

Indexmodell som underlag vid riskvärdering

Jakob Schlyter
Daniel Selván

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

**Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet**

Report 5157, Lund 2004

**Indexmodell som underlag
vid riskvärdering**

**Jakob Schlyter
Daniel Selván**

Lund 2004

Rapporten har finansierats av If Skadeförsäkring

Indexmodell som underlag vid riskvärdering

Jakob Schlyter
Daniel Selván

Report 5157
ISSN: 1402-3504
ISRN: LUTVDG/TVBB--5157--SE

Number of pages: 143
Illustrations: Jakob Schlyter, Daniel Selván

Keywords

Insurance, risk, fire, EML, fire frequency, indexmodell, MADM

Sökord

Försäkring, risk, brand, EML, brandfrekvens, indexmodell, MADM

Abstract

The purpose of this Master's thesis was to investigate which factors influence the size of loss, insured by If, that occurred as a result of fire or explosion. Further on, this information shall be implemented at If to gain a better understanding towards risk. This to facilitate the assessment of insurance premium and reinsurance requirement.

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2004.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

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

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

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

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

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

Förord

Denna rapport är ett examensarbete som ingår i utbildningen till civilingenjör i riskhantering på Lunds Tekniska Högskola. Arbetet omfattar 2 x 20 poäng, vilket motsvarar 40 veckors arbete.

Det finns en rad personer bakom detta examensarbete som alla har bistått med värdefull information och hjälp. Vi vill därför tacka dem för deras stöd.

Framförallt vill vi rikta ett varmt tack till våra handledare Henrik Johansson och Robert Jönsson, avdelningen för Brandteknik, för deras idéer och hjälp under arbetets gång.

Vidare vill vi tacka If Skadeförsäkring AB och framförallt våra handledare Björn Modin och Pär Nyhlén.

Till sist vill vi tacka våra familjer och vänner som har ställt upp och korrekturlästrapporten.

Lund, oktober 2004

Jakob Schlyter & Daniel Selén

Sammanfattning

Syftet med examensarbetet var att ta fram vilka faktorer som påverkat storleken på skador, försäkrade av If, som inträffat till följd av brand eller explosion. Vidare skall denna information implementeras hos If för att en bättre förståelse för risker skall fås. Detta för att underlätta arbetet vid premiesättning och bedömning av återförsäkringsbehov.

För ett försäkringsbolag är det av stor betydelse att kunna bedöma den risk det innebär att försäkra en kund. Speciellt viktigt är det då kunden representerar väsentliga ekonomiska värden. Detta är fallet för If Industrial Insurance som riktar sig mot kunder med en omsättning över 500 MSEK, vilket medför att det i många fall är stora och värdefulla byggnader som skall försäkras.

På If Industrial Insurance gör en riskingenjör en beskrivning av ett objekts risker och uppskattar även den största skada som kan inträffa i anläggningen, alltså det största belopp som bolaget riskerar att betala ut vid en enskild skadehändelse. Riskbeskrivningen och estimated maximum loss-kalkylen (EML) ligger till underlag för att avgöra huruvida risken är intressant för bolaget; och om så är fallet vilken premie den motsvarar och om risken skall återförsäkras eller ej.

Det är många svårigheter förknippade med att göra en bedömning av ett objekts risker. Anläggningar har blivit mer komplexa och värdefulla allt eftersom den tekniska utvecklingen gått framåt. Detta ställer höga krav på de riskingenjörer som ansvarar för att riskvärderingen skall bli så korrekt som möjligt. I dagsläget finns inget standardiserat arbetsätt för att göra riskvärdering utan varje riskingenjör gör sin egen subjektiva bedömning.

För att underlätta riskvärderingen för försäkringsbolagets riskingenjörer har det i denna rapport tagits fram två olika verktyg vilka skall användas som underlag vid riskvärdering. Ett vilket skall användas för att ta fram ett värde på brandfrekvensen och ett som skall användas för att uppskatta brandspridningsmöjligheten i en industribyggnad.

För att ta fram ett värde på brandfrekvensen i en industribyggnad har en befintlig modell använts. Modellen tar ingen hänsyn till typ av industriverksamhet utan endast till byggnadens golvarea. Undersökningar har visat att modellen är användbar för ingenjörsmässiga ändamål. För att få en mer objektspecifik brandfrekvens kommer denna att uppdateras med information om tidigare bränder på objektet.

Det andra verktyget är en indexmodell vilken ger ett mått på en brands spridningsmöjlighet i en byggnad genom att användaren betygsätter åtta olika parametrar. Vilka parametrar som skulle ingå i modellen togs fram genom en statistikundersökning av Ifs befintliga skador samt litteraturstudier.

Vikter till åtta olika parametrarna togs fram med multiple attribute decision making-metodik (MADM), som används för att underlätta beslutsfattande då beslutskriterierna är av olika stor betydelse och uttryckta i olika enheter, och genom att använda en expertpanel för att ta fram parametervikterna.

För att undersöka indexmodellens tillämpning fick ett antal personer använda indexmodellen på två olika objekt. Syftet med fallstudien var att etablera en uppfattning om indexmodellens precision. Resultatet från studien pekade på att modellen är tillämpbar i praktiken.

De två framtagna verktygen kan var för sig användas för att rangordna olika industrier sinsemellan. Men för att en industris risk skall kunna uppskattas måste verktygen kombineras tillsammans med förväntad skadekostnad för industrin. I detta arbete tas ingen modell fram för hur detta skall gå till utan arbetet avgränsades till att endast ta fram verktygen.

För att i framtiden öka indexmodellens precision och tillämpbarhet borde en modell för varje industrislag tas fram. Detta för att kunna hänsyn till industrispecifika parametrar. Vidare borde en riskvärderingsmodell vilken tar hänsyn till brandfrekvens, spridningspotential samt förväntad skadekostnad utvecklas för att ta hänsyn till risken i en industri och på så sätt skaffa ett bättre underlag vid premiesättning och EML-bedömning.

SUMMARY

The purpose of this Master's thesis was to investigate which factors influence the size of loss, insured by If, that occurred as a result of fire or explosion. Further on, this information shall be implemented at If to gain a better understanding towards risk. This to facilitate the assessment of insurance premium and reinsurance requirement.

For an insurance company it is of great importance to assess the risk it bears when insuring a client. This is even more important if the client represents great economic values. This is the case for If, as they target clients with a turnover of more than 500 MSEK, resulting in many cases of large and valuable buildings needed to be insured.

At If a risk engineer describes the risk in an object and estimates the biggest loss that can occur in the building, i.e. the largest amount the insurance company risks to pay at one occasion (EML). The risk description and the EML assessment determine whether the risk (the building) is interesting, and if this is the case, what premium it corresponds to and if it shall be reinsured or not.

There are many difficulties associated with a risk assessment. Companies have become more complex and value intensive as the technical development has progress. This results in high demands on the risk engineers who are responsible of making as accurate risk assessments as possible. Today there are no standardized ways to perform risk assessments. Every risk engineer does his own individual assessment.

To facilitate the risk assessment for the risk engineers, two different tools that can be used as a basis for risk assessment has been developed as a result of this thesis. One should be used to derive a value for the fire frequency, while the other tool should be used to estimate the fire spread potential in an industry.

An existing model has been used to derive a value for the fire frequency in a building. This model does not take into account the type of industry, only to the floor area in the building. Investigations have proven that the model is useful for engineering purposes. To get a more object specific fire frequency the existing model will be updated with information of earlier fires in the object.

The second tool is a model that provides an estimate of what potential a fire has to spread within a building by letting the user grade eight different parameters. Which parameters should be included in the model was determined through a statistical examination of Ifs existing losses and literature studies.

Weights to the eight parameters were assigned using MADM methodology, which is used to facilitate decision making when the decision criteria are of different significance and are expressed in different units, and by using an expert panel.

To assess the usability of the ranking model, a number of people tested the model on two different objects. The aim of the case study was to establish an understanding of the precision of the model. The result from the study indicated that the ranking model can be used in practice.

These two tools can each be used to rank different industries between themselves. To estimate the risk in an industry these two tools must be combined together with expected loss for the industry. In this thesis the two individual tools were developed, however, to develop a model for combining the two with industry data was outside of the thesis' scope.

To be able to assess the risk in an industry the fire frequency and the fire spread potential must be combined together with expected cost of loss for the industry. In this thesis no risk assessment model is developed, only tools to assess the fire frequency and the fire spread potential in an industry building.

In the future, to further improve the ranking model's precision and applicability a model for each industry should be developed. This to be able to take into account industry specific parameters. Furthermore, to better assess the risk in a specific industry and so improve the basis for decisions regarding premiums and EML, a model which accounts for fire frequency, fire spread potential and expected cost of loss for that industry needs to be developed.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING	15
1.1 BAKGRUND	15
1.2 SYFTE	15
1.3 METOD	16
1.4 AVGRÄNSNINGAR	16
1.5 DISPOSITION	16
1.6 OM IF	17
2 FÖRSÄKRINGAR	19
2.1 ALLMÄNT	19
2.2 RISKBEGREPPET	19
2.3 RISKBEDÖMNING OCH PREMIESÄTTNING	20
2.4 ÅTERFÖRSÄKRING	21
2.5 ESTIMATED MAXIMUM LOSS (EML)	21
3 BRANDSKADOR INOM INDUSTRI	23
3.1 INDUSTRI I SVERIGE	23
3.2 BRANDSKADEKOSTNADER	24
4 RISKANALYSMETODER	27
4.1 ALLMÄNT	27
4.2 INDEXMODELLER	28
4.3 OLIKA INDEXMODELLER	28
4.4 STRUKTUR FÖR INDEXMODELLEN	31
5 INDEXMODELLEN	33
5.1 INLEDNING	33
5.2 STATISTIKSTUDIE	33
5.3 MADM – MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING	39
5.4 HIERARKISKA SYSTEM	39
5.5 FRAMTAGNING AV VIKTER	45
5.6 GENOMFÖRANDE	47
5.7 BERÄKNING AV BRANDSPRIDNING	54
5.8 BETYGSFÖRDELNINGAR OCH BESLUTSREGLER	55

6 BRANDFREKVENNS	61
6.1 RAMACHANDRAN	61
6.2 RUTSTEINS MODELL	62
6.3 TILLANDER OCH KESKI-RAHKONENS MODELL	63
6.4 UPPDATERING AV BRANDFREKVENNS	66
7 UTVÄRDERING AV INDEXMODELL	69
7.1 FALLSTUDIEN	71
8 RESULTAT OCH DISKUSSION	73
9 VIDARE ARBETE	77
REFERENSER	79
BILAGA A – INTERVJUUNDERLAG	1
BILAGA A.1 – UTSKICK TILL TESTGRUPPEN	1
BILAGA A.2 FÖRSTA UTSKICKET TILL HELA GRUPPEN	17
BILAGA A.3 – ÄNDRA UTSKICKET TILL HELA GRUPPEN	31
BILAGA – B RESULTAT FRÅN INTERVJUER	43
BILAGA – C FALLSTUDIE	1
OBJEKT 1	2
OBJEKT 2	5
HANDLEDNING	8
BETYGSFÖRDELNINGAR OCH BESLUTSREGLER	12

1 Inledning

Detta första kapitel avser att ge läsaren en bild om varför och hur rapporten är framtagen. Dessutom kommer rapportens upplägg och en kort beskrivning av uppdragsgivaren att redovisas.

