

Kostnad-nyttaanalys av brandskyddsinvesteringar vid STORAENSO Pulp, Skutskärs Bruk

Fredrik Wikström

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

**Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet**

Report 5050, Lund 2000

**Kostnad-nyttanalys av brandskyddsinvesteringar
Vid STORAENSO Pulp, Skutskärs Bruk**

Fredrik Wikström

Lund 1999

Kostnad-nyttaanalys av brandskyddsinvesteringar på StoraEnso Pulp, Skutskärs Bruk

Fredrik Wikström

Report 5050

ISSN: 1402 - 3504

ISRN: LUTVGD/TVBB - 5050 - SE

Illustrations: Fredrik Wikström

Number of pages: 147

Abstract: The aim in this report is to create a decision tool for fire protection investments at StoraEnso Pulp, Skutskär Mill, Building TKM. Expected Monetary Value (EMV) for damage caused by fire have been calculated from fire hazard analysis, design fire, expected damage, expected fire scenario in different parts of the buildings, probability analysis and effects of fire safety systems, and from economical loss caused by fire. Improvements in fire safety design have been suggested and their effects on EMV have been calculated.

Keywords: Cost-Benefit, Expected Monetary Value, Fire Hazards, Fire Protection, Investments, Decision Tool, Event-Tree

Swedish

Författaren svarar för innehållet i rapporten!

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2000

BRANDTEKNIK
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

Telefon: 046 222 00 00
Telefax: 046 222 46 12
E-post: brand@brand.lth.se

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

DEPARTMENT OF FIRE SAFETY ENGINEERING
Lund University
P.O. Box 118
S-221 00
Sweden

Telephone: +46 46 222 00 00
Telefax: + 46 46 222 46 12
E-mail: brand@brand.lth.se

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

Sammanfattning

FÖRELIGGANDE RAPPORT är resultatet av kursen Problembaserad brandteknisk riskhantering som ges av Brandteknik vid Lunds tekniska högskola. Kursen genomförs som ett projekt och omfattar 10 högskolepoäng.

Arbetet har utförts i samarbete med StoraEnso Pulp och analysobjektet är Skutskärs bruk. Det är en massaindustri som är belägen vid kusten, 20 km söder om Gävle. Bruket ligger i Älvkarleby kommun.

På grund av industrins storlek är arbetet begränsat till byggnad TKM. Den inrymmer det sista produktionssteget där massan torkas, paketeras och lagras. Anledningen till att just den byggnaden valts är att brandrisken är förhållandevis hög i kombination med relativt dåligt brandskydd.

SYFTET med arbetet är att beräkna de ekonomiska riskerna med avseende på brand i TKM, förslå förbättringar i brandskyddet och slutligen beräkna hur den ekonomiska risksituationen förändras när investeringarna genomförs. De åtgärder som föreslås är dels en uppgradering av det passiva brandskyddet, dels att ställverken utrustas med ett gasformigt släcksystem. De ekonomiska riskerna presenteras med måttet *förväntad skadekostnad per år* i kombination med *riskprofiler* för de olika alternativen. Riskerna kommer att beskrivas i sin helhet samt delas upp mellan företaget och försäkringsbolaget.

METODIKEN som används kan delas upp i två separata delar. Den ena bygger på traditionell händelseträdsmetodik där brandförloppen byggs upp av ett antal möjliga scenarion som inträffar med en viss sannolikhet och en given ekonomisk konsekvens. Därefter beräknas riskprofiler och den förväntade skadekostnaden *per brand* genom att summera sannolikheter och konsekvenser över hela trädet. Den andra delen går ut på att bestämma brandfrekvensen, d.v.s. hur många gånger per år brand förväntas uppkomma. De två delarna beskrivs separat med början på den senare.

Brandfrekvensen beräknas med bakgrund från tillbudsstatistik för industrigruppen, vilket resulterar i ett generellt värde som ger en grov bild på hur ofta brand förväntas uppkomma på TKM. För att finna ett för TKM mer representativt värde studeras tillbudsstatistik för anläggningen. Med hjälp av statistikteoretiska modeller justeras det generella värdet på brandfrekvensen med bakgrund av den kända tillbudsstatistiken. Resultatet är att det förväntas uppkomma 0,67 bränder per år på TKM. Brandfrekvensen antas vara oberoende av om föreslagna brandskyddsinvesteringar genomförs eller ej.

Händelseförloppen vid brand struktureras med hjälp av händelseträd som utgår från att bränderna på TKM kan indelas i tre typbränder som beskriver vilken potential branden har att skada byggnad och utrustning. Typbränderna benämns "liten", "medelstor" och "stor" brand. Liten brand ger endast ringa konsekvenser och slocknar av sig själv. Medelstor brand leder till att området där branden startar måste saneras om den inte släcks och den kan inte spridas. Stor brand medför att området där branden startar totalförstörs och den kan dessutom spridas i byggnaden, förutsatt att släckförsöken misslyckas. Typbränderna uppkommer efter en skattad sannolikhetsfördelning och brandens slutkonsekvens beror på de olika brandskyddssystemens funktion.

Varje scenario medför en ekonomisk förlust som benämns skadekostnad. Den delas upp i tre delar: egendomskostnader, avbrottskostnader och dolda kostnader. Storleken på dessa grundas på kvalificerade bedömningar. När kostnader och sannolikheter är kända beräknas den förväntade skadekostnaden *per brand* för de olika alternativen. Om resultatet sedan multipliceras med brandfrekvensen ges den förväntade skadekostnaden *per år*.

Skutskärs Bruk drabbas av alla kostnader som är lika stora eller mindre än självriskan i avbrotts- respektive egendomsförsäkringen, samt alla dolda kostnader. De senare bedömer företaget emellertid vara försumbara. Resten av kostnaderna drabbar försäkringsbolaget. Skutskärs Bruks totala årskostnad för de olika alternativen består av den förväntade skadekostnaden per år *plus* årskostnaden för brandskyddsinvesteringen.

RESULTATET visar att den totala kostnaden per år är *minskar* jämfört med dagsläget om TKM utrustas med ett gasformigt släcksystem i ställverken. Däremot innebär en investering i passivt brandskydd att årskostnaden kommer att *öka*. För försäkringsbolaget innebär däremot samtliga åtgärdsförslag en sänkning av den förväntade skadekostnaden.

Skutskärs Bruk bör därmed så snart som möjligt installera släcksystem i ställverken, men avvakta med att investera i passivt brandskydd. Anledningen till att investeringen inte är ekonomiskt motiverad är att inge dolda kostnader har kunnat identifierats av företagsledningen, vilket är anmärkningsvärt. Om dolda kostnader trots allt existerar kommer investeringen sannolikt att sänka den förväntade skadekostnaden.

Alternativet som innebär en uppgradering av det passiva brandskyddet skall dock inte förkastas eftersom de medför tydliga fördelar för försäkringsbolaget och risken för stora skador minskar avsevärt om investeringen genomförs.

EKONOMISKA RISKANALYSER kan användas för att beskriva risksituationen på flera olika nivåer i organisationen, eller som i detta arbete utgöra beslutsunderlag vid investeringsbedömningar. I stora drag kan däremot den metodik som använts i detta projekt begagnas som riktlinje för kommande ekonomiska riskanalyser.

Metodikerna kan även användas som ett instrument för att kontinuerligt följa upp effekter av genomförda riskminimeringsprogram inom anläggningen. Genom att analysera vilka parametrar som påverkas och därefter undersöka hur de påverkar den förväntade skadekostnaden ges ett mått på hur de ekonomiska riskerna i anläggningen förändras.

Summary

THIS REPORT is the result of the last course in the Fire Safety Engineering program at Lund Institute of Technology, Lund University. The project has been accomplished in co-operation with StoraEnso Pulp, Skutskär Mill.

THE AIM in this project has been to determine the *economical risk profile* and the *expected monetary value (EMV) of damage* caused by fire for TKM, which is a part of Skutskär Mill. The building TKM contains the last step in the production where the pulp gets dry and put into packets. The building has been inspected and two major improvements in fire protection has been suggested: Argonite system in all signal-boxes and improved passive systems. Their influence on the risk profile and the EMV has been calculated.

THE METHOD contains two separate parts: (1) determine the fire frequency e.g. how many fires occur on average each year and (2) calculate the EMV and the risk profile by using event-tree method, statistics and expert judgements.

The fire frequency, which is called λ_{TKM} has been estimated from statistics for pulp and paper industries in general *and* from fire statistics for TKM. These two have been put together by using theoretical statistical models and the result is 0.67 fires are expected to occur each year. The fire frequency is independent of the suggested improvements in fire protection.

Fires in TKM have been described as three design fires which occurs after an estimated distribution function. They have been called small, medium and large. The small fire is most common and have a negligible economical consequence. The medium fire causes damages in the area where it starts and professional cleaning-up is necessary. The large fire causes huge thermal damages on the building and equipment and it can propagate to other spaces in the building. The three design fires occurs after a discrete statistical distribution based on judgements. If the fire protection systems works in the right way, no fire will cause more extensive consequences than the small design fire. The different scenarios where every system works or not have been presented in an event-tree where every sub-scenario has been defined.

The N sub-scenarios i in the event-tree are associated with a probability p_i and an economical consequence c_i . These variables have been estimated based on statistics or judgements and the fire frequency λ_{TKM} has been calculated. The EMV was calculated using the following equation.

$$EMV = \lambda_{TKM} \cdot \sum_{i=1}^N p_i c_i$$

The consequence contains three different parts: (a) direct losses, (b) consequential losses and (c) concealed losses. (a) and (b) are covered by the insurance.

The risk profile, e.g. complementary cumulative distribution, function has been calculated directly from the event-tree.

THE RESULTS show that the expected total annual loss caused by fires *decreases* if Argonite systems are installed in the signal boxes, and it *increases* if improvements in passive systems are carried through.

Every improvement in the fire protection will *decrease* the economical risks for the insurance company.

When the risk profile and the EMV have been calculated for every suggested alternative the result is a good decision tool which shows how the economical risk changes for different solutions in fire protection design.

THE CONCLUSIONS are that Skutskär Mill should invest in the Argonite system as soon as possible and postpone the passive system investments. However, improvements in passive systems decrease the risk for large damage *and* the EMV for the insurance company. It is possible that a better passive fire protection system in TMK is a reason to renegotiate the insurance terms which makes lower expense, e.g. lower EMV. Another reason to be considered is that the robustness in the production increases if new firewalls are built.

ECONOMICAL RISK ANALYSIS, economical optimisation and cost-benefit analyses can be used in several levels in the organisation. The method which has been used in this project can easily be modified to suit different purposes.

Förord

Under arbetets gång har ett stort antal personer visat stort intresse för mitt projekt och deras hjälp och synpunkter har varit mycket värdefulla - för att inte säga nödvändiga. Jag vill framförallt rikta ett varmt tack till mina handledare: Henrik Johansson på Brandteknik och Lennart Fager på Skutskärs Bruk.

Vid sidan om handledarna har personalen på Skutskärs Bruk delat med sig av sin erfarenhet på ett hedervärt sätt. I spetsen för dem går Tommy Möller, Mats Östansjö, Anders Johansson, Mats Andersson, Jan-Erik Johansson, Curt Sundström, Jan Lemon, Elof Engström, Sören Jansson, Räddningstjänsten och förmodligen många fler som jag i skrivande stund inte har i minnet. Till alla er som känner er träffade: Tack för hjälpen!

Avslutningsvis vill jag också rikta ett tack till företagen Previs Brandskydd AB, Svenska Skum AB och Gävle Sanering AB som genom sina bedömningar och förslag bidragit till arbetets kvalitet.

Fredrik Wikström
Lund, december 1999

Sammanfattning	V
Summary	VII
Förord	IX
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund, syfte och metod	1
1.2 Begränsningar	2
2 Objektsbeskrivning	3
2.1 Från trästock till massa	3
2.2 Beskrivning av byggnaden	4
2.3 Indelning i områden	5
3 Brandfrekvens och typbränder	9
3.1 Beräkning av brandfrekvensen på TKM	9
3.2 Initial- och typbränder	17
3.3 Icketermiska skador	23
3.4 Termiska skador	29
3.5 Fördelning av typbränder	30
4 Befintligt brandskydd	35
4.1 Aktiva system: beskrivning och funktionssannolikhet	35
4.2 Passiva system: beskrivning och funktionssannolikhet	36
4.3 Personalens ingripande	38
4.4 Räddningstjänstens ingripande	40
5 Förslag till förbättringar av brandskyddet på TKM	43
5.1 Förbättrad brandteknisk sektionering	43
5.2 Gasformigt släcksystem i ställverken	46
5.3 Brandgaskontroll	47
6 Modellering av brandförlopp	49
6.1 Händelseträdsmetodik	49
6.2 Brandskyddssystemens inverkan på brandförloppet	50
6.3 Spridning av brand mellan områden	53
7 Förväntade ekonomiska konsekvenser	57
7.1 Introduktion och bedömningsförutsättningar	57
7.2 Schablonvärden för ringa konsekvenser	61
7.3 Område 1 - Massamagasin	62
7.4 Område 2 - Emballering	63
7.5 Område 3 - Emballagelager	63
7.6 Område 4 - TM8/TM9	64
7.7 Område 5 - TM6/TM7	65
7.8 Område 6 - Kontrollrum	66
7.9 Område 7 - Ställverk	66
7.10 Förväntad konsekvens efter stor brand	68

8	Förväntad skadekostnad och riskprofil	71
8.1	Förväntad skadekostnad per brand	72
8.2	Förväntad skadekostnad per år	74
8.3	Riskprofiler	76
8.4	Slutsats	78
9	Skall företaget investera i förbättrat brandskydd?	79
10	Kostnad-nyttaanalysens roll i RM-processen	81
11	Erfarenheter	85
	Referenser	87
	Bilagor	89

1 Inledning

Denna rapport är resultatet av kursen problembaserad brandteknisk riskhantering som ges av Brandteknik vid Lunds tekniska högskola. Den riktas i första hand till personer med brandingenjörskompetens, verksamma inom näringsliv och högskola.

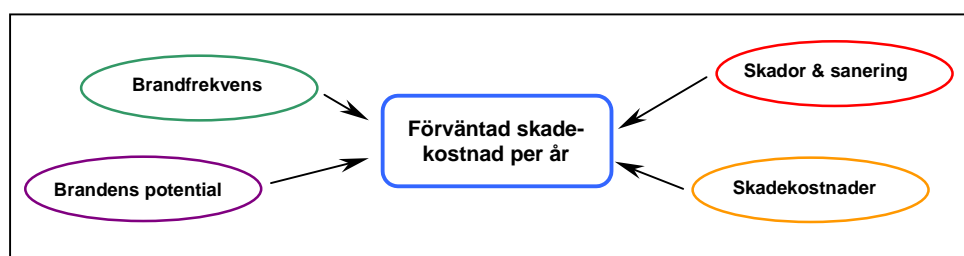
1.1 Bakgrund, syfte och metod

Fram till för ett par år sedan har det inte funnits någon metod som på ett rationellt sätt kan beskriva konsekvenserna av en brand i ekonomiska termer. Under 1997 påbörjades en pilotstudie¹ i området. Projektet initierades av Institutionen för Brandteknik vid Lunds tekniska högskola och projektet finansierades av BRANDFORSK. Arbetet har följts upp under 1998 och 1999 och resulterat i ekonomiska riskanalyser av tre olika anläggningar; en kartongfabrik som ägs av Modo, ett kallvalsverk tillhörande Avesta Sheffield och en produktionsanläggning som ägs av Asea Brown Boveri. Rapporterna visar att metoden är tillämplig och det utgör ett bra beslutsunderlag vid prioritering mellan olika investeringsalternativ jämfört med den befintliga anläggningen. Metodiken är fortfarande under utveckling och det är inte givet hur den skall eller kan användas i RM-arbetet på olika nivåer i organisationen.

Projektarbetet har utförts i samarbete med StoraEnso Pulp och det är en avdelningarna på deras massafabrik i Skutskär som är analysobjekt. Fabriken heter *Skutskärs Bruk* och avdelningen där kostnad-nyttaanalysen genomförs kallas *TKM*.

Intentionen med arbetet är att beräkna de ekonomiska riskerna med avseende på brand i TKM, förslå förbättringar i brandskyddet och slutligen beräkna hur den ekonomiska risksituationen förändras när investeringarna genomförs. De åtgärder som föreslås är dels en uppgradering av det passiva brandskyddet, dels att ställverken utrustas med ett gasformigt släcksystem. De ekonomiska riskerna presenteras med hjälp av måttet *förväntad skadekostnad per år* samt med *riskprofiler* för de olika alternativen. Utöver detta skall diskussioner kring resultatets roll i RM-processen belysas och erfarenheter under arbetets gång dryftas.

Den förväntade skadekostnaden beror förenklat av brandfrekvensen för anläggningen, brandens storlek, de skador som branden för med sig samt de kostnader som uppkommer. Se figur 1.1. Kostnaderna delas in i tre olika slag; egendomskostnader, avbrottskostnader och dolda kostnader, vilka bestäms med utgångspunkt från bedömningar av personalen på Skutskärs Bruk. Brandfrekvensen beräknas med hjälp av Bayes sats där både statistik från industrin och schablonartade beräkningsuttryck som bygger på expertbedömningar vägs samman. Brandförloppen klassificeras till tre typbränder som har ett definierat skadeutfall.



FIGUR 1.1 Faktorer som påverkar den förväntade skadekostnaden per år.

¹ Mattson, M., *Kostnad-Nytta i industrins brandskyddsåtgärder*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998

De olika scenariona struktureras med hjälp av händelseträdd. Sannolikheterna som används i beräkningarna är hämtade från olika källor som redovisas i de sammanhang som de uppkommer. I vissa fall har värdena justerats för att passa det studerade objektet.

Beräkningar har gjorts med ett antal olika modeller för bl. a. brandförlopp, brandgas-produktion, icketermiska skador, m.m.. De beskrivs närmare i sitt sammanhang. Beräkningarna i händelseträden tillsammans med känslighetsanalysen är gjorda i programmet *Precision Tree*. Alla brandförloppsberäkningar har utförts med hjälp av programpaketet *Hazard I*. I komplicerade beräkningsfall med stora matriser har programmet *MATLAB* använts.

En stor del av beräkningsunderlaget utgörs av subjektiva bedömningar. Deras inverkan på slutresultatet kontrolleras i en känslighetsanalys. Bedömningarna har genomförts i samråd med följande personal från bl.a. Skutskärs Bruk.

PRODUKTION	Tommy Möller, produktionschef
EKONOMI	Mats Östansjö, ekonomichef
BRAND	Lennart Fager, säkerhetschef Elof Engström, industribrandkåren Räddningstjänsten i Älvkarleby kommun
VENTILATION	Jan Lemon, driftsamordnare Curt Sundström, anläggningsavdelningen
DRIFT	Mats Andersson, underhållsledare på TKM
AUTOMATION	Anders Johansson, automationschef Bertil Persson, konstruktör
MARKNAD	Sören Jansson, marknadsavdelningen
FÖRSÄKRING	Jan-Erik Johansson, Risk Manager StoraEnso Erik Pettersson, Skandia

1.2 Begränsningar

Eftersom projektarbetet endast omfattar 10 högskolepoäng har ett antal begränsningar varit oundvikliga. De redovisas nedan i punktform. Förutom dessa större begränsningar har mindre förenklingar och avgränsningar gjorts under arbetets gång. De framgår tydligt i de avsnitt där de varit nödvändiga att genomföra.

- 1) Kostnad-nyttaanalysen omfattar endast brandskyddsinvesteringar i byggnad TKM vid Skutskärs Bruk.
- 2) En stor del av arbetet bygger på subjektiva bedömningar av sannolikheter, skadeutfall, ekonomiska konsekvenser, m.m.. Dessa kan inte motiveras strikt vetenskapligt, men i varje fall redovisas den information som ligger till grund för bedömningen. Dessutom kontrolleras hur osäkerheterna påverkar resultatet i en känslighetsanalys.
- 3) Brandförloppen generaliseras till tre typbränder med ett specifikt skadeutfall. Beräkningar av termiska skador till följd av bränderna har inte utförts.
- 4) Samtliga brandskyddssystem förutsätts vara dimensionerade på ett korrekt sätt.
- 5) I bedömningar av brandförsvarets insats tas *ingen* hänsyn till eventuella förstärkningar som inkallas, utan det är endast första styrkans insats som beaktas.
- 6) Resultaten känslighetsanalyseras, men de har *inte* genomgått en osäkerhetsanalys.

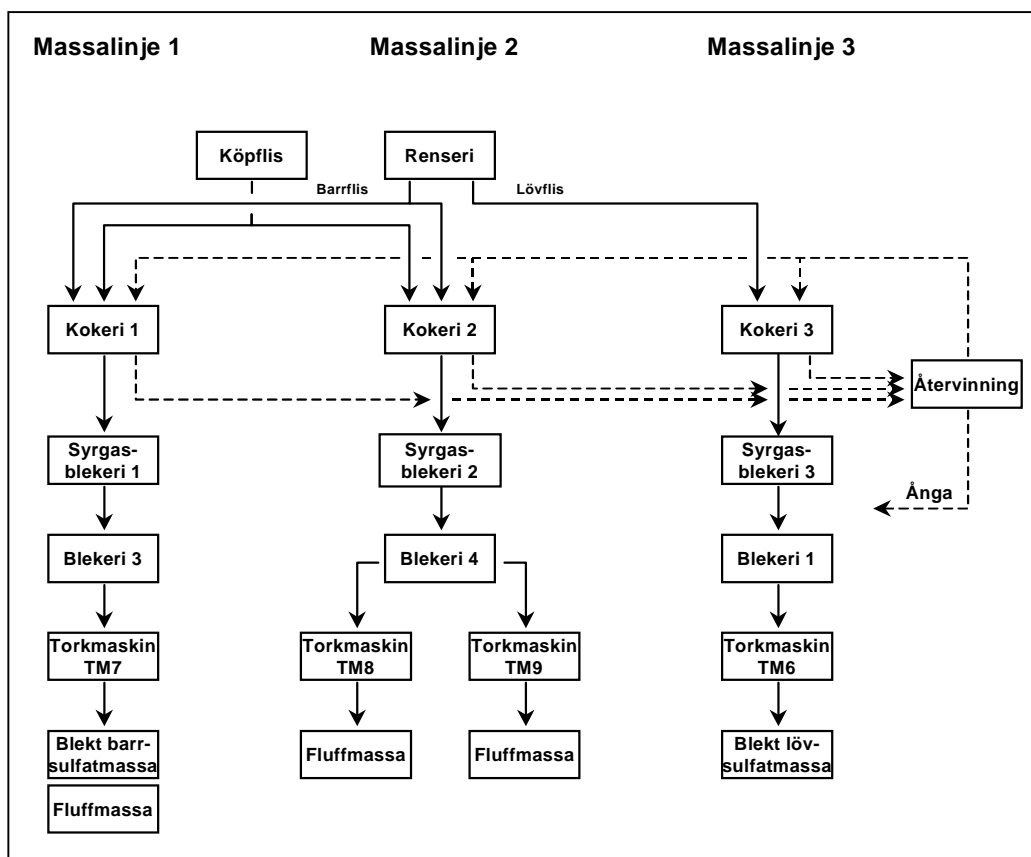
2 Objektsbeskrivning

I detta kapitel beskrivs hela processen från trästock till pappersmassa översiktligt. Därefter riktas fokus på byggnaden som inrymmer TKM. För att strukturera arbetet har den delats in i ett antal delområden som redovisas i slutet av kapitlet. I bilaga 1 finns en bild över fabriksområdet.

2.1 Från trästock till massa

På Skutskärs Bruk produceras massa som delas in i två huvudgrupper; pappersmassa och fluffmassa. Som namnet antyder används pappersmassan för att producera papper, medan fluffen utgör råmaterial vid tillverkning av bl. a. blöjor och bindor. Produktionen är uppdelad på tre linjer, där två producerar pappersmassa och en fluff. Pappersmassan görs i två kvaliteter: STORA 32 och STORA 61. Linjerna är inte separerade utan går kors och tvärs genom att antal byggnader. Den färdiga fluff- eller pappersmassan säljs till olika tillverkare både inom och utanför koncernen.

Processen är uppdelad i ett antal steg som beskrivs i form av ett blockschema i figur 2.1 nedan. Det första steget i massaproduktionen är rensriet där trästockarna barkas och tuggas till flis. En liten del färdig flis köps dock in utifrån. När flisen har rensats och erhållit önskvärd storlek transporteras den vidare till kokeriet, där den kokas i en kokvätska med vitlut (NaOH) som huvudbestandsdel. I kokprocessen lösgörs lignin och andra kemikalier från flisen, varvid fibrerna frigörs. Det medför att flisens hållfasthet minskar och den lämnar kokaren som en mörk trögflytande massa.



FIGUR 2.1 Schematisk bild över processtegen i de tre produktionslinjerna.

Nästa steg i processen är blekningen. Den genomförs i två steg med skilda kemikalier. Först genomgår massan syreblekeriet som finns i direkt anslutning till kokeriet och där syrgas är den aktiva kemikalien. Därefter fortsätter massan vidare till blekeri 1-3 som är en egen byggnad. Där bleks den till dess slutliga form med hjälp av klordioxid, som framställs ur metanol, svavelsyra och klorat i vattenlösning. Framdeles transporteras den färdigblekta massan till TKM där den läggs ut på breda permeabla dukar, varvid vattnet rinner av. Den sista fukten torkas bort i stora torkmaskiner. Nu är massan nästan torr och är färdig för paketering. Fluffen paketeras på rulle och pappersmassan skärs upp i ark som paketeras i balar. Den färdiga produkten lagras i ett stort magasin som ligger i direkt anslutning till torksalarerna. Därifrån transporteras den med lastbil till kunder inom och utanför koncernen.

2.2 Beskrivning av byggnaden

Huvudbyggnaden har en bärande konstruktion av tegel och stål. Bjälklagen består av betong eller gallerduk och de delar upp byggnaden i två våningsplan, som inte är heltäckande. I figur 2.2 nedan återges byggnaden schematiskt.

2.2.1 Brandskydd

För närvarande finns det ingen övergripande brandcellsindelning. De enda utrymmen som utgör egna brandceller är ställverk och kontrollrum. Det finns en tänkt brandcellsgräns mellan TM 7 och TM 8, men den har tydliga brister på ett flertal ställen. Kontentan är att samtliga torkmaskiner *och* det stora massamagasinet finns i samma brandcell.

Hela produktionslokalen är utrustad med ett vattensprinklersystem. De enda utrymmen som saknar sprinkler är mindre förråd, ställverk och skiftpersonalens fikarum. Torkmaskinerna är utrustade med ett släcksystem som använder den vattenånga som bildas i processen som släckmedel. Systemet aktiveras manuellt. Alla ställverk och en del mindre utrymmen är försedda med rökdetektorer. I produktionslokalen finns inget detektionssystem. Delar av byggnaden är utrustad med luckor för brandgasventilation. Luckorna öppnas automatiskt.

2.2.2 Inre förhållanden

Torkningen av den blöta massan medför att temperatur och luftfuktighet är klart högre än vad som kan anses vara normalt. I del där massan kommer in är temperaturen närmare 40 °C och den relativa luftfuktigheten är nära 100%. Denna del av produktionshallen benämns "vätändan" till skillnad från "torrändan" som återfinns i anslutning till de utrymmen där massan lagras.

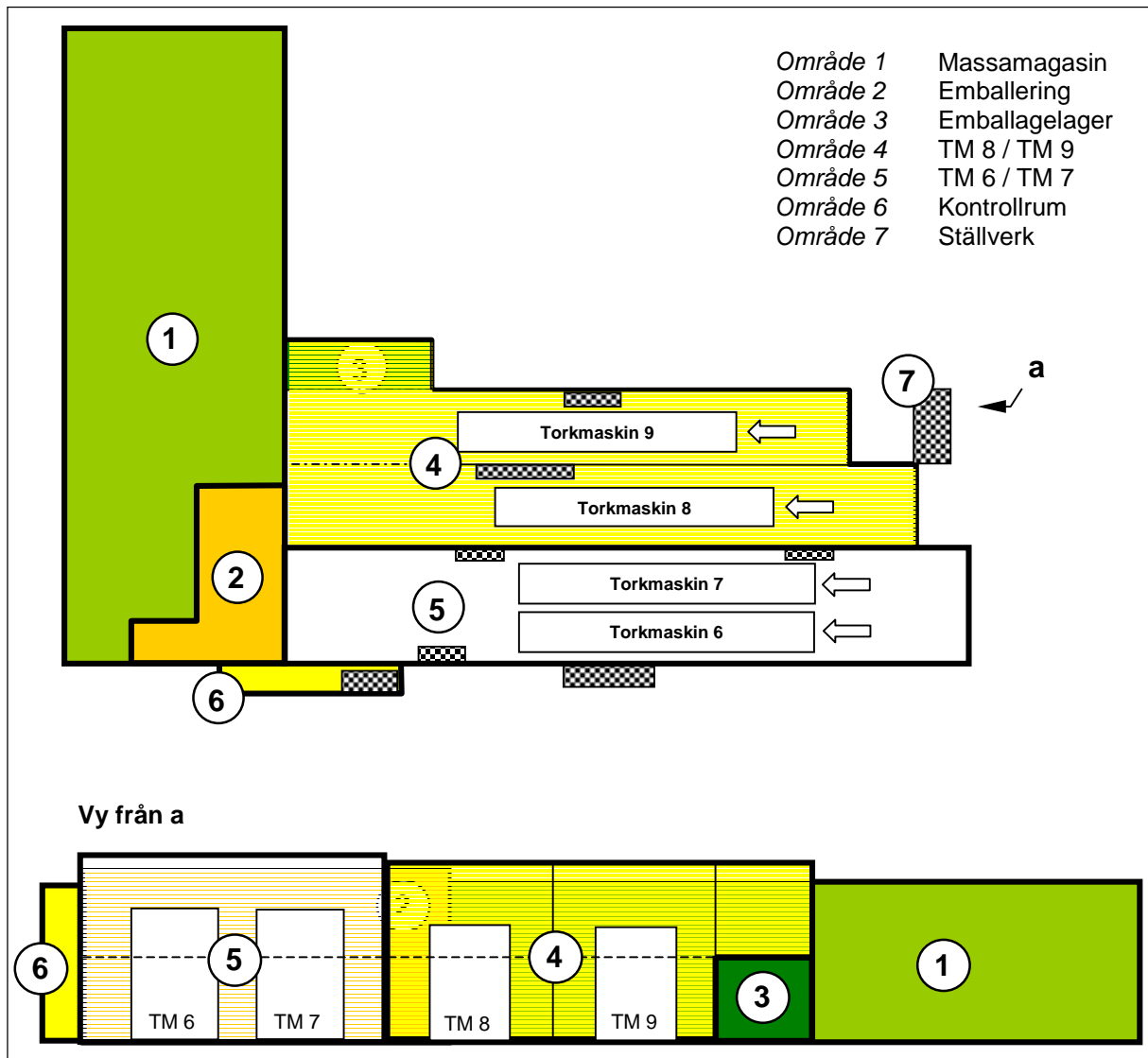
I torkmaskinerna finns flera fläktar som suger stora mängder luft. Tilluften tas från lokalen och frånluften går ut till det fria. Torkmaskinerna svarar för hela byggnadens ventilation, ställverken undantagna. En studie² som gjorts visar att luftomsättningen i de fyra torkmaskinerna tillsammans är 440 kg torr luft per sekund.

Ventilationen är utformad för att pressa den fuktiga luften mot i vätändan av fabrikslokalen. Det innebär att luftflödena går från den torra ändan av lokalen mot den våta.

² ABB Fläkt och industri AB, *Offert I-5975 4636 D*, 1997

2.3 Indelning i områden

För att kunna strukturera brandförlopp, skador och skadekostnader på ett enkelt och logiskt sätt har byggnaden delats in i sju delområden som visas i figur 2.2 nedan. Det sjunde området representerar de ställverk som finns i byggnaden. Alla områdesgränser består av befintliga väggar. Det enda undantaget är gränsen mellan område 2 och 5, som på undre planet är en vägg och en stor öppning på övre planet. Områdena kommer fortsättningsvis i rapporten att benämnas med det namn eller nummer som är angivna i figuren nedan.



FIGUR 2.2 Schematisk bild över TKM med delområden markerade och numrerade. Streckade linjer visar bjälklag av gallerduk eller som innehåller stora öppningar. Område 7 omfattar samtliga ställverk som symboliseras med . Figuren är *inte* skalenlig. I bilaga 2 redovisas geometrin för respektive område.

OMRÅDE 1 - MASSMAGASINET

Här lagras den färdiga massan i form av balar eller rullar. Lagringshöjden är begränsad till 6 m. Massan transporteras in i massmagasinet med hissa och rullband och den transporteras bort med lastbil. Lastningen sker med truckar. Hela utrymmet är utrustat med ett spinklersystem med torra rör. Lagrets storlek varierar och i dagsläget uppgår det till ca 10000 ton.

Detta område har den största brandbelastningen i byggnaden och här är risken för storskada störst.

OMRÅDE 2 - EMBALLERINGEN

I detta område packas massabalar från TM6 och TM7 till större enheter med 8 balar, innan den slussas vidare ut till område 1. Området är indelat i två våningsplan med liknande verksamhet. Hela emballeringen är försedd med sprinkler och i taket ovanför finns det brandgasventilation i form av automatiska luckor.

OMRÅDE 3 - EMBALLAGELAGER

Detta är en mindre lokal som används för lager av diverse material som behövs för paketering av fluffmassan. Allt är i hårdpapp eller kartong, vilket gör att brandbelastningen är stor. Det bedrivs ingen produktion i detta område och det är utrustat med sprinkler.

OMRÅDE 4 - TM8/TM9

Här finns två torkmaskiner, manöverrum för torkmaskinerna samt emballering. Den torkade massan rullas upp på stora rullar som delas upp i mindre delar innan de paketeras och slussas via en hiss till massmagasinet. Dessutom finns ett mindre fikarum för skiftpersonalen. Området har både sprinkler och brandgasventilation.

OMRÅDE 5 - TM6/TM7

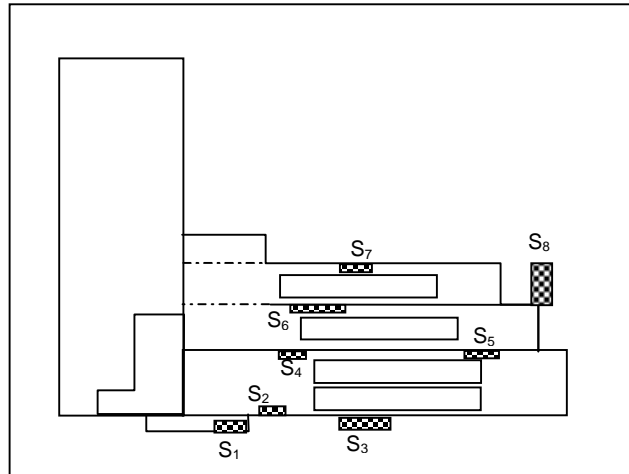
I stort sett lika som område 4. Skillnaden är att massan skärs upp i ark och paketeras i balar. För att minska balarnas storlek pressas de i s.k. balpressar som drivs med hydraulolja under högt tryck, 100-200 Bar. Nu har balen de ungerfärliga måtten $60 \times 60 \times 80 \text{ cm}^3$ och väger 200-250 kg. Balarna slussas sedan vidare till område 2. Området är utrustat med sprinkler och brandgasventilation.

OMRÅDE 6 - KONTROLLRUM

I detta område finns kontrollrummet för TM6 och TM7 samt kontor, omklädningsrum, lunchrum, m.m. I samma utrymme som kontrollrummet finns köksutrustning för personalen. Området är inte utrustat med sprinkler, men däremot med ett rökdetektionssystem. Området är brandtekniskt avskilt från produktionslokalen.

OMRÅDE 7 - STÄLLVERK

Området är uppdelat på åtta stycken ställverk som i rapporten benämns S_1 - S_8 . Se figur 2.3. De innehåller elektrisk utrustning som är nödvändig för att processen skall fungera. De är utformade som egna brandceller, med värmetålig ventilationsanläggning och rökdetektions-system. De har inga släcksystem.



FIGUR 2.3 Ställverkens placering och tilldelade namn

3 Brandfrekvens och typbränder

I kvantitativa riskanalyser är sannolikheten eller frekvensen för den utlösande händelsen av största vikt för resultatets reliabilitet. Eftersom detta arbete fokuserar på brand och brandskydd är det *brandfrekvensen*, d.v.s. hur många gånger brand uppstår per tidsenhet, som är intressant. Brandfrekvensens symboliseras med den grekiska bokstaven lamda (Λ alt. λ) och enheten [år^{-1}]. Stora lamda Λ betecknar brandfrekvensen som en fördelning och dess väntevärde betecknas med lilla lamda λ .

Antalet bränder varierar mellan olika industrityper och därmed behövs en metod för att beskriva med vilken frekvens det brinner i en viss industri. I detta kapitel bedöms och beräknas brandfrekvensen på TKM. Beräkningen, eller skattningen, av brandfrekvensen beror av tre faktorer; statistik för industritypen, tillbudsstatistik för TKM och subjektiva bedömningar.

Förutom *hur ofta* det förväntas uppkomma en brand är det naturligtvis intressant *var* i anläggning den börjar. För att kunna bedöma skador måste man även veta hur stor branden blir. Dessa faktorer behandlas också i detta kapitel.

3.1 Beräkning av brandfrekvensen på TKM

Den metod som används bygger på det material som presenteras i rapporten *Brandfrekvenser och typbränder i industrianläggningar*³. Eftersom den bakomliggande teorin är komplicerad och inte nödvändig för förståelsen av arbetsgången kommer metodiken endast att beskrivas kortfattat i detta avsnitt.

3.1.1 Beräkning enligt Rutsteins modell

Denna beräkningsmodell utgår från ett arbete som gjorts av Ramachandran⁴, i vilket det framgår hur statistiska modeller kan användas i riskberäkningar. Han beskriver sannolikheten för brands uppkomst som en funktion av antalet tändkällor, som i sin tur är en funktion av industribyggnadens area och typ av industri. Resultatet av arbetet är att brandfrekvensen kan beskrivas med ett enkelt och generellt uttryck enligt ekvation (i) nedan, där konstanterna a och b är specifika för respektive industrityp.

EKVATION (i) RUTSTEINS EKVATION FÖR BERÄKNING AV BRANDFREKvens

$$\lambda = a \cdot A_F^b$$

λ - Brandfrekvens [år^{-1}]

A_F - Golvarean för aktuell lokal [m^2]

a - Konstant som beror av verksamheten i lokalen

b - Konstant som beror av verksamheten i lokalen

³ Johansson, H., *Brandfrekvenser och typbränder i industrianläggningar*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998

⁴ Ramachandran, G., *Statistical Methods in Risk Evaluation*, 1979

Rutstein⁵ bestämde konstanterna a och b för ett flertal olika typer av industrier, utifrån statistik över bränder där brandförsvaret har kallats till platsen. Därmed finns det troligtvis ett mörkertal i statistiken som medför att brandfrekvensen i verkligheten är större. Det accepteras emellertid tills vidare, eftersom det inte finns någon möjlighet att påverka bristen i statistiken. Konstanternas värden återges i tabell 2.1 nedan.

Produkten av Ramachandrans och Rutsteins arbete är ekvation (i) och tabell 3.1. Med dessa kan approximativa värden på brandfrekvensen beräknas. Eftersom analysobjektet i detta arbete är en pappersmassaindustri, hämtas värdena för konstanterna a och b för industrityp "papper, tryckeri" i tabell 3.1.

I tabellen ges $a = 0,0007$ och $b = 0,91$. Golvarean beräknas ur ritningar över byggnaden, vilket resulterar i $A_F = 17233 \text{ m}^2$. Ekvation (i) ger omedelbart $\lambda = 0,5 \text{ år}^{-1}$.

Resultatet skall tolkas som att det med ett långsiktigt perspektiv kommer att uppstå i medeltal en brand vart annat år.

TABELL 3.1 Värden på konstanterna a och b i ekvation (i) enligt Rutstein.

Typ av industri	a	b
All tillverkande industri	0,0017	0,53
Mat, dryck, tobak	0,0011	0,60
Kemisk	0,0069	0,46
Mekanisk	0,00086	0,56
Elektrisk	0,0061	0,59
Fordon	0,00012	0,86
Trä, möbler	0,00037	0,77
Textil	0,0075	0,35
Papper, tryckeri	0,00007	0,91
Annan tillverkning	0,0084	0,41
Lager	0,00067	0,50
Kontor	0,000059	0,90

Det är viktigt att observera att resultatet bygger på generella antaganden för industritypen och lokala avvikelser är troliga. Därför måste det framräknade värdet på brandfrekvensen justeras för att det skall vara representativt för TKM. Hur justeringen genomförs beskrivs i kommande avsnitt.

3.1.2 Hantering av osäkerheter i brandfrekvensen

Brandfrekvensen som räknats fram i föregående avsnittet är förknippat med ett antal osäkerheter, bland annat det mörkertal i tillbudsstatistiken som nämnts tidigare. En metod för att hantera dessa osäkerheter är att beskriva brandfrekvensen med hjälp en frekvensfördelning. Fördelningens utseende bygger helt på subjektiva bedömningar och på det värde på brandfrekvensen som räknats fram enligt Rutsteins modell, d.v.s. $\lambda = 0,5 \text{ år}^{-1}$. Eftersom kunskapsosäkerheterna i beräkningen är stora, d.v.s. vi vet inte om värdet är "rätt", beskrivs brandfrekvensen med en fördelning.

⁵ Rutstein, R., "The Estimation of the Fire Hazard in Different Occupancies", *Fire Surveyor*

En fördelning som anses lämpad för att beskriva osäkerheterna i brandfrekvensen är en *gammafördelning*. Det är en frekvensfunktion som beror av tre variabler; en formparameter α , en lägesparameter β , och värdet på slumpvariabeln som i detta fall är brandfrekvensen. Det innebär att funktionsvärdet kan skrivas $f = f(\alpha, \beta, \lambda)$ och konventionella beteckningen på gammafunktionen är $g(\alpha, \beta)$. Funktionen visas i sin fulla prakt i ekvation (ii) och gammafördelningens väntevärde i ekvation (iii).

EKVATION (ii) GAMMAFÖRDELNINGEN

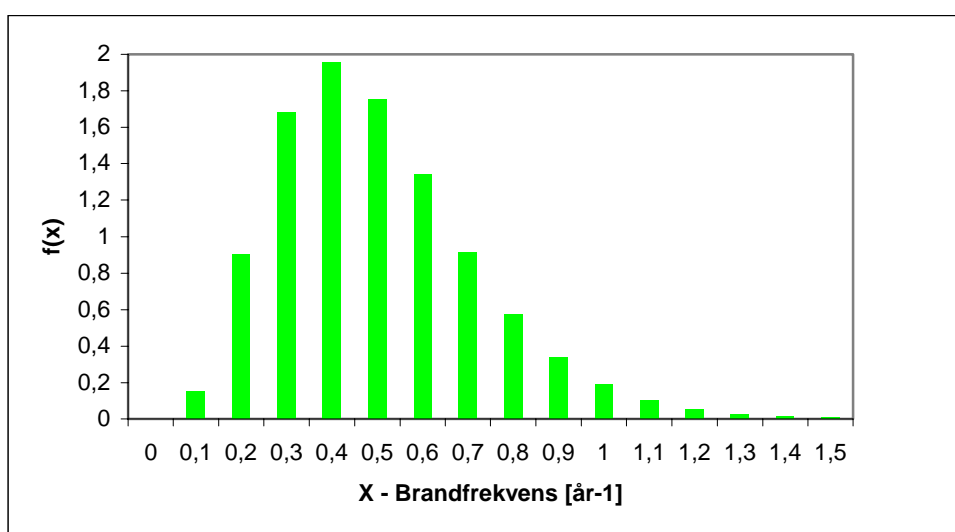
$$f(\lambda) = \frac{\beta \cdot (\beta\lambda)^{\alpha-1} \cdot e^{-\beta\lambda}}{(\alpha-1)!} \quad \lambda \geq 0$$

α - Formparameter
 β - Lägesparameter
 λ - Brandfrekvens

EKVATION (iii) GAMMAFÖRDELNINGENS VÄNTEVÄRDE

$$E(\lambda) = \frac{\alpha}{\beta}$$

Eftersom beräkningen av brandfrekvensen bygger på att Rutsteins modell ger ett för TKM representativt resultat, är det lämpligt att approximera brandfrekvensen med en gammafördelning som har väntevärdet $E(\lambda) = 0,5 \text{ år}^{-1}$. Det medför enligt ekvation (iii) att förhållandet $\alpha = 2\beta$ måste gälla. Med utgångspunkt från Rutsteins modell kan osäkerheterna i brandfrekvensen på TKM beskrivas av en gammafördelning $g(5, 10)$, vilken visas i figur 3.1 nedan. Den kontinuerliga gammafördelningen approximeras med en diskret fördelning för att underlätta beräkningarna.



FIGUR 3.1 Brandfrekvensen på TKM uttryckt med en gammafördelning $g(5, 10)$. Grafens utseende beskrivs av ekvation (ii) ovan. Denna fördelning benämns apriorifördelning och den approximeras med en diskret fördelning.

3.1.3 Bayes sats

När det finns tillgänglig tillbudsstatistik går det att justera det skattade värdet på brandfrekvensen, som ännu så länge bara ger en generell bild på hur ofta det kommer att brinna. Justeringen medför att brandfrekvensen skraddarsys till analysobjektet - i detta fall TKM. Metoden bygger på statistiska teorier från den Bayesianska skolan och den uttrycks i Bayes sats⁶, som återges som ekvation (iv). Eftersom satsen kan uppfattas som snarigt beskrivs de ingående faktorerna var för sig innan beräkningarna genomförs.

