

Ekonomisk riskanalys av Iggesunds bruks kartongfabrik

Martin Johansson, Johan Rigberth

Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5031, Lund 1999

**Ekonomisk riskanalyt av Iggesunds
bruks kartongfabrik**

Martin Johansson, Johan Rigberth

Lund 1999

Ekonomisk riskanalys av Iggesunds bruks kartongfabrik

Martin Johansson, Johan Rigberth

Report 5031

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5031--SE

Number of pages: 78

Keywords

Risk analysis, economic, optimization, cost-benefit, industrial fire protection

Abstract:

The aim of this report has been to perform a risk analysis of Iggesund Paperboards paperboard factory in Iggesund and from the result draw conclusions on how to develop the methodology of economical risk analysis. The risk analysis consequences are expressed in economical terms and the measurement of the risk is presented as the expected annual cost due to fire. The model which is used is based on an event tree which describes what happens if a fire breaks out in the building. The effect of different fire prevention measures, such as sprinkler, fire compartments etc. is modeled by using a combination of expert judgement and statistics. Since the scope of the risk analysis deals with the complete building, some relative simple and partly unvalidated models have been used in order to make the analysis practicable.

Brandteknik
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
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
Telefax: + 46 46 – 222 46 12

Sammanfattning

Denna rapport är ett examensarbete för brandingenjörslinjen vid Lunds tekniska högskola. Rapporten ingår också som en del i projektet "Ekonomisk optimering av det industriella brandskyddet", som finansieras av BRANDFORSK.

Rapporten innehåller en ekonomisk riskanalys av brandskyddet vid Iggesund paperboards kartongfabrik i Iggesund. Metodiken som använts för analysen bygger på de metodiker som beskrivs av Mattsson i /1/ och av Johansson i /2/.

Det första steget i metodiken är att bestämma brandfrekvensen för hela byggnaden. Detta beräknas med hjälp av en formel som beror av verksamhetstypen och totala golvarean. Resultatet uppdateras därefter med tillbudsstatistik från fabriken. Det slutliga värdet blev, efter uppdatering, 2,9 bränder per år. Därefter delas fabriken upp i delområden och brandfrekvensen för varje område beräknas. Med hjälp av statistik från andra liknande anläggningar tas reda på hur stor andel av de inträffade bränderna som börjat inom olika verksamhetstyper. Därpå undersöks hur stor andel av de olika verksamhetstyperna som finns inom varje område. Bidraget från de olika verksamhetstyperna summeras för varje område och multipliceras med den totala brandfrekvensen för hela byggnaden.

För att på ett enkelt sätt kunna beräkna konsekvenserna för de bränder som kan inträffa inom varje område delas de in i tre kategorier – liten, medelstor och stor brand. En liten brand antas inte spridas från startföremålet och medför därmed begränsade skadeverkningar. En medelstorbrand sprider sig inte heller från startföremålets närhet men innebär större skadeverkningar i brandlokalen. En stor brand innebär att hela brandcellen totalförstörs.

För varje område görs en bedömning av hur stor andel av bränderna som har potential att medföra skador av de ovan nämnda omfattningarna. Dessa värden sätts in i ett händelseträd där även möjligheterna för att en uppkommen brand skall släckas av släcksystem, personal eller brandförsvaret tas hänsyn till. Resultatet av händelseträdet blir en ny fördelning av små, medelstora och stora bränder för varje område.

I de fall då en stor brand uppstår i ett område finns även risk för spridning till andra områden. Spridningsrisken beror på kvalitén på brandcellsgränserna, vilka tilldelas olika sannolikheter för att upprätthålla sin brandavskiljande funktion. För att beräkna i hur många fall brandspridning sker ställs en matris upp där alla tänkbara kombinationer av fungerande och fallerande brandcellsgränser tas med.

Resultatet av händelseträdet och brandspridningsmatrisen blir att antal sluthändelser med olika sannolikheter och ekonomiska konsekvenser. Dessa används för att få fram en förväntad total skadekostnad samt uppdelad på företaget och försäkringsbolagen.

Den totala förväntade skadekostnaden för en brand uppgår till c:a 6000 kkr. Den andel av den totala skadekostnaden som företaget får stå för är c:a 800 kkr och försäkringsbolagens andel är c:a 5200 kkr. Skadekostnaderna redovisas även i olika riskprofiler.

Ett användningsområde för analysen är att avgöra om brandskyddsinstallationer är ekonomiskt lönsamma. En lösning som undersökts i rapporten är förstärkta brandcellsgränser. Detta visade sig medföra att den förväntade skadekostnaden för en brand halverades. Det var främst den del av kostnaderna som försäkringsbolagen står för som minskade vilket beror på att det är de mest omfattande skadorna som minskar i antal.

Summary

This report includes an economical risk analysis of the fire protection at the cardboard factory of Iggesund Paperboard in Iggesund, Sweden. The methodology used is based on the methodologies presented by Mattsson in /1/ and by Johansson in /2/. The main aim is to develop the methodology.

The first step in the methodology is to determine the fire frequency for the building as a whole. The frequency is estimated using an equation depending on floor area and type of industry. The estimation is adjusted to the object by taking into consideration the recent fires at the factory. The final frequency was 2.9 fires/year.

The next step is to determine the distribution of fires in different areas in the building. This was made with the use of statistics from similar buildings.

To be able to determine the consequences of a fire, all possible scenarios are divided into three groups; small, medium and large. A small fire will not spread from the initial item and will therefore lead to limited damages. The medium fire will also stay in the near surroundings of the initial object but will lead to larger damages. A large fire will lead to complete destruction of the fire compartment. For each area in the building an estimation is made of the potentials of fires. The fire potential distribution is used in an event tree with the probabilities of the fire being put out by personnel, fire fighters or different fire protection systems.

In case of a large fire the risk of fire spread to other fire compartments appears. The probability of fire spread is calculated by giving the fire compartment walls different probabilities to resist fire, depending on their quality.

The result of the event-tree is a number of fire scenarios with different probabilities and consequences.

The total cost of one fire is estimated to 6000 kkr. The estimated loss for Iggesund Paperboard is 800 kkr while the insurance companies would lose 5200 kkr. The costs of fire and their likelihood are showed in risk profiles.

One area of application of the analyse is to compare the benefits of fire protection installations to the cost.

In the report the effects of improved fire compartment walls was investigated. This proved to reduce the estimated cost of a fire to 3000 kkr.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
2	BESKRIVNING AV FÖRETAGET OCH KARTONGFABRIKEN.....	3
2.1	KARTONGFABRIKEN	3
2.1.1	<i>Kartongmaskinerna</i>	<i>3</i>
2.1.2	<i>Efterbehandlingen</i>	<i>4</i>
2.1.3	<i>Ställverk, elcentraler och korskopplingsrum.....</i>	<i>6</i>
2.2	BYGGNADSUPPDELNING	7
3	BRANDFREKVENSER OCH TYPBRÄNDER	9
3.1	BRANDFREKVENSN	9
3.2	BAYES SATS	11
3.3	ANTAL BRÄNDER PER ÅR.....	13
3.4	BRANDFÖRDELNING INOM BYGGNADEN	14
3.4.1	<i>Brandfördelning inom områden</i>	<i>17</i>
3.5	TYPBRÄNDER	18
3.5.1	<i>Bedömningsmetodik för liten, mellan och stor brand.....</i>	<i>18</i>
3.5.2	<i>Fördelning mellan områdenas typbränder</i>	<i>20</i>
4	PERSONALENS INGRIPANDE	21
4.1	SANNOLIKHET FÖR LYCKAD SLÄCKINSATS AV PERSONALEN	21
4.1.1	<i>Klassning av lokalerna</i>	<i>21</i>
4.2	KORRIGERADE SANNOLIKHETER FÖR LYCKAD SLÄCKNING AV BRAND	23
5	RÄDDNINGSTJÄNSTENS INGRIPANDE	25
5.1	LARMTID	25
5.1.1	<i>Personalens upptäckt av brand</i>	<i>25</i>
5.1.2	<i>Brandlarm.....</i>	<i>27</i>
5.2	KÖRTID	28
5.3	RÖKDYKARINSATS	28
5.4	SANNOLIKHET ATT RÄDDNINGSTJÄNSTEN SLÄCKER.....	29
6	BRANDSCENARIER	31
6.1	FÖRDELNING AV BRÄNDER	31
6.2	BRANDLARMETS TILLFÖRLITLIGHET	31
6.3	SPRINKLERSYSTEMENS TILLFÖRLITLIGHET.....	31
6.4	BRANDEFFEKTUTVECKLING	32
6.4.1	<i>Bedömning av effektkurvor vid stor brand</i>	<i>32</i>
6.5	BRANDSPRIDNING MELLAN OMRÅDEN.....	35
7	SKADEKOSTNADER	39
7.1	EGENDOMSKOSTNADER.....	39
7.1.1	<i>Liten brand</i>	<i>40</i>
7.1.2	<i>Medelstor brand</i>	<i>40</i>
7.1.3	<i>Stor brand</i>	<i>40</i>
7.2	AVBROTTSKOSTNADER	40
7.3	DOLDA KOSTNADER	41

7.4	SAMTLIGA KOSTNADER	42
8	FÖRVÄNTAD SKADEKOSTNAD OCH RISKPROFIL.....	43
8.1	KOSTNAD FÖR UPPGRADERING AV BRANDSKYDD	44
8.2	FÖRVÄNTAD SKADEKOSTNAD VID EN BRAND	45
8.3	FÖRVÄNTAD SKADEKOSTNAD UNDER ETT ÅR	45
8.4	RISKPROFIL	47
9	RESULTAT OCH DISKUSSION	51
9.1	UTVÄRDERING OCH FÖRSLAG TILL METODIKUTVECKLING	51
9.1.1	<i>Brandfrekvens</i>	51
9.1.2	<i>Typbränders sannolikheter och materielkostnader</i>	52
9.1.3	<i>Personalens släckinsats</i>	52
9.1.4	<i>Brandkårens släckinsats</i>	53
9.1.5	<i>Skadekostnader</i>	53
9.1.6	<i>Förväntad skadekostnad per år</i>	53
9.1.7	<i>Nyttofunktioner</i>	53
	REFERENSER	55
	BILAGA 1 BRANDSPRIDNINGSMATRISER	57
	BILAGA 2 RESULTAT	59
	BILAGA 3 HÄNDELSETRÄD	69
	BILAGA 4 PLANRITNINGAR	71

1 Inledning

Denna rapport utgör en del i ett examensarbete utfört vid brandingenjörslinjen, Lunds tekniska högskola, 1999.

Rapporten är en ekonomisk riskanalys av brandskyddet vid Iggesund paperboards kartongfabrik i Iggesund. Syftet med riskanalysen är att tillämpa den metodik som redovisats i /1/ och /2/, främst för att bidra till en förbättring och utveckling av metodiken och dels för att påvisa vilka ekonomiska konsekvenser en brand i kartongfabriken kan medföra och hur några brandtekniska åtgärder kan påverka skadekostnaden.

Riskanalysen som utförs är kvantitativ och konsekvenserna uttrycks i ekonomiska termer. Först beräknas byggnadens brandfrekvens utifrån generella uttryck och bedömningar. Därefter anpassas brandfrekvensen till kartongfabriken genom att uppdatera den med hjälp av tillbudsstatistik och Bayes sats.

Utifrån brandstatistik från svensk industri bedöms sedan fördelningen av brands uppkomst mellan olika områden som fabriken delats upp i, givet att brand inträffat i fabriken.

Därefter skapas ett händelsetråd för att beskriva de delscenarier (möjlig händelseutveckling av brandförloppet då brand uppkommit) som kan tänkas uppstå i fabriken. Vid fastställandet av delscenarierna tas hänsyn till fördelning av bränder mellan områdena, personalens och brandkårens möjlighet att släcka branden, larm- och släcksystems tillförlitlighet samt om initialbranden kan ge upphov till en liten, mellanstor eller stor brand. Sammanfattningsvis är varje delscenario förknippat med en sannolikhet och en konsekvens.

För att ta hänsyn till att fler än en brand kan uppstå per år beräknas sannolikheten för 1, 2, 3, ..., bränder per år genom antagandet att antalet bränder per år är Poisson fördelat med brandfrekvensen som medelvärde.

Efter att delscenariernas sannolikheter beräknas bedöms varje delscenarios skadekostnad. Skadekostnaden är uppdelad i tre delar, egendoms-, avbrotts- och dolda kostnader. Egendomskostnaderna kan vara byggnads-, maskin- och produktskador medan avbrottskostnader är t.ex. kostnader för personal och vinstbortfall under den tid produktionen återuppbyggs. Med dolda kostnader menas förlust av marknadsandelar och dylikt till följd av driftstoppet.

Med hjälp av egendoms-, avbrotts- och den dolda kostnaden beräknas den totala skadekostnaden för varje delscenario. Den totala skadekostnaden beräknas både för Iggesunds bruk och MoDos captivebolag där kartongfabriken är försäkrad. Det görs både för det nuvarande brandskyddet och den föreslagna uppgraderingen av väggar till brandcellsgränser. Försäkringen täcker egendoms-, avbrotts- och dolda kostnader.

Det antas att skadekostnaden för Iggesunds bruk är lika med summan av egendoms- och avbrottskostnader upp till och med självriskens och dolda kostnader. För captivebolaget är skadekostnaden egendoms- och avbrottskostnader som överstiger självriskens vid varje skadetillfälle.

Tyvärr har ännu inte några modeller eller riktlinjer för hur ovan nämnda kostnader skall beräknas framställts, vilket medför att dess bedömningar innehåller stora osäkerheter. Skall man i nuläget göra kvantitativa bedömningar av kostnader måste det ske tillsammans med ledningen, ekonomi-, marknads-, produktions- och maskinparksansvariga m.fl. Det är dessvärre mycket tidskrävande och har inte ansetts möjligt att genomföra.

Den förväntade skadekostnaden beräknas genom att summera sannolikheten multiplicerat med skadekostnaden för varje delscenario. Tillsammans med riskprofilen utgör den ett mått på brandriskernas storlek i fabriken.

Kostnaden för att uppgradera brandskyddet beräknas grovt och jämförs sedan med sänkningen av den förväntade skadekostnaden för Iggesunds bruk och captivebolaget.

2 Beskrivning av företaget och kartongfabriken

Iggesunds bruk drivs av Iggesund Paperboard AB som ingår i MoDo-gruppen. Iggesund Paperboard driver även en kartongfabrik i Workington i England och en ytbehandlingsanläggning i Ström några mil norr om Iggesund. I MoDo-gruppen ingår även ett captivebolag i vilket Iggesunds bruk är försäkrat.

Vid Iggesunds bruk tillverkas pappersmassa och kartong av löv- och barrträ. Den färdiga kartongen används till förpackningar, exempelvis för cigaretter och livsmedel och trycksaker som broschyrer och vykort.

När timret kommer till fabriksområdet mellanlagras det på ett vedupplag innan det huggs upp till flis och lagras i flissilos och på flisstackar. Fliset transporteras på transportband till massa fabriken där det kokas till massa. En del av massan transporteras till hamnen för att säljas men den största delen överförs till kartongfabriken, där kartongen tillverkas på stora rullar. De stora rullarna arkas eller rullas om till mindre rullar innan de via ett transportband överförs till utlastningen.

Denna rapport behandlar endast kartongfabriken. Kartongfabriken har delats in i tre stycken huvudområden vilka beskrivs nedan.

2.1 Kartongfabriken

Kartongfabriken har delats in i tre huvudområden och dess geometri, verksamhet och brandskydd beskrivs kortfattat nedan. För bättre förståelse av kartongfabrikens utformning hänvisas till appendix 1 som innehåller planritingar över kartongfabriken.

2.1.1 Kartongmaskinerna

Det finns två kartongmaskiner, KM1 och KM2, i fabriken. Tillverkningsproceduren är likartad i de två maskinerna. Barr- och lövträmassa blandas med stora mängder vatten och läggs i flera lager på ett metallnät där vatten avskiljs. Därefter pressas och torkas kartongen för att minska vattenhalten. Nästa steg är att behandla och bestryka kartongens yta för att få fram olika egenskaper beroende på användningsområdet. Vid slutet av maskinerna samlas kartongen på rullar.

KM1 startades 1963 och byggdes senast om 1983-84. Kartongens bredd är 3,87 m och hela maskinens längd är 170 m. Den första delen av maskinen, våtdelen, är 30 m. Torkdelen som är inbyggd i en kåpa är 80 m och den avslutande bestrykningsdelen är 60 m lång. Maskinlokalen är cirka 250 m lång och 40 m bred.

KM2 som startades 1971 och byggdes om senast 1995 är bredare och längre än KM1 med en kartongbredd på 4,65 m. Våtdelen är 50 m, torkkåpan 100 m och bestrykningsdelen 130 m lång. Maskinlokalen är cirka 300 m lång och 40 m bred.

Skillnaden mellan maskinerna består främst i att KM2 efter den senaste ombyggnationen erbjuder större möjligheter till ytbehandling. Då kartongen levereras i ett flertal olika kvalitéer innebär denna skillnad att produktionen inte kan flyttas mellan de båda maskinerna utan komplikationer. KM2 har även större produktionskapacitet än KM1 med 180 000 årston jämfört med 130 000 årston.

Maskinerna sträcker sig över två våningsplan. Markplan benämns på ritningar 103,5 och maskinplan 109,5.

I båda maskinerna finns sprinklersystem i torkkåpan, dimensionerat enligt RUS-reglerna. Det finns även brandlarm i torkkåporna och torra ändarna av pappersmaskinerna. Tillgången till handbrandsläckare och inomhusbrandposter är god.

I utrymmet mellan kartongmaskinerna finns kontrollrum varifrån produktionsprocesserna styrs via datorer. I kontrollrummen finns brandlarm och handbrandsläckare. I övriga utrymmen mellan kartongmaskinerna finns bl.a. laboratorier, ventilation, kontor och personalutrymmen.

2.1.2 Efterbehandlingen

I efterbehandlingen finns ett flertal verksamheter i olika lokaler för att bearbeta kartongen från det format den har då den lämnar kartongmaskinerna till det format kunderna har beställt.

Efter att kartongen rullats upp på stora rullar i kartongmaskinerna skärs den ned till mindre dimensioner och rullas om. De nya rullarna märks upp med en identifikationskod och transporteras vidare på en slinga för vidare distribution

Slingan går runt på plan 109,5 i en lokal som kallas mellandelen. Med hjälp av rullarnas identifikationskoder kan de plockas av slingan vid olika stationer beroende på vad som skall göras med dem.

Om kartongen skall levereras på rullar med mindre bredd än 450 mm transporteras de via hiss till omrullningen där de kan skäras om i två maskiner. Skall den mellanlagras i väntan på att behandlas senare tas den in i höglagret. Den kartong som skall arkas tas via transportband och hiss till arksalen och packsalen. De rullar som har rätt dimensioner förpackas och märks upp vid rulleballeringsstationen i mellandelen. Färdigförpackade rullar skickas på transportband till utlastningen.

Omrullningen

Lokalen ligger i markplan och golvarean är $80 \times 100 \text{ m}^2$. Lokalen avdelas på mitten av en trävägg. Det finns en öppning till mellandelen, plan 109,5, en öppning till mellandelen, plan 103,5 och två inlastningsportar.

I lokalen finns två maskiner som kan skära ner rullar till mindre bredd än rullmaskinerna vid kartongmaskinerna klarar av. Rullarna kommer från mellandelen via hiss och fördelas till rullmaskinerna med hjälp av transportband på golvet. Om de nya rullarna har en stor diameter skickas de tillbaka till slingan i mellandelen via hiss. Rullar med liten diameter lastas på pall och förpackas innan de transporteras till ett transportband i mellandelens markplan för att skickas till utlastningen.

Förutom omrullningsmaskinerna stora mängder förpackningsmateriel i form av lastpallar, wellpapp och plast lagrat i lokalen. Det finns även hyllor med kartongprover. I lokalen finns också kontorsbaracker och pausrum.

Det finns varken brandlarm eller sprinkler i lokalen.

Höglagret

I höglagret mellanlagras kartongrullar i väntan på vidare bearbetning. Golvarean är $30 \times 125 \text{ m}^2$ och takhöjden är 21 m. Rullarna kommer in och skickas ut genom två öppningar till mellandelens plan 109,5. Rullarna lagras i förbestämda koordinater stående på golvet till maximalt 11,8 m höjd. Den maximala mängden som kan lagras är 12 000 ton. Förflyttningarna in och ut ur lagret ombesörjs av två helautomatiska traverser med sugklockor. Vid normal drift sköter traverserna om förflyttningarna i varsin halva av lagret men vid händelse av fel eller servicearbeten på en av dem kan den andra traversen täcka hela lagret.

Förutom de två in- och utlastningsöppningarna finns även maskinportar i marknivå vid båda kortsidorna.

I höglagret finns rökdetektorer och en sprinkleranläggning av ESFR-typ. Tak- och lagringshöjd är dock högre än vad som anges i Factory Mutuals dimensioneringsregler.

Arkning

Rullar tas också från slingan via hiss och transportband till arkningen. Arkningen som ligger på plan 103,5 är uppdelad på tre delar: arksal, packsal och rispack.

I arksalen står fem arkningsmaskiner bredvid varandra i en lokal som har golvarean $50 \times 40 \text{ m}^2$ och takhöjden 6 m. Det finns även en arkningsmaskin i packsalen.

Kartongrullarna leds via transportband fram till arkningsmaskinerna där de skärs upp till önskade format. Arken staplas därefter på pallar som förs vidare till packsalen.

Arkningsmaskinerna är cirka 11 m långa och 3,5 m breda. Maskinerna är förbundna med varandra av plattformar i överkant. På varje plattform finns kontrollpaneler och pausrum.

I lokalerna finns kartongrullar på transportbanden och staplar av tompallar vid maskinerna.

Mellan arksalen och packsalen finns ett avgränsat utrymme med bland annat matsal, konferensrum och kontor.

De fyllda pallarna med ark transporteras med truck från arksalen till packsalen där de antingen ställs på golvet eller på rullband. Pallarna på rullbandet draperas i krympplast och förs in i en 300-gradig ugn under en knapp minut medan plasten drar ihop sig. De inplastade pallarna förs vidare på ett transportband till plan 103,5 i mellandelen för att vidarebefordras till utlastningen.

En del av pallarna med arkad kartong tas in i rispacken där arken fördelas i buntar som slås in i omslagspapper innan de tas tillbaka in till packsalen.

Samtliga lokaler har sprinklersystem dimensionerade enligt RUS 120:4.