1.1 Bakgrund

För ett försäkringsbolag är det mycket viktigt att kunna värdera vilken risk det utsätter sig för genom att försäkra en kund. Detta är extra betydelsefullt när de ekonomiska värdena som kunden representerar är stora och en eventuell skada hos denne kan ge betydande ekonomiska konsekvenser för försäkringsbolaget. If Skadeförsäkring som arbetar mot industrin riktar sig till kunder med en omsättning över 500 MSEK. En stor del av riskvärderingen behandlar kundens förutsättningar för en brand och konsekvensen av en sådan. Det ligger således mycket ansvar på riskingenjörerna som skall göra denna värdering.

Detta arbete är framtaget tillsammans med If Skadeförsäkring, främst därför att de vill ha större kunskap om hur brand kommer att påverka en byggnad och att göra säkrare riskbedömningar. Dagens kunskap inom företaget grundar sig främst på gamla erfarenheter samt kunskaper från det gamla tariffsystemet där olika byggnader värderades olika beroende byggnadsklass, brandförebyggande åtgärder och fysiska förhållanden. Rapporten riktar sig främst till If Skadeförsäkring men även till personer med ett intresse för riskhantering och till civilingenjörsstudenter.

Genom att studera skador som drabbat If Skadeförsäkrings kunder och samla in information från personer på försäkringsbolag, räddningstjänst, universitetet och den privata sektorn är tanken att en modell skall utarbetas över vad som påverkar brandens spridningsmöjligheter. Denna modell kommer att ha formen av en indexmodell där ett antal parametrar kommer att värderas och betygsättas för att ett slutligt betyg skall fås för hela byggnaden. Vidare kommer en befintlig modell för att ta fram brandfrekvensen att presenteras. För att erhålla en objektspecifik brandfrekvens uppdateras modellens resultat med ny information. Dessa två verktyg skall var för sig användas till att rangordna olika industrier sinsemellan.

1.2 Syfte

Utifrån ovanstående bakgrund har författarna bestämt sig för att det är av intresse att studera följande frågeställning:

Vad har påverkat storleken på de brand- eller explosionsskador som har drabbat Ifs försäkrade företag och industrier? Hur kan denna kunskap användas för att bättre förstå vilken risk If utsätter sig för när de försäkrar ett objekt?

Syftet med detta examensarbete är att ta fram vilka faktorer som har påverkat storleken på de skador som har uppstått till följd av brand eller explosion. Vidare skall denna kunskap kunna implementeras hos If för att en bättre förståelse för befintliga risker skall fås. Detta för att underlätta arbetet vid premiesättning och bedömning av återförsäkringsbehov.

1.3 Metod

Arbetet började med en övergripande litteraturstudie där det undersöktes vad som hade gjorts tidigare inom området. Främst inriktade sig litteraturstudien på att inhämta och fördjupa kunskaperna inom områdena försäkring, estimated maximum loss, linjär regressionsanalys, indexmetoder, forskningsmetodik, riskvärderingsmodeller, multiattributiv beslutsteori och brandstatistik.

Undersökningsmaterial sammanställdes sedan från Ifs skadedatabas och tillgänglig information om varje skada samlades in från Ifs riskingenjörer och berörda räddningstjänsters insatsstatistik. Utifrån materialet gjordes kvalitativa iakttagelser rörande skador som inträffat samt faktorer som kan ha påverkat dess omfattning. Materialet behandlades även genom linjär regression för att undersöka om det gick att få fram de olika parametrarnas påverkansgrad.

Informationen från statistikundersökningen användes för att ta fram strukturen till en indexmodell där användaren betygsätter ett antal parametrar vilka påverkar storleken på brandspridningen. Vikterna på de olika parametrarna togs fram genom att ett antal experter intervjuades och fick ge sina skattningar på vikterna. Dessa sammanställdes sedan till de slutgiltiga viktningarna. Därefter användes en befintlig modell för att kunna ta fram brandfrekvensen för en industribyggnad.

1.4 Avgränsningar

Indexmodellen som används för att uppskatta en byggnads förutsättningar för brandspridning tar hänsyn till åtta olika parametrar. Dessa parametrar inkluderar inte alla aspekter i en industribyggnad som påverkar konsekvensen av en brand. Vidare har även en begränsning gjorts gällande antal personer som medverkat i undersökningen, vilken syftade till att ta fram parametervikter.

Ingen egen studie har gjorts för att ta fram brandfrekvenser för olika industrislag. Istället har en befintlig undersökning använts för att kunna uppskatta brandfrekvensen i en industribyggnad.

I den här studien kommer skadekostnaden att vara den totala skadekostnaden på byggnad, maskin och varor men ingen hänsyn kommer att läggas vid avbrottskostnaderna eftersom detta område är allt för komplicerat för att kunna studeras med en indexmodell.

För att göra en riskvärdering bör brandfrekvensen kombineras med indexet på brandspridningspotentialen samt förväntad skadekostnad. Författarna har avgränsat sig till att endast ta fram de två första verktygen.

1.5 Disposition

Rapporten inleds med en översikt av försäkringsbranschen samt begrepp och olika försäkringsformer kopplade till denna. Dessutom beskrivs hur riskbedömning och premiesättning genomförs och styrs till följd av läget på den ekonomiska marknaden.

Därefter redovisas kostnader för inträffade bränder under 2002 i Sverige. Särskild vikt har lagts på att redovisa brandskadekostnader förknippade med den svenska industrin. Kapitlet inleds med en mycket kortfattad sammanställning rörande industrin i Sverige.

Nästa kapitel startar med en genomgång av olika riskanalysmetoder. Denna följs av en beskrivning av utmärkande drag för en indexmodell samt en presentation av befintliga indexmodeller vilka utformats för att uppskatta risk.

I kapitel 5 presenteras tre befintliga modeller för beräkning av brandfrekvenser, varav en kommer att användas. Även en metod för att uppdatera brandfrekvensen redovisas.

Framtagandet och resultatet av indexmodellen presenteras i kapitel 6. Kapitlet innehåller en presentation av metoder som kan användas för datainsamling samt redovisning av vald metod. Även en sammanfattning av statistikstudien som initialt gjordes för att ta fram parametervikterna till indexmodellen presenteras.

I kapitel 7 kommer en utvärdering av den framtagna indexmodellen att genomföras. Utvärderingen grundar sig på tio kriterier vilka skall uppfyllas för att utforma en bra indexmodell.

I diskussionen tas problem och olika aspekter rörande framtagandet och tillämpningen av verktygen som utarbetats i denna rapport upp.

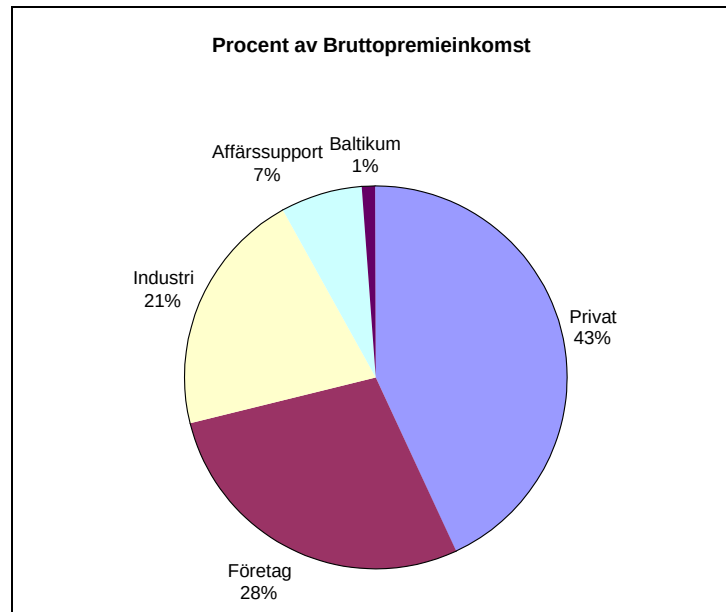
Slutligen föreslås vidare arbete med modellen som behöver göras för att öka dess kvalitet. Även vidare arbete för försäkringsbolaget föreslås för att i framtiden kunna öka underlaget till modeller liknande den som utformas i den här rapporten.

1.6 Om If

1999 bildades If genom att skadeförsäkringsverksamheten hos svenska Skandia och norska Storebrand slogs ihop. Detta för att etablera ett ledande skadeförsäkringsbolag i Norden. I januari 2002 gick If samman med finska Sampos skadeförsäkringsverksamhet. If erbjuder lokal service genom verksamhet i Danmark, Finland, Norge och Sverige. I och med sammanslagningen av If och skadeförsäkringsverksamheten i Sampo har If även ett marknadsledande dotterbolag med verksamhet i Baltikum.

If är ett renodlat skadeförsäkringsbolag som till skillnad från andra försäkringsbolag bara sysslar med sakförsäkring och inte med livförsäkring.

If har huvudkontor i Solna där bolaget har sitt säte. Den operativa verksamheten är nordiskt gränsöverskridande och uppdelad i fyra affärsområden; Privat, Företag, Industri och Affärssupport, inom vilket koncerngemensamma verksamheter som IT, Personal, Varumärke samt Information ingår. Fördelningen mellan dessa affärsområden är baserad på den totala bruttopremieinkomsten och presenteras i Figur 1.1. Den sista procentsatsen tillhör det Baltiska dotterbolaget.



Figur 1.1 Fördelning av bruttopremieinkomsterna fördelat på affärssegment

Inom affärsområde Privat ryms cirka 3,3 miljoner privatkunder inom Norden och kunderna erbjuds försäkringar inom områdena villa och hem, motor, olycksfall samt tilläggsförsäkringar. Affärsområdet Företagskunder består av små- och medelstora företag vilka har upp till 500 anställda. Dessa erbjuds försäkringar inom egendom, ansvar, motor, personal samt försäkringar inom sjö och transport. Affärsområde Industri riktar sig till kunder som är större företag med en omsättning över 500 MSEK. Industri skräddarsyr försäkringslösningar för kunderna och inriktar sig främst på de tre huvudprodukterna egendoms-, ansvars- och transportförsäkringar.

2 Försäkringar

Detta kapitel rymmer allmänna fakta om försäkringsbranschen och olika försäkringsformer. Kapitlet innefattar även hur försäkringsbolagens riskbedömning och premiesättning genomförs. Syftet med kapitlet är att skapa en viss kunskap om försäkringsbranschen och även förklara praktiken vid premiesättning och riskbedömning.

2.1 Allmänt

Texten nedan är om inget annat anges hämtad från Svenska Försäkringsförbundets hemsida.

Den grundläggande idén med försäkringar är skapa ett skydd mot ekonomiska förluster till följd av oväntade och plötsliga händelser. För att en risk skall vara försäkringsbar skall följande förutsättningar vara uppfyllda: ett stort antal personer är utsatta för samma risk, endast ett mindre antal personer drabbas samtidigt eller under en viss tidsperiod och att skadan skall medföra betydande ekonomiska konsekvenser. Beroende på hur stor risken är för en försäkringstagare sätts beloppet på försäkringspremien av försäkringsbolaget. Försäkringsbolagen utjämnar alltså risker mellan försäkringstagare och bidrar på så sätt till ekonomisk och social trygghet i samhället. Den utjämning av risken som en försäkring ger medför att både företag och privatpersoner vågar satsa på riskabla projekt som de annars kanske skulle avstå ifrån.