EKVATION (iv)

BAYES SATS

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

$P(\lambda_i)$ - Apriorifördelning
 $P(A/\lambda_i)$ - Likelihood-funktion
 $\sum P(\lambda_k)P(A/\lambda_k)$ - Normerande faktor
 $P(\lambda_i/A)$ - Posteriorifördelning

Finessen med satsen är att det går att bestämma sannolikheten för att brandfrekvensen antar ett visst värde λ_i när tillbudsstatistiken A är känd, d.v.s. den generella brandfrekvensen för industritypen kan justeras med avseende på tidigare tillbud i anläggningen. Det uttrycks i vänster led som $P(\lambda_i/A)$, som uttalas *sannolikheten för λ_i givet A* . Om beräkningsunderlaget är fördelningar blir $P(\lambda_i/A)$ en ny fördelning. Den kallas *posteriorifördelning* eftersom den uppkommer *efter* justering av brandfrekvensens initialfördelning.

Brandfrekvensens initialfördelningen är i det här fallet gammafördelningen som visas i figur 3.1. Det är den fördelning som brandfrekvensen antas följa *innan* tillbudsstatistiken är känd och den benämns därför *apriorifördelning*. I Bayes sats representeras den av faktorn $P(\lambda_i)$.

Den andra faktorn i höger led skrivs $P(A/\lambda_i)$ och utläsas analogt *sannolikheten för A givet λ_i* . Ett annat namn på funktionen är *likelihood-funktionen*. Den beskriver sannolikheten för att tillbudsstatistiken antar värdet A givet en viss brandfrekvens λ_i .

Nämnummern i vänster led är en normeringsfaktor som är summan av alla värden som täljaren kan anta. En av termerna i nämnaren är alltid identisk med täljaren, d.v.s. när $i = k$.

⁶ Körner, S., *Statistisk dataanalys*, Studentlitteratur, Lund 1987

3.1.4 Justering av brandfrekvensen

När innebörden av de ingående faktorerna i Bayes sats har beskrivits överskådligt är det hög tid att påbörja justeringen av brandfrekvensen. Det kräver först och främst statistik över tillbud på TKM.

På Skutskärs Bruk är det rutin att rapportera alla tillbud som sker. De brandtillbud som har skett på TKM redovisas i tabell 3.2. Den grundas på insatsrapporter från den numera nedlagda industribrandkåren och från Räddningstjänsten i Älvkarleby kommun. Det innebär att alla tillbud som inte har föranlett någon form av insats saknas i tillbudsstatistiken. Även detta mörkertal tolereras eftersom det är närmast omöjligt att nå klarhet i frågan. Statistiken visar att det har inträffat fem bränder på TKM under de senaste fem åren.

TABELL 3.2 Rapporterade tillbud på och i anslutning till TKM.

Datum	Beskrivning av händelsen
1998-11-17	Glödbrand i LT-ångnät. Branden startade i TM6.
1997-09-29	Brand i vägg i anslutning till genomförning av ångledning. Branden startade intill TM8.
1996-09-25	Brand i massamagasin. Orsaken okänd.
1995-01-11	Brand i kilrep på massaupplösare. TM8/TM9
1994-11-19	Brand i truck i massamagasin.

APRIORIFÖRDELNINGEN $P(\lambda_i)$

I föregående avsnitt har brandfrekvensens väntevärde beräknats och osäkerheterna hanterades genom att införa en frekvensfördelning. Brandfrekvensen antogs vara gammalfördelad med $\alpha = 5$, $\beta = 10$ och väntevärdet $0,5 \text{ år}^{-1}$. Det innebär att $f(\lambda_i) = g(5, 10)$. Det är brandfrekvensens apriorifördelning som skall justeras med avseende på tillbudsstatistiken. Eftersom det är en frekvensfördelning betecknas den med f i stället för P som används för sannolikhetsfördelningar. I Bayes stats gör detta ingen skillnad.

LIKEHOOD-FUNKTIONEN $P(A/\lambda_i)$

Denna funktion beskriver sannolikheten för att antalet tillbud A erhålls givet en viss brandfrekvens λ_i . För att bestämma denna funktion behövs en fördelning som beskriver sannolikheten för de värden som brandfrekvensen kan anta.

Eftersom bränder kan antas uppkomma slumpartat i tid och rum och med relativt liten sannolikhet, kan sannolikheten för att ett visst antal bränder skall uppkomma under en viss tidsperiod beskrivas med en Poissonfördelning. Det är en sannolikhetsmodell som används för att beskriva hur många gånger en händelse inträffar vid ett stort antal upprepningar av ett försök, där sannolikheten att händelsen skall inträffa i ett enskilt försök är mycket liten⁷. Detta förutsätts gälla för bränder på TKM. Poissonfördelningen skrivs matematiskt enligt ekvation (v) nedan. Fördelningens väntevärde ges i ekvation (vi).

⁷ Körner, S., *Statistisk dataanalys*, Studentlitteratur, Lund 1987

EKVATION (v) POISSONFÖRDELNINGEN

$$p(x) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^x}{x!}$$

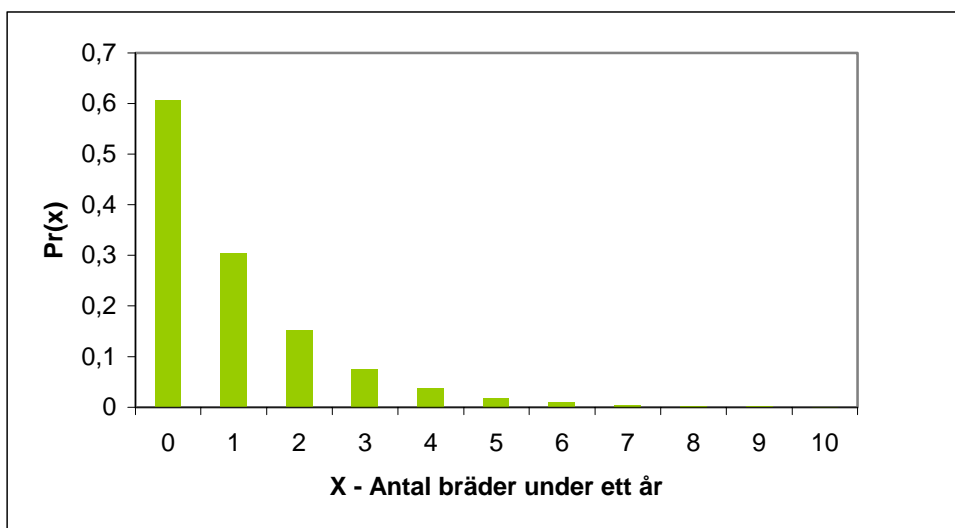
x - Antalet bränder under tidsperioden t
 λ - Brandfrekvensen [år⁻¹]
 t - Tidperioden [år]
 p_x(x) - Sannolikheten att x bränder uppkommer under t år.

EKVATION (vi) $E(X) = \lambda \cdot t$

E(X) - Väntevärde på brandfrekvensen [år⁻¹]

Skillnaden mellan brandfrekvensens apriorifördelning och likelihood-funktion är att den senare ger sannolikheten för att brandfrekvensen skall *anta ett visst givet värde* under en tidsperiod, givet att ett visst antal bränder uppstått. Apriorifördelningen beskriver *osäkerheten* i den beräknade brandfrekvensen.

Förutsättningarna för att poissonfördelningen skall kunna användas är att brandfrekvensen λ är känd. Det är den inte, men eftersom Rutsteins modell förutsätts ge ett acceptabelt väntevärde på brandfrekvensen, används det som utgångspunkt för fördelningen. I figur 3.2 nedan visas sannolikheten för att ett visst antal bränder uppstår, givet en bestämd brandfrekvens, som en poissonfördelning med λ = 0,5 år⁻¹ och t = 1 år. Där ges exempelvis att sannolikheten för att det inte skall uppkomma brand (x = 0) under det kommande året till 0,62, d.v.s. det kommer att starta minst en brand med sannolikheten 0,38.



FIGUR 3.2 Sannolikheten för att X bränder uppkommer under ett år uttryckt med en poissonfördelning med λ = 0,5 år⁻¹ och t = 1 år. Pr(x) anger sannolikheten för att X bränder skall starta på TKM givet att brandfrekvensen är 0,5 år⁻¹ enligt Rutsteins modell.

POSTERIORIFÖRDELNINGEN $P(\lambda_i/A)$

Nu när de två styrande faktorerna $P(\lambda_i)$ och $P(A/\lambda_i)$ är kända, kan posteriorifördelningen beräknas med hjälp av Bayes sats. När apriorifördelningen är av gammatyp och likelihood-funktionen en poissonfördelning kommer beräkningen att bli förvånansvärt enkel. Det går att visa⁸ att om händelsen, som i detta fallet är brands uppkomst, kan beskrivas med en poissonfördelning och apriorifördelningen är av gammatyp kommer posteriorifördelningen att vara *konjugerad*. Det innebär att apriori- och posteriorifördelningen är av samma typ, d.v.s. $P(A/\lambda_i)$ är också en gammafördelning som betecknas $g(\alpha', \beta')$. Värdena på α' och β' och beror av tillbudsstatistiken enligt ekvationerna (vii) och (viii) nedan.

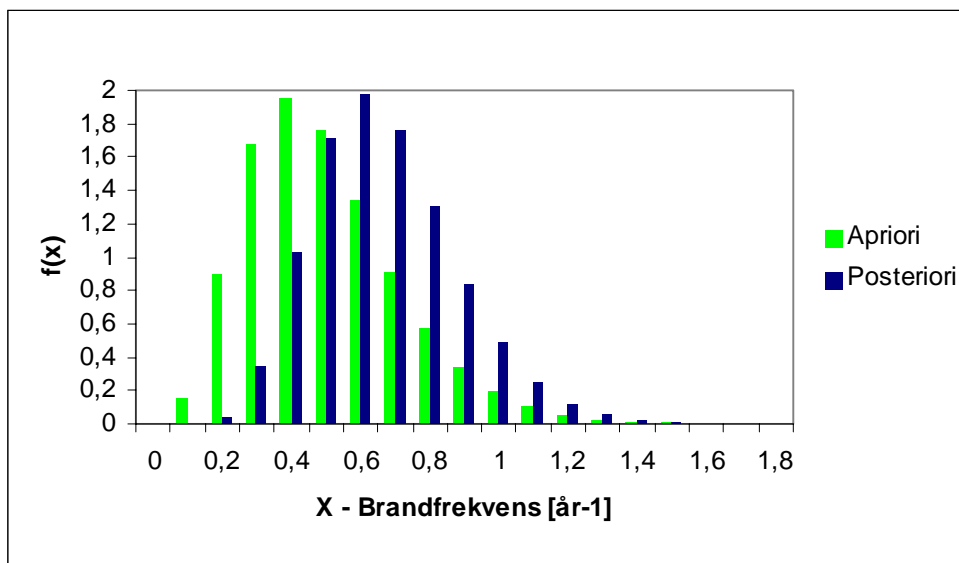
EKVATION (vii) $\alpha' = \alpha + r$

α' - Posteriorifördelningens formfaktor
 α - Apriorifördelningens formfaktor
 r - Antal bränder under mätperioden

EKVATION (viii) $\beta' = \beta + T$

β' - Posteriorifördelningens lägesfaktor
 β - Apriorifördelningens lägesfaktor
 T - Mätperiodens längd [år]

Värdena på variablerna hämtas från apriorifördelningen i figur 3.1 och ur tillbudsstatistiken i tabell 2.2. Där ges att $\alpha = 5$, $\beta = 10$, $r = 5$ och $T = 5$. Ekvation (vii) och (viii) ger $\alpha' = 10$ och $\beta' = 15$. Apriori- och posteriorifördelningarna visas i figur 3.3. Posteriorifördelningens väntevärde kan nu beräknas enligt ekvation (iii), vilket ger $E_{\text{posteriori}}(\lambda) = 0,67 \text{ år}^{-1}$. Det är den justerade brandfrekvensen som kommer att användas fortsättningsvis i rapporten och betecknas λ_{TKM} .

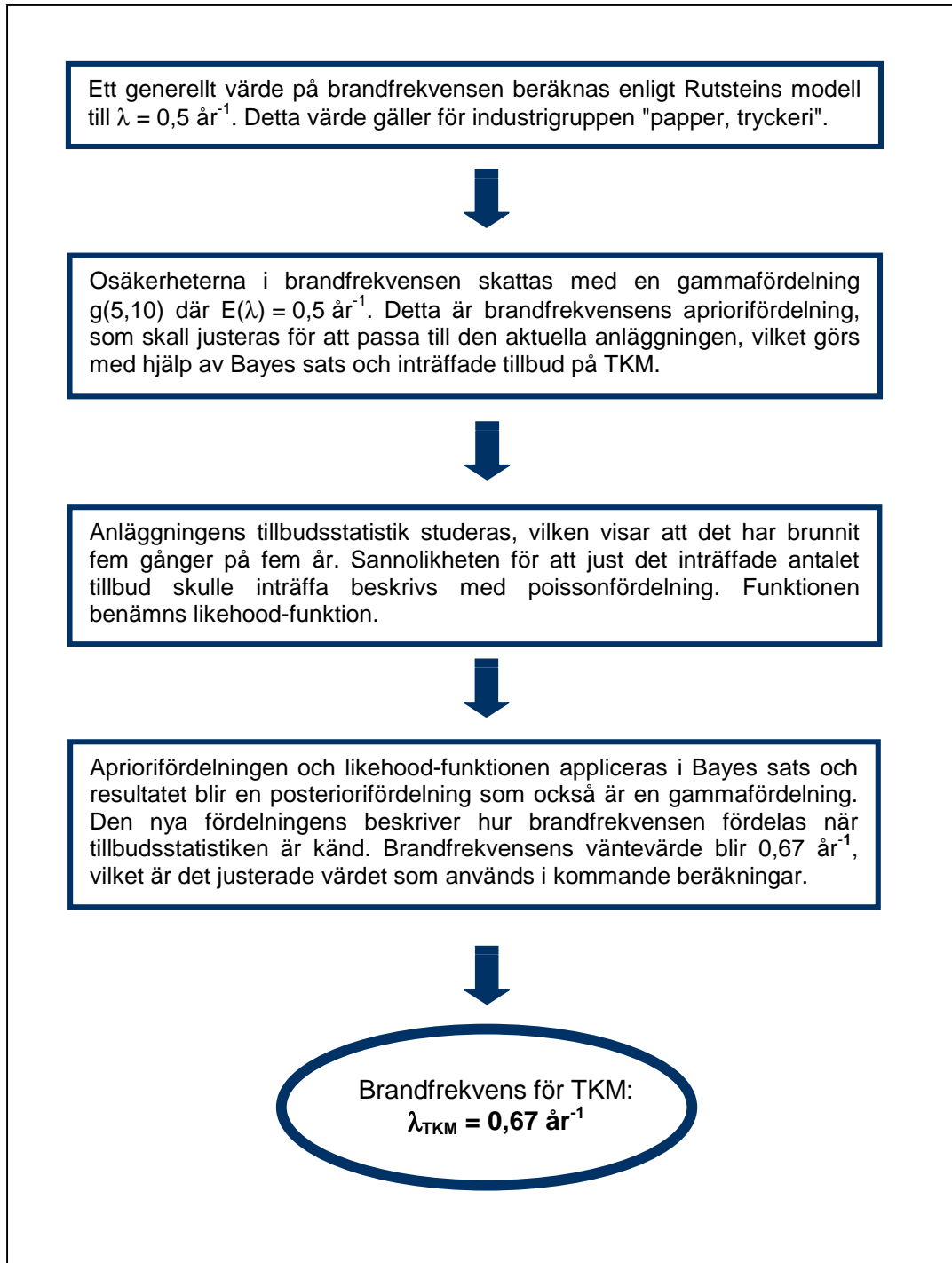


FIGUR 3.3 Brandfrekvensens apriori- och posteriorifördelning.

⁸ Ang, A., Tang, W., *Probability Concepts in Engineering Planning and Design*, Vol. 2, John Wiley & Sons Inc., 1984

3.1.5 Summering och resultat

För läsaens skull sammanfattas nu beräkningsgången som lett fram till ett värde på den förväntade brandfrekvensen på TKM. Resultatet finns i slutet av flödesschemat i figur 3.4.



FIGUR 3.4 Sammanfattning av arbetsgången samt resultat från beräkning av brandfrekvensen på TKM.

3.2 Initial- och typbränder

När brandfrekvensen för TKM har bestämts är nästa steg att bedöma hur eventuella bränder fördelar sig mellan delområdena, givet att brand uppkommer.

3.2.1 Sannolikhet för att brand startar i ett givet delområde

För att strukturera beräkningarna har TKM delats in i sju områden, vilket beskrevs i kapitel 2, figur 3.1. Namn och nummer på områdena repeteras nedan. Varje område förkortas O_j med respektive nummer som index j .

- O_1 - Massamagasin
- O_2 - Emballering
- O_3 - Emballagelager
- O_4 - TM 8 / TM 9
- O_5 - TM 6 / TM 7
- O_6 - Kontrollrum
- O_7 - Ställverk

I detta avsnitt bedöms sannolikheten för att branden börjar i ett visst delområde O_j , givet att brand startar i området. Det uttrycks $P(O_j/Brand)$, där $1 \leq j \leq 7$. Samtliga sannolikheter summerar till 1 enligt ekvation (ix).

EKVATION (ix)

$$\sum_{j=1}^7 P(O_j/Brand) = 1$$

Initialbrändernas fördelning av mellan områdena kan bedömas med utgångspunkt från statistik för rikets industrier. Räddningsverket har sammanställt rapporter om bränder från olika industrityper och identifierat i vilka av utrymmen som branden startade⁹. Eftersom det inte finns något konkret som föranleder en justering av fördelningen antas att statistiken för riket är representativ för fördelning av brands startutrymme på TKM.

TKM faller under industritypen trävaruindustri där ett stort antal startutrymmen finns redovisade. En stor del av de utrymmen som ingår i statistiken finns inte på TKM eftersom statistiken grundas på hela industrier. Dessa utrymmen stryks och de som återstår redovisas i tabell 3.3 nedan.

Tabellen har kompletterats med en kolumn där det anges i vilket eller vilka områden på TKM som respektive startutrymme återfinns. Kolumnen "% av totala antalet bränder" är tagen direkt från källan. I kolumnen "Antal bränder" bygger siffran på att en multiplikation mellan procentsatsen och det totala antalet bränder för industritypen som är 378 st. Av dessa startade 157 i utrymmen som finns i TKM.

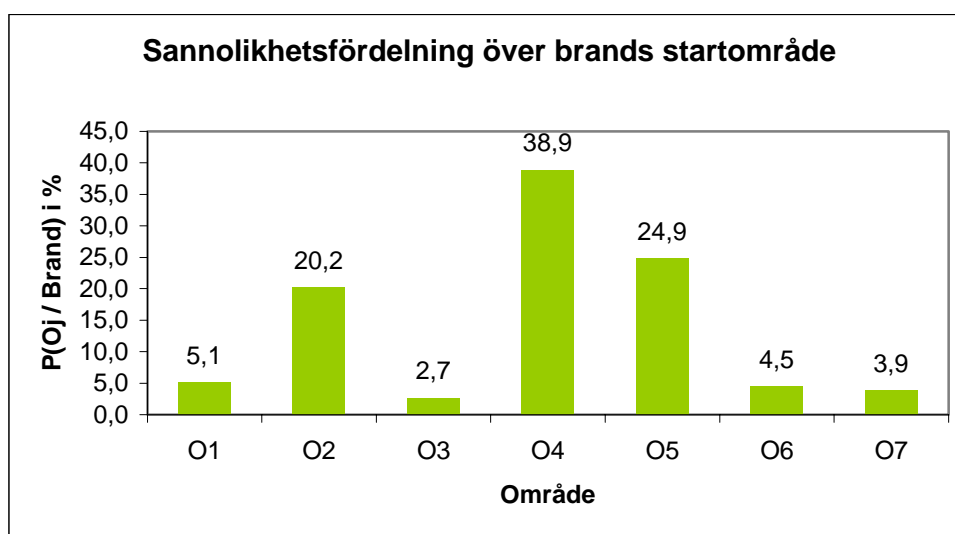
⁹ Johansson, H., *Brandfrekvenser och typbränder i industrianläggningar*, tabell 3.1, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998

TABELL 3.3 Utdrag ur Räddningsverkets statistik för trävaruindustrin under 1996. Totalt inträffade 378 bränder under året och av dessa inträffade ca 157 inom den industrigrupp i vilken TKM innefattas. Endast de startutrymmen som är tänkbara på TKM redovisas.

Startutrymme	Område där utrymmet återfinns	% av totala antalet bränder för industritypen	Antal bränder
Förråd	4,5,6	0,5	2
Kök	4,5,6	0,5	2
Luftbehandlingsutrymme	4,5	1,6	6
Hall	4	5,8	22
Verkstad/hobbyrum	4,5	0,8	3
Elcentral	7	1,6	6
Produktionslokal	2,4,5	25,1	95
Personalutrymme	6	1,1	4
Datacentral	4,5,6	1,3	5
Lager	3	1,1	4
Upplag	1	2,1	8
Totalt / Summering	-	Σ 41,5	Σ 157

Nästa moment är att summera antalet bränder för de startutrymmen som ingår i respektive område. I de fall där ett startutrymme återfinns i flera av områdena på TKM antas att bränderna fördelas jämt mellan områdena. Exempelvis finns det köksutrustning i område 4, 5 och 6. Dessa områden tilldelas en tredjedel av de två bränder som startade i kök, o.s.v.

Därefter kan den procentuella fördelningen lätt beräknas genom att antalet bränder i område j divideras med det totala antalet bränder som startat i utrymmen som finns på TKM, d.v.s. 157 st. Resultatet visas i figur 3.5. Av diagrammet framgår det att det är i område 4 och 5 som det är störst sannolikhet att branden startar. På tredje plats kommer område 2. Inom dessa områden sker all produktion. Detta stämmer väl överens med Räddningsverkets statistik där "produktionslokal" är det vanligaste startutrymmet. Efter besök på plats bedöms fördelningen ge en bra beskrivning över var brand förmodligen kommer att uppstå.



FIGUR 3.5 Sannolikhetsfördelning över förväntade startområden för brand på TKM, givet att brand uppkommer. Värdena har räknats fram med utgångspunkt från Räddningsverkets statistik över startutrymmen. Dessa har summerats för respektive område.

Fördelningen av bränder mellan områdena kan också uttryckas med hjälp av förväntade värden på brandfrekvenser för respektive område. Den beräknas med ekvation (x) och resultatet återges i figur 3.6.

EKVATION (x) BRANDFREKVENNS FÖR DELOMRÅDE

$$\lambda_{O_j} = \frac{P(O_j/Brand)}{100} \cdot \lambda_{TKM}$$

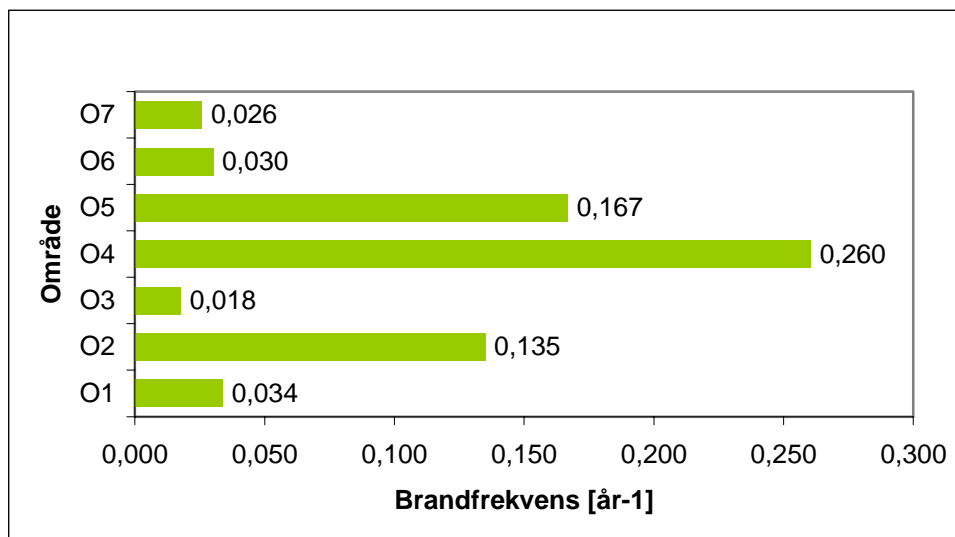
λ_{O_j} - Brandfrekvensens väntevärde i område j [år^{-1}]

$P(O_j/Brand)$ - Sannolikheten [%] för att branden startar i område j. Se figur 3.5

λ_{TKM} - Väntevärde på brandfrekvensen för TKM ($0,67 \text{ år}^{-1}$)

Eftersom ekvation (x) är linjär visar figur 3.5 och 3.6 ett identiskt förhållande mellan staplarna. Det kan däremot vara intressant att jämföra brandfrekvenserna i de olika områdena. Om värdena vid staplarna inverteras fås det förväntade intervallet mellan varje initialbrand. Exempelvis blir det förväntade intervallet mellan brand i O_4 (TM8/TM9) $1/0,26 \text{ år}^{-1} = 3,8 \text{ år}$. Motsvarande för O_1 (Massamagasinet) är $29,4 \text{ år}$ och för O_3 (Emballagelager) $55,6 \text{ år}$.

Orsaken till att den produktionslokal som inrymmer TM8 och TM9 i båda fallen har en klart högre siffra är att startutrymmet "Hall" ur tabell 3.3 endast tilldelats område 4. Anledningen till detta är att emballeringen av fluffmassan bedöms vara den enda av verksamheterna som bedöms ingå i denna grupp av utrymmen.



FIGUR 3.6 Väntevärdet på brandfrekvensen i respektive område av TKM. Enheten på siffrorna ovanför staplarna är år^{-1} .

Eftersom område 7 är uppdelat på åtta ställverk behövs dessutom en fördelning som beskriver hur bränderna sprids mellan ställverken. När alla ställverk har i stort sett samma mängd tändkällor och brännbart material, görs antagandet att sannolikheten för brands uppkomst är en linjär funktion av golvarean. Sannolikheten för att brand startar i ställverk S_i , givet brand i ställverk, kan då uttryckas enligt ekvation (xi).

I bilaga 3, tabell 2C, ges geometriska data över ställverken på TKM. Med utgångspunkt från dessa värden kan sannolikheterna beräknas. Resultatet visas i tabell 3.4 nedan.

EKVATION (xi) SANNOLIKHET ATT BRAND STARTAR I STÄLLVERK S_i

$$P(S_i/O_7) = \frac{A_{S_i}}{A_{O_7}}$$

$P(S_i/O_7)$ - Sannolikheten för brand i ställverk S_i , givet brand i område 7.
 A_{S_i} - Areal för ställverk S_i
 A_{O_7} - Areal för hela område 7, d.v.s. $\sum A_{S_i}$.

TABELL 3.4 Sannolikheter för att brand skall starta i visst ställverk givet brand i ställverk.

Ställverk	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
Golvarea [m ²]	94,5	66,7	242,8	26,3	35,5	165,6	42,6	174,2
$P(S_i/Brand\ i\ ställverk)$	0,112	0,079	0,286	0,031	0,042	0,195	0,050	0,205

3.2.2 Startföremål

Sedan brandfrekvensen för hela anläggningen har beräknats och sannolikheten för att branden uppkommer i ett visst område har bedömts, skall möjliga antändningskällor identifieras i varje område. Det görs med utgångspunkt från bedömningar och tillbudsstatistik för anläggningen, i kombination med Räddningsverkets (SRV) statistik över startföremål vid inträffade bränder i trävaruindustrin¹⁰.

De startföremål som inte finns på TKM stryks från SRV:s lista, samtidigt som den kompletteras med objekt som bedöms kunna orsaka en brand eller som ingår i tillbudsstatistiken. De fall där brandorsaken är okänd stryks eftersom syftet är att identifiera möjliga startobjekt. Dessutom stryks de poster i statistiken då branden har börjat utanför byggnaden eftersom mängden brännbart material utanför TKM gör att det är osannolikt att branden kommer att spridas in i lokalen. Det är naturligtvis möjligt under olyckliga omständigheter, men den risken bedöms vara försumbar jämfört med de bränder som kan starta inne i byggnaden.

Bedömningarna har gjorts i samråd med anläggningens driftspersonal. Resultatet redovisas i form av en matris enligt tabell 3.5. Alla startföremål kan finnas i anslutning till brännbart material och därmed finns risken att de kan orsaka en brand.

¹⁰ Johansson, H., *Brandfrekvenser och typbränder i industrianläggningar*, Brandteknik, Lund universitet, Lund 1998

TABELL 3.5 Möjliga startföremål samt deras lokalisering. Markering med • innebär att föremålet finns i området. Startföremålen bygger på statistik från räddningsverket⁸, tidigare tillbud på anläggningen samt bedömningar i samråd med driftspersonalen. Endast föremål som finns i anslutning till brännbart material på TKM redovisas.

Startföremål	Område						
	1	2	3	4	5	6	7
Maskin	•	•		•	•		
Fläkt/Annan ventilationsutr.		•		•	•	•	•
Uppvärmningsanordning		•				•	•
Andra elinstallationer	•	•	•	•	•	•	•
Lös inredning		•	•	•	•	•	•
Skräp i container eller motsv.		•		•	•		
Brandfarlig vätska		•		•	•		
TV				•	•	•	
Glödlampa	•	•	•	•	•	•	•
Kilrep		•		•	•		
LT-ångnät				•	•		
Kaffebyggare		•		•	•	•	
Spis/ugn		•		•	•	•	

I tabellen är det tydligt att det är i område 2, 4 och 5 som flest möjliga startföremål finns, medan det minsta antalet finns i område 1 och 3. Detta styrker tidigare beräkningar av i vilket område en given brand förväntas starta (jämför figur 3.6).

3.2.3 Definition av typbränder

Eftersom det är omöjligt att förutse alla tänkbara typer av bränder som kan uppstå är det nödvändigt att göra en förenkling av verkligheten. Eftersom syftet med analysen är att bestämma konsekvenserna av brand, är det lämpligt att förenkla och klassificera förväntade bränder efter de skador som uppstår.

En metod som använts vid tidigare analyser¹¹ är att dela upp bräderna efter deras *potential* att växa sig stor. Brandes potential delas in i tre nivåer, eller typbränder, som benämns "liten", "medelstor" och "stor". Potentialen har ingenting med själva brandförloppet att göra utan den beskriver initialbrandens förutsättningar att påverka omgivningen, d.v.s. det område i vilket branden startar. Det innebär att en brand som har klassats som medelstor, men som släcks på ett tidigt stadium, kommer att ge likartade konsekvenser som en liten brand. Definition av begreppen följer nedan.

LITEN BRAND innebär att branden kommer att stanna i startföremålet. Den ger försumbara skador på området och den enda utrustning som förstörs är själva startföremålet. Denna typ av brand medför förhållandevis små ekonomiska konsekvenser och är vanligast.

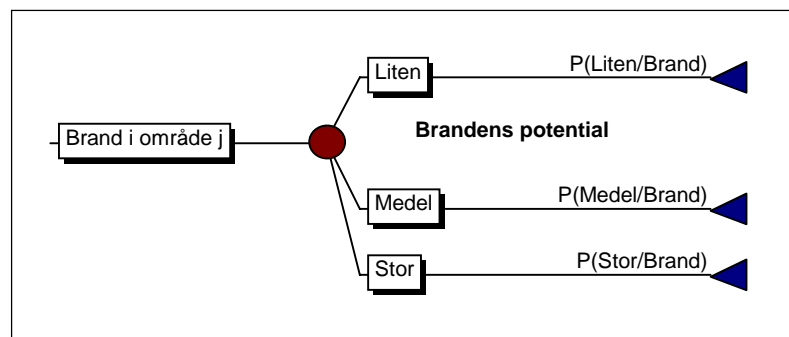
MEDELSTOR BRAND är den gruppen av bränder som har potential att spridas från startföremålet och ge termiska och huvudsakligen icketermiska skador på hela området, samt icketermiska skador på angränsande områden om väggen mellan områdena möjliggör stort läckage. För att en brand skall rankas till gruppen medelstora bränder måste den producera den mängd brandgaser

¹¹ Se t.ex. Johansson, H., Ekonomisk riskanalys av Avesta Sheffield kallvalsverk i Nyby, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998

som krävs för att slå ut området *eller* någon av torkmaskinerna. Med *slå ut* menas att de icketermiska skadorna är av den omfattningen att sanering är nödvändig.

STOR BRAND är den grupp av bränder vars förlopp kan medföra så kraftig termisk och icketermisk påverkan att hela området totalförstörs. Branden kan dessutom bryta igenom väggar/brandcellsgränser och påverka resten av byggnaden. Brandeffekten 11 MW, vilken är den största effekt som en grupp rökdykare kan bemästra med sitt strålrör¹², används som riskvärde för att en brand skall klassas branden som stor. Det är dock inte en strikt gräns utan även i områden med en lägre maximal effekt där det finns risk för brandspridning antas stor brand kunna uppkomma.

De tre typbränderna betraktas som diskreta enheter, d.v.s. brandens potential klassas som "liten" fram till ett visst gränsvärde, därefter blir den medelstor o.s.v. Fördelningen över initialbrandens potential beskrivs med ett enkelt händelsetråd som visas i figur 3.8.



Figur 3.7 Schematisk bild av fördelningen mellan typbränder.

Vid bedömning av typbrändernas fördelning används från följande arbetsgång:

- 1) Tänkbara tändkällor hämtas ur tabell 3.5 och efter besök på objektet bedöms risken för att respektive tändkälla kommer i kontakt med brännbart material. Mängden brännbart material noteras.
- 2) I avsnitt 3.3 bestäms gränskriterier för när området måste saneras samt vilka mängder brännbart material som erfordras. Det styr sannolikheten för att den branden klassas som medelstor.
- 3) I avsnitt 3.4 görs motsvarande för termiska skador. Detta ligger till grund för bedömningen av sannolikheten för stor brand i området.
- 4) Slutligen görs en bedömning av fördelningen av typbränder för varje område med bakgrund av det som framkommit under punkterna 1-3.

¹² Särdaqvist, S., *An Engineering Approach to Fire Fighting Tactics*, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund 1996

3.3 Icketermiska skador

Kriteriet för att en brand skall klassas som "medelstor" är att den alstrar sot och korrosiva förbränningsprodukter i en sådan mängd att området måste saneras. För att kunna klassificera bränderna behövs ett gränsvärde som anger när sanering av området är nödvändig.

3.3.1 Introduktion och problemställning

De huvudsakliga icketermiska skadorna efter en brand orsakas av att brandgaserna innehåller sot och/eller korrosiva kemikalier, d.v.s. om materialet som brinner är korrosionsbenäget eller ej. Med sot menas de partiklar som finns i brandgaserna och som bildas vid ofullständig förbränning. Skadeverkningarna varierar med partikelstorleken. Exempelvis verkar stora partiklar isolerande på elektriska komponenter, medan mindre partiklar kan orsaka krypströmmar och kortslutning¹³. Med korrosiva kemikalier menas ämnen som orsakar skador på metaller. Det vanligaste exemplet är korrosion av järn och stål där restprodukten benämns rost. En vanligt förekommande och mycket aggressiv kemikalie i brandgaserna från korrosiva material är saltsyra [HCl]. Anledningen till att HCl är extra aggressiv är att halogenerna, som i detta fall representeras av klor [Cl], verkar som en katalysator i korrosionsprocessen. Saltsyra bildas bl.a. vid förbränning av plaster som har klor som ingående komponent, vilket gäller för de flesta av dagens plaster. Ett vanligt exempel är polyvinylklorid, eller PVC som det ofta förkortas.

Både skadefallen är intressanta att beakta på TKM eftersom det finns en stor mängd utrustning som kan ta skada av endera skadeverkningen. Det är därför nödvändigt att bestämma den maximala koncentrationen sot och HCl som får ansamlas på ytorna i lokalerna innan sanering måste genomföras.

3.3.2 Beräkningsunderlag

Syftet med beräkningarna är att bestämma hur mycket korrosions- och ickekorrosionsbenäget material i gram som kan brinna i området innan sanering är nödvändig. Gränsen antas vara diskret vilket innebär att när massan brunnit material har passerat gränsvärdet måste området saneras och om gränsvärdet inte passeras är ingen sanering nödvändig. När den kritiska mängden brännbart material är känd, kan även den kritiska tiden beräknas.

Ett antagande som använts i tidigare arbeten¹⁴ är att all sot och HCl som alstras av branden stannar inom ett givet utrymme, där det fördelar sig jämt mellan väggar, golv och tak. Det är en användbar modell om ventilationen i utrymmet är begränsad och om brandförsvarets insatstid är förhållandevis kort. I det fallet kan läckage av brandgaser försummas. Dessvärre är ventilationsförhållandena i de områden som inbegriper torkmaskinerna minst sagt exceptionella och därmed måste modellen modifieras för att kunna användas.

Beräkningen av gränsvärde för sanering, d.v.s. den maximala mängd material som kan brinna utan att sanering behövs, utgår från två antaganden som ligger i linje med den tidigare använda metodiken.

¹³ Johansson, M., Rigberth, J. *Sammanställning av existerande beräkningsmodeller för bedömning av icke-termiska skador från sot och korrosiva produkter*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1999

¹⁴ Se t.ex. Johansson, H., *Ekonomisk riskanalys av Avesta Sheffield kallvalsverk i Nyby*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998

- 1) I massmagasinet (O_1), emballeringen (O_2), emballagelagret (O_3), kontrollrummet (O_6) och ställverken (O_7) är ventilationen av typen självdrag eller konventionell FT-ventilation. Där antas att alla kemikalier som alstras av branden stannar inom området och att de fördelas jämt över områdets väggar, golv och tak. De läckage som förekommer försummas.
- 2) När torkmaskinerna är i drift, som de vanligtvis är, kommer luftströmmarna i område 4 och 5 att vara förhållandevis kraftiga. Därför antas att alla brandgaser som produceras av en medelstor brand kommer att sugas in i torkmaskinerna. Det är rimligt eftersom luftströmmarna går från lokalens "torrända" mot dess "blötända", och risken att en medelstor brand uppstår i den blöta delen är försumbar. Gränsfall för sanering antas vara det samma som i första antagandet, men att det endast är torkmaskinen som måste saneras. Motiveringen är enligt följande.

När brandgaserna sugas in i torkmaskinen avger de saltsyra och sot inuti maskinen, vars omslutningsarea är betydligt mindre än lokalens. Luftflödet genom maskinen är å andra sidan desto kraftigare och kraven på torkmaskinen är högre än på omgivande lokal. Dessa faktorer antas balansera och därmed är den kritiska mängden brännbart material densamma oavsett om torkmaskinerna är igång eller inte. Det som skiljer är vad som måste saneras. Detta är en mycket grovt antagande, men det accepteras då inga bättre modeller har identifierats.

Båda antagandena är mycket grova uppskattningar och skall betraktas med kritiska ögon. De är emellertid godtagbara riktvärden som anger när sanering av lokal eller torkmaskin är nödvändig. För att kunna genomföra beräkningarna av gränsfall för sanering behövs följande indata.

- Lokalernas omslutningsarea
- Kritiska ytkoncentrationer för sot och HCl [g/m^3]. De benämns $C_{\text{krit, sot}}$ respektive $C_{\text{krit, HCl}}$.
- Värden på hur många gram sot och HCl som bildas när ett gram av ett för lokalen representativt bränsle brinner. Detta benämns *yield* och förkortas Y_{sot} respektive Y_{HCl} . Enheten är [g/g]
- Förbränningsvärden för de material som brinner. De förkortas $\Delta H_{\text{c, sot}}$ och $\Delta H_{\text{c, HCl}}$. Enheten är [kJ/g]
- Brandens tillväxthastighet

OMSLUTNINGSAREA

Lokalens omslutningsareor hämtas från bilaga 2. Där anges samtliga mått, men i beräkningarna beskrivs områdena som rätblock med motsvarande volym. Det förenklar beräkningarna och har ingen betydelse för resultatet. I vissa utrymmen finns det bjälklag, väggar, maskiner etc. som medför att det är osannolikt att brandgaser kommer att spridas i hela utrymmet. I dessa fall uppskattas hur stor del av omslutningsarean som förväntas bli exponerad för brandgaser. Det beskrivs med den grekiska bokstaven ξ , vars värde ligger mellan noll och ett.

KRITISKA KONCENTRATIONER FÖR SALTSYRA

Gränsvärden för ytkoncentrationer av klorider har tagits fram av Karydas¹⁵ och Tewarson¹⁶. Deras resultat finns även sammanställt i en rapport¹⁷ från Brandteknik vid Lunds tekniska högskola. Effekterna varierar beroende på ytans material. Beräkningar avseende kritiska ytkoncentrationer på TKM genomförs endast för metall och elektronik. I tabell 3.6 anges riktvärden för skadekriterier enligt Karydas och Tewarsons material presenteras i tabell 3.7.

TABELL 3.6 Skadekriterier för elektronik och metallytor när de exponeras för olika jonkoncentrationer av korrosiva kemikalier enligt Karydas.

Föroreningsnivå [µg/cm ²]	Omgivningsförhållanden / typisk miljö	Metallytor	Elektronik
Över 77	Mycket reaktiv, RF > 50% Plastbränder Havsvattensexponering	Blottad rost Etsade ytor	Kraftig korrosion Katastrofala fel
30	Reaktiv, RF > 50% Medeltjock till kraftig rök	Lätt rost Långsiktig skadeverkan	Aktiv korrosion Snabb skadeverkan
18	Industrimiljö RF 30-90% (okontrollerad)	Marginella effekter Långsiktig skadeverkan	Måttlig korrosion Långsiktig skadeverkan
8	Kontrollerad miljö RF 45-55% (18-24 °C)	Ingen skadeverkning	Lätt korrosion Långsiktig skadeverkan
3	Standardnivå	Ingen skadeverkning	Ingen skadeverkning

TABELL 3.7 Skadekriterier och saneringsmöjligheter för olika jonkoncentrationer av korrosiva kemikalier enligt Tewarson.

Kloridjonkoncentration [µg/cm ²]	Nivå	Skador/Sanering/Återställning
< 2	1	Ingen skada förväntas. Området behöver inte saneras.
2 - 30	2	Utrustningen kan saneras på ett enkelt sätt utan att några skador uppkommer på lång sikt.
30 - 90	3	Utrustning kan återupprättas genom sanering om inga ovanliga korrosionsproblem uppkommer och om området tas om hand kort efter branden.
> 90	4	Effektiviteten i saneringen minskar och saneringskostnaderna närmar sig priset för att ersätta skadade komponenter med nya. Utrustning som har exponerats för höga kloridkoncentrationer kommer även efter saneringen att behöva kontrolleras för att säkerställa driften.

Kritisk koncentration av saltsyra bedöms för varje område med utgångspunkt i tabellerna ovan. Eftersom verksamheten varierar mellan områdena antas att kraven också varierar. Alla resultat kommer att presenteras i en tabell i slutet av avsnittet.

Bedömningen är att det kan accepteras större kloridkoncentrationer i massmagasinet (O₁) och emballagelagret (O₃) eftersom de inte innehåller några maskiner eller elektronik som är nödvändig för produktionen. Kritisk koncentration sätts till 30 µg/cm². Emballeringen (O₂) och torkhallarna (O₄ och O₅) är känsligare och företagsledningen kommer sannolikt inte att chansa utan sanerar

¹⁵ Karydas, D. M., *A Probabilistic Methodology For The Fire Smoke Hazard Analysis of Electronic Equipment*, Northeastern University Boston, Massachusetts 1990

¹⁶ Tewarson, A., *Generation of Heat and Chemical Compounds in Fires*, SFPE Handbook, 2nd Edition, 1995

¹⁷ Johansson, M., Rigberth, J. *Sammanställning av existerande beräkningsmodeller för bedömning av icke-termiska skador från sot och korrosiva produkter*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1999

om det finns risk för att produktionen kan skadas i framtiden. I dessa utrymmen antas kritisk koncentration vara $20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Ställverken (O_7) är de känsligaste utrymmen i TKM och kritisk koncentration sätts till $8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Kontrollrummet (O_6) innehåller förvisso en del elektronik, men den är av utbytbar karaktär. Därmed antas att risken för långsiktiga skador accepteras och kritisk koncentration antas vara $20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$.

KRITISKA KONCENTRATIONER FÖR SOT

För närvarande lyser litteratur som anger skadekriterier för sot med sin frånvaro. Det innebär att beräkningarna helt kommet att grundas på en subjektiv bedömning. Vi en analys på ABB Automation Products¹⁸ användes $20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, vilket motsvarar $0,2 \text{ g}/\text{m}^2$, som kritiskt värde. De rådande förhållanden på TKM är i dagsläget betydligt sämre än på ABB. Det som avses är främst inre miljö samt ordningen i produktionslokalen. Med anledning av detta är det rimligt att anta att acceptansen av sot är högre på TKM än på ABB.

Kritisk koncentration bedöms vara $30 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ för område 1 till 5 (lager, emballering och torkhallar). I område 6 och 7 (ställverk och kontrollrum) sätts det kritiska värdet till $20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$.

PRODUKTION AV SKADLIGA KEMIKALIER

Samtliga lokaler innehåller både korrosions- och ickekorrosionsbenägna material. Ett exempel på ett vanligt korrosionsbenägen komponent är PVC-kabel som finns i alla områden. Exempel på ickekorrosionsbenäget material är trä och pappersmassa. Dessa materials egenskaper bedöms vara dimensionerande för de bränder som förväntas uppkomma. Tewarson¹⁹ presenterar data på yield sot och yield HCl för bland annat trä och PVC. Med bakgrund av presenterad data bedöms följande värden vara representativa för bränder på TKM: $Y_{\text{sot}} = 0,04 \text{ g}/\text{g}$ och $Y_{\text{HCl}} = 0,263 \text{ g}/\text{g}$.

FÖRBRÄNNINGSVÄRME

Dougal Drysdale har fastställt förbränningsvärmern (ΔH_c) för ett antal vanliga material²⁰. Ur materialet approximeras pappersmassans och PVC -kabelns värden till $\Delta H_{c, \text{papper}} = 18 \text{ kJ}/\text{g}$ och $\Delta H_{c, \text{PVC}} = 16,4 \text{ kJ}/\text{g}$.

