersom ut mot halogenfria kablar. När en PVC-kabel brinner bildas en tjock ogenomtränglig svart rök som innehåller giftiga och frätande ämnen som klorgas. Denna klorgas tillsammans med exempelvis släckvatten bildar saltsyra vilket kan vara skadligt för komponenter och maskiner. Halogenfria kablar avger istället en tunn ljus och genomsynlig rök vilket gör att utrymning lättare kan ske samt att man slipper problematiken med giftig gas och saltsyra /25/.

A.3.6 Elskåp

Brand i hög- och lågspänningselskåp.

Elskåp består vanligtvis av metallskåp innehållande elektriska komponenter, kretskort och kablar i varierad mängd. En elskåpsbrand kan initieras av en kortslutning /26/.

A.3.7 Batteribrand

Brand i batteri och batterirum

Batteriernas brandbelastning är främst plasthöljet och dess egenskaper vid brand kan likna polystyrens. Batterier förbrukar vatten beroende på att vattenmolekylerna spjälkas sönder till syrgas- och vätemolekyler, denna gasutveckling är vanligtvis försumbar men vid fulladdning och dålig ventilation kan en vätgaskoncentration i ett batterirum vara en risk för vätgasexplosion /27/.

A.3.8 Brand i isolering

Brand i isolering

Isolering kring ångrör består ofta av ett organiskt material till exempel mineralull. När mineralolja finfördelas i ett organiskt material uppstår i närvaro av luftens syre en oxidationsprocess som är exoterm. Värmet som utvecklas från denna process kan leda till en lokal uppvärmning och i sin tur till självantändning om syretillförseln är god. Denna process kallas autoxidation. Bränder i isolering resulterar ofta i en glödbrand /28, 29/.

A.3.9 Vätgasbrand

Vätgasbrand exkluderat vätgasexplosion orsakat av fraktion med efterföljande konsekvenser så som transformatorbaveri (då angett som transformatorbrand).

En vätgasbrand kan ha sitt ursprung från ett läckage i vätgasledning eller vid bildning av vätgas exempelvis vid fraktionering av olja.

Vätgas är den lättaste av alla gaser och diffunderar 3,8 ggr fortare än luft, vilket innebär att den sprids snabbt i luft. Vätgas har ett stort brännbarhetsområde, 4-75% i luft, och är extremt lättantändlig. Om vätgas antänds direkt vid utsläppshålet kan resultatet bli en jetflamma vilken är nästintill osynlig och då svår att upptäcka. Friktionsenergin i utsläppshålet kan räcka till att flammen antänds, speciellt då kanterna vid utsläppshålet är skarpa eller rostiga. Om flammen inte antänds bildas det ett gasmoln som senare kan antändas eller spädas till den koncentration då vätgasen inte längre är i sitt brännbarhetsområde, detta påverkas av de yttre faktorerna såsom väder och vind /17, 30/.

A.3.10 Brand i olja

Brand i olja exkluderat brand i olja i turbin/generator då angett som brand i turbin/generator

Beroende på vilken oljetyp som brinner ändras även brandens egenskaper. Smörjolja är vanligt förekommande på ett kärnkraftverk och finns i stora mängder. Värmestrålningen från smörjolja är hög och kan skada omkringliggande konstruktioner /23/. En oljebrand alstrar kraftig brandgasutveckling med mycket sotig brandgas.

A.3 11 Övrigt

Innefattar alla bränder som inte kan kategoriseras in i angivna typbränder eller bränder som inrapporterade som övrigt.

A.4 Parametrar som studeras i databasen

Sex parametrar studeras i databasen vilka är för att besvara frågeställning.

A.4.1 Byggnad branden startat i:

Alternativ:

- Turbinbyggnad
- Hjälpssystembyggnad
- Utomhus
- Elbyggnad
- Containment
- Dieselgeneratorbyggnad
- Övriga byggnader

A.4.2 Typbrand

Alternativ:

- Transformator/omkopplare
- Turbin/Generator
- Elektriska komponenter
- Heta komponenter
- Kablar
- Elskåp
- Batteri
- Isolering
- Vätgas
- Oljebrand
- Övrigt

A.4.3 Hur brandsläckning gick till

Alternativ:

- Manuell brandbekämpning
- Aktivt system
- Isolering av brandens källa
- Självslockning

A.4.4 Släckmedel/släcksystem

Alternativ:

- Pulver portabelt
- Vatten
- Gas portabelt
- Koldioxid
- Vatten Deluge-system
- Övrigt

A.4.5 Vem utförde släckningen

Alternativ:

- Lokal räddningstjänst
- Skiftpersonal
- Brandspanare
- Folk i området
- Kommunal (extern) räddningstjänst
- Sprinklersystemet
- Sjävslocknade

A.4.6 Behövdes flera insatser för att släcka branden?