Det fanns 2001-12-31, 461 försäkringsbolag i Sverige varav 138 var rikstäckande. Trots att de flesta försäkringsbolagen är små lokala skadebolag är marknaden starkt koncentrerad till några få större bolag. De fem största försäkringsbolagen/-koncernerna har tillsammans cirka 90 % av den totala marknaden för skadeförsäkring.

Ett villkor för all försäkringsverksamhet är att försäkringsbolagen kan ersätta de skador som inträffar. Det är därför viktigt att kapitalet som försäkringsbolagen får in via premier placeras så att det ger en god och samtidigt säker avkastning. I december 2001 uppgick försäkringsbolagens sammanlagda placeringstillgångar till cirka 1600 miljarder.

Hur stora risker ett bolag självt kan bära är beroende av hur kapitalstarkt det är, det vill säga hur stort är dess maximala självbehåll. Självbehåll är det högsta ansvaret ett bolag får ta på sig utan att återförsäkra och definieras i bolagsordningen som en procentsats av bolagets egna kapital och fria reserver.

2.2 Riskbegreppet

Begreppet risk används i vitt skilda sammanhang och med olika innebörd. I stora drag kan tre olika betydelser urskiljas, *Räddningsverket* (2002).

1. Som ett uttryck för den negativa konsekvensen av en viss händelse
2. Som ett uttryck för sannolikheten att en viss oönskad händelse skall inträffa
3. Som ett uttryck för en sammanvägd värdering av sannolikhet och konsekvens (produkten av dessa eller annan funktion)

Inom försäkringsbranschen stöter man ofta på ordet risk. Det kan avse en försäkring, ett försäkringsobjekt, en försäkringskund eller en försäkringsform. Ett försäkringsfall, en

skada på en försäkring är enligt definitionen “en plötslig och oförutsedd yttre händelse” som drabbar ett försäkrat objekt. Det är möjligt att beräkna hur troligt det är att denna händelse skall inträffa samt vilka konsekvenser den skulle få, det är dock inte möjligt att beräkna exakt när och var den kommer att ske. Det är alltså den negativa konsekvensen (kostnaden) av en viss händelse som är av intresse för försäkringsgivaren, därför att den representerar den ekonomiska risk som tagits genom att försäkra objektet, *Gustafsson (2000)*.

Traditionell riskbedömning inom riskanalys utgår i regel från definitioner av risk vilka innebär att sannolikhet och konsekvens vägs samman. Utifrån detta så skall det handlingsalternativ väljas som ger den mest lämpliga kombinationen av risk och sannolikhet, *Räddningsverket (2002)*. Detta förhållningssätt till risk finns inte inom försäkringsverksamhet utan med risk menas konsekvens.

För att kunna analysera och jämföra olika risker i industriella sammanhang är det nödvändigt att i riskbegreppet väga samman såväl sannolikhet som konsekvens. Det är däremot svårt att i alla sammanhang uttrycka risken som ett talvärde av produkten av sannolikhet och konsekvens, *Räddningsverket (2002)*.

2.3 Riskbedömning och premiesättning

Premiesättningen på försäkringsmarknaden styrs till största del av marknadskrafter. För några år sedan var avkastningen på försäkringsbolagens kapital så god att försäkringsbolagen accepterade att inkomsten för premierna var mindre än utgifterna. På senare tid har det varit lågkonjunktur vilket har fått konsekvensen att kapitalavkastningen minskat. Detta har i sin tur medfört att försäkringsbolagen blivit mer försiktiga med att teckna försäkringar. Idag sätts priset på premien efter den förväntade kostnaden. Alltså skall försäkring bara tecknas då intäkten för premien inte kommer att understiga eventuella utbetalningar till följd av skada på det försäkrade objektet (risken). Premien skall även omfatta de administrativa kostnaderna förknippade med försäkringen.

På If Industrial Insurance gör en riskingenjör en beskrivning av ett objekts risker (survey report) och uppskattar även den maximala förlusten som bolaget kan drabbas av genom att försäkra objektet. Denna surveyreport och EML-kalkyl (vilken beskrivs i nästa kapitel) ligger till underlag när underwritern skall avgöra huruvida risken är intressant för bolaget; och om så är fallet vilken premie som motsvarar den risk If tar på sig genom att försäkra objektet. Faktorer som kan komma att påverka premiesättning av en risk kan vara följande, *Renmar (1997)*:

- om det hänt skador tidigare på objektet/risken
- underwriterns personliga uppfattning, grundad på erfarenhet och subjektiv bedömning av risken. I den subjektiva bedömningen kan bland annat ligga en bedömning av hur företaget sköts, finns intresse för skadeförebyggande åtgärder, brandskyddsorganisation etc.
- brandförebyggande installationer som sprinkler och brandgasventilation
- om företaget är ISO-certifierat
- konkurrenssituation med andra försäkringsbolag
- företags ekonomiska situation

2.4 Återförsäkring

Texten nedan är om inget annat anges hämtad från *Gustafsson* (2000).

Den industriella utvecklingen går hela tiden framåt, vilket medför att produkter och anläggningar representerar allt större ekonomiska värden och risker. Inget försäkringsbolag kan idag på egen hand försäkra de största riskerna utan att använda någon form av risk-spridning. För att sprida riskerna använder sig försäkringsbolagen av återförsäkring. De två huvuduppgifterna med återförsäkring är:

- Att skydda det enskilda försäkringsbolaget mot katastrofskador, oavsett om skadan avser en enstaka risk eller den totala konsekvensen av en skadehändelse. Med en enstaka risk menas att endast ett försäkringsobjekt påverkas. Det finns dock skadehändelser som kan påverka flera olika objekt och om dessa är försäkrade av samma försäkringsbolag blir kraven på ersättning mycket stora.
- Att utjämna det enskilda bolagets årliga affärsresultat.

När ett försäkringsbolag tecknar en återförsäkring överförs en del av den försäkrade risken eller ett bestånd av risker till ett annat bolag som får motsvarande andel av premien och svarar för sin andel av eventuella skador. Behovet av återförsäkring baseras på en Estimated Maximum Loss-kalkyl (EML), se kapitel 2.5.

Det finns olika modeller för att teckna återförsäkring. Man skiljer mellan proportionell och icke proportionell återförsäkring. Den avgörande skillnaden mellan de två är hur stor risk försäkringsbolaget själv väljer att bära.

Proportionell återförsäkring innebär att försäkringsbolaget och återförsäkraren har en relation där de båda parterna delar på risk och lönsamhet. Icke proportionell återförsäkring är inte på samma sätt kopplad till resultatet, utan tecknas för att skydda försäkringsbolaget mot skador över en viss storlek. I det fallet bär försäkringsbolaget en större risk, men behöver inte proportionellt dela med sig av eventuella vinster till återförsäkraren.

En annan form av återförsäkring är fakultativ återförsäkring. Den används ofta för enstaka risker över en viss storlek som ett komplement till försäkring av en hel portfölj. Det blir billigare än att försäkra hela portföljen till motsvarande höga belopp.

Hur stora risker ett bolag självt kan bära är, som nämnts tidigare, beroende av hur kapitalstarkt det är, det vill säga hur stort är dess maximala självbehåll. Självbehåll är det högsta ansvaret ett bolag får ta på sig utan att återförsäkra och definieras i bolagsordningen som en procentsats av bolagets egna kapital och fria reserver.

2.5 Estimated Maximum Loss (EML)

Estimated Maximal Loss (EML) är ett begrepp som är väletablerat inom försäkringsbranschen och det fastställdes 1974 av International Underwriting Association of London (IUA), och tillämpas inom brandförsäkring.

Med EML menas i stora drag den största skada som kan inträffa i en anläggning och alltså det största belopp som försäkringsbolaget riskerar att få betala ut till försäkringstagaren vid en enskild skadehändelse. Fastställande av vad som utgör en risk kräver stor kunskap

och erfarenhet, eftersom gränserna skall fastställas så att en skada med största sannolikhet inte överskrider det satta beloppet. EML används primärt för att uppskatta om eller hur stor del av risken som skall återförsäkras, på återförsäkringsmarknaden efterfrågas alltid dessa värden.

Det finns många olika definitioner och metoder för att bestämma EML. I grova termer så skiljer de olika definitionerna sig genom hur de tar hänsyn till olika nivåer av brandskydd och brandbekämpning. Den enda definition av EML som är allmänt erkänd i dagsläget är den av IUA, *The Insurance Institut of London* (1995), och vid bestämning av detta följer de flesta bolag IUA:s riktlinjer för hur beräkningarna skall göras. Ett urval av de faktorer som påverkar dessa beräkningar är:

- byggnadssätt, brandmurar, avstånd mellan olika byggnader
- typ av tillverkning
- brandbelastning, explosionsrisk, rök- och värmekänslighet med mera
- ordning och underhåll
- brandförsvar (avstånd och framkomlighet)

Vid beräkning av den maximala förlusten skall ett antal antaganden beaktas. Först och främst att ingen hänsyn tas till brandförebyggande åtgärder som sprinkler och brandgas-ventilation. För det andra att räddningstjänst och eventuell annan insats är försenad och att branddörrar mellan åtminstone två angränsande brandceller är öppna. Till sist att fullt täta brandväggar skall antas hålla om inte en undantagsvis mycket hög brandbelastning eller risk för explosion gör det troligt att tro annat.

Det är många svårigheter förknippade med att sätta ett EML för ett objekt/anläggning. Anläggningar har blivit mer komplexa och värdefulla allt eftersom den tekniska utvecklingen har gått framåt. Den ökande komplexiteten och värdekoncentrationen inom industrin ställer högre krav på riskingenjören att bedöma så korrekta EML som möjligt. Det är lätt att riskingenjören blir konservativ i sin bedömning för att undvika att riskera att sätta beloppet för lågt. Om beloppet bedömts för lågt så kan det ge stora ekonomiska följder för försäkringsbolaget om en skada av sådan karaktär inträffar. Om däremot EML-beloppet sätts för högt blir följden att försäkringsbolaget blir tvunget att återförsäkra en större del av sina risker än nödvändigt och förlorar inkomster på grund av minskade premieintäkter, *Gustafsson (2000)*.

I en undersökning som gjordes i Finland, för att utvärdera användningen av EML, fick ett antal riskingenjörer skatta den maximala förlusten som kan inträffa, för ett antal olika industriobjekt. Resultat från undersökningen visade på att komplexa anläggningar och stora anläggningar med liten brandbelastning (exempelvis verkstadsindustri) var de där riskingenjörerna hade störst spridning på sina EML, *Modin (2003)*.

3 Brandskador inom industrin

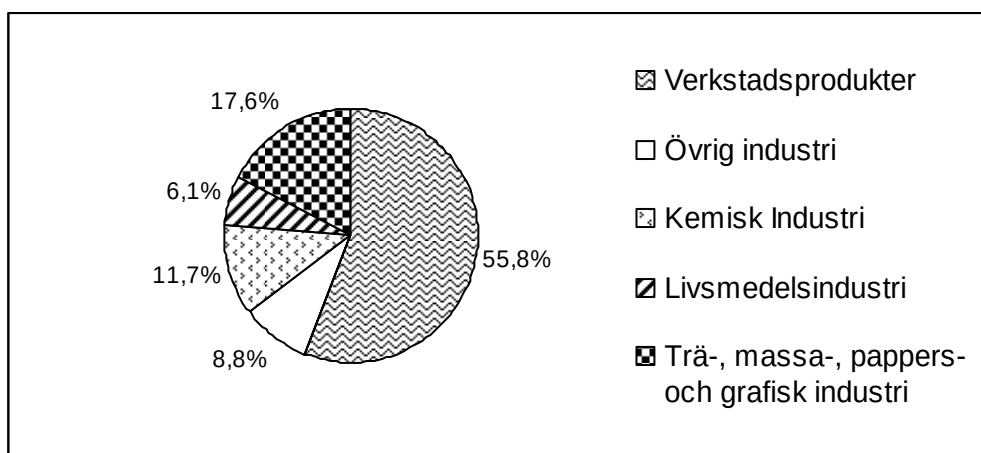
I detta kapitel vill författarna ge läsaren en allmän kunskap om den svenska industrins utveckling och sammansättning. Kapitlet behandlar även kostnader förknippade med brand inom industrin.