BRANDENS TILLVÄXTHASTIGHET

Bränder som uppkommer på TKM antas vara s.k. αt^2 - bränder, där effektutvecklingen kan beskrivas enligt ekvation (xii) nedan.

EKVATION (xii) αt^2 - BRANDEN

$$Q = \alpha \cdot t^2$$

Q - Brandens effektutveckling [kW]
 α - Brandens tillväxthastighet [kW/s²]
 t - Tid [s]

¹⁸ Johansson, H., *Ekonomisk riskanalys av ABB Automation Products verksamhet i byggnad 358*, Rapport 3102, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998

¹⁹ Tewarson, A., *Generation of heat and chemical compounds in fires*, SFPE Handbook, 2nd Edition, 1995

²⁰ Drysdale, D. D., *Thermochemistry*, SFPE Handbook, 2nd Edition, 1995

Konstanten α är brandens tillväxthastighet och den beror av vilken typ av material som brinner, men den brukar generaliseras till fyra huvudhastigheter; "slow", "medium", "fast" och "ultra fast". De redovisas i tabell 3.8.

TABELL 3.8 Brandens tillväxthastighet.

Tillväxthastighet	α [kW/s ²]
Ultra fast	0,19
Fast	0,047
Medium	0,012
Slow	0,003

Brandens dimensionerande effektutveckling i respektive område bedöms genom att ett värde på tillväxthastigheten skattas till något av de fyra generella värdena. Skattningen görs med utgångspunkt från brännbart material som observerades vid besök på objektet. Därefter kan tillväxthastigheten approximeras med stöd av riktvärden för liknande material²¹. Resultatet återges i tabell 3.9.

TABELL 3.9 Brännbart material som observerades vid besök på objektet och skattning av brandens tillväxthastighet i området, samt bedömning av maximal effektutveckling.

Område	Brännbart material	Tillväxthastighet	Maximal effekt
1	– Balar och rullar med massa som lagras tätt – Truckar	Medium	> 11 MW
2	– Balar och rullar med massa – Skräp i mindre containrar – Bläck (Brandfarlig vara kl. 3), ca 20 liter	Medium	5 MW
3	– Emballage av kartong som lagras i packar – Små rullar av hårdpapp som lagras på pallar	Fast	> 11 MW
4	– Emballage av kartong som lagras i packar – Små rullar av hårdpapp som lagras på pallar – Hydraulolja – Fluffmassa i processen och under paketering	Fast	> 11 MW
5	– Hydraulolja – Pappersmassa i processen och under paketering – Sopcontainer	Medium	> 11 MW
6	– Kontorsmaterial – Köksutrustning – Möbler	Fast	3 MW
7	– Kablar – Mindre möblemang	Medium	3 MW

²¹ Karlsson, B., Quintiere, J., *Enclosure Fire Dynamics*, Table 3.6, Lund 1998

3.3.3 Beräkning av gränsfall för sanering

Beräkning av den mängd brännbart material som kan brinna upp innan sanering är nödvändig beräknas med ekvation (xiii) nedan. Beräkningarna genomförs för både korrosions- och ickekorrosionsbenägna material. På TKM representeras dessa av PVC respektive massa.

EKVATION (xiii) KRITISK KONCENTRATION

$$C_{krit,i} = \frac{m_b \cdot Y_i}{2(l \cdot b + b \cdot h + h \cdot l) \cdot \xi}$$

$C_{krit,i}$ - Kritisk ytkoncentration för ämne i [g/m^2]

m_b - Massa brunnet material [g]

Y_i - Yield av ämne i för det material som brinner [g/g]

l, b, h - Områdets längd, bredd och höjd [m]

ξ - Faktor som visar hur stor del av arean som bedöms bli exponerad för brandgaser. $0 \leq \xi \leq 1$.

I ekvation (xii) är det nu endast m_b som är okänd och den beräknas för varje område och för båda materialtyperna. Därefter kan tiden tills kritisk koncentration (t_{krit}) beräknas enligt följande resonemang.

Brandens effektutveckling beskrivs med ekvation (xii), men den kan också uttryckas $\dot{Q} = \dot{m}_b \cdot \Delta H_c$, där \dot{m}_b är massavbrinningen [g/s] och ΔH_c förbränningsvärmens [kJ/g]. Antag att massavbrinningen är konstant med avseende på tiden. Det är inte sant, men approximationen bedöms vara godtagbar eftersom det är det tidiga brandförloppet som studeras. Då ökar effekten förhållandevis långsamt och eftersom massavbrinningen är proportionell mot effekten är även dess förändring tämligen liten. Det innebär att $\dot{m}_b \approx m_b/t$ och effektutvecklingen kan därmed uttryckas $\dot{Q} = (m_b/t) \cdot \Delta H_c$, där t är tiden [s]. Om detta förhållande mellan effektutveckling och tid kombineras med ekvation (xii) kan ett uttryck för t_{krit} lösas ut. Resultatet ges i ekvation (xiv).

EKVATION (xiv) KRITISK TID FÖR SANERING

$$t = \sqrt[3]{\frac{m_b \cdot \Delta H_c}{\alpha}}$$

t - Kritisk tid för sanering [s]

m_b - Massa brunnet material [g] som beräknats enligt ekvation (xii)

ΔH_c - Förbränningsvärme [kJ/g]

α - Brandens tillväxtfaktor [kW/s^2]

Beräkningar med ekvation (xiii) och (xiv) genomförs med de bakgrundsdata som redovisats i avsnittet innan. Beräkningarna gör för samtliga områden separat. För område 7 som är uppdelat på åtta ställverk görs beräkningarna för samtliga ställverk och medelvärdena används därefter som riktvärden för hela området. Samtliga förutsättningar och beräkningsresultat återges i tabell 3.10.

TABELL 3.10 Förutsättningar och resultat från beräkning av gränfall för sanering. Område 7 är medelvärdet för ställverk S₁ - S₈. Värdena i raderna "m_{b, sot}" och "m_{b, HCl}" anger hur stor massa av ickekorrosionsbenäget respektive korrosionsbenäget material som måste finnas i området för att en brand skall kunna medföra sanering.

	Gränfall för sanering	Område						
		1	2	3	4	5	6	7
Förutsättningar	ξ	1	0,5	1	0,5	0,5	1	1
	Längd [m]	153,6	38,2	44,6	118,6	126,7	8,14	*
	Bredd [m]	28	19,7	17	43,6	27,9	21,4	*
	Höjd [m]	12	10,8	4	10,8	10,8	2,7	*
	α [kW/s ²]	0,012	0,012	0,047	0,047	0,012	0,047	0,012
	Y _{sot} [g/g]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	Y _{HCl} [g/g]	0,263	0,263	0,263	0,263	0,263	0,263	0,263
	$\Delta H_{C, \text{sot}}$ [kJ/g]	18	18	18	18	18	18	18
	$\Delta H_{C, \text{HCl}}$ [kJ/g]	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
	C _{krit, sot} [g/m ²]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
	C _{krit, HCl} [g/m ²]	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,08
Resultat	m _{b, sot} [g]	97200	10334	15069	51920	39035	2540	1689
	m _{b, HCl} [g]	14783	1048	2292	5264	3958	386	103
	t _{krit, sot} [s]	526	249	179	271	388	99	136
	t _{krit, HCl} [s]	273	113	93	123	176	51	52
	t _{krit, sot} [minuter]	8,8	4,2	3,0	4,5	6,5	1,7	2,3
	t _{krit, HCl} [minuter]	4,5	1,9	1,5	2,0	2,9	0,9	0,9

3.4 Termiska skador

En brand kommer oundvikligen att resultera i termiska skador på lokaler och utrustning. Dessa har däremot mindre betydelse för bedömning av typbrändernas fördelning och skadeverkningar.

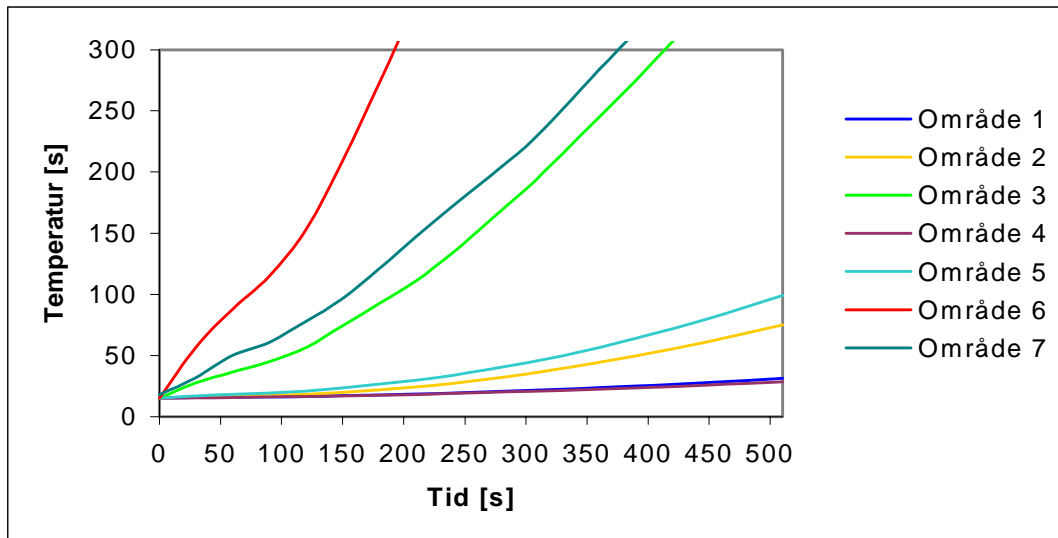
En "medelstor" brand har inte potential att totalförstöra området, vilket kan bli följden av en "stor" brand. Det innebär att den medelstora branden endast kommer att ge termiska skador på föremål i dess omedelbara närhet, eftersom termiska skador i hela området kräver mycket höga brandgastemperaturer. När dessa uppnås är risken för övertändning ansenlig, vilket i sin tur har till följd att branden ges potentialen stor. Skadorna i brandens omedelbara närhet skulle kunna bedömas med hjälp av strålningsberäkningar om startföremålet är känt. Eftersom det är ett oerhört arbetskrävande förfarande i kombination med att maskiner och annan utrustning är relativt utspridda inne på TKM, försummas de termiska skadorna efter medelstor brand.

Brandförloppen har simulerats i datorprogrammet CFAST med indata från tabell 3.10. Resultatet i form av temperaturkurvor visas i figur 3.8. En jämförelse mellan graferna och kritisk tid från tabell 3.10 visar att temperaturen i brandgaserna aldrig överstiger 100 °C när gränfall för sanering uppnås. Det bekräftar bedömningen att de termiska skadorna från brandgaserna kan försummas för medelstora bränder.

En "stor" brand kan leda till att hela området totalförstörs, vilket sker medelst kraftig termisk påverkan orsakad av strålning, ledning och konvektion från flammor och heta brandgaser. Gränsfallet när termiska skador uppkommer är inte intressant utan det väsentliga är om branden kan utveckla en sådan effekt att den kan spridas okontrollerat. Det uttrycks med hjälp av brandens effektutveckling och är gränsen för när rökdykargruppens resurser är slut, vilket inträffar vid en effekt på 11 MW²². I utrymmen med mindre brännbart material eller begränsade

²² Särdaqvist, S., *An Engineering Approach to Fire Fighting Tactics*, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund 1996

ventilationsförhållanden kan bedöms maximal effektutveckling vara mindre än 11 MW. Trots detta finns det en viss risk för stor brand men den är mindre och bedömningen i de fallen görs på svagare grunder



Figur 3.8 Temperatur i brandgaserna för respektive område. Beräkningarna har utförts i CFAST med värden ur tabell 3.10 som indata. Graferna infattar inte hela förloppet utan endast tillräckligt för att jämförelser mot t_{krit} ur tabell 3.10 skall vara möjlig.

3.5 Fördelning av typbränder

Med stöd av beräkningar och bedömningar i föregående avsnitt görs följande skattningar av typbrändernas fördelningar för respektive område på TKM. Samtliga sannolikheter gäller givet att brand börjar i området och beskriver *potentialen* i branden. Det innebär att i detta skede tas ingen hänsyn till brandskyddssystemen, utan det som skall bedömas är sannolikheterna för varje typbrand givet att brand har startat i området.

I samband med varje typbrand ges exempel på *ett* av flera tänkbara förlopp. Betänk återigen att brandskyddssystemens effekt inte beaktas i detta skede utan det kommer att behandlas i kommande kapitel.

3.5.1 Område 1 - Massamagasin

LITEN BRAND

Branden kan exempelvis uppstå i lysrörsarmatur, skräpansamlingar eller truckar som inte är i direkt anslutning till massastaplarna. $P(\text{Liten}/\text{Brand i } O_1) = 0,40$

MEDELSTOR BRAND

Ett tänkbart scenario är att en truck fattar eld och att elden får fäste i trucken. Det finns tillräckligt med hydraulolja, kablar m.m. för att smutsa ned hela magasinet och dess innehåll. $P(\text{Medel}/\text{Brand i } O_1) = 0,30$

STOR BRAND

Alla bränder som uppstår i direkt anslutning till massastaplarna har potential att totalförstöra hela området. Möjliga tändkällor är maskiner och elektriska armaturer. Detta är det värsta tänkbara brandscenariot på TKM. $P(\text{Stor/Brand i } O_1) = 0,30$

3.5.2 Område 2 - Emballering**LITEN BRAND**

En liten brand i detta område kan uppkomma i sopkorgar eller till följd av kortslutning eller varmgång i någon motor. $P(\text{Liten/Brand i } O_2) = 0,70$

MEDELSTOR BRAND

Branden klassas som medelstor om en av massabalarna fattar eld eller om bläcket i märkmaskinen fattar eld. De kan antändas av nämnda exempel "liten brand".

$P(\text{Medel/Brand i } O_2) = 0,26$

STOR BRAND

Att en brand i emballeringen har potentialen stor bedöms som mycket osannolikt. Det skulle kunna inträffa om branden startar i anslutning till den stora massabalen som kommer via hiss från övervåningen. $P(\text{Stor/Brand i } O_2) = 0,04$

3.5.3 Område 3 - Emballagelager**LITEN BRAND**

Liten brand representeras av scenariot att någon slänger en fimp i området. Fimpen antänder emballaget, men det självslocknar snabbt. $P(\text{Liten/Brand i } O_3) = 0,10$

MEDELSTOR BRAND

Ett exempel är att branden startar p.g.a. kortslutning i elektriska komponenter i motorerna som styr ett transportband som finns i området. I anslutning till bandet finns staplar med pappersrullar som antänds. $P(\text{Medel/Brand i } O_3) = 0,30$

STOR BRAND

Stor brand är den mest sannolika potentialen hos en brand i området, eftersom det innehåller stora mängder torrt och löst lagrat papper. Om det tar eld kommer elden att spridas mycket snabbt och effektutvecklingen kommer att bli hög. $P(\text{Stor/Brand i } O_3) = 0,60$

3.5.4 Område 4 - TM8 / TM9**LITEN BRAND**

En liten brand kan vara att ett kilrep i en av torkmaskinerna tar eld. Branden kanske sprids till damm och skräp som finns på maskinen, men den självslocknar så småningom.

$P(\text{Liten/Brand i } O_4) = 0,67$

MEDELSTOR BRAND

Ett exempel på en medelstor brand är att en kabelstege fattar eld och antänder spån och skräp som finns på kablarna. Elden sprider sig snabbt i skräpet och antänder mer PVC-kabel.

$P(\text{Medel/Brand i } O_4) = 0,28$

STOR BRAND

För att en brand skall ges potentialen stor måste den kunna antända det emballage som lagras på bottenvåningen eller fluffmassan som paketeras i slutet av torkmaskinerna. Det senare scenariot kan starta med en brand i fikarummet som antänds av t.ex. kaffebryggaren som sedan antänder köksutrustningen. Fikarummet övertänds, rutorna spricker och branden sprids till annat brännbart material i anslutning till rummet, varvid strålningsvärmerna antänder fluffmassan. $P(\text{Stor/Brand i } O_4) = 0,05$

3.5.5 Område 5 - TM6 / TM7**LITEN BRAND**

Samma som exempelscenario område 4. $P(\text{Liten/Brand i } O_5) = 0,68$

MEDELSTOR BRAND

Om en hydrauloljeslang brister och antänd klassas det som medelstor brand eller om en sopcontainer på bottenvåningen antänds. Ett annat exempel är att en motor i torkmaskinen går varm och antänder massa i och vid sidan om maskinen. $P(\text{Medel/Brand i } O_5) = 0,30$

STOR BRAND

Detta förlopp bedöms vara mer osannolikt än för TM8/TM9 eftersom området innehåller mindre brännbart material. Ett tänkbart scenario är att en kraftig brand startar i oljeförrådet och sprider sig till emballage som lagras i lokalen utanför. $P(\text{Stor/Brand i } O_5) = 0,02$

3.5.6 Område 6 - Kontrollrum**LITEN BRAND**

En liten brand i kontrollrummet kan vara att ett elektriskt fel uppstår i godisautomaten som börjar brinna. Eftersom det inte finns något brännbart material i närheten förutom automaten själv så slocknar branden. $P(\text{Liten/Brand i } O_6) = 0,50$

MEDELSTOR BRAND

Medelstor brand i kontrollrummet kan börja som exemplet för liten brand, med skillnaden att branden inte slocknar av sig själv. Automaten innehåller dock tillräckligt med PVC för att ge området saneringsskador. $P(\text{Liten/Brand i } O_6) = 0,45$

STOR BRAND

Ett exempel på en brand med stor potential är att spisen i pentryt glöms bort med plattor/ugn påslagen (Detta var fallet vid besök på objektet). Spisen fattar eld och elden sprider sig till skåpen som är gjord av täckt spånskiva. Därefter är branden i pentryt mycket kraftig och risken att lokalen övertänds är påtaglig. Efter övertändning är påfrestningarna på områdesgränserna stora och det finns en viss risk att branden kan spridas.

$P(\text{Stor/Brand i } O_6) = 0,05$

3.5.7 Område 7 - Ställverk

LITEN BRAND

Mekanisk åverkan på några kablar startar en mindre brand som slocknar av sig självt är ett exempel på en liten brand i ställverk. $P(\text{Liten/Brand i } O_7) = 0,60$

MEDELSTOR BRAND

En medelstor brand uppstår på samma sätt som ovan med skillnad att den inte självslocknar *innan* sot och HCl koncentrationerna har nått de värden för vilka sanering är nödvändig.

$P(\text{Medel/Brand i } O_7) = 0,38$

STOR BRAND

Eftersom ställverken innehåller begränsat med brännbart material bedöms risken för stor brand i området som mycket liten. Branden antas inte kunna spridas ut ur brandcellen, men den kan dock totalförstöra utrustningen inne i ställverket. $P(\text{Stor/Brand i } O_7) = 0,02$

3.5.8 Sammanställning för samtliga områden

TABELL 3.11 Typbrandfördelning på TKM

j	1	2	3	4	5	6	7
P(Liten/Brand i O _j)	0,40	0,70	0,10	0,67	0,68	0,50	0,60
P(Medel/Brand i O _j)	0,30	0,26	0,30	0,28	0,30	0,45	0,38
P(Stor/Brand i O _j)	0,30	0,04	0,60	0,05	0,02	0,05	0,02

4 Befintligt brandskydd

I detta kapitel beskrivs byggnadens befintliga brandskyddssystem samt personalens och räddningstjänstens förutsättning att ingripa. Sannolikheten för att brandskyddet, t.ex. sprinklern, skall ge avsedd effekt, givet brand, bedöms med bakgrund av statistiska data. När det saknas statistik har bedömningarna genomförts i samråd med berörd personal på anläggningen. Funktionssannolikheterna kommer att användas vid modellering av brandförlopp i kommande kapitel.

4.1 Aktiva system: beskrivning och funktionssannolikhet

4.1.1 Detektionssystem

Automatiska detektionssystem finns i kontrollrum och ställverk (område 6 och 7). I ställverken finns joniserande rökdetektorer och en del är dessutom utrustade med s.k. samplande detektorer som aktivt suger in luft för analys. Samtliga ställverk saknar akustiskt larm. Kontrollrummet är utrustat med joniserande rökdetektorer och larmklockor.

Samtliga detektorer utgör en del i ett adresserbart detektionssystem som täcker stora delar av fabriken. Larmet går till vakten som är bemannad dygnet runt och de skickar sedan larmet vidare till räddningstjänsten.

Detektionssystemets tillförlitlighet bedöms med utgångspunkt från data för rökdetektion som presenteras av NIST²³. Där anges att detektionssystemen fungerar i 70-95% av fallen beroende på om det är glödbrand eller brand med öppen låga som detekteras. Funktionen varierar också mellan typ av rökdetektionssystem. Detta bedöms dock vara väl lägt för att vara representativt på TKM eftersom det inte finns något som tyder på brister i underhåll, placering etc., samt att systemen är relativt nyinstallerade. Funktionssannolikheten för detektionssystemen på TKM bedöms vara 95%. Den betecknas

$$P_{\text{akt}}(\text{Detektion/Brand}) = 0,95$$

4.1.2 Sprinkler

Huvuddelen av byggnaden är utrustad med ett vattensprinklersystem, ställverk och kontrollrum undantaget. I produktionsbyggnaden är det ett våtrörssystem och i massamagasinet ett torrörssystem.

Sprinklersystemet är dimensionerat enligt RUS 120:4, riskklass N3. Riskklassen har kontrollerats vid besök på objektet och det finns ingenting som tyder på att dimensioneringsförutsättningarna är felaktiga. Dimensioneringen förutsätts vara korrekt utförd.

²³ Bukowski, R., *Balanced Design Concepts*, Table 4-4, NIST

Tillförlitligheten för sprinklersystem har fastställts ur statistik för olika industrikategorier²⁴. Där anges att $P_{akt} = 0,99$ för industrikategorin "Pappersprodukter" och motsvarande för "Träprodukter" $P_{akt} = 0,96$. NIST presenterar en generell siffra som anger att $P_{akt} = 0,95$. TKM:s sprinkler bedöms aktiveras i 96% av fallen när brand startar.

$$P_{akt}(\text{Sprinkler/Brand}) = 0,96.$$

4.1.3 Brandgasventilation

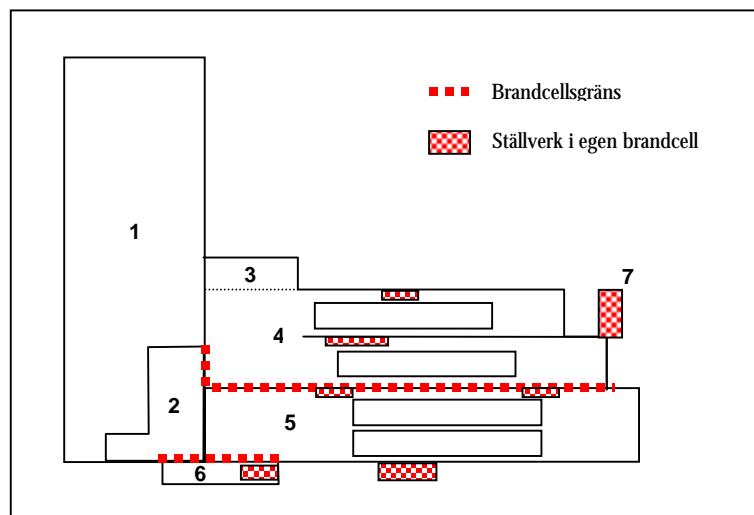
Produktionslokalen (område 2, 4 och 5) är utrustad med brandgasventilation i form av luckor i taket som öppnas med smältbleck alternativt manuellt med vajer. Ställverken är också utrustade med brandgasventilation, men i detta fall är det den ordinarie ventilationen som drivs med värmetaliga fläktar som accelereras i händelse av brand.

BSI-Standards²⁵ presenterar funktionssannolikheter för brandgaskontrollsystem. I deras undersökning framgår att det inte är någon skillnad på driftsäkerheten mellan brandgasventilation med fläkt eller luckor. Detta antas även gälla på TKM.

$$P_{akt}(\text{Brandgasventilation/Brand}) = 0,95$$

4.2 Passiva system: beskrivning och funktionssannolikhet

För närvarande är det endast ställverken och kontrollrummet som utgör egna brandceller. Dessutom finns en brandcellsgräns mellan kontrollrummet och produktionslokalen. I figur 4.1 nedan visas vilka väggar som kan klassas som brandväggar.



FIGUR 4.1 Schematisk beskrivning den brandtekniska sektioneringen på TKM.

²⁴ Johansson, H., *Brandfrekvenser och typbränder i industrianläggningar*, Tabell 4.4, Lunds universitet, Lund 1998

²⁵ BSI-Standards, *Draft BS Guide to the Application of Fire Safety Engineering Principles to Fire Safety in Buildings*, Document 95/542082, Warrington 1995

Statusen på brandväggarna är mycket varierande. Ställverken är väl underhållna, medan väggen mellan område 4 och 5 är under all kritik. Den innehåller flera öppningar varav de flesta är försedda med dörrar. På ett ställe går ett transportband genom väggen och den öppningen går i dagsläget inte att sluta till.

I tabell 4.1 och figur 4.2 nedan beskrivs och namnges gränserna mellan områdena som i de flesta fallen utgörs av en vägg. Sannolikheten att väggen hindrar brandspridning givet stor brand, redovisas också. Den benämns $P_{vägg}(i/$ Stor brand), där i är benämningen på väggen. Bedömningen grundas på generella funktionssannolikheter för väggar som rekommenderas i Fire Engineering Guidelines²⁶. Där anges sannolikheten för att en vägg hindrar brand givet en viss status på väggen, vilket har bedömts visuellt på TKM. För vissa gränser ges sannolikheten noll. Det innebär att den befintliga väggen/gränsen innehåller så stora öppningar att brandspridning är oundviklig. Dessutom antas väggarna ha samma brandmotstånd på båda sidorna, d.v.s. vilken sida av väggen det brinner på påverkar inte funktionssannolikheten.

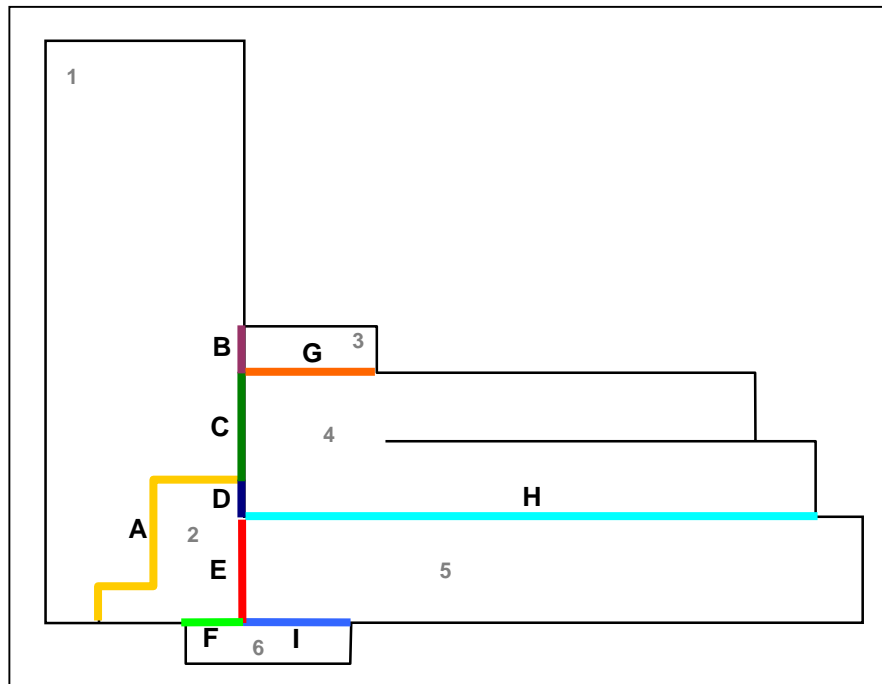
I ställverken ges samtliga väggar funktionssannolikheten 1. Det är en förenkling i analysen som grundas på att risken för att en brand sprids från ställverken är i sammanhanget obefintlig. Motivet är att den brandtekniska statusen är mycket god i kombination med små mängder brännbart material. Det omvända fallet när brand sprids till ställverken är inte relevant eftersom det förutsätter stor brand i området runt omkring, vilket enligt definitionen innebär att all utrustning är förstörd av termiska skador och att produktionen i området är utslagen. Därmed är skillnaden i konsekvens försumbar mellan om branden sprids till ställverket eller ej.

TABELL 4.1 Funktionssannolikhet för brandmotstånd i gränser mellan delområden på TKM.

Funktionssannolikheten avser fallet när en stor brand pågår på ena sidan väggen. *Den höga siffran för ställverk är en förenkling som gäller i detta arbete och skall inte tillämpas som riktvärde för väggar i ställverk.

Benämning i	Skiljer områden	Beskrivning	$P_{vägg}(i/Brand)$
A	1 ↔ 2	Isolerad plåtvägg med två stora öppningar som kan stängas med en aluminiumport i ena fallet och ett gummijalusi i det andra. Det finns även en mindre öppning för transportband. Väggen innehåller vanliga fönsterrutor.	0,10
B	1 ↔ 3	Tegelvägg med öppning för bandtransportör. Öppningen är försedd med ett gummijalusi.	0,20
C	1 ↔ 4	Tegelvägg med öppning för bandtransportör. Öppningen är försedd med ett gummijalusi.	0,20
D	2 ↔ 4	Tegel och betong vägg med självstängande dörrar, som i bland står uppställda. Inga synbara brister.	0,80
E	2 ↔ 5	Tegelvägg på bottenplanet, stor öppning på övre planet. Inget brandmotstånd.	0
F	2 ↔ 6	Tegelvägg. Väggen är klassad som brandvägg	0,90
G	3 ↔ 4	Inget brandmotstånd i dagsläget	0
H	4 ↔ 5	Tegelvägg med självstängande dörrar som står uppställda med kilar. Genom väggen går en brandtransportör där hålet genom väggen saknar dörr/port. Väggen är avsedd att vara en brandvägg.	0,20
I	5 ↔ 6	Tegelvägg. Väggen är klassad som brandvägg	0,90
J	Vägg i ställverk	Brandcell EI 60. Statusen på brandcellsgränserna är hög.	1*

²⁶ Fire Engineering Guidelines, First Edition, Fire Code Reform Limited, 1996



FIGUR 4.2 Beteckningar på områdesgränser

4.3 Personalens ingripande

Förutsättningarna för att personalen skall släcka en brand i produktionslokalen är goda ur utrustningssynpunkt. Alla områden är utrustade med någon form av släckutrustning, t.ex. brandslang eller handbrandsläckare. Det finns emellertid två undantag. I ställverken är möjligheterna att ingripa obefintliga av två anledningar. Dels saknas larmklockor som uppmärksammar personalen på att det brinner. Dels är dörrarna till ställverken låsta och endast behörig personal har tillgång till nycklar. Det andra undantaget är kontrollrummet som vid besöket saknade släckutrustning.

När det gäller driftpersonalens utbildning är statusen varierande. De flesta saknar brandutbildning och de har inte övat med släckutrustningen kontinuerligt. Somliga har aldrig utlöst en handbrandsläckare.

Skattningen av sannolikheten för att personalen lyckas att släcka en liten brand i område j när de står med utrustningen redo benämns $P_{\text{släck}}(O_j)$. Den bygger på oberoende bedömningar som gjorts av personal från produktionslokalerna, brandförsvaret och säkerhetsavdelningen. Samtliga bedömer att driftpersonalen lyckas med släckförsöket i 60-80% av fallen, med dragning mot 60%.

Sannolikheten för att ett släckförsök lyckas, skattas med bakgrund av informationen ovan till 70%, d.v.s. $P_{\text{släck}}(O_j) = 0,7$. Detta antas gälla för samtliga områden förutom ställverken, där personalens möjligheter att släcka är obefintliga eftersom utrymmena är låsta, vilket ger $P_{\text{släck}}(O_7) = 0$. I kontrollrummet antas chanserna halveras eftersom utrustning saknades vid besökstillfället och därmed sätts $P_{\text{släck}}(O_6) = 0,3$.

När sannolikheten för att personalen lyckas att släcka branden när de står med utrustningen redo har bedömts, blir nästa steg att sannolikheten för att hela insatsen lyckas bedömas. Den

betecknas $P_{\text{personal}}(O_j)$. Insatsen påverkas också av när branden detekteras, vad som brinner och vilken utrustning som finns att tillgå. Det innebär att sannolikheten måste justeras för område 1 - 5 (6 och 7 är klara enligt ovan). Eftersom områdena innehåller i stort sett likartat brännbart material och ensartad släckutrustning, antas personalens insats bero av hur och framförallt när branden detekteras. När det eventuella detektionssystemet i området fungerar sätts $P_{\text{personal}}(O_j) = 0,7$, d.v.s. oförändrat från ovan. När detektionssystemet inte aktiveras eller i de områden som saknar detektion, måste branden detekteras visuellt eller via luktsinnet. Oavsett vilket, är antalet personer som arbetar i området relevant och personalens insats antas vara en funktion av persontätheten i området. Justeringen gör enligt följande resonemang och resulterar i sannolikheten för att personalens släckförsök lyckas, givet brand i område j.

På TKM arbetar ungefär 23 personer dygnet runt. De är fördelade mellan områdena enligt tabell 4.2 nedan. Eftersom det endast är i område 1 - 5 som sannolikheten skall justeras finns ensärskild kolumn som anger sammanställningen för dessa områden. Där är den genomsnittliga persontätheten 0,012, vilket ger i snitt en person på 833 m². Med rådande siktbarhet i lokalen är det rimligt att anta att samtliga bränder detekteras visuellt om personalen är jämt fördelad över golvytan och då lyckas släckförsöken med sannolikheten 0,7 enligt tidigare bedömning. I de områden som har lägre persontäthet reduceras sannolikheten enligt ekvation (xv). Justeringsfaktorn F i ekvationen är förhållandet mellan persontätheten i området och den genomsnittliga persontätheten i område 1 - 5. I de fall där persontätheten är större än genomsnittet sätts $F = 1$, d.v.s. sannolikheten kan aldrig överstiga 0,7.

EKVATION (xv) PERSONALENS INSATS

$$P_{\text{Personal}}(O_j) = F \cdot P_{\text{Släck}}(O_j) \quad \text{där} \quad F = \frac{\varphi_j}{\varphi_{1-5}}$$

$P_{\text{personal}}(O_j)$ - Sannolikheten att insatsen lyckas givet brand i område j

F - Justeringsfaktor, $1 \geq F$

$P_{\text{släck}}(O_j)$ - Sannolikheten att personalen släcker branden när de är beredda att påbörja insats.

φ_j - Persontätheten i område j

φ_{1-5} - Genomsnittlig persontäthet i område 1, 2, ..., 5

Resultatet av justeringarna ges i tabellen nedan. Där framgår att personalen har störst möjligheter att släcka en brand i område 4 och 5, d.v.s. i anslutning till torkmaskiner, medan chanserna är minst i lager och emballeringsutrymmena.

Det finns rutiner som anger att torkmaskinerna skall stoppas i händelse av brand. Detta är däremot inte befäst hos personalen och det bedöms helt osannolikt att maskinerna stoppas innan kritiska koncentrationer har uppnåtts.

TABELL 4.2 Sannolikhet för att personalen skall släcka en brand i området. Område 6 och 7 har bedömts direkt, medan 1-5 beräknas från persontätheten. *I område 3 finns ingen permanent personal.

Område	1	2	3	4	5	6	7	1 - 5	TKM
A_G - Golvarea [m^2]	5335	2080	757	5167	3535	359	-	16874	17233
N_P - Antal [personer]	3	1	0,5*	10	5	3,5	0	19,5	Ca 23
φ - Persontäthet [pers. / m^2]	0,0006	0,0005	0,0007	0,0019	0,0014	-	-	0,0012	0,0013
F - Justeringsfaktor	0,49	0,42	0,57	> 1	> 1	-	-	1,00	1,00
$P_{släck}(O_i)$	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0	0,7	0,7
$P_{personal}(O_i)$	0,34	0,29	0,40	0,70	0,70	0,30	0	0,70	0,70

4.4 Räddningstjänstens ingripande

Förutsättningarna för att brandförsvaret skall lyckas med sin insats har bedömts i samråd med Räddningstjänsten i Älvkarleby kommun. De har en heltidsstyrka om två brandmän och en förman och resten av styrkan är deltid. Heltidsstyrkan är stationerad på Skutskärs Bruk under dagtid och genomför olika arbetsuppgifter på bruket. Deras lokalkännedom är god. Innan sannolikheten för lyckad insats bedöms måste en definition för *lyckad* skapas.

Det finns två brytpunkter i brandförloppet som har betydelse för bedömningen av insatsen. Den ena är tiden tills brandutsatt område måste saneras och den andra är tiden tills branden når 11 MW²⁷, d.v.s. då rökdykargruppens resurser är otillräckliga för att kontrollera brandförloppet. Tid till sanering (t_{krit}) har tidigare räknats ut för korrosions- och ickekorrosionsbenägna bränslen i avsnitt 3.4. Tiden tills branden når 11 MW betecknas t_{11MW} och beräknas med samma grundantagande: Brandens effektutveckling antas följa sambandet $Q = \alpha t^2$, med tillväxtfaktorn α enligt tabell 4.10 och $Q = 11$ MW. Därefter kan t_{11MW} enkelt beräknas för varje område. Tiderna är förknippade med stora osäkerheter och skall endast betraktas som riktvärden.

Brandförsvarets insatstid som benämns t_{BRF} , jämförs med de kritiska tiderna och sannolikheten för att de skall lyckas släcka branden kan därmed bedömas. Det innebär att det finns tre nivåer på insatsen: brandförsvaret "släcker snabbt" om $t_{BRF} < t_{krit}$, "släcker långsamt" om $t_{krit} < t_{BRF} < t_{11MW}$ och "misslyckad" om $t_{BRF} > t_{11MW}$. I rapporten innebär därmed misslyckad insats att brandförsvaret vid första insatsen inte kommer att kunna begränsa branden. Brandförsvarets möjligheter till insats efter att förstärkningar anlånt har inte beaktats i arbetet. Samtliga tidsjämförelser gäller om branden detekteras snabbt, vilket är troligt eftersom det finns folk i lokalerna dygnet runt.

Brandpersonalen bedömer att insatstiden är 2,5-3 minuter för heltidsstyrkan som under dagtid finns på bruket. Övrig deltidspersonal bedöms ha en insatstid på ca 11 minuter. Även på kvällar och helger bedöms insatstiden vara ca 11 minuter. Eftersom heltidsstyrkan inte är tillräckligt stor för att genomföra en regelrätt insats måste de invänta deltidspersonalen för att kunna angripa större bränder. På frågan "Hur stor är sannolikheten att insatsen lyckas?" gjorde styrkan bedömningen "i 60% av fallen". Med *lyckas* innebär att branden släcks innan den medför allvarliga skador på utrustning och produktion. Brandförsvarets uppskattning kompletteras med min bedömning utifrån de insats- och kritiska tider som redovisas i tabell 4.3 nedan.

²⁷ Särdaqvist, S., *An Engineering Approach to Fire Fighting Tactics*, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund 1996

Brandförsvaret "släcker snabbt" om $t_{BRF} < t_{krit}$. Sannolikheten för händelsen vid brand i område j betecknas $P_{BRF}(Snabbt/O_j)$. Kritisk tid bestäms med utgångspunkt av vilket material som brinner. I område 2 och 4-7 är det mycket troligt att en brand involverar korrosionsbenäget material och därmed blir $t_{krit, HCl}$ dimensionerande, medan i område 1 och 3 utgörs det huvudsakligen av papper eller massa varvid $t_{krit, sot}$ blir dimensionerande. Jämförelse med t_{BRF} visar att snabb släckning är möjlig i område 1, 3 och 5, under förutsättningen att heltidsstyrkan finns på bruket. Deltidsstyrkan har obefintliga möjligheter att lyckas med snabb släckning. Eftersom brand antas uppkomma slumpmässigt över dygnet antas sannolikheten för snabb släckning i stort sett vara den samma som sannolikheten att heltidsstyrkan finns på bruket, vilket den är vardagar 1000-1530. Det är detsamma som 27,5 av veckans 168 timmar vilket innebär att styrkan finns på bruket 16,3% av tiden. De antas lyckas med sin insats i 95% av fallen. Det ger att $P_{BRF}(Snabbt/O_{1, 3 \text{ och } 5}) = 0,155$.

I övriga områden uppnås kritiska koncentrationer innan insatsen kan påbörjas oavsett när på dygnet branden startar. Där är chanserna att "släcka snabbt" mycket små och i område 2 och 4 sätts $P_{BRF}(Snabbt/O_{2 \text{ och } 4}) = 0,07$ och sannolikheten för snabb släckning i ställverk och kontrollrum bedöms obefintlig, men en viss chans finns och därför sätts $P_{BRF}(Snabbt/O_{6 \text{ och } 7}) = 0,03$

Sannolikheten att brandförsvaret släcker långsamt bedöms genom jämförelse mellan t_{11MW} och $t_{BRF, Heltid}$ samt $t_{BRF, Deltid}$. Grundantagandet är att om heltidsstyrkan finns på anläggningen kommer den att släcka branden i 95% av fallen, snabbt eller långsamt. Det inträffar med sannolikheten 0,155 enligt tidigare resonemang och därmed blir $P_{BRF}(Snabbt/O_j) + P_{BRF, heltid}(Långsamt/O_j) = 0,155$.

I övriga fall måste deltidspersonal inväntas och då kan endast händelserna "släcks långsamt" eller "misslyckad insats" inträffa. Om $t_{BRF, Deltid} > t_{11MW}$ kommer insatsen att misslyckas, i annat fall släcks branden långsamt. Ingenting är naturligtvis helt säkert och trots att $t_{BRF, deltid} < t_{11MW}$ antas att insatsen misslyckas med sannolikheten 0,1.

Resultatet från resonemangen kring snabb, långsam och misslyckad släckning sammanfattas i tabell 4.3 nedan. Sammanfattningsvis innebär beräkningarna att en eventuell brand kommer att släckas i totalt ca. 70% av fallen, vilket stämmer relativt väl med brandförsvarets egen bedömning. Det bör återigen poängteras att sannolikheterna förutsätter att sprinklersystemet *inte* har aktiverats och "misslyckas" innebär att branden hinner ge området alla skador den har potential att frambringa innan brandförsvaret får den under kontroll.

TABELL 4.3 Kritiska tider vid brandförlopp på TKM. Tiderna ges i minuter. * I dessa områden kommer 11 MW aldrig att uppnås. Sannolikheterna förutsätter att sprinklerna inte har aktiverats och att personalens insats har misslyckats. Observera att insatsen i ställverken har generaliserats.

Område		1	2	3	4	5	6	7
Skador	$t_{krit, sot}$	8,8	4,2	3,0	4,5	6,5	1,7	2,3
	$t_{krit, HCl}$	4,5	1,9	1,5	2,0	2,9	0,9	0,9
	t_{11MW}	16,0	*	8,1	8,1	16,0	*	*
Insattid	$t_{BRF, heltid}$	3	3	3	3	3	3	3
	$t_{BRF, deltid}$	11	11	11	11	11	11	11
Sannolikhetsfördelning över resultatet av insatsen	$P_{BRF}(Snabbt/O_j)$	0,155	0,07	0,155	0,07	0,155	0,03	0,03
	$P_{BRF}(Långsamt/O_j)$	0,753	0,845	0,08	0,085	0,753	0,87	0,87
	$P_{BRF}(Misslyckat/O_j)$	0,092	0,085	0,765	0,845	0,092	0,10	0,10

5 Förslag till förbättringar av brandskyddet på TKM

I detta kapitel presenterar jag mina förslag på kompletteringar i brandskyddet på TKM, vilket är ett av delmålet med arbetet. Effekten av förslagen kommer att analyseras i kommande kapitel. De olika lösningarna har arbetats fram genom diskussion med personal på Skutskärs Bruk samt med olika företag inom branschen. De nämns i det sammanhang som de dyker upp.

Förslagen medför att funktionssannolikheterna som redovisats tidigare kommer att påverkas. I de fall som ett system berörs, redovisas de nya sannolikheterna under respektive förslag. Detta är av stor vikt eftersom systemens funktion påverkar brandförloppen och i slutändan vilka förväntade skador som kan uppkomma.

5.1 Förbättrad brandteknisk sektionering

Dagens utformning av det passiva brandskyddet medför att en brand kan medföra onödigt stora konsekvenser. Med tanke på att hela produktionen står och faller med TKM är det lämpligt att förbättra den brandtekniska sektionering i byggnaden. Genom att dela upp produktionslokalen i flera brandceller kan delar av produktionen skyddas och ett totalt stopp förhindras. Alla tekniska detaljlösningar har arbetats fram i samarbete med Previs Brandskydd AB.

Den förbättrade sektioneringen innebär att massamagasinet (område 1) och emballagelagret (område 3) utformas som egna brandceller samt att brandväggen mellan TM7 och TM 8 uppgraderas. Totala kostnaden för åtgärds paketet är 893 kkr. Kostnader för de enskilda åtgärderna redovisas under respektive avsnitt. I figur 5.1 visas förslagen i en schematisk planritning.

De kostnader som redovisas är i vissa fall grova bedömningar. Dess inverkan på resultatet kommer att kontrolleras i en känslighetsanalys i slutet av rapporten. Mervärdesskatten är inte inräknad i kostnaderna.

5.1.1 Massamagasinet som egen brandcell

Massamagasinet utformas som egen brandcell i EI 60. Det innebär att väggen måste uppgraderas och tätas samt fönstren mot emballeringen (område 2) måste tas bort eller förses med brandtåligt glas.

Öppningarna mellan magasinet och resten av byggnaden förses med en s.k. brandgardin²⁸ som monteras på rulle på motsatt sida från befintlig gummiport. I händelse av brand aktiveras gardinen med hjälp av olika detektorer, men den kan även aktiveras manuellt. Den skall inte användas som ordinarie port. Brandgardinen uppfyller endast E 60-kravet. För att även I 60-kravet skall vara uppfyllt måste den förses med ridåsprinkler som installeras från det befintliga sprinklersystemet.