Om kartongen skall levereras på rullar med mindre bredd än 450 mm transporteras de via hiss till omrullningen där de kan skäras om i två maskiner. Skall den mellanlagras i väntan på att behandlas senare tas den in i höglagret. Den kartong som skall arkas tas via transportband och hiss till arksalen och packsalen. De rullar som har rätt dimensioner förpackas och märks upp

vid rulleballeringsstationen i mellandelen. Färdigförpackade rullar skickas på transportband till utlastningen.

2.1.3 Ställverk, elcentraler och korskopplingsrum

Av central betydelse för driften av kartongmaskinerna är de elutrymmen som styr maskinerna och förser dem med elkraft. I korskopplingsrummen omvandlas signalerna från styrinstrumenten i kontrollrummen till elström. I ställverken och elcentralerna transformeras strömmen till den strömstyrka och spänning som krävs för de motorer som skall drivas.

Totalt är det ett tjugotal ställverk, elcentraler och korskopplingsrum som försörjer de båda kartongmaskinerna. Samtliga rum är försedda med ljusbågsvakter.

2.2 Byggnadsuppdelning

För att kunna bestämma omfattningen och frekvensen för olika brandscenarion delas lokalerna upp i olika områden. Uppdelningen redovisas nedan och beror på typ av verksamhet och avgränsande väggar.

Område 1	KM 1. Areal för KM1 är 8 500 m ² på plan 103,5, 8 000 m ² på plan 109,5 och 1 900 m ² på 114,7. Total area för de tre planen exklusive elutrymmen är 18 400 m ² .
Område 2	KM2. Areal för KM2 är 10 200 m ² på plan 103,5, 9 400 m ² på plan 109,5 och 900 m ² på 114,7. Total area för de tre planen exklusive elutrymmen är 20 600 m ² . Då verksamheten och utformningen av KM1 och KM2 är liknande kan en brand antas få samma konsekvenser i båda lokalerna varför de behandlas på samma sätt i analysen.
Område 3	Arksal, packsal och rispäck. Arksalen och packsalen ligger i samma brandcell. Rispäcken ligger i en annan brandcell men då flera portar i brandcellsgränsen är uppspärade eller borttagna kan den inte anses vara intakt. Med avseende på brandriskerna kan lokalerna anses vara likvärdiga. Areal är 2 200 m ² för arksalen, 1 900 m ² för packsalen och 1 000 m ² för rispäcken. Total area är 5 100 m ² .
Område 4	Höglagret. Höglagret är en egen brandcell med intakta brandcellsgränser. Verksamheten och lokaltypen skiljer sig från övriga lokaler. Den totala arean är 3 800 m ² .
Område 5	Omrullningen. Omrullningen är en egen brandcell. Väggen som delar lokalen i två delar består av plywood. Den totala arean är 7 500 m ² .
Område 6	Mellandelen, plan 103,5. Total area är 1 800 m ² .
Område 7	Mellandelen, plan 109,5. Verksamheterna på mellandelens plan 109,5 skiljer sig från verksamheten på plan 103,5. Areal på plan 109,5 är 1 600 m ² .
Område 8	Ställverk, elcentraler och korskopplingsrum. Totalt finns ett tjugotal ställverk, elcentraler och korskopplingsrum. Konsekvenserna av en brand i elutrymme kan antas få samma omfattning oavsett i vilken av lokalerna den inträffar, med undantag för eldriftrum H801 som påverkar båda kartongmaskinerna. Därför behandlas samtliga rum på samma sätt i analysen. Total area av elutrymmen för kartongmaskinerna är c:a 3 300 m ² .
Område 9	Utrymmen mellan KM1 och KM2. I dessa utrymmen finns kontrollrum, kontor, förråd, verkstäder och personalutrymmen. Areal är 3 700 m ² fördelat på tre våningsplan.
Område 10	Ventilationsutrymmen. På kartongmaskinernas plan 114,7 finns ventilationsanläggningen. Denna behandlas som ett eget område och har totalt en area på c:a 3 200 m ² . Inga hänsyn har tagits till konsekvenserna av en brand i ventilationsutrymmen. Området används endast för att beräkna brandfördelningen inom byggnaden.

Tabell 1. Områdesindelning av kartongfabriken.

3 Brandfrekvenser och typbränder

Analysen bygger på två huvuddelar, en beskriver hur ofta det brinner och en beskriver hur stora konsekvenserna av branden blir. I detta kapitel behandlas hur ofta det brinner samt hur typbränderna fördelas mellan byggnadens områden.

Hur ofta det brinner, brandfrekvensen, baseras på statistik och är ett mått på hur många bränder som i genomsnitt inträffar per år. Brandfrekvensen används sedan till att beräkna sannolikheten för att en, två, tre, o.s.v. bränder skall uppstå per år och för att bedöma den förväntade årliga brandkostnaden.

Eftersom det är omöjligt att analysera alla bränder som kan tänkas uppstå väljer man ut några möjliga brandscenarier som på bästa sätt representerar de bränder som kan tänkas uppstå. Dessa bränder benämns typbränder. I denna analys klassificeras typbränderna som liten, mellan och stor. Den lilla branden medför ingen störning i produktionen och inte heller någon större ekonomisk skada. Den stora branden har däremot potential att förstöra hela området och sprida sig till angränsande områden. Mellanbranden har inte potential att sprida sig till angränsande områden utan bara att förstöra objekten som brinner och ge upphov till sanering i området.

Det är av stor vikt att vara medveten om att en mellan och stor brand har potential att orsaka stora skadekostnader, men om skyddssystemen, personalen eller brandkåren lyckas släcka branden minskas konsekvenserna av branden avsevärt. Hänsyn till dessa effekter tas senare i analysen.

3.1 Brandfrekvens

En modell för att beräkna frekvensen för en brands uppkomst finns redovisad i /3/. Frekvensen för att en brand skall uppstå beskrivs som en funktion av golvarean och verksamheten enligt följande:

Ekvation. 1

$$\Lambda_B = aA_F^b$$

Λ_B = Förväntat antal uppkomna bränder per år (år^{-1})

A_F = Areal av den industri för vilken sannolikheten för brand skall beräknas (m^2)

a = Konstant beroende på verksamheten i lokalen *Tabell 2*

b = Konstant beroende på verksamheten i lokalen *Tabell 2*

I /3/ benämns förväntat antal uppkomna bränder P_B men i denna rapport betraktas brandfrekvensen som en stokastisk variabel varför beteckningen ändrats till Λ_B .

Värden på konstanterna a och b för olika verksamheter enligt /3/ anges i tabell 1. Dessa värden är dock endast baserade på statistik från bränder då brandförsvaret tillkallats, vilket innebär att de bränder som släckts utan brandförsvaret informerats ej är inräknade. Därför kan frekvensen för brands uppkomst, beräknad med ekvation 1, vara underskattad.

Industriverksamhet	a	b
All tillverkande industri	0,0017	0,53
Mat, dryck och tobak	0,0011	0,6
Kemiska	0,0069	0,46
Mekaniska	0,00086	0,56
Elektriska	0,0061	0,59
Fordon	0,00012	0,86
Trä, möbler	0,00037	0,77
Textil	0,0075	0,35
Papper, tryckerier	0,00007	0,91
Annan tillverkning	0,0084	0,41
Lager	0,00067	0,5
Kontor	0,000059	0,9

Tabell 2. Värden på konstanterna a och b i ekvation 1 beroende på industriverksamhet enligt /3/.

De kategorier av industriverksamhet i tabell 1 som kan tänkas representera olika delar av kartongfabriken vid Iggesund bruk är "All tillverkande industri", "Papper, tryckerier", "Annan tillverkning" och "Lager".

Då den totala golvarean A_F i de undersökta lokalerna är 70 000 m² skulle brandfrekvensen för de olika verksamhetstyperna bli:

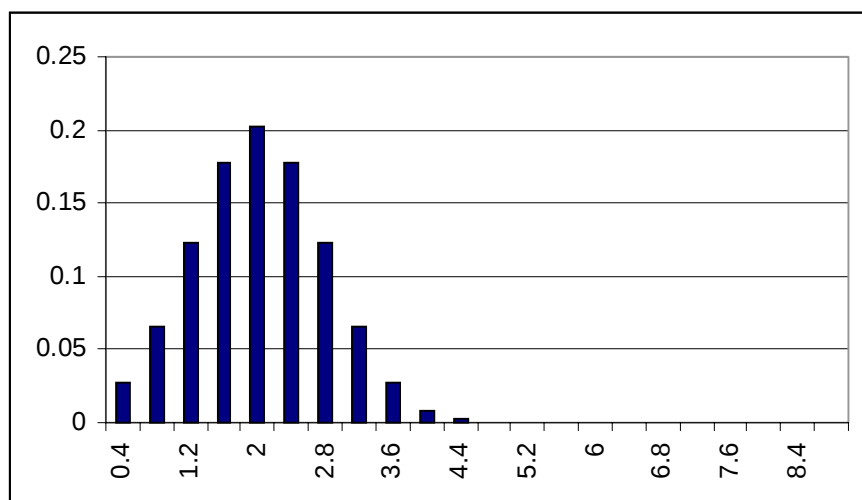
Verksamhetstyper	a	b	Λ_B år
All tillverkande industri	0,0017	0,53	0,63
Papper, tryckerier	0,0007	0,91	1,8
Lager	0,00067	0,5	0,81
Annan tillverkning	0,0084	0,41	0,81

Tabell 3. Brandfrekvenser för olika verksamhetstyper i pappersfabriken.

Då verksamheten "Papper, tryckerier" bedöms vara den verksamhet som passar bäst på lokalerna väljs frekvensen 1,8 bränder/år som utgångsvärde.

Skattningen av brandfrekvensen är förknippad med vissa osäkerheter. Därför skattas inte denna med ett värde utan som en fördelning. Den fördelningstyp som anses lämplig för detta är normalfördelningen. Normalfördelningen är en kontinuerlig fördelning, men för att förenkla de kommande beräkningarna approximeras normalfördelningen med en diskret fördelning. En beskrivning av hur en sådan approximation kan göras visas bland annat i /4/.

Den normalfördelning som ansetts lämplig för att representera brandfrekvensen har medelvärde 1,8 bränder per år och standardavvikelsen 0,8. Detta innebär att fördelningen för den stokastiska variabeln Λ_B , som representerar brandfrekvensen ser ut som figur 1. Medelvärde för denna är 1,8 bränder per år, det vill säga det värde som beräknats med ekvation 1.



Figur 1. Apriorifördelning av brandfrekvensen vid kartongfabriken.

3.2 Bayes sats

Bayes sats kan användas för att modifiera brandfrekvensen genom att ta hänsyn till hur många bränder som uppstått under tidigare år. De mätningar som finns tillgängliga i detta fall är tillbudsstatistiken för kartongfabriken och efterbehandlingen vid Iggesunds bruk åren 1995-97.

Följande tillbud klassas som initialbränder:

Datum	Verksamhet	Brandförlopp
950808	Remsupplösare, EBH, plan 103,5	Elmotorns remskiva lossnade, brand uppstod
951113	Kartongfabriken	Brand i motor
960705	Ställverk KM2	Nedsmälta kablar p.g.a. åsknedslag
960705	Ställverk KM1 K252	Liten brand
960912	Packning, foliomat	Brand vid svetsning
960916	Kartongmaskin, infratorken	Kartong fastnade och fattade eld
961128	Kartongmaskin, transportband	Pyrolys under transportband
970211	EBH	Brand vid uppstart av remsfläkt
970317	Omrullning, papperskorg toalett	Målares pappershanddukar självantände
970525	P12	Brand
970619	Arksal / KM2	Brand
971203		Avbrunna kilrep

Tabell 4. Tillbudsstatistik vid Iggesunds bruks kartongfabrik 95-97.

Sammanlagt var det tolv brandtillbud på tre år som klassas som initialbränder. Det tyder på att den ursprungliga skattningen av 1,8 bränder / år är för låg.

Om fördelningen innan mätningarna, apriorifördelningen, beskrivs som en diskret fördelning beskrivs även fördelningen efter mätningar, posteriorifördelningen, som en diskret fördelning. Genom att använda Bayes sats kan posteriorifördelningen beräknas /4/.

Vid användning av Bayes sats måste en så kallad "likelihood-funktion", $(P(A/\lambda_i))$, antas. A symboliserar antalet bränder som uppstått i anläggningen och $P(A/\lambda_i)$ skall tolkas som "sannolikheten att antalet bränder under tidsperioden är A , givet att brandfrekvensen är λ_i ".

Antalet bränder som uppkommer under en viss tidsperiod kan approximeras med en Poissonfördelning, vilken beskriver sannolikheten att x antal bränder skall inträffa under en given tidsperiod. Medelvärde i en Poisson-fördelning är, i denna tillämpning, brandfrekvensen Λ_B multiplicerat med den aktuella tidsperioden.

Likelihood-funktionen som används i Bayes sats blir alltså i denna tillämpning en Poisson-fördelning.

Sannolikhetsfördelningen för en Poisson-fördelning ser ut som ekvation 3:

Ekvation 3

$$P_X(x) = e^{-(\Lambda \cdot t)} \cdot (\Lambda \cdot t)^x / x!$$

Där

$P_X(x)$ = Sannolikheten att just x st bränder skall inträffa under tidsperioden
 x = Antalet bränder under den undersökta tidsperioden, i detta fall = 12
 Λ = Brandfrekvensen per år hämtad från fördelningen i figur 1
 t = Tidsperioden som är aktuell (år), i detta fall = 3 år

Nästa steg är att med hjälp av Bayes sats uppdatera apriorifördelningen med hjälp av tillbudsstatistiken. Bayes sats beskrivs, enligt /5/ i ekvation 4.

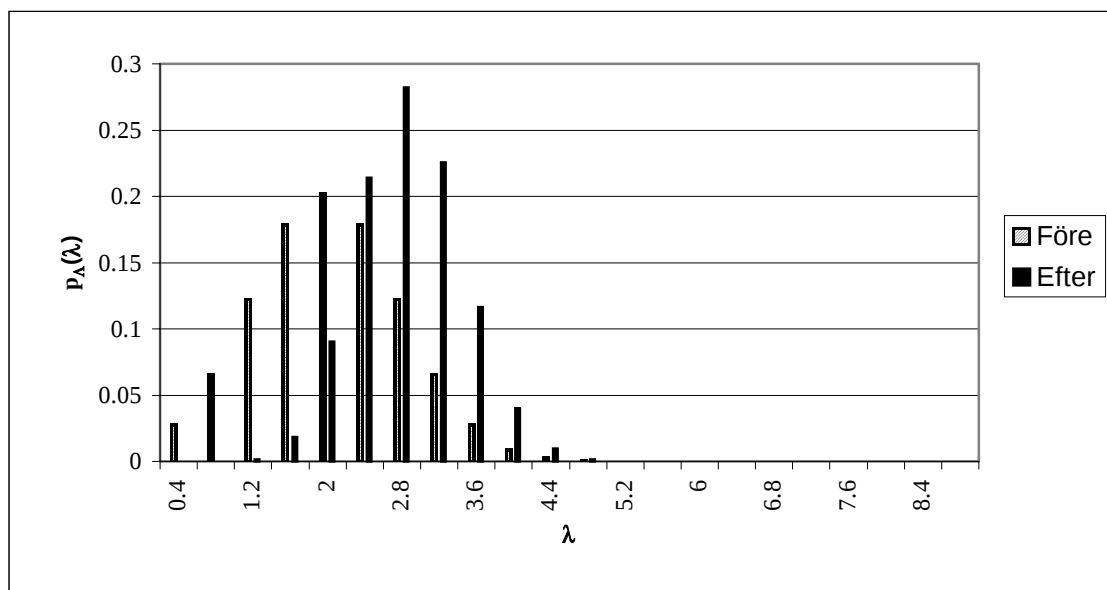
Ekvation 4

$$P(\lambda_i / A) = \frac{P(\lambda_i) \cdot P(A / \lambda_i)}{\sum_{j=1}^n P(\lambda_j) \cdot P(A / \lambda_j)}$$

Där

$P(\lambda_i/A)$ = Sannolikheten för att brandfrekvensen Λ skall anta värdet λ_i med känd tillbudsstatistik.
 $P(\lambda_i)$ = Sannolikheten för att brandfrekvensen Λ skall anta värdet λ_i innan tillbudsstatistiken var känd. Värdet hämtas ur apriorifördelningen i figur 1.
 $P(A/\lambda_i)$ = Sannolikheten att tillbudsstatistiken skulle ha inträffat förutsatt att brandfrekvensen är λ_i . Detta beräknas med Ekvation 3.

Med $x = 12$ st och $t = 3$ år insatt i Ekvation 3 och Ekvation 4 erhålls en posteriorifördelning vilken redovisas med apriorifördelningen i figur 2.



Figur 2. Apriorifördelning och posteriorifördelning av brandfrekvensen.

I figur 2 kan utläsas att medelvärdet efter att hänsyn tagits till tillbudsstatistiken blir 2,9 bränder/år, till skillnad från värdet 1,8 som beräknats med ekvation 1.

3.3 Antal bränder per år

Uppkomsten av bränder (antal bränder/år) beskrivs i denna rapport som en Poissonfördelning. Poissonfördelningen uppträder då en händelse inträffar slumpmässigt med en viss frekvens. Antal bränder i byggnaden/år anses kunna beskrivas med en Poissonfördelning.

För en viss brandfrekvens kan sannolikheten för 1, 2, 3 o.s.v. antal bränder räknas ut. Brandfrekvensen 2,9 innebär att sannolikheten för 1, 2, 3 o.s.v. bränder / år kan beskrivas med tabell 5.

Hänsyn till att fler än brand kan uppkomma under ett år måste tas då den förväntade skadekostnaden beräknas, se kapitel 7.

Antal bränder under ett år	Sannolikhet
0	0,0550
1	0,1596
2	0,2314
3	0,2236
4	0,1622
5	0,0940
6	0,0455
7	0,0188
8	0,0068
9	0,0022
10	0,0007
11	0,0001
12	0,0001

Tabell 5. Sannolikheten för ett visst antal bränder under ett år för den Poissonfördelade brandfrekvensen med medelvärde 2,9 stycken /6/.

3.4 Brandfördelning inom byggnaden

I förra avsnittet bedömdes brandfrekvensen för hela byggnaden till 2,9 år⁻¹. Det finns skillnader i konsekvenserna av en brand beroende på var i lokalerna den uppstår. Det är därför nödvändigt att använda byggnadsuppdelningen från kapitel 2 för att kunna bedöma sannolikheten för brand i ett visst område, givet att brand uppstått i byggnaden.

I vissa områden är sannolikheten för att en brand skall uppstå större än genomsnittet. I tabell 6 redovisas andelen bränder som startat i olika lokaltyper för industrityperna "Trävaruindustri" och "Annan tillverkningsindustri", vilka är de olika typer som kan sägas representera de analyserade lokalerna. Då inte alla lokaltyper finns i kartongfabriken och efterbehandlingen har nya värden räknats fram där bidraget från dessa lokaltyper ej medräknats. Dessa värden finns i kolumnerna för justerade värden. Slutligen har ett viktat värde för de båda industrityperna beräknats. Då det är svårt att avgöra vilken sorts utrymme som representerar ett område kan två utrymmestyper slås samman till en. Så är fallet med "Hall" och "Produktionslokal", som därför båda finns redovisade under "Produktionslokal" och "Personalutrymme" och "Kök" som båda redovisas under "Personalutrymme".

Startutrymme	Trävaru- industri	Annan tillverkande industri	Trävaru- industri e. just.	Annan tillverkn. e. just.	Trävaru- industri + annan tillv.
Inte angivet	8,5	10,1			
Utomhus	3,7	2,3			
Fristående hus	1,1	1,3			
Förråd	0,5	0,3			
Fristående garage					
Inbyggt garage	0,5				
Radgarage	2,9				
Kök	0,5	1,0			
Skorsten	1,1	0,6			
Pannrum	7,1	2,6			
Luftbehandlingsutrymme	1,6	2,9	4,2	5,4	4,8
Trapphus / Korridor					
Badrum / Toalett / Bastu					
Hall	5,8	14,0			
Verkstad	0,8	1,0	2,1	1,9	2,0
Vind	1,1	1,6			
Källare	0,8				
Elcentral	1,6	4,2	4,2	7,8	6,1
Produktionslokal	25,1	27,6	77,8	74,9	76,3
Försäljningslokal	0,3				
Samlingslokal					
Personalutrymme	1,1	1,9	4,2	5,5	4,9
Kontor		0,3		0,5	0,3
Datacentral	1,3	0,3	3,3	0,5	1,8
Lastbrygga	0,8	1,3			
Lager	1,1	1,6	4,2	3,5	3,8
Upplag	2,1				
Höupplag, loge, lada	2,1	0,3			
Cistern	1,1	0,6			
Silo	5,8	2,6			
Annat	20,6	18,8			
Okänd	1,1	2,6			
TOTALT ANTAL BRÄNDER	378	308	149	170	319

Tabell 6. Startutrymmen för bränder /7/.

För att beräkna brandfrekvenserna i de enskilda områdena måste arean av de olika verksamhetstyperna mätas upp för respektive område. Dessa areor finns redovisade i tabell 7.

Område	Luftbehandlings- utrymme	Verkstad	Elcentral	Produktions- lokal	Personal- utrymme	Kontor	Datacentral	Lager	Total area
1	0	0	0	18400	0	0	0	0	18400
2	0	0	0	20600	0	0	0	0	20600
3	0	0	160	4350	190	400	0	0	5100
4	0	0	0	0	0	0	0	3800	3800
5	0	100	0	2500	50	350	0	4500	7500
6	0	0	0	1600	0	0	0	200	1800
7	0	0	0	1550	0	0	50	0	1600
8	0	0	3300	0	0	0	0	0	3300
9	50	600	0	0	900	1280	510	360	3700
10	3200	0	0	0	0	0	0	0	3200
Summa	3250	700	3460	49000	1140	2030	560	8860	69000

Tabell 7. Delareor (m^2) av olika verksamhetstyper i de olika områdena.