3.1 Industrin i Sverige

Texten nedan är om inget annat anges hämtad från Svenskt Näringslivs hemsida

Industriproduktionen (produktion i gruvor och mineralbrott samt i tillverkningsindustrin) i Sverige utgjorde 2001 drygt en femtedel av BNP.

Fram till mitten av 1970-talet ökade Sveriges industriproduktion i takt med OECD-området. OECD är organisationen för ekonomiskt samarbete och utveckling (Organisation for Economic Co-operation and Development) och är ett samarbetsorgan för 30 länders regeringar, Regeringskansliets hemsida. Utvecklingen var därefter klart sämre i Sverige än i omvärlden fram till krisåren i början av 1990-talet. Efter det så har Sveriges industriproduktion, på grund av omfattande effektiviseringar och värdeminskning av den svenska kronan, ökat betydligt snabbare än i OECD-området i övrigt. Den kraftiga ökningen av produktionen som ägt rum efter krisåren i början av 1990-talet har framförallt gällt den kunskapsintensiva delen av industrin, läkemedels-, elektro- och tele- samt produktionsindustrin. Den stora ökningen av produktionen har i sin tur medfört, som nämndes i kap 2.5, ökad komplexitet och värdekoncentration inom industrin.



Figur 3.1. Totala produktionsvärdet i Sverige fördelat i procent på olika industrigrenar, Svenskt Näringsliv (2003)

Figur 3.1 visar olika industrigrenars andelar av det totala förädlingsvärdet i industrin, det vill säga det totala produktionsvärdet i industrin.

Traditionellt har skogs- och verkstadsindustri utgjort de största delarna inom svensk industri. Verkstadsindustrin, och då särskilt elektro- och transportmedelsindustrin, har under senare år ökat i betydelse liksom den kemiska industrin. Inom den kemiska industrin är det främst läkemedelstillverkningen som ökat, den svarar för cirka hälften av den kemiska industrins förädlingsvärde.

3.2 Brandskadekostnader

Texten nedan är om inget annat anges hämtad från SBF (2002).

Under år 2002 rapporterades totalt 48 000 brandskador till försäkringsbolagen, vilket är en ökning med 4000 skador jämfört med året innan. Viktigt att notera är att cirka 20 000 av brandskadorna är åsk- och överspänningsskador och att brand inte utbryter i mer än cirka 25 % av dessa. Endast 9000 av de totalt 48 000 skadorna drabbade näringsliv och industri. Vid antagande att fördelningen är likadan genom hela populationen ger det att cirka 6000 bränder inträffade inom industri och näringsliv år 2002.

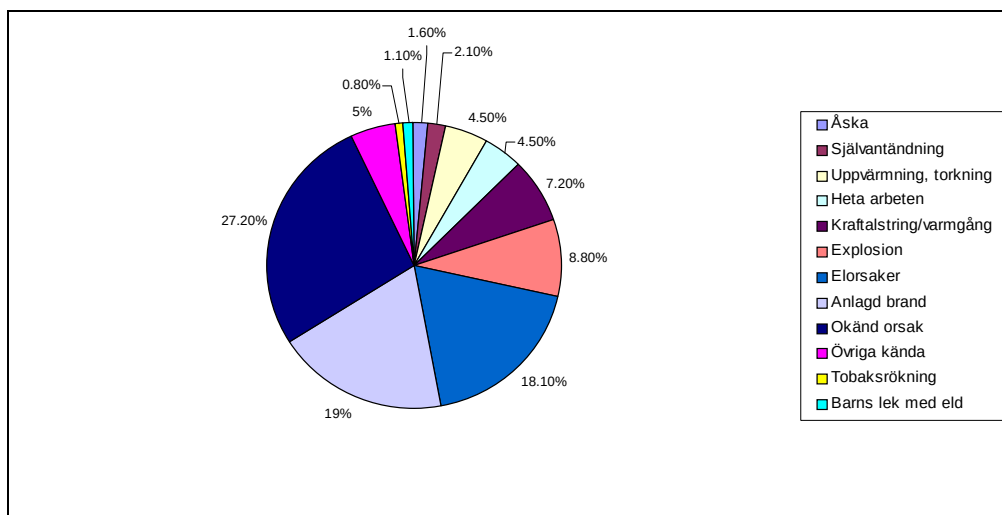
De brandskador som redovisas i stycket ovan gäller bara skador på byggnader, anläggningar, maskiner och andra inventarier. Brandskador vid skogsbränder eller i transportmedel samt oförsäkrad eller underförsäkrad egendom ingår inte. Att egendom är underförsäkrad innebär att skadan kostar mer än vad som uppgivits till grund för försäkringen. Om det i samband med skada framgår att det verkliga värdet av det försäkrade intresset (till exempel ett egendomsobjekt) är högre än vad som uppgivits till grund för försäkringen, så är intresset "underförsäkrat". Det betyder att försäkringsgivaren inte har fått in hela den premie för objektet som man borde ha haft på grund av att "premieargumentet" angetts för lågt.

De totala brandskadekostnaderna inklusive avbrott uppgick till 3,7 miljarder kronor. De direkta brandskadekostnaderna stannade på 3,5 miljarder kronor, vilket är det högsta beloppet hittills. 39 000 av de anmälda brandskadorna inträffade i bostäder och 9000 inträffade i näringsliv och industri. Bostadsbränderna kostade cirka 1,2 miljarder kronor medan bränderna i näringsliv och industri kostade 2,5 miljarder kronor. Det har visat sig att 30 % av skadorna vid industribränder är orsakade av sot, rök och korrosion, *Hamilton* (1996).

Storskador

Storskadorna, det vill säga skador över 1,5 miljoner kronor, representeras företrädesvis av industrin. Av de 48 000 brandskador som inträffade 2002 var 111 så kallade storskador. De kostade totalt cirka 900 miljoner kronor inklusive kostnaderna för avbrott. Utfallet av storskador 2002 är ganska lågt om jämförelse görs med tidigare år, detta beror på att det inte inträffat lika många storskador som det normalt brukar göra under ett år. Storskadorna har tidigare svarat för cirka 30-50 % av brandskadekostnaderna trots att de bara utgör mindre än en procent av det totala antalet brandskador.

Figur 3.2 nedan visar tio års storskador och omfattar cirka 2000 bränder till en total kostnad av cirka tio miljarder kronor. Brandorsakerna i procent fördelade efter kostnader.



Figur 3.2. Brandsaker för storskador i procent fördelade efter kostnader under åren 1992-2002

Av de industribränder som utvecklades till storskador 1988 såg skadekostnadsfördelningen på byggnader innehållande hög, medel respektive låg brandbelastning ut på följande sätt, se Tabell 3.1, Sandhamn (1989).

Tabell 3.1. Skadekostnader fördelat på hög, medel respektive låg brandbelastning

Brandbelastning	Andel (antal)	Andel (skadekostn)
Hög	ca 15 %	ca 55 %
Medel	ca 35 %	ca 30 %
Låg	ca 50 %	ca 15 %

Trots att bränder där brandbelastningen i byggnaden varit hög bara utgjort ca 15 % av det totala antalet bränder så svarar denna post för ca 55 % av den totala skadekostnaden. Byggnader med låg brandbelastning utgör ca 50 % av alla byggnader men bara 15 % av skadekostnaden.

I indexmodellen som beskrivs i kapitel 5 är brandbelastning en av de ingående parameterna. Det visade sig att denna parameter var den med störst betydelse vilket stämmer väl överens med skadekostnadsfördelningen för industribyggnader med olika brandbelastning.

Vidare har bränder som nått övertändning en dominerande påverkan på skadekostnadsandelen för storskador. Övertändning svarar för cirka 70 % av storskadorna. Uttryckt i skadekostnadsandel av de totala direkta brandskadorna inom industrin så svarade de för cirka 40 %, Sandhamn (1989).

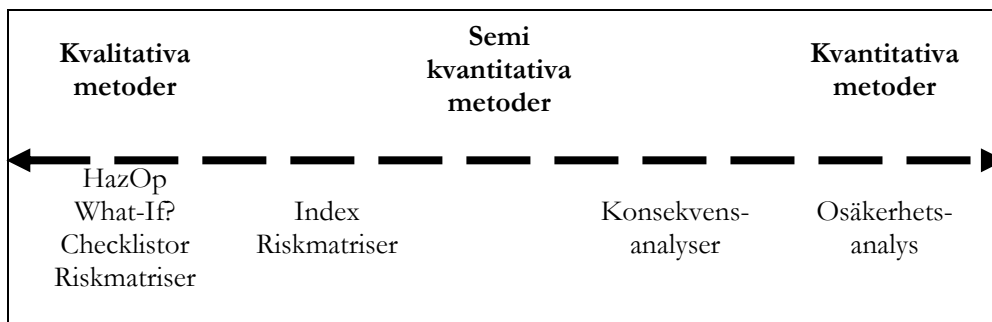
Statistiken över skadekostnadsfördelningar för olika brandbelastningar och olika skadebilder är från 1988 och är inte direkt jämförbara med senare års skadekostnadsfördelning för storskador. Statistiken visar ändå på sambandet mellan konsekvensen i en byggnad och storleken på brandbelastningen. Den visar även på vikten av att minska förutsättningarna för övertändning i en industribyggnad.

4 Riskanalysmetoder

Detta kapitel innehåller en genomgång av olika typer av riskanalysmetoder. Det beskriver även vad som utmärker en indexmodell samt ger exempel på fyra stycken befintliga riskindexmodeller.

4.1 Allmänt

Vid riskanalyser kan ett antal olika metoder med varierande omfattning och detaljeringsgrad användas. Beroende på vilket underlag som finns att tillgå och vilken typ av resultat som eftersträvas delas metoderna in i tre grupper efter deras grad av kvantifierbarhet Nystedt (2000), vilket visas i Figur 4.1 nedan:



Figur 4.1. Spektret av olika riskanalysmetoder med avseende på kraven på indata, Nilsson (2000)

Kvalitativa metoder

Kvalitativa metoder används främst för att beskriva skeendet vid olika händelser, indatan är främst av ordinal karaktär, det vill säga att data rangordnas kvalitativt. De kvalitativa metoderna används främst för att identifiera risker.

Semikvantitativa metoder

Semikvantitativa metoder är mer detaljerade än de kvalitativa metoderna, men de mått som används för att beskriva konsekvenser och sannolikheter behöver inte vara exakta utan skall mer visa på storleksordningen. Detta för att kunna rangordna och jämföra olika alternativ förenade med olika risker.

Kvantitativa metoder

Kvantitativa metoder bygger helt på att det finns numerisk indata. Utifrån dessa indata kan olika konsekvenser beräknas. Det är viktigt att osäkerheter i indata beaktas genom hela beräkningsproceduren och redovisas i resultatet. Klassiska mått som brukar redovisas från kvantitativa metoder är personriskkurvor, vilka visar sannolikheten för en person att dö inom ett visst avstånd från till exempel ett utsläpp av en giftig gas, och F/N kurvor, vilka visar sannolikhetsfördelningen för antalet skadade och döda, Nilsson (2000).