Öppningen för bandtransportören från område 2 förses med en specialbyggd lucka som stängs automatiskt med detektorer eller manuellt. Luckan uppfyller EI 60.

Priset för att uppgradera väggen mellan område 1 och 2 bedöms vara ca 1440 kr/m² vilket är ca priset för en regelvägg med trapetsprofilerad stålplåt inklusive isolering i klass EI 60. Fönstrena

²⁸ "Fibershield" Fire Curtain, Stöbich Brandschutz

byggs igen eftersom de inte fyller någon funktion. Efter en visuell grovbesiktning bedöms att ca 30% av väggen behöva uppgradering.

ÅTGÄRD/MATERIAL	PRIS
Brandgardiner samt lucka i brandtransportören	269 kkr
Uppgradering av vägg ca 30% × 700 m ² à 1440 kr/m ²	300 kkr
Totalt	569 kkr

5.1.2 Emballagelagret som egen brandcell

Eftersom område 3 uteslutande används för lagring av stora mängder brännbart material är det lämpligt att utforma utrymmet som en egen brandcell. I dagsläget kan en brand i området stoppa hela produktionen eftersom brandgaserna kan spridas obehindrat ut till torkmaskinerna. Brandcellsgränsen bör uppfylla EI 30.

Väggar och bjälklag är utförda i betong och uppfyller önskvärda krav efter mindre kompletteringar. Det största ingreppet är att en trappa upp till område 4 måste byggas igen.

De stora öppningarna mot område 5 förses med brandgardiner. Anledningen till att de inte förses med dörrar är att det bedöms som sannolikt att dessa kommer att hindra arbetet med resultat att de kilas upp. Öppningen mot massmagasinet som för närvarande stängs med gummijalusi utrustas också med en brandgardin. På samma sätt som tidigare installeras ridåsprinkler från befintligt sprinklersystem för att I-kravet skall uppfyllas.

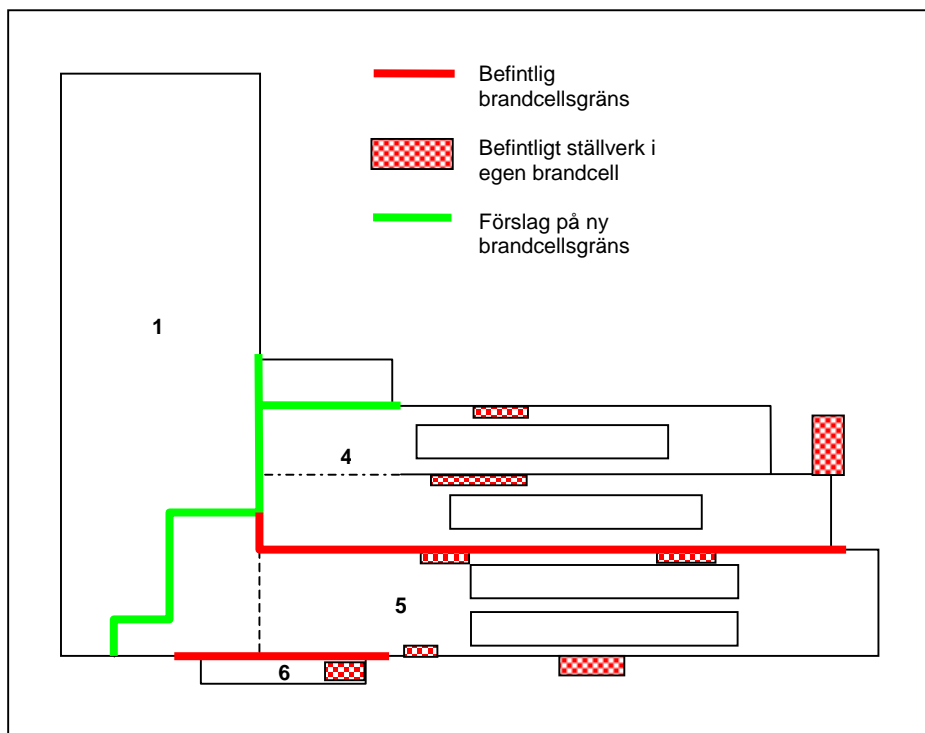
ÅTGÄRD/MATERIAL	PRIS
Brandgardiner	209 kkr
Uppgradering av vägg och takbjälklag	200 kkr
Totalt	259 kkr

5.1.3 Uppgradering av befintlig brandcellsgräns mellan TM7 och TM8

Produktionslokalen delas på mitten av en tegelvägg som är märkt som brandcellsgräns. Den uppfyller kraven, med undantag att det finns ett stort hål på 1 × 2 m² mitt på väggen. Genom hålet löper en bandtransportör som slussar massabalar från TM8 till emballeringen när den används för pappersmassatillverkning. Dessutom är dörrarna i ganska dåligt skick och de står ofta uppställda med kilar.

För att komma tillrätta med problemet installeras en brandport vid bandtransportören och dörrarna förses med magnetuppställare som kopplas till samma detektionssystem som brandporten. Dessutom måste väggen ses över eftersom det finns en del mindre brister. Kostnaden för detta försummas.

ÅTGÄRD/MATERIAL	PRIS
Brandport för bandtransportör	55 kkr
Magnetuppställare	10 kkr
Totalt	65 kkr



FIGUR 5.1 Förslag på komplettering i passivt brandskydd.

5.1.4 Områdesgränsernas funktionssannolikhet efter investering

Det är i form av förändrade funktionssannolikheter som investeringen kommer att märkas i analysen. I kapitlet innan bedömdes sannolikheten för att områdesgränserna A - J hindrar brandspridning *innan* investering. Dessa bedömningar måste nu göras om för systemet *efter* investering. Eftersom det inte har tillkommit några väggar används samma beteckningar som tidigare. Sannolikheten för att väggen skall hindra brandspridning bedöms utifrån samma källa, d.v.s. Fire Engineering Guidelines²⁹. Det resulterar i nya sannolikheter som återges i tabell 5.1.

TABELL 5.1 Funktionssannolikhet för brandmotstånd i gränser mellan delområden på TKM efter investering i passivt brandskydd. *Detta är en förenkling i arbetet som motiverats tidigare.

Benämning	Skiljer områden	$P_{vägg}$ (i intakt/Brand)	Här har brandmotståndet förbättrats
A	1 ⇔ 2	0,90	•
B	1 ⇔ 3	0,90	•
C	1 ⇔ 4	0,90	•
D	2 ⇔ 4	0,80	
E	2 ⇔ 5	0	
F	2 ⇔ 6	0,90	
G	3 ⇔ 4	0,90	•
H	4 ⇔ 5	0,90	•
I	5 ⇔ 6	0,90	
J	Vägg i ställverk	1*	

²⁹ Fire Engineering Guidelines, First Edition, Fire Code Reform Limited, 1996

5.2 Gasformigt släcksystem i ställverken

Ställverken är en akilleshäla i produktionen eftersom allt står och faller med elförsörjningen. Enär det i dagsläget är i stort sett omöjligt för driftspersonalen att upptäcka och släcka eventuella bränder på ett tidigt stadium anser jag att säkerhetshöjande åtgärder bör undersökas.

5.2.1 Typ och kostnad

En enkel åtgärd är att förse personalen med nycklar och släckutrustning samt installera larmklockor utanför ställverken. Då skulle driftspersonalen kunna ingripa, men med tanke på riskerna är det mindre lämpligt. Ett annat och förmodligen bättre alternativ är att installera ett gasformigt släcksystem i alla viktiga ställverk. Ett förslag på utformning har arbetats fram i samarbete med Svenska Skum AB och den totala kostnaden för systemet uppgår till 1585 kkr.

Förslaget innebär att ställverken utrustas med ett släcksystem med inertgas som släckmedium. Mediet är en blandning som kallas Argonite med beståndsdelarna argon [Ar] 50% och kvävgas [N₂] 50%. Ett annat namn är IG 55. Gasen är i ofarlig för människan, men vid höga koncentrationer kan den orsaka kvävning till följd av att syrehalten i rummet blir för låg. Argonite har en inerteringsgräns på ca 30% och vid den koncentrationen är gasen ofarlig.

Dimensioneringen av systemet bygger på den metod som används av Svenska Skum AB, vilken förutsätts vara ett bra riktvärde. Det innebär att ställverken utrustas med separata system och egen släckcentral och att en flaska med Argonite klarar att inertera ca 30 m³. Dimensionering bygger på rumsvolymen och i tabell 5.2 nedan visas ingångsvärden samt resultat. Eftersom ritningsunderlaget var bristfälligt skall resultaten endast användas som ett riktvärde och *inte* som en färdig dimensionering.

Riktpriser för utrustningen är 15 kkr per gasflaska och 35 kkr per släckcentral. I priserna ingår nödvändig utrustning, bl. a. rör, munstycken och detektorer samt installation.

ÅTGÄRD/MATERIAL	PRIS
Flaska med Argonite: 87 stycken à 15 kkr	1305 kkr
Släckcentral: 8 enheter à 35 kkr	280 kkr
Totalt	1585 kkr

TABELL 5.2 Dimensioneringsunderlag för gasformigt släcksystem i ställverken.

Ställverk	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	Totalt
Längd (m)	13,9	14,5	23,8	7,3	11,1	46	13,3	12,6	
Bredd (m)	6,8	4,6	10,2	3,6	3,2	3,6	3,2	3,4	
Höjd (m)	3,5	2,4	3,5	2,4	2,4	4,5	3,5	3,5	
Volym	330,8	160,1	849,7	63,1	85,2	745,2	149,0	149,0	
Antal gasflaskor	11	6	29	3	3	25	5	5	Σ 87
Antal släckcentraler	1	1	1	1	1	1	1	1	Σ 8

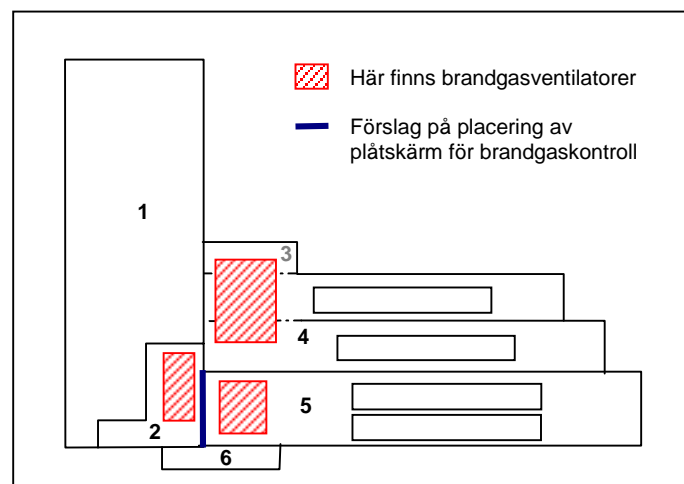
5.2.2 Funktionssannolikhet

Funktionssannolikheten bedöms från statistik över detektionssystem som sammanställts av Johansson 1998³⁰. Där presenteras att joniserande detektorer har en felsannolikhet på 0,0065 och optiska 0,0242. Eftersom detektion sker med både optiska samt joniserande rökdetektorer bedöms funktionssannolikheten vara hög. Sannolikheten för fel i systemet skattas till 2%, d.v.s. $P_{akt}(Argonite/Brand) = 0,98$

5.3 Brandgaskontroll

I dagsläget finns det brandgasventilatorer i taket ovanför torrändan vid alla fyra torkmaskiner samt ovanför emballeringen bakom TM6/TM7, vilket i rapporten benämns område 2. För att öka effekten av ventilatorerna i område 2 föreslås att en brandgasskärm monteras under taket i gränsen mellan område 2 och 5 (se figur 5.2). Dessutom bör det vara rutin att torkmaskinerna stoppas i händelse av brand. Om dessa åtgärder genomförs är det möjligt att styra bort brandgaserna så att torkmaskinerna i område 5 inte påverkas av en brand i område 2.

Skärmen monteras under taket så lång ned som möjligt utan att den skapar problem för ordinarie luftflöden eller verksamhet. Förslagsvis ges den höjden 2,8 m, vilket ger ca 4 m fri höjd över golvet. Med befintliga brandgasventilation innebär det att en brand på 5 MW kan pågå i område 2 utan att brandgaserna sprids mot område 5 och torkmaskinerna. Effekttutvecklingen bedöms rimlig med tanke på vad som kan brinna i område och det motsvarar ca 1,5 m² brinnande bensen. Slutsatserna bygger på beräkningar som redovisas i bilaga 4. Detta förutsätter dock att torkmaskinerna stoppas när branden upptäcks så att luftflöden avstannar och en normal tvåzonsmodell kan bildas. Därmed måste rutiner som anger hur personalen skall agera vid brand upprättas och utbildning måste genomföras.



FIGUR 5.2 Schematisk bild över brandgasventilatorernas placering

Kostnaden har inte granskats i detalj utan med material och arbete bedöms kostnaden bli ca **10 kkr**.

³⁰ Johansson, H., *Brandfrekvenser och typbränder i industrianläggningar*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998

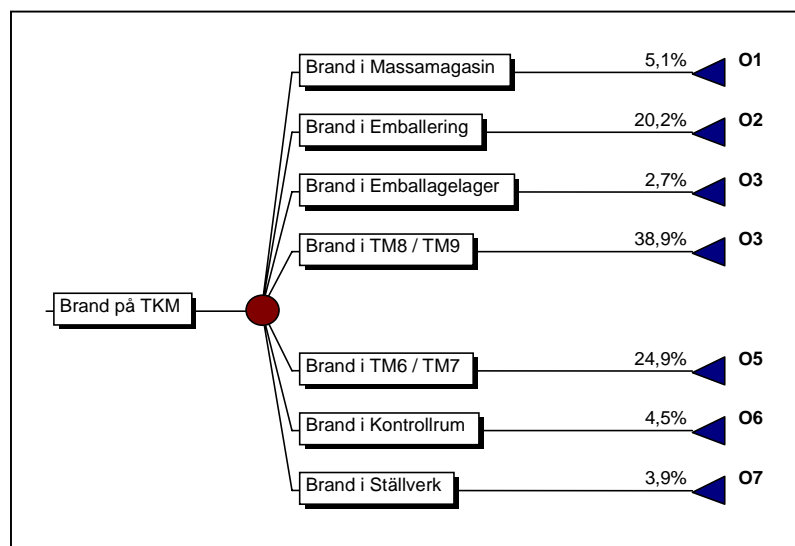
6 Modellering av brandförlopp

I föregående kapitel har möjliga initialbränder identifierats och brandfrekvensen beräknats. Dessutom har byggnadens befintliga brandskydd granskats och funktionen har bedömts. Därefter har olika åtgärder föreslagits och även deras funktionssannolikhet har uppskattats. I detta kapitel kommer allt detta att sättas samman till ett stort antal scenarion, som i sin tur sätts samman i händelsetråd, vilkas utseende beror på om investeringar genomförs eller ej.

6.1 Händelseträdsmetodik

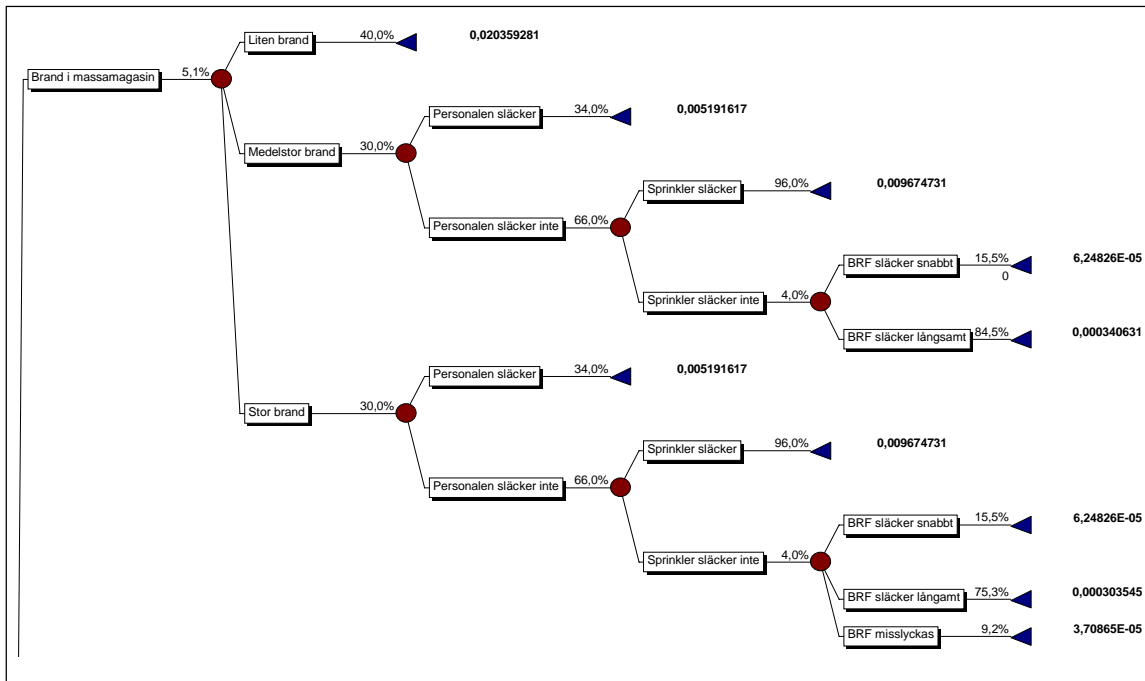
Genom att beskriva brandförloppen med händelsetråd kan beräkningarna genomföras på ett logiskt och överskådligt sätt. Händelseträden byggs upp av ett antal händelsenoder som ger utfall efter en given sannolikhetsfördelning. Träden förutsätter att det är givet att brand uppstår i TKM. Därefter kommer den första händelsenoden som reglerar i vilket område branden startar. Den bygger på sannolikhetsfördelningen som räknades fram i kapitel 3 och återges i figur 6.1 nedan. Eftersom träden blir mycket stora presenteras händelseträden för varje område för sig i bilaga 5. Trädens utseende varierar i vissa fall beroende på om de beskriver den befintliga anläggningens brandförlopp eller förloppet efter att föreslagna investeringar genomförts.

Arbetsgången är att bygga på grenarna i figuren nedan med händelsenoder som beskriver kritiska moment i kronologisk ordning. Ta exemplet "Brand i massamagasin" i figuren nedan. Första noden beskriver vilken potential branden kan ha, d.v.s. liten medel eller stor. Vilken det blir styrs av sannolikhetsfördelningen som bedömdes i kapitel 3. Nästa kritiska moment på gren O1 är om personalen släcker eller ej. Det regleras i en händelsenod med sannolikheter från avsnittet "Personalens ingripande". Nästa moment är om sprinkler systemet aktiveras eller ej. Det regleras med sannolikheter från avsnittet "Aktiva system: beskrivning och funktionssannolikhet" o.s.v. Resultatet av denna arbetsgång detta visas i bilaga 5 och ett exempel visas i figur 6.2.



FIGUR 6.1 Första händelsenoden i händelseträdet som beskriver brandförloppen på TKM. Gren O1-O7 fortätter i händelsetråd som redovisas separat i bilaga 5.

Varje gren slutar i en konsekvens som kommer att uttryckas med hjälp av typbränderna, vilka sedan sammankopplas med en kostnad. Genom att sedan summera sannolikheter och kostnader över hela trädet kan en förväntad skadekostnad m.a.p. brand beräknas för TKM. Dessförinnan måste bl.a. effekten av brandskyddssystemen klarläggas. Det genomförs i kommande avsnitt system för system.



Figur 6.2 Exempel på händelseträdens utformning. Trädet beskriver brandförlopp i område 1.

6.2 Brandskyddssystemens inverkan på brandförloppet

De förutsättningar som presenteras i detta avsnitt är förenklade antaganden som bygger på att en brand på TKM kan beskrivas med tre olika typbränder, d.v.s. "liten", "medel" och "stor" brand. Enligt definitionen av liten brand slocknar den av sig själv och det innebär att det fallet är en slutnod i händelseträdet.

Effekten av brandskyddssystemen för medelstor och stor brand redovisas i separata avsnitt i den ordning som de förväntas påverka brandförloppet. Både befintliga system och system efter investering redovisas.

6.2.1 Detektionssystem

KONTROLLRUM: Om detektionen *inte* fungerar antas personalens möjligheter att släcka branden halveras, d.v.s. sannolikheten för lyckad insats multipliceras med 0,5.

STÄLLVERK: Detektionen i ställverken kommer endast att påverka räddningstjänstens insats. Eftersom tiden till gränsfall för sanering är kort (52 s) blir räddningstjänstens möjligheter att släcka snabbt obefintliga om detektionen *inte* fungerar och sätts till 0. Det medför att om detektionen inte fungerar i fallet medelstor brand måste ställverket saneras. I fallet stor brand gäller motsvarande resonemang. Däremot bedöms räddningstjänsten alltså ha goda förutsättningar att släcka långsamt och risken för misslyckad insats påverkas inte av detektionens funktion.

6.2.2 Personalens ingripande

Personalens ingripande förutsätts ske innan branden hinner ge startområdet allvarliga skador. Det innebär att alla bränder med potentialen medel eller stor som släcks av personalen får i stort sett samma konsekvens som en liten brand i området.

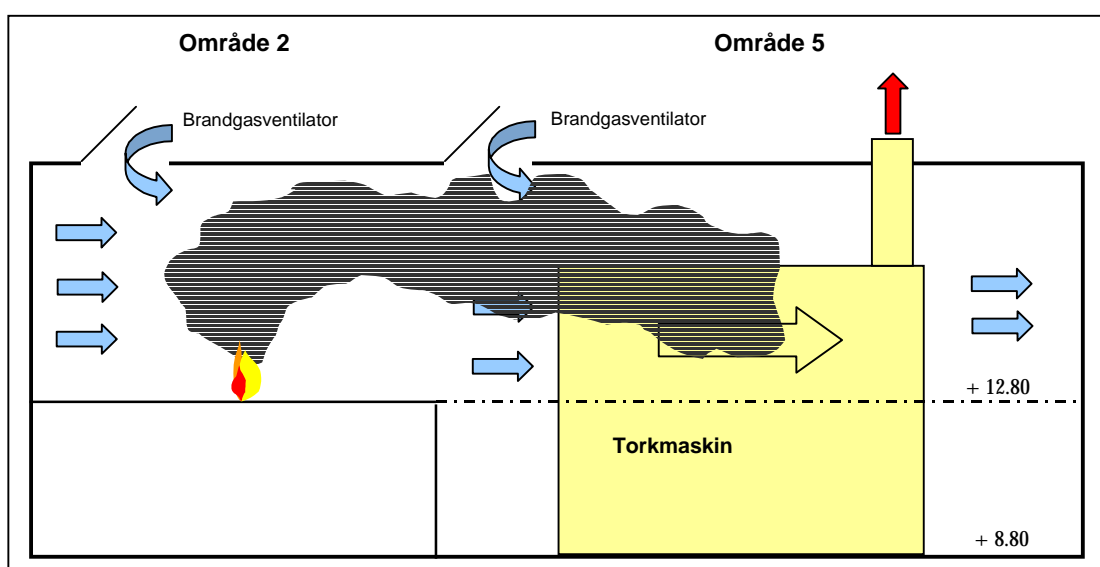
Personalen fyller också en funktion beträffande torkmaskinernas drift. Eftersom det saknas rutiner som anger hur personalen skall agera vid brand bedöms det som osannolikt att torkmaskinerna hinner stoppas innan gränsvärdet för sanering har uppnåtts. Om rutiner upprättas vilket är önskvärt förutsätts att personalen följer dem. För analysen innebär det att torkmaskinerna i dagsläget förutsätts vara i drift, men att det stoppas efter investering/utbildning i brandskydd. Effekten av personalens släckinsats påverkas inte av eventuella investeringar i brandskydd.

6.2.3 Argonitesystem

Eftersom systemet aktiveras på ett mycket tidigt stadium antas att branden släcks omedelbart. Det innebär att bränder med medel och stor potential stannar vid en konsekvens som i stort sett motsvarar liten brand när systemet aktiveras.

6.2.4 Brandgasventilation

Effekten av brandgasventilationen är svårbedömd om torkmaskinerna är i drift. Rökluckorna sitter i den del av lokalen där luften tillförs och där är undertrycket relativt stort. Det innebär att det är möjligt och rent av troligt, att luckorna kommer att fungera som extra tilluftsöppningar vid mindre bränder och därmed kommer brandgaserna att spridas inne i lokalen (se figur 6.3) När branden har växt sig starkare och brandflödet har ökat är det dock sannolikt att de kommer att ha avsedd funktion. Då har förmodligen torkmaskinerna också stoppats. För att nå klarhet i händelseförloppet bör en CFD-modellering genomföras. Det är i dagsläget oerhört tidsödande och kräver stor datorkapacitet. Följaktligen kommer brandgasventilationens inverkan på brandförloppet att grundas på ingenjörsmässiga bedömningar.



FIGUR 6.3 Luftflöden och brandgasspridning. Möjligt scenario vid mindre brand i exempelvis område 2 där brandgasventilatorerna blir extra tilluftsöppningar till processventilationen.

I händelsestråden kommer ventilationens inverkan på brandförloppen att utgå från följande antaganden:

- 1) För medelstora bränder bedöms att brandgasventilationens skadebegränsande effekt vara försumbar främst p.g.a. stora luftrörelser i lokalen som omöjliggör tvåzonsbildning. Det innebär att skadekostnaden efter en liten brand antas vara oberoende av om brandgasventilatorerna öppnas eller ej. De stora öppningarna i gränsen mellan område 2 och 5, samt mellan 3 och 4 medför att båda områdena kommer att få icketermiska skador av en medelstor brand. Brandgasventilationen antas för närvarande inte påverka brandgasspridningen mellan dessa områden.
- 2) När rökskärmen mellan område 2 och 5 har installerats och det enligt förslag är rutin att stoppa torkmaskinerna vid brand, görs bedömningen att bara det brandutsatta området får icketermiska skador efter en medelstor brand, förutsatt att brandgasventilatorerna öppnas. Om luckorna inte öppnas kommer båda områden att få icketermiska skador.
- 3) Simuleringar i CFAST har genomförts för ett utrymme motsvarande område 4. Resultatet visas i bilaga 4. Slutsatsen är att det är brandgaslagrets höjd över golvet som påverkas mest om luckorna öppnas eller ej. Visserligen påverkas temperatur och strålning från brandgaslagret, men de ligger på en sådan nivå att det troligtvis har mindre inverkan på förloppet. Därmed antas att brandgasventilationen inte påverkar skadorna av en stor brand.
- 4) Brandgaslagrets höjd över golvet påverkar rökdykargruppens möjligheter att lyckas med sin insats. Det är därför motiverat att justera sannolikheten för att brandkåren misslyckas beroende på brandgasventilationens funktion. Det är mycket svårt att bedöma och eftersom det inte har någon betydelse i den relativa jämförelsen mellan dagens förhållanden och situationen efter investering, försummas effekten på räddningstjänstens insats. I en kommande känslighetsanalys kommer det att visa sig att denna förenkling har försumbar inverkan på resultatet.

Summerat leder ovanstående resonemang till att skadeverkningarna antas vara oberoende av brandgasventilationens funktion, men i område 2 och 5 påverkas brandgasernas spridningsmöjligheter efter att föreslagna åtgärder vidtagits.

Det kan tyckas vara märkligt att brandgasventilationen ges så liten inverkan på förloppet. I känslighetsanalysen som genomförs längre fram i rapporten kommer det att visa sig att de faktorer som påverkas av om luckorna öppnas eller ej kommer att ha mycket lite inverkan på resultatet. Vid en specifik brand kan däremot effekten av ventilationen vara stor, men eftersom det är den förväntade konsekvensen som studeras kan denna förenkling göras.

6.2.5 Sprinklersystemet

Sprinklersystemet bedöms ha samma effekt som personalen. När sprinklern aktiveras över en medelstor eller stor brand blir konsekvensen densamma som för en liten brand. Det är detsamma som att sprinklern släcker branden, vilket är väl i överkant av sprinklerns förmåga eftersom systemet i första hand är dimensionerat för att begränsa branden. Om sprinklern aktiveras är dock räddningstjänsten förutsättningar mycket goda och risken för att branden skall spridas bedöms obefintliga. Det är en förenkling som anses godtagbar. Effekten av sprinklerna påverkas inte av eventuella investeringar i brandskydd.

6.2.6 Räddningstjänstens ingripande

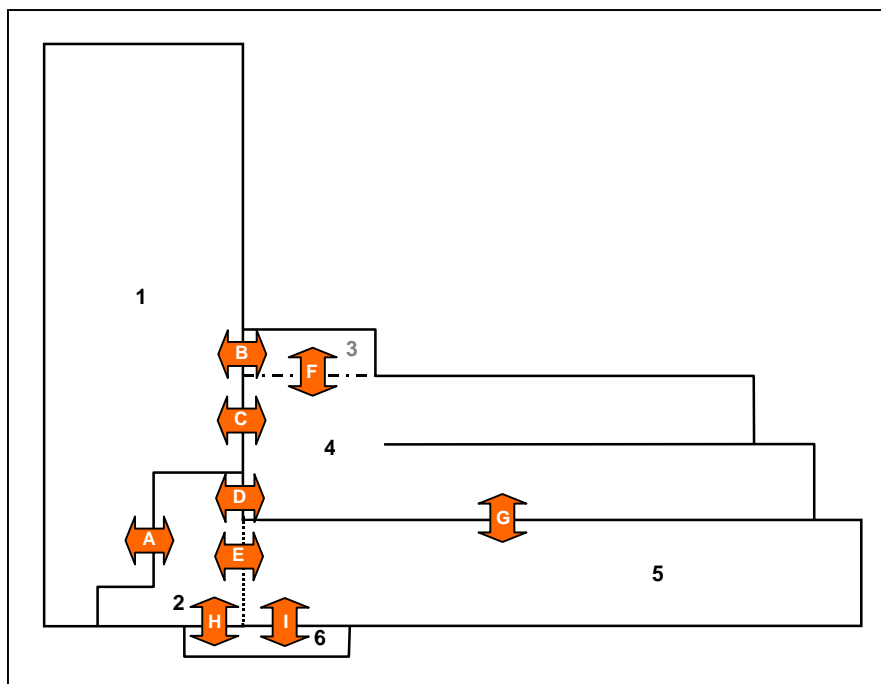
Insatsen har tidigare i rapporten delats in i tre utfall: "släcker snabbt", "släcker långsamt" samt "misslyckas". Om brandförsvaret släcker snabbt blir konsekvensen motsvarande liten brand, släcker långsamt motsvarar medelstor brand och misslyckas innebär att branden ger alla de skador som den har potential att frambringa. Räddningstjänstens ingripande påverkas inte av om föreslagna investeringar genomförs.

6.2.7 Passiva system

De passiva brandskyddssystemen har ingen betydelse för brandförloppet i varje område utan de inverkar först när branden sprids mellan områdena i byggnaden. De kommer därmed in i konsekvensen av stor och i vissa fall medelstor brand. Brandspridning beskrivs utförligt i avsnitt 6.3.

6.3 Spridning av brand mellan områden

I föregående kapitel som beskriver befintliga brandskyddssystem samt förslag till förbättringar har sannolikheten för att områdesgränserna skall hindra brandspridning bedömts. Nu är det dags att använda funktionssannolikheterna för modellera brandspridningen på TKM. Resonemanget utgår från de 7 delområdena tillsammans med de spridningsvägar som redovisas i figur 6.4. Där har de nio områdesgränserna namngetts med en bokstav A, B, ..., I.



FIGUR 6.4 Möjliga spridningsvägar mellan områdena 1 - 6. Möjligheten för brandspridning till och från område 7 bedöms vara försumbar och irrelevant för resultatet.

I brandspridningsanalysen ingår inte ställverken (område 7). Anledningen är att den brandtekniska statusen är god och med aktuell brandbelastning är det mycket osannolikt att en brand kommer att spridas från ställverken. Naturligtvis är det möjligt, men under rådande förhållanden är det en godtagbar förenkling. Det omvända fallet när brand sprids till ett ställverk stryks också ur analysen eftersom det förutsätter stor brand i omkringliggande område och då är

redan produktionen utslagen. Därmed bedöms de skador som uppstår om även ställverket slås ut vara försumbara.

Brandspridning är endast möjlig vid stor brand, men för vissa områden kommer även en medelstor brand att ge skadeverkningar utanför områdesgränserna. Dessa båda fall redovisas i separata av snitt. För stor brand görs förenklingen att branden *kan* pågå och ge total skada i ett område *utan* att andra områden påverkas.

6.3.1 Medelstor brand

Enligt definitionen kan inte en medelstor brand spridas från startområdet. Om områdena separeras med täta väggar kommer skador endast uppstå i startområdet. Dessvärre gäller inte detta för TKM med den områdesindelning som gjorts, utan det är troligt att brandgaser kommer att spridas mellan områdena. När det är möjligt antas att *båda* områdena måste saneras. Det är tänkbart i följande tre fall:

- 1) Brand i område 3 kommer att medföra att brandgaser sprids in till område 4 via gräns E som innehåller två stora öppningar vilka saknar portar. Om en medelstor brand inte släcks på ett tidigt stadium antas att båda områdena måste saneras. Om det passiva brandskyddet förbättras enligt givna förslag kommer brandgaser inte att kunna spridas mellan områdena.
- 2) Brand i område 2 medför i dagsläget att brandgaser sprids till område 5 via gräns D, som är helt öppen. Om branden inte släcks snabbt måste båda områdena saneras. Efter installation av röskärm sker inte denna spridning förutsatt att brandgasventilatorerna öppnas.
- 3) Lika som punkt 2, fast omvänt.

Detta antagande skulle kunna påverka typbrandfördelningen för berörda områden, men det gör det inte. Anledningen är att den mängd brännbart material som finns i områdena vida överstiger gränsfall för sanering som redovisas i tabell 3.10.

6.3.2 Stor brand

För att kunna beräkna den förväntade konsekvensen av en stor brand i varje område måste funktionssannolikheterna för att en områdesgräns hindrar brandspridning, givet stor brand i området, vara kända. Dessa har tidigare bedömts och redovisats. Därmed kan sannolikheten för att branden sprids till ett eller flera utrymmen beräknas.

Eftersom sex av de sju delområdena på TKM ingår i brandspridningsanalysen innebär det att det inledningsvis finns sex möjliga alternativ: stor brand i område 1, 2, ..., 6. Därefter kan ett stort antal olika kombinationer av brutna och icke brutna områdesgränser identifieras. Områdena separeras av totalt nio gränser vilka kan anta två tillstånd: "hindrar spridning" och "hindrar inte spridning". Det innebär att det totalt blir 2^9 kombinationer, där områdesgränser hindrar respektive inte hindrar brandspridning, för varje brand. I bilaga 6 redovisas tabeller med kombinationerna samt sannolikheten för att de skall inträffa. Problematiken kan belysas med följande exempel.

Exempel "Brandspridning"

Antag att en stor brand startar i område 1 och att samtliga släckförsök misslyckas. Det innebär att branden kan spridas, men frågan är: var och hur? En möjlig spridningsväg är att den sprids direkt till område 2 via A, men den kan också spridas till område 4 via C och sedan fortsätta genom G till område 5 och slutligen via E till område 2. Ett annat alternativ är att den sprids till 3 via B och sedan till 4 via F och slutligen via D till område 2. Om A, B och C håller kommer branden inte att spridas, eller och så sprids den via C till 4, o.s.v.

Som exemplet visar är situationen komplicerad och antalet alternativ många. Vid beräkningarna av brandförloppen för fallet *stor brand där släckförsök misslyckas* borde händelseträden i bilaga 5 byggas på med alla olika spridningsfall. Det innebär emellertid att träden skulle bli gigantiska och åskådligheten obefintlig. Därför kommer i stället det förväntade brandspridningen att beräknas för varje område. Beräkningen utgår från funktionssannolikheterna för områdesgränserna som presenterats i tidigare kapitel samt i bilaga 6.

Eftersom syftet är att beräkna skadekostnaden av en brand är det avsevärt enklare att räkna fram den förväntade skadekostnaden av en stor brand direkt. Beräkningarna genomförs i datorprogrammet MATLAB och de redovisas i sin helhet i kapitlet 7 om ekonomiska konsekvenser. Beräkningarna kommer därmed inte att presenteras i detta stadium av rapporten.

Sammantaget kan metodiken vid bedömning av brandspridning för medelstor och stor brand upplevas inkonsekvent. Anledningen är att en stor brand förutsätts stanna i startområdet där spridning regleras med gränsernas funktionssannolikheter, medan en medelstor brand i två fall förutsätts ge skador på angränsande områden. Denna paradox är endast skenbar eftersom motsvarande resonemang som förs för liten brand även förs för stor, skillnaden är att förloppen regleras med sannolikheter i spridningsmatrisen.

7 Förväntade ekonomiska konsekvenser

I detta kapitel kommer den ekonomiska konsekvensen p.g.a. brand att bestämmas. Konsekvensen som kallas skadekostnad och betecknas K , är specifik för varje delområde och för varje typbrand. För alla bränder som medför konsekvens motsvarande en liten brand används schablonmässiga skadekostnader som bedömts för TKM. För medelstor och stor brand delas skadekostnaden upp i tre delar: egendomskostnader, avbrottskostnader och dolda kostnader. Till största delen grundas alla kostnader på subjektiva bedömningar och varje bedömnings inverkan på resultatet kommer att granskas i en känslighetsanalys längre fram i rapporten.

För att skydda sig mot stora ekonomiska konsekvenser har Skutskärs Bruk ett försäkringsavtal med Skandia AB, vilket omfattar en egendomsförsäkring och en avbrottsförsäkring. Självrisken i egendomsförsäkringen är 20 basbelopp à 36400 kr. För avbrottsförsäkringen gäller en självrisk på 1% av 12 månaders täckningsbidrag och en ansvarstid på 18 månader.

7.1 Introduktion och bedömningsförutsättningar

7.1.1 Egendomskostnader

Egendomskostnaderna betecknas K_E och uppkommer när material, utrustning och byggnad förstörs av branden.

Bedömningen av egendomskostnaderna i respektive område grundas på en värdering av produktionslinjerna på TKM som ekonomiavdelningen har gjort i samarbete med försäkringsbolaget. Där redovisas det aktuella värdet för all produktionsutrustning inklusive byggnaden för varje produktionslinje (se tabell 7.1). 90% av det totala värdet för varje linje bedöms finnas i de områden där produktionen sker, d.v.s. 2, 4 och 5. Resterande 10% antas vara jämt fördelade i övriga områden. Lagrets värde beräknas utifrån i dagsläget aktuella lagringvolymer.

Egendomskostnaden efter stor brand i ett ställverk bedöms vara 40 Mkr för samtliga ställverk. Siffran grundas på bedömningar av personal på automationsavdelningen och speglar kostnaden för att bygga ett nytt ställverk. Det är inte sannolikt att ett gammalt ställverk som har totalförstörts byggs upp inne i TKM.

Till egendomskostnaderna räknas också saneringskostnaderna som uppkommer efter en medelstor eller stor brand som räddningstjänsten inte lyckas släcka innan gränsfall för sanering uppnåtts. Saneringskostnaden beror av vad som måste saneras, men 500 kr per timma kan användas som ett genomsnittligt riktvärde. Uppskattade saneringstider för respektive område redovisas i tabell 7.3 i avsnittet om avbrottskostnader.

I analysen förutsätts att samtliga egendomskostnader täcks av företagets egendomsförsäkring.

TABELL 7.1 Värde för respektive produktionslinje i TKM, samt mellan vilka områden värdet är fördelat. Värdet omfattar byggnad och produktionsutrustning.

Produktionslinje	Kvalitet	Torkmaskin	Område	Värde [Mkr]
1	STORA 61	TM7	1, 2, 5, 6, 7	435
2	FLUFF	TM8/TM9	1, 3, 4, 7	580
3	STORA 32	TM6	1, 2, 5, 6, 7	340

7.1.2 Avbrottskostnader

Avbrottskostnaderna betecknas K_A och innefattar alla kostnader som företaget drabbas av om det blir stopp i produktionen. Det är t.ex. förlorade försäljningsintäkter, kostnad för personal som inte kan utnyttjas, m.m. Det innebär att K_E med andra ord kan uttryckas som *förlust av täckningsbidrag*

Beräkningen av K_A för område 1 - 7 utförs med bakgrund av de bedömningar av pris och produktionsvolym som gjorts av företagets marknads- samt ekonomiavdelning (se tabell 7.2). Där presenteras även täckningsbidrag per dygn för respektive linje, som har beräknats med hjälp av ekvation (xvi).

EKVATION (xvi) TÄCKNINGSBIDRAG

$$TB = DP \cdot (FP - FÖK - RK)$$

TB - Täckningsbidrag [kr/dygn]

FP - Försäljningspris [kr/ton]

FÖK - Försäljningskostnader [kr/ton]

RK - Rörliga produktionskostnader [kr/ton]

DP - Dygnsproduktion [ton]

TABELL 7.2 Sammanställning av producerad volym, kostnader och intäkter för respektive produktionslinje.

Produktion				Försäljningskostnader		Produktionskostnader		Täckningsbidrag	
Linje	Kvantitet [ton/dygn]	Kvalitet	Försäljningspris [kr/ton]	Rabatt [%]	Frakter [kr/ton]	Rörliga [kr/ton]	Fasta [kr/ton]	TB per ton [kr/ton]	TB per dygn [kk/dygn]
TM6	500	STORA 32	4.346	7	200	2.000	1.000	1.842	920,9
TM7	500	STORA 61	3.936	8	100	1.770	1.050	1.751	875,6
TM8	400	FLUFF	4.674	3,5	530	2.350	1.020	1.630	652,2
TM9	250	FLUFF	4.674	3,5	530	2.350	1.020	1.630	407,6

LITEN BRAND

För att kunna beräkna den totala avbrottskostnaden för varje område måste avbrottstiden vara känd. För liten brand är det enkelt eftersom denna typbrand inte föranleder något produktionsstopp, och om den gör det blir det så kort att konsekvensen kan försummas.

MEDELSTOR BRAND

För medelstora bränder antas avbrottstiden i stort sett vara densamma som saneringstiden, som har bedömts i samarbete med saneringsföretaget Gävle Sanering AB. Tiderna är grova bedömningar och skall endast användas som riktvärden. Saneringstiden för områdena redovisas i tabell 7.3. I tabellen framgår att det är område 4 och 5 som har längst saneringstid.

Det beror på att områdena är störst till ytan samt att de innehåller torkmaskinerna vilka vardera tar ca 500 timmar att sanera.

Sanering av ställverk redovisas separat i avsnittet om skadekostnader i ställverk och det värde som redovisas i tabell 7.3 är det förväntade värdet för område 7.

TABELL 7.4 Saneringstider för områdena på TKM. Tiderna bygger på bedömningar av Gävle Sanering AB. * Ställverken redovisas i eget avsnitt.

Område	1	2	3	4	5	6	7
Saneringstid[dygn]	14	21	7	42	50	14	30

Om produktionsstoppet/saneringstiden överstiger 14 dagar bedömer marknadsavdelningen att 2-3 kunder tillsammans à 20.000 årston byter till en annan leverantör. Dessa kan "köpas tillbaka" genom att rabattera försäljningen och samtliga kunder bedöms återvända. Det medför ca 3.280 kkr i förlorade försäljningsintäkter. Den minskade intäkten antas täckas av avbrottsförsäkringen eftersom ingen saneringstid är längre än ansvarstiden.

STOR BRAND

Stor brand medför att området måste återuppbyggas innan produktionen kan komma igång. Den tiden är avsevärt svårare att bedöma eftersom den bl.a. beror på befintlig utrustnings tillgänglighet, tillgång på konstruktörer etc.

Återuppbyggnadstiden har även den bedömts i samråd med personal på bruket. Resultatet visas i tabell 7.4. Vid brand i ställverk bedöms återuppbyggnaden i samtliga fall vara 3 månader. Avbrottskostnaden beräknas på samma sätt som för medelstor brand, d.v.s. som förlust av täckningsbidrag.

TABELL 7.4 Bedömda återuppbyggnadstider för delområdena på TKM.

Område	1	2	3	4	5	6	7
Återuppbyggnadstid [dygn]	90	180	90	365	365	180	90

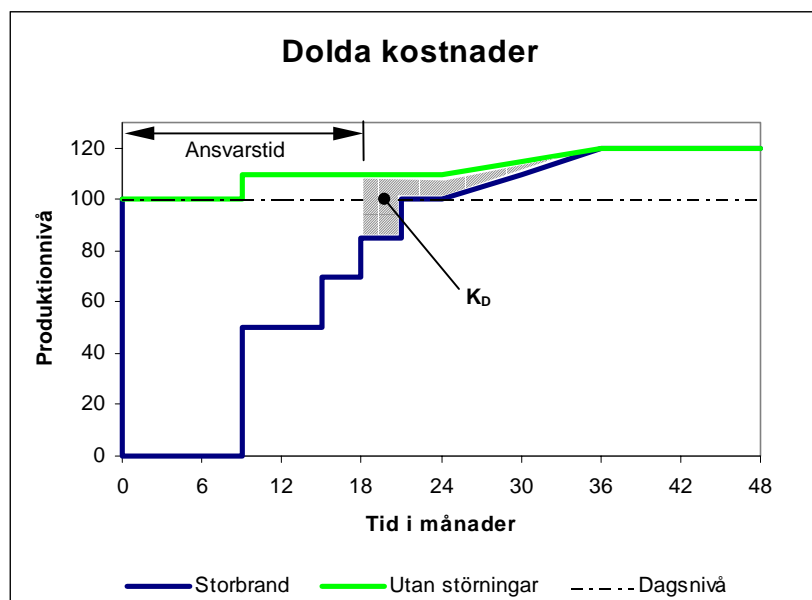
7.1.3 Dolda kostnader

Dolda kostnader betecknas K_D och är alla kostnader som inte täcks av företagets försäkringar. Ett exempel på en dold kostnad är förlust av marknadsandelar. Det innebär att företaget inte kan sälja sina produkter eftersom kunderna har bytt leverantör under avbrottstiden. Dessa kostnader täcks i vissa fall av avbrottsförsäkringen, men om inte marknaden har svängt till företagets fördel när ansvarstiden för försäkringen går ut blir effekterna kännbara. Ett annat exempel är produktionsnivån inte hinner höjas upp till avsedd nivå. Det kan beskrivas med följande *hypotetiska* exempel som utgår från figur 7.1.