Dessa areor används för att beräkna fördelningen för att branden börjar i ett visst område, givet brand i kartongfabriken. För att beräkna de fördelningen används följande ekvation:

Ekvation 7

$$P_o = \sum P_i \cdot A_{i,o} / A_t$$

Där

P_o = Sannolikheten för brand i område (o) givet brand i byggnaden

P_i = Andel bränder som uppkommer i verksamhetstypen (i)

A_i = Area hos totala området i anläggningen där verksamhet (i) bedrivs (m^2)

$A_{i,o}$ = Areal av den del av område O där verksamhetstypen (i) bedrivs (m^2)

Med ekvation 7 beräknas hur stor andel av den totala sannolikheten för brand som en verksamhetstyp utgör. Därefter beräknas hur stor del av verksamhetstypens area som finns inom det undersökta området. Slutligen summeras sannolikheterna av varje enskild verksamhetstyp som finns inom området för att få områdets totala brandsannolikhet givet brand i byggnaden. Denna ekvation förutsätter att det är samma fördelning av verksamhetsareor i det undersökta objektet som i de anläggningar som ligger till grund för statistiken i tabell 6, Startutrymmen för bränder.

Beräkningar av brandfrekvenser för de analyserade områdena redovisas i tabell 8.

Område	Luftbehandlings utrymme, f=0,048	Verkstad, f=0,02	Elcentral, f=0,061	Produktions- lokal, f=0,763	Personal- utrymme, f=0,049	Kontor, f=0,003	Lager, f=0,038	Fördelning
1	0	0	0	0,831	0	0	0	0,292
2	0	0	0	0,93	0	0	0	0,327
3	0	0	8,18E-3	0,196	0,0237	1,71E-3	0	0,081
4	0	0	0	0	0	0	0,0473	0,017
5	0	8,29E-3	0	0,113	6,23E-3	1,50E-3	0,056	0,065
6	0	0	0	0,0723	0	0	2,49E-3	0,026
7	0	0	0	0,07	0	0	0	0,025
8	0	0	0,169	0	0	0	0	0,059
9	2,14E-3	0,0497	0	0	0,112	5,49E-3	4,48E-3	0,061
10	0,137	0	0	0	0	0	0	0,048
Totalt	0,139	0,058	0,177	2,21	0,142	8,7E-3	0,11	1

Tabell 8. Brandfördelning fördelat på verksamhetstyper och områden

3.4.1 Brandfördelning inom områden

För att förbättra precisionen i beräkningarna av de ekonomiska skadeverkningarna av bränder har en uppdelning mellan brand i maskin och övriga bränder gjorts i produktionslokalerna. Enligt [7] uppstår c:a 90 % av alla bränder i produktionslokaler i maskiner, vilket lett till att fördelningen 90/10 valts. De områden som berörs är KM 1, KM 2, arkning och omrullning.

I kartongmaskinerna bedöms brandriskerna variera med kartongens vattenhalt och maskintemperaturen vilka är olika i olika delar av maskinerna. Brandskyddsåtgärderna varierar också beroende på maskindel. Maskinerna delas därför upp i tre delar; våtdel, torkkåpa och ytbehandling.

Arkningen har delats upp i tre delar; arksal, packsal och rispack. I arksalen finns fyra stycken arksmaskiner, i packsalen finns en arksmaskin och krympplastmaskin och i rispacken en omslagsmaskin.

Fördelningen av bränder inom kartongmaskinerna och mellan de olika delarna av arkningen har resonerats fram.

Område	Fördelning
1, KM 1, Våtdel	0,18
1, KM 1, Torkkåpa	0,36
1, KM 1, Ytbehandling	0,36
1, KM 1, Övrigt	0,1
2, KM 2, Våtdel	0,18
2, KM 2, Torkkåpa	0,36
2, KM 2, Ytbehandling	0,36
2, KM 2, Övrigt	0,1
3, Arksal, maskiner	0,90
3, Arksal, övrigt	0,1
3, Packsal, krympplastmaskin	0,63
3, Packsal, arkmaskin	0,27
3, Packsal, övrigt	0,10
3, Rispack, maskin	0,9
3, Rispack, övrigt	0,1
5, Omrullning, Maskin 1-2	0,90
5, Omrullning, Övrigt	0,1

Tabell 9. Brandfördelning mellan maskiner och övriga bränder inom respektive område.

3.5 Typbränder

Efter att brandfrekvensen har skattats skall även en fördelning av brändernas skadeverkningar konstrueras. Detta görs genom att dela in bränderna i tre grupper: stor, medelstor och liten brand. Gruppindelningen görs efter vilka skador branden har potential att medföra.

En stor brand är en brand som hotar att sprida sig till ett angränsande område. Inom området medför den så stora skador att all materiel och utrustning kan antas bli helt förstörd. Skadorna är främst orsakade av värmen från branden och brandgaserna, s.k. termiska skador.

En medelstor brand sprider så mycket skadliga ämnen via brandgaserna att stora delar av området måste saneras att produktionsstörningar uppstår. I lagerlokaler antas en medelstor brand medföra att stora delar av det lagrade godset måste kasseras eller saneras på grund av brandgaserna.

En liten brand definieras som en brand som endast medför små skadeverkningar på en begränsad del av lokalen. Den lilla branden antas endast medföra små ekonomiska skadeverkningar och förväntas inte spridas från startföremålet.

3.5.1 Bedömningsmetodik för liten, mellan och stor brand

För att bedöma sannolikheten för typbränderna inom ett område har följande metodik och resonemang använts.

- Först görs en visuell besiktning av området där potentiella initialbrandföremål fastställs samt deras maximala effektutveckling.

- Därefter bedöms om avstånden till angränsande objekt är kort nog för att de skall antändas av det brinnande objektets strålning. Detta upprepas tills brandspridningen har avstannat eller tills området blivit övertänt.
- När alla potentiella initialbrandföremål gått igenom får man fram en fördelning mellan typbränderna i området.

Bedömning av ett objekts maximala effektutveckling

Vid bedömningen av potentiella startföremål för brand och deras maximala effektutveckling har tabell över materials, vätskors och objekts maximala effektutveckling per kvadratmeter från /8/ använts.

Brandspridning mellan föremål via strålning

För att bedöma om brandspridning kommer att ske till ett föremål från en angränsande brand beräknas om brandens maximala strålning räcker till för att antända det angränsande föremålet på avståndet mellan dem. Bedömningen görs utan att ta hänsyn till tidsberoendet för flamspridning. För att kunna göra detta har nedanstående diagram skapats utifrån Modak's simple method /9/

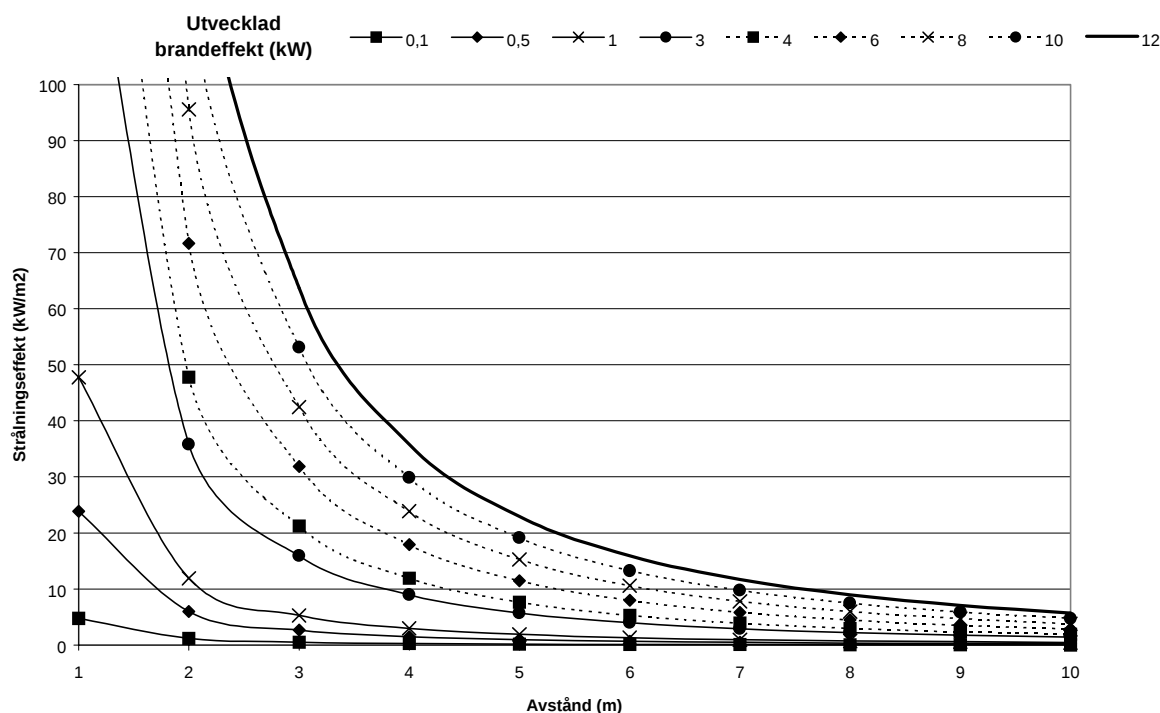


Diagram 1. Strålningsnivåer på olika avstånd från brandkällans centrum, beroende på brandeffekt.

För att diagrammet bäst skall representera bränslet som finns i kartongfabriken har det skapats för sotande bränslen. Det innebär att den avgivna strålningen är c:a. 50 % av den totalt utvecklade effekten.

I /10/ anges att träbaserade material spontant antänder vid c:a. 30 kW/m² och att lägsta strålningsnivå för en del träbaserade material ligger vid 13 kW/m². Eftersom det mesta

bränslet i kartongfabriken är träbaserat används dessa värden för att bestämma strålningsnivån när spontan antändning sker. För att ta hänsyn till att en del träbaserade material spontant antänder vid 13 kW/m² väljs 20 kW/m² som kriterium för flamspridning.

3.5.2 Fördelning mellan områdenas typbränder

Efter att visuellt besiktigtat områdena utifrån metodiken i föregående kapitel har följande fördelning mellan liten, mellan och stor brand i respektive område bedömts. Bedömningarna har gjorts på plats och har resonerats fram i samförstånd mellan författarna. Typbrandfördelningen i elutrymmen har antagits med hänsyn till att det i /11/ konstateras att en mycket begränsad brand i PVC-kablar ändå kan ge upphov till ett saneringsbehov i ett eller flera rum där det finns känsliga komponenter.

Område	Liten brand	Mellan brand	Storbrand
1, KM 1, Våtdel	80	19	1
1, KM 1, Torkkåpa	50	49	1
1, KM 1, Ytbehandling	40	58	2
1, KM 1, Övrigt	80	19	1
2, KM 2, Våtdel	80	19	1
2, KM 2, Torkkåpa	50	49	1
2, KM 2, Ytbehandling	40	58	2
2, KM 2, Övrigt	80	19	1
3, Arksal, maskin 1-4	30	20	50
3, Arksal, övrigt	40	10	50
3, Packsal, krymplastmaskin	10	30	50
3, Packsal, arkmaskin	20	40	40
3, Packsal, övrigt	30	40	30
3, Rispack, maskin	40	40	20
3, Rispack, övrigt	70	20	10
4, Höglager	87	1	12
5, Omrullning, Maskin 1-2	55	30	15
5, Omrullning, Övrigt	55	25	20
6, Mellandel, 103,5	80	15	5
7, Mellandel, 109,5	78	20	2
8, Kontrollrum	80	15	5
8, Övr. mellan KM 1 & 2	80	15	5
9, Elutrymme	64	35	1
10, Ventilation	-	-	-

Tabell 10. Fördelning mellan liten, mellan och stor brand för respektive område i kartongfabriken.

4 Personalens ingripande

Personalen i kartongfabriken får ungefär vartannat år utbildning i brandsläckning och förebyggande brandskydd. Överallt inom fabriksområdet finns det nära tillhands till handbrandsläckare och fasta vattenslangar, vilket medför att personalen förväntas kunna ingripa och släcka en brand i tidigt stadium. I analysen antas att personalen har en viss sannolikhet att upptäcka och släcka en uppkommen brand. Bedömningen av den sannolikheten baseras på persontätheten och tillgången på släckutrustning i den del av fabriken där branden uppstår. Denna bedömning görs för varje område.

Sannolikheten för att släcka en brand i maskin sänks från det övriga området då maskinerna är stora, komplexa och har svåråtkomliga skrymslen. Hur pass mycket den sänks skattas av författarna utifrån deras egen kunskap och erfarenhet av handbrandsläckare och fasta vattenslangar.

Personalen antas inte kunna minska konsekvensen av en liten brand, men för en medel och stor brand antas en lyckad insats minska dess konsekvenser till en liten brands.

4.1 Sannolikhet för lyckad släckinsats av personalen

Sannolikheten för att en uppkommen brand släcks av personalen är svår att bedöma. Den anses påverkas av tre från varandra fristående faktorer som bedöms var för sig på en skala 1-3. Dessa används sedan till att räkna ut sannolikheten. De tre faktorerna är släckutrustning, persontäthet och siktbarhet och de förklaras i följande underkapitel. Utbildning är också en viktig faktor men eftersom den är lika i hela byggnaden påverkar den bara absolutvärdet av sannolikheten.

Område	Släck- utrustning	Person- täthet	Sikt- barhet	P_{Personal}	P_{Personal} (utan brandlarm)
1,2, KM 1 & 2	2	2	2	0,4	0,16
3, Arksal, packsal & rispack	2	3	2	0,6	0,42
4, Höglagret	1	1	1	0,2	0,02
5, Omrullningen	2	2	2	0,4	0,16
6, Mellandel, plan 103,5	3	1	3	0,5	0,05
7, Mellandel, plan 109,5	3	2	3	0,6	0,45
8, Elutrymmen	3	1	3	0,5	0,05
9, Kontrollrum	3	3	3	0,8	0,76

Tabell 11. Sannolikheten för att personalen upptäcker och släcker branden i de olika områdena.

4.1.1 Klassning av lokalerna

Släckutrustning

1. Inga rutiner för kontroll av handbrandsläckare. Mer än 25 meter till närmaste släckare. Blockerade släckare eller slangrullar.
2. Rutiner för kontroll av släckare. Släckutrustning tillgänglig inom 25 meter från varje plats i lokalen. Släckare och brandposter är väl utmärkta och synliga.
3. Extern firmas kontroll eller intern kontroll av släckare. Släckare utplacerade i närhet av maskiner, speciellt sådana där brandrisken är stor. Flera olika typer av släckare där det är nödvändigt.

Persontäthet

1. Låg persontäthet. Personer vistas endast tillfälligt i lokalen. Lokalen är troligtvis någon typ av förråd.
2. Lokalen utgör arbetsplats för ett antal personer, men alla delar av lokalen är inte konstant bemannade.
3. Personalen vistas konstant i hela lokalen (utom möjligtvis vid pauser i arbetet).

Siktbarhet

1. Det finns många dolda utrymmen och rum där personer normalt inte vistas. Huvuddelen av området består av rumsindelning.
2. Stora delar av lokalen är öppen, men viss rumsindelning förekommer. Även skymda ytor (p.g.a. till exempel lagerhyllor) förekommer.
3. Lokalen är öppen. Röken från en brand kan i princip upptäckas från alla positioner i lokalen.

Även om inte alla villkor uppfylls för att t.ex. 2 poäng skall ges för någon av ovanstående faktorer kan det kompenseras av någon annan likvärdig lösning, bara det motiveras.

Sannolikheten för att personalen skall släcka en brand räknas ut genom att summera de tre värden som beror av poängsättningen av faktorerna.

Ekvation 8

$$P_{\text{Personal}} = f_{\text{Sl}} + f_{\text{P}} + f_{\text{Si}}$$

Där f_{Sl} , f_{P} och f_{Si} beräknas enligt tabell 12 då brandlarmet fungerar och tabell 13 då det inte finns något eller det inte fungerar:

Släckutrustning	Persontäthet	Siktbarhet
1 = 0,05	1 = 0,10	1 = 0,05
2 = 0,10	2 = 0,20	2 = 0,10
3 = 0,20	3 = 0,40	3 = 0,20

Tabell 12. Sannolikheter för f_{Sl} , f_{P} och f_{Si} då brandlarmet fungerar.

Persontäthet Siktbarhet	1	2	3
1	0,02	0,2	0,6
2	0,06	0,4	0,7
3	0,1	0,75	0,95

Tabell 13. Korrektionsfaktorer för P_{Personal} då brandlarmet inte fungerar.

Det framgår i tabell 12 att persontätheten anses betyda mer för sannolikheten att personalen släcker branden än vad tillgången av släckutrustning och siktbarhet gör. Det största värde p_{Personal} kan anta är 0,8 (då alla faktorer värderas till 3) och det lägsta värdet är 0,20 (då alla faktorer värderas till 1).

4.2 Korrigerade sannolikheter för lyckad släckning av brand

I nedanstående tabell har sannolikheterna för en lyckad släckinsats kompletterats med de korrigerade sannolikheterna för släckning i maskinerna. Hur pass mycket den sänks skattas av författarna utifrån kunskap och erfarenhet av handbrandsläckare och fasta vattenslangar.

Område	Fungerande brandlarm	Trasigt brandlarm
1, KM 1, Våtdel		
1, KM 1, Torkkåpa		
1, KM 1, Ytbehandling		
1, KM 1, Övrigt	0,4	0,16
2, KM 2, Våtdel		
2, KM 2, Torkkåpa		
2, KM 2, Ytbehandling		
2, KM 2, Övrigt	0,4	0,16
3, Arksal, maskin		
3, Arksal, övrigt	0,6	0,42
3, Packsal, maskin		
3, Packsal, övrigt	0,6	0,42
3, Rispack, maskin		
3, Rispack, övrigt	0,6	0,42
4, Höglager	0,2	0,02
5, Omrullning, Maskin	0,4	0,16
5, Omrullning, Övrigt	0,4	0,16
6, Mellandel, 103,5	0,5	0,05
7, Mellandel, 109,5	0,6	0,45
8, Kontrollrum	0,8	0,76
8, Övr. mellan KM 1 & 2		
9, Elutrymme	0,5	0,05

Tabell 14. Sannolikheter för lyckad släckinsats utförd av personalen.

5 Räddningstjänstens ingripande

Räddningstjänstens ingripande representeras i analysen av en sannolikhet för att släcka en uppkommen brand. Att räddningstjänsten släcker branden innebär att skadorna begränsas och att den inte sprider sig från området den uppstått i. Om räddningstjänsten däremot misslyckas att släcka branden, förutsatt att den är av stor karaktär, kommer den att involvera hela området den uppstått i och det finns risk för brandspridning till angränsande områden. I ett sådant skede antas räddningstjänsten inrikta sig på att förhindra brandspridning till övriga områden.

För att bedöma sannolikheten att räddningstjänsten släcker en mellan eller stor brand analyseras hur snabbt räddningstjänsten kan börja släcka branden jämfört med brandens tillväxthastighet.

Tidigare fanns en industribrandkår vid Iggesunds bruk men den är numera avskaffad. De närmaste resurserna är deltidsbrandkåren i Iggesund och heltidsbrandkåren i Hudiksvall. Då en brand uppstår larmas först vaktkuren vid Iggesunds bruk antingen via automatiskt brandlarm eller av personalen som därefter larmar räddningstjänsten. Utifrån insatsstatistiken fås att tiden mellan räddningstjänsten larmats till att den anländer Iggesunds bruk varierar likformigt mellan sex till tio minuter.

Tiden från att branden startar tills att räddningstjänsten kan påbörja räddningstjänsten karaktäriseras av tre deltider, tiden från att branden startar tills att brandkåren får larmet, körtiden till Iggesunds bruk och den tid det tar från att brandkåren är på plats tills de nått fram till branden och kan påbörja släckningen.

5.1 Larmtid

5.1.1 Personalens upptäckt av brand

När en brand uppstår i ett område utan brandlarm eller automatiskt släcksystem antas tiden till upptäckten av branden bero på siktbarheten och persontätheten i området.

Siktbarheten och persontätheten bedöms för respektive område utifrån en skala från 1 till 3 där 1 är sämst och 3 är bäst. Kriterierna för poängsättningen ges nedan:

Persontäthet

- 1) Låg persontäthet. Personer vistas endast tillfälligt i lokalen. Lokalen är troligtvis någon typ av förråd.
- 2) Lokalen utgör arbetsplats för ett antal personer, men alla delar av lokalen är inte konstant bemannande.
- 3) Personer vistas konstant i hela lokalen (utom möjligtvis vid pauser i arbetet).

Siktbarhet

- 1) Det finns många dolda utrymmen och rum där personer normalt inte vistas. Huvuddelen av området består av mindre utrymmen.
- 2) Stora delar av lokalen är öppen, men viss rumsindelning förekommer. Även skymda ytor, exempelvis på grund av lagerhyllor, förekommer.
- 3) Lokalen är öppen och röken av brand kan lätt upptäckas från i princip alla positioner i lokalen.

Persontätheten bedöms inverka mest på hur lång tid det tar tills personalen upptäcker branden. Nedanstående tabell har använts för att bedöma vilka effekter som kan förbli oupptäckta vid en initialbrand som har en medium eller fast α^2 -kurvas egenskaper. Den kortaste tiden till brands upptäckt antas vara 30 sekunder.

		Persontäthet		
		1	2	3
Siktbarhet	1	5 MW, $t_{fast} = 330$ s, $t_{medium} = 654$ s	3MW, $t_{fast} = 255$ s, $t_{medium} = 506$ s	1MW, $t_{fast} = 147$ s, $t_{medium} = 292$ s
	2	4 MW, $t_{fast} = 295$ s, $t_{medium} = 585$ s	2,4MW, $t_{fast} = 228$ s, $t_{medium} = 453$ s	0,8MW, $t_{fast} = 132$ s, $t_{medium} = 261$ s
	3	3MW, $t_{fast} = 255$ s, $t_{medium} = 506$ s	1MW, $t_{fast} = 147$ s, $t_{medium} = 292$ s	0,3MW, $t_{fast} = 81$ s, $t_{medium} = 162$ s

Tabell 15. Brandeffekt vid vilken branden inte kan förbli oupptäckt.

När persontätheten är 1 är effekten och tiden för brands upptäckt mycket osäkra. De är dock så pass högt valda att om de skulle sättas högre så skulle det inte påverka brandkårens sannolikhet för lyckad släckinsats.

Utifrån ovanstående resonemang och antaganden har kortaste och längsta tid tills brands uppkomst beräknats för respektive område.

Område	Persontäthet	Siktbarhet	Maximal brandeffekt utan upptäckt (MW)
1, KM 1	2	2	2,4 MW
2, KM2	2	2	2,4 MW
3, Arksal, packsal och rispack	3	2	0,8 MW
4, Höglagret	1	1	5 MW
5, Omrullningen	2	2	2,4 MW
6, Mellandelen, bottenplanet	1	3	3 MW
7, Mellandelen, plan 1	2	3	1 MW
8, Ställverk, elcentraler och korskopplingsrum	1	3	3 MW
9, Kontrollrum	3	3	0,3 MW
9. Övrigt	1	1	5,0 MW

Tabell 16. Siktbarhet, persontäthet samt maximal brandeffekt utan upptäckt för de olika områdena.