Vilken av de tre riskanalysmetoderna som skall tillämpas är mycket beroende av vilken precision som önskas på resultatet. Andra faktorer som också påverkar valet av metod är tidsåtgången och kostnaden.

Indexmodellen som utformas i detta arbete är en semikvantitativ riskanalysmetod. Vilket innebär att resultatet den ger är avsett för relativ jämförelse.

4.2 Indexmodeller

En indexmodell, som är en semikvantitativ riskanalysmetod, grundar sig på att det i en verksamhet finns ett antal egenskaper som är kopplade till verksamhetens brandskydd. Dessa egenskaper kan både vara av kvalitativ och kvantitativ natur. Genom att värdera varje egenskap i verksamheten efter en fastställd mall fås ett slutligt värde på risken för verksamheten. Detta värde kan jämföras med andra liknande värderingar eller mot ett fastställt värde utifrån vad till exempel försäkringsbolaget anser vara acceptabelt.

Indexmodeller används i stor omfattning som ett prioriterings- och gallringsverktyg i olika riskvärderingssammanhang. Möjligheten att kombinera kvalitativa och kvantitativa egenskaper är en av fördelarna med att använda indexmetoder som riskanalysmetod, *Frantzich* (2000). En annan fördel med indexmetoder är att de är enkla att använda, *Ramachandran* (1979/80).

Gemensamt för de flesta indexmodellerna är att de är begränsade i sin användning såtillvida att bäst resultat uppnås för verksamheter som är ganska homogena i sitt utförande.

Till skillnad från de kvantitativa metoderna (ex. QRA) ger indexmodellen inget absolut värde på risken utan som nämndes tidigare ett jämförelsevärde. En kvantitativ riskanalys metod ger, relativt en indexmodell, en klart bättre definition mellan mindre risker och en bättre exakthet överlag. Den extra validitet som en kvantitativ analys metod ger skall dock vägas mot de extra resurser, avseende pengar, tid och indata, som den kräver relativt en indexmodell.

Precis som vilken annan analytisk teknik har indexmodeller sina begränsningar och skall inte användas okritiskt. Syftet med indexmodeller är att fungera som ett användbart hjälpmedel när ett beslut skall tas. Den måste vara enkel att använda samtidigt som det skall vara tillräckligt sofistikerad för att tillhandahålla teknisk validitet. För att vara trovärdig som analys metod skall den även vara konsekvent, såtillvida att den skall ge samma resultat oberoende vem det är som gör värderingen. Den skall även vara transparent, det vill säga att den skall vara tydlig och begriplig för användaren, *Watts* (1995).

4.3 Olika Indexmodeller

Under de senaste decennierna har ett antal indexmodeller för att analysera brandrisk tagits fram. Metoderna skiljer sig åt i tillämpning och uppbyggnad, vissa metoder är generella och andra mycket specifika, *Engdal* (1984). De kan bland annat vara baserade på statistik eller vetenskapliga slutsatser från brandförsök.

Vid framtagande av indexmodellen har andra befintliga riskindexmodeller undersökts för att se vad som redan är gjort inom området och för att ge uppslag till den egna modellen. De granskade modellerna kommer var och en övergripande att beskrivas nedan.

Greteners riskvärderingsmetod

Metoden bygger på expertbedömningar och på en stor statistisk undersökning av brandbelastningar och skadekostnader för byggnader, *Magnusson et al* (1998).

Risken (R_0) värderas utifrån tre stycken huvudfaktorer: riskfaktorn (P), skyddsfaktorn (M) och aktivitetsfaktorn (A). Metoden är primärt tänkt att tillämpas på industrianläggningar.

Objektets risknivå R_0 beräknas enligt följande:

$$R_0 = \frac{P}{M} \times A$$

Den första faktorn (P) tar hänsyn till i vilken grad byggnaden och inredningen bidrar till att en brand uppstår och i vilken grad de påverkar spridningsmöjligheterna, alltså vilka konsekvenser som kan uppstå i form av en skada. Den andra faktorn (M) är en skyddsfaktor som anger hur en skada kan reduceras. Faktorn väger in det byggnadstekniska brandskyddet, olika larm och släcksystem. Aktivitetsfaktorn (A) som är den tredje och sista av faktorerna tar hänsyn till brandfrekvensen och denna bygger på vilken typ av verksamhet som bedrivs i objektet. Risken uttrycks som en kombination av frekvens och konsekvens. Var och en av de tre huvudfaktorerna bestäms genom en gradering av ett stort antal underparametrar.

Metoden är till en början tänkt att vara avsedd för industrianläggningar, men kan även användas för publika anläggningar till exempel hotell, utställningshallar och sjukhus. Gretenormetoden är främst användbar till att uppskatta egendomsrisk, men har även nyttjats till att värdera personrisker.

En fördel med metoden är att den baseras på statistiskt material och att den hela tiden uppdateras med ny information för att göra den mer tillförlitlig, *Frantzich* (2000). Systemet är lätt att tillämpa och ger en tydlig bild av de ingående faktorernas påverkan på risknivån. Negativt med systemet är att dess praktiska tillämpning i stor utsträckning består av att ta ut uppgifter i en katalog. Detta stimulerar inte till en mera djupgående analys av det totala brandförsvaret i verksamheten, *Petterson* (1990).

Indexmetod utarbetad av Trätek

Indexmetoden från Trätek är baserad på data från en så kallad Delphiundersökning, vilken beskrivs senare, som är en beprövad metod för att strukturera en expertgrupps åsikter. Metoden är tänkt att användas för att värdera brandrisker i byggnader, särskilt flervånings bostadshus.

Indexmetoden är uppbyggd på att brandsäkerheten i en byggnad kan anordnas i ett antal nivåer. Överst ligger den policy som gäller, därefter bestämd målen, på nästa nivå strategierna och sist ett stort antal parametrar. Parametrarna är i sin tur indelade i kvantifierbara underparametrar. Då indexmetodens struktur är bestämd ges målen, strategierna och parametrarna vikter.

Exempel på några av de parametrar som tas hänsyn till i modellen är räddningstjänst, brandcellsindelning, ytskikt och släcksystem. Underparametrar till räddningstjänst är räddningstjänstens förmåga, utryckningstid till brandplats och tillgänglighet för släckning och utrustning.

Genom matricmultiplikation av betygen och vikterna fås ett relativt mått på vikten av alla parametrar samtidigt som ett indexvärde för den aktuella byggnaden tas fram. Värdet kan sedan användas till att jämföra indexvärden för andra byggnader eller att jämföra hur värdet ändras genom olika brandskyddsåtgärder.

Negativt med denna modell är att de flesta av de ingående faktorerna fick samma vikter. Den bidragande orsaken till detta var att nästan alla personer valde att ändra sina skattningar till medelvärdet. Delphiundersökningar lämpar sig inte så bra att när skattningarna skall göras i ett intervall, som i detta fall mellan 1 och 5, *Frantzich* (2000).

Brandskyddsvärdering av vårdanläggningar

Metodiken bygger på en multiattributmetod för beslutsfattande (MADM) och utfördes med gruppvisa konsensusdiskussioner. Metoden används som ett hjälpmedel vid brandsyn på ordinära vårdanläggningar på ett sjukhus eller vårdhem. Metoden påminner en del om Trätek-modellen i uppbyggnad.

Metoden är uppbyggd kring 26 stycken olika komponenter, vilka alla påverkar brandsäkerheten på en vårdanläggning. Det ingår både komponenter vilka höjer och sänker säkerheten. Dessa komponenter har fått olika vikter beroende på deras inverkan på säkerhetens upprätthållande. Exempel på komponenter som har en stor inverkan på brandsäkerheten är personal, lös inredning och drift och underhålls rutiner.

De 26 stycken komponenterna bedöms på varje avdelning. Varje komponent är graderad mellan noll och fem. Där fem är det bästa värdet eller det som beskriver den bästa utformningen. Med hjälp av graderingen och vikten för varje komponent kan en sammanfattande bedömning, ett så kallat brandskyddsindex (BSI), göras för avdelningen. Alltså produkten av varje komponents gradering och vikt summeras ihop till ett slutgiltigt index avseende säkerheten.

Metoden är relativt okomplicerad i sitt utförande och därmed användarvänlig. Modellen lämpar sig bäst på den verksamhet som inte varierar för mycket inbördes.

Det Norske Veritas metod

Det Norske Veritas metod är en metod för värdering av egendomsrisker. Metoden är främst avsedd för riskvärdering av industribyggnader, *Engdal* (1984).

Brandfrekvens och skadeomfattning beräknas dels för den aktuella anläggningen och för en anläggning som anses representera normalfallet. Frekvensen tas fram med värden på faktorer av typen antal anställda, typ av verksamhet, underhållsrutiner, hur väl tändkällor avskärmas med mera. Hur omfattande skadan blir, avgörs av hur snabb brandspridning som förväntas samt olika brandbegränsande faktorerers påverkan/effektivitet. Exempel på brandbegränsande faktorer är sprinkler, insattid för räddningstjänst och så vidare.

Beräkningar utförs på ett stort antal möjliga scenarier med olika yttre förutsättningar, till exempel branddörrar som antas vara öppna eller stängda, sprinkler som antas ur funktion och så vidare. Detta leder fram till ett slutligt värde som tar hänsyn till den aktuella verksamhetens specifika karaktär. Slutprodukten av beräkningarna består av ett dimensionslöst tal som jämförs med ett referensvärde som representerar normalfallet. Metoden ger

svar på om den anläggningen som undersökt är bättre eller sämre avseende risken för brand än normalfallet.

Denna metod är väldigt omfattande och kräver mycket av användaren, både med avseende på tid och på förkunskap. Att metoden är så här krånglig och omfattande kan lätt göra att slarvfel och handhavande fel kryper in vilka kan komma att påverka slutresultat på ett negativt sätt.

4.4 Struktur för indexmodellen

Den färdiga indexmodellen skall kunna användas av försäkringsbolagens riskingenjörer som ett hjälpmedel för att bedöma vilken risk försäkringsbolaget exponerar sig för genom att teckna en försäkring för en industribyggnad. För att lyckas med detta måste det klargöras vilken sannolikheten är att det kommer att uppstå en brand samt vilken konsekvens en brand skulle kunna resultera i.

För If är det förväntad skadekostnad som är intressant att studera ur konsekvens synpunkt. För att ta fram denna konsekvens är det viktigt att först studera vad som finns i byggnaden och hur värdefördelningen ser ut. Författarna har avgränsat sig från att ta fram den monetära konsekvensen.

För att uppskatta konsekvensen av en brand utarbetades en indexmodell. Bakgrundsdata till indexmodellen hämtades från Ifs skadedatabas och från ett antal experter inom området. Den färdiga indexmodellen skall beskriva vilka möjligheter en brand har att sprida sig i en byggnad. Genom att studera och värdera åtta olika parametrar skall användaren kunna bilda sig en uppfattning av en möjlig brands påverkan på industrin. I kapitel 5 presenteras hur indexmodellen tagits fram samt resultatet av de olika undersökningarna.

Det skall observeras att modellen bara ger en vägledning om indexet på potentialen för brandspridning är högre eller lägre i den studerade byggnaden än i en annan byggnad.