Exempel "Dolda kostnader"

Grön kurva - "Utan störningar": I dagsläget är efterfrågan av produkten hög och efterfrågan på marknaden bedöms öka de kommande 5 åren, enligt marknadsavdelningens prognos. Med anledning av detta har investeringar för att höja produktionen genomförts. När alla investeringar är realiserade, vilket bedöms vara fallet om 9 månader, kan produktionsnivån höjas med 10%. Därefter kan linjerna justeras och kompletteras med målsättningen att produktionen skall ha ökat med totalt 20% inom 36 månader från dags datum.

Marinblå kurva - "Storbrand": Antag nu att en storbrand inträffar vid tiden 0 (idag). Produktionen slås ut över en natt och återuppbyggnadsarbetet börjar omedelbart. Efter 9 månader kan produktionen startas till 50% av vad den var innan branden. Efter 18 månader, när företagets avbrottsförsäkring löper ut, har produktionen nått upp till 85% av tidigare nivå, men egentligen är den förhållandevis lägre eftersom genomförda investeringar skulle ha medfört ökad produktion. Fram till 18 månader täcker försäkringen den förlorade intäkterna, men vad händer sedan? Enligt exemplet nedan tar det ytterligare 18 månader innan produktionen har nått avsedd nivå innan brand. Det innebär att företaget får dolda kostnader som inte täcks av någon försäkring och som kan vara omfattande. I figuren nedan visas de som det streckade området.



FIGUR 7.1 Exemplifiering av dolda kostnader K_D till följd av sänkt produktion. Ansvarstiden i försäkringen är 18 månader. Stor brand utbryter vid tiden 0.

Vilka dolda kostnader kan tänkas uppkomma efter en brand på TKM? Svaret är inte en enda! Detta ovanliga faktum är slutsatsen av diskussioner med ansvariga för ekonomi-, produktions- och marknadsavdelningen på Skutskärs bruk, samt RM-avdelningen i koncernen. Slutsatsen grundas på följande bakgrundsmaterial.

Dolda kostnader som är marknadsrelaterade bedöms av både ekonomi- och marknadsavdelningen som osannolika. Anledningen är konjunkturen är på uppgående och att det råder brist på massa, både nationellt och internationellt. Det medför att produktionen i dagsläget är trång sektor och trenden på massamarknaden bedöms hålla i sig inom en överskådlig framtid. Det förstärks bl.a. av att USA:s roll på marknaden minskar till följd av att ökade miljökrav har medfört att massaindustrier läggs ned i stället för att uppgraderas.

Att dolda kostnader skulle uppstå i produktionen enligt figur 7.1 bedöms inte heller vara sannolikt. Anledningen är att ansvarstiden är väl tilltagen och det inte kommer att vara några problem att hitta ersättningsutrustning så att produktionen kan gå för fullt innan ansvarstiden går ut. En annan faktor som stärker slutsatsen är att det produktionssteg som inryms i TKM är relativt okänsligt för störningar och därmed bli det enklare att starta upp produktionen och snabbt nå önskvärd nivå.

7.2 Schablonvärden för ringa konsekvenser

7.2.1 Liten brand

Eftersom fallet liten brand omfattar ett stort antal möjliga bränder med de enda gemensamma faktorerna att de slocknar själv och att de inte medför avbrott i produktionen, är det svårt att bestämma en exakt skadekostnad för varje brand. För att göra kostnadsbedömningen hanterbar har konsekvensen av en liten brand getts ett fast värde som inkluderar skador på utrustning, administrativt arbete m.m. Bedömningen har gjorts i samråd med personal på företaget. För Skutskärs Bruk bedöms varje liten brand kosta i medeltal **15 kkr**.

7.2.2 Medelstor brand

Konsekvensen av dessa bränder blir större än 15 kkr. Anledningen är att mer utrustning förstörs, brandförsvaret måste kallas till platsen, släckvatten kan orsaka skador på utrustning och dessutom måste vattnet tas bort. Eftersom områdena har olika känsligt innehåll med varierande värde kommer skadekostnaden att variera mellan områdena. På samma sätt som för fallet liten brand kommer konsekvensen skattas till ett fixt värde. Det varierar mellan områdena och redovisas i tabell 7.1. Även här har bedömningen gjorts i samråd med personal på Skutskärs Bruk.

TABELL 7.1 Fast värde på skadekostnad efter medel och stor brand som släcks snabbt.

Område	Skadekostnad
1	30 kkr
2	125 kkr
3	40 kkr
4	125 kkr
5	125 kkr
6	100 kkr
7	125 kkr

Dessa konsekvenser gäller för sluthändelserna "personalen släcker", "sprinkler släcker", "argonitesystemet släcker" och "brandförsvaret släcker snabbt".

7.3 Område 1 - Massamagasin

7.3.1 Medelstor brand

En medelstor brand i massamagasinet kommer att smutsa ned hela lokalen och hela eller delar av den fluff- och pappersmassa som finns i lager. Det medför att lokalen måste saneras samt att den rök- och brandskadade massan kasseras. Eftersom lagringsvolymen varierar beroende på marknadsläget går det inte att beräkna ett exakt värde av lagret. Därför används den dagsaktuella lagringsvolymen som riktvärde. Eftersom massan lagras i höga staplar där en stor del inte kommer att exponeras för brandgaserna är det osannolikt att hela lagret måste kasseras. Ett värde på ca 20% av lagrad massa anses vara mer representativt för brandskadorna på lagret.

Förutom färdiglager tillkommer kostnader för den utrustning som förstörs av branden alternativt brinner upp. Värdet av brandskadad utrustning bedöms vara 3% av områdets totala värde som är 67,8 Mkr.

Avbrottskostnaderna beräknas på ett produktionsstopp i samtliga linjer om 2 dagar till följd av sanering. Saneringstiden av lokalen är i och för sig längre, men eftersom produktionen inte pågår inne i lagret bedöms stoppet hävas så snart automatiken som transporterar massan har sanerats.

EGENDOMSKOSTNADER

STORA 32: 20% × 4000 ton à 3842 kr/ton	3.100 kkr
STORA 61: 20% × 4000 ton à 3521 kr/ton	2.800 kkr
FLUFF: 20% × 2000 ton à 3980 kr/ton	1.600 kkr
Skadad utrustning	2.010 kkr
Sanering: 14 dygn à 500 kr/h	168 kkr
Totalt	9.678 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Sanering: 2 dygn × TB/dygn för samtliga linjer	2.856,3 kkr
Totalt	2.856 kkr

7.3.2 Stor brand

Vid en stor brand förstörs allt i området, såväl byggnad som lager. Det innebär att egendomskostnaderna blir de samma som värdet av området inklusive lager. Även i detta fall antas produktionen kunna startas innan hela lagret är uppbyggt. Ett totalstopp på 14 dygn är troligt eftersom det måste röjas upp och alternativa transport och lagringsmöjligheter måste hittas.

EGENDOMSKOSTNADER

STORA 32: 4000 ton à 3842 kr/ton	15.368 kkr
STORA 61: 4000 ton à 3521 kr/ton	14.084 kkr
FLUFF: 2000 ton à 3980 kr/ton	7.960 kkr
Värde av byggnad och maskiner	67.800 kkr
Totalt	105.212 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Röjning/nytt lager: 14 dygn × TB per dygn för samtliga linjer	19.994 kkr
Totalt	19.994 kkr

7.4 Område 2 - Emballering

7.4.1 Medelstor brand

En medelstor brand i område 2 kommer sannolikt att förstöra viktig produktionsutrustning. Värdet av den totalförstörda utrustningen uppskattas till 5% av det totala värdet i området, vilket uppgår till 69,8 Mkr. Avbrottskostnaderna beräknas på saneringstiden som tidigare uppskattats till 21 dygn. Det kommer att medföra stopp i TM6 och TM7. Eftersom stoppet är längre än 14 dagar tillkommer förlorade intäkter till följd av rabatter till kunder som bytt leverantör.

Eftersom gränsen mellan område 2 och 5 i dagsläget inte hindrar brandgasspridning kommer även sanering av område 5 att bli nödvändig. I kostnadsberäkningarna kommer därför avbrottskostnaderna för område 2 och 5 att *adderas* när konsekvensen av en medelstor brand skall beräknas. Efter installation av en brandgasskärm mellan områdena förhindras denna utökade konsekvens.

EGENDOMSKOSTNADER

Förstörd utrustning: $0,05 \times 69.800$	3.490 kkr
Sanering: 21dygn à 500 kr/h	252 kkr
Totalt	3742 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Sanering: 21 dygn $\times (920,9+875,6)$ kr/dygn	37.726 kkr
Kundrabatter: 2-3 kunder à 20.000 årston	3.280 kkr
Totalt	41007 kkr

7.4.2 Stor brand

En stor brand medför att byggnaden och utrustning totalförstörs. Det innebär att återuppbyggnad är nödvändig och maskinparken måste återinskaffas. Uppbyggnadstiden bedöms vara 180 dygn. Eftersom kunder byter leverantör tillkommer kostnader i form av förlorad intäkt. Branden medför inga dolda kostnader.

EGENDOMSKOSTNADER

Värde av byggnad och maskiner	69.800 kkr
Totalt	69.800 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Återuppbyggnad: 180 dygn $\times (920,9+875,6)$ kr/dygn	323.370 kkr
Kundrabatter: 2-3 kunder à 20.000 årston	3.280 kkr
Totalt	326.650 kkr

7.5 Område 3 - Emballagelager

7.5.1 Medelstor brand

En medelstor brand i området kommer främst att smutsa ned eller förstöra emballaget och i viss mån utrustning som finns i område 3, varvid sanering blir nödvändig. Saneringstiden för område 7 har bedömts till 7 dygn. Det totala värdet för område 3 uppgår till 29 Mkr. Den utrustning som förstörs av branden värderas till 1% av det totala värdet.

EGENDOMSKOSTNADER

Förstörd utrustning: $0,01 \times 29.000$ kkr	290 kkr
Sanering: 7 dygn à 500 kr/h	84 kkr
Totalt	374 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Inget avbrott när branden stannar i område 3!	
Totalt	0 kkr

Stora öppningar i områdesgränsen mellan område 3 och 4, i kombination med att det råder undertryck i mot område 4 medför att en medelstor brand i område 3 även medför sanering av område 4, vilket medför stopp i TM8 och TM9. Det är dagens förhållanden och i kostnadsberäkningarna kommer därmed avbrottskostnaderna för områdena att *adderas*. När föreslagna investeringar genomförts kommer endast område 3 att exponeras av den medelstora brandens konsekvenser.

7.5.2 Stor brand

En stor brand totalförstör byggnad, lager och utrustning som måste återuppbyggas. Även i detta fall görs förenklingen och antagandet att produktionen kan fortgå även om området är utslaget.

EGENDOMSKOSTNADER

Värde av byggnad och maskiner	29.000 kkr
Totalt	29.000 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Inget avbrott när branden stannar i område 3!	
Totalt	0 kkr

7.6 Område 4 - TM8/TM9

7.6.1 Medelstor brand

I området pågår produktion och en medelstor brand kommer att medföra att torkmaskinerna samt resten av lokalerna måste saneras. Värdet av den utrustning som förstörs av branden skattas till 1% av totala värdet som är 522 Mkr. Saneringstiden har bedömts till 42 dygn och produktionen förutsätts vara stoppad under saneringstiden. Den långa avbrottet i produktionen medför att 2-3 kunder måste köpas tillbaka med rabatter.

EGENDOMSKOSTNADER

Förstörd utrustning $0,01 \times 522.000$ kkr	5.220 kkr
Sanering: 42 dygn à 500 kr/h	504 kkr
Totalt	5724 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Sanering: $42 \text{ dygn} \times (652,2 + 407,6) \text{ kkr/dygn}$	44.512 kkr
Kundrabatter: 2-3 kunder à 20.000 årston	3.280 kkr
Totalt	47.792 kkr

7.6.2 Stor brand

Om en stor brand inträffar måste hela maskinparken i området återinskaffas. Dessutom måste byggnaden byggas upp och produktionen återstartas. Återuppbyggnaden bedöms ta ett år.

EGENDOMSKOSTNADER

Värde av byggnader och maskiner	522.000 kkr
Totalt	522.000 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Återuppbyggnad: 365 dygn \times (652,2 + 470,6) kkr/dygn	386.827 kkr
Kundrabatter: 2-3 kunder à 20.000 årston	3.280 kkr
Totalt	390.107 kkr

7.7 Område 5 - TM6/TM7

7.7.1 Medelstor brand

En medelstor brand i området kommer att förstöra utrustning och medföra sanering av lokal samt torkmaskiner. Den medelstora branden antas förstöra utrustning motsvarande 1% av totalvärdet för området, vilket är 628 Mkr. Saneringstiden har bedömts till 50 dygn, vilket medför att rabatter måste ges för att återta förlorade kunder.

EGENDOMSKOSTNADER

Förstörd utrustning $0,01 \times 628.000$ kkr	6.280 kkr
Sanering: 50 dygn à 500 kr/h	600 kkr
Totalt	6.880 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Sanering: 50 dygn \times (920,9 + 875,6) kkr/dygn	89.825 kkr
Kundrabatter: 2-3 kunder à 20.000 årston	3.280 kkr
Totalt	93.105 kkr

Eftersom gränsen mellan område 5 och 2 i dagsläget inte hindrar brandgasspridning kommer även sanering av område 2 att bli nödvändig. I kostnadsberäkningarna kommer därför avbrottskostnaderna för område 2 och 5 att *adderas* när konsekvensen av en medelstor brand skall beräknas. Efter installation av en brandgasskärm mellan områdena förhindras denna utökade konsekvens.

7.7.2 Stor brand

Analogt med område fyra måste byggnad, torkmaskiner och annan utrustning återinskaffas. Återuppbyggnadstiden bedöms till ett år.

EGENDOMSKOSTNADER

Värde av byggnad och maskiner	628.000 kkr
Totalt	628.000 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Återuppbyggnad: 365 dygn \times (920,9 + 875,6) kkr/dygn	655.723 kkr
Kundrabatter: 2-3 kunder à 20.000 årston	3.280 kkr
Totalt	659003 kkr

7.8 Område 6 - Kontrollrum

7.8.1 Medelstor brand

En medelstor brand i kontrollrummet bedöms förstöra maximalt 5% av det totala värdet i området som uppgår till 38,8 Mkr. Saneringstiden har beräknats till 14 dygn och under saneringen förutsätts produktionen i TM6 och TM7 vara stillastående.

Anledningen till att värde av skadad utrustning sätts så högt är att det skall spegla kostnaderna för en brand som uppstår i själva kontroll rummet.

EGENDOMSKOSTNADER

Förstörd utrustning $0,05 \times 38.800$ kkr	1.940 kkr
Sanering: 14 dygn à 500 kr/h	168 kkr
Totalt	2108 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Sanering: 14 dygn $\times (920,9 + 875,6)$ kkr/dygn	25.151 kkr
Totalt	25.151 kkr

7.8.2 Stor brand

Återuppbyggnadstiden efter en totalskada skattas till 3 månader. Förmodligen kan produktionen startas tidigare, men för att vara på säkra sidan sätts avbrottstiden till 90 dygn.

EGENDOMSKOSTNADER

Värde av byggnad och maskiner	38.800 kkr
Totalt	38.800 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Återuppbyggnad: 90 dygn $\times (920,9 + 875,6)$ kkr/dygn	161.685 kkr
Kundrabatter: 2-3 kunder à 20.000 årston	3.280 kkr
Totalt	169.965 kkr

7.9 Område 7 - Ställverk

Eftersom område 7 är uppdelad i åtta mindre enheter, där varje enhet är ett enskilt ställverk, kommer den *förväntade kostnaden* för en ställverksbrand att beräknas för varje kostnadsslag. Det kommer visserligen att påverka riskprofilens utseende, men med ytterst marginell effekt eftersom ställverken ger likartade konsekvenser och har likadana brandscenarion. Detta påverkar inte heller den maximala skadan eftersom ställverken är inräknade i det totala värdet för respektive produktionslinje. Efter denna förenkling kan ställverken hanteras som ett homogent område.

Den förväntade kostnaden beräknas med utgångspunkt från den fördelning av bränder mellan ställverken som räknades fram i kapitel 3 och den återges i tabell 7.6 tillsammans med beräknade sanerings- och återuppbyggnadstider. Uppskattningen av saneringstiden utgår från Gävle Sanering AB:s bedömning att det åtgår ca 30 dygn för att sanera ett ställverk på TKM. Kostnaden uppgår till 750 kr/timma.

TABELL 7.6 Information om ställverken som ingår i område 7. Värdet av ställverken har bedömts i samråd med ansvarig personal på automationsavdelningen och avser kostnad för nybyggnation.

Ställverk	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
P(Si/Brand i ställverk)	0,11	0,08	0,28	0,03	0,04	0,20	0,05	0,21
Reglerar linje	TM 6	TM 6+7	TM 6	TM 7	TM 7	TM 8	TM 9	TM 8
Totalt värde [Mkr]	40	40	40	40	40	40	40	40
Saneringstid [dygn]	30	30	30	30	30	30	30	30
Återuppbyggnadstid [dygn]	90	90	90	90	90	90	90	90

Med utgångspunkt från värdena i tabellen ovan i kombination med produktionsinformationen i tabell 7.2 och 7.3, kan egendoms- och avbrottskostnader beräknas. Kostnaderna beräknas enligt samma metod som används i område 1-6. En medelstor brand antas förstöra 2% av ställverkets totala värde, vilket uppgår till 40 Mkr³¹. Återuppbyggnadstiden skattas till 3 månader. Om avbrottsstiden överstiger 14 dagar antas 2-3 kunder byta leverantör och det medför samma kostnad som i tidigare fall. Resultatet av beräkningarna finns i tabell 7.7. När båda kostnadsslagen är kända för samtliga ställverk kan den förväntade kostnaden beräknas med ekvation (xvii).

TABELL 7.7 Egendoms- och avbrottskostnader till följd av medelstor eller stor brand i ett ställverk. Alla kostnader ger i enheten [kkkr].

	Ställverk	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Medelstor brand	EGENDOMSKOSTNADER								
	Förstörd utrustning	800	800	800	800	800	800	800	800
	Sanering	540	540	540	540	540	540	540	540
	Totalt	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1340
	ÅVBROTTSKOSTNADER								
	Sanering	27627	53894	27627	26267	26267	19565	12228	19565
	Kundrabatter	3280	3280	3280	0	0	3280	3280	3280
Totalt	30.907	57174	30907	26267	26267	22845	15508	22845	
Stor brand	EGENDOMSKOSTNADER								
	Totalt värde	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000
	Totalt	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000
	ÅVBROTTSKOSTNADER								
	Återuppbyggnad	78800	137495	78800	58695	58695	58695	36684	58695
	Kundrabatter	3280	3280	3280	3280	3280	3280	3280	3280
Totalt	82080	140775	82080	61975	61975	61975	39964	61975	

³¹ Värdet är uppskattat i samråd med Anders Johansson på automationsavdelningen och det motsvarar kostnaden för nybyggnation.

EKVATION (xvii) FÖRVÄNTADE VÄRDEN FÖR STÄLLVERK

$$V_k = \sum_{i=1}^8 P(Si / Brand i ställverk) \cdot v_{k,i}$$

V_k - Förväntad värde på den variabel som skall beräknas. V är någon av posterna som återfinns i raderna i tabell 7.6.

$P(Si/Brand i ställverk)$ - Sannolikheten för att brand uppstår givet brand i ställverk (tabell 7.5)

$v_{k,i}$ - Värdet på variabeln för ställverk i (tabell 7.6)

Beräkningarna resulterar i motsvarande kostnadstabeller som redovisats för område 1-6, men med skillnaden att det är förväntade värden som redovisas. Dessa återfinns i de två kommande avsnitten. Fortsättningsvis kommer därmed område 7 att betraktas som ett område som har ett visst förväntad skadeutfall.

7.9.1 Medelstor brand

EGENDOMSKOSTNADER

Förstörd utrustning:	800 kkr
Sanering: 750 kr/h	540 kkr
Totalt	1340 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Sanering:	25.558 kkr
Kundrabatter: 2-3 kunder à 20.000 årston	3.050 kkr
Totalt	28.608 kkr

7.9.2 Stor brand

EGENDOMSKOSTNADER

Värde av byggnad samt elektriska komponenter	40.000 kkr
Totalt	40.000 kkr

AVBROTTSKOSTNADER

Återuppbyggnad:	71.739 kkr
Kundrabatter: 2-3 kunder à 20.000 årston	3.280 kkr
Totalt	75.019 kkr

7.10 Förväntad konsekvens efter stor brand

Eftersom stor brand kan medföra att flera områden förstörs måste den förväntade konsekvensen beräknas. Det gör med hjälp av områdesgränsernas funktionssannolikheter före och efter investering i kombination med skadekostnaderna för stor brand som just redovisats för varje område. Eftersom det passiva brandskyddet förbättras efter genomförda åtgärdsförslag kommer den förväntade egendoms- och avbrottskostnaden att variera.

Eftersom det finns ett stort antal möjliga scenarion utförs beräkningarna i datorprogrammet MATLAB. Indatafilerna finns i bilaga 8 och beräkningarna utgår från

spridningssannolikheterna som redovisas i bilaga 7. Principiellt går beräkningarna till på följande sätt.

En matris som reglerar spridningen definieras enligt tabell 7.8 och 7.9. Noll i ett fält innebär att branden finns i brandcellen eller att brand spridning är omöjlig eftersom områdena inte gränsas mot varandra. För övrigt återger elementen sannolikheten för att branden skall spridas från ett utrymme till ett annat. Det innebär att matrisen blir symmetrisk och vidare kommer alla sannolikheter för område 7 att vara 0, eftersom det i analysen bortses från fallen spridning till och från området.

När spridningsmatrisen är definierad skapas en ny matris som beskriver konsekvensen av stor brand i respektive område. Den blir av typen 3×7 , eftersom det finns tre olika skadekostnader och sju områden. Den grundas på kostnadsbedömningarna för respektive område. Därefter genomförs matrisberäkningarna i MATLAB och resultatet blir förväntade värden för de tre kostnadsslagen. Eftersom alla sannolikheter för område 7 är 0 stryks det i beräkningarna. Resultatet från MATLAB presenteras i tabell 7.10 och 7.11.

TABELL 7.8 Spridningsmatris med sannolikheter för befintlig anläggning. 1E-8 innebär att gränsen mellan områdena saknar brandmotstånd. Området där branden startar är skuggat.

Till Från	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0,1	0,2	0,2	0	0	0
2	0,1	0	0	0,8	1E-8	0,9	0
3	0,2	0	0	1E-8	0	0	0
4	0,2	0,8	1E-8	0	0,2	0	0
5	0	1E-8	0	0,2	0	0,9	0
6	0	0,9	0	0	0,9	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0

TABELL 7.9 Spridningsmatris med sannolikheter för befintlig anläggning. 1E-8 innebär att gränsen mellan områdena saknar brandmotstånd. Området där branden startar är skuggat.

Till Från	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0,9	0,9	0,9	0	0	0
2	0,9	0	0	0,8	1E-8	0,9	0
3	0,9	0	0	0,9	0	0	0
4	0,9	0,8	0,9	0	0,9	0	0
5	0	1E-8	0	0,9	0	0,9	0
6	0	0,9	0	0	0,9	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0

FÖRE INVESTERINGAR I PASSIVT BRANDSKYDD

TABELL 7.10 Förväntade skadekostnader efter stor brand i område 1 -7 med befintligt passivt brandskydd. Kostnaderna ges i [kkkr].

Område	Egendomskostnader [kkkr]	Avbrottskostnader [kkkr]	Dolda kostnader [kkkr]
1	1.345.779	1.419.533	0
2	1.350.849	1.434.468	0
3	1.348.429	1.420.666	0
4	1.348.429	1.420.666	0
5	1.350.849	1.434.468	0
6	413.996	558.291	0
7	40.000	79.953	0

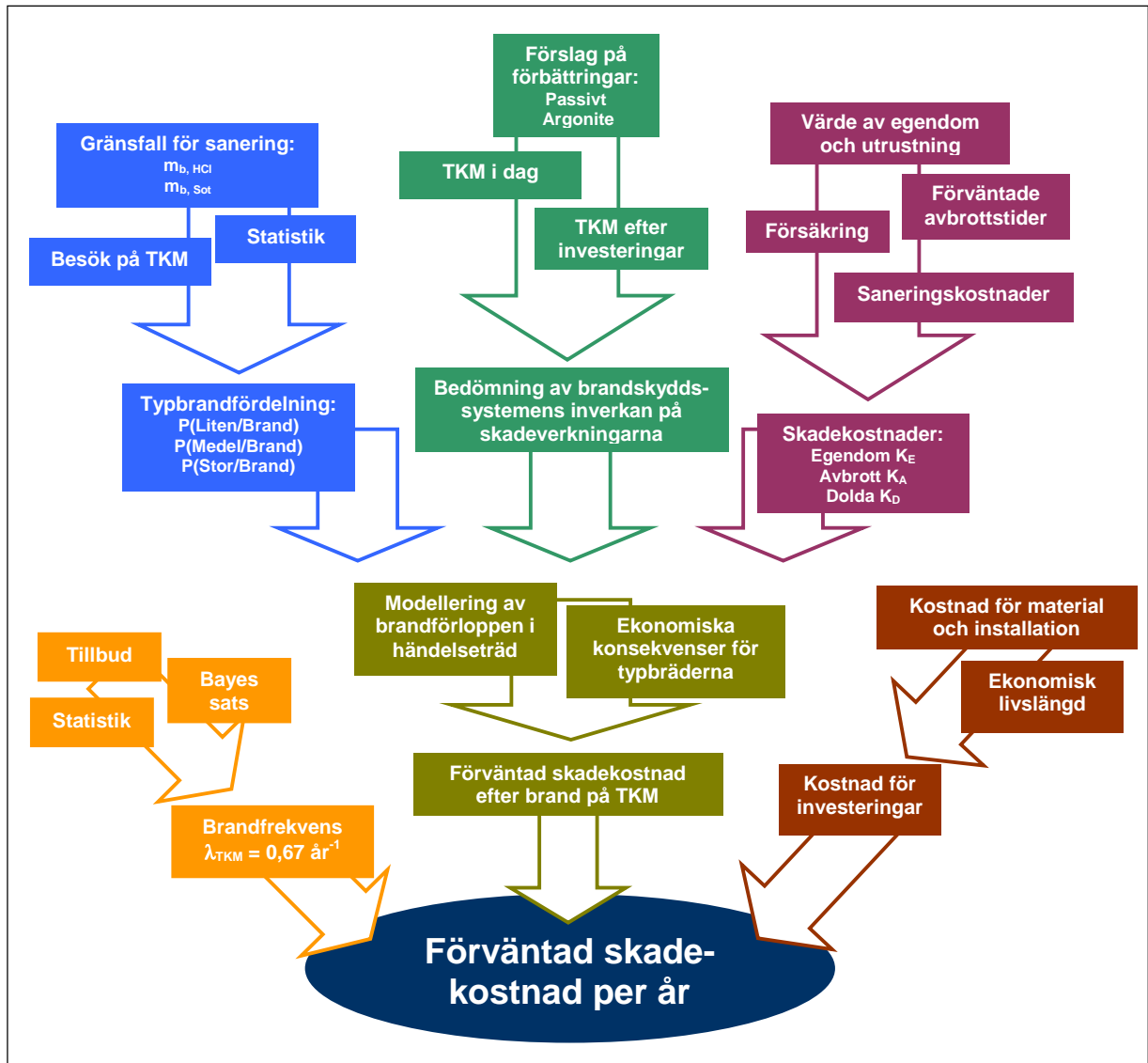
EFTER INVESTERINGAR I PASSIVT BRANDSKYDD

TABELL 7.11 Förväntade skadekostnader efter stor brand i efter genomförda investeringar i förbättrat passivt brandskydd. Kostnaderna ges i [kkkr].

Område	Egendomskostnader [kkkr]	Avbrottskostnader [kkkr]	Dolda kostnader [kkkr]
1	268.246	202.004	0
2	870.018	1.132.787	0
3	127.444	86.996	0
4	742.302	685.799	0
5	870.018	1.132.787	0
6	202.708	379.059	0
7	40.000	79.953	0

8 Förväntad skadekostnad och riskprofil

I detta kapitel kommer föregående kapitel att sammanställas och resultaten av arbetet presenteras. Nu skall beräkningar och bedömningar av brandförlopp sättas samman i syfte att bestämma den förväntade skadekostnaden för brand på TKM, före och efter föreslagna investeringar. Innan beräkningarna börjar kommer en sammanfattning av vad som ligger till grund för beräkningarna. I figur 8.1 nedan knyts de övergripande målen med föregående kapitel samman i ett flödesschema som visar på vilket ställe i processen som de hör hemma.



FIGUR 8.1 Sammanfattning av viktiga moment vid beräkning av den förväntade skadekostnaden per år.

Det som återstår innan resultatet är klart är att bestämma den förväntade kostnaden givet att en brand uppstår. Därefter kan den förväntade skadekostnaden per år beräknas eftersom brandfrekvensen och investeringskostnaderna är kända. Det beskrivs i följande avsnitt.

8.1 Förväntad skadekostnad per brand

Den förväntade skadekostnaden per brand på TKM beräknas i programmet Precision Tree och utgår från händelseträdet som presenteras i bilaga 5.

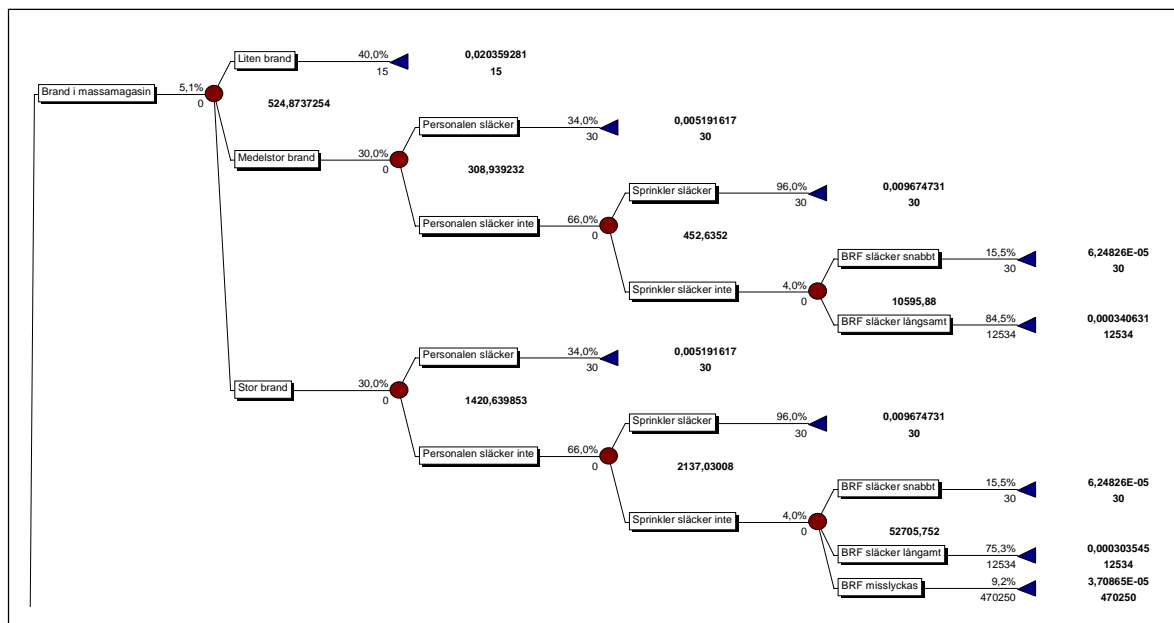
Varje sluthändelse har en ekonomisk konsekvens k_i som beror på typbrand samt i vilket område branden uppstår. Konsekvensen inträffar med en given sannolikhet p_i .

Betrakta händelseträdet i figur 8.2. Bakom varje slutnod (triangel) står ett tal där det övre är p_i och det undre k_i . Den förväntade konsekvensen för brand i massamagasinet beräknas då enligt ekvation (xviii).

EKVATION (xviii) FÖRVÄNTAD KONSEKVENNS

$$k_{magasin} = \sum_{i=1}^n p_i \cdot k_i$$

$k_{magasin}$ - Förväntad konsekvens vid brand i ställverk [kkr]
 p_i - Sannolikheten att konsekvensen inträffar
 k_i - Konsekvens [kkr]
 n - Antal möjliga scenarion/sluthändelser



FIGUR 8.2 Händelseträdet som beskriver brandförlopp i massamagasinet med befintligt brandskydd. Trädet är en gren i det stora händelsetråd som beskriver brand i TKM.

Enligt ett analogt resonemang beräknas den förväntade skadekostnaden för TKM. Den betecknas K och har enheten kkr. Beräkningarna utförs direkt i Precision Tree som använder en ekvation motsvarande (xix).

EKVATION (xix) FÖRVÄNTAD SKADEKOSTNAD VID BRAND I TKM

$$K_{TKM} = \sum_{i=1}^N p_i \cdot k_i$$

K_{TKM} - Förväntad skadekostnad vid brand på TKM [kkkr]
 p_i - Sannolikheten för att scenario i skall inträffa
 k_i - Skadekostnaden för scenario i [kkkr]
 N - Totalt antal scenarion

Beräkningarna genomförs för anläggningen som den ser ut i dag samt för anläggningen efter investering i brandskydd. Resultatet ges i tabell 8.1 nedan. I tabellen presenteras produkten av alla bedömningar och beräkningar som gjorts tidigare i arbetet. Eftersom det ligger stor osäkerheter inbakade i analysen genomförs en känslighetsanalys. Den omfattas alla subjektiva bedömningar i form av kostnader och sannolikheter och redovisas i bilaga 9.

Känslighetsanalysen visar att ingen enskild bedömning har större genomslag än 15% på resultatet. Det medför att värdena i tabellen nedan ger ett acceptabelt riktvärde på den förväntade skadekostnaden per brand. Resultatet kan emellertid vara missvisande om det finns stora systematiska fel i skattningar och bedömningar. Det är dock osannolikt eftersom flera oberoende personer med erforderlig kompetens från företaget har varit delaktiga i bedömningsprocessen.

Den stor fördelen är att resultaten för de olika alternativen beaktas i förhållande med varandra och därmed är det endast de *relativa felet* som påverkar beslutsunderlaget. Dessa bedöms vara mycket mindre eftersom i stort sett alla bedömningar är gemensamma för de olika alternativen.

TABELL 8.1 Förväntad skadekostnad per brand på TKM

Alternativ	Brandskyddslösning	Skadekostnad per brand
1	Befintligt brandskydd - Ingen investering	3335 kkr
2	Investering i passivt brandskydd	1958 kkr
3	Investering i Argonite i ställverken	2594 kkr
4	Investering i passivt brandskydd + Argonite i ställverken	1228 kkr

8.2 Förväntad skadekostnad per år

Det är även intressant att betrakta hur stor kostnad som kan förväntas uppkomma årligen till följd av brand. För att kunna beräkna det måste brandfrekvensen vara känd. Den beräknades i kapitel 3 och resultatet blev $\lambda = 0,67 \text{ år}^{-1}$. Den förväntade skadekostnaden per år som betecknas κ , beräknas med hjälp av ekvation (xx). Resultatet återges i tabell 8.2.

EKVATION (xx) FÖRVÄNTAD SKADEKOSTNAD PER ÅR

$$\kappa_{TKM} = \lambda_{TKM} \cdot K_{TKM}$$

κ_{TKM} - Förväntad skadekostnad per år [kk/år]

λ_{TKM} - Brandfrekvens för TKM [år⁻¹]

K_{TKM} - Förväntad skadekostnad per brand [kk]

TABELL 8.2 Förväntad skadekostnad per år på TKM.

Alternativ	Brandskyddslösning	Skadekostnad per år
1	Befintligt brandskydd - ingen investering	2344 kkr
2	Investering i passivt brandskydd	1312 kkr
3	Investering i Argonite i ställverken	1738 kkr
4	Investering i passivt brandskydd + Argonite i ställverken	823 kkr

Det resultat som presenteras i tabellen ovan ger ett riktvärde på den förväntade årliga skadekostnadsnivån. Det är viktigt att beakta att den är ett förväntat värde som beror på en sammanvägning av små konsekvenser med stor sannolikhet och stora konsekvenser men liten sannolikhet. Tabellen visar att den förväntade skadekostnaden inte helt oväntat är lägst för TKM efter installation av Argonite i ställverken samt förbättring av det passiva brandskyddet, och högst för den befintliga utformningen.

För att resultatet skall vara ett bra beslutsunderlag för företaget (Skutskärs Bruk) är det intressant att undersöka hur kostnaderna fördelas mellan företaget och försäkringsbolaget. Beräkningarna görs på samma sätt som ovan med ekvation xvii och xviii, men med korrigerade konsekvenser. Den kostnad som faller på företaget är alla konsekvenser som är lika stora eller mindre än självrisk. Resten faller på försäkringsbolaget.

Självrisk på egendomsförsäkringen uppgår till 20 basbelopp à 36400 kr. Avbrottsförsäkringens självrisk uppgår till 1% av 12 månaders täckningsbidrag. Med stöd av produktionsinformationen i tabell 7.2 i föregående kapitel beräknas självrisk till ca 10400 kkr. Detta är den största enskilda ekonomiska konsekvens som kan direkt kan drabba Skutskärs Bruk och den betecknas $\kappa_{\text{Skutskär}}$. Resterande del av den årliga skadekostnaden täcker försäkringen och försäkringsbolagets förväntade skadekostnad betecknas $\kappa_{\text{Försäkring}}$. Beräkningarna utförs enligt ekvation (xxi) och (xxii) resultatet visas i tabell 8.3.

EKVATION (xxi) FÖRVÄNTAD SKADEKOSTNAD FÖR SKUTSKÄRS BRUK

$$K_{Skutskär} = \sum_{i=1}^N p_i \cdot k_i \quad \text{där } k_i \leq \text{självriskens för aktuell försäkring}$$

EKVATION (xxii) FÖRVÄNTAD SKADEKOSTNAD FÖR FÖRSÄKRINGSBOLAGET

$$K_{Försäkring} = K_{TKM} - K_{Skutskär}$$

p_i - Sannolikheten för att scenario i skall inträffa

k_i - Skadekostnaden för scenario i [kkkr]

N - Totalt antal scenarion

$K_{Skutskär}$ - Förväntad skadekostnad för företaget [kkkr/år]

$K_{Försäkring}$ - Förväntad skadekostnad för försäkringsbolaget [kkkr/år]

TABELL 8.3 Förväntad skadekostnad per år för Skutskärs Bruk och för försäkringsbolaget.

Alternativ	Brandskyddslösning	$K_{Skutskär}$	$K_{Försäkring}$
1	Befintligt brandskydd - ingen investering	293 kkr	1942 kkr
2	Förbättringar i passivt brandskydd	291 kkr	1020 kkr
3	Installation av Argonite i ställverken	183 kkr	1554 kkr
4	Förbättringar i passivt brandskydd + Installation av Argonite i ställverken	183 kkr	639 kkr

I detta skede kan en för försäkringsbolaget viktig slutsats dras. Den förväntade skadekostnaden $K_{Försäkring}$ sänks avsevärt om föreslagna investeringar genomförs. I synnerhet om det passiva brandskyddet förbättras när den minskar risken för storskador i anläggningen samt hindrar onödig brandgasspridning vid medelstora bränder, vilket ger höga avbrottskostnader.

För att företaget skall kunna rangordna de olika investeringsförslagen måste även kostnaden för respektive förslag vägas in i analysen. I kapitel 5 redovisades kostnadsförslag för de olika åtgärderna och den ekonomiska livslängden för samtliga system sätts till 20 år. Ur företagets synvinkel kostar alla fyra alternativen en viss summa pengar som uttrycks med ekvationen nedan. Kostnaden består av den förväntade skadekostnaden per år samt den årliga avskrivningskostnaden för respektive brandskyddsalternativ. Beräkningarna genomförs enligt ekvation (xxiii) med indata från tabell 8.4 nedan där också resultaten presenteras.

EKVATION (xxiii) ÅRSKOSTNAD FÖR OLIKA BRANDSKYDDALTERNATIV

$$K_{Skutskär} = K_{Skutskär} + \frac{K_{Åtgärd}}{t_e}$$

$K_{Skutskär}$ - Total kostnad för företaget för ett visst åtgärdsförslag [kkkr/år]

$K_{Skutskär}$ - Förväntad skadekostnad för företaget [kkkr/år]

$K_{Åtgärd}$ - Brandskyddsinvesteringens storlek [kkkr]

t_e - Brandskyddsinvesteringens ekonomiska livslängd [år]

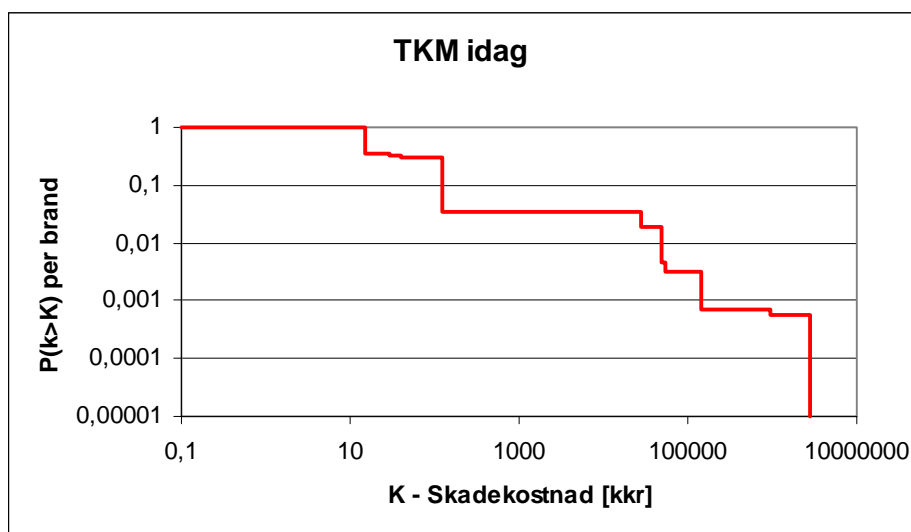
TABELL 8.4 Årlig kostnad för brand och brand skydd på TKM med dagens utformning på brandskyddet samt efter föreslagna investeringsförslag. Kostnaden för respektive investeringsförslag är hämtade från tabell 7.2.

Alternativ	Brandskyddslösning	K _{Skutskär}	Investeringskostnad	Ekonomisk livslängd	Förväntad total kostnad per år
1	Befintligt brandskydd - ingen investering	293 kkr	0	-	293
2	Förbättringar i passivt brandskydd	291 kkr	903 kkr	20 år	336
3	Installation av Argonite i ställverken	183 kkr	1585 kkr	20 år	262
4	Förbättringar i passivt brandskydd + Installation av Argonite i ställverken	183 kkr	2488 kkr	20 år	308

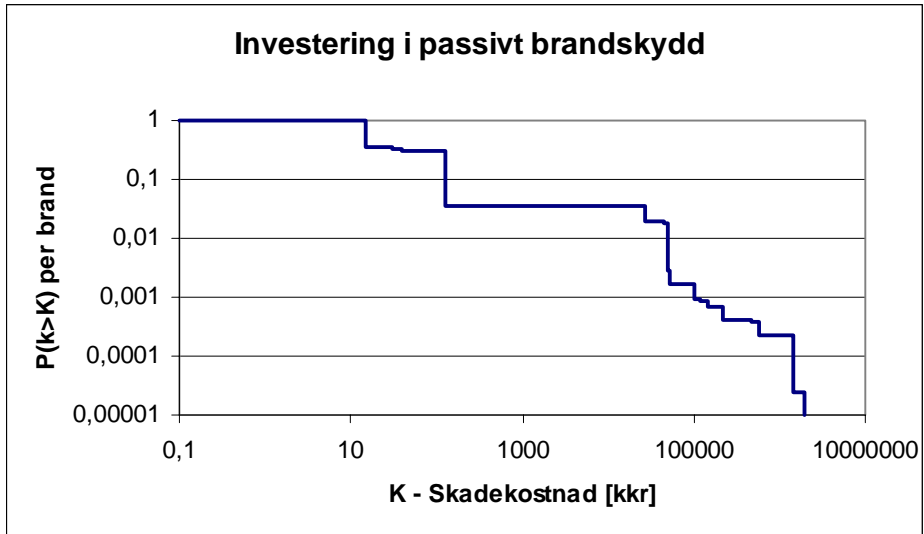
Resultatet i tabellen ovan utgör ett viktigt beslutsunderlag för om företaget skall investera i brandskydd enligt föreslagna åtgärder eller ej. En snabb jämförelse mellan alternativen visar att det enda förslag som medför en sänkning av den för Skutskärs Bruk förväntade totala skadekostnaden per år är alternativ 2, d.v.s. installation av Argonite i ställverken. En uppgradering av det passiva brandskyddet leder till högre totalkostnad. Är det rimligt? Ja! Anledningen är att Argonitesystemet sänker konsekvenser som ligger under självrisken för försäkringen, medan en förbättring i det passiva brandskyddet främst minskar risken för storskada.