När personalen har upptäckt branden antas de direkt ringa till vakten som i sin tur larmar räddningstjänsten. Det antas ta 180 sekunder.

Område	Längsta larmtid (s)	Kortaste larmtid (s)
1, KM 1	483	210
2, KM2	483	210
3, Arksal, packsal & rispack	312	210
4, Höglagret	360	210
5, Omrullningen	408	210
6, Mellandelen, bottenplanet	435	210
7, Mellandelen, plan 1	327	210
8, Ställverk, elcentraler och korskopplingsrum	435	210
9, Kontrollrum	261	210
9. Övrigt	330	210

Tabell 17. Kortaste och längsta larmtid för de olika områdena och maskinerna.

5.1.2 Brandlarm

För att i de områden som omfattas av rökdetektorer bedöma hur detektionstiden av en brand har simuleringar gjorts i Detact-t² /12/. Nedanstående tabell visar resultaten från simuleringarna.

Brandtillväxt	Horisontellt avstånd mellan branden och rökdetektor. (m)	Takhöjd (m)	Detektionstid (s)
Slow $\alpha=0.003\text{kW/s}^2$	5	10	320
		6	260
		3	115
Medium $\alpha=0.012\text{kW/s}^2$		10	225
		6	115
		3	85
Fast $\alpha=0.047\text{kW/s}^2$		10	155
		6	95
		3	60

Tabell 18. Rökdetektorers detektionstider för olika takhöjder och brandtillväxthastigheter.

När en rökdetektor aktiverats antas det ta 45 sekunder för vakten att larma räddningstjänsten.

Område	Bedömd brandtillväxt	Längsta larmtid (s)
1, KM 1	Medium	270
2, KM2	Medium	270
3, Arksal, packsal och rispäck	Fast	140
4, Höglagret*	Fast	200
5, Omrullningen	Har ej något larm	
6, Mellandelen, bottenplanet	Fast	160
7, Mellandelen, plan 1	Fast	160
8, Ställverk, elcentraler och korskopplingsrum	Slow	160
9, Kontrollrum	Fast	105
9, Övr. utrymmen	Fast	105

Tabell 19. Tabell över områdenas rökdetektorers detektionstider. *Höglagret har linjedetektorer men de antas detektera en brand lika snabbt som vanliga rökdetektorer.

5.2 Körtid

Utifrån insatsstatistiken varierar körtiden (tiden från att räddningstjänsten larmats tills de ankommer Iggesund bruk) likformigt mellan 6 och 14 minuter. Studerar man avstånd från brandstationerna och tar hänsyn till att den närmaste är en deltidsstation verkar det mycket osannolikt att räddningstjänsten skall hinna dit på 6 minuter efter att de fått larmet. Utifrån det verkar 10 minuter rimligt vilket antas gälla i analysen.

5.3 Rökdykarinsats

Vid en liten brand antas rökdykarna lätt hitta branden och släcka den. Skadekostnaden för små bränder antas alltid vara 50 kkr.

Då en brand som har potential att växa till en mellan eller stor brand uppstått i ett område är det av stor vikt att branden släcks innan hela området måste saneras. I den här analysen antas det i produktionslokalerna ske när det uppstått en klar skiktning mellan övre och undre brandgaslagret. Anledningen till det valda kriteriet är att det är höga renlighetskrav på kartongen och att det antas att alla större sotpartiklar sedimenteras jämt över alla horisontella ytor under övre brandgaslagret i området.

Växer sig en brand större än 11 MW (ungefär vad som anses möjligt att släcka med ett strålrör /13/) antas en rökdykargrupp inte kunna släcka den utan de får inrikta sig på att begränsa den från angränsande områden. Tiden tills brandeffekten når 11 MW beräknas i tabell 20.

Brandtillväxt (kW/s ²)	Tid tills 11 MW nås (s).
Slow, $\alpha=0,003$	1914
Medium, $\alpha=0,012$	957
Fast, $\alpha=0,047$	484

Tabell 20. Tid tills typbränder når upp till 11 MW.

Tiden från att räddningstjänsten nått fram till kartongfabriken och tills rökdykarna nått fram till elden och kan börja släcka är svår att bedöma. Den beror till stor del på tillgången på insatsvägar, siktbarheten i områdena, vad som brinner och var branden uppkommit. Tiden för rökdykarinsats uppskattas som en minsta och största tid inom varje område.

Område	Kortaste tid för rökdykare att lokalisera branden (sekunder)	Längsta tid för rökdykare att lokalisera branden (sekunder)
1, KM 1	120	420
2, KM 2	120	420
3, Arksal	120	360
3, Packsal	120	360
3, Rispack	120	360
4, Höglager	80	360
5, Omrullning	80	300
6, Mellandel, bottenplan	80	300
7, Mellandel, 109,5	100	360
8, Elutrymme	120	420
9, Kontrollrum	120	420
9, Övr. mellan KM 1 & 2	120	600

Tabell 21. Tidsåtgång för rökdykare tills de är redo att släcka branden.

Att uppskatta kortaste tid för rökdykarnas insats går att göra ganska exakt, men att skatta längsta tid är i det närmaste omöjligt. De längsta tiderna är satta lite högre än vad man kan förvänta sig att det tar för rökdykarna att nå fram till branden. Det är dock tillräckligt för att påvisa konsekvenserna om inte rökdykarna lokaliserar branden snabbt.

5.4 Sannolikhet att räddningstjänsten släcker

Utifrån tabell 18, 20 och 21 kan intervallen för områdenas insatstider beräknas. Med insatstid menas tiden från att det börjar brinna tills första rökdykargrupp lokaliserat branden och skall börja bekämpa den.

Insatstiden antas i 20 % av fallen anta den kortaste tiden, i 65 % av fallen medelvärde av längsta och kortaste tid samt 15 % av fallen längsta tiden. I tabell 22 presenteras tiderna för när personalen upptäcker branden samt när vakterna larmas via brandlarmet i tabell 23.

Område	Totaltid (s)		
	Kortaste	Medel	Längsta
1, KM 1	930	1220	1500
2, KM 2	930	1220	1500
3, Arksal	930	1100	1270
3, Packsal	930	1100	1270
3, Rispack	930	1100	1270
4, Höglager	890	1100	1310
5, Omrullning	890	1100	1310
6, Mellandel, bottenplan	890	1110	1330
7, Mellandel, 109,5	910	1120	1330
8, Elutrymme	930	1190	1450
9, Kontrollrum	930	1110	1290
9, Övr. mellan KM 1 & 2	930	1230	1530

Tabell 22. Insatstider när personalen upptäcker branden.

Område	Totaltid (s)		
	Kortaste	Medel	Längsta
1, KM 1	990	1140	1290
2, KM 2	990	1140	1290
3, Arksal	860	980	1100
3, Packsal	860	980	1100
3, Rispack	860	980	1100
4, Höglager	880	1020	1160
5, Omrullning	-	-	-
6, Mellandel, bottenplan	840	950	1060
7, Mellandel, 109,5	860	990	1120
8, Elutrymme	880	1030	1180
9, Kontrollrum	825	975	1125
9, Övr. mellan KM 1 & 2	825	1065	1305

Tabell 23. Insatstider när branden upptäcks av rökdetektorer.

Efter en jämförelse av uppkommen brandeffekt vid insatstiden med 11 MW för respektive område beräknas sannolikheten för att brandkåren lyckas att släcka branden. Sannolikheten att brandkåren släcker branden kan rimligtvis inte vara 0 eller 1. Därför antas att minsta sannolikheten för att brandkåren släcker branden aldrig understiger 3 % och att högsta sannolikheten aldrig överstiger 97 %.

Område	Personalen upptäcker branden.	Brandlarmet detekterar branden.
1, KM 1	20	3
2, KM 2	20	3
3, Arksal	3	3
3, Packsal	3	3
3, Rispack	3	3
4, Höglager	3	3
5, Omrullning	3	-
6, Mellandel, bottenplan	3	3
7, Mellandel, 109,5	3	3
8, Elutrymme	97	97
9, Kontrollrum	3	3
9, Övr. mellan KM 1 & 2	3	3

Tabell 24. Sannolikheten för att brandkåren släcker en brand som har potential att bli stor.

6 Brandscenarier

Brandscenarierna som bedömts kunna inträffa i Iggesunds bruks kartongfabrik presenteras i händelseträdet i bilaga 1. Händelseträdet är uppbyggt utifrån en initialhändelse, brand i kartongfabriken som sedan förgrenar sig på olika följdhändelser till ett antal tänkbara sluthändelser. En fördelning har skapats där sannolikheten bedömts för att en brand skall uppstå i ett visst område och vilken skadepotential den har. Om något släcksystem fungerar avbryts skadeutvecklingen och branden når ej sin fulla potential. Alla följdhändelser efter en förgrening är försedda med sannolikheter. Summan av alla sannolikheter efter en förgrening är ett.

6.1 Fördelning av bränder

Förgreningen efter initialhändelsen visar fördelningen för att en brand skall inträffa inom ett område, givet att en brand inträffat i kartongfabriken. Ser man på fördelningen av bränder mellan områdena under en kort tidsperiod, 5-10 år kommer de troligen inte representeras av fördelningen. Det beror på att intervallen mellan bränderna är stora relativt tidsperioden. I ett längre perspektiv (t.ex. mer än 100 år), givet att inte verksamheten förändras kommer den relativa frekvensen av inträffade bränder inom varje område vara samma som den angivna fördelningen av bränder givet att fördelningen är korrekt.

I bilaga 1 kan fördelningen av bränder inom kartongfabriken ses i form av ett händelsetråd. För hur fördelningen skapats hänvisas till kapitel 3.3 Under sannolikheten för varje följdhändelse står den förväntade skadekostnaden givet att branden inträffat inom det område som följdhändelsen representerar.

6.2 Brandlarmets tillförlitlighet

I utrymmena som det inte vistas kontinuerligt med folk och där en tidig upptäckt av en brand är viktig för slutkonsekvensen av branden har brandlarmet stor betydelse. I händelseträdet i bilaga 1 representeras brandlarmets funktion av en sannolikhet för att det fungerar. Fungerar inte larmet minskas personalens och räddningstjänstens chanser att släcka branden.

Tillförlitligheten hos en rökdetektor är ungefär 0,90 /14/. Utifrån det bedöms tillförlitligheten för ett brandlarm bestående av flera rökdetektorer till 0,97. Det baseras på antagandet att det finns två rökdetektorer (troligen finns det flera) som kan upptäcka branden. Sannolikheten för att båda är trasiga samtidigt är då 0,01 och systemets tillförlitlighet beräknas då till 0,99. För att ta en viss hänsyn till resten av systemets tillförlitlighet reduceras sannolikheten till 0,97.

6.3 Sprinklersystemets tillförlitlighet

I de maskiner och områden, undantaget höglagret, som är sprinklade har släcksystemets tillförlitlighet för att släcka branden bedömts till 0,95 /15/.

Tillförlitligheten för sprinklersystemet i höglagret har sänkts till 0,80. Det görs med anledning av den höga och täta lagringen av kartongrullar samt att det kommer att ta tid innan sprinklerna utlöser p.g.a. takhöjden.

Tillförlitligheten definieras som sannolikheten för att sprinklersystemet släcker branden.

6.4 Brandeffektutveckling

I bränder av liten karaktär är brandeffekten obetydlig då skadekostnaden efter en liten brand antas till 50000 kronor.

I bränder av medelstor karaktär är brandeffekten obetydlig eftersom vi i den här analysen av medelstora bränder inte har något behov av att detaljstudera brandförloppen. Det objekt som branden uppstår i antas bli helt förstörd av branden och baseras på att om personalen släcker branden blir skadorna som efter en liten brand och om de inte gör det är räddningstjänstens insatstid för lång för att de skall kunna rädda objektet. Vid en mellanstor brand är det stor sannolikhet för att det skall uppstå saneringsskador men det behandlas i kapitlet skadekostnader.

För stora bränder har effektutvecklingen stor betydelse då räddningstjänstens insatstid jämförs med den inträffade brandens tid för att uppnå 11 MW. Om insatstiden är kortare än tiden det tar för branden att utveckla 11 MW antas räddningstjänsten snabbt släcka den och i annat fall får de inrikta sig på att begränsa branden. I områdena antas initialbrandförloppet följa en $\alpha \cdot t^2$ kurva antingen tills övertändning inträffar eller att en maximal initialeffekt uppnåtts. I de fall då den maximala initialeffekten inte bedömts leda till övertändning har ingen vidare bedömning av brandförloppet gjorts. Det kan vid en första anblick verka konstigt att låta områdenas stora bränder representeras av $\alpha \cdot t^2$ kurvor men det motiveras av de stora bränslemängderna och dess placering.

6.4.1 Bedömning av effektkurvor vid stor brand

I nedanstående kapitel motiveras om $\alpha \cdot t^2$ kurvor kan användas inom varje område och hur brandförloppens tillväxt bedömts.

Område 1 & 2, KM 1 & 2

I KM 1 & 2 är det inte motiverat att använda en $\alpha \cdot t^2$ kurva för att beskriva hela brandförloppet. Ser man dock till områdenas brandbelastning bedöms initialbrandförloppet att följa en Fast $\alpha \cdot t^2$ kurva och motsvara den brandeffekt som uppnåtts när räddningstjänsten anländer. P.g.a. dess stora volymer är det mycket osannolikt att en övertändning inträffar.



Bild 1 Kartongmaskin 1.

Område 3, arksal, packsal och rispack

I arksalen och packsalen kan en α - t^2 kurva motiveras tills övertändning sker p.g.a. den stora mängd bränsle och dess placering. Utifrån bränslets sammansättning, mestadels trä och papper bedöms brandförloppet bli Fast. Det är inte heller intressant att fastställa någon maximal effekt då brandbelastningen bedöms vara tillräcklig för att en övertändning skall kunna inträffa.



Bild 2 Arksalen.

Område 4, höglagret

I höglagret kan en α - t^2 kurva motiveras tills övertändning sker p.g.a. den stora mängd bränsle och dess placering. Utifrån bränslets sammansättning, mestadels trä och papper bedöms brandförloppet bli Fast. När branden tagit sig kommer förloppet troligen att gå mycket snabbare än Fast men det finns inget behov av exaktare effektutveckling i analysen. Det är inte heller intressant att fastställa någon maximal effekt då brandbelastningen bedöms vara mer än väl tillräcklig för att en övertändning skall kunna inträffa.



Bild 3 Höglagret.

Område 5, omrullningen

I omrullningen kan en α - t^2 kurva motiveras tills övertändning sker p.g.a. den stora mängd bränsle och dess placering. Utifrån bränslets sammansättning, mestadels trä och papper bedöms brandförloppet bli Fast. Det är inte heller intressant att fastställa någon maximal effekt då brandbelastningen tillräcklig för att en övertändning skall kunna inträffa.



Bild 4 Omrullningen.

Område 6, mellandelen bottenplanet

I bottenplanet bedöms initialbranden följa en Fast α - t^2 kurva tills brandkåren anländer. I ett längre perspektiv är det osäkert hur effektutvecklingen blir och om en övertändning kommer att inträffa då lokalen är väldigt avlång och har små och få öppningar. Att bedöma brandförloppet mer noggrant anses inte nödvändigt då lokalen bara innehåller ett transportband och byggnaden är i betong.



Bild 5 Mellandelen, bottenplanet.

Område 7, mellandelen plan 109,5

På plan ett bedöms initialbranden följa en Fast α - t^2 kurva tills brandkåren anländer. I ett längre perspektiv är det svårt att bedöma effektutvecklingen och tid tills övertändning då brandbelastningen varierar markant då en stor del av papperstransporten inom fabriken går igenom plan 1.



Bild 6 Mellandelen, plan 1.

Område 8, ställverk, elcentraler och korskopplingsrum

Brandtillväxten i områdena bedöms till Slow p.g.a. att det är mycket plaster och många av dem inte klarar av att själva avge tillräckligt med förbränningsenergi för att fortsätta brinna.

Område 9, kontrollrum och övriga utrymmen.

I kontrollrum och övriga utrymmen antas brandförloppet följa en kontorsbrand /7/, det vill säga en Fast α - t^2 kurva till övertändning. Något foto på dessa rum finns inte men de är utformade som kontor med mycket datorutrustning i.

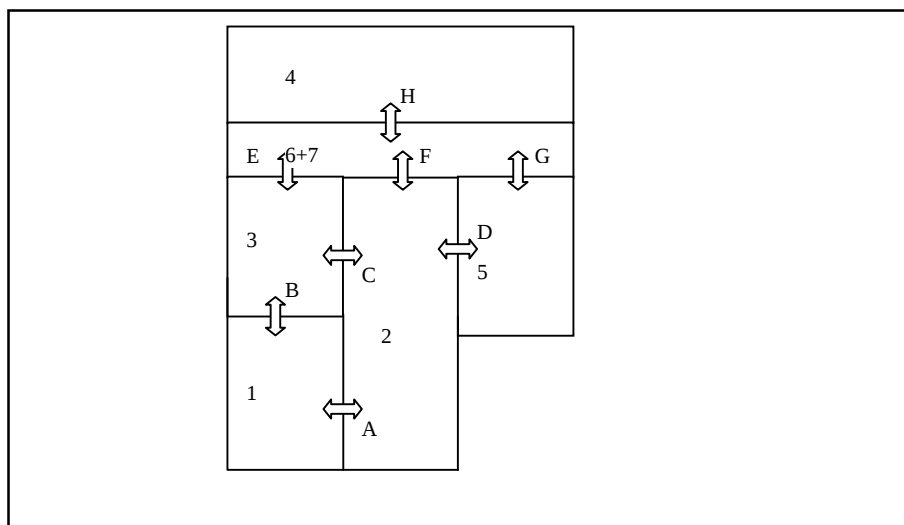
6.5 Brandspridning mellan områden

Om brandförsvaret inte förmår att släcka en brand med stor potential innebär detta per definition att området där branden uppstått totalförstörs. Dessutom uppstår en risk för brandspridning till andra områden. Brandspridningen kan endast ske till de områden som ligger i direkt anslutning till brandrummet. Vidare brandspridning kan dock ske från de angränsande områdena till områden längre bort. På så sätt kan en brand sprida sig till alla områden i byggnaden.

Om att en brand skall spridas mellan två områden som inte gränsar till varandra finns ofta flera vägar att gå. För att göra brandspridningsberäkningarna enklare och mer överskådliga har byggnaden delats in i nya områden enligt nedanstående tabell och illustration. Elutrymmen, ventilationsutrymmen, och utrymmen mellan kartongmaskinerna tas inte med i spridningsschemat.

Område 1	KM 1
Område 2	KM 2
Område 3	Arkning
Område 4	Höglager
Område 5	Omrullning
Område 6+7	Mellandel

Tabell 25. Byggnadsindelning för beräkning av brandspridning mellan områdena.



Figur 3. Byggnadsuppdelning och möjliga spridningsvägar

Sannolikheten för att en stor brand skall sprida sig från brandrummet till de intilliggande områdena beror på de brandavskiljande egenskaperna hos de väggar som skiljer områdena från varandra. Funktionssannolikheten för brandväggar föreslås i /16/ maximalt anta de värden som redovisas i nedanstående tabell.

Typ av konstruktion	Funktionssannolikhet	
	Ej övertändning	Övertändning
Utan dokumenterat brandmotstånd, ingen öppning	0,80	0,50
Med brandmotstånd, ingen öppning	0,95	0,95
Utan dokumenterat brandmotstånd, öppningar utan dörrstängare	0,60	0,30
Med brandmotstånd, öppningar med automatiska dörrstängare	0,90	0,90

Tabell 26. Maximala funktionssannolikheter hos olika typer av konstruktioner enligt /16/

Med ledning av ovanstående tabell har funktionssannolikheterna för de konstruktionsdelar som skall förhindra brandspridning mellan olika områden skattats till följande värden.

Byggnadsdel	Mellan utrymmen	Funktionssannolikhet	Sannolikhet för brandgenombrott
A	KM 1 och KM 2	60 %	40 %
B	KM 1 och arkning	95 %	5 %
C	KM 2 och arkning	60 %	40 %
D	KM 2 och omrullning	60 %	40 %
E	Arkning och mellandel	60 %	40 %
F	KM 2 och mellandel	60 %	40 %
G	Omrullning och mellandel	90 %	10 %
H	Mellandel och höglager	90 %	10 %

Tabell 27. Skattning av funktionssannolikheter för de konstruktionsdelar som skall förhindra brand i byggnaden.

För att beräkna sannolikheten för hur många utrymmen som drabbas av en stor brand används händelseträdsmetodik, närmare beskriven i bilaga 1. För varje startutrymme konstrueras ett separat händelsetråd. I träden tas sannolikhetens för att varje enskild brandavskiljande byggnadsdel skall förhindra eller inte förhindra brandspridning med vilket ger olika sluthändelser. För varje sluthändelse finns en konsekvens i form av brandspridning till olika områden. Om en brand skulle uppstå i KM 1 och alla byggnadsdelar utom B och H skulle kunna förhindra brandspridning blir konsekvensen att endast KM 1 och arkningen eldhärjas. Att byggnadsdel H inte kan upprätthålla sin brandavskiljande förmåga inverkar inte på konsekvensen då det inte förekommer någon brand på någon sida av väggen.

Totalt finns 256 möjliga kombinationer av de brandavskiljande konstruktionernas funktion. Sannolikheten för de enskilda kombinationerna är oberoende av i vilket utrymme branden startat varför händelseträden får samma utseende för alla startområden. Skillnaden mellan de olika områdena ligger i konsekvenserna.

7 Skadekostnader

I tidigare kapitel i rapporten har beskrivits hur sannolikheter för att en brand skall få olika konsekvenser beräknats. I detta kapitel skall konsekvenserna av en brand översättas till ekonomiska termer.

Att bedöma de ekonomiska kostnaderna av en brand kräver information om värdet på fast egendom som kan skadas vid brand, inkomstbortfall vid driftstopp och förluster av marknadsandelar. För att få god precision i dessa bedömningar krävs djupare kunskaper om företagets ekonomi, känslighet för produktionsstopp, tidsaspekter för att införskaffa nya maskiner och reservdelar etc. än författarna besitter. Dessa kunskaper skulle kunna inhämtas från marknadsförings- och ekonomiavdelningar, men då tyngdpunkten vid arbetet med denna rapport har lagts vid att förfinas modellen för att beräkna förväntade skadekostnader av bränder och inte vid resultatet, har författarna själva gjort bedömningarna. Detta medför osäkerheter i resultatet.