5 Indexmodellen

I detta kapitel kommer indexmodellens uppbyggnad att förklaras ingående. Vidare kommer de olika metoderna för datainsamling och framtagning av parametervikter att presenteras. I slutet av kapitlet redovisas resultatet och den färdiga indexmodellen.

5.1 Inledning

En indexmodell bygger på att det i en verksamhet finns ett antal parametrar (egenskaper) som är kopplade till verksamhetens brandskydd. För att fastställa varje parameters betydelse relativt de andra finns flera olika tillvägagångssätt. Optimalt är att ta fram vikterna kvantitativt, vilket oftast involverar undersökningar baserade på ett statistiskt material, *Frantzich* (2000).

Indexmodellens utformning var först tänkt att baseras på statistisk över skador registrerade i Ifs skadedatabas. Slutprodukten av statistikstudien skulle resultera i en modell där konsekvensen av en uppkommen brand beskrevs av en förväntad skadekostnad grundad på exponerat värde. Resultatet av denna undersökning visade sig ha brister gällande kvaliteten och detta medförde att det inte gick att ta fram faktorernas vikter. Dock gick det att dra kvalitativa slutsatser från det statistiska materialet rörande urval av faktorer. En sammanfattning av undersökningen presenteras i kapitel 5.2.

Då statistik inte kunde användas på grund av kvalitetsbrister strukturerades problemet genom att använda multiattributiv besluts teori (MADM – Multiple Attribute Decision Making). Teorin bakom MADM, strukturen på indexmodellen samt de resulterande parametervikterna presenteras i kapitel 5.3.

5.2 Statistikstudie

Följande tillvägagångssätt användes när statistiken skulle tas fram och analyseras:

1. Parametrarna som skulle undersökas togs fram
2. Urval av lämpliga industriobjekt från Ifs skadearkiv
3. Söka värden på parametrarna vid de olika skadorna
4. Kvalitetsredovisning av den framtagna statistiken
5. Regressionsberäkning för att få fram varje vikts relativa betydelse

1. Parametrarna som valdes att ingå i modellen antogs påverka storleken på en brandskada. Tio parametrar valdes ut, genom litteraturstudier och diskussion med handledare, att studeras på objekten:

- brandbelastning
- insatstid
- största brandcellsarea
- takhöjd
- sprinkler
- brandgasventilation
- byggnadsklass
- brandteknisk klass på brandceller

- ingrep personalen
- industrislag

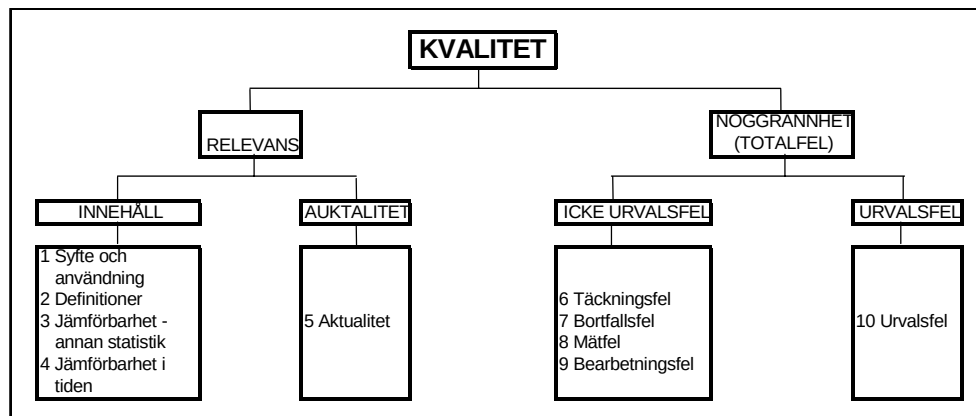
Utöver dessa tio parametrar studerades försäkringsbelopp och skadebelopp uppdelat på byggnad, maskin och varor.

2. Efter att det bestämts vilka parametrar som skulle ingå studerades ett antal skador från Ifs arkiv. Antalet skador som kunde tas fram begränsades av att:

- endast skador som inträffat till följd av brand skulle studeras
- enbart skador från 1999 och framåt fanns tillgängliga
- skador som saknade tillräcklig information sorterades bort

3. För att ta fram värden på de olika parametrarna undersöktes primärt Ifs skadeakter och räddningstjänstens insatsrapporter. Även skadereglerare och riskingenjörer på If användes för att hitta information som inte kunde hittas i skadeakterna och insatsrapporterna.

4. Efter det att värden på parametrarna för samtliga skador tagits fram från statistiken gjordes en kvalitetsundersökning av det insamlade materialet. I Figur 5.1 visas en sammanställning av kvalitetsbegreppet, *Körner* (1993).



Figur 5.1. Kvalitetsbegreppet baserad på Körner (1993)

Genom att uppskatta de tio olika felen (se Figur 5.1) kvalitativt kunde undersökningens kvalitet bedömas. Undersökningen gav indikation på att kvaliteten var bristfällig vilket till största del berodde på att antalet bränder (21 st.) var för litet.

5. När alla data var insamlade gjordes en regressionsanalys för att ta fram vikter till de olika parametrarna. Resultaten av de linjära regressionerna blev missvisande vilket berodde på undersökningens bristande kvalitet. För att få ett bra resultat bör förhållandet mellan antalet beroende variabler och antalet skador inte vara för litet då detta kan resultera i överanpassning, *Körner* (2000). I denna studie var förhållandet endast 1:2.

Kvalitativa resultat av statistikstudien

Även om det inte gick att dra några kvantitativa slutsatser från statistiken användes materialet i kvalitativt syfte för att studera vilka parametrar som har påverkat storleken på skadehändelsen. Dessa slutsatser kan endast användas som diskussionsunderlag eftersom underlaget endast omfattar ett fåtal skador och eftersom bakgrundsinformationen till de olika skadorna inte var heltäckande i alla skador.

Insamlad data för samtliga skador presenteras i tabell 5.1. Tabellen visar undersökta skador som If drabbades av under perioden 1999 till 2003. Skadorna är sorterade efter skadebelopp. Kvoten mellan skadebeloppet och byggnadens totala försäkringsvärde har beräknats för att visa på hur stor del av byggnaden som exponerats av branden. Om skadekvoten är 1 betyder det att allt i byggnaden är totalförstörd.

Tabell 5.1. Sammanställning över i studien ingående skador

Skada	Skade- belopp (kkr)	Kvot	Takhöjd (m)	Golvarea (m ²)	Brandbelastning (MJ/m ²)	Insatstid (min)	Brandspridning	Brandgas ventilation	Sprinkler	Byggnads klass	Kvalitet på avgränsningar	Personal släckte	Riskslag
A	12500	0,208	4	300	500	13	Utanför Brand- cellen	Nej	Nej	Klass 2	EI 60	Nej	Kemiskindustri
B	10500	1,000	4	100	340	12	Brandrummet	Ja	Nej	Klass 1	Brandmur	Nej	Metall- /maskinindustri
C	8300	0,703	12	250	470	2	Brandrummet	Nej	Nej	Klass 2	Brandmur	Nej	Trävaruindustri
D	6000	1,000	4	1000	670	6	Utanför Brand- cellen	Ja	Nej	Klass 3	EI 30	Nej	Livsmedelsindustri
E	3700	0,045	4	44	340	5	Brandrummet	Nej	Nej	Klass 1	EI 60	Nej	Kemiskindustri
F	3600	0,327	3	50	500	10	Brandrummet	Nej	Nej	Klass 1	Brandmur	Nej	Annan tillverknings- industri
G	3500	0,149	6	1000	60	16	Brandrummet	Nej	Nej	Klass 1	Brandmur	Nej	Annan tillverknings- industri
H	2200	0,009	6	2000	670	5	Startföremålet	Nej	Ja	Klass 2	EI 90	Ja	Trävaruindustri
I	1600	0,024	5	400	500	15	Brandrummet	Nej	Nej	Klass 3	Brandmur	Nej	Lager
J	1400	1,000	8	2000	50	15	Brandrummet	Nej	Nej	Klass 3	EI 30	Nej	Lager
K	700	0,056	10	300	170	10	Startföremålet	Ja	Ja	Klass 1	EI 90	Nej	Annan tillverknings- industri
L	600	0,002	6	5125	500	4	Startföremålet	Ja	Ja	Klass 1	EI 90	Ja	Trävaruindustri
M	461	0,100	8	900	2100	8	Brandrummet	Nej	Nej	Klass 3	Brandmur	Nej	Lager
N	400	0,013	6	2000	670	6	Startföremålet	Nej	Nej	Klass 1	EI 90	Ja	Annan tillverknings- industri
O	400	0,003	8	200	300	6	Startföremålet	Nej	Nej	Klass 2	EI 60	Ja	Textil- /beklädnadsindustri
P	300	0,001	6	2000	670	4	Startföremålet	Nej	Nej	Klass 2	EI 90	Ja	Trävaruindustri
Q	200	0,182	4,5	360	80	5	Brandrummet	Nej	Nej	Klass 1	EI 90	Nej	Textil- /beklädnadsindustri
R	200	0,001	4	1950	170	9	Startföremålet	Nej	Nej	Klass 2	EI 30	Nej	Metall- /maskinindustri
S	100	0,003	8	200	450	10	Brandrummet	Nej	Nej	Klass 2	EI 60	Ja	Livsmedelsindustri
T	100	0,003	4	100	170	6	Startföremålet	Nej	Nej	Klass 1	EI 90	Nej	Annan tillverknings- industri
U	50	0,002	6	2000	670	6	Startföremålet	Nej	Nej	Klass 1	EI 90	Ja	Annan tillverknings- industri

Överlag är det svårt att dra några slutsatser utifrån materialet då resultatet är beroende av många variabler. Detta blev extra markant för de kvantitativa variablerna brandbelastning, takhöjd och största brandcellsarea som i många fall fick uppskattas av riskingenjörerna i brist på annan information. Utifrån det insamlade statistiska materialet har följande iakttagelser gjorts, dessa resonemang har i möjligaste mån underbyggts med litteraturstudier:

- Den uppskattade brandbelastningen varierade mycket i de olika skadeobjekten (50–2000 MJ/m²). Det gick inte att se något förhållande mellan brandbelastningen och skadebeloppen bland skadorna. I *Sandhamn* (1989) visades dock att brandbelastningen hade en stor påverkan på skadekostnaden för industribränder som utvecklats till storskador.
- Inga tydliga samband med befintligt material kan dras angående räddningstjänstens insatstid. I materialet finns en antydning till att kortare insatstid resulterar i mindre skador (se tabell 5.2).