8.3 Riskprofiler

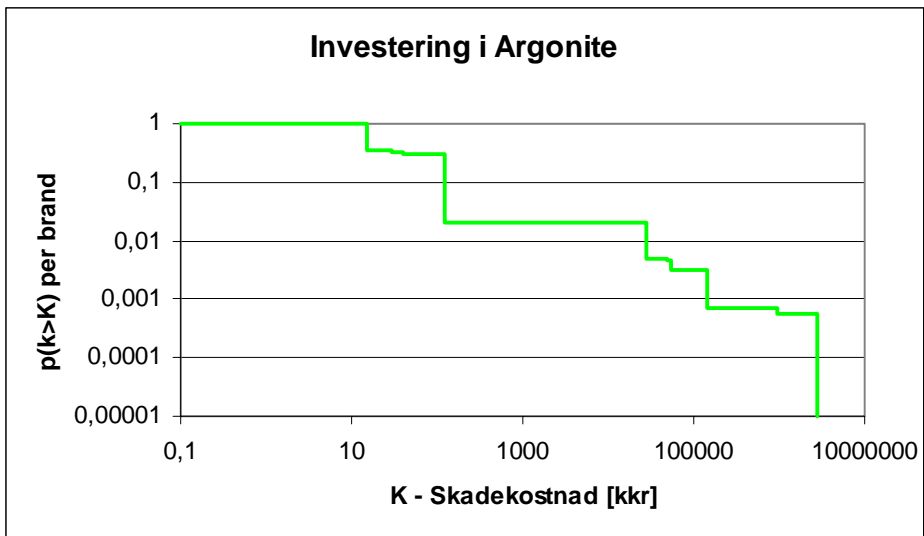
Eftersom den förväntade skadekostnaden per år inte ger någon information om hur den ekonomiska risken är fördelad är det lämpligt att presentera s.k. riskprofiler över de olika alternativen. De anger sannolikheten för att skadekostnaden skall anta ett visst värde, givet brand på TKM. Skadekostnaden betecknad som tidigare K och sannolikheten $P(k > K)$ per brand. Riskprofiler för dagens anläggning samt för de olika investeringsalternativen visas i figur 8.3 - 8.6.



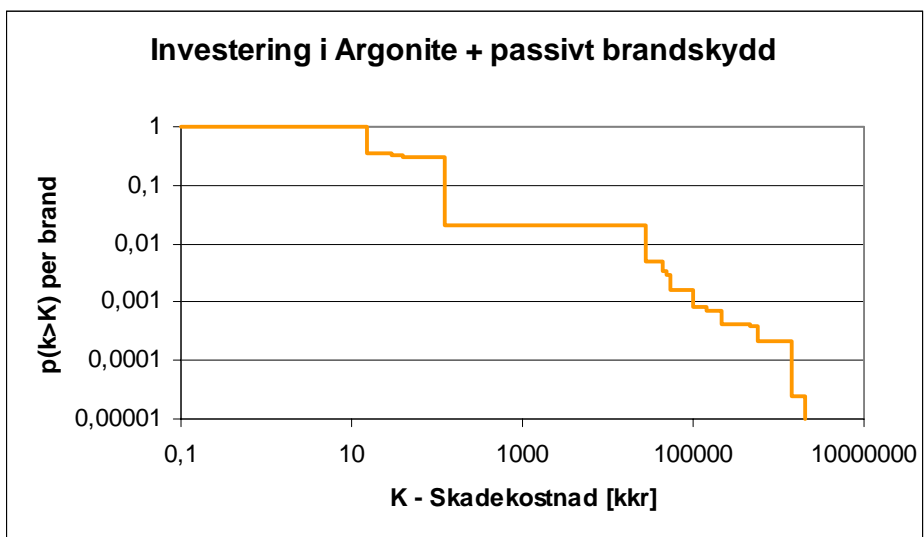
FIGUR 8.3 Observera att skalan på båda axlarna är logaritmisk.



FIGUR 8.4 Observera att skalan på båda axlarna är logaritmisk



FIGUR 8.5 Observera att skalan på båda axlarna är logaritmisk



FIGUR 8.6 Observera att skalan på båda axlarna är logaritmisk

I riskprofilerna tydliggörs de fenomen som tidigare beskrivits, d.v.s. att bättre passivt brandskydd minskar risken för storskada medan argonitesystemet sänker sannolikheten för mindre skador. Naturligtvis ligger samtliga investeringsförslag under den kurva som speglar TKM med dagens utformning på brandskyddet.

8.4 Slutsats

Alla tre investeringsalternativen kommer att ge en sänkning av den förväntade skadekostnaden *per brand*, vilket i och för sig är närmast självklart. Det intressanta är hur investeringarna i brandskydd påverkar den förväntade skadekostnaden *per år* för Skutskärs Bruk och i försäkringsbolaget. Låt oss börja med effekterna för bruket.

FÖR SKUTSKÄRS BRUK är det alternativ 3, d.v.s. att utrusta ställverken med argonit som är det mest gynnsamma ur ekonomisk synvinkel (se tabell 8.4). Det är dessutom det enda alternativ som ger en lägre total årskostnad än vad som kan förväntas i dagsläget. Alternativ 2 och 4 som innebär att det passiva brandskyddet förbättras sänker visserligen den förväntade skadekostnaden per år, men genom att minska de stora skadorna vilka vida överstiger självriskerna i företagets avbrotts- och egendomsförsäkring.

FÖR FÖRSÄKRINGSBOLAGET innebär samtliga investeringsalternativ en sänkning av den förväntade skadekostnaden per år (se tabell 8.3). Störst effekt har de alternativ som innebär att det passiva brandskyddet förbättras. Analogt med resonemanget ovan innebär de att risken för storskador minskar och den typen av skador slår hårt på försäkringsbolaget.

För att kunna jämföra hur skadorna fördelas visas riskprofiler för samtliga alternativ och det finns ingenting i deras utseende som motsäger ovanstående slutsatser.

9 Skall företaget investera i förbättrat brandskydd?

Nu har samtliga beräkningar slutförts och resultaten presenterats. På sätt och vis är arbetet klart eftersom det utgör ett beslutsunderlag som ger indikation på hur investeringsalternativen kan rangordnas utifrån ekonomiska aspekter. I detta kapitel kommer jag att ge min syn på hur resultaten skall tolkas samt vilka fördelar och nackdelar som finns med de olika alternativen, sett från Skutskärs Bruks synvinkel.

ALTERNATIV 1 som innebär att brandskyddet på TKM förblir oförändrat är inte mycket att orda om, utan det kommer endast att utgöra referens till de övriga alternativen.

ALTERNATIV 2 (uppgradering av passivt brandskydd) är en relativ kostsam åtgärd med det primära syftet att minska risken för att samtliga produktionslinjer slås ut i händelse av brand. Jämfört med den befintliga anläggningen kommer den förväntade totala kostnaden per år *öka* i förhållande till alternativ 1. Strikt ekonomiskt är det därmed inte motiverat att genomföra investeringen. Detta alternativ medför emellertid andra positiva effekter som är värda att beakta innan ett beslut tas.

För det första är det mycket fördelaktigt för försäkringsbolaget vars förväntade skadekostnad sänks avsevärt om investeringen genomförs. Det kan användas som ett argument för att omförhandla premier och självrisker. För det andra innebär det en ökad robusthet i produktionen, vilket bör vara fördelaktigt ur koncernen StoraEnsos synsätt samt av andra kunder som agerar på den öppna marknaden. Av dessa två har koncernen mest att vinna eftersom fabriker i andra divisioner är beroende av den massa som produceras i Skutskär. Följaktligen borde det vara möjligt att äska om ökade anslag till det lokala RM-arbetet och på så sätt kan årskostnaden för investeringen sänkas. Det tredje och sista argumentet som talar för att investera enligt alternativ 2 är att det *är bra* med en väl fungerande brandteknisk sektionering. Exempelvis blir produktionen säkrare, det ger ett seriöst intryck inför personal och allmänhet, etc.

ALTERNATIV 3 (Argonite i ställverken) är det alternativ som är mest fördelaktigt, trots att det är den dyraste enskilda åtgärden. Beräkningarna visar med godtagbara osäkerheter att detta är det alternativ som genererar minst förväntad totalkostnad per år för Skutskärs Bruk. Även försäkringsbolagets förväntade kostnader sänks. Den stora fördelen är att även skador under självriskan påverkas av investeringen. Det finns ingen tydlig nackdel med systemet, men det är viktigt att beakta att det bara är i ställverken som säkerheten höjs.

ALTERNATIV 4 är en kombination av 2 och 3. De kompletterar varandra och ger ett skydd mot både "små" och stora skador. Det åskådliggörs tydligt i riskprofilerna.

VILKET ALTERNATIV skall företaget välja? Det är inte självklart, men min rekommendation är att *investeringsalternativ 3 bör genomföras nu och förutsättningarna för att genomföra alternativ 2 på lång sikt bör undersökas.*

Det finns tydliga fördelar med att utrusta ställverken med ett gasformigt släcksystem och investeringskostnaden är klart acceptabel. Det är dessutom troligt att systemet blir billigare eftersom dimensioneringen är väl tilltagen för att resultatet skall hamna på säkra sidan. Följaktligen bör alternativ 2 genomföras så snart som möjligt.

Det är dock viktigt att komma ihåg att ställverken har generaliserats i analysen och *inte* behandlats som sju enskilda områden. Det medför att osäkerheten i resultatet ökar. Det är dock tydligt att ställverken är ett känsligt område och att argonitesystemet med stor sannolikhet är motiverat.

Önskas mer detaljerad information om aronitesystemets effekt, bör en ny kostnad-nyttaanalys genomföras enbart på de sju ställverken.

När det gäller att öka det passiva brandskyddet är slutsatsen inte lika tydlig. Det är *inte* motiverat att genomföra investeringen direkt. Däremot finns det fog för att dryfta frågeställningen för försäkringsbolaget och koncernledningen. Eftersom det finns en tydlig vinn-vinneffekt är det möjligt att kostnaden för investeringen kan delas mellan intressenterna. Om det går att finna en lösning är det klart fördelaktigt att genomföra investeringen eftersom skillnaden mot dagens totalkostnad är härfin.

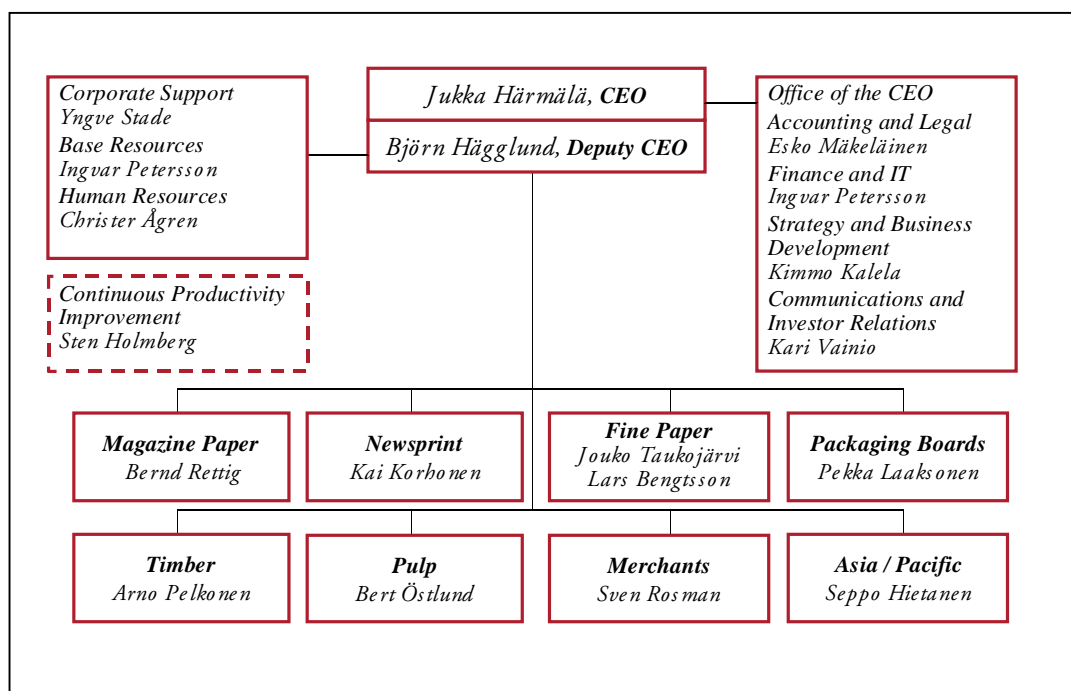
Det finns ytterligare en aspekt som talar för alternativ 2. Den stora anledningen till att den förväntade skadekostnaden per år inte sänks för företaget är att storskadorna uteslutande drabbar försäkringsbolaget, vilket beror på att de dolda kostnaderna bedöms vara obefintliga i dagsläget. Om förhållanden förändras genom att exempelvis ansvarstiden förkortas och/eller att marknaden sviktar och efterfrågan på massa minskar, kan stora dolda kostnader följa i kölvattnet av en brand. Storleken på de eventuella dolda kostnaderna kommer sannolikt att minskas om alternativ 2 genomförs. När risken för att dolda kostnader skall uppstå blir reell bör analysen revideras och en uppgradering av det passiva brandskyddet övervägas.

10 Kostnad-nyttaanalysens roll i RM-processen

Det primära målet med projektet var att skapa ett beslutsunderlag för investeringsbedömning genom att beräkna den förväntade skadekostnaden per år för TKM före och efter föreslagna brandskyddsinvesteringar. Vägen mot målet samt erhållna resultat har presenterats utförligt i de nio föregående kapitlen.

Hittills har fokus varit riktat mot Skutskärs Bruk och byggnad TKM. I detta kapitel diskuteras hur analysmetodiken kan användas på olika nivåer i organisationen samt hur andra aspekter än de rent ekonomiska kan införlivas i riskhanteringsprocessen (RM-processen).

I föregående kapitel nämndes att analysresultatet kan vara intressant för andra industrier eller divisioner inom koncernen StoraEnso, vars organisation åskådliggörs i figur 10.1. Eftersom de olika enheterna är mer eller mindre beroende av varandra kommer problemen under ett produktionsstopp i en anläggning att spridas som ringar på vattnet inom koncernen, där vissa anläggningar är känsligare än andra. Exempelvis är ett utslaget massabruk inte lika akut som en utslagen kartongfabrik, eftersom det går att få fram ersättningsmassa medan en utslagen kartongfabrik som levererar produkten till den öppna marknaden kommer att medföra stora intäktsförluster. Redan med detta mycket enkla exempel anas att de dolda kostnaderna efter brand är påtagliga för koncernen.

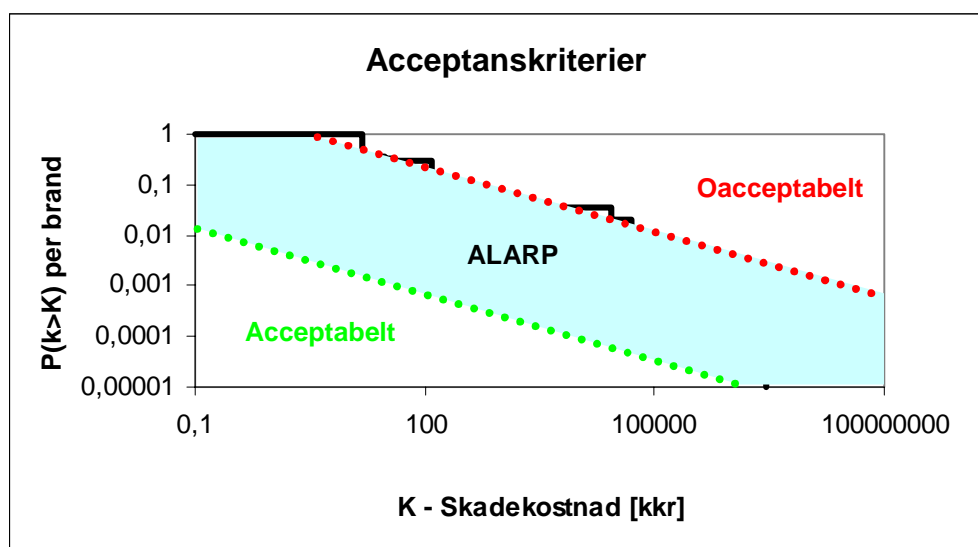


FIGUR 10.1 STORAENSOS organisation

Med motsvarande grundmetodik som använts för att beräkna den ekonomiska riskprofilen för Skutskärs Bruk, kan risksituationen kartläggas inom hela koncernen. Från RM-avdelningens och koncernledningens synvinkel är den förväntade skadekostnaden per brand för den enskilda industrin inte det mest intressanta måttet. Det är förmodligen mer intressant att beakta hur stora de *förväntade avbrottsiderna per brand* samt *riskprofilen för avbrottsiden* är för anläggningarna inom de olika divisionerna. Därefter kan den förväntade skadekostnaden för koncernen beräknas utifrån avbrottsiderna. Resultatet blir ett värdefullt beslutsunderlag när RM-arbetet skall struktureras och

det kan belysa eventuella ekonomiska högriskobjekt. För att komma till rätta med situationen kan koncernen fördela öronmärkt kapital till säkerhetshöjande investeringar i de industrier där de får störst effekt.

Med utgångspunkt från resultatet kan acceptanskriterier för de ekonomiska riskerna skapas och skrivs in i koncernens RM-policy. På samma sätt som för samhället i övrigt är det oerhört svårt att definiera en klar gräns på vad som är acceptabelt. Det som kan göras är att gaffla in en så kallad ALARP-zon (se figur 10.2), som utgår från den ekonomiska riskprofilen och anger vilka risker som är helt acceptabla och vilka som är absolut oacceptabla. Däremellan finns det en gräzon i vilken beslut måste tas i varje enskilt fall. Genom väl definierade ekonomiska acceptanskriterier blir det enklare att tolka resultaten av de ekonomiska riskanalyserna på koncernens industrier och möjligheterna att följa upp effekten av olika investeringar och åtgärdsprogram ökar.



FIGUR 10.2 Principiell beskrivning av hur acceptanskriterier kan definieras för riskprofiler. Kurvorna skall *inte* tolkas som ett förslag på acceptanskriterier.

Den stora nackdelen med metoden är att den är arbetskrävande och om för att resultatet skall blir bra måste varje industrianläggning analyseras enskilt utifrån de förutsättningar som gäller. Först därefter kan en bild av risksituationen i koncernen skapas.

En annan begränsning som är viktig att poängtera är att det endast är m.a.p. ekonomiska aspekter som analysen kan användas som beslutsunderlag. Dessutom finns det en inbyggd problematik i kostnads-beräkningarna eftersom de gängse ekonomiska termerna inte kan användas på samma sätt som i konventionell investeringsbedömning. Det går naturligtvis att tala om argonitesystemets pay-off tid, men den går inte att väga mot motsvarande tid för exempelvis en investering i t.ex. en snabbare maskin. Problemet är att det är förväntade skadekostnader som ligger till grund för bedömningen och trots informationen i riskprofilerna är det svårt att sja om investeringen kommer att "betala" sig. En tredje paradox är att det finns en strävan att skaffa system som betalar sig, men om det kommer till nytta så kommer företaget lika fullt att förlora pengar. Dock inte lika mycket.

Jag ser en svårighet i att definiera en brandskyddsinvesterings värde på en konkret sätt. Genom att diskutera i termer som förväntad skadekostnad kan känslan att systemen endast genererar

utgifter suddas ut, men de kommer de facto aldrig att ge vinst. Det medför att investeringar i brandskydd är mindre attraktiva än de investeringar som görs i produktionen och som snabbt ger effekt i form av minskade produktionskostnader eller ökad produktion. Det skulle därför vara värdefullt om det går att skapa en modell där värdet i dessa olika investeringar kan bli jämförbart. Det är däremot en nöt som kommande forskare eller riskmanagers får knäcka.

11 Erfarenheter

I detta korta avslutande kapitel presenteras de viktigaste erfarenheterna efter projektet. De är till stor del av organisatorisk karaktär och redovisas i punktform. Inför kommande ekonomiska riskanalyser är det värt att beakta och tänka över följande punkter innan arbetet startar.

- Arbetet bör inledas med en studie på anläggningen och projektledaren/riskanalytikern bör tänka ut vilka bedömningar som måste göras och vilken kompetens som erfordras. Därefter samlas en projektgrupp bestående av anställda i företaget som besitter önskvärd kompetens.
- Rundvandringen/studien på anläggningen bör genomföras tillsammans med någon anställd som känner till hur förhållandena är i allmänhet. På så vis kan det undvikas att den ekonomiska riskanalysen byggs upp på tillfälliga förhållanden som inte är representativa för anläggningen.
- I inledningsskedet av arbetet är det viktigt att gruppen informeras om problemställningen, vilka begrepp som kommer att användas etc., så att alla *talat samma språk* och missförstånd undviks.
- Det är viktigt att information går ut till alla avdelningar att en ekonomisk riskanalys genomförs i anläggningen och att personalen är inställd på att hjälpa till.
- Analysen är mycket komplex och för att resultat skall uppnås till rimliga kostnader måste arbetet begränsas och generaliseras. De förenklingar som genomförs skall diskuteras noggrant i gruppen så att samtliga kan ha företroende för slutresultatet.
- Konsekvensbedömningar bör genomföras i samråd med personal på anläggningen. Anledningen är dels att bedömningen sannolikt blir bättre, men det medför också att konsekvenserna motiveras och förankras hos beställaren.

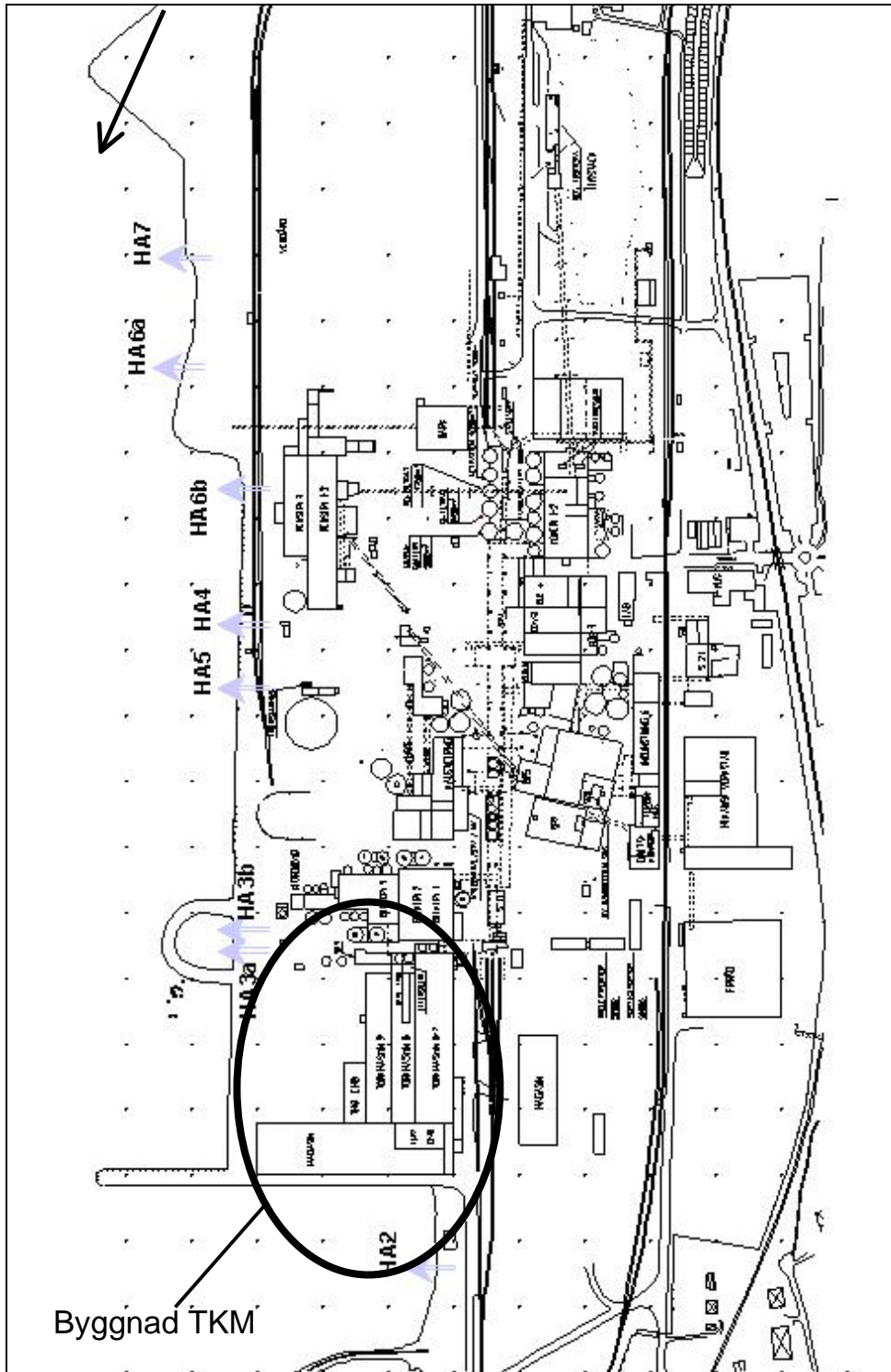
Referenser

- /1/ ABB Fläkt och Industri AB, *Offert I-5975 4636 D*, Gävle 1997
- /2/ Ang, A., Tang, T., *Probability Concepts in Engineering Planning and Design*, Vol. 2, John Wiley & Sons Inc., 1984
- /3/ BSI-Standards, *Draft BS Guide to the Application of Fire Safety Engineering Principles to Fire Safety in Buildings*, Document 95/542082, Warrington 1995
- /4/ Bukowski, R., *Balanced Design Concepts*, Table 4-4, NIST
- /5/ Fire Engineering Guidelines, First Edition, Fire Code Reform Centre, Sidney 1996
- /6/ Johansson, H., *Brandfrekvenser och typbränder i industrianläggningar*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1998
- /7/ Johansson, H., *Ekonomisk riskanalys av Avesta Sheffield's kallvalsverk i Nyby*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1999
- /8/ Johansson, H., *Ekonomisk riskanalys av ABB Automation Products verksamhet i byggnad 358*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1999
- /9/ Johansson, M., Rigberth, J. *Sammanställning av existerande beräkningsmodeller för bedömning av icke-termiska skador från sot och korrosiva produkter*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1999
- /10/ Karlsson, B., Quintiere, J., *Enclosure Fire Dynamics*, Lund 1998
- /11/ Karydas, D. M., *A Probabilistic Methodology For the Fire and Smoke Hazard Analysis of Electronic Equipment*, INTERFLAM – 93, Interscience Communication Ltd., London 1993
- /12/ Keski-Rahkonen, O., Rahikainen, J., *Determination of Ignition Frequency of Fire in Different Premises in Finland*, EUROFIRE 98, Brussels 1998
- /13/ Körner, S., *Statistisk dataanalys*, Studentlitteratur, Lund 1987
- /14/ McKinsey & Co. Inc., *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*, 1994
- /15/ Mattson, M., *Kostnad-nytta av industrins brandskyddsåtgärder*, Brandteknik, Lunds universitet, Lund 1997
- /16/ Palisade Corporation, *Precision Tree, User's Guide*, Newfield 1996
- /17/ Ramachandran, G., *Statistical Methods in Risk Evaluation*, 1979
- /18/ Rutstein, R., "The Estimation of the Fire Hazard in Different Occupancies", *Fire Surveyor*, vol. 8, No. 2, 1979
- /19/ Särdaqvist, S., *An Engineering Approach to Fire Fighting Tactics*, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund 1996
- /20/ Tewarson, A., *Generation of heat and chemical compounds in Fires*, The SFPE Handbook, 2nd Edition, 1995
- /21/ Yamana, T., Tanaka, T., *Smoke Control in Large Scale Spaces*, Fire Science and Technology No.1, 1985

Bilagor

Bilaga 1	Karta över fabriksområdet	91
Bilaga 2	Geometriska data för bygganden	93
Bilaga 3	Antändningskällor på TKM	95
Bilaga 4	Dimensionering av brandgasskärm	97
Bilaga 5	Händelsetråd	101
Bilaga 6	Brandgasventilationens effekt	109
Bilaga 7	Sannolikhet för brandspridning mellan områden	111
Bilaga 8	Spridningsberäkningar i MATLAB	125
Bilaga 9	Känslighetsanalys	131

Bilaga 1 Karta över fabriksområdet



Bilaga 2 Geometriska data för bygganden

TABELL 2A Geometriska data för fiktiva områden i TKM

Område	Namn	Total golvarea [m ²]	Takhöjd [m]	Antal våningar	Våningshöjd [m]
1	Massamagasin	5335	12,0	1	-
2	Balpaketering	2080 (2×1040)	10,8	2	4,15
3	Emballagelager	757	4,0	1	-
4	TM 8 / TM 9	5167	10,8	2	4,35
5	TM 6 / TM 7	3535	10,8	2	4,15
6	Kontrollrum	359	9,0	4	2,40
7	Ställverk	Se tabell 2C			
		Σ 17233			

TABELL 2B Modifierade geometriska data för fiktiva områden i TKM. Samtliga volymer har omräknats till rätblock med motsvarande volym. Höjderna är inte modifierade utan de speglar verkliga förhållanden

Område	Namn	Längd [m]	Bredd [m]	Höjd [m]
1	Massamagasin	153,6	28,0	12,0
2	Balpaketering	38,2	19,7	10,8
3	Emballagelager	44,6	17,0	4,0
4	TM 8 / TM 9	118,6	43,6	10,8
5	TM 6 / TM 7	126,7	27,9	10,8
6	Kontrollrum	8,14	21,4	2,7
7	Ställverk	Redovisas separat i tabell 2C		

TABELL 2C Ställverkens försörjningsområden och anpassade geometri. Utrymmena är omräknade till rätblock med en volym som motsvarar den verkliga volymen. De ställverk som gets ny form markeras med • i tabellen. Höjderna är med verkligheten överensstämmande.

Område	Namn	Modifierad geometri	Längd [m]	Bredd [m]	Höjd [m]	Försörjningsområde
1	S1	•	13,9	6,8	3,5	Tork TM6
2	S2	•	14,5	4,6	2,4	Emballering TM6/TM7
3	S3		23,8	10,2	3,5	Tork TM6
4	S4		7,3	3,6	2,4	Tork TM7
5	S5		11,1	3,2	2,4	Tork TM7
6	S6		45,9	2,6	4,5	Tork + Emballering TM8
7	S7		13,3	3,2	3,5	Tork + Emballering TM9
8	S8	•	13,2	13,2	3,5	Tork TM8

Bilaga 3 Antändningskällor på TKM

Möjliga antändningskällor på TKM enligt tillbudsstatistik, bedömningar och Räddningsverkets (SRV) statistik³². Dessutom har en kolumn skapats där det anges var startobjektet återfinns på TKM. Statistiken från Räddningsverket har reducerats till de startobjekt som återfinns på TKM. Summeringen av procentsatserna visar att ca 88 % av de redovisade föremålen finns på objektet.

TABELL 3A Startföremål i inträffande bränder i trävaruindustrin. Listan är tagen från SRV:s statistik, men alla föremål som inte finns på TKM har utelämnats.

Startföremål	Område på TKM där föremålet återfinns	% av totala antalet bränder för industritypen	Antal bränder
Annat		36,5	138
Maskin		15,1	57
Ej angivet		8,7	33
Fläkt/Annan ventilationsutr.		7,7	29
Okänt		7,1	27
Uppvärmningsanordning		5,3	20
Andra elinstallationer		4	15
Transformator		1,1	4
Lös inredning		0,8	3
Skräp i container/motsv.		0,8	3
Brandfarlig vätska		0,5	2
TV		0,3	1
Glödlampa		0,3	1
Totalt för riket		Σ 88,2	Σ 333

TABELL 3B Startföremål vid inträffade bränder på TKM som inte tas upp i SRV:s statistik.

Startföremål	Område där föremålet återfinns	Antal bränder
Kilrep	2,3,4,5	1
Ångledning	4,5	2

Efter besök på objektet konstaterade att listan behöver kompletteras med diverse köksutrustning. Exempelvis stod kontrollrummets ugn och kaffebruggare påslagna utan tillsyn.

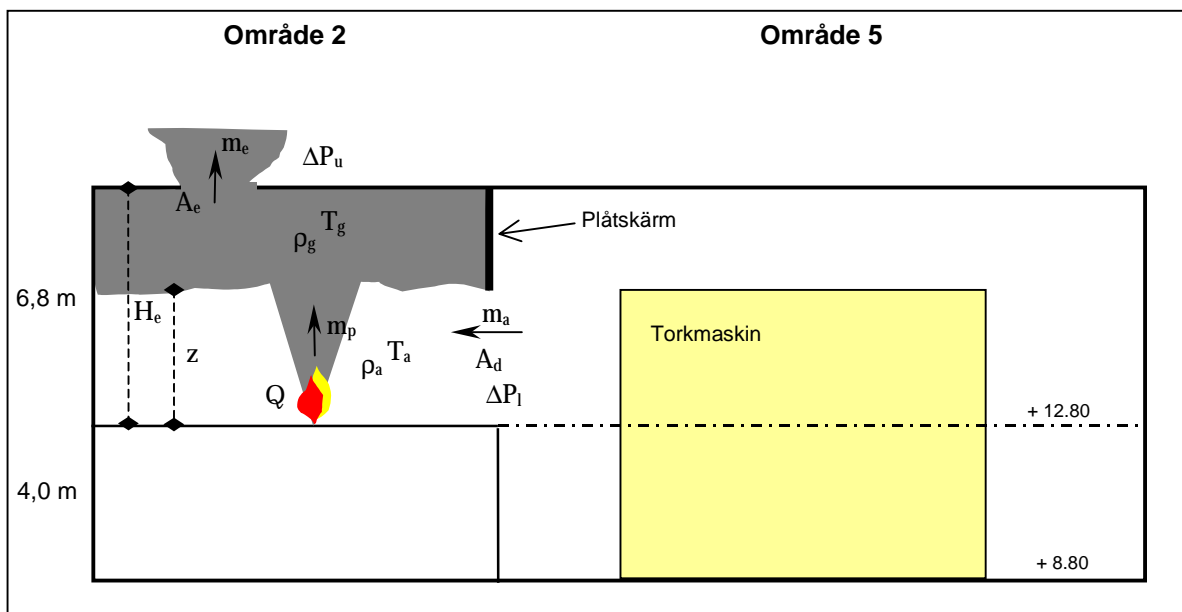
TABELL 3C Möjliga antändningskällor.

Startföremål	Område där föremålet återfinns
Kaffebruggare	4,5,6
Spis/Ugn	6

³² Räddningsverkets statistik databas, Karlstad 1998

Bilaga 4 Dimensionering av brandgasskärm

Dimensioneringen bygger på att brandförloppet kan beskrivas med en tvåzonsmodell vilket är möjligt för område 2. Tilluften till brandrummet tas från område 5. I taket finns fyra brandgasventilatorer à $1,2 \times 1,8 \text{ m}^2$. Dimensioneringen bygger på en metod som arbetats fram av Tanaka-Yamana³³ och gäller brandgaskontrollering i stora utrymmen för fallet "Steady State". Dimensionering utgår från att brand finns på övre planet i område 2. Brandförlopp *med* skärm och brand på *undre* planet simuleras i CFAST för att kontrollera att dimensioneringen är tillfredsställande. I figur 4A nedan visas en schematisk bild över brandrummet och angränsande utrymme.



FIGUR 4A Schematisk bild över område 2 och 5 med brand i område 2. Mörkgrå yta är brandgaslagret.

VARIABLER/INDATA

T_a - Omgivningens temperatur som antas vara ca 293 K (20 °C)

T_g - Brandgaslagrets temperatur

ρ_a - Undre lagrets (luftens) densitet som är ca $1,2 \text{ kg/m}^3$ vid 293 K

ρ_g - Brandgaslagrets densitet

A_e - Brandgasventilatorernas area som är $6,48 \text{ m}^2$

A_d - Tilluftöppningens area som är ca 28 m^2

A_w - Omslutningsarean som beräknas till 2293 m^2

Q - Brandens effektutveckling som sätts konstant och värdet är 5000 kW

ΔP_l - Undertryck i tilluftöppningen

ΔP_u - Övertryck över brandgasventilatorerna

H_e - Brandgasventilatorernas höjd ovanför branden som är 6,8 m

z - Höjden på brandgaslagret som sätts till 4 m eftersom plåten är 2,8 m

m_e - Massflöde genom brandgasventilatorerna

m_a - Massflöde in genom tilluftöppningen

$c_p = 1.0$ (Värdet gäller för luft)

$h = 0,033 \text{ [kW/m}^2\text{K]}$ (Värdet gäller för betong)

C_d - Flödeskoefficient som antas vara 0,65

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

³³ Yamana, T., Tanaka, T., *Smoke Control in Large Scale Spaces*, Fire Science and Technology No.1, 1985

Brand på plan + 12.80 i område 2**BERÄKNINGSGÅNG ENLIGT TANAKA-YAMANA**

1. Sätt $z = 4$ m eftersom 2,8 m antas vara en rimlig höjd på brandgasskärmen.
2. Beräkna massflödet. Eftersom massbalans råder är $m_a = m_p = m_e = m$. Det beräknas med hjälp av Zukoskis plymekvation enligt

$$\dot{m}_p = 0,21 \cdot \left(\frac{\rho_a^2 g}{c_p T_a} \right)^{1/3} \cdot \dot{Q}^{1/3} \cdot z^{5/3} = 13,17 \text{ kg/s}$$

3. Undertrycket i tilluftsöppningen beräknas med ekvationen

$$\Delta P_l = \frac{\dot{m}^2}{2\rho_a (C_d A_d)^2} = 0,218 \text{ Pa}$$

4. Temperaturen i brandgaserna beräknas med ekvationen

$$T_g = T_a + \frac{\dot{Q}}{c_p \dot{m}_e + hA_w} = 349,3 \text{ K}$$

5. Brandgasernas densitet beräknas där

$$\rho_g = \frac{353}{T_g} = 1,01 \text{ kg/m}^3$$

6. Massflödet genom brandgasventilatorerna beräknas enligt

$$\dot{m}_e = C_d A_e \sqrt{2\rho_g (-\Delta P_l + (\rho_a - \rho_g) \cdot g \cdot (H_e - z))}$$

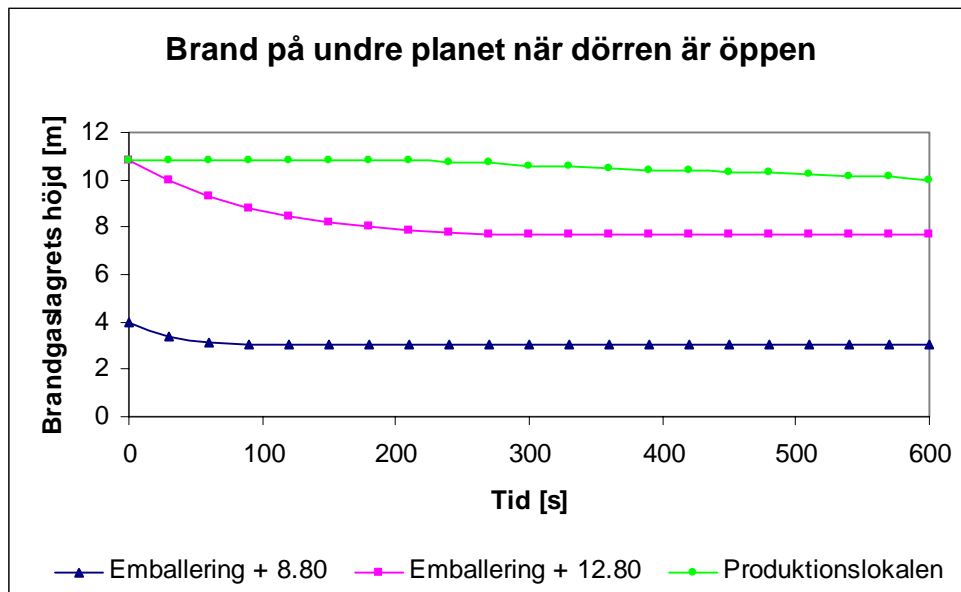
$$\text{Då ges } m_e = 13,38$$

7. Jämförelse mellan massflödet som beräknats i punkt 2 och punkt 6 visar att $m_p \approx m_e$ vilket måste gälla för att beräkningarna skall vara rätt. Slutsatsen bli att brandgaslagret kommer att stabilisera sig ca 4 m ovanför golvet.

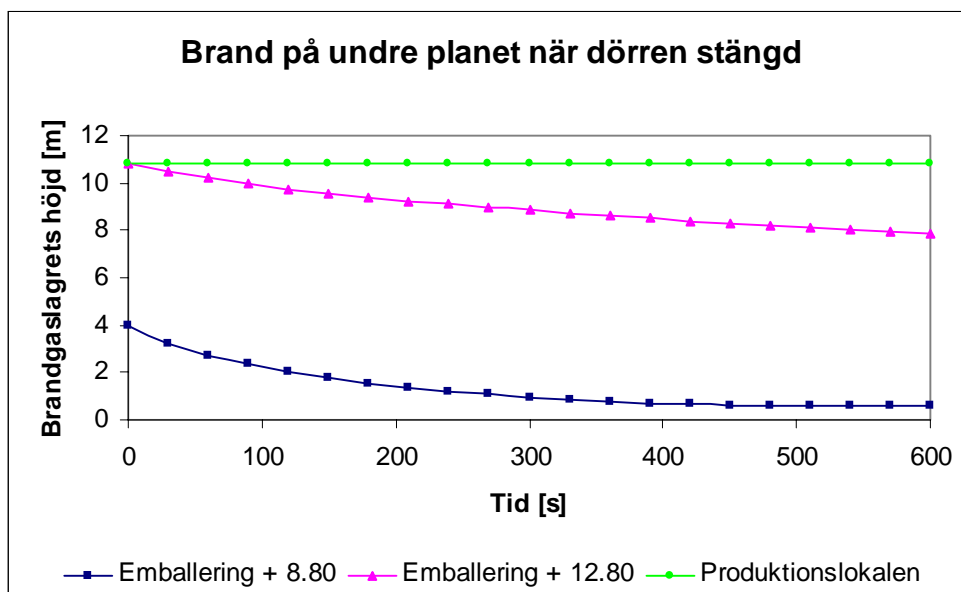
Brand på plan + 8.80 i område 2

SIMULERING I CFAST

Brandförloppet simulerades i CFAST med motsvarande indata som för beräkningarna ovan. Simuleringarna visar att rökskärmen fyller sin funktion oavsett om porten till massamagasinet är öppen eller ej. Brandgasspridning mellan våningsplanen i område 2 sker via ett schakt med arean ca 6 m². Enligt figur 4B tar det ca. 6 minuter innan brandgaserna sprid till produktionslokalen.



FIGUR 4B Spridning av brandgaser vid brand på undre planet i område 2 och när porten mot massamagasinet är öppen. Emballering är det samma som område 2 och produktionshallen motsvarar område 5. Branden har en konstant effekt på 5 MW.



FIGUR 4C Spridning av brandgaser vid brand på undre planet i område 2 och när porten mot massamagasinet är stängd. Branden ges effekten 5 MW. Emballering är det samma som område 2 och produktionshallen motsvarar område 5.

SLUTSATS

Med en plåtskärm som går ned 2,8 m under taket kommer de befintliga brandgasventilatorerna i område 2 att evakuera brandgaserna från en brand på 5 MW (belägen på övre planet i område 2) utan att brandgaserna sprids in till område 5. Förutsättningen är att torkmaskinerna i område 5 stängs av i händelse av brand.

Om maskinerna däremot inte stängs av kommer brandgaserna delvis att följa ordinarie luftströmmar i lokalen och därmed kommer onödigt stora områden att påverkas. Detta förlopp är svårt att modellera.

Även om branden startar på under planet utan skärmen klara att hålla brandgaslagret kvar i område 2.

Dimensioneringen är genomförd utifrån en brand med konstant effekt på 5 MW, vilket bedöms representerativt för bränderna i område 2. Branden kommer däremot inte att nå upp till maximal effekt direkt, men med det antagandet hamnar beräkningarna på säkra sidan.

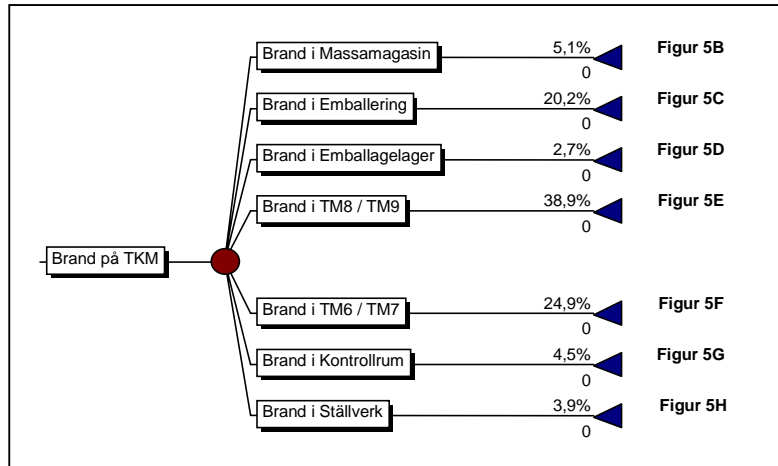
För små bränder som avstrålar stora mängder brandgaser är det inte troligt att en tvåzonsbildning sker eftersom brandgasernas temperatur är relativt låg. I det fallet är det svårt att göra någon bedömning av brandförloppet och i det fallet kommer rökskärmen sannolikt inte att fylla någon funktion.