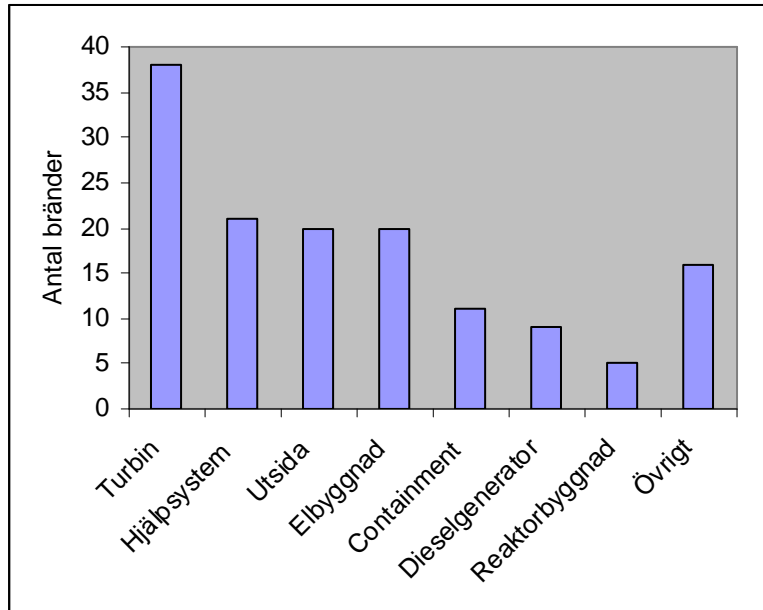
Alternativ:

- En
- Två
- Flera

Bilaga B Resultat från databas

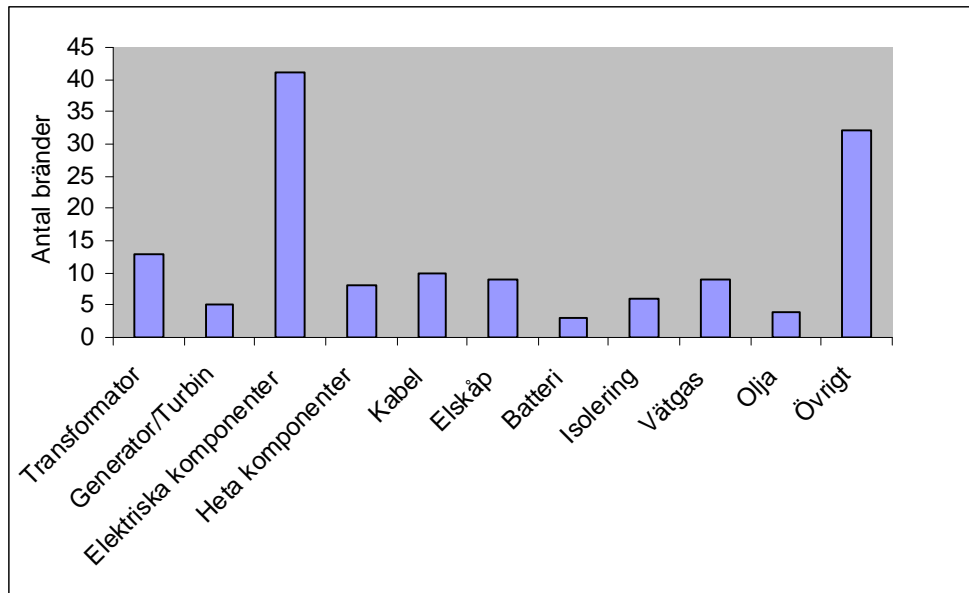
Följande resultat visas i diagram: startplats, typbrand, släckmetod, släckmedel, utfördare av släckningen, val av släckmedel per typbrand, typbränder som krävde två eller fler insatser och släckmedel som krävde två eller fler insatser. Se bilaga B.A för data i excelark.