Tabell 5.2. Medelvärden av skadekostnad (kr) och skadekvot för olika insatstider

	Inom 10 min	Efter 10 min
Medel Skadekostnad	1 707	5 900
Medel Skadekvot	0,153	0,476

- Det gick inte att se något samband mellan takhöjd och skadekvot bland de studerade skadeobjekten. Denna parameter var svår att uppskatta och på grund av att denna parameter sällan dokumenterades i skadeakterna.
- Sektionering av stora byggnader har stor betydelse i dagens bygglagstiftning, *BBR 10* (2002), men inga tydliga slutsatser kan dras från statistiken angående brandcellsareans påverkan på skadebeloppet. Sektionering är särskilt viktigt då andra åtgärder, som sprinkler och brandgasventilation, saknas.
- När personal har ingripit och lyckats släcka (1/3 av skadorna) branden har detta resulterat i små konsekvenser, skadekvoten (skadebelopp/exponerat belopp) har blivit liten och de resulterande skadebeloppen har varit relativt låga (<1 000 000 kr). SBF:s brandtillbudsstatistik, från 300 företag under 1997, visar att det vanligaste skälet till att ett brandtillbud kan stoppas innan en större skada skett, är rådigt ingripande av personalen med hjälp av handbrandsläckare eller inomhusbrandpost, *SBF* (2001). Det måste tilläggas att det kan vara så att i de fall personalen släckt kan detta ha berott på att branden varit liten.
- De var ett litet antal av de studerade skadorna där branden spridit sig utanför brandcellen (2/21). När detta skett har skadekostnaderna blivit mycket stora (> 5 000 000 kr). Vilket kan visa på vikten av att begränsa en brands spridningsmöjligheter. Det skall dock tilläggas att i de objekt där branden spridit sig utanför brandcellen har det inte funnits sprinkler.
- I en större del av de studerade skadorna saknade objekten sprinkler. I de fall där sprinkler var installerad har detta resulterat i låga skadekvoter (< 0,056). Ett flertal studier har gjorts under årens lopp för att undersöka sprinklers påverkan på de ekonomiska konsekvenserna till följd av brand. Resultatet från några av dessa studier finns presenterade i *Ramachandran* (1998). Bland annat visar en undersökning att sprinkler är mycket effektiv för att minska den genomsnittliga ekonomiska kostnaden i industribyggnader, förlusterna minskar

med minst en faktor två relativt objekt utan sprinkler. En annan undersökning har beräknat en 73 % minskning av den genomsnittliga area som skadats av brand.

- Det var även ett litet antal av objekten som var utrustade med brandgasventilation. Av de studerade objekten gick det inte att dra några samband mellan brandgasventilation och en minskad skadekvot. Brandgasventilation är en viktig installation som bland annat kan fördröja eller förhindra att en lokal övertänds, SBF (1982). Sandhamn (1998) visade att bränder som når övertändning har en dominerande påverkan på skadekostnadsandelen för storskador.
- Det gick inte att se några trender mellan industrins riskslag och skadebelopp eller skadekvot. Detta beror på att det varit alldeles för lite industrier samtidigt som de analyserade skadeobjekten var av för många olika industrislag, se Tabell 5.3.

Tabell 5.3. Ingående riskslag fördelat på antal objekt

Riskslag	Antal objekt
Kemiskindustri	2
Lager	3
Livsmedelsindustri	2
Metall-/maskinindustri	2
Textil-/beklädnadsindustri	2
Trävaruindustri	4
Annan	6
tillverkningsindustri	

- Överlag blir skadekostnaden lägre i industrilokaler utförda i byggnadsklass 1. I Tabell 5.4 presenteras medelskadekostnaden och medelskadekvoten för de olika byggnadsklasserna. Skadekostnaden är lägst för klass 1 men skadekvoten är lägst för klass 2. Detta beror på skada B. I denna skada var brandrummet brandtekniskt avskilt med brandmurar (minst brandteknisk klass REI 120-M), vidare fanns det stora värden i den lilla brandcellen. Även om kostnaden var stor blev kvoten stor eftersom övriga lokaler på området inte blev exponerade då brandmurarna förhindrade all vidare spridning.

Tabell 5.4. Medelvärden av skadekostnad (kr) och skadekvot för de olika byggnadsklasserna

	Klass 1	Klass 2	Klass 3
Medel Skadekostnad	2 335	3 429	2 365
Medel Skadekvot	0,178	0,133	0,531

Utifrån resultatet från statistikstudien, som presenterats ovan, anser författarna att följande kvalitativa parametrar skall ingå i indexmodellen:

- brandbelastning
- räddningstjänstens insattid
- byggnadens konstruktion (byggnads- och brandcellsclass)
- personals möjligheter att släcka en brand
- sprinkler
- brandgasventilation
- insattid

5.3 MADM – Multiple Attribute Decision Making

För en beslutsfattare kan det vara svårt att göra det bästa valet, då de tävlande alternativen karakteriseras av flera motstridiga parametrar. Till exempel när inköp av en bil skall göras finns det ett flertal olika parametrar som kan påverka beslutet exempelvis bensinförbrukning, pris, acceleration och utrustningsnivå. Dessa olika parametrar är uttryckta i olika enheter och därmed inte direkt jämförbara. Det kan även vara så att de olika parametrarna inte är lika viktiga. När denna typ av val skall göras kan MADM-metodik användas som ett hjälpmedel för att uppnå det rätta beslutet.

I Yoon & Hwang (1995) klassificerades ett antal olika MADM-metoder. I stora drag är det omfattning och karaktär på indata som skiljer de olika metoderna åt. Gemensamt för alla MADM-metoder är att de gör det möjligt att kombinera parametrar av skiftande karaktär till ett underlag för beslutsfattaren. Beslutsunderlaget kan utgöras av ett kvantitativt värde och beslutsfattaren kan välja det alternativ som har det mest fördelaktiga värdet.

Modeller eller metoder som används för att vägleda en beslutsfattare att ta beslut kan vara deskriptiva, preskriptiva eller normativa. De deskriptiva modellerna försöker beskriva på vilket sätt en beslutsfattare i verkligheten tar ett beslut, normativa modeller definiera för beslutsfattaren hur denna idealt skall ta ett beslut och preskriptiva modeller lägger tyngdpunkten på att hjälpa beslutsfattare att fatta bättre beslut. Den preskriptiva modellen är följaktligen avsedda för att hjälpa folk att ta optimala beslut. Modellen som tas fram i detta arbete är en preskriptiv modell och således skall den hjälpa en beslutsfattare att fatta ett optimalt beslut, *Ejvegård* (1996).

Syftet med detta arbete är att ta fram ett verktyg som kan användas av If för riskvärdering av industribyggnader. Indexmodellen som tas fram med hjälp av MADM-metodik kommer att vara en del i riskvärderingsverktyget. En generell procedur för att ta fram en brandriskindexmetod kan beskrivas i fyra steg, *Watts* (1995):

1. en hierarkisk struktur tas fram
2. graderingar till de olika parametrarna bestäms
3. vikter till de olika parametrarna tas fram
4. metod för att väga samman parametrarnas viktningar och graderingar till ett slutgiltigt mått tas fram

5.4 Hierarkiska system

För att strukturera upp en beslutssituation kan den beskrivas i form av en hierarki. Denna hierarki består av olika beslutsnivåer som påverkar det studerade problemet. I Yoon & Hwang (1995) beskrivs hur en hierarkisk struktur kan tas fram utifrån en övergripande målsättning. För att strukturera relationerna, mellan de olika nivåerna, är det lämpligt att bryta ner den översta målsättningen i nivåer av olika attribut som till exempel olika mål för att nå den önskade målsättningen. Den övergripande målsättningen kan ofta vara väldigt abstrakt men abstraktionsnivån minskar efterhand som hierarkin följs nedåt. Samtliga nivåer i hierarkin kommer att vara beroende av varandra vilket gör att den understa nivån i systemet indirekt påverkar den översta nivån. I Tabell 5.5 beskrivs strukturen på den hierarkiska modell som använts för att ta fram vikter till de olika ingående parametrarna i indexmodellen.

Tabell 5.5. Beslutsnivåernas inbördes hierarki, Watts (1995)

Nivå	Benämning	Beskrivning
1	Övergripande Målsättning	Beskriver målsättningen med analysen.
2	Mål	För att uppnå den övergripande målsättningen har två mål specificerats.
3	Strategier	Tre strategier har tagits fram för att svara mot målen.
4	Parametrar	För att undersöka hur väl strategierna fungerar och tillämpas har åtta olika parametrar tagits fram.
5	Under-Parametrar	Till vissa av parametrarna har kvantifierbara underparametrar använts.

Attributen för att beskriva de olika nivåerna kan tas fram utifrån studie av tillgänglig litteratur på området eller genom att tillfråga experter inom området som skall studeras.

5.4.1 Övergripande målsättning

Den övergripande målsättningen kan ses som en vektor av varje underliggande måls relativa påverkan. Det är vanligt att den övergripande målsättningen i indexmetoder som hanterar brandskyddsfrågor är en plan för att säkerställa ett fullgott brandskydd. För detta projekt identifierades den övergripande målsättningen till *Minimera skadegraden till följd av brand*.

Minimera skadegraden till följd av brand betyder att oavsett hur en brand uppkommer eller vilken sannolikheten är för att en brand skall inträffa så är det viktigt att minimera den totala kostnaden som orsakas av branden. I den här studien kommer skadekostnaden att vara den totala skadekostnaden på byggnad, maskin och varor men ingen hänsyn kommer att läggas vid avbrottskostnaderna eftersom detta område är allt för komplicerat för att kunna studeras med en indexmodell.

5.4.2 Mål

För att uppnå den övergripande målsättningen har två olika mål specificerats. Målen har fastställts utifrån diskussioner med handledare på institutionen och på If och studier av befintliga indexmodeller, vilka presenterades i kap 4.2.

Det första målet är *Hindra brandspridning*. Detta innebär primärt att branden skall hindras från att sprida sig vidare från startföremålet. *Sandhamn* (1989) visar på vikten av att minska förutsättningarna för övertändning i industribyggnader då skadekostnaden efter bränder som har resulterat i övertändning motsvarar cirka 40 % av de direkta brandskadekostnaderna inom industrin. I statistikstudien, som presenterades tidigare, visade det sig att vid de skador där branden spred sig utanför brandcellen blev skadekostnaden mycket stor (>5 000 000 kr).

Det andra målet är *Hindra brandgasspridning*. Detta innebär att brandgaserna skall hindras från att sprida sig från brandrummet till andra lokaler i byggnaden. Att minimera spridningen av brandgaser är mycket viktigt i industrier med hög skadekänslighet, *Watts* (2001), det vill säga industrier som antingen har produktionssteg vilka är känsliga för föroreningar eller där stora delar av varulagret måste kasseras vid brandgaskontaminering. *Hamilton* (1996) visar att 30 % av skadorna vid industribränder är orsakade av sot, rök och korro-

sion. Exempel på industrier där det är viktigt att förhindra brandgasspridning kan vara olika typer av livsmedelsindustrier eller känsliga elektronikindustrier.

5.4.3 Strategier

Tre strategier för att klara målen har tagits fram. Dessa är baserade på en studie av NFPA Fire Concepts Tree, *NFPA 550* (1995). Konceptet bygger på att sannolikheten för en storskada minimeras om alla strategierna följs. I indexmodellen kontrolleras i vilken grad strategierna följs genom att ett antal parametrar mäts.

Första strategin är *Kontrollera bränslet*. Med bränsle menas här allt som är brännbart i lokalen, det vill säga byggnadsmaterial, inredning, maskindelar och varor. Att *Kontrollera bränslet* innebär ur brandskyddssynpunkt att hänsyn till brand- och brandgasspridning tas vid val av lagringssätt, vidare beaktas brandbelastningen i lokalen samt en medvetenhet om den effektutveckling som närvarande material får vid antändning. Det är inte tänkt att någon hänsyn skall tas till olika tekniska installationer utan det primära är att det inom företaget skall finnas en medvetenhet om vilken sorts material som används och lagras inom lokalerna. Genom att minimera mängden material som kan bidra till brandspridning, använda lagringssätt som försvårar brandspridning, byta ut material som kan ge korrosiva effekter vid förbränning och byta ut material med hög effektutveckling kan mycket göras för att minska konsekvensen av en brand.