Bilaga 5 Händelseträd

Brandscenarion i dagens anläggning

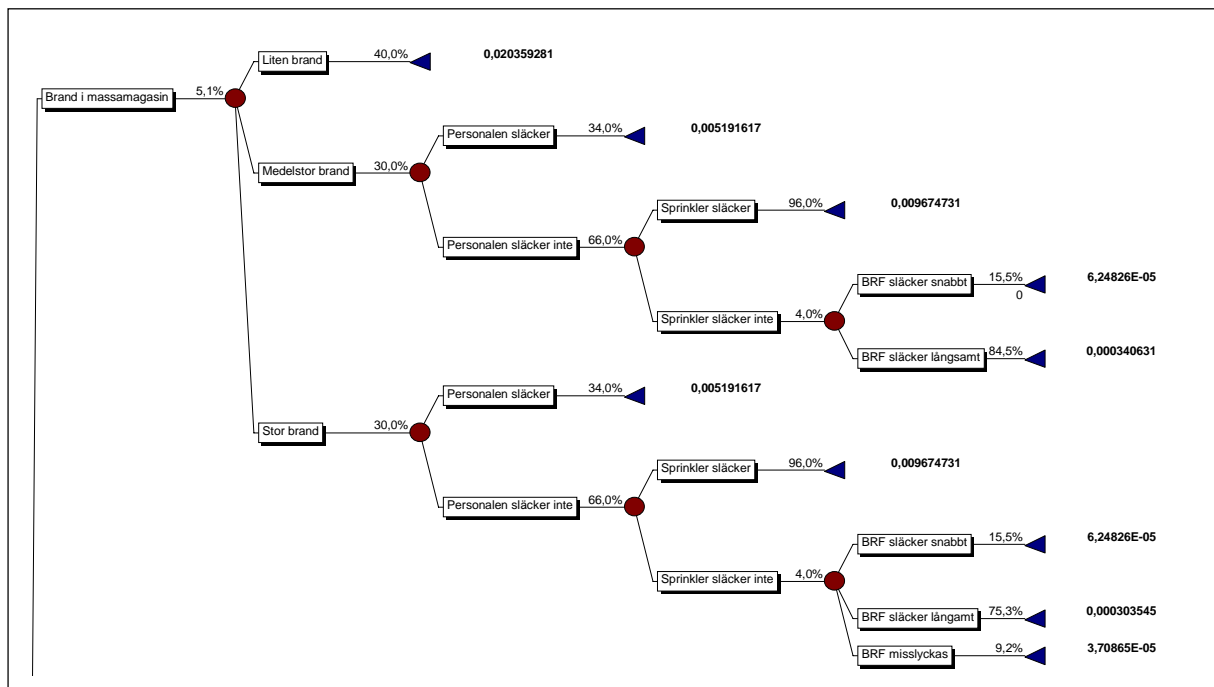
I figur 5A nedan visas första noden i händelseträdets som beskriver brand på TKM. Fortsättningen på varje gren redovisas i en separat figur där brandförloppet i varje område beskrivs.

BRAND PÅ TKM



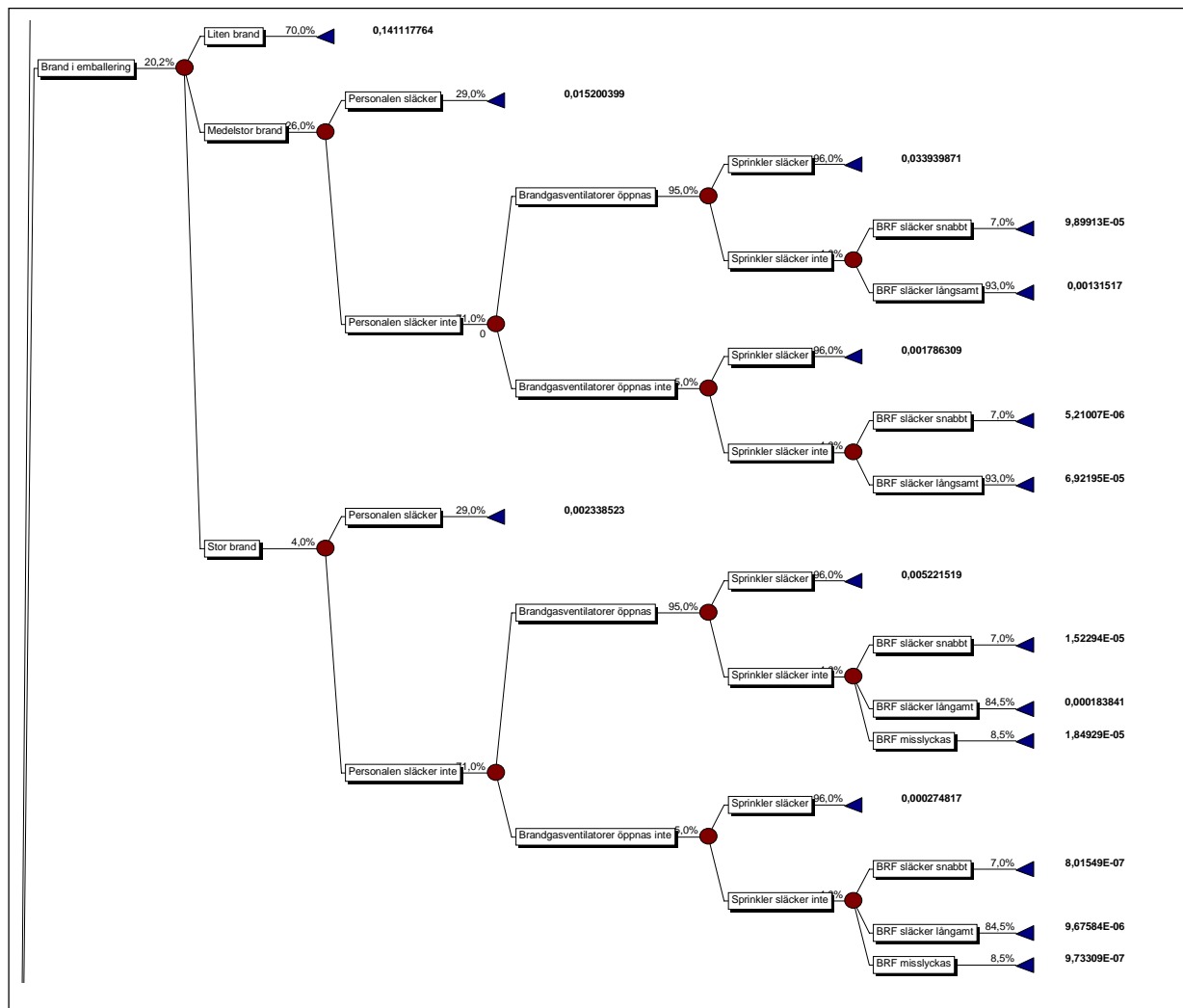
FIGUR 5A Brand på TKM. Grenarna fortsätter i figur 5B-5H. Siffran på varje gren anger sannolikheten för att brand skall starta i område givet brand på TKM.

BRAND I OMRÅDE 1 - MASSAMAGASIN



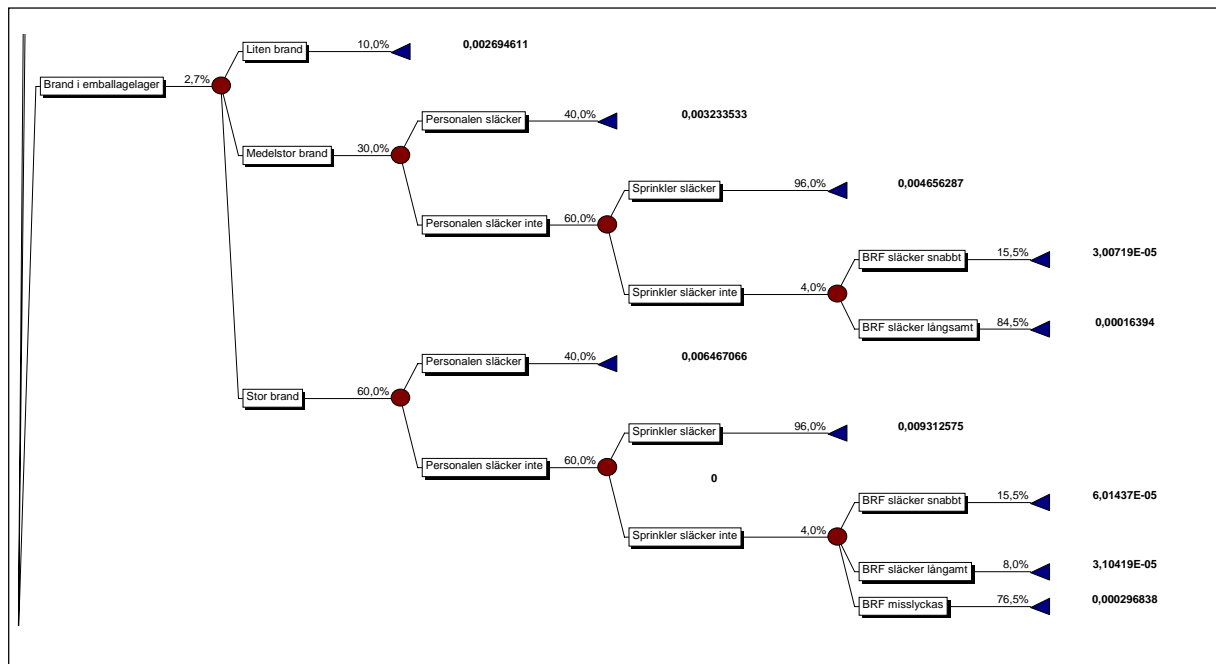
FIGUR 5B Grenen som beskriver brand i massamagasin (område 1). Siffran bakom slutnoden (triangel) anger sannolikheten för att scenariot skall inträffa.

BRAND I EMBALLERING



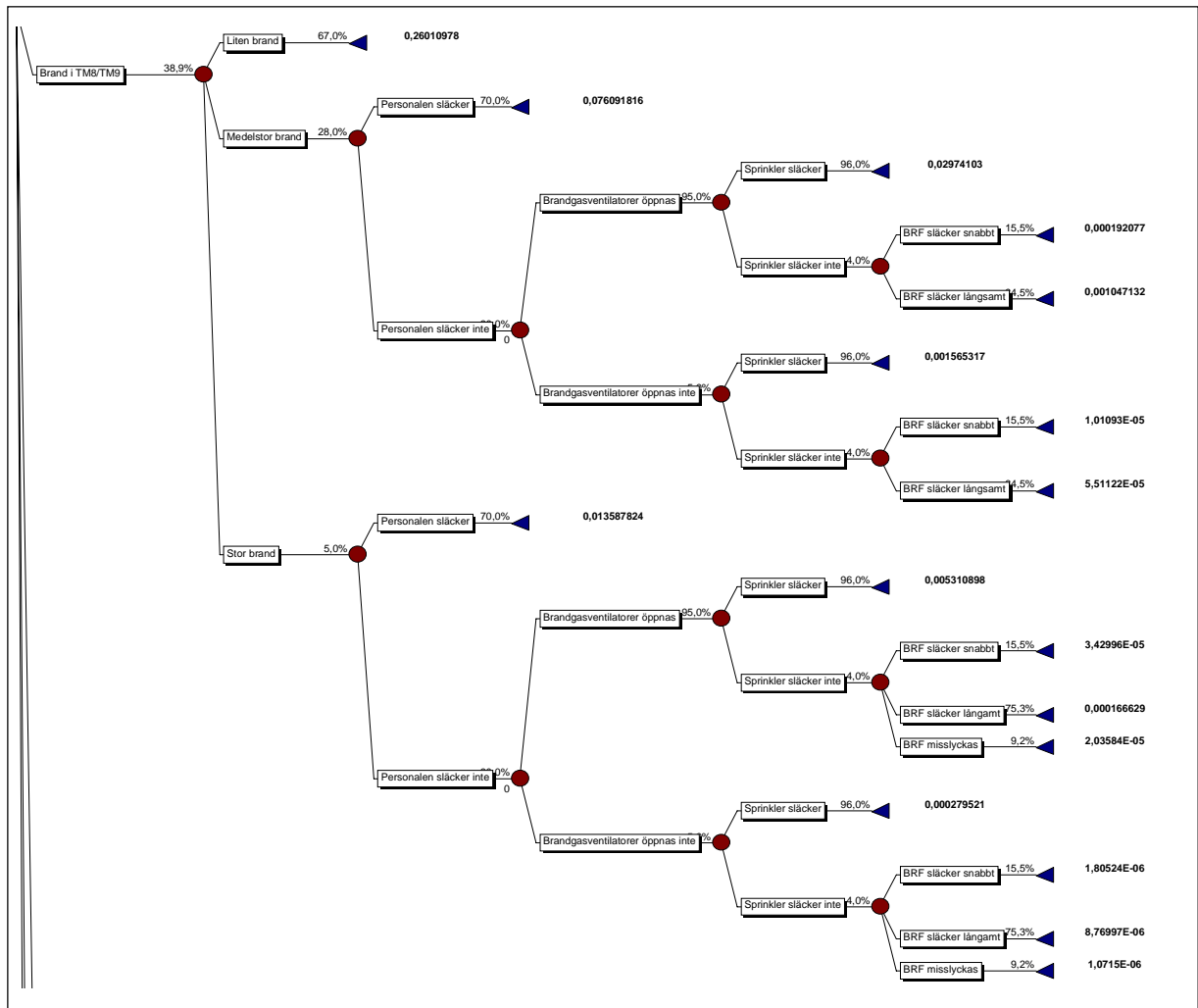
FIGUR 5C Grenen som beskriver brand i emballeringen (område 2). Siffran bakom slutnoden (triangel) anger sannolikheten för att scenariot skall inträffa.

BRAND I EMBALLAGELAGER



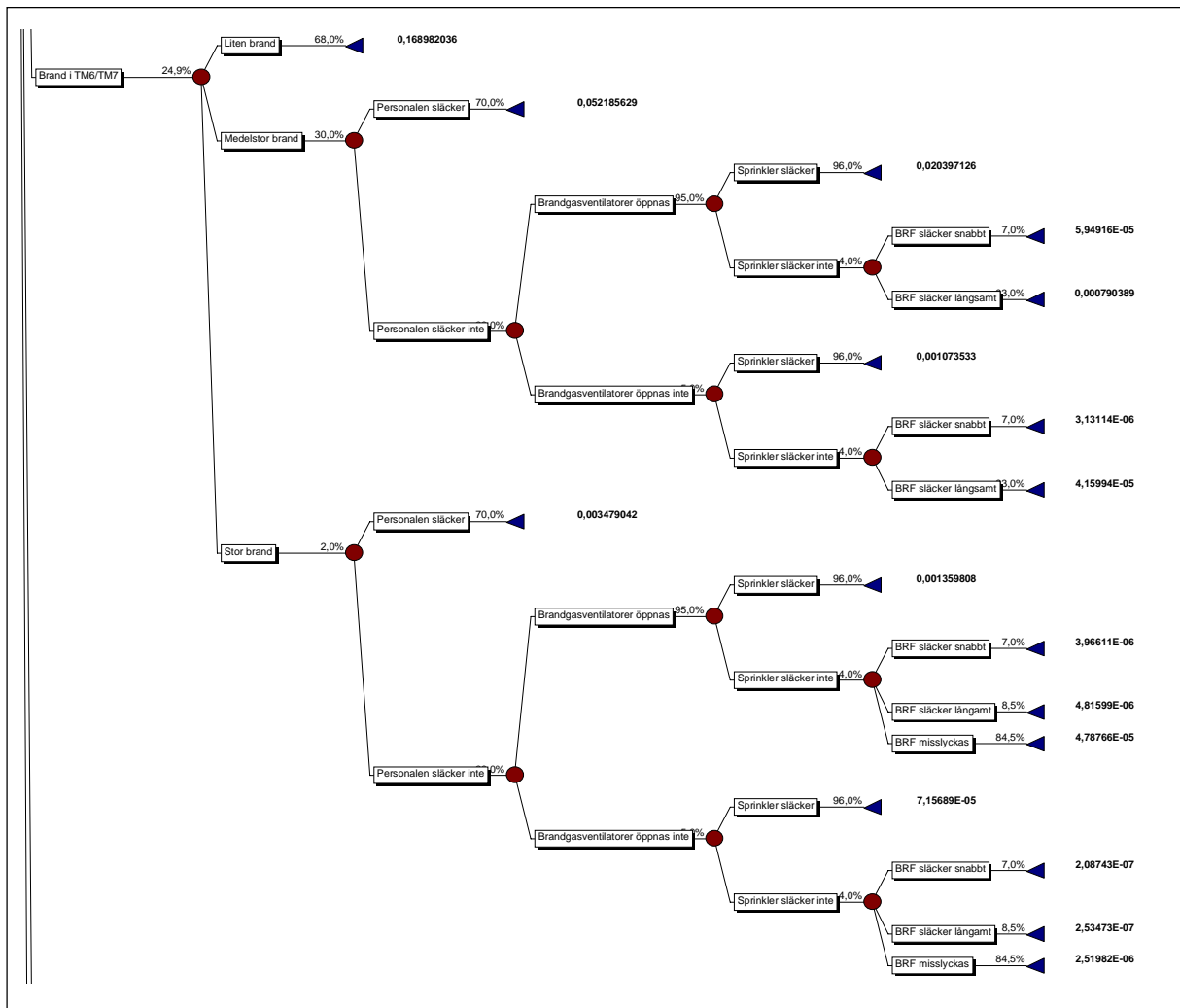
FIGUR 5D Grenen som beskriver brand i emballagelagret (område 3). Siffran bakom slutnoden (triangel) anger sannolikheten för att scenariot skall inträffa.

BRAND I TM8/TM9



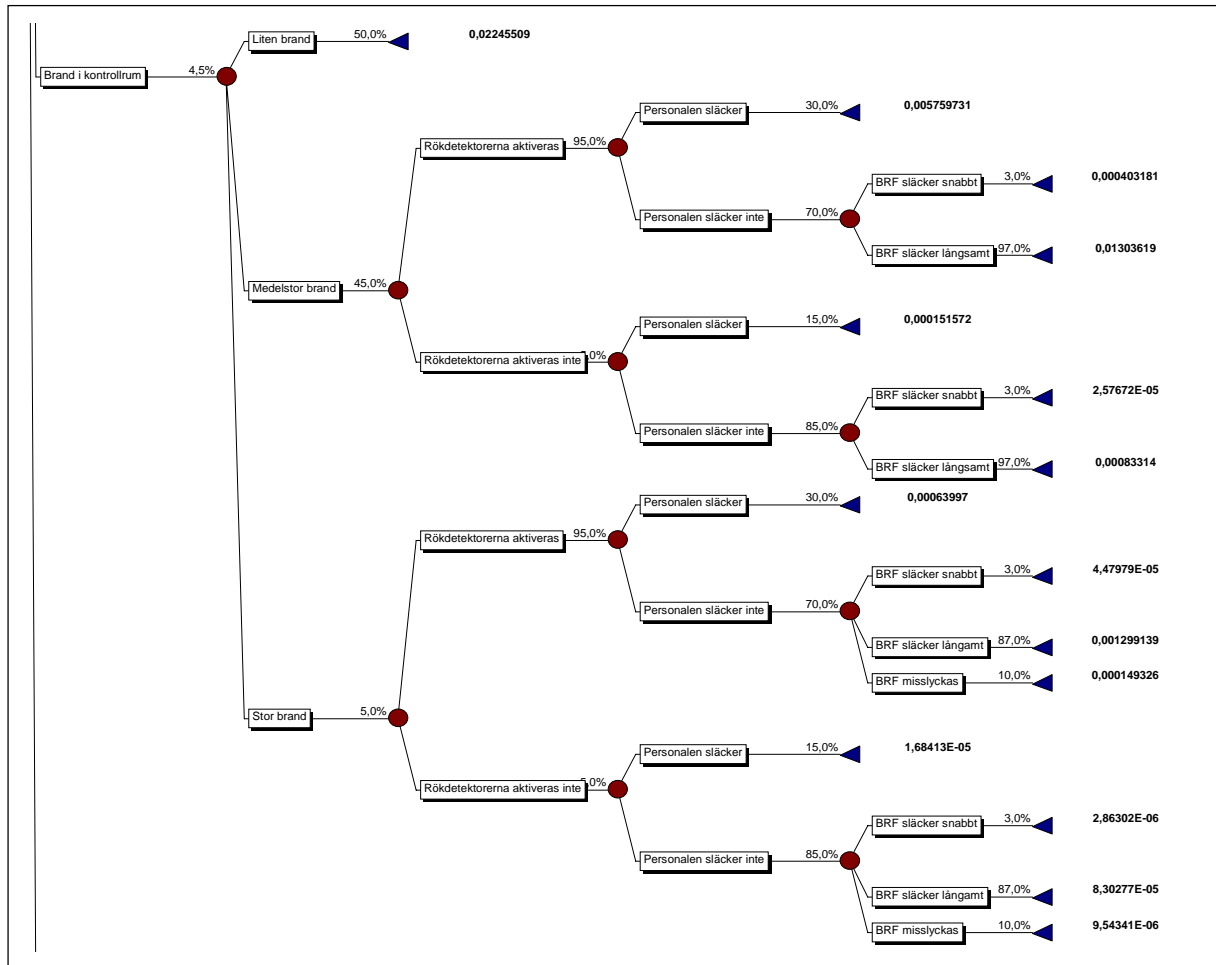
FIGUR 5E Grenen som beskriver brand i TM8/TM9 (område 4). Siffran bakom slutnoden (triangel) anger sannolikheten för att scenariot skall inträffa.

BRAND I TM6/TM7



FIGUR 5F Grenen som beskriver brand i TM6/TM7 (område 5). Siffran bakom slutnoden (triangel) anger sannolikheten för att scenariot skall inträffa.

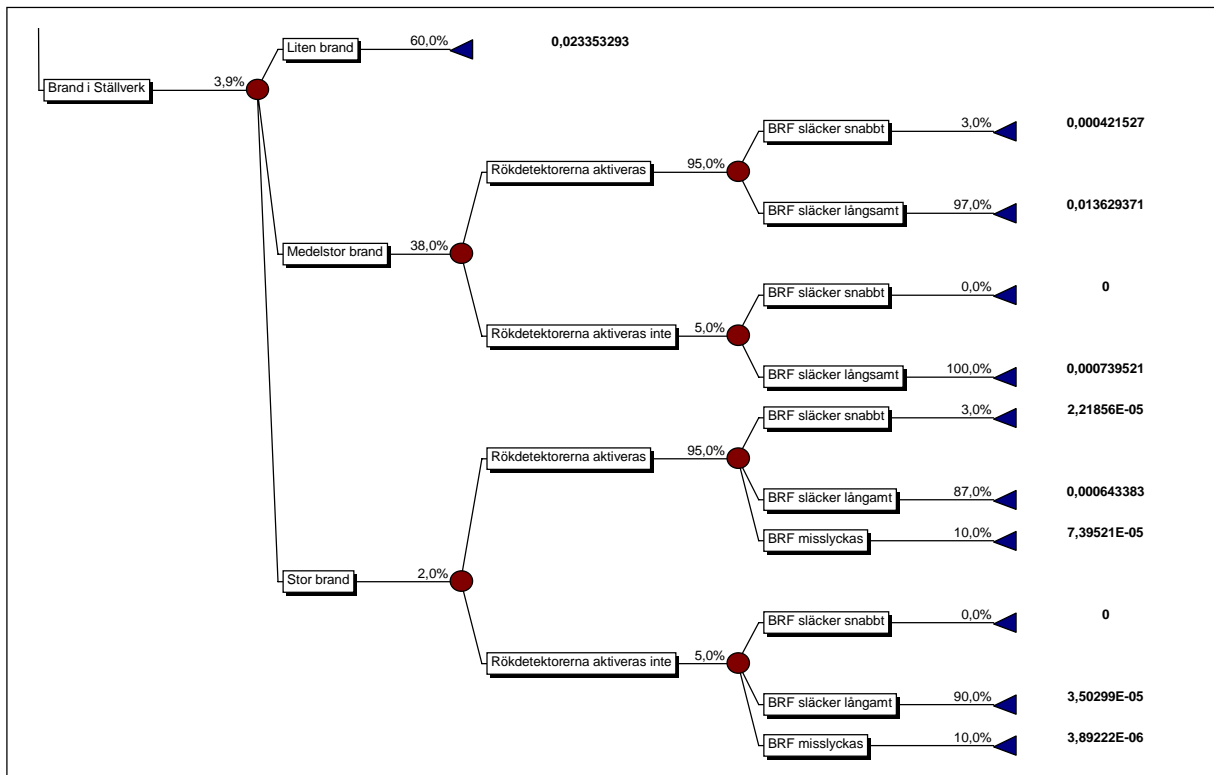
BRAND I KONTROLLRUM



FIGUR 5G Grenen som beskriver brand i kontrollrum (område 6). Siffran bakom slutnoden (triangel) anger sannolikheten för att scenariot skall inträffa.

BRAND I STÄLLVERK

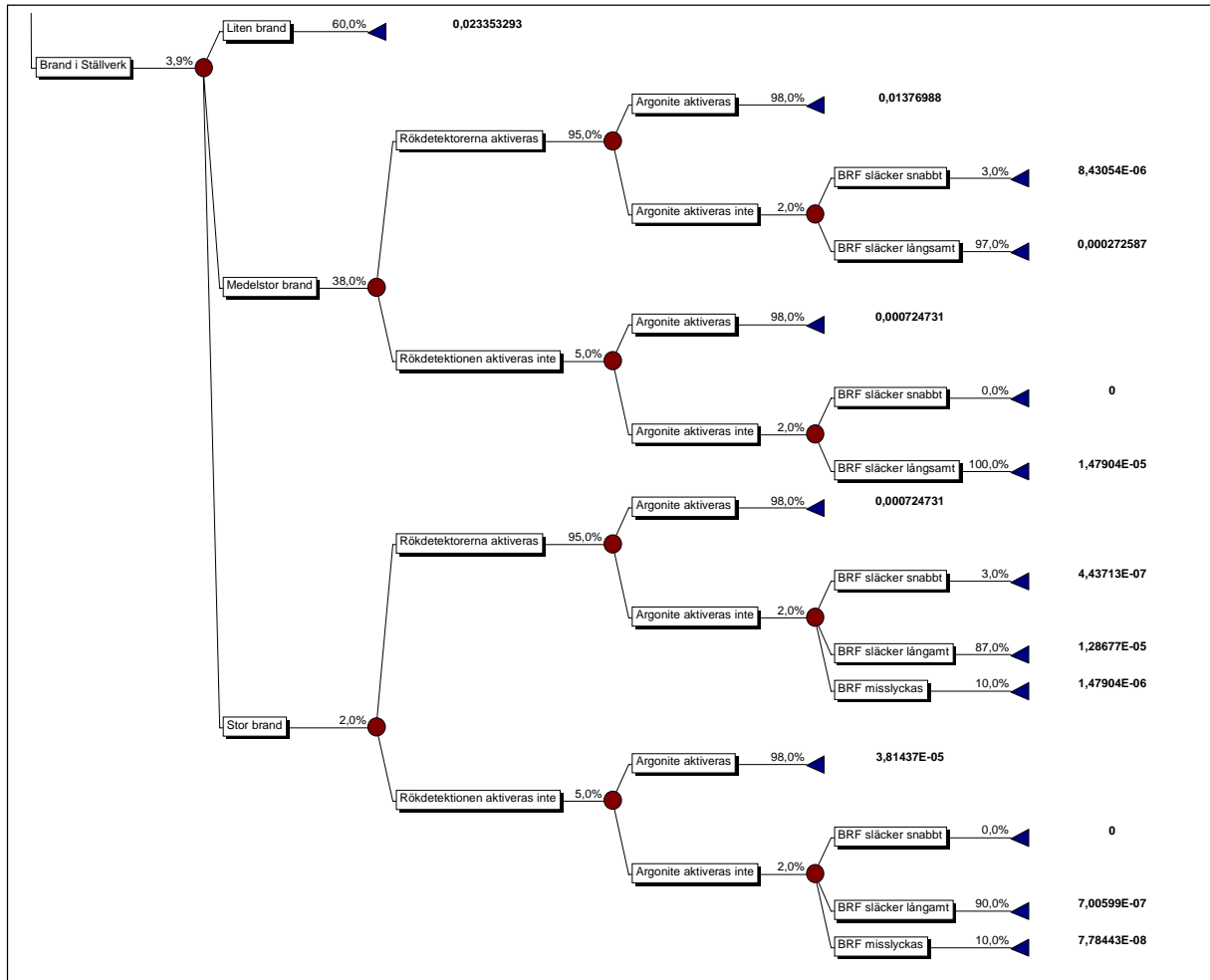
Händelseträdet är representativt för alla 8 ställverk.



FIGUR 5H Grenen som beskriver brand i ställverk (område 7). Siffran bakom slutnoden (triangel) anger sannolikheten för att scenariot skall inträffa.

Brandscenarion efter investering

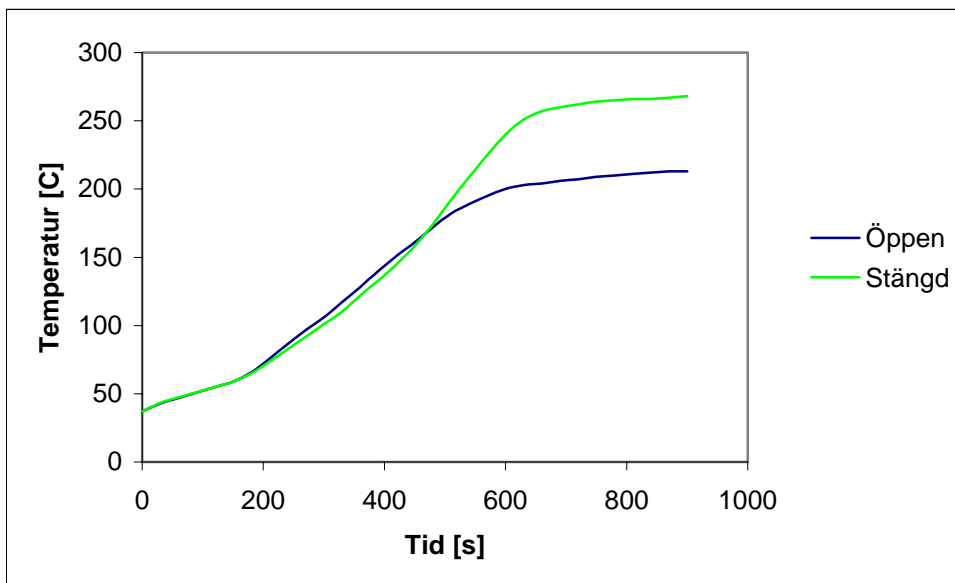
Det är bara ett av åtgärdsförslagen som föranleder en omarbetning av händelseträden och det är installationen av agronitsystem i ställverken.



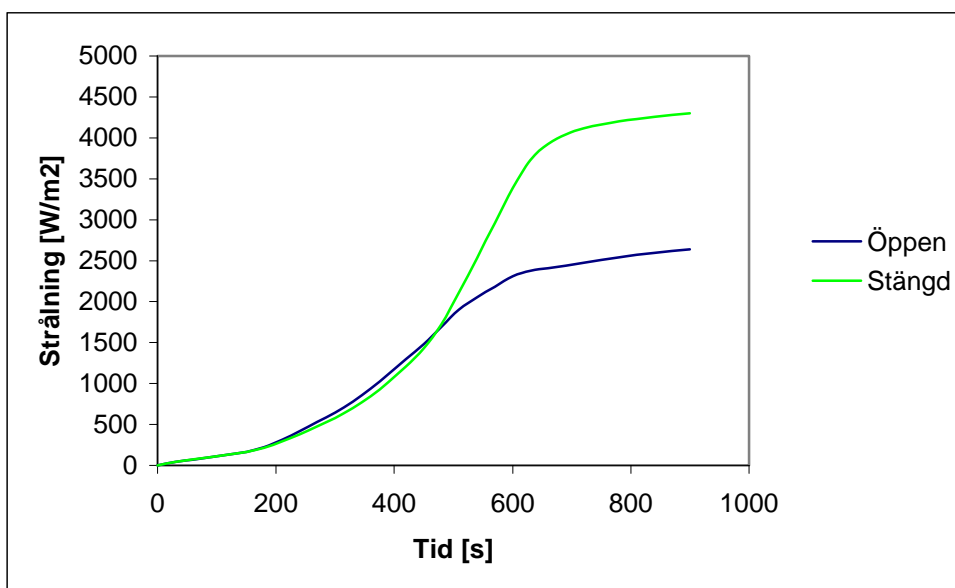
FIGUR 5I Brand i ställverk efter installation av gasformigt släcksystem. Siffran bakom slutnoden (triangel) anger sannolikheten för att scenariot skall inträffa.

Bilaga 6 Brandgasventilationens effekt

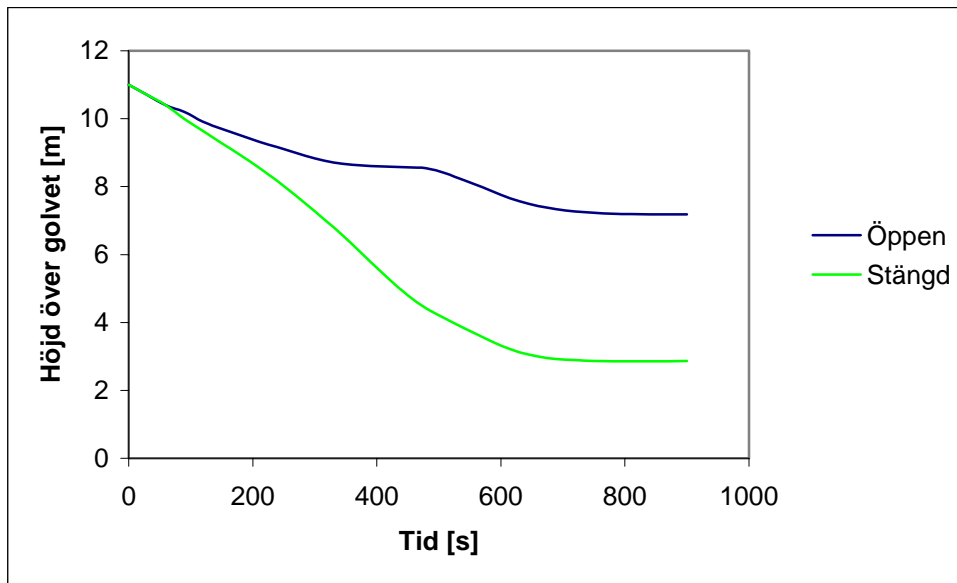
För att undersöka brandgasventilatorernas effekt i ett utrymme motsvarande område 4 genomförs simuleringar i CFAST. Resultatet visas i figur 6A - 6C nedan. Kurvorna motsvarar en lokal på $120 \times 30 \text{ m}^2$ med 11 m i takhöjd. Ventilationen är rektangulära luckor med arean 16 m^2 . För att få bättre resultat delas lokalen upp i mindre enheter och kurvorna visar förhållandena ovanför branden, vilket speglar torrändan i produktionslokalen. Branden har tillväxsfaktorn "fast" och simuleringstiden är 900 sekunder.



FIGUR 6A Brandgasventilationens inverkan på temperaturen i brandgaserna vid fallet stor brand



FIGUR 6B Brandgasventilationens inverkan på strålningsnivån vid fallet stor brand.



FIGUR 6C Brandgasventilationens inverkan på brandgasernas höjd över golvet vid fallet stor brand.

Bilaga 7 Sannolikhet för brandspridning mellan områden

Brandspridning i befintlig anläggning

TABELL 7A Sannolikhet för varje kombination av brutna och icke brutna områdesgränser. Skuggad cell betyder att områdesgränsen hindrar branden. Om sannolikheten är 0 innebär det att kombinationen innefattar en gräns utan brandmotstånd, vilken omöjligt kan hindra branden.

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
1	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,9	0	0,2	0,9	0
2	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,9	0	0,2	0,1	0
3	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,9	0	0,8	0,9	0
4	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,9	0	0,8	0,1	0
5	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,9	1	0,2	0,9	0
6	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,9	1	0,2	0,1	0
7	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,9	1	0,8	0,9	0
8	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,9	1	0,8	0,1	0
9	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,1	0	0,2	0,9	0
10	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,1	0	0,2	0,1	0
11	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,1	0	0,8	0,9	0
12	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,1	0	0,8	0,1	0
13	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,1	1	0,2	0,9	0
14	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,1	1	0,2	0,1	0
15	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,1	1	0,8	0,9	0
16	0,1	0,2	0,2	0,8	0	0,1	1	0,8	0,1	0
17	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,9	0	0,2	0,9	0
18	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,9	0	0,2	0,1	0
19	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,9	0	0,8	0,9	0
20	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,9	0	0,8	0,1	0
21	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0005184
22	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0000576
23	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0020736
24	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0002304
25	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,1	0	0,2	0,9	0
26	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,1	0	0,2	0,1	0
27	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,1	0	0,8	0,9	0
28	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,1	0	0,8	0,1	0
29	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0000576
30	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000064
31	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0002304
32	0,1	0,2	0,2	0,8	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0000256
33	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,9	0	0,2	0,9	0
34	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,9	0	0,2	0,1	0
35	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,9	0	0,8	0,9	0
36	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,9	0	0,8	0,1	0
37	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,9	1	0,2	0,9	0
38	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,9	1	0,2	0,1	0
39	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,9	1	0,8	0,9	0
40	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,9	1	0,8	0,1	0
41	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0	0,2	0,9	0
42	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0	0,2	0,1	0
43	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0	0,8	0,9	0
44	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0	0,8	0,1	0
45	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,1	1	0,2	0,9	0
46	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,1	1	0,2	0,1	0
47	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,1	1	0,8	0,9	0
48	0,1	0,2	0,2	0,2	0	0,1	1	0,8	0,1	0
49	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,9	0	0,2	0,9	0
50	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,9	0	0,2	0,1	0
51	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,9	0	0,8	0,9	0
52	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,9	0	0,8	0,1	0
53	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0001296
54	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0000144
55	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0005184
56	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0000576
57	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,1	0	0,2	0,9	0
58	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,1	0	0,2	0,1	0
59	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,1	0	0,8	0,9	0
60	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,1	0	0,8	0,1	0
61	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0000144
62	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000016
63	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0000576
64	0,1	0,2	0,2	0,2	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0000064
65	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,9	0	0,2	0,9	0
66	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,9	0	0,2	0,1	0

TABELL 7A FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
67	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,9	0	0,8	0,9	0
68	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,9	0	0,8	0,1	0
69	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,9	1	0,2	0,9	0
70	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,9	1	0,2	0,1	0
71	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,9	1	0,8	0,9	0
72	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,9	1	0,8	0,1	0
73	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,1	0	0,2	0,9	0
74	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,1	0	0,2	0,1	0
75	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,1	0	0,8	0,9	0
76	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,1	0	0,8	0,1	0
77	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,1	1	0,2	0,9	0
78	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,1	1	0,2	0,1	0
79	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,1	1	0,8	0,9	0
80	0,1	0,2	0,8	0,8	0	0,1	1	0,8	0,1	0
81	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,9	0	0,2	0,9	0
82	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,9	0	0,2	0,1	0
83	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,9	0	0,8	0,9	0
84	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,9	0	0,8	0,1	0
85	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0020736
86	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0002304
87	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0082944
88	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0009216
89	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,1	0	0,2	0,9	0
90	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,1	0	0,2	0,1	0
91	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,1	0	0,8	0,9	0
92	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,1	0	0,8	0,1	0
93	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0002304
94	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000256
95	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0009216
96	0,1	0,2	0,8	0,8	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0001024
97	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,9	0	0,2	0,9	0
98	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,9	0	0,2	0,1	0
99	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,9	0	0,8	0,9	0
100	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,9	0	0,8	0,1	0
101	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,9	1	0,2	0,9	0
102	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,9	1	0,2	0,1	0
103	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,9	1	0,8	0,9	0
104	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,9	1	0,8	0,1	0
105	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,1	0	0,2	0,9	0
106	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,1	0	0,2	0,1	0
107	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,1	0	0,8	0,9	0
108	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,1	0	0,8	0,1	0
109	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,1	1	0,2	0,9	0
110	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,1	1	0,2	0,1	0
111	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,1	1	0,8	0,9	0
112	0,1	0,2	0,8	0,2	0	0,1	1	0,8	0,1	0
113	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,9	0	0,2	0,9	0
114	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,9	0	0,2	0,1	0
115	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,9	0	0,8	0,9	0
116	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,9	0	0,8	0,1	0
117	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0005184
118	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0000576
119	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0020736
120	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0002304
121	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,1	0	0,2	0,9	0
122	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,1	0	0,2	0,1	0
123	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,1	0	0,8	0,9	0
124	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,1	0	0,8	0,1	0
125	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0000576
126	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000064
127	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0002304
128	0,1	0,2	0,8	0,2	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0000256
129	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,9	0	0,2	0,9	0
130	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,9	0	0,2	0,1	0
131	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,9	0	0,8	0,9	0
132	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,9	0	0,8	0,1	0
133	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,9	1	0,2	0,9	0
134	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,9	1	0,2	0,1	0
135	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,9	1	0,8	0,9	0
136	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,9	1	0,8	0,1	0
137	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,1	0	0,2	0,9	0
138	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,1	0	0,2	0,1	0
139	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,1	0	0,8	0,9	0
140	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,1	0	0,8	0,1	0
141	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,1	1	0,2	0,9	0
142	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,1	1	0,2	0,1	0

TABELL 7A FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
143	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,1	1	0,8	0,9	0
144	0,1	0,8	0,2	0,8	0	0,1	1	0,8	0,1	0
145	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,9	0	0,2	0,9	0
146	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,9	0	0,2	0,1	0
147	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,9	0	0,8	0,9	0
148	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,9	0	0,8	0,1	0
149	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0020736
150	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0002304
151	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0082944
152	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0009216
153	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,1	0	0,2	0,9	0
154	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,1	0	0,2	0,1	0
155	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,1	0	0,8	0,9	0
156	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,1	0	0,8	0,1	0
157	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0002304
158	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000256
159	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0009216
160	0,1	0,8	0,2	0,8	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0001024
161	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,9	0	0,2	0,9	0
162	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,9	0	0,2	0,1	0
163	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,9	0	0,8	0,9	0
164	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,9	0	0,8	0,1	0
165	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,9	1	0,2	0,9	0
166	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,9	1	0,2	0,1	0
167	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,9	1	0,8	0,9	0
168	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,9	1	0,8	0,1	0
169	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,1	0	0,2	0,9	0
170	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,1	0	0,2	0,1	0
171	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,1	0	0,8	0,9	0
172	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,1	0	0,8	0,1	0
173	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,1	1	0,2	0,9	0
174	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,1	1	0,2	0,1	0
175	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,1	1	0,8	0,9	0
176	0,1	0,8	0,2	0,2	0	0,1	1	0,8	0,1	0
177	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,9	0	0,2	0,9	0
178	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,9	0	0,2	0,1	0
179	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,9	0	0,8	0,9	0
180	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,9	0	0,8	0,1	0
181	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0005184
182	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0000576
183	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0020736
184	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0002304
185	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,1	0	0,2	0,9	0
186	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,1	0	0,2	0,1	0
187	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,1	0	0,8	0,9	0
188	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,1	0	0,8	0,1	0
189	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0000576
190	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000064
191	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0002304
192	0,1	0,8	0,2	0,2	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0000256
193	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,9	0	0,2	0,9	0
194	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,9	0	0,2	0,1	0
195	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,9	0	0,8	0,9	0
196	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,9	0	0,8	0,1	0
197	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,9	1	0,2	0,9	0
198	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,9	1	0,2	0,1	0
199	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,9	1	0,8	0,9	0
200	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,9	1	0,8	0,1	0
201	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,1	0	0,2	0,9	0
202	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,1	0	0,2	0,1	0
203	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,1	0	0,8	0,9	0
204	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,1	0	0,8	0,1	0
205	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,1	1	0,2	0,9	0
206	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,1	1	0,2	0,1	0
207	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,1	1	0,8	0,9	0
208	0,1	0,8	0,8	0,8	0	0,1	1	0,8	0,1	0
209	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,9	0	0,2	0,9	0
210	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,9	0	0,2	0,1	0
211	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,9	0	0,8	0,9	0
212	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,9	0	0,8	0,1	0
213	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0082944
214	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0009216
215	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0331776
216	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0036864
217	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,1	0	0,2	0,9	0
218	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,1	0	0,2	0,1	0

TABELL 7A FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
219	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,1	0	0,8	0,9	0
220	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,1	0	0,8	0,1	0
221	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0009216
222	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0001024
223	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0036864
224	0,1	0,8	0,8	0,8	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0004096
225	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,9	0	0,2	0,9	0
226	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,9	0	0,2	0,1	0
227	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,9	0	0,8	0,9	0
228	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,9	0	0,8	0,1	0
229	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,9	1	0,2	0,9	0
230	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,9	1	0,2	0,1	0
231	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,9	1	0,8	0,9	0
232	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,9	1	0,8	0,1	0
233	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,1	0	0,2	0,9	0
234	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,1	0	0,2	0,1	0
235	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,1	0	0,8	0,9	0
236	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,1	0	0,8	0,1	0
237	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,1	1	0,2	0,9	0
238	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,1	1	0,2	0,1	0
239	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,1	1	0,8	0,9	0
240	0,1	0,8	0,8	0,2	0	0,1	1	0,8	0,1	0
241	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,9	0	0,2	0,9	0
242	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,9	0	0,2	0,1	0
243	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,9	0	0,8	0,9	0
244	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,9	0	0,8	0,1	0
245	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0020736
246	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0002304
247	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0082944
248	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0009216
249	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,1	0	0,2	0,9	0
250	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,1	0	0,2	0,1	0
251	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,1	0	0,8	0,9	0
252	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,1	0	0,8	0,1	0
253	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0002304
254	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000256
255	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0009216
256	0,1	0,8	0,8	0,2	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0001024
257	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,9	0	0,2	0,9	0
258	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,9	0	0,2	0,1	0
259	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,9	0	0,8	0,9	0
260	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,9	0	0,8	0,1	0
261	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,9	1	0,2	0,9	0
262	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,9	1	0,2	0,1	0
263	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,9	1	0,8	0,9	0
264	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,9	1	0,8	0,1	0
265	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,1	0	0,2	0,9	0
266	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,1	0	0,2	0,1	0
267	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,1	0	0,8	0,9	0
268	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,1	0	0,8	0,1	0
269	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,1	1	0,2	0,9	0
270	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,1	1	0,2	0,1	0
271	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,1	1	0,8	0,9	0
272	0,9	0,2	0,2	0,8	0	0,1	1	0,8	0,1	0
273	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,9	0	0,2	0,9	0
274	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,9	0	0,2	0,1	0
275	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,9	0	0,8	0,9	0
276	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,9	0	0,8	0,1	0
277	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0046656
278	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0005184
279	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0186624
280	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0020736
281	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,1	0	0,2	0,9	0
282	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,1	0	0,2	0,1	0
283	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,1	0	0,8	0,9	0
284	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,1	0	0,8	0,1	0
285	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0005184
286	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000576
287	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0020736
288	0,9	0,2	0,2	0,8	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0002304
289	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,9	0	0,2	0,9	0
290	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,9	0	0,2	0,1	0
291	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,9	0	0,8	0,9	0
292	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,9	0	0,8	0,1	0
293	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,9	1	0,2	0,9	0
294	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,9	1	0,2	0,1	0