B.1 Startplats



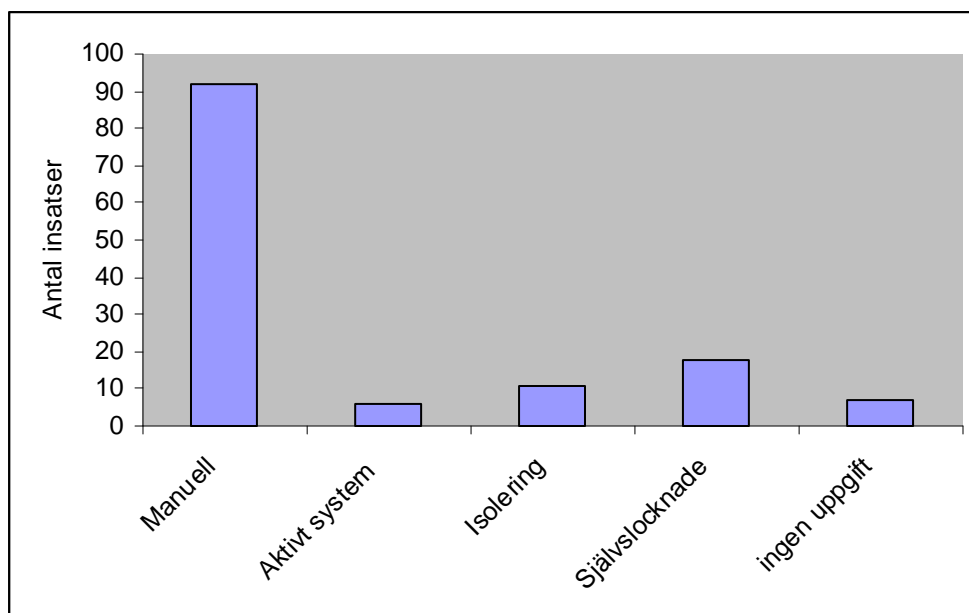
Figur B.1 Byggnad där brand startat

B.2 Typbrand



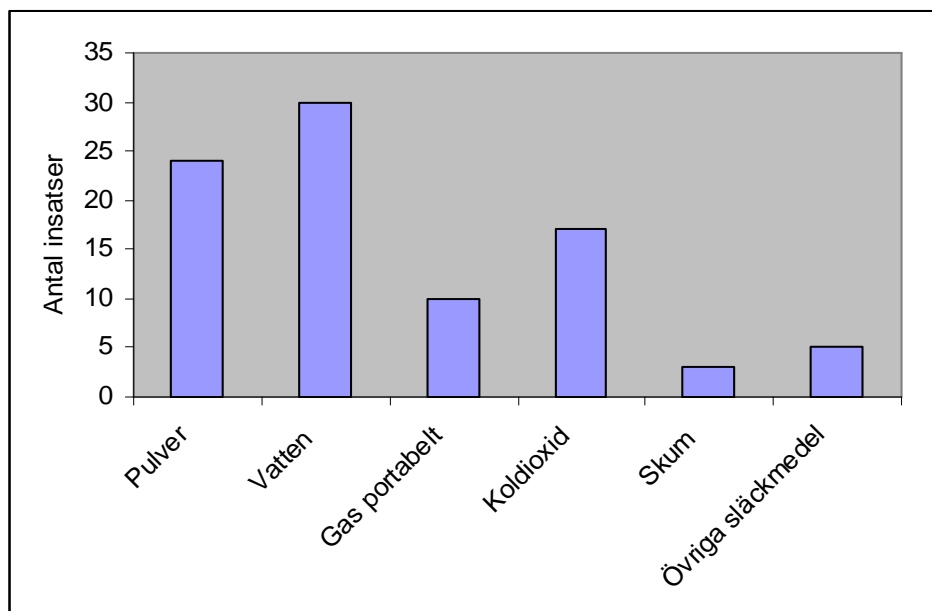
Figur B.2 Frekvens typbrand

B.3 Släckmetod



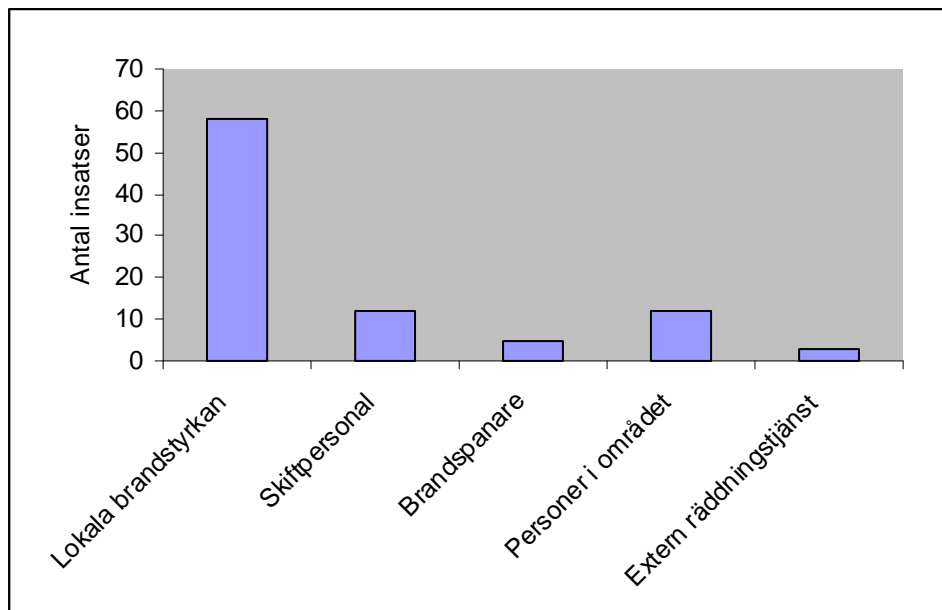
Figur B.3 Val av släckmetod

B.4 Släckmedel