Andra strategin är att *Bekämpa branden*. Detta kan i indexmodellen ske på tre olika sätt, nämligen genom att ett automatiskt släcksystem (sprinkler) släcker eller begränsar branden, manuellt ingripande av personal och att räddningstjänst bekämpar branden (det ena utesluter inte det andra).

Tredje strategin är att *Begränsa branden byggnadstekniskt*, vilket innebär att byggnaden är utförd på sådant sätt att spridning av brandgaser och värme från branden till närliggande utrymmen förhindras av byggnadskonstruktionen och funktioner som träder i kraft vid detektering av brand, till exempel brandgasventilation och automatisk dörrstängning. Det är inte tänkt att någon insats skall göras av personal eller räddningstjänst.

5.4.4 Parametrar

För att undersöka hur väl de tre strategierna fungerar och tillämpas har åtta parametrar tagits fram med hjälp av statistikundersökningen och studie av andra riskindexmetoder, bland annat *Frantzich* (2000).

De valda parametrarna är inte de enda som påverkar de tre strategierna men på grund av att arbetsbördan inte skulle bli för omfattande fick en avgränsning göras. Nedan beskrivs de åtta olika parametrar (P_1 - P_8) som skall representera strategierna. För de parametrar som har underparametrar kommer även de att beskrivas.

P_1 Byggnad

Med parametern *Byggnad* menas byggnadens förmåga att hindra brand- och brandgasspridning. Parametern *Byggnad* spänner över ett stort område och går inte att sammanfattas i en definition. Därför har den delats upp i underparametrarna *Byggnadsklass*, *Brandcellsclass* och *Brandcellsarea*.

Byggnadsklass definieras utifrån de klasser som If använder för att klassificera industribyggnader. Denna klassificering tar främst hänsyn till vilka material som har använts, men även till viss mån byggnadssättet.

Brandcellsklass klassificeras utifrån vilken tid de brandcellskiljande byggnadsdelarna klarar av att hindra genomsläpp av flammor och gaser samt värmespridning genom konstruktionen. Här används främst definitioner hämtade från *BBR 10* (2002). För att hindra brandspridning och brandgasspridning i en byggnad är det viktigt att undersöka byggnadsdelarnas isolerande och avskiljande egenskaper samt deras integritet.

Brandcellsarea kommer att klassas utifrån hur stor golvarea den största brandcellen i byggnaden har. I en byggnad med stora brandceller har en brand större möjlighet att sprida sig och därmed resultera i högre konsekvens än i en byggnad med mindre brandceller. Betygsförslagen till denna underparameter är hämtade från Gretenermetoden, *BVD* (1980), och från Brandskyddshandboken.

P₂ Ventilationsförhållanden

Med *ventilationsförhållanden* menas vilka förutsättningar det finns i byggnaden för att ventilerar ut brandgaser. Genom att ventilerar bort skadliga brandgaser från brandrummet minskas eller hindras spridning till andra ytor i byggnaden. För industrier med till exempel rökkänslig utrustning är detta särskilt viktigt. Brandgasventilation förhindrar eller i alla fall försvårar en övertändning vilken kan ge mycket stora kostnader som följd, se kap 3.2.

Alla konstruktioner och öppningar vilka kan vädra ut brandgaser skall beaktas. Här är det viktigt att både ta hänsyn till termisk ventilation och mekanisk ventilation. Med termisk ventilation menas öppningar i väggar och tak där brandgaserna kan transporteras ut genom att de varma brandgaserna har en termisk stigningskraft. Med mekanisk ventilation avses här ventilations system med fläktar vilka används för att transportera bort brandgaser.

P₃ Tid till räddningstjänst anländer

Här avses den tid det tar för räddningstjänst att anlända till olycksplatsen. Det vill säga hur lång tid tar det normalt för räddningstjänsten att besvara ett larm på anläggningen.

Utgången av en släckinsats är till stor del beroende på vilka förhållanden som råder på brandplatsen då räddningstjänsten anländer. Hur hög brandgastemperaturen är och graden av rökfylldhet är två faktorer som avgör huruvida rökdykarna kan göra en invändig insats och hindra vidare brandspridning.

Med räddningstjänst menas alla sorters brandförsvär även industribrandkårer. Det är även viktigt att ta hänsyn till räddningstjänstens möjligheter att göra en insats. Går byggnaden att komma åt från alla håll, finns det vattenposter med mera?

P₄ Personalens möjlighet att släcka

Personalens möjlighet att ingripa och släcka en brand har valts att definieras som *Personalens insatsförutsättningar* och *Tillgång till släckutrustning*.

Med *Personalens insatsförutsättningar* menas här vilken möjlighet personalen har att ingripa mot en brand. Denna underparameter tar hänsyn till personalens utbildningsnivå, perso-

naltäthet i byggnaden och vilken upptäcktsmöjlighet som råder i byggnaden. Betygsfördelningen för denna underparameter presenteras i en beslutsmatris.

I denna beslutsmatris bedöms först personalens möjlighet att upptäcka en brand i byggnaden. Dessa bedöms utifrån hur pass lätt det är att överblicka byggnaden och de lokaler som ingår i byggnaden. Det vill säga i vilken grad finns det väggar, stora maskiner och andra konstruktioner som gör att vissa delar av lokalen är dolda för den normala personalen. Detta bedöms i stegen Bra eller Dålig.

Efter detta bedöms personaltätheten i byggnaden och denna kan anges som hög eller låg. Med hög personaltäthet avses att det finns tillräckligt med personal i byggnaden för att alla möjliga tändkällor skall vara möjliga att upptäcka. Det vill säga i byggnaden vistas det, under den tid verksamheten är igång, personal i tillräcklig omfattning och så fördelade över ingående lokaler att sannolikheten att tidigt upptäcka och bekämpa en brand är stor.

Sist studeras personalens utbildningsnivå, vilken kan graderas som hög eller låg. Denna gradering beror på vilken sorts utbildning personalen har genomgått samt hur ofta dessa kunskaper repeteras genom övningar.

Betygsfördelningen för underparametern tillgång till släckutrustning är baserad på kvalitativa uppskattningar av hur tillgången ser ut. Med släckutrustning menas handbrandsläckare och inomhusbrandposter.

P₅ Sprinkler

Med parameter sprinkler avses alla olika sorters sprinkleranläggningar. Ingen viktning eller jämförelse görs mellan olika typer av släckmedel utan endast i vilken grad anläggningen är sprinklad eller ej.

I en byggnad med hög brandbelastning och stora osektionerade ytor är sprinkler oftast den enda möjligheten att förhindra en omfattande brandskada, *Ranby* (1994).

P₆ Automatisk detektion

Här avses varje form av automatisk detektion och ingen jämförelse görs mellan olika sorters detektorer utan endast om det finns en anläggning samt hur heltäckande denna är tas med i beräkningarna.

En snabb detektion av branden skapar bättre förutsättningar för att branden skall kunna begränsas innan den hunnit ge en stor konsekvens.

P₇ Brandbelastning

Brandbelastning i lager- och industrilokaler är svår att uppskatta. Materialet är lagrat på olika sätt - olika höjd och mellanrum vilket påverkar brandförloppet väsentligt, *Ondrus* (1990).

Med brandbelastning avses kvoten mellan den sammanlagda värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av allt brännbart material i en brandcell (inklusive del av byggnadskonstruktioner) och brandcellens totala omslutningsarea. Brandbelastningen anges i MJ/m².

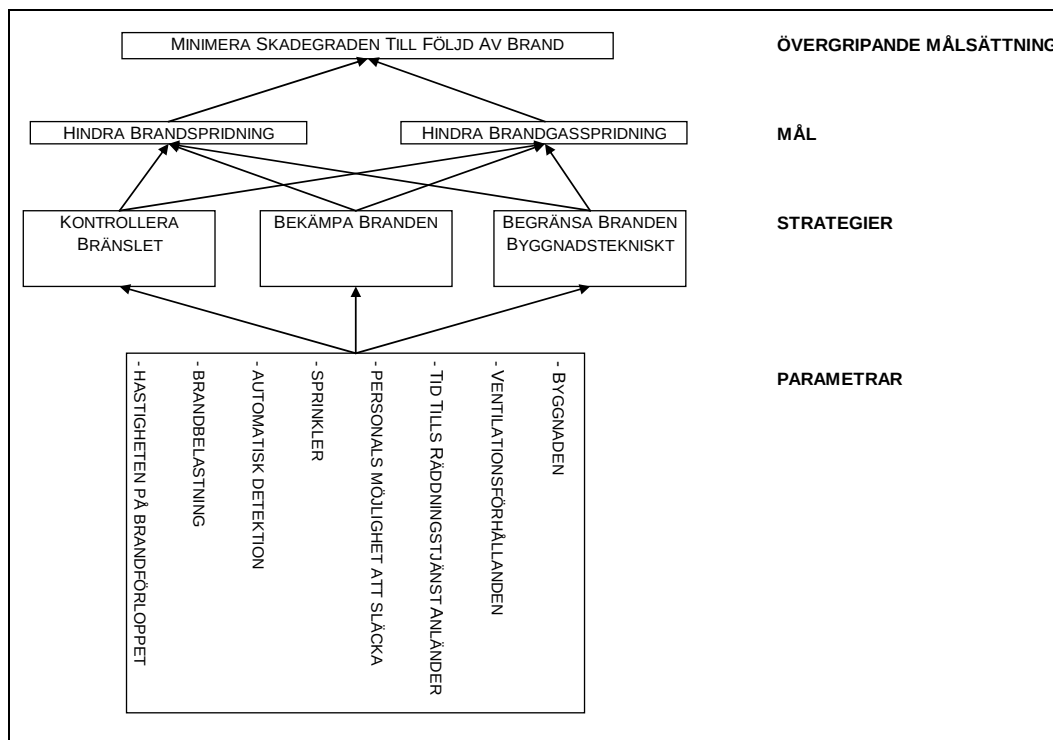
Vid skattning av brandbelastningen är det viktigt att användaren kan göra sig en snabb uppfattning om den totala brandbelastningen. Det är inte tänkt att brandbelastningen skall räknas ut exakt. Till exempel omfattande upplagring av material i samma brandcell som annan verksamhet bedrivs kan vid brand få mycket allvarliga konsekvenser.

Att ha i åtanke vid skattning av brandbelastningen är att en mycket hög brandbelastning i en byggnad inte automatiskt betyder att en eventuell brand blir mycket stor. Brandbelastningens konfiguration vid antändningstillfället är helt avgörande för hur branden utvecklas. Till exempel en bok brinner mycket dåligt då den står i en bokhylla men om boken rivs sönder och sprids på golvet blir brandförloppet ett helt annat.

P₈ Hastigheten på brandförloppet

Denna parameter beskriver hur snabbt branden kommer att växa och hur stor effekt branden kommer att utveckla. Parametern är beroende av lagringsförhållanden, lokalens geometri och materialegenskaper.

I Figur 5.2 presenteras den hierarkiska strukturen för indexmodellen. I figuren visas de influenser som finns mellan de olika beslutsnivåerna.



Figur 5.2. Hierarkiska strukturen

5.5 Framtagning av vikter

I den hierarkiska strukturen är alla nivåer beroende av varandra. Betydelsen av attributen skall värderas mot närmaste överliggande nivå. I hierarkin i Figur 5.2 skall de åtta olika parametrarna var för sig värderas mot de tre olika strategierna i nivån över. I sin tur skall sedan de tre strategierna värderas mot de två målen. Till sist skall de två målen värderas mot den översta målsättningen.

En förutsättning