TABELL 7A FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
295	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,9	1	0,8	0,9	0
296	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,9	1	0,8	0,1	0
297	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0	0,2	0,9	0
298	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0	0,2	0,1	0
299	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0	0,8	0,9	0
300	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0	0,8	0,1	0
301	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,1	1	0,2	0,9	0
302	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,1	1	0,2	0,1	0
303	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,1	1	0,8	0,9	0
304	0,9	0,2	0,2	0,2	0	0,1	1	0,8	0,1	0
305	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,9	0	0,2	0,9	0
306	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,9	0	0,2	0,1	0
307	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,9	0	0,8	0,9	0
308	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,9	0	0,8	0,1	0
309	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0011664
310	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0001296
311	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0046656
312	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0005184
313	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,1	0	0,2	0,9	0
314	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,1	0	0,2	0,1	0
315	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,1	0	0,8	0,9	0
316	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,1	0	0,8	0,1	0
317	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0001296
318	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000144
319	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0005184
320	0,9	0,2	0,2	0,2	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0000576
321	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,9	0	0,2	0,9	0
322	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,9	0	0,2	0,1	0
323	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,9	0	0,8	0,9	0
324	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,9	0	0,8	0,1	0
325	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,9	1	0,2	0,9	0
326	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,9	1	0,2	0,1	0
327	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,9	1	0,8	0,9	0
328	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,9	1	0,8	0,1	0
329	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,1	0	0,2	0,9	0
330	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,1	0	0,2	0,1	0
331	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,1	0	0,8	0,9	0
332	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,1	0	0,8	0,1	0
333	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,1	1	0,2	0,9	0
334	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,1	1	0,2	0,1	0
335	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,1	1	0,8	0,9	0
336	0,9	0,2	0,8	0,8	0	0,1	1	0,8	0,1	0
337	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,9	0	0,2	0,9	0
338	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,9	0	0,2	0,1	0
339	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,9	0	0,8	0,9	0
340	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,9	0	0,8	0,1	0
341	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0186624
342	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0020736
343	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0746496
344	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0082944
345	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,1	0	0,2	0,9	0
346	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,1	0	0,2	0,1	0
347	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,1	0	0,8	0,9	0
348	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,1	0	0,8	0,1	0
349	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0020736
350	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0002304
351	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0082944
352	0,9	0,2	0,8	0,8	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0009216
353	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,9	0	0,2	0,9	0
354	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,9	0	0,2	0,1	0
355	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,9	0	0,8	0,9	0
356	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,9	0	0,8	0,1	0
357	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,9	1	0,2	0,9	0
358	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,9	1	0,2	0,1	0
359	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,9	1	0,8	0,9	0
360	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,9	1	0,8	0,1	0
361	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,1	0	0,2	0,9	0
362	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,1	0	0,2	0,1	0
363	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,1	0	0,8	0,9	0
364	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,1	0	0,8	0,1	0
365	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,1	1	0,2	0,9	0
366	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,1	1	0,2	0,1	0
367	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,1	1	0,8	0,9	0
368	0,9	0,2	0,8	0,2	0	0,1	1	0,8	0,1	0
369	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,9	0	0,2	0,9	0
370	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,9	0	0,2	0,1	0

TABELL 7A FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
371	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,9	0	0,8	0,9	0
372	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,9	0	0,8	0,1	0
373	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0046656
374	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0005184
375	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0186624
376	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0020736
377	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,1	0	0,2	0,9	0
378	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,1	0	0,2	0,1	0
379	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,1	0	0,8	0,9	0
380	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,1	0	0,8	0,1	0
381	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0005184
382	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000576
383	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0020736
384	0,9	0,2	0,8	0,2	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0002304
385	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,9	0	0,2	0,9	0
386	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,9	0	0,2	0,1	0
387	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,9	0	0,8	0,9	0
388	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,9	0	0,8	0,1	0
389	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,9	1	0,2	0,9	0
390	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,9	1	0,2	0,1	0
391	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,9	1	0,8	0,9	0
392	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,9	1	0,8	0,1	0
393	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,1	0	0,2	0,9	0
394	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,1	0	0,2	0,1	0
395	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,1	0	0,8	0,9	0
396	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,1	0	0,8	0,1	0
397	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,1	1	0,2	0,9	0
398	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,1	1	0,2	0,1	0
399	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,1	1	0,8	0,9	0
400	0,9	0,8	0,2	0,8	0	0,1	1	0,8	0,1	0
401	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,9	0	0,2	0,9	0
402	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,9	0	0,2	0,1	0
403	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,9	0	0,8	0,9	0
404	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,9	0	0,8	0,1	0
405	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0186624
406	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0020736
407	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0746496
408	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0082944
409	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,1	0	0,2	0,9	0
410	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,1	0	0,2	0,1	0
411	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,1	0	0,8	0,9	0
412	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,1	0	0,8	0,1	0
413	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0020736
414	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0002304
415	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0082944
416	0,9	0,8	0,2	0,8	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0009216
417	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,9	0	0,2	0,9	0
418	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,9	0	0,2	0,1	0
419	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,9	0	0,8	0,9	0
420	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,9	0	0,8	0,1	0
421	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,9	1	0,2	0,9	0
422	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,9	1	0,2	0,1	0
423	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,9	1	0,8	0,9	0
424	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,9	1	0,8	0,1	0
425	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,1	0	0,2	0,9	0
426	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,1	0	0,2	0,1	0
427	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,1	0	0,8	0,9	0
428	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,1	0	0,8	0,1	0
429	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,1	1	0,2	0,9	0
430	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,1	1	0,2	0,1	0
431	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,1	1	0,8	0,9	0
432	0,9	0,8	0,2	0,2	0	0,1	1	0,8	0,1	0
433	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,9	0	0,2	0,9	0
434	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,9	0	0,2	0,1	0
435	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,9	0	0,8	0,9	0
436	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,9	0	0,8	0,1	0
437	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0046656
438	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0005184
439	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0186624
440	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0020736
441	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,1	0	0,2	0,9	0
442	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,1	0	0,2	0,1	0
443	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,1	0	0,8	0,9	0
444	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,1	0	0,8	0,1	0
445	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0005184
446	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0000576

TABELL 7A FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
447	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0020736
448	0,9	0,8	0,2	0,2	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0002304
449	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,9	0	0,2	0,9	0
450	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,9	0	0,2	0,1	0
451	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,9	0	0,8	0,9	0
452	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,9	0	0,8	0,1	0
453	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,9	1	0,2	0,9	0
454	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,9	1	0,2	0,1	0
455	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,9	1	0,8	0,9	0
456	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,9	1	0,8	0,1	0
457	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,1	0	0,2	0,9	0
458	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,1	0	0,2	0,1	0
459	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,1	0	0,8	0,9	0
460	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,1	0	0,8	0,1	0
461	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,1	1	0,2	0,9	0
462	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,1	1	0,2	0,1	0
463	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,1	1	0,8	0,9	0
464	0,9	0,8	0,8	0,8	0	0,1	1	0,8	0,1	0
465	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	0	0,2	0,9	0
466	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	0	0,2	0,1	0
467	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	0	0,8	0,9	0
468	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	0	0,8	0,1	0
469	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0746496
470	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0082944
471	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1	0,8	0,9	0,2985984
472	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0331776
473	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,1	0	0,2	0,9	0
474	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,1	0	0,2	0,1	0
475	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,1	0	0,8	0,9	0
476	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,1	0	0,8	0,1	0
477	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0082944
478	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0009216
479	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0331776
480	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0036864
481	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,9	0	0,2	0,9	0
482	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,9	0	0,2	0,1	0
483	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,9	0	0,8	0,9	0
484	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,9	0	0,8	0,1	0
485	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,9	1	0,2	0,9	0
486	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,9	1	0,2	0,1	0
487	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,9	1	0,8	0,9	0
488	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,9	1	0,8	0,1	0
489	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,1	0	0,2	0,9	0
490	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,1	0	0,2	0,1	0
491	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,1	0	0,8	0,9	0
492	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,1	0	0,8	0,1	0
493	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,1	1	0,2	0,9	0
494	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,1	1	0,2	0,1	0
495	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,1	1	0,8	0,9	0
496	0,9	0,8	0,8	0,2	0	0,1	1	0,8	0,1	0
497	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,9	0	0,2	0,9	0
498	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,9	0	0,2	0,1	0
499	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,9	0	0,8	0,9	0
500	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,9	0	0,8	0,1	0
501	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,9	1	0,2	0,9	0,0186624
502	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,9	1	0,2	0,1	0,0020736
503	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,9	1	0,8	0,9	0,0746496
504	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,9	1	0,8	0,1	0,0082944
505	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,1	0	0,2	0,9	0
506	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,1	0	0,2	0,1	0
507	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,1	0	0,8	0,9	0
508	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,1	0	0,8	0,1	0
509	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,1	1	0,2	0,9	0,0020736
510	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,1	1	0,2	0,1	0,0002304
511	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,1	1	0,8	0,9	0,0082944
512	0,9	0,8	0,8	0,2	1	0,1	1	0,8	0,1	0,0009216

Brandspridning efter investering i brandskydd

TABELL 7B Sannolikhet för varje kombination av brutna och icke brutna områdesgränser efter investering. Skuggad cell betyder att områdesgränsen hindrar branden. Om sannolikheten är 0 innebär det att kombinationen innefattar en gräns utan brandmotstånd, vilken omöjligt kan hindra branden.

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
1	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
2	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
3	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
4	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
5	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
6	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
7	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
8	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
9	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
10	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
11	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
12	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
13	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
14	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
15	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
16	0,9	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
17	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,38263752
18	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,04251528
19	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,04251528
20	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00472392
21	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,04251528
22	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00472392
23	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00472392
24	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00052488
25	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,04251528
26	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00472392
27	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00472392
28	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00052488
29	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00472392
30	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00052488
31	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00052488
32	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00005832
33	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
34	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
35	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
36	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
37	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
38	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
39	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
40	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
41	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
42	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
43	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
44	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
45	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
46	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
47	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
48	0,9	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
49	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,09565938
50	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,01062882
51	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,01062882
52	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00118098
53	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,01062882
54	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00118098
55	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00118098
56	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00013122
57	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,01062882
58	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00118098
59	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00118098
60	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00013122
61	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00118098
62	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00013122
63	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00013122
64	0,9	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00001458
65	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
66	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
67	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
68	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
69	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
70	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
71	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0

TABELL 7B FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
72	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
73	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
74	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
75	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
76	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
77	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
78	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
79	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
80	0,9	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
81	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,04251528
82	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00472392
83	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00472392
84	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00052488
85	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00472392
86	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00052488
87	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00052488
88	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00005832
89	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00472392
90	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00052488
91	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00052488
92	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00005832
93	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00052488
94	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00005832
95	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00005832
96	0,9	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000648
97	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
98	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
99	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
100	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
101	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
102	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
103	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
104	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
105	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
106	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
107	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
108	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
109	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
110	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
111	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
112	0,9	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
113	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,01062882
114	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00118098
115	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00118098
116	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00013122
117	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00118098
118	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00013122
119	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00013122
120	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00001458
121	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00118098
122	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00013122
123	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00013122
124	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00001458
125	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00013122
126	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00001458
127	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00001458
128	0,9	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000162
129	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
130	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
131	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
132	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
133	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
134	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
135	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
136	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
137	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
138	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
139	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
140	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
141	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
142	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
143	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
144	0,9	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
145	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,04251528
146	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00472392

TABELL 7B FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
147	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00472392
148	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00052488
149	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00472392
150	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00052488
151	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00052488
152	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00005832
153	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00472392
154	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00052488
155	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00052488
156	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00005832
157	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00052488
158	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00005832
159	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00005832
160	0,9	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000648
161	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
162	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
163	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
164	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
165	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
166	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
167	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
168	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
169	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
170	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
171	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
172	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
173	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
174	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
175	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
176	0,9	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
177	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,01062882
178	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00118098
179	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00118098
180	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00013122
181	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00118098
182	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00013122
183	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00013122
184	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00001458
185	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00118098
186	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00013122
187	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00013122
188	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00001458
189	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00013122
190	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00001458
191	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00001458
192	0,9	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000162
193	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
194	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
195	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
196	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
197	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
198	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
199	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
200	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
201	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
202	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
203	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
204	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
205	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
206	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
207	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
208	0,9	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
209	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,00472392
210	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00052488
211	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00052488
212	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00005832
213	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00052488
214	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00005832
215	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00005832
216	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00000648
217	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00052488
218	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00005832
219	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00005832
220	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00000648
221	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00005832

TABELL 7B FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
222	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00000648
223	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00000648
224	0,9	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000072
225	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
226	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
227	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
228	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
229	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
230	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
231	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
232	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
233	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
234	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
235	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
236	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
237	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
238	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
239	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
240	0,9	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
241	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,00118098
242	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00013122
243	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00013122
244	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00001458
245	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00013122
246	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00001458
247	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00001458
248	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00000162
249	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00013122
250	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00001458
251	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00001458
252	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00000162
253	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00001458
254	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00000162
255	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00000162
256	0,9	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000018
257	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
258	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
259	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
260	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
261	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
262	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
263	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
264	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
265	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
266	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
267	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
268	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
269	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
270	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
271	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
272	0,1	0,9	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
273	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,04251528
274	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00472392
275	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00472392
276	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00052488
277	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00472392
278	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00052488
279	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00052488
280	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00005832
281	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00472392
282	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00052488
283	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00052488
284	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00005832
285	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00052488
286	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00005832
287	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00005832
288	0,1	0,9	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000648
289	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
290	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
291	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
292	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
293	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
294	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
295	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
296	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0

TABELL 7B FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
297	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
298	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
299	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
300	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
301	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
302	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
303	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
304	0,1	0,9	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
305	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,01062882
306	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00118098
307	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00118098
308	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00013122
309	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00118098
310	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00013122
311	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00013122
312	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00001458
313	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00118098
314	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00013122
315	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00013122
316	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00001458
317	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00013122
318	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00001458
319	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00001458
320	0,1	0,9	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000162
321	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
322	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
323	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
324	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
325	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
326	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
327	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
328	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
329	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
330	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
331	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
332	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
333	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
334	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
335	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
336	0,1	0,9	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
337	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,00472392
338	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00052488
339	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00052488
340	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00005832
341	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00052488
342	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00005832
343	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00005832
344	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00000648
345	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00052488
346	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00005832
347	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00005832
348	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00000648
349	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00005832
350	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00000648
351	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00000648
352	0,1	0,9	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000072
353	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
354	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
355	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
356	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
357	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
358	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
359	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
360	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
361	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
362	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
363	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
364	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
365	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
366	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
367	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
368	0,1	0,9	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
369	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,00118098
370	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00013122
371	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00013122

TABELL 7B FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
372	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00001458
373	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00013122
374	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00001458
375	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00001458
376	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00000162
377	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00013122
378	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00001458
379	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00001458
380	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00000162
381	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00001458
382	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00000162
383	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00000162
384	0,1	0,9	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000018
385	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
386	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
387	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
388	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
389	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
390	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
391	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
392	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
393	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
394	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
395	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
396	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
397	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
398	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
399	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
400	0,1	0,1	0,9	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
401	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,00472392
402	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00052488
403	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00052488
404	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00005832
405	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00052488
406	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00005832
407	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00005832
408	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00000648
409	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00052488
410	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00005832
411	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00005832
412	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00000648
413	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00005832
414	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00000648
415	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00000648
416	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000072
417	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
418	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
419	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
420	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
421	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
422	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
423	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
424	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
425	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
426	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
427	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
428	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
429	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
430	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
431	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
432	0,1	0,1	0,9	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
433	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,00118098
434	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00013122
435	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00013122
436	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00001458
437	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00013122
438	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00001458
439	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00001458
440	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00000162
441	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00013122
442	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00001458
443	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00001458
444	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00000162
445	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00001458
446	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00000162

TABELL 7B FORTSÄTTNING

Kombination	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Sannolikhet
447	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00000162
448	0,1	0,1	0,9	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000018
449	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
450	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
451	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
452	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
453	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
454	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
455	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
456	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
457	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
458	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
459	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
460	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
461	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
462	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
463	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
464	0,1	0,1	0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
465	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,00052488
466	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00005832
467	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00005832
468	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00000648
469	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00005832
470	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00000648
471	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00000648
472	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00000072
473	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00005832
474	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00000648
475	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00000648
476	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00000072
477	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00000648
478	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00000072
479	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00000072
480	0,1	0,1	0,1	0,8	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000008
481	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0
482	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,9	0,1	0
483	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,9	0
484	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,9	0,1	0,1	0
485	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,9	0
486	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,9	0,1	0
487	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,9	0
488	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,9	0,1	0,1	0,1	0
489	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,9	0
490	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,9	0,1	0
491	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,9	0
492	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,9	0,1	0,1	0
493	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,9	0
494	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,9	0,1	0
495	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,9	0
496	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
497	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,00013122
498	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,9	0,1	0,00001458
499	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,9	0,00001458
500	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,9	0,1	0,1	0,00000162
501	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,9	0,00001458
502	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,00000162
503	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,9	0,00000162
504	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,00000018
505	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,9	0,00001458
506	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,9	0,1	0,00000162
507	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,9	0,00000162
508	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,00000018
509	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,00000162
510	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,00000018
511	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,00000018
512	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,00000002

Bilaga 8 Spridningsberäkningar i MATLAB

I denna bilaga redovisas indatafilerna för beräkning av brandspridning och förväntade skadekostnader till följd av stor brand. Beräkningarna har utförts i datorprogrammet MATLAB. I slutet av bilagan finn två figurer som visar hur riskprofiler för fallet stor brand förändras om det passiva brandskyddet förbättras.

Indatafiler

All text som följer efter procenttecken är kommentarer och inte kommandon!

INDATAFIL A

Definition av spridningsmatris med sannolikheter för att områdesgränserna skall hindra brandspridning samt en matris som anger egendoms-, avbrotts- och dolda kostnader för respektive område.

```
sprid=[0 0.1 0.2 0.2 0 0;0 0 0 0.8 0.000000001 0.8;0 0 0 0.000000001 0 0;
0 0 0 0 0.2 0;0 0 0 0 0 0.9;0 0 0 0 0 0]
kostnad=[105212 19994 0;
69800 326650 0;
29000 0 0;
522000 390107 0;
628000 659003 0;
38800 169965 0];
res=test(sprid,kostnad);
save C:\Matlabresultat\StorbrandIDAG.txt res -ascii;
```

INDATAFIL B

Filen reglerar hur sannolikheter och kostnadslag skall multipliceras. Dessutom reglerar den hur resultatet skall presenteras.

```
function test=test(sprid,kostnad)
clear res

spridning(1,sprid);
kostnader=forvantad(kostnad);
resegendom=kostnader(:,1).*kostnader(:,4);
resavb=kostnader(:,2).*kostnader(:,4);
resdold=kostnader(:,3).*kostnader(:,4);
res(1,1)=sum(resegendom);
res(1,2)=sum(resavb);
res(1,3)=sum(resdold);

spridning(2,sprid);
kostnader=forvantad(kostnad);
resegendom=kostnader(:,1).*kostnader(:,4);
resavb=kostnader(:,2).*kostnader(:,4);
resdold=kostnader(:,3).*kostnader(:,4);
res(2,1)=sum(resegendom);
res(2,2)=sum(resavb);
res(2,3)=sum(resdold);

spridning(3,sprid);
kostnader=forvantad(kostnad);
resegendom=kostnader(:,1).*kostnader(:,4);
resavb=kostnader(:,2).*kostnader(:,4);
resdold=kostnader(:,3).*kostnader(:,4);
res(3,1)=sum(resegendom);
```

```

res(3,2)=sum(resavb);
res(3,3)=sum(resdold);

spridning(4,sprid);
kostnader=forvantad(kostnad);
resegendom=kostnader(:,1).*kostnader(:,4);
resavb=kostnader(:,2).*kostnader(:,4);
resdold=kostnader(:,3).*kostnader(:,4);
res(4,1)=sum(resegendom);
res(4,2)=sum(resavb);
res(4,3)=sum(resdold);

spridning(5,sprid);
kostnader=forvantad(kostnad);
resegendom=kostnader(:,1).*kostnader(:,4);
resavb=kostnader(:,2).*kostnader(:,4);
resdold=kostnader(:,3).*kostnader(:,4);
res(5,1)=sum(resegendom);
res(5,2)=sum(resavb);
res(5,3)=sum(resdold);

spridning(6,sprid);
kostnader=forvantad(kostnad);
resegendom=kostnader(:,1).*kostnader(:,4);
resavb=kostnader(:,2).*kostnader(:,4);
resdold=kostnader(:,3).*kostnader(:,4);
res(6,1)=sum(resegendom);
res(6,2)=sum(resavb);
res(6,3)=sum(resdold);

test=res;

```

INDATAFIL C

Filen reglerar vilka gränser som håller respektive inte håller och räknar därefter ut vilka tänkbara spridningsvägar som finns för en brand som uppstår i område 1-6.

```

function spridning=spridning(brandpos,sprid)

clear probres
clear forstorda
clear barriar
clear n
clear antalceller

[rader,kolumner]=size(sprid);

barpos=1;%Pekare i barriar matrisen
antalceller=size(sprid,2);%Antalceller är det antalet områden som finns
for y=1:kolumner %Skapar barriar matrisen som beskriver mellan vilka områden
barriären är och vilken funktionssannolikhet den har
    for x=1:rader
        if sprid(x,y)>0
            barriar(barpos,1)=y;
            barriar(barpos,2)=x;
            barriar(barpos,3)=sprid(x,y);
            barpos=barpos+1;
        end
    end
end
n=0;
n=size(barriar,1); %n är hur många barriärer som finns
fungerar=0;
for x=1:n %Skapar fungerar matrisen som består av 1 och 0, vilka visar
fungerande resp icke fungerande barriär
    y=0;

```

```

u=1;
antal=2^n;
while y<(antal)
    for y=y+1:(y+(2^(x-1)))
        if u==1
            fungerar(y,x)=1;
        else
            fungerar(y,x)=0;
        end
        u;
    end
    if u==1
        u=0;
    else
        u=1;
    end
end
end

probl=barriar(:,3);
prob2=1-probl;
for y=1:antal %Skapar sannolikhetsmatris, där antal är antalet rader i
sannolikhetsmatrisen
    for x=1:n %n är antalet barriärer
        if fungerar(y,x)==1
            prob3(y,x)=probl(x);
        else
            prob3(y,x)=prob2(x);
        end
    end
end
%Skapar de resulterande delscenariosannolikheterna
probres=prod(prob3,2);

forbindelse=0; %Tar reda på vilka celler som är förstörda

forstorda=zeros(antal,antalceller);
%brandpos=1; %Brandens startbrandcell
pos=1;

for y=1:antal
    mojliga=zeros(1,antalceller); %mojliga är de områden som har möjlighet att
förstöras från ett område (kolumner)
    for x=1:n
        if fungerar(y,x)==0

            k=length(mojliga(:,barriar(x,1)));
            for i=1:k
                pos=k-i+1;
                mojliga(pos+1,barriar(x,1))=mojliga(pos,barriar(x,1));
            end
            mojliga(1,barriar(x,1))=barriar(x,2);

            k=length(mojliga(:,barriar(x,2)));
            for i=1:k
                pos=k-i+1;
                mojliga(pos+1,barriar(x,2))=mojliga(pos,barriar(x,2));
            end
            mojliga(1,barriar(x,2))=barriar(x,1);

        end
        forstorda(y,brandpos)=1;
        nyforst=1;
        while nyforst==1
            nyforst=0;
            for i=1:antalceller;
                if forstorda(y,i)==1

```

```

        h=length(mojliga(:,i));
        for s=1:h
            if mojl原因(s,i)~=0
                if forstorda(y,mojl原因(s,i))==0
                    forstorda(y,mojl原因(s,i))=1;
                    nyforst=1;
                end
            end
        end
    end
end
end
end
end
end
end
forstorda
save forstorda forstorda
save probres probres
    
```

INDATAFIL D

Filen styr hur skadekostnaderna skall beräknas utifrån spridningsfallen samt hur resultatet skall presenteras.

```

function kostnader=forvantad(kostnad)

load probres
load forstorda

info=forstorda;
x=length(forstorda(1,:));
y=length(forstorda(:,1));
for n=1:y
    info(n,x+1)=probres(n);
end

for n=1:y    %Egendomskostnader
    summa=0;
    for i=1:x
        if info(n,i)==1
            summa=summa+kostnad(i,1);
        end
    end
    kostnader(n,1)=summa;
end

for n=1:y    %Avbrottskostnader
    summa=0;
    for i=1:x
        if info(n,i)==1
            summa=summa+kostnad(i,2);
        end
    end
    kostnader(n,2)=summa;
end

for n=1:y    %Dolda kostnader
    summa=0;
    for i=1:x
        if info(n,i)==1
            summa=summa+kostnad(i,3);
        end
    end
    kostnader(n,3)=summa;
end

summaegen=0;
summaaavbrott=0;
    
```

```

summadolda=0;
for n=1:y
    summaegen=summaegen+(kostnader(n,1)*probres(n));
    summaavbrott=summaavbrott+(kostnader(n,2)*probres(n));
    summadolda=summadolda+(kostnader(n,3)*probres(n));
end
format bank
summaegen
summaavbrott
summadolda

%Riskprofil
kostnader(:,4)=probres;
kostnader=sortrows(kostnader,[1]);
for n=1:y
    i=y-n+1;
    if n==1
        kostnader(i,5)=kostnader(i,4);
    else
        kostnader(i,5)=kostnader(i,4)+kostnader(i+1,5);
    end
end
hold on
plot(kostnader(:,1),kostnader(:,5),'b')

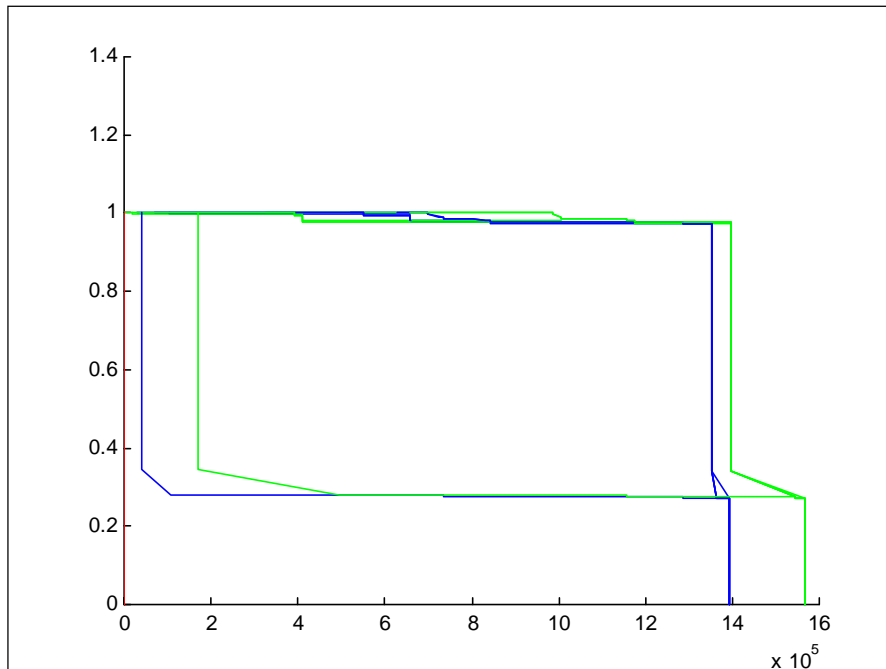
kostnader=sortrows(kostnader,[2]);
for n=1:y
    i=y-n+1;
    if n==1
        kostnader(i,5)=kostnader(i,4);
    else
        kostnader(i,5)=kostnader(i,4)+kostnader(i+1,5);
    end
end
plot(kostnader(:,2),kostnader(:,5),'g')

kostnader=sortrows(kostnader,[3]);
for n=1:y
    i=y-n+1;
    if n==1
        kostnader(i,5)=kostnader(i,4);
    else
        kostnader(i,5)=kostnader(i,4)+kostnader(i+1,5);
    end
end
plot(kostnader(:,3),kostnader(:,5),'r')
grid

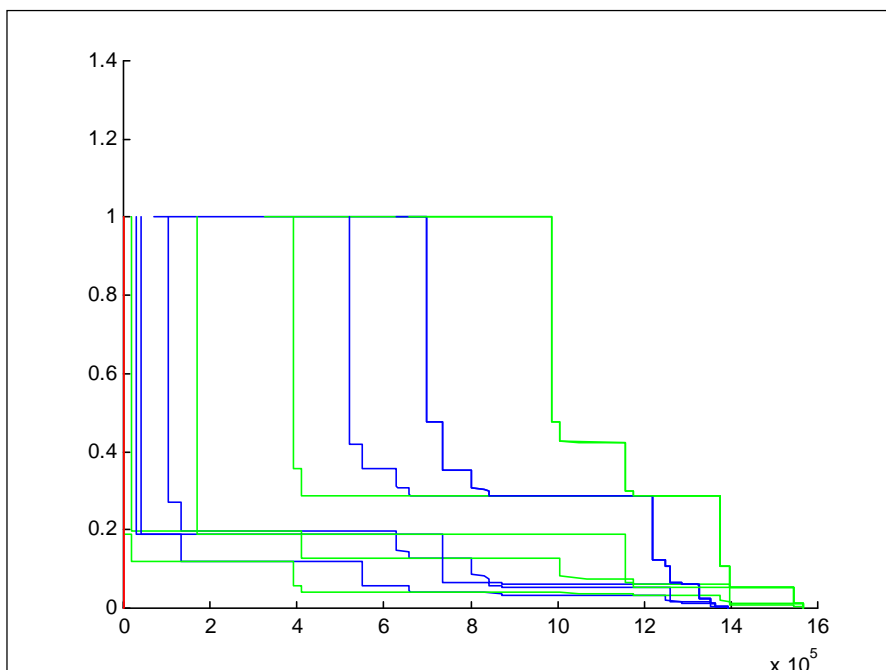
```

Riskprofil för skadekostnader till följd av "stor brand"

Trots att figuren inte avslöjar några närmare detaljer är det tydligt att risken för storskada minskar avsevärt om brandmotståndet i områdesgränserna ökas.



FIGUR 8A Riskprofiler för stor brand i dagens anläggning.



FIGUR 8B Riskprofiler för stor brand efter kompletteringar i passivt brandskydd.

Bilaga 9 Känslighetsanalys

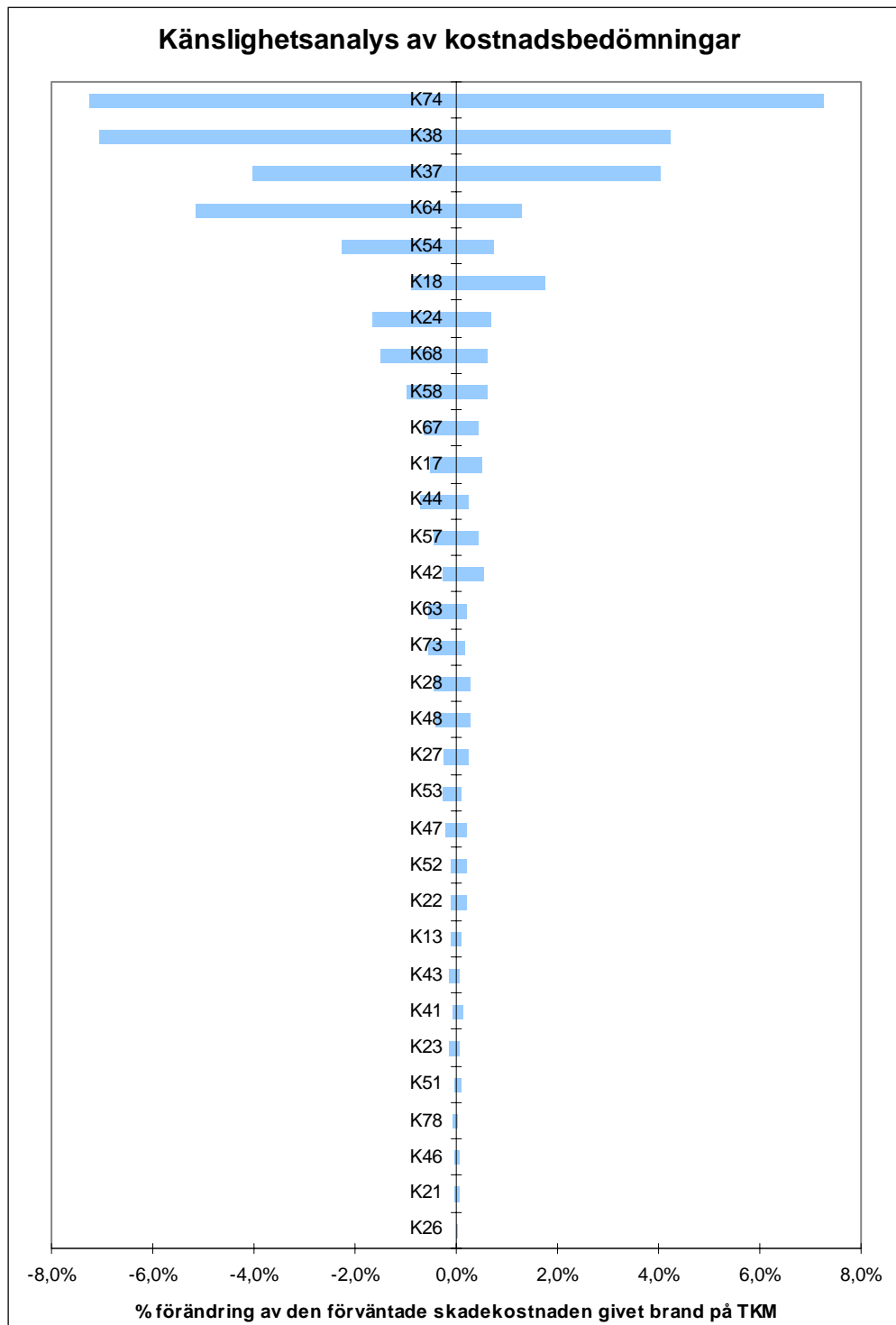
För att undersöka hur osäkerheter i enskilda variabler påverkar den förväntade skadekostnaden efter brand på TKM har en känslighetsanalys utförts. De variabler som har analyserats är de som är förknippade med subjektiva bedömningar och där osäkerheterna bedöms vara störst. Det gäller för samtliga kostnadsbedömningar samt skattningarna av sannolikheter för typbränder, personalens och räddningstjänstens insats. Metoden är att gaffla in det största och minsta troliga värdet på varje variabel och därefter undersöka hur förändringen påverkar resultatet. I tabell 9A och 9B nedan redovisas mellan vilka värden de enskilda variablerna varierats. Resultatet visas i form av tornadodiagram i figur 9A och 9B. Där har variablerna getts en beteckning, vilka också redovisas i tabellerna nedan.

TABELL 9A Känslighetsanalys av hur fel i bedömningar av kostnadernas storlek påverkar den förväntade skadekostnaden givet brand på TKM

Område	Typbrand	Kostnadsslag	Beteckning	Skattad kostnad [kr]	Plus [%]	Minus [%]
1	Liten		K11	15	100	50
	Medelstor	Släcks	K12	30	100	50
		Egendom	K13	9678	50	50
		Avbrott	K14	2856	20	50
		Dolda	K15	0		
	Stor	Släcks	K16	30	100	50
		Egendom	K17	1345779	30	30
		Avbrott	K18	1419533	100	50
		Dolda	K19	0		
2	Liten		K21	15	100	50
	Medelstor	Släcks	K22	125	100	50
		Egendom	K23	3742	20	40
		Avbrott	K24	41007	20	50
		Dolda	K25	0		
	Stor	Släcks	K26	40	100	50
		Egendom	K27	1348429	30	30
		Avbrott	K28	1420666	30	50
		Dolda	K29	0		
3	Liten		K31	15	100	50
	Medelstor	Släcks	K32	40	100	50
		Egendom	K33	374	50	50
		Avbrott	K34	0	20	60
		Dolda	K35	0		
	Stor	Släcks	K36	40	100	50
		Egendom	K37	1348429	30	30
		Avbrott	K38	1420666	30	50
		Dolda	K39	0		
4	Liten		K41	15	100	50
	Medelstor	Släcks	K42	125	100	50
		Egendom	K43	5724	20	50
		Avbrott	K44	47792	10	30
		Dolda	K45	0		
	Stor	Släcks	K46	125	100	50
		Egendom	K47	1348429	20	20
		Avbrott	K48	1420666	25	40
		Dolda	K49	0		

TABELL 9A - Fortsättning.

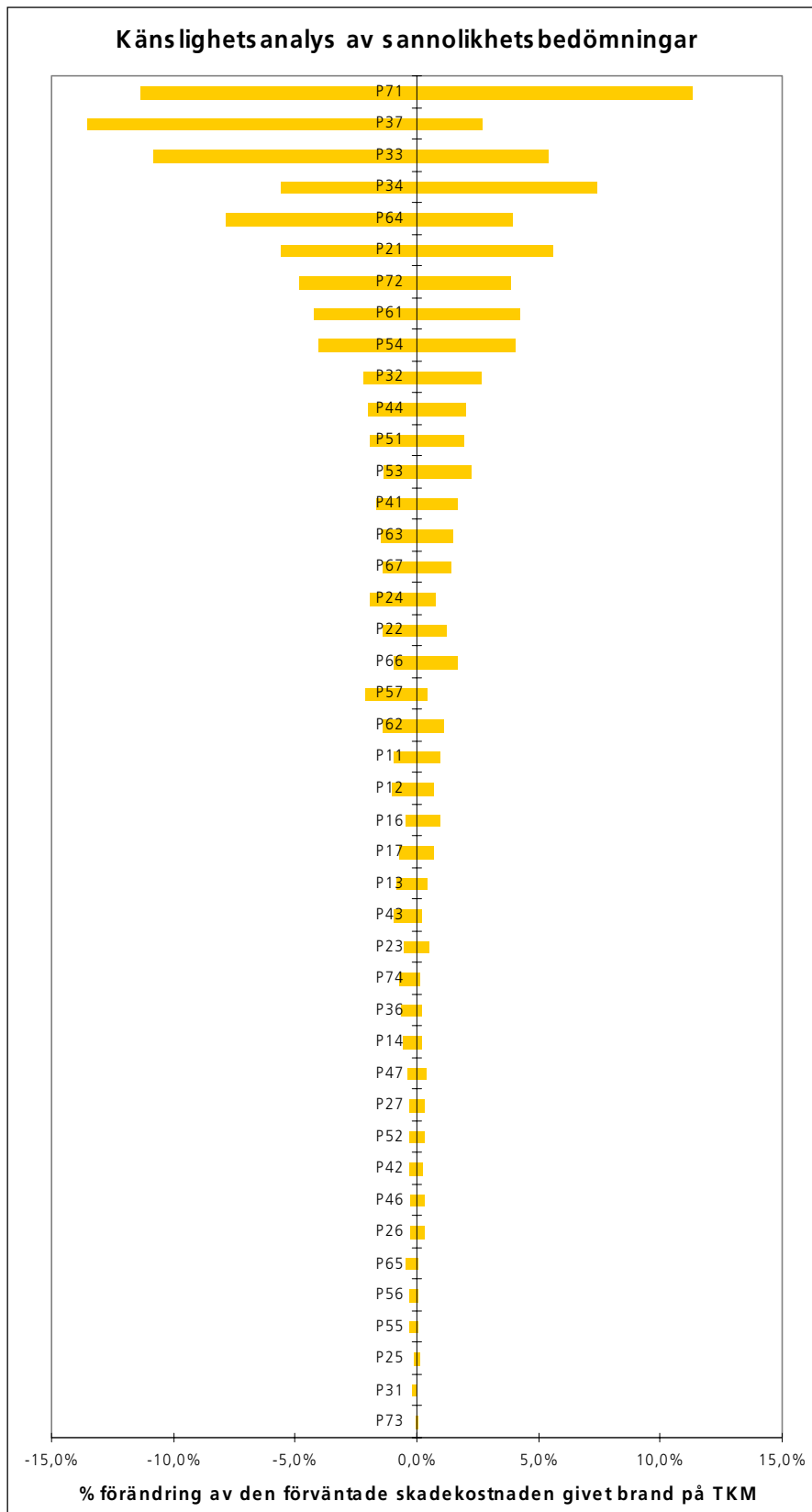
Område	Typbrand	Kostnadsslag	Beteckning	Skattad kostnad [kkr]	Plus [%]	Minus [%]
5	Liten		K51	15	100	50
	Medelstor	Släcks	K52	125	100	50
		Egendom	K53	6880	20	50
		Avbrott	K54	93105	10	30
		Dolda	K55	0		
	Stor	Släcks	K56	125	100	50
		Egendom	K57	1350849	20	20
		Avbrott	K58	1434468	25	40
		Dolda	K59	0		
6	Liten		K61	15	100	50
	Medelstor	Släcks	K62	100	100	50
		Egendom	K63	2108	20	50
		Avbrott	K64	25151	10	40
		Dolda	K65	0		
	Stor	Släcks	K66	100	100	50
		Egendom	K67	413996	20	30
		Avbrott	K68	558291	20	50
		Dolda	K69	0		
7	Liten		K71	15	100	50
	Medelstor	Släcks	K72	125	100	50
		Egendom	K73	1782	20	60
		Avbrott	K74	47972	30	30
		Dolda	K75	0		
	Stor	Släcks	K76	125	100	50
		Egendom	K77	40000	10	10
		Avbrott	K78	79953	20	40
		Dolda	K79	0		



FIGUR 9A Tornadodiagram över hur känsligt resultatet i form av den förväntade skadekostnaden givet brand på TKM är mot fel i kostnadsbedömningarna. De förändringar i kostnader som är *mindre* än K26 visas inte eftersom dess inverkan på resultatet är försumbar.

TABELL 9B Känslighetsanalys av hur fel i bedömningar av olika sannolikheter påverkar den förväntade skadekostnaden givet brand på TKM

Område	Sannolikheter	Beteckning	Skattad sannolikhet	Plus [%]	Minus [%]
1	P(Liten/Brand i Oj)	P11	0,400	20	20
	P(Medel/Brand i Oj)	P12	0,400	30	20
	P(Stor/Brand i Oj)	P13	0,300	20	30
	P _{personal} (O _i)	P14	0,340	30	10
	P _{BRF} (snabbt/brand i O _i)	P15	0,155	10	20
	P _{BRF} (långsamt/brand i O _i)	P16	0,753	20	30
	P _{BRF} (misslyckad/brand i O _i)	P17	0,092	20	20
2	P(Liten/Brand i Oj)	P21	0,700	30	30
	P(Medel/Brand i Oj)	P22	0,270	30	30
	P(Stor/Brand i Oj)	P23	0,030	30	30
	P _{personal} (O _i)	P24	0,290	50	20
	P _{BRF} (snabbt/brand i O _i)	P25	0,070	20	20
	P _{BRF} (långsamt/brand i O _i)	P26	0,845	20	20
	P _{BRF} (misslyckad/brand i O _i)	P27	0,085	20	20
3	P(Liten/Brand i Oj)	P31	0,100	200	10
	P(Medel/Brand i Oj)	P32	0,300	30	30
	P(Stor/Brand i Oj)	P33	0,600	20	40
	P _{personal} (O _i)	P34	0,400	30	40
	P _{BRF} (snabbt/brand i O _i)	P35	0,155	10	20
	P _{BRF} (långsamt/brand i O _i)	P36	0,080	30	10
	P _{BRF} (misslyckad/brand i O _i)	P37	0,765	10	50
4	P(Liten/Brand i Oj)	P41	0,670	30	30
	P(Medel/Brand i Oj)	P42	0,270	30	30
	P(Stor/Brand i Oj)	P43	0,060	10	50
	P _{personal} (O _i)	P44	0,700	20	20
	P _{BRF} (snabbt/brand i O _i)	P45	0,155	10	20
	P _{BRF} (långsamt/brand i O _i)	P46	0,753	20	20
	P _{BRF} (misslyckad/brand i O _i)	P47	0,092	20	20
5	P(Liten/Brand i Oj)	P51	0,670	20	20
	P(Medel/Brand i Oj)	P52	0,300	20	20
	P(Stor/Brand i Oj)	P53	0,030	50	30
	P _{personal} (O _i)	P54	0,700	20	20
	P _{BRF} (snabbt/brand i O _i)	P55	0,070	100	20
	P _{BRF} (långsamt/brand i O _i)	P56	0,085	100	20
	P _{BRF} (misslyckad/brand i O _i)	P57	0,845	10	50
6	P(Liten/Brand i Oj)	P61	0,500	30	30
	P(Medel/Brand i Oj)	P62	0,450	30	30
	P(Stor/Brand i Oj)	P63	0,050	30	30
	P _{personal} (O _i)	P64	0,300	100	50
	P _{BRF} (snabbt/brand i O _i)	P65	0,030	100	20
	P _{BRF} (långsamt/brand i O _i)	P66	0,870	30	30
	P _{BRF} (misslyckad/brand i O _i)	P67	0,100	30	30
7	P(Liten/Brand i Oj)	P71	0,600	30	30
	P(Medel/Brand i Oj)	P72	0,380	30	30
	P(Stor/Brand i Oj)	P73	0,020	50	50
	P _{BRF} (snabbt/brand i O _i)	P75	0,030	100	20
	P _{BRF} (långsamt/brand i O _i)	P76	0,870	30	30
	P _{BRF} (misslyckad/brand i O _i)	P77	0,100	30	30



FIGUR 9B Tornadodiagram över hur känsligt resultatet i form av den förväntade skadekostnaden givet brand på TKM är mot fel i kostnadsbedömningarna. Förändringar som är *mindre* än P73 visas inte eftersom deras effekt är försumbar.