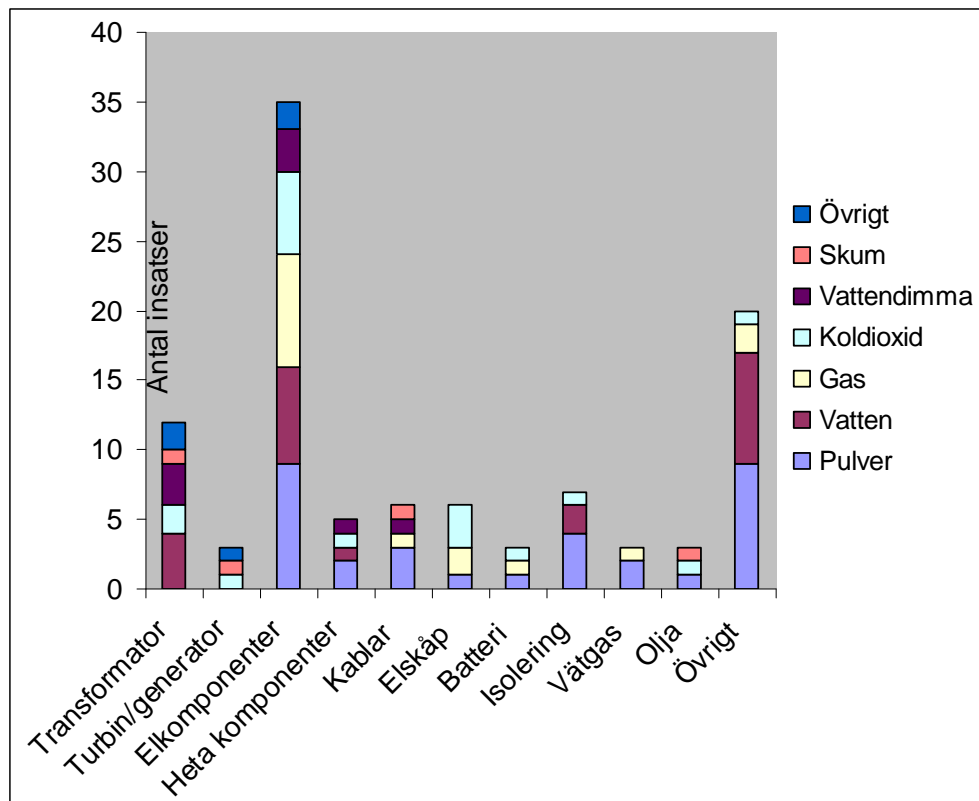
Figur B.4 Val av släckmedel vid insats

B.5 Utfördare av släckningen



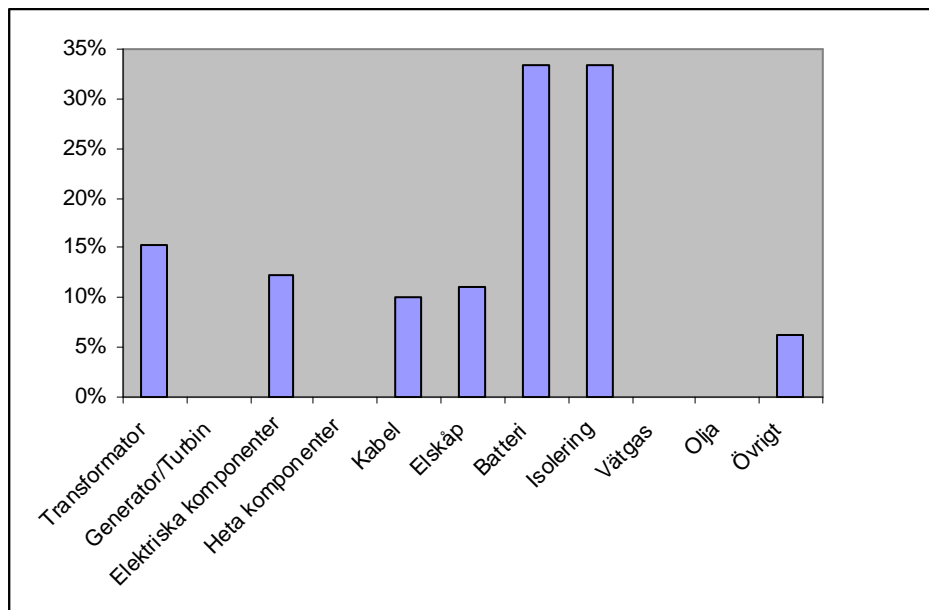
Figur B.5 Utfördare av släckning

B.6 Val av släckmedel per typbrand



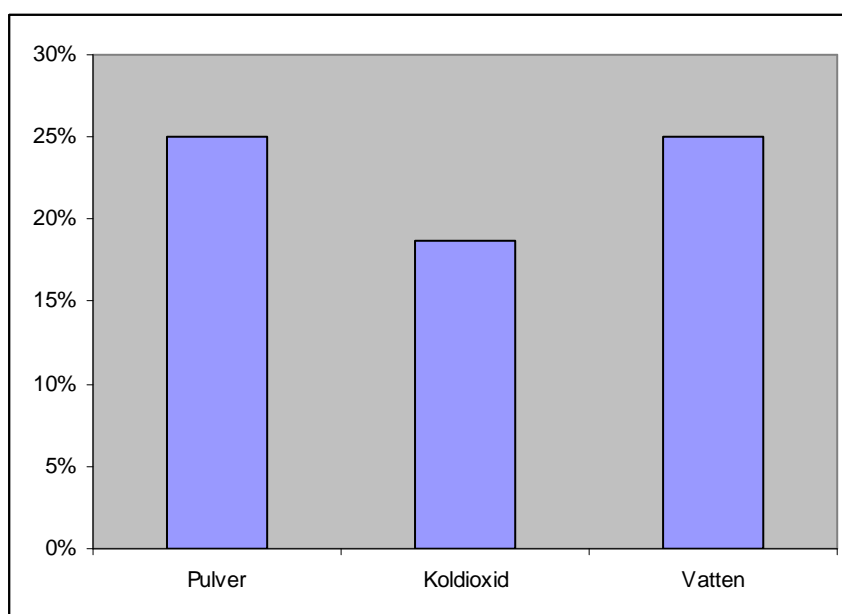
Figur B.6 Val av släckmedel med anseende på typbrand.