Kostnaderna av en brand delas in i följande kategorier:

Egendomskostnader

Egendomskostnader avser kostnader för nyanskaffning eller reparation av maskiner, byggnader och dylikt som skadats vid en brand. Värden för dessa skador har tagits fram med hjälp av personal vid fabriken.

För egendomskostnader får företaget ersättning genom en egendomsförsäkring.

Avbrottskostnader

Avbrottskostnader motsvarar kostnader som uppstår efter att branden har släckts, exempelvis inkomstbortfall på grund av att produktionen inte kan nå upp till full kapacitet.

En avbrottsförsäkring ger företaget ersättning för dessa kostnader.

Dolda kostnader

Dolda kostnader är sådana som inte omfattas av försäkringsskyddet. Exempel på kostnader är förlust av marknadsandelar och kompetens.

I viss utsträckning finns försäkringsskydd för förlust av marknadsandelar då avbrottsförsäkringen ger ersättning i upp till sex månader efter att produktionen återupptagits för att ge företaget en möjlighet att få igång försäljningsapparaten igen.

7.1 Egendomskostnader

I denna rapport finns tre typer av egendomskostnader, maskinkostnader, byggkostnader och materialkostnader. Maskinkostnader uppstår då hela eller delar av en maskin skadats av branden och måste repareras eller bytas ut. Maskinkostnaderna är olika för olika områden. Byggkostnader uppstår vid en stor brand då ett helt område förstörs och fabriksbyggnaden skadas. Kostnaden för att upprätta en fabriksbyggnad uppskattas till 1 400 kr/m². Materialkostnader är kostnader för färdiga produkter som brinner upp eller rökskadas vid en brand. Ungefärlig kostnad för kartongen är 4 000 kr/ton.

7.1.1 Liten brand

En liten brand antas vara en brand som inte sprider sig från startföremålet och som inte medför någon skada på hela lokalen. Oavsett lokal antas kostnaden för en liten brand uppgå till 20 kkr.

7.1.2 Medelstor brand

Vid en medelstor brand antas inga skador på byggnaden uppstå. De direkta skadorna utgörs endast av maskinkostnader och materialkostnader. Om en brand i en maskin utvecklas till en medelstor brand antas maskinen skadas tillräckligt mycket för att kräva reparationsarbete men den kommer inte att totalförstöras. Reparationskostnaderna för en medelstor brand i en maskin beror på vilket område den inträffar i och antas uppgå till 10% av nyanskaffningsvärdet, utom för kartongmaskinerna. För kartongmaskinerna antas att en brand på 5 MW motsvarar en medelstorbrand. En 5 MW brand ger materialskador inom en radie av c.a. 4 meter (diagram 2) vilket ger upphov till en skadekostnad på 40000 kkr om man delar upp kartongmaskinernas värde per meter.

Uppskattade nyanskaffningskostnader för samtliga maskiner redovisas i tabell 26.

Område	Maskin	Nyanskaffningskostn. (kkr)	Materialkostn. (kkr)
Omr 1, KM 1	KM 1	1 200 000	
Omr 2, KM 2	KM 2	1 400 000	
Omr 3, Arkning	Arkningsmaskin 2	35 000	
	Arkningsmaskin 3	35 000	
	Arkningsmaskin 5	35 000	
	Arkningsmaskin 6	35 000	
	Arkningsmaskin 8	35 000	
	Arkningsmaskin 9	35 000	
Omr 4, Höglager			60 000
Omr 5, Omrullning	RM 11	6 000	
	RM 12	10 000	

Tabell 28. Nyanskaffningskostnader för maskiner och tillverkningskostnader för kartong.

7.1.3 Stor brand

Vid en stor brand totalförstörs hela området den börjat i. Egendomskostnaderna utgörs då av kostnaden för byggnaden och alla maskiner och all material i den.

7.2 Avbrottskostnader

Avbrottskostnader är de kostnader som drabbar företaget till följd av en brand men som inte härrör från nyanskaffning och reparationer av maskiner och materiel. Dessa kostnader består primärt av uteblivna intäkter för försäljning. Även fast saneringskostnader inte är en avbrottskostnad har den tagits med i den.

Inkomstbortfallet för att ha en maskin ur funktion beror på mängden och värdet av det maskinen producerar. Ett ungefärligt självkostnadspris för kartongen som produceras av KM1 och KM2 är 5 000 kr/ton. För arkad kartong tillkommer en kostnad av c:a 800 kr/ton. Kvantiteter och kostnader för det som produceras vid olika maskiner redovisas i följande tabell.

Maskin	Prod. Mängd	Kostnad	Produktionsvärde
KM 1	350 ton/dygn	5 000 kr/ton	1 750 kkr/dygn
KM 2	500 ton/dygn	5 000 kr/ton	2 500 kkr/dygn
A2	5 ton/dygn	800 kr/ton	4 kkr/dygn
A3	35 ton/dygn	800 kr/ton	28 kkr/dygn
A5	70 ton/dygn	800 kr/ton	56 kkr/dygn
A6	35 ton/dygn	800 kr/ton	28 kkr/dygn
A8	70 ton/dygn	800 kr/ton	56 kkr/dygn
A9	90 ton/dygn	800 kr/ton	72 kkr/dygn
RM 11	25 ton/dygn	800 kr/ton	20 kkr/dygn
RM 12	35 ton/dygn	800 kr/ton	30 kkr/dygn

Tabell 29. Kostnad för produktionen vid olika maskiner.

Att beräkna kostnader för driftstopp för en maskin är dock mer komplicerat än att använda ovanstående värden. Då maskinernas fulla kapacitet inte utnyttjas kan kortare driftstopp (≤ 3 dygn) i viss utsträckning tas igen. Vid längre stopp uppstår leveransstörningar vilket får ytterligare ekonomiska skadeverkningar.

Det finns även svårigheter att göra bra bedömningar av hur lång tid ett driftstopp till följd av reparationer eller sanering.

I denna rapport har en förenklad modell använts för att beräkna driftstoppskostnader då de har antagits uppgå till 50 % av egendomskostnaderna.

7.3 Dolda kostnader

Dolda kostnader är kostnader, orsakade av en brand, som drabbar företaget men inte är direkt kopplade till produktionen. Exempel på sådana kostnader är förlust av marknadsandelar och förlorat förtroendekapital.

Att bedöma de dolda kostnaderna som uppkommer till följd av en brand är svårt om man ej har god insyn i företaget. Då ett sådant underlag saknats vid arbetet med denna rapport har de dolda kostnaderna modellerats på samma sätt som i /17/ och /18/ där de antas uppgå till en procentsats av årsomsättningen.

En EML-skada vid Iggesunds bruk antas kunna medföra samma konsekvenser som fallet var för ABB, det vill säga en kostnad motsvarande 40% av bolagets årsomsättning. 1997 var omsättningen för Iggesund Paperboard AB cirka 4 000 MSEK. Med anledning av detta görs bedömningen att de dolda kostnaderna för en EML-skada skulle uppgå till 1 400 MSEK. Med EML-skada avses den största skada som antas vara möjlig att drabba en industrianläggning. I detta fall motsvaras det av en totalförstörd anläggning.

Vid Iggesunds bruk antas dolda kostnader börja uppstå i händelse av ett driftstopp på någon av kartongmaskinerna som varar längre än en vecka. Vid så långa driftstopp uppstår stora störningar i leveranserna till företagets kunder. Även längre stopp på en arkningsmaskin och RM 11 antas medföra dolda kostnader. Skador som orsakar längre driftstopp uppstår vid en medelstor brand i någon av de ovan nämnda maskinerna och vid en stor brand i någon av de lokaler där de är belägna eller i någon av elcentralerna.

För att bedöma de dolda kostnaderna som uppstår vid bränder som inte omfattar hela byggnaden måste en bedömning göras av hur stor del av värdet för en EML-skada varje enskild maskin bidrar till. Detta avgörs genom att se på hur stor del av den producerade kartongen som passerar maskinerna, se tabell 27. Då 60% av kartongen produceras i KM2 skulle de dolda kostnaderna vid en totalskada på den maskinen uppgå till 60% av de dolda kostnaderna vid en EML-skada, det vill säga $0,6 \cdot 1\,400\text{ MSEK} = 820\text{ MSEK}$. Om flera maskiner totalförstörs adderas respektive dolda kostnader om de inte ligger i serie som exempelvis en kartongmaskin och en arkningsmaskin. I ett sådant fall skulle kartongen ha passerat båda maskinerna vilket innebär att arkningsmaskinens funktion inte har någon inverkan på huruvida kartongen produceras eller inte. Arkningsmaskinens bidrag till de indirekta skadekostnaderna tas då inte med. Vid medelstor brand reduceras värdena.

7.4 Samtliga kostnader

Då en stor brand uppstår och ett helt område förstörs uppkommer en kombination av egendomskostnader, driftstoppskostnader och dolda kostnader. En summering av dessa kostnader för varje område redovisas i kkr i nedanstående tabell.

Förstört område	Egendomskostnader			Avbrottskostnad	Dolda kostnader	Totalt (kkr)
	Maskin	Byggnad	Material			
KM 1	1200000	26000	30	619400	580000	2430000
KM 2	1400000	29000	30	714700	820000	2960000
Arkning	210000	7000	150	108400	90000	416000
Höglager	2000	20000	600000	0	0	622000
Omrullning	16000	10000	30	13100	8000	47000
Mellandel 103	1000	3000	15	0	0	4000
Mellandel 109	16000	3000	30	0	0	19000
Elutrymmen	2000	4600	0	669000	0	676000
Kontrollrum	1000	100	0	12800	0	14000

Tabell 30. Skadekostnad vid stor brand.

8 Förväntad skadekostnad och riskprofil

I detta kapitel beräknas den förväntade skadekostnaden, och riskprofilen med avseende på brand i kartongfabriken. Beräkningarna görs utifrån dagens geometri och verksamhet samt efter en eventuell uppgradering av kartongfabrikens brandskydd. Utifrån författarnas bedömning behöver många av kartongfabrikens väggar uppgraderas till brandcellsgränser samt förses med självstängande dörrar och portar kopplade till brandlarmet. Det är för att förhindra att en brand skall involvera hela byggnaden och för att minska spridningen av brandgaser.

Skadekostnaden delas upp mellan Iggesunds bruk och MoDos captivebolag. Kartongfabriken har en självrisk på 1000000 kr/skadetillfälle för egendom och en självrisk på 5000000 kr/driftstopp. Försäkringen mot driftstopp gäller högst under 12 månader och följs av en försäkring för vinstbortfall under 6 månader medan man försöker återta marknadsdelar.

Skadekostnaderna som kartongfabriken drabbas av vid brand är summan av alla egendomskostnader (S_E) och avbrottskostnader (S_A) upp till respektive maximala självrisk. Dessutom räknas de dolda kostnaderna (S_D) med för kartongfabriken, se ekvation 9. Ekvation 10 och 11 beskriver kostnadsuppdelningen av ekvation 9 mellan Iggesunds bruk och captivebolaget.

Ekvation 9

$$S_{\text{tot}} = S_E + S_A + S_D$$

Ekvation 10

$$S_{\text{kartongfabriken}} = S_{EK} + S_{AK} + S_{DK} \quad \text{där}$$

$$\begin{aligned} S_{EK} &= S_E && \text{Om } S_E \leq D_E \\ S_{EK} &= D_E && \text{Om } S_E > D_E \\ S_{AK} &= S_A && \text{Om } S_A \leq D_A \\ S_{AK} &= D_A && \text{Om } S_A > D_A \\ S_{DK} &= S_D - \frac{1}{2} S_A && \text{Om } S_D > 0 \end{aligned}$$

Ekvation 11

$$S_{\text{Captivebolag}} = S_{EC} + S_{AC} + S_{DC} \quad \text{där}$$

$$\begin{aligned} S_{EC} &= 0 && \text{Om } S_E \leq D_E \\ S_{EC} &= S_E - D_E && \text{Om } S_E > D_E \\ S_{AC} &= 0 && \text{Om } S_A \leq D_A \\ S_{AC} &= S_A - D_A && \text{Om } S_A > D_A \\ S_{DC} &= \frac{1}{2} S_A && \text{Om } S_D > 0 \end{aligned}$$

I ekvation 9, 10 och 11 innebär D självrisken.

Brinner hela byggnaden upp och alla områden totalförstörs skulle Iggesunds bruk drabbas av en skadekostnad på 700 Mkr, vilket motsvarar maximala dolda kostnader plus självrisker.

Captivebolaget skulle drabbas av egendoms- och avbrottsskadekostnader minus självrisk, vilket motsvarar en skadekostnad på 5000 Mkr.

8.1 Kostnad för uppgradering av brandskydd

Ett tänkbart användningsområde för analysen är att undersöka den ekonomiska nyttan av olika brandskyddsåtgärder. I denna rapport har förändringar av den förväntade skadekostnaden undersökts för uppgraderade brandcellsgränser.

Kostnadsbedömningen i detta kapitel är mycket grovt gjord och utifrån författarnas bedömning kommer den egentliga kostnaden att underskrida den mycket. Det beror på att för alla portar har vi räknat med kostnaden för den största modellen som fanns (4x3,6m²), antagit att hela väggen mellan arknings- och krympplastrummet måste uppgraderas (mycket osannolikt) och att ett 25 % pålägg gjorts för oväntade kostnader.

Konsultkostnaden för projekteringen av brandskyddet bedöms till 10000-20000 kr men den antas täckas in av den bedömda kostnaden.

Driftskostnaderna bedöms bli försumbara då det redan finns ett brandlarm som kontinuerligt måste kontrolleras och underhållas. Detta med anledning av att när rökdetektorer, sprinklers, centralapparaten, larmet, etc. kontrolleras antas att de självstängande portarna kontrolleras samtidigt, vilket innebär att de nya driftskostnader för brandskyddet som uppstår är timkostnaden för den extra tid kontrollanten behöver.

Prisuppgifterna är hämtade från /19/, SBF's publikation 'Brandskyddshandboken' och är från 1992. Att så gamla priser används beror på att prisläget inte ändrats så mycket sen dess.

Å-priser

Portstängare: 3000 kr/st Portkostnad: 40000 kr/st Väggyta, tegel/betong: 600 kr/m²

	Höglagret	Bottenplan	Plan 1	Omrullning	KM 2	KM 1	Krympplast	Arkning
Portar + självstängare (antal)	finns	1	2	1	5	0	3	2
Uppgradering av vägg (m²)	finns	0	0	0	0	0	200	0
Delkostnad (kr)	0	43000	86000	43000	215000	0	249000	86000
Oförutsedda kostnader, 25 % (kr)	0	10750	21500	10750	53750	0	62250	21500

Tabell 31. Delkostnader för uppgradering av brandskyddet.

Totalkostnaden (delkostnader och oförutsedda kostnader) = 902500 kr

Syftet med kalkylen är att visa om det är lönsamt att uppgradera brandskyddet. Här är det lämpligt att använda den förväntade skadekostnaden under ett år för att se om det är lönsamt men eftersom den rymmer vissa osäkerheter resoneras det istället fram med hjälp av den förväntade skadekostnaden för en brand.

Eftersom skillnaden mellan den förväntade skadekostnaden för en brand för nuvarande och föreslaget brandskydd är 3200 kkr och det statistiskt inträffar mer än en brand per år i kartongfabriken är det alltså på lång sikt lönsamt att investera i brandskyddet.

8.2 Förväntad skadekostnad vid en brand

Händelseträdet i bilaga 1 visar möjliga brandförlopp och dess skadekostnader för en brand som uppstått i kartongfabriken. För att beräkna den förväntade skadekostnaden av en brand summeras alla delscenariers sannolikhet multiplicerat med sin skadekostnad (se ekvation 12 och 13).

Ekvation 12

$$S_{\text{Kartongfabriken}} = \sum P(n/\text{brand}) * S_{\text{Kartongfabriken}, n} \quad n = 1 \text{ till } i$$

Ekvation 13

$$S_{\text{Captive}} = \sum P(n/\text{brand}) * S_{\text{Captive}, n} \quad n = 1 \text{ till } i$$

Ekvation 12 beskriver den förväntade skadekostnaden vid en brand i kartongfabriken för Iggesunds bruk ($S_{\text{Kartongfabriken}}$) och ekvation 13 för captivebolaget (S_{Captive}). $P(n/\text{brand})$ är sannolikheten för att ett visst delscenario inträffar givet att en brand uppstått i kartongfabriken. $S_{\text{Kartongfabriken}, n}$ och $S_{\text{Captive}, n}$ är den totala skadekostnaden för Iggesunds bruk respektive captivebolaget om delscenario n inträffar.

Utifrån ovanstående beräknas den förväntade skadekostnaden för Iggesunds bruk och captivebolaget vid nuvarande brandskydd och det föreslagna.

Nuvarande brandskydd

$$S_{\text{Totalt}} = 6\,200 \text{ kkr / brand}$$

$$S_{\text{Kartongfabriken}} = 800 \text{ kkr / brand}$$

$$S_{\text{Captive}} = 5\,400 \text{ kkr / brand}$$

Föreslaget brandskydd

$$S_{\text{Totalt}} = 3\,000 \text{ kkr / brand}$$

$$S_{\text{Kartongfabriken}} = 400 \text{ kkr / brand}$$

$$S_{\text{Captive}} = 2\,600 \text{ kkr / brand}$$

8.3 Förväntad skadekostnad under ett år

I föregående kapitel beräknades den förväntade skadekostnaden för en brand. Under ett år kan det uppstå flera bränder vilket tas hänsyn till vid beräkandet av den förväntade

skadekostnaden under ett år. Det görs genom att beräkna sannolikheten för 1, 2, 3, ..., n bränder för ett år och när sannolikheten för n antal bränder blir så liten att den kan försummas antas att inga fler kan uppstå under ett år. Dessa beräkningar gjordes i kapitel 3.3 och redovisas i tabell 5. Efter det beräknas den förväntade skadekostnaden för kartongfabriken och captivebolaget under ett år med nedanstående ekvationer 14 och 15.

Ekvation 14

$$S_{\text{År, Kartongfabriken}} = \sum x * S_{\text{Kartongfabriken}} * P_x(x) \quad x = 0 \text{ till } i$$

Ekvation 15

$$S_{\text{År, Captive}} = \sum x * S_{\text{Captive}} * P_x(x) \quad x = 1 \text{ till } i$$

Där

x = antalet bränder.

i = antalet bränder där sannolikheten för att i bränder skall uppstå är så låg att fler bränder försummas.

$P_x(x)$ = Sannolikheten för att just x bränder inträffar.

$S_{\text{Kartongfabriken}}$ = Förväntad skadekostnad under ett år för kartongfabriken (kkkr).

S_{Captive} = Förväntad skadekostnad under ett år för captivebolaget (kkkr).

Nuvarande brandskydd

$$S_{\text{Kartongfabriken}} = 2320 \text{ kkr} / \text{år}$$

$$S_{\text{Captive}} = 15661 \text{ kkr} / \text{år}$$

Föreslaget brandskydd

$$S_{\text{Kartongfabriken}} = 1160 \text{ kkr} / \text{år}$$

$$S_{\text{Captive}} = 7540 \text{ kkr} / \text{år}$$

De förväntade skadekostnaderna under ett år ovan inrymmer ytterligare osäkerheter än skadekostnaderna för en brand. Detta beror på att man med nuvarande metodik inte reducerar den förväntade skadekostnaden för en brand när en brand redan inträffat. Anledningen till osäkerheterna är att det vid större skador tar tid att återuppbygga ett område eller införskaffa en viktig maskin och under den tiden kan därför inte skadan inträffa igen, i alla fall inte med samma konsekvens.

Den förväntade skadekostnaden på grund av brand är ensamt inget bra mått för att ge en bild av ett företags risker. Det är för att den förväntade skadekostnaden är ett medelvärde av

skadekostnaden under ett år och inte anger spridningen av skadekostnaden. T.ex. kan man inte med den förväntade skadekostnaden se hur ofta skadekostnaden kommer att överstiga ett visst värde. Spridningen beräknas i kapitel 8.4 Riskprofil.

8.4 Riskprofil

I slutet av kapitel 8.1 påpekades att den förväntade skadekostnaden ensamt inte är ett bra mått för att ge en bild av ett företags riskbild. Som ett komplement till den skapas därför kartongfabrikens riskprofil som beskriver hur ofta en viss skadekostnad inträffar. Att veta spridningen av skadekostnaden är ett bra verktyg att utgå ifrån då man skall teckna en försäkring eller på sikt försöka minska skadekostnaderna för fabriken.

Nedan redovisas Iggesunds bruks och captivebolagets riskprofil vid nuvarande brandskyddsutformning och efter den föreslagna uppgraderingen.

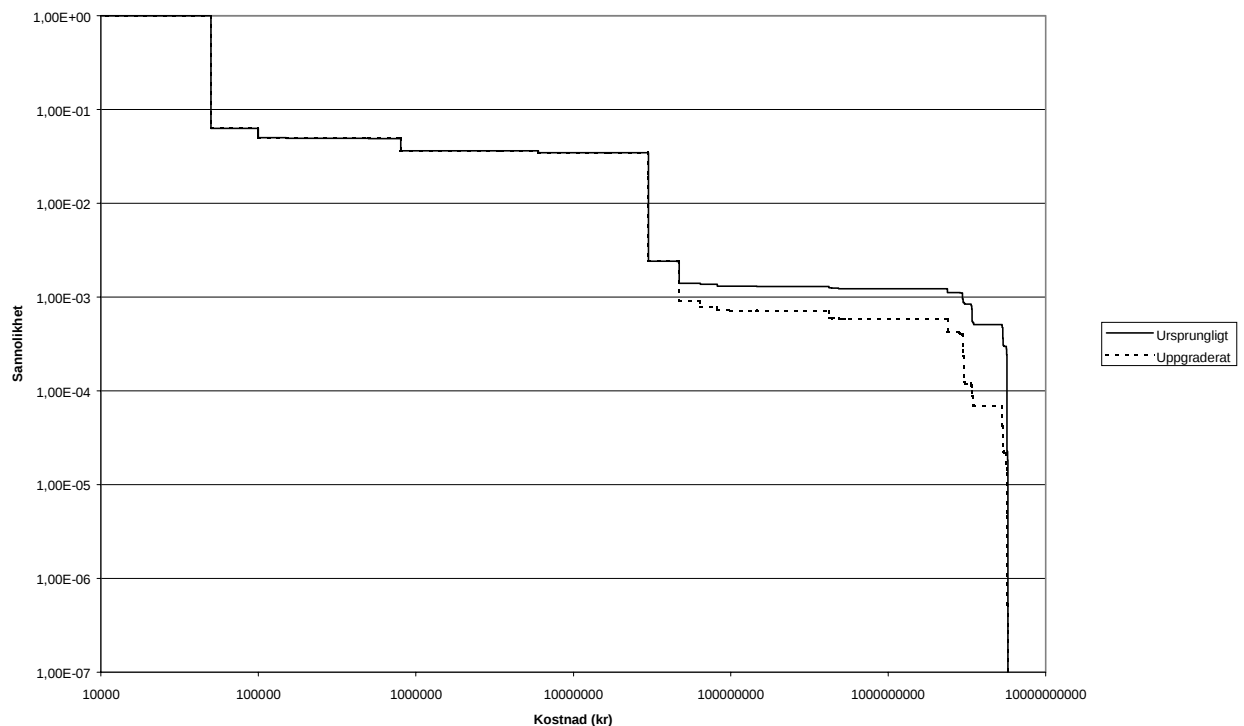


Diagram 2. Total riskprofil för kartongfabriken vid nuvarande och föreslaget brandskydd.