B.7 Typbränder som krävde två eller fler insatser



Figur B.7 Andel typbränder som krävde två eller fler insatser.

B.8 Släckmedel som krävde två eller fler insatser



Figur B.8 Andel släckmedel som krävde två eller fler insatser

Bilaga B.A Data från databas

Data från studerade bränder, 1 -140, i de sex olika analysområdena. Kodnyckel finns i bilaga B.B.

	A Byggnad	B Typbrand	C Släckinsats	D Släckmedel/-system	E Utfärdare	F Antal insatser
1	a3	b7	c1	d1	e1	f3
2	a4	b3	c1	d3	e1	f1
3	a2	b3	c1	d5	e1	f1
4		b5	c1	d1	e1	f1
5	a2	b1	c2	d7	e1	f1
6	a4	b3	c4			
7	a3	b5	c1	d6	e1	f1
8	a3	e5	c1	d1	e1	f1
9	a7	b4	c1	d2	e1	f1
10	a4	b3	c1	d3	e1	f1
11	a2	b3	c1	d1	e1	f1
12	a1	b4	c1	d4	e4	f1
13	a1	b10	c1	d1	e1	f1
14	a1	b4	c4			
15	a7	b5	c4			
16	a4	b1	c1	d4, d7	e1	f1
17	a1	b8	c1	d1	e1	f1
18	a1	b6	c1	d3	e1	f1
19	a4	b3	c1	d3	e1	f1
20	a2	b11	c1	d2	e1	f1
21	a1	b9	c3	d1	e2	f1
22	a6	b11	c1	d1	e4	f1
23	a4	b1	c1	d4	e1	f3
24	a2	b11	c1	d2	e1	f1
25	a6	b5	c4			
26	a1	b9, b10	c3	d1		
27	a2	b4	c1	d1	e4	f1
28	a2	b11	c4			
29	a4	b3	c1	c2	e4	f1
30	a4	b5	c1	d1, d4	e2	f3
31	a1	b3	c1	d2	e3	f1
32	a3	b1				
33	a2	b7	c1	d3	e3	f1
34	a5	b11	c4			
35	a3	b11	c1	d1	e3	f1
36	a1	b8	c1	d2, d1	e3	f2
37	a1	b9	c3			
38	a8	b3	c4			
39	a8	b5	c3			
40	a8	b3	c4			
41	a2	b11	c1	d1	d4	f1
42	a1	b11	c4			
43	a8	b3	c1	d2	e2	f1
44	a3	b11	c1	d1, d2	e2, e5	f1
45	a1	b11	c1		e2	f1

46	a8	b11	c1	d3	e2, e4	f1
47	a2	b3	c3, c1	d4	e1	f3
48	a1	b4	c3			
49	a8	b3	c1	d3	e2, e5	f1
50	a8	b11	c4			
51	a4	b3	c1	d1	e1	f1
52	a2		c1	d1	e1	f1
53	a1	b5	c2, c1	d5, d2	e6, e1	f1
54	a3	b5	c4			
55	a5	b3	c2	d5	e6	
56	a1	b9	c1	d3	e1	f1
57	a1	b8	c1	d1	e1	f1
58	a8	b3	c4			
59	a8	b3	c1	d3	e1	f1
61	a4	b3	c1	d3	e1	f1
62	a1	b3	c4			
63	a2	b11	c1	d1	e2	f1
64	a6	b3	c1	d3	e1	f1
65	a4	b5	c1	d3	e2	f1
66	a4	b3	c1	d3	e4	f1
67	a7	b9	c4			
68	a1	b6	c3			
69	a1	b11	c1	d2	e2	f1
70	a1	b8, b2	c2, c1	d1, d4	e5	f3
71	a8	b4	c1	d1, d2	e3	f1
72	a5	b3	c1	d1	e2	f3
73	a1	b6	c1, c2	d1, d7	e5	f3
74	a1	b2	c3			
75	a5	b3	c1	d2, d1	e4	f1
76	a3	b1	c2	d5		
77	a6	b3	c3, c1	d1, d3	e1	f1
78	a3	b1	c2, c1	d5, d2	e1, e2	f1
79	a6	b11	c1	d1	e4	f1
80	a2	b11	c1	d2, d3	e4	f1
81	a8	b4	c2	d5		
82	a5	b11	c1	d3	e4	f1
83	a3	b1	c2, c1	d5, d2	e1, e2	f1
84	a5	b11	c1	d1	e2	f1
85	a3	b11	c1	d2, d3	e2, e1	f3
86	a2	b1	c1, c3	d2, d5	e1	f1
87	a5	b3	c2, c1	d1, d2	e2, e1	f3
88	a6	b11	c1	d1	e2	f1
89	a1	b6	c4			
90	a6	a11	c1	d4	e4	f1
91	a5	b11	c1	d2, d7	e2, e1	f3
92	a1	b11	c1	d1		
93	a2	b3	c4			
94	a3	b1	c2, c1	d2, d5	e1	f1
95	a3	b11	c1	d2	e1	f1
96	a3	b1	c1, c2	d2, d5	e1	f1
97	a1	b9				
98	a4	b7	c1	d4	e1	f1
99	a7	b11				
100	a2	b3	c1			
101	a1	b3	c1	d4	e1	f1

102	a6	b4	c3			
103	a4	b6	c1	d4	e1	f1
104	a1	b2	c1	d2	e1	f1
105	a4	b6	c3			
106	a1	b8	c1	d4	e1	f1
107	a4	b10	c1	d4	e1	f1
108	a4	b2	c1	d4	e1	f1
109	a1	b3	c1	d4	e1	f3
110	a2	b6	c1	d4	e1	f1
111	a2	b11	c1	d2	e1	f1
112	a5	b6	c1	d4	e1	f1
113	a5	b8				
114	a4	b11				
115	a2	b8	c1	d2	e4	f1
116	a4	b6	c1	d3	e5	f1
117	a6	b8	c1	d1	e2	f1
118	a1	b11	c1			
119	a8	b11				
120	a1	b3, b10	c2, c1	d2, d5	e1	f1
121	a2	b3	c1	d4	e4	f1
122	a1	b11				
123	a5	b3, b10		d1		
124	a3	b1	c1, c2	d7, d2	e1, e5	f1
125	a1	b1	c1, c2	d2, d6	e1	f2
126	a3	b11	c4			
127	a2	b3	c1	d4	e1	f1
128	a3	b3	c1	d7	e1	f1
129	a4	b3	c1	d7	e1, e2	f1
130	a8	b1	c1	d6	e1	f1
131	a1	b2	c2, c1	d6	e1	f1
132	a3	b3	c1			
133	a3	b3	c1, c2	d2	e1	f1
134	a7	b11	c1			
135	a3	b8	c4			
136	a1	b3	c1	d1, d2	e1	f1
137	a1	b3	c1, c3	d2	e1	f3
138	a8	b3	c2	d5		
139	a8	b2	c2	d7		
140	a1	b3	c1	d1	e1	f1

Bilaga B.B Kodnyckel

Kodnyckel för parametrarna i utdata i Bilaga B.A. Tomma fält i bilaga B:A är där ingen uppgift fanns att tillgå i databasen. Resultatet exkluderas dessa.

A. Startplats

- a1: Turbinbyggnad
- a2: Hjälpssystembyggnad
- a3: Utsida/utomhus
- a4: Elbyggnad
- a5: Containment
- a6: Dieselgeneratorbyggnad
- a7: Reaktorbyggnad
- a8: Övrigt

B. Typbrand

- b1: Transformator/omkopplare
- b2: Generator/Turbin
- b3: Elektriska komponenter
- b4: Heta komponenter
- b5: Kabelbrand
- b6: Elskåpsbrand
- b7: Batteribrand
- b8: Brand i isolering
- b9: Vätgasbrand
- b10: Brand i olja
- b11: Övrigt

C. Släckinsats

- c1: Manuell insats
- c2: Aktivt system
- c3: Isolering
- c4: Självslöknade

D. Släckmedel/-system

- d1: Pulver
- d2: Vatten
- d3: Gas portabelt
- d4: Koldioxid
- d5: Skum
- d6: Övrigt

E. Utfördare av insatsen

- e1: Lokala brandstyrkan
- e2: Skiftpersonal
- e3: Brandspanare
- e4: Personer i området
- e5: Extern räddningstjänst (kommunal)

F. Antal insatser

- f1: En
- f2: Två
- f3: Fler än två

Bilaga C Litteraturstudie av släckmedel

En släckmedelsanalys genomfördes för att erhålla en fördjupad information om pulver, vatten, skum och gasformiga släckmedel. Analysen baseras på litteratur om släckmedel.

C.1 Allmänt om släckmedel

Vid brandsläckning finns ett urval av släckmedel att välja bland. De grundläggande effekterna ett släckmedel har är:

- Kvävning, genom avskiljning av syret från de brännbara gaserna.
- Kylning, temperatursänkning av det brinnande ämnet och dess brandgaser.

Vid val av släckmedel tas hänsyn till släckmedlets egenskaper, verkningar mot brand, verkningar mot det brinnande materialet, användningsmöjligheter samt riskmoment. Olika släckmedel lämpar sig bättre eller sämre/31/. Vid elanläggningar kan fel släckmedelsval i vissa fall innebära en direkt fara för räddningstjänstpersonal.

C.2 Pulver

Pulver är den släckmedelstyp som har störst släckkapacitet i förhållande till vikt och pris. Släckmedlet är därmed en effektiv släckresurs för räddningstjänsten. Vanligaste användningsområdet för pulver är som släckmedel i handbrand-släckare.

I begreppet pulver ingår alla fasta släckmedel. Pulver består vanligen av olika salter. Pulver som är baserat på ammoniumfosfat och lämpar sig till släckning av bränder i trä och textilier samt brännbara vätskor och plaster. Pulver som istället är baserat av kaliumklorid är ett effektivt släckmedel vid en vätskebrand men har mycket dåligt skydd mot återantändning vid brand i fibrösa material /32/. Pulver är mycket finmalet och dess största kornstorlek är 0,35 mm. Ju mer finmalet pulvret är desto större är kornens yta i förhållande till dess massa, vilket i praktiken innebär att mer värme kan överföras till pulverkornet innan det passerat flammorna och resultat är en bättre släckeffekt /33/.