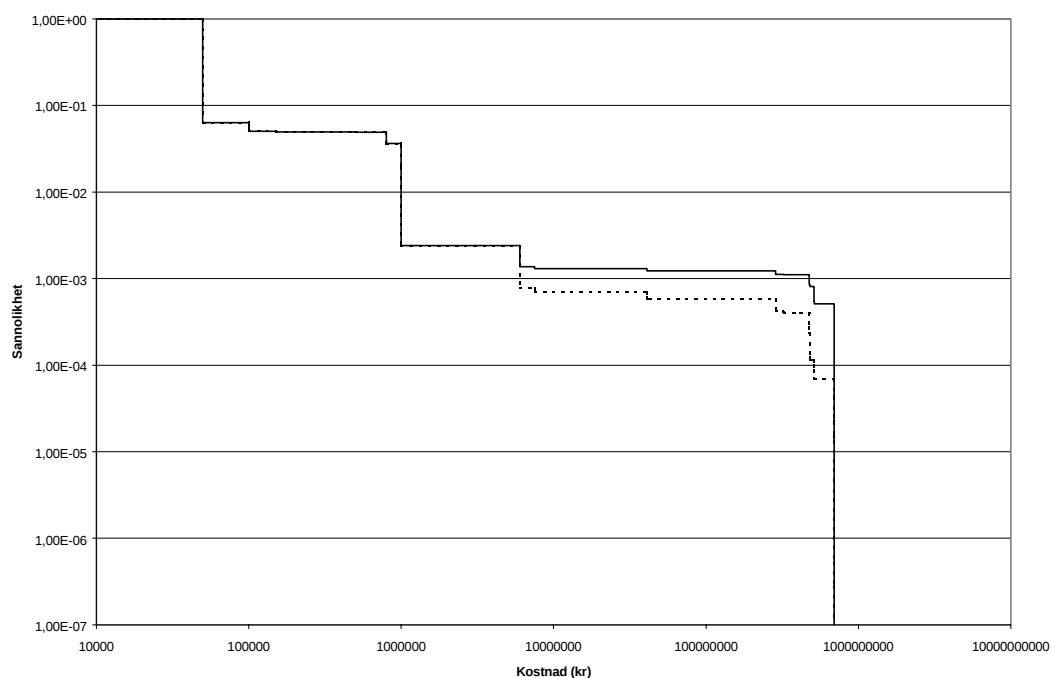


Diagram 3. Iggesunds bruks riskprofil vid nuvarande och föreslaget brandskydd.

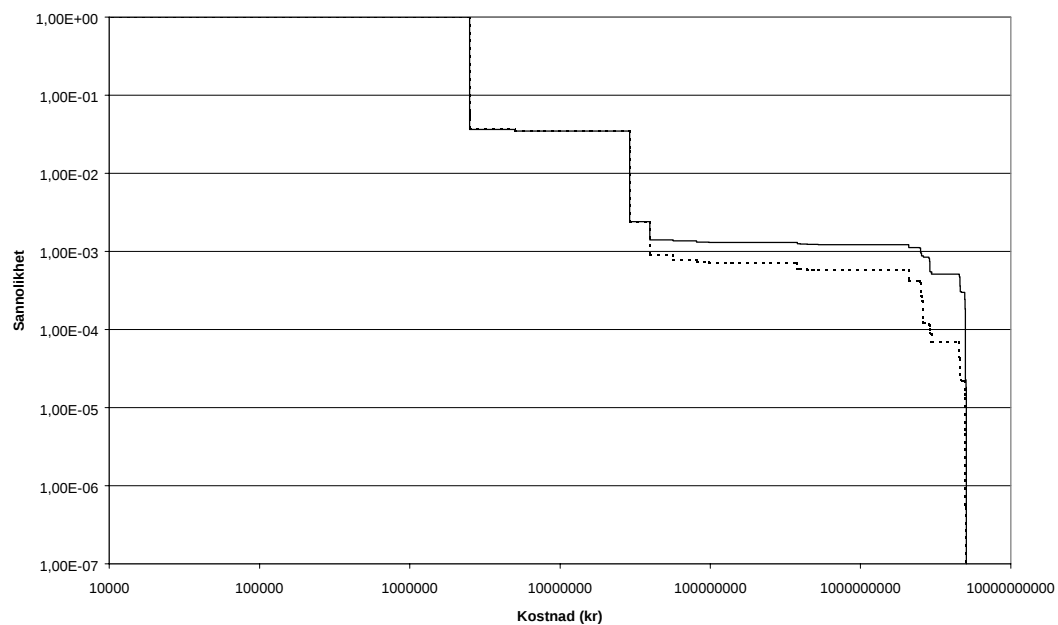


Diagram 4. Försäkringsbolagens riskprofil vid nuvarande och föreslaget brandskydd.

Riskprofilerna visar hur stor sannolikhet det är för att Iggesunds bruk eller captivebolaget skall förlora ett visst belopp eller mer vid en brand vid nuvarande brandskyddsnivå och efter den föreslagna uppgraderingen.

För att kunna presentera riskprofilen på ett överskådligt sätt är axlarna i ovanstående diagram logaritmerade.

De siffror som ligger till grund för riskprofilerna redovisas i bilaga 2.

9 Resultat och diskussion

Rapporten är en del i projektet 'Ekonomisk optimering av industrins brandskydd' är en heltäckande kvantitativ riskanalys över Iggesunds bruks kartongfabrik. Att den är heltäckande innebär att den är enkelt utförd då inga områden detaljstuderats vilket anses praktiskt ogenomförbart då kartongfabrikens golvyta är ca. 70000 m². Analysen har gjorts för att påvisa behovet av och tillämpningsområden för en riskanalysmetodik för industrin samt för att bidra till dess utvecklande.

Att det finns ett behov och många tillämpningsområden av riskanalyser inom industrin bekräftas i den här rapporten. Det grundar sig på att den riskbild som skapats över Iggesunds bruk, även då bedömningarna av skadekostnaderna är grova, visar på bristerna i brandskyddet och vad det ekonomiskt kan förväntas innebära för Iggesund Paperboard AB och berörda försäkringsbolag.

Resultatet av analysen visar att en uppgradering av brandcellsgränserna i fabriken markant minskar den förväntade skadekostnaden av en brand. Med anledning av detta rekommenderar författarna att åtgärder för att förbättra brand- och rökspridningsskyddet inom fabriken genomförs, exempelvis genom att installera självstängande portar och kontrollera brandcellsgränsernas integritet.

Att det måste finnas en samlad metodik är närmast självklart om man praktiskt skall kunna använda riskanalyser och få fram resultat av bättre kvalitet än i denna rapport. Metodiken måste kunna accepteras av företag och dess försäkringsbolag. Dessutom måste analyser av ett företag ge resultat som är ungefär överensstämmande även om de görs av två av varandra oberoende personer.

9.1 Utvärdering och förslag till metodikutveckling

I nedanstående kapitel tas upp det som från författarnas sida anses vara styrkorna respektive svagheter i modellen. Till svagheter har problemen identifierats och förslag lämnats om de förbättringar som krävs för att öka modellens användbarhet. Till en del punkter finns inga lösningsförslag till men förhoppningen är att de uppmärksammas i det kommande arbetet i projektet.

9.1.1 Brandfrekvens

En styrka med rapporten är att den ger en möjlighet att beräkna en brandfrekvens dels för hela byggnaden och dels uppdelat på varje område.

Ett bättre statistikunderlag, anpassat efter svenska förhållanden, skulle ge ett mer tillförlitligt resultat från ekvation 1. Att sedan uppdatera brandfrekvensen utifrån insatsstatistiken är mycket bra och gör att riskanalysen blir individuell för varje objekt.

Nackdelen med det statistikunderlag som finns är att det är alldeles för allmänt då den utgår från olika verksamhetskategorier och är beroende av verksamhetens area. Det medför att brandfrekvensen blir missvisande då två lika verksamhetskategorier med samma byggnadsarea får samma frekvens trots att den ena kanske består till 50 % lagringsytor och den andra inte har något lager utan består till 100 % av produktionsytor.

Om man skall utveckla metoden för att beräkna brandfrekvensen föreslås följande sätt:

- Att fortfarande utgå från en area-beroende funktion som ekvation 1 men istället beräkna brandfrekvensen för varje enskilt område som man kategoriserat upp objektet i t.ex. papperslager, produktionslokal, kontor. Efter att man gjort dessa beräkningar utför man analysen på samma sätt som i denna rapport fast för varje enskilt område och adderar dem.
- Istället för att bara ange konstant a och b:s värde skulle det vara önskvärt att ha dem uttryckta som fördelningar för att sedan genom Monte Carlo-simulering av ekvation 1 skapa en fördelning över områdenas brandfrekvens. Det skulle utgöra ett bra utgångsmaterial om man vill utföra en probabilistisk riskanalys.

En förutsättning för detta är att det finns brandstatistik där även lokalernas areor är angivna.

9.1.2 Typbränders sannolikheter och materielkostnader

En av de stora svårigheterna vid arbetet med analysen har varit att bedöma hur stor andel av initialbränderna som har liten, medelstor respektive stor potential. Särskilt variationer av andelen initialbränder med stor potential som uppstår i stora lokaler med liten brandbelastning i förhållande till ytan men med risk för höga skadekostnader, exempelvis kartongmaskinerna, har stor inverkan på slutresultatet.

Att bedöma typbrändernas sannolikheter och egendomskostnader med utgångspunkt från en visuell besiktning av områdena fungerar bra för små områden och stora med stor brandbelastning. När det rör sig om större områden med relativt liten brandbelastning är det svårt att uppskatta en mellanstor brands materialkostnad. Det beror på att intervallet mellan en liten och stor brands skadekostnad blir så stort.

Vad man skall göra åt det är svårt att svara på men en lösning är att ha flera nivåer av mellanbränder med olika sannolikheter och materialkostnader. En annan är att utarbeta en metodik för att skapa en fördelning av materielkostnaden och på så sätt ha kvar sannolikheten för mellanstor brand. Någon direkt lösning för hur dessa förslag skall utformas har inte dykt upp under arbetets gång.

9.1.3 Personalens släckinsats

Att bedöma sannolikheten för att personalen lyckas göra en lyckad släckinsats utifrån de tre kriterierna persontäthet, siktbarhet och släckutrustning är bra då det finns brandlarm och det fungerar. För att bli allmänt accepterat borde metoden förbättras genom en Delphi-analys eller liknande /20/. Resultatet av den behöver inte vara i form av olika sannolikheter beroende på poängen utan kan också uttryckas med en fördelning. Det senare föredras då det går att använda i deterministiska analyser.

Att använda korrektionsfaktorer beroende på personaltäthet och siktbarhet är något som behöver utvecklas vidare eller förkastas när inget brandlarm finns eller inte fungerar. Bäst vore troligen att förkasta dem och genomföra en Delphi-analys även för detta fall. När det är hög personaltäthet och god sikt avviker inte resultaten nämnvärt från när brandlarm finns men när så inte är fallet uppstår stora osäkerheter. Analysen skulle då inriktas mot hur stor mängd personer som passerar genom området (frekvensen), dess siktbarhet och brandtillväxt för att bedöma rimliga sannolikhetsfördelningar för att personalen skall släcka branden.

9.1.4 Brandkårens släckinsats

Metodiken att jämföra tiden från att branden börjat tills räddningstjänsten kan börja bekämpa branden med hur brandförloppet utvecklats har stora möjligheter att bli något bra. Att utifrån en Delphi-analys /20/ skapa en bra metodik när brandlarmet fungerar eller att personaltätheten är hög skall inte vara något större problem. När det inte finns eller inte fungerar är det värre. Det går även här att göra en analys men kanske är det bättre att bara anta att den uppkomna initialbranden når sin fulla potential.

9.1.5 Skadekostnader

I nuvarande situation är det omöjligt att komma som utomstående till ett företag och göra kvantitativa bedömningar av avbrottsskador och dolda skador utan att uppta stor tid från fabriksledningen, driftansvariga, marknadsförings- och ekonomiavdelningen m.fl. Kort kan man säga att upprättandet av ett statistikunderlag med uppgifter om skadekostnader för enskilda bränder inklusive de små och medelstora skulle ge större möjlighet att bedöma skadornas omfattning. Det statistikunderlag som finns nu är i närmast obefintligt.

9.1.6 Förväntad skadekostnad per år

I nuläget när man gör en ekonomisk riskanalys av detta slag och vill beräkna den förväntade skadekostnaden för ett år beräknar man den genom att beräkna den förväntade skadekostnaden enskilt för 1, 2, 3,..., i stycken bränder per år och därefter addera dem med varandra för att få den årliga förväntade skadekostnaden. Att ta fram sannolikheten för 1, 2 eller i stycken bränder kan man göra utifrån statistiska beräkningar men för att beräkna den förväntade skadekostnaden för 2 eller fler bränder finns det ingen bra metod. I nuläget beräknas den genom att multiplicera antalet bränder med den förväntade skadekostnaden för 1 stycken brand. Det blir missvisande i en rapport som denna då det efter en större brand kan ta ett år eller mer att få igång produktionen igen. Det medför att om det skulle brinna i dessa lokaler igen skulle inte skadekostnaden bli lika stor då produktionen redan är utslagen. Av denna anledning bör den förväntade skadekostnaden för brand 2, 3,... reduceras

9.1.7 Nyttofunktioner

Nyttofunktioner /21/ används inte i denna rapport men är något författarna tycker skall övervägas i det kommande projektet. Poängen med nyttofunktioner är att de tar hänsyn till hur stor konsekvens en specifik kostnad skulle innebära för ett företag beroende på dess storlek. Det gör att en jämförelse mellan olika brandskyddsalternativ blir mer rättvisande.

Det borde även vara möjligt att utifrån studier av konsekvenserna för företag som drabbats av bränder skapa ett uttryck för att ta fram en funktion som skapar en acceptabel riskprofil. Förslagsvis kunde den vara beroende av omsättningen och företagets årliga vinst. Det går också att förfina genom att skapa en övre och undre funktion och på detta sätt få fram en ALARP-zon (As Low As Reasonable Possible).

Referenser

- /1/ Mattsson, M., *Kostnad-nytta av industrins brandskyddsåtgärder*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1997
- /2/ Johansson, H., *Brandfrekvenser och typbränder i industrianläggningar*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998
- /3/ Rutstein R., *The estimation of the fire Hazard in Different Occupancies*, Fire Surveyor vol.8, no.2, pp. 21-25./
- /4/ Blom, Gunnar., *Sannolikhetsteori och statistikteori med tillämpningar*, Studentlitteratur, 1989
- /5/ Körner, S., *Statistisk dataanalys*, Studentlitteratur, 1996
- /6/ Körner, S., *Tabeller och formler för statistiska beräkningar*, Studentlitteratur 1995
- /7/ SRV's statistikdatabas, Karlstad, 1998
- /8/ Karlsson, B., Quintiere, J.G., *Enclosure fire dynamics*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1997
- /9/ Modak A.T., *Thermal Radiation from Pool Fires*, Combustion and Flame, Vol.29, p 177, 1977/.
- /10/ Lawson, D. I., and Simms, D. L.. *The ignition of wood by radiation*. British J. Applied physics, 1952
- /11/ Johansson, M., Rigberth, J. *Beräkningsmodeller för icke termiska skador*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund, 1999
- /12/ Evans et. al. *Detact- t^2* , datorprogram
- /13/ Särdaqvist, S., *An engineering approach to fire-fighting tactics*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund, 1996
- /14/ North, M. A., *Fire damage to buildings – some statistics*, Fire Research Note 994, Fire Research Station, 1973
- /15/ Isaksson S., Litteraturstudie angående brandskydd i kärnkraftverk, SKI, 1996.
- /16/ Fire Engeneering Guidelines, First edition, Fire Code Reform Center Limited, 1996
- /17/ Johansson, H., *Ekonomisk riskanalys av ABB Automation Products verksamhet i byggnad 358*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1999
- /18/ Johansson, H., *Ekonomisk riskanalys av Avesta Sheffield's kallvalsverk i Nyby*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1999
- /19/ *Brandskyddshandboken*, SBF, 1992
- /20/ Linstone H. A., *The Delphi Method – Techniques and Applications*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading Massachusetts, 1975
- /21/ Clemen, R. T., *Making Hard Decisions*, Second edition, Duxbury Press, Belmont 1996

Bilaga 1 Brandspridningsmatriser

I denna bilaga redovisas ett exempel på hur systemet för att beräkna brandspridning mellan områden ser ut. Varje bokstav representerar en brandavskiljande byggnadsdel. De rutor där det inte finns någon bokstav innebär att den brandavskiljande byggnadsdel som finns representerad i kolumnen inte upprätthåller sin funktion. Varje byggnadsdel har en viss sannolikhet för att upprätthålla sin brandavskiljande funktion. För varje tänkbar kombination av fungerande och fallerande brandavskiljande konstruktion redovisas sannolikheten i den högra kolumnen. Varje kombination analyseras därefter för att se till vilka områden branden sprids beroende på startutrymme. Totalt finns 256 kombinationer, men här redovisas endast ett fåtal.

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	Sannolikhet
1	A	B	C	D	E	F	G	H	0.05983632
2	A	B	C	D	E		G	H	0.03989088
3	A	B	C	D		F	G	H	0.03989088
4	A	B	C	D			G	H	0.02659392
5	A	B	C		E	F	G	H	0.03989088
6	A	B	C		E		G	H	0.02659392
7	A	B	C			F	G	H	0.02659392
8	A	B	C				G	H	0.01772928
9	A	B		D	E	F	G	H	0.03989088
10	A	B		D	E		G	H	0.02659392
11	A	B		D		F	G	H	0.02659392
12	A	B		D			G	H	0.01772928
13	A	B			E	F	G	H	0.02659392
14	A	B			E		G	H	0.01772928
15	A	B				F	G	H	0.01772928

Bilaga 2 Resultat

I denna bilaga redovisas resultaten av händelseträden och brandspridningsmatriserna. Alla kostnader är angivna i kronor. De summor som står längst ned i kolumnerna "Total kostnad", "Total kostnad, företag" och "Total kostnad, försäkringsbolag" efter att sannolikheten tagits med i beräkningen anger förväntad skadekostnad för respektive kategori.