C.2.1 Släckverkan

Bästa användningssättet för pulver är vid en förstainsats, då systemen har begränsad aktionstid och kan inte användas vid längre insatser då detta system är svårt att återfylla under själva släckinsatsen/34/. Pulver har begränsad räckvidd på grund av dess finfördelning vilket innebär att släckmedlet lämpar sig bäst vid medelstora bränder som pågått kortare tid /35/. Pulver är ett effektivt släckmedel med stor släckkapacitet vilket innebär att en insats kan effektiviseras jämfört med flera andra släcksystem.

Pulver är ett bra alternativ vid släckning i elektriska komponenter då pulver inte är elektriskt ledande. En negativ egenskap hos pulver är saneringsproblematiken då pulver smutsar ner, pulver bör därför undvikas att användas inomhus i ställverksanläggningar, anläggningar innehållande reläer samt annan smutskänslig utrustning. Gasbränder bekämpas bäst med pulver, även då gasen är under högt tryck /35/.

C.3 Vatten

Vatten är det släckmedlet som nyttjas av flest privatpersoner, räddningstjänst eller släcksystem. Vatten har många fördelar som gör det till ett släckmedel som är mycket användbart. Det förekommer överallt, är tillgängligt, har ett lågt pris samt har mångsidig användning. Vattnets huvudsakliga uppgift inom brandsläckning är dess värmebindande förmåga vilket resulterar i kylning som erhålls då förångning av vatten kräver ett stort energibehov. Vatten kan användas på fem olika sätt /33/:

- Kylning av brandgaser
- Kyla flammorna
- Släcka flammorna
- Kylning av bränsleytor så att pyrolysen avstannar
- Förångning mot heta ytor för att inertera ett brandrum med vattenånga

Förångning av 1 liter vatten ger ca 1700 liter vattenånga, denna ånga som bildas har en viss kvävande effekt genom att den undantränger luften, detta tillsammans med vattnets kylande effekt utnyttjas till fördel vid släckning av övertända rum /35/.

C.3.1 Släckverkan

Vatten används i stort sett vid alla brandscenarier men huvudområdet är för släckning i fibrösa material. Vatten är elektriskt ledande och kan innebära en stor risk för räddningstjänstpersonal då det används vid insats i elektriska anläggningar. Vatten kan även medföra mycket snabba brandförlopp vid felanvändning som vid släckning i metaller och heta oljor /34/. Vatten på brinnande metaller, magnesium eller aluminium, ger upphov till en reaktion med resultatet metalloxid och vätgas. Vätgasen kan i sin tur reagera med syrgas vilket kan ge upphov till att knallgas kan bildas. Natrium, kalium och kalcium är exempel på metaller som kan reagera häftigt i kontakt med vatten utan att vara brandpåverkade /33/. Släckvatten som blandats med kemikalier kan innebära en miljörisk om vattnet ej tas om hand.

C.4 Gasformiga släckmedel

Koldioxid, kväve, argon och inergen har en kokpunkt vid 1 atm som är under rumstemperaturen. Dessa gaser är exempel på gasformiga släckmedel. Gasformiga släckmedel är vanligt förekommande i fasta släcksystem och koldioxid används ofta i handbrandsläckare. En gas minskar i volym då trycket ökas, blir trycket tillräckligt högt eller temperaturen tillräckligt låg övergår gasen i vätskefas. De gaser som har en kritisk temperatur *under* rumstemperaturen förvaras i gasflaskor och räknas till gruppen tryckkomprimerade gaser. Gasol är ett exempel på en tryckkomprimerad gas. Gaser som istället har en kritisk temperatur *över* rumstemperaturen kallas tryckkondenserad vätska och förvaras i en lagringsbehållare /33/.

C.4.1 Släckverkan

Ur släckeffektivitet är gasformiga släckmedel inte det effektivaste valet men dess renhet är en stor fördel. Bäst fungerar dessa släckmedel i slutna utrymmen där en hög koncentration av släckmedlet kan erhållas. Släckmedlet kyler inte bränslet direkt utan påverkar endast branden i övergången till gasfasen. Ett lämpligt användningsområde för gasformiga släckmedel är som släckmedel i silos. Koldioxidgasen är tyngre än luft men blir vid en brand lätt bortförd av brandgaserna. Släckning med gasformiga släckmedel är ett mindre lämpligt alternativ utomhus då vinden kan bortföra släckmedlet. De gasformiga släckmedlen ger inte ett återantändningsskydd utan branden kan flamma upp igen om den inte hunnit kylas tillräckligt av gasen /33/.

Gasformiga släckmedel i handbrandsläckare har funktion som punktskydd, oftast mot bränder i elektriska komponenter och i vätskor. De gasformiga släckmedlen är inte elektriskt ledande vilket gör dem till ett lämpligt släckmedelsval vid brand i elektriska anläggningar /35/. Ett rum fyllt med koldioxid innebär dock en stor hälsofara för människan då koldioxiden tränger bort syret.

C.5 Skum

Skum är ett vanligt förekommande släckmedel, det används ofta vid vätskebränder eller där en rökdyrkarinsats bedöms olämplig. Släckmedlet skum består av tre beståndsdelar: fyllgas (vanligen luft), vätska av vatten samt skummedel. Skummedlets uppgift är att ge vätskan ytaktiva egenskaper som är en av skummets främsta egenskaper vid brandsläckning. Skum är lämpligt vid släckning av brand i fibrösa material då skummets egenskaper sänker ytspänningen hos vätskan som då kan tränga in i det porösa materialet. Det krävs en väldigt liten inblandning skummedel för att åstadkomma denna effekt. Med en filmbildande tillsats kan ytspänningssänkningen utnyttjas även vid vätskebränder då skummet flyter ut som en film över bränslet, detta trots att vatten har högre densitet än till exempel olja /33/.

Luftinblandningen i skummet betecknas som skumtal vilket visar förhållandet mellan skumflöde och vätskeflöde. Ju mer luft, desto högre skumtal. Skum för brandsläckning delas in i tre olika sorters skum: tung -, mellan- och lättskum, skumtal för dessa sorter är vanligen 7,70 respektive 700. Tungskum har god kastlängd jämfört med lättskum som nästan inte har någon kastlängd alls vilket kan vara negativt vid släckning utomhus då vinden lätt tar lättskummet /33/.

C.5.1 Släckverkan

Skummet främsta släckegenskap är kvävning, vilket kan yttra sig i olika effekter:

- Undanträngningseffekt, avskiljer syretillförseln från det brinnande objektet
- Skiljeeffekt, skiljer gasfasen från vätskefasen av en olja
- Täckeffekt, förhindrar genombrytning av oljeångor
- Isoleringseffekt, skyddar redan avsläckta partier från återantändning

Förutom kvävningseffekterna har skummet även en kylande effekt genom det vattnet i skummet /33/.

Skum har stora användningsområden som släckmedel och kan i stort sett användas vid alla typer av bränder. I vissa fall finns det lämpligare alternativ än skum. Om nedsmutsning kan orsaka problem är koldioxid ett lämpligare val eller om en kylningseffekt vill uppnås är vatten ett bättre alternativ/34/. Ett av skummets bästa användningsområden är lättskumsfyllning av rum vilket är ett bra alternativ då en rökdykarinsats ej är tillämpbar. Syrekoncentrationen kommer att minska i brandrummet genom att skummet tillförs vid brandens tilluftsöppning samt att vattnet i skummet förångas. Skum är även mycket bra att använda vid släckning av utkastad olja, olja i kärl eller brand i vattenblandbara vätskor. Om svårigheter föreligger i att komma när branden är mellan- och tungskum med god kastlängd tillämpbart samt att skummet ger ett återantändningsskydd /33/.

Skum innehåller vatten och är därmed elektriskt ledande vilket bör uppmärksammas vid släckning i elektrisk anläggning /35/.

Bilaga D Insatsstödmodell

Mallen är utformad av författaren.

TYPBRAND

Brandbelastning:	XX kW, XX m ³
Risker:	Hög värmestrålning – Radioaktivitet - Brandspridning
Personskydd:	Branddräkt – Tryckluftsapparat - Kemdräkt
Riskzon:	Riskavstånd, X m, skall tillämpas vid insatsen.

Släckmedel:	Skum –vatten – pulver –koldioxid Inblandning: x %
Släcktaktik:	Påföring Påföringshastighet x l/min

Speciella risker:	Elrisker – Miljörisker –Kulturvärde
Övrig information:	

Beskrivning av typbranden:

Referenser:

Bilaga E Transformatorbrand

TRANSFORMATORBRAND

Brandbelastning: 50 m³ transformatorolja

Risker: Hög värmestrålning – Rök-gasspridning - Brandspridning

Personskydd: Branddräkt - Tryckluftsapparat

Riskzon: Riskavstånd, 4 m

Släckmedel: Skum
Vatten för kylning av transformator

Släcktaktik: Påföring med höjdfordon

Speciella risker: Säkerhetsavstånd: Vatten 3 m (dimstråle) 14 m (slutenstråle)

Övrig information: Omhändertagande av släckvatten

En transformator kan innehålla stora mängder olja, huvudtransformatorn på Ringhals rymmer cirka 50 m³. Brand i en transformator kan initieras av att en ljusbåge, vilket är en kraftig elektrisk urladdning som kan starta en gasutveckling, genom en fraktionering av oljan. Oljan kan då delas upp i vätska och acetylen. En antändning av gasen kan innebära att transformatorhöljet brister genom stora tryckgradienter. Oljan antänds och börjar brinna, en poolbrand uppstår om oljan rinner ut och lägger sig på marken i transformatorbåset. En brand kan även uppstå inuti transformatorn och utanpå dess ytor.

Referenser:

Leveau E; Analys –Förslag till brandskydd av Tankrum i dieselbyggnad R1 och R2, Ringhals, 2004

Magnusson T; Erfarenheter från forskningsprojektet SEBK/ brand i oljefyllda elkompontener t.ex. transformatorer, Norge samt fortsatt utveckling, Ringhals,