Förväntad skadekostnad i nuläget

Totalt					
Omfattning	Område	Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda
Liten	Alla	50000	50000	0	0
Medel	Övr utr	100000	100000	0	0
	Mellandel103	100000	100000	0	0
	Mellandel109	100000	100000	0	0
	Arkning övr	100000	100000	0	0
	Km1 övr	100000	100000	0	0
	Km2 övr	100000	100000	0	0
	Omrulln övr	100000	100000	0	0
	Elutrymmen	150000	150000	0	0
	Rispack mask	500000	500000	0	0
	Plastugn	500000	500000	0	0
	Omrulln mask	800000	800000	0	0
	Arksal mask	3500000	3 500 000	0	0
	Höglager	6000000	6 000 000	0	0
	KM 1	30000000	30 000 000	0	0
	KM2	30000000	30 000 000	0	0
Stor	Kontrollrum	13800000	1 000 000	12 800 000	0
	Elutrymmen	45600000	6 600 000	39 000 000	0
	1.	2380000000	1 200 000 000	600000000	580 000 000
	1+2	5300000000	2 600 000 000	1300000000	1 400 000 000
	1+2+3	5630000000	2 820 000 000	1410000000	1 400 000 000
	1+2+3+4	5669000000	2 846 000 000	1423000000	1 400 000 000
	1+2+3+4+5	5686000000	2 863 000 000	1423000000	1 400 000 000
	1+2+3+5	5647000000	2 837 000 000	1410000000	1 400 000 000
	1+2+3+5+6	5729000000	2 919 000 000	1410000000	1 400 000 000
	1+2+4	5339000000	2 626 000 000	1313000000	1 400 000 000
	1+2+4+5	5356000000	2 643 000 000	1313000000	1 400 000 000
	1+2+4+5+6	5438000000	2 725 000 000	1313000000	1 400 000 000
	1+2+5	5317000000	2 617 000 000	1300000000	1 400 000 000
	1+2+5+6	5399000000	2 699 000 000	1300000000	1 400 000 000
	1+3	2800000000	1 420 000 000	710000000	670 000 000
	1+3+4+5	2864000000	1 463 000 000	723000000	678 000 000
	1+3+4+5+6	2946000000	1 545 000 000	723000000	678 000 000
	2.	3040000000	1 400 000 000	820 000 000	820 000 000
	2+3	3440000000	1 620 000 000	910 000 000	910 000 000
	2+3+4	3387000000	1 646 000 000	823000000	918 000 000
	2+3+4+5	3404000000	1 663 000 000	823000000	918 000 000
	2+3+4+5+6	3486000000	1 745 000 000	823000000	918 000 000
	2+3+5	3357000000	1 637 000 000	810000000	910 000 000
	2+3+5+6	3439000000	1 719 000 000	810000000	910 000 000
	2+4	2967000000	1 426 000 000	713000000	828 000 000
	2+4+5	2984000000	1 443 000 000	713000000	828 000 000
	2+4+5+6	3066000000	1 525 000 000	713000000	828 000 000
	2+5	2937000000	1 417 000 000	700000000	820 000 000
	2+5+6	3019000000	1 499 000 000	700000000	820 000 000
	3.	420000000	220 000 000	110000000	90 000 000
	3+4+5	484000000	263 000 000	123000000	98 000 000
	3+4+5+6	566000000	345 000 000	123000000	98 000 000
	3+5	437000000	237 000 000	110000000	90 000 000
	3+5+6	519000000	319 000 000	110000000	90 000 000
	4.	47000000	26 000 000	13 000 000	8 000 000
	4+5	64000000	43 000 000	13000000	8 000 000
	4+5+6	146000000	125 000 000	13000000	8 000 000
	5.	17000000	17 000 000	0	0
	5+6	99000000	99 000 000	0	0
	6.	82000000	82 000 000	0	0
	alla	5768000000	2 945 000 000	1423000000	1 400 000 000

Företag				Försäkringsbolag			
Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda	Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda
50000	50000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
150000	150000	0	0	0	0	0	0
500000	500000	0	0	0	0	0	0
500000	500000	0	0	0	0	0	0
800000	800000	0	0	0	0	0	0
1000000	1000000	0	0	2500000	2500000	0	0
1000000	1000000	0	0	5000000	5000000	0	0
1000000	1000000	0	0	29000000	29000000	0	0
1000000	1000000	0	0	29000000	29000000	0	0
6000000	1000000	5000000	0	7800000	0	7800000	0
6000000	1000000	5000000	0	39600000	5600000	34000000	0
286000000	1000000	5000000	3E+08	2094000000	1.199E+09	595000000	3E+08
756000000	1000000	5000000	8E+08	4544000000	2.599E+09	1.295E+09	6.5E+08
701000000	1000000	5000000	7E+08	4929000000	2.819E+09	1.405E+09	7.05E+08
694500000	1000000	5000000	7E+08	4974500000	2.845E+09	1.418E+09	7.12E+08
694500000	1000000	5000000	7E+08	4991500000	2.862E+09	1.418E+09	7.12E+08
701000000	1000000	5000000	7E+08	4946000000	2.836E+09	1.405E+09	7.05E+08
701000000	1000000	5000000	7E+08	5028000000	2.918E+09	1.405E+09	7.05E+08
749500000	1000000	5000000	7E+08	4589500000	2.625E+09	1.308E+09	6.57E+08
749500000	1000000	5000000	7E+08	4606500000	2.642E+09	1.308E+09	6.57E+08
749500000	1000000	5000000	7E+08	4688500000	2.724E+09	1.308E+09	6.57E+08
756000000	1000000	5000000	8E+08	4561000000	2.616E+09	1.295E+09	6.5E+08
756000000	1000000	5000000	8E+08	4643000000	2.698E+09	1.295E+09	6.5E+08
321000000	1000000	5000000	3E+08	2479000000	1.419E+09	705000000	3.55E+08
322500000	1000000	5000000	3E+08	2541500000	1.462E+09	718000000	3.62E+08
322500000	1000000	5000000	3E+08	2623500000	1.544E+09	718000000	3.62E+08
416000000	1000000	5000000	4E+08	2624000000	1.399E+09	815000000	4.1E+08
461000000	1000000	5000000	5E+08	2979000000	1.619E+09	905000000	4.55E+08
512500000	1000000	5000000	5E+08	2874500000	1.645E+09	818000000	4.12E+08
512500000	1000000	5000000	5E+08	2891500000	1.662E+09	818000000	4.12E+08
512500000	1000000	5000000	5E+08	2973500000	1.744E+09	818000000	4.12E+08
511000000	1000000	5000000	5E+08	2846000000	1.636E+09	805000000	4.05E+08
511000000	1000000	5000000	5E+08	2928000000	1.718E+09	805000000	4.05E+08
477500000	1000000	5000000	5E+08	2489500000	1.425E+09	708000000	3.57E+08
477500000	1000000	5000000	5E+08	2506500000	1.442E+09	708000000	3.57E+08
477500000	1000000	5000000	5E+08	2588500000	1.524E+09	708000000	3.57E+08
476000000	1000000	5000000	5E+08	2461000000	1.416E+09	695000000	3.5E+08
476000000	1000000	5000000	5E+08	2543000000	1.498E+09	695000000	3.5E+08
41000000	1000000	5000000	4E+07	379000000	219000000	105000000	55000000
42500000	1000000	5000000	4E+07	441500000	262000000	118000000	61500000
42500000	1000000	5000000	4E+07	523500000	344000000	118000000	61500000
41000000	1000000	5000000	4E+07	396000000	236000000	105000000	55000000
41000000	1000000	5000000	4E+07	478000000	318000000	105000000	55000000
7500000	1000000	5000000	2E+06	39500000	25000000	8000000	6500000
7500000	1000000	5000000	2E+06	56500000	42000000	8000000	6500000
7500000	1000000	5000000	2E+06	138500000	124000000	8000000	6500000
1000000	1000000	0	0	16000000	16000000	0	0
1000000	1000000	0	0	98000000	98000000	0	0
1000000	1000000	0	0	81000000	81000000	0	0
694500000	1000000	5000000	7E+08	5073500000	2.944E+09	1.418E+09	7.12E+08

Bilaga 2

Sannolikhet	Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda
0.9367286	46836.43002	46836.43	0	0
0.002544892	254.4892	254.4892	0	0
0.001997093	199.7093	199.7093	0	0
0.004485	448.5	448.5	0	0
3.90358E-05	3.9035808	3.903581	0	0
0.001181385	118.1385	118.1385	0	0
0.001323014	132.30135	132.3014	0	0
0.001426697	142.66967	142.6697	0	0
0.000844626	126.6939	126.6939	0	0
7.02374E-05	35.11872	35.11872	0	0
0.000140523	70.26156	70.26156	0	0
0.012846865	10277.49216	10277.49	0	0
0.000140523	491.83092	491.8309	0	0
0.001618652	9711.91476	9711.915	0	0
0.015452325	463569.75	463569.8	0	0
0.016752039	502561.179	502561.2	0	0
3.097E-07	4.27386	0.3097	3.96416	0
3.25128E-06	148.258368	21.45845	126.7999	0
0.000105981	252235.3512	127177.5	63588.74	61469.12
2.88533E-05	152922.6816	75018.67	37509.34	40394.67
1.9142E-05	107769.5836	53980.5	26990.25	26798.83
5.92738E-05	336023.2134	168693.3	84346.63	82983.33
0.000160787	914232.1467	460331.8	228799.2	225101.1
3.58428E-05	202404.4688	101686.1	50538.39	50179.96
4.53481E-06	25979.94012	13237.12	6394.085	6348.737
0.000108609	579866.1029	285208.5	142604.3	152053.3
5.68128E-05	304289.4663	150156.3	74595.23	79537.95
5.87365E-06	31940.89231	16005.69	7712.098	8223.106
9.58334E-06	50954.60516	25079.59	12458.34	13416.67
1.27358E-06	6876.040191	3437.383	1655.65	1783.007
3.41321E-06	9556.98912	4846.759	2423.379	2286.851
1.05454E-06	3020.199488	1542.79	762.4316	714.9774
1.17171E-07	345.1857422	181.0292	84.71463	79.44193
2.14611E-05	65241.78048	30045.56	17598.11	17598.11
1.45627E-05	50095.629	23591.55	13252.04	13252.04
6.32586E-05	214256.788	104123.6	52061.81	58071.37
0.000194627	662510.5574	323664.8	160178.1	178667.7
2.23501E-05	77912.4462	39000.92	18394.13	20517.39
3.28398E-05	110243.2442	53758.77	26600.25	29884.23
4.26975E-06	14683.67112	7339.701	3458.498	3885.473
0.000152049	451128.1984	216821.3	108410.7	125896.2
8.15551E-05	243360.5049	117684.1	58148.81	67527.65
9.70842E-06	29766.02002	14805.34	6922.104	8038.573
7.68503E-06	22570.9408	10889.69	5379.523	6301.727
1.14343E-06	3452.003453	1713.996	800.3983	937.6094
4.44963E-05	18688.42584	9789.175	4894.588	4004.663
1.41434E-05	6845.406388	3719.715	1739.638	1386.053
1.62243E-06	918.2928542	559.7368	199.5583	158.9977
1.66859E-05	7291.740287	3954.559	1835.45	1501.731
2.50321E-06	1299.167198	798.5247	275.3534	225.2891
0.000996363	46829.04408	25905.43	12952.71	7970.901
3.65287E-05	2337.837172	1570.734	474.8732	292.2296
4.15713E-06	606.9408784	519.6412	54.04268	33.25703
5.08078E-06	86.37326136	86.37326	0	0
2.69715E-06	267.0176282	267.0176	0	0
5.58514E-05	4579.81398	4579.814	0	0
1.81394E-05	104628.1471	53420.58	25812.39	25395.18
1	6153149.772			

Företag				Försäkringsbolag			
Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda	Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda
46836.43	46836.43	0	0	0	0	0	0
254.4892	254.4892	0	0	0	0	0	0
199.7093	199.7093	0	0	0	0	0	0
448.5	448.5	0	0	0	0	0	0
3.903581	3.903581	0	0	0	0	0	0
118.1385	118.1385	0	0	0	0	0	0
132.3014	132.3014	0	0	0	0	0	0
142.6697	142.6697	0	0	0	0	0	0
126.6939	126.6939	0	0	0	0	0	0
35.11872	35.11872	0	0	0	0	0	0
70.26156	70.26156	0	0	0	0	0	0
10277.49	10277.49	0	0	0	0	0	0
140.5231	140.5231	0	0	351.3078	351.3078	0	0
1618.652	1618.652	0	0	8093.262	8093.262	0	0
15452.33	15452.33	0	0	448117.4	448117.4	0	0
16752.04	16752.04	0	0	485809.1	485809.1	0	0
1.8582	0.3097	1.5485	0	2.41566	0	2.41566	0
19.50768	3.25128	16.2564	0	128.7507	18.20717	110.5435	0
30310.63	105.9812	529.9062	29674.75	221924.7	127071.5	63058.84	31794.37
21813.12	28.85334	144.2667	21640	131109.6	74989.82	37365.07	18754.67
13418.56	19.14202	95.71011	13303.71	94351.03	53961.36	26894.54	13495.13
41165.66	59.27381	296.369	40810.02	294857.6	168634	84050.26	42173.31
111666.2	160.7865	803.9326	110701.5	802565.9	460171	227995.3	114399.6
25125.82	35.84283	179.2142	24910.77	177278.6	101650.3	50359.18	25269.2
3178.903	4.534812	22.67406	3151.695	22801.04	13232.58	6371.411	3197.043
81402.82	108.6095	543.0475	80751.16	498463.3	285099.9	142061.2	71302.13
42581.21	56.81282	284.0641	42240.33	261708.3	150099.5	74311.17	37297.62
4402.298	5.873647	29.36823	4367.057	27538.59	15999.81	7682.73	3856.049
7245.003	9.583337	47.91669	7187.503	43709.6	25070.01	12410.42	6229.169
962.8239	1.273577	6.367883	955.1825	5913.216	3436.11	1649.282	827.8248
1095.641	3.41321	17.06605	1075.161	8461.349	4843.346	2406.313	1211.69
340.0888	1.054539	5.272695	333.7616	2680.111	1541.736	757.1589	381.2158
37.78764	0.117171	0.585855	37.08462	307.3981	180.912	84.12877	42.35731
8927.823	21.46111	107.3056	8799.056	56313.96	30024.1	17490.81	8799.056
6713.397	14.56268	72.81341	6626.021	43382.23	23576.98	13179.23	6626.021
32420.02	63.25857	316.2929	32040.47	181836.8	104060.4	51745.51	26030.9
99746.38	194.6271	973.1354	98578.61	562764.2	323470.2	159204.9	80089.04
11454.43	22.3501	111.7505	11320.33	66458.02	38978.57	18282.38	9197.066
16781.14	32.83981	164.1991	16584.1	93462.1	53725.93	26436.05	13300.12
2181.842	4.26975	21.34875	2156.224	12501.83	7335.431	3437.149	1729.249
72603.21	152.0486	760.243	71690.92	378525	216669.3	107650.4	54205.33
38942.57	81.55513	407.7756	38453.24	204417.9	117602.5	57741.03	29074.4
4635.771	9.708421	48.54211	4577.521	25130.25	14795.63	6873.562	3461.052
3658.076	7.685033	38.42516	3611.965	18912.87	10882.01	5341.098	2689.761
544.2708	1.143426	5.717131	537.4103	2907.733	1712.852	794.6812	400.1991
1824.346	44.49625	222.4813	1557.369	16864.08	9744.679	4672.106	2447.294
601.0946	14.1434	70.71701	516.2342	6244.312	3705.571	1668.921	869.8192
68.95309	1.622426	8.112128	59.21853	849.3398	558.1144	191.4462	99.77917
684.1221	16.6859	83.42952	584.0067	6607.618	3937.873	1752.02	917.7248
102.6317	2.503212	12.51606	87.61243	1196.535	796.0215	262.8373	137.6767
7472.72	996.3626	4981.813	1494.544	39356.32	24909.07	7970.901	6476.357
273.9653	36.52871	182.6435	54.79306	2063.872	1534.206	292.2296	237.4366
31.17847	4.157129	20.78565	6.235694	575.7624	515.484	33.25703	27.02134
5.08078	5.08078	0	0	81.29248	81.29248	0	0
2.697148	2.697148	0	0	264.3205	264.3205	0	0
55.85139	55.85139	0	0	4523.963	4523.963	0	0
12597.82	18.13942	90.69708	12488.99	92030.32	53402.44	25721.69	12906.19
799706.6				5353443			

Förväntad skadekostnad efter uppgradering av brandskyddet

	Förbättrade brandcellsgränser					
Omfattning	Område	Del av område	Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda
Liten	Alla		50000	50000	0	0
Medel	Övr utr		100000	100000	0	0
	Mellandel103		100000	100000	0	0
	Mellandel109		100000	100000	0	0
	Arkning övr		100000	100000	0	0
	Km1 övr		100000	100000	0	0
	Km2 övr		100000	100000	0	0
	Omrulln övr		100000	100000	0	0
	Elutrymmen		150000	150000	0	0
	Rispack mask		500000	500000	0	0
	Plastugn		500000	500000	0	0
	Omrulln mask		800000	800000	0	0
	Arksal mask		3500000	3 500 000	0	0
	Höglager		6000000	6 000 000	0	0
	KM 1		30000000	30 000 000	0	0
	KM2		30000000	30 000 000	0	0
Stor	Kontrollrum		13800000	1 000 000	12 800 000	0
	Elutrymmen		45600000	6 600 000	39 000 000	0
	1.		2380000000	1 200 000 000	600000000	580 000 000
	1+2		5300000000	2 600 000 000	1300000000	1 400 000 000
	1+2+3		5630000000	2 820 000 000	1410000000	1 400 000 000
	1+2+3+4		5669000000	2 846 000 000	1423000000	1 400 000 000
	1+2+3+4+5		5686000000	2 863 000 000	1423000000	1 400 000 000
	1+2+3+5		5647000000	2 837 000 000	1410000000	1 400 000 000
	1+2+3+5+6		5729000000	2 919 000 000	1410000000	1 400 000 000
	1+2+4		5339000000	2 626 000 000	1313000000	1 400 000 000
	1+2+4+5		5356000000	2 643 000 000	1313000000	1 400 000 000
	1+2+4+5+6		5438000000	2 725 000 000	1313000000	1 400 000 000
	1+2+5		5317000000	2 617 000 000	1300000000	1 400 000 000
	1+2+5+6		5399000000	2 699 000 000	1300000000	1 400 000 000
	1+3		2800000000	1 420 000 000	710000000	670 000 000
	1+3+4+5		2864000000	1 463 000 000	723000000	678 000 000
	1+3+4+5+6		2946000000	1 545 000 000	723000000	678 000 000
	2.		3040000000	1 400 000 000	820 000 000	820 000 000
	2+3		3440000000	1 620 000 000	910 000 000	910 000 000
	2+3+4		3387000000	1 646 000 000	823000000	918 000 000
	2+3+4+5		3404000000	1 663 000 000	823000000	918 000 000
	2+3+4+5+6		3486000000	1 745 000 000	823000000	918 000 000
	2+3+5		3357000000	1 637 000 000	810000000	910 000 000
	2+3+5+6		3439000000	1 719 000 000	810000000	910 000 000
	2+4		2967000000	1 426 000 000	713000000	828 000 000
	2+4+5		2984000000	1 443 000 000	713000000	828 000 000
	2+4+5+6		3066000000	1 525 000 000	713000000	828 000 000
	2+5		2937000000	1 417 000 000	700000000	820 000 000
	2+5+6		3019000000	1 499 000 000	700000000	820 000 000
	3.		420000000	220 000 000	110000000	90 000 000
	3+4+5		484000000	263 000 000	123000000	98 000 000
	3+4+5+6		566000000	345 000 000	123000000	98 000 000
	3+5		437000000	237 000 000	110000000	90 000 000
	3+5+6		519000000	319 000 000	110000000	90 000 000
	4.		47000000	26 000 000	13 000 000	8 000 000
	4+5		64000000	43 000 000	13000000	8 000 000
	4+5+6		146000000	125 000 000	13000000	8 000 000
	5.		17000000	17 000 000	0	0
	5+6		99000000	99 000 000	0	0
	6.		82000000	82 000 000	0	0
	alla		5768000000	2 945 000 000	1423000000	1 400 000 000

Bilaga 2

Företag				Försäkringsbolag			
Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda	Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda
50000	50000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
100000	100000	0	0	0	0	0	0
150000	150000	0	0	0	0	0	0
500000	500000	0	0	0	0	0	0
500000	500000	0	0	0	0	0	0
800000	800000	0	0	0	0	0	0
1000000	1000000	0	0	2500000	2500000	0	0
1000000	1000000	0	0	5000000	5000000	0	0
1000000	1000000	0	0	29000000	29000000	0	0
1000000	1000000	0	0	29000000	29000000	0	0
6000000	1000000	5000000	0	7800000	0	7800000	0
6000000	1000000	5000000	0	39600000	5600000	34000000	0
286000000	1000000	5000000	2.8E+08	2094000000	1.2E+09	5.95E+08	3E+08
756000000	1000000	5000000	7.5E+08	4544000000	2.6E+09	1.3E+09	6.5E+08
701000000	1000000	5000000	6.95E+08	4929000000	2.82E+09	1.41E+09	7.05E+08
694500000	1000000	5000000	6.89E+08	4974500000	2.85E+09	1.42E+09	7.12E+08
694500000	1000000	5000000	6.89E+08	4991500000	2.86E+09	1.42E+09	7.12E+08
701000000	1000000	5000000	6.95E+08	4946000000	2.84E+09	1.41E+09	7.05E+08
701000000	1000000	5000000	6.95E+08	5028000000	2.92E+09	1.41E+09	7.05E+08
749500000	1000000	5000000	7.44E+08	4589500000	2.63E+09	1.31E+09	6.57E+08
749500000	1000000	5000000	7.44E+08	4606500000	2.64E+09	1.31E+09	6.57E+08
749500000	1000000	5000000	7.44E+08	4688500000	2.72E+09	1.31E+09	6.57E+08
756000000	1000000	5000000	7.5E+08	4561000000	2.62E+09	1.3E+09	6.5E+08
756000000	1000000	5000000	7.5E+08	4643000000	2.7E+09	1.3E+09	6.5E+08
321000000	1000000	5000000	3.15E+08	2479000000	1.42E+09	7.05E+08	3.55E+08
322500000	1000000	5000000	3.17E+08	2541500000	1.46E+09	7.18E+08	3.62E+08
322500000	1000000	5000000	3.17E+08	2623500000	1.54E+09	7.18E+08	3.62E+08
416000000	1000000	5000000	4.1E+08	2624000000	1.4E+09	8.15E+08	4.1E+08
461000000	1000000	5000000	4.55E+08	2979000000	1.62E+09	9.05E+08	4.55E+08
512500000	1000000	5000000	5.07E+08	2874500000	1.65E+09	8.18E+08	4.12E+08
512500000	1000000	5000000	5.07E+08	2891500000	1.66E+09	8.18E+08	4.12E+08
512500000	1000000	5000000	5.07E+08	2973500000	1.74E+09	8.18E+08	4.12E+08
511000000	1000000	5000000	5.05E+08	2846000000	1.64E+09	8.05E+08	4.05E+08
511000000	1000000	5000000	5.05E+08	2928000000	1.72E+09	8.05E+08	4.05E+08
477500000	1000000	5000000	4.72E+08	2489500000	1.43E+09	7.08E+08	3.57E+08
477500000	1000000	5000000	4.72E+08	2506500000	1.44E+09	7.08E+08	3.57E+08
477500000	1000000	5000000	4.72E+08	2588500000	1.52E+09	7.08E+08	3.57E+08
476000000	1000000	5000000	4.7E+08	2461000000	1.42E+09	6.95E+08	3.5E+08
476000000	1000000	5000000	4.7E+08	2543000000	1.5E+09	6.95E+08	3.5E+08
41000000	1000000	5000000	35000000	379000000	2.19E+08	1.05E+08	55000000
42500000	1000000	5000000	36500000	441500000	2.62E+08	1.18E+08	61500000
42500000	1000000	5000000	36500000	523500000	3.44E+08	1.18E+08	61500000
41000000	1000000	5000000	35000000	396000000	2.36E+08	1.05E+08	55000000
41000000	1000000	5000000	35000000	478000000	3.18E+08	1.05E+08	55000000
7500000	1000000	5000000	1500000	39500000	25000000	8000000	6500000
7500000	1000000	5000000	1500000	56500000	42000000	8000000	6500000
7500000	1000000	5000000	1500000	138500000	1.24E+08	8000000	6500000
1000000	1000000	0	0	16000000	16000000	0	0
1000000	1000000	0	0	98000000	98000000	0	0
1000000	1000000	0	0	81000000	81000000	0	0
694500000	1000000	5000000	6.89E+08	5073500000	2.94E+09	1.42E+09	7.12E+08

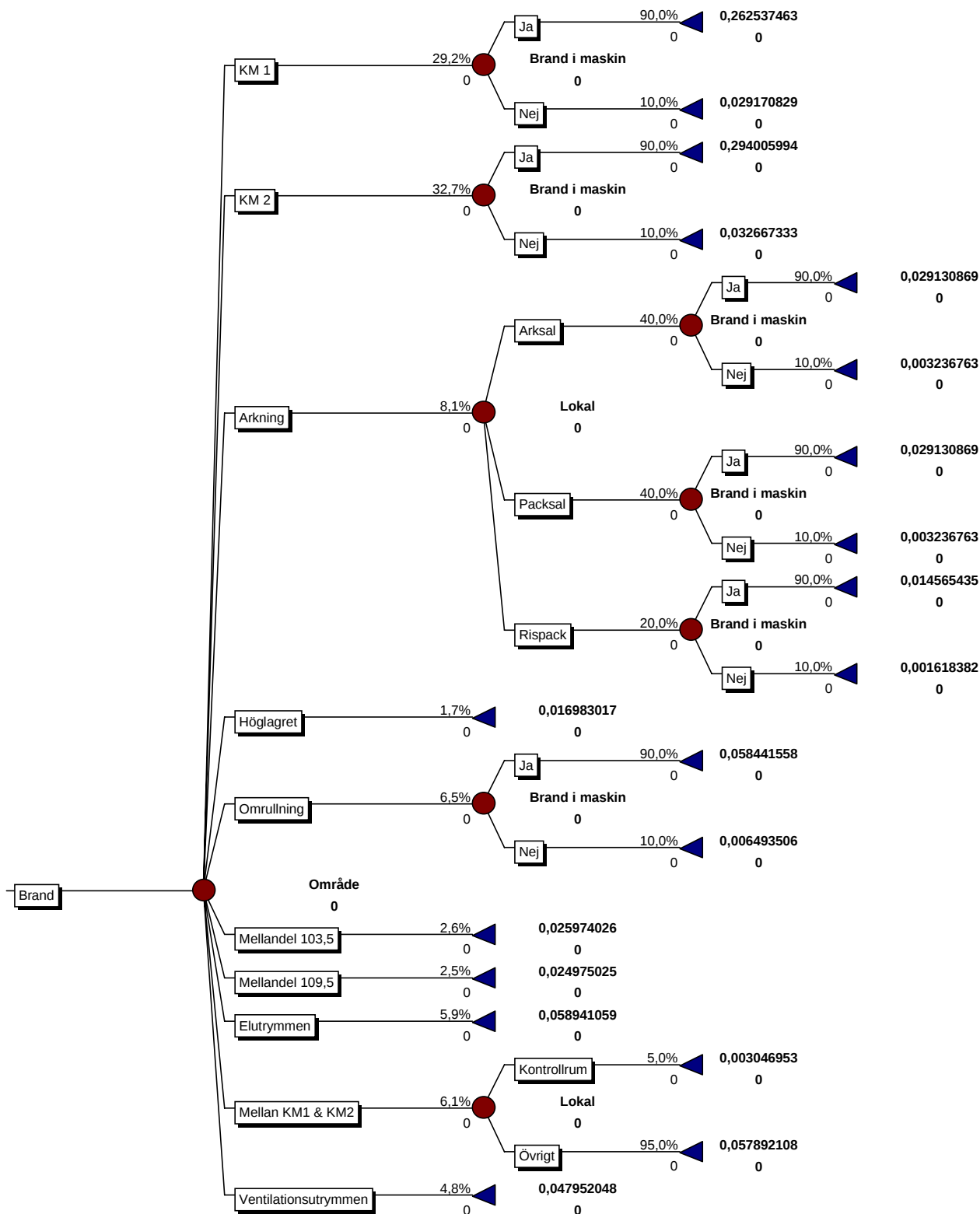
	Totalt			
Sannolikhet	Totalt kostnad	Egendom	Produktion	Dolda
0.9367286	46836.43	46836.43	0	0
0.00254489	254.4892	254.4892	0	0
0.00199709	199.7093	199.7093	0	0
0.004485	448.5	448.5	0	0
3.9036E-05	3.9035808	3.903581	0	0
0.00118139	118.1385	118.1385	0	0
0.00132301	132.30135	132.3014	0	0
0.0014267	142.66967	142.6697	0	0
0.00084463	126.6939	126.6939	0	0
7.0237E-05	35.11872	35.11872	0	0
0.00014052	70.26156	70.26156	0	0
0.01284687	10277.492	10277.49	0	0
0.00014052	491.83092	491.8309	0	0
0.00161865	9711.9148	9711.915	0	0
0.01545233	463569.75	463569.8	0	0
0.01675204	502561.18	502561.2	0	0
3.097E-07	4.27386	0.3097	3.96416	0
3.2513E-06	148.25837	21.45845	126.7999	0
0.00015897	378353.03	190766.2	95383.12	92203.68
2.4345E-05	129028.51	63297.01	31648.5	34083
6.6711E-06	37558.286	18812.5	9406.249	9339.538
8.5617E-06	48536.537	24366.73	12183.36	11986.44
4.0807E-06	23202.918	11683.07	5806.85	5712.994
1.9875E-06	11223.408	5638.535	2802.374	2782.499
2.5075E-07	1436.5196	731.9254	353.5508	351.0434
1.5273E-05	81543.671	40107.45	20053.73	21382.49
4.3859E-06	23491.078	11592.03	5758.735	6140.312
3.6323E-07	1975.2651	989.8119	476.9259	508.5272
2.0215E-06	10748.237	5290.227	2627.931	2830.079
2.6865E-07	1450.4147	725.073	349.2386	376.1031
1.152E-05	32254.838	16357.81	8178.905	7718.122
1.3347E-06	3822.44	1952.594	964.9526	904.8933
1.4829E-07	436.87571	229.1151	107.217	100.5437
0.00010865	330286.51	152105.6	89090.44	89090.44
1.8431E-05	63402.28	29858.05	16772.11	16772.11
1.3344E-05	45194.791	21963.57	10981.79	12249.43
1.1656E-05	39678.688	19384.74	9593.29	10700.66
1.3315E-06	4641.695	2323.511	1095.845	1222.34
5.5458E-06	18617.351	9078.523	4492.122	5046.705
7.2569E-07	2495.637	1247.456	587.8063	660.375
0.00012648	375251.73	180353.5	90176.77	104721.4
3.719E-05	110976.22	53665.78	26516.77	30793.67
4.2625E-06	13068.838	6500.319	3039.165	3529.353
9.7264E-06	28566.347	13782.27	6808.459	7975.623
1.4471E-06	4368.9419	2169.276	1013.004	1186.662
0.00010012	42048.958	22025.64	11012.82	9010.491
1.169E-05	5658.0625	3074.526	1437.896	1145.641
1.3419E-06	759.50978	462.9521	165.0525	131.5052
9.5339E-06	4166.3061	2259.53	1048.727	858.0493
1.3538E-06	702.60084	431.8491	148.9135	121.8383
0.00149454	70243.566	38858.14	19429.07	11956.35
0.00012252	7841.4188	5268.453	1592.788	980.1773
1.403E-05	2048.4255	1753.789	182.394	112.2425
1.1432E-05	194.33984	194.3398	0	0
5.9161E-06	585.6963	585.6963	0	0
5.5851E-05	4579.814	4579.814	0	0
2.752E-07	1587.3595	810.467	391.6111	385.2814
1.00000264	2997160			505070.6

Bilaga 2

Företag				Försäkringsbolag			
Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda	Total kostnad	Egendom	Produktion	Dolda
46836.43	46836.43	0	0	0	0	0	0
254.4892	254.4892	0	0	0	0	0	0
199.7093	199.7093	0	0	0	0	0	0
448.5	448.5	0	0	0	0	0	0
3.903581	3.903581	0	0	0	0	0	0
118.1385	118.1385	0	0	0	0	0	0
132.3014	132.3014	0	0	0	0	0	0
142.6697	142.6697	0	0	0	0	0	0
126.6939	126.6939	0	0	0	0	0	0
35.11872	35.11872	0	0	0	0	0	0
70.26156	70.26156	0	0	0	0	0	0
10277.49	10277.49	0	0	0	0	0	0
140.5231	140.5231	0	0	351.3078	351.3078	0	0
1618.652	1618.652	0	0	8093.2623	8093.262	0	0
15452.33	15452.33	0	0	448117.425	448117.4	0	0
16752.04	16752.04	0	0	485809.14	485809.1	0	0
1.8582	0.3097	1.5485	0	2.41566	0	2.41566	0
19.50768	3.25128	16.2564	0	128.750688	18.20717	110.5435	0
45465.95	158.9719	794.8593	44512.12	332887.075	190607.3	94588.26	47691.56
18404.82	24.345	121.725	18258.75	110623.691	63272.66	31526.78	15824.25
4676.44	6.671099	33.35549	4636.414	32881.8454	18805.83	9372.894	4703.125
5946.133	8.561746	42.80873	5894.762	42590.405	24358.17	12140.56	6091.682
2834.053	4.08071	20.40355	2809.569	20368.8644	11678.99	5786.447	2903.425
1393.237	1.987499	9.937496	1381.312	9830.17115	5636.548	2792.436	1401.187
175.7724	0.250745	1.253726	174.268	1260.74714	731.6747	352.2971	176.7754
11447.27	15.27321	76.36605	11355.63	70096.3995	40092.18	19977.36	10026.86
3287.26	4.385937	21.92968	3260.944	20203.818	11587.65	5736.805	2879.368
272.2437	0.363234	1.816169	270.0643	1703.02139	989.4487	475.1097	238.463
1528.243	2.021485	10.10743	1516.114	9219.99418	5288.205	2617.823	1313.965
203.0957	0.268645	1.343225	201.4838	1247.31906	724.8044	347.8954	174.6193
3697.787	11.51959	57.59793	3628.669	28557.0515	16346.29	8121.307	4089.453
430.4249	1.334651	6.673254	422.417	3392.01508	1951.26	958.2793	482.4763
47.82499	0.148295	0.741473	46.93522	389.050717	228.9668	106.4755	53.60848
45197.1	108.6469	543.2344	44545.22	285089.412	151997	88547.21	44545.22
8496.643	18.4309	92.15448	8386.057	54905.6376	29839.62	16679.96	8386.057
6838.598	13.34361	66.71803	6758.536	38356.1935	21950.23	10915.07	5490.894
5973.951	11.65649	58.28244	5904.012	33704.7375	19373.08	9535.008	4796.645
682.4064	1.331525	6.657623	674.4172	3959.28857	2322.179	1089.187	547.9224
2833.919	5.54583	27.72915	2800.644	15783.4317	9072.978	4464.393	2246.061
370.826	0.725687	3.628434	366.4718	2124.81103	1246.73	584.1779	293.9032
60391.88	126.4751	632.3757	59633.03	314859.851	180227.1	89544.4	45088.39
17758.43	37.19042	185.9521	17535.28	93217.7892	53628.59	26330.82	13258.38
2035.346	4.262504	21.31252	2009.771	11033.492	6496.056	3017.853	1519.583
4629.752	9.726369	48.63185	4571.394	23936.5951	13772.54	6759.827	3404.229
688.8428	1.447149	7.235743	680.1599	3680.0991	2167.829	1005.768	506.502
4104.779	100.1166	500.5828	3504.08	37944.1789	21925.53	10512.24	5506.411
496.834	11.69021	58.45106	426.6927	5161.22854	3062.836	1379.445	718.948
57.03033	1.34189	6.70945	48.97899	702.479454	461.6102	158.343	82.52624
390.8891	9.533881	47.66941	333.6858	3775.41693	2249.996	1001.058	524.3635
55.50411	1.353759	6.768794	47.38156	647.096726	430.4953	142.1447	74.45674
11209.08	1494.544	7472.72	2241.816	59034.4864	37363.6	11956.35	9714.536
918.9163	122.5222	612.6108	183.7833	6922.50251	5145.931	980.1773	796.3941
105.2273	14.03031	70.15156	21.04547	1943.19813	1739.759	112.2425	91.19702
11.43176	11.43176	0	0	182.908083	182.9081	0	0
5.916124	5.916124	0	0	579.780173	579.7802	0	0
55.85139	55.85139	0	0	4523.96259	4523.963	0	0
191.1271	0.275201	1.376005	189.4759	1396.23239	810.1918	390.2351	195.8055
365941.4				2631218.58			245839.2

Bilaga 3 Händelseträd

I denna bilaga visas en del av det händelseträd som konstruerats vid arbetet med rapporten.

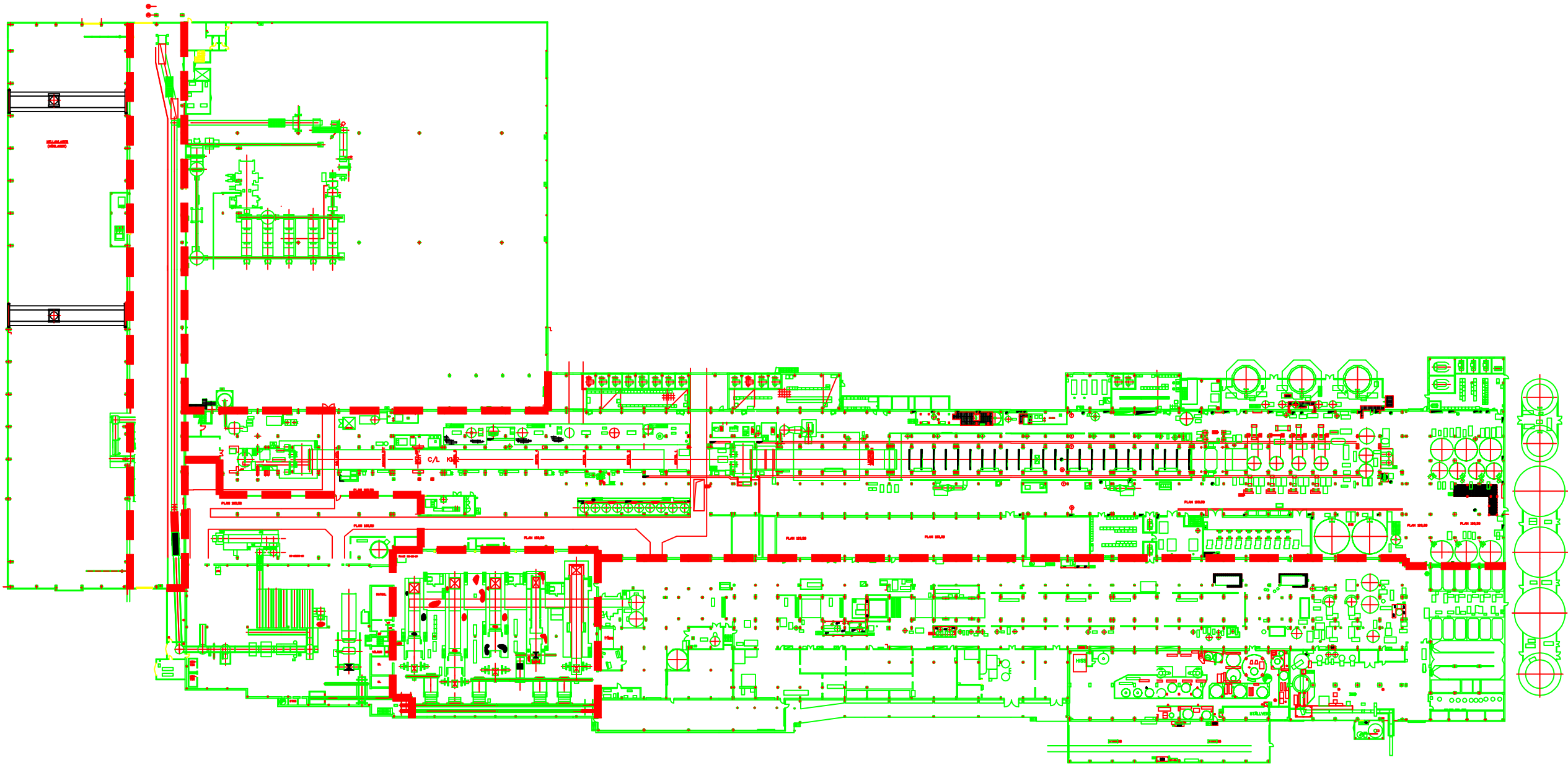


Bilaga 4 Planritningar

Ritningarna visar hur kartongfabriken är utformad och vilka väggar som utifrån det föreslagna brandskyddet behöver uppgraderas.

PROJEKTÖR			DATUM 1999 02 18	
			ANSVARIG J.R. & M.J.	
Bottenplanet			SKALA 1:100	
UPPDRAG Brandforsk	RITAD/KONSTR Iggesundsbruk	HANDLÄGGARE	NUMMER 1	BET

Områdesgränser som är i
behov av kontroll/uppgradering.



PROJEKTÖR

DATUM 1999 02 18

plan 2

ANSVARIG J.R. & M.J.

SKALA 1:100

UPPDRAG
Brandforsk

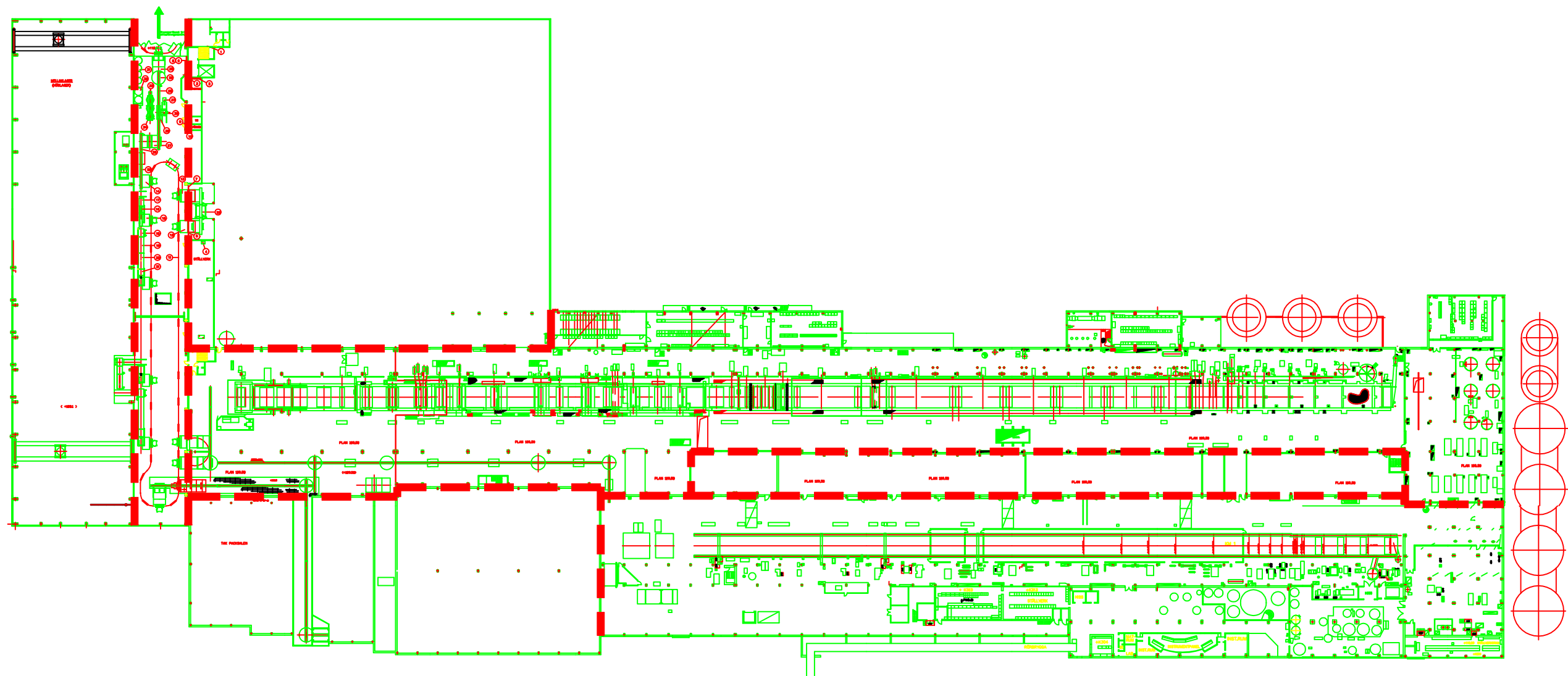
RITAD/KONSTR
Iggesundsbbruk

HANDLÄGGARE

NUMMER 1

BET

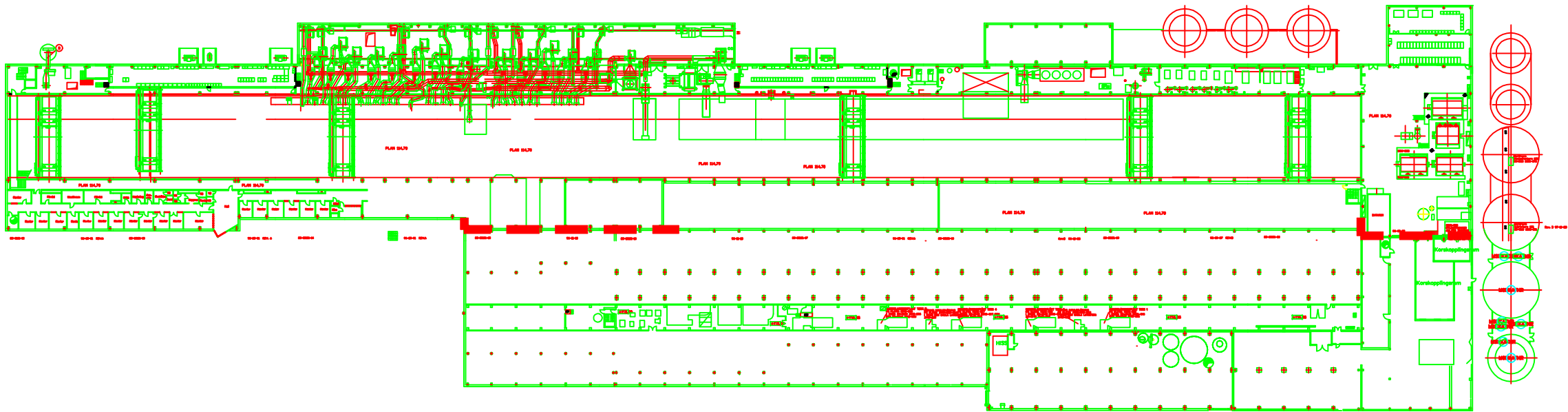
Områdesgränser som är i
behov av kontroll/uppgradering.



PROJEKTÖR			DATUM 1999 02 18	
			ANSVARIG J.R. & M.J.	
Plan 3 & plan 4			SKALA 1:100	
UPPDRAG Brandforsk	RITAD/KONSTR Iggesundsbruk	HANDLÄGGARE	NUMMER 1	BET

Områdesgränser som är i behov av kontroll/uppgradering.

Plan 3



Plan 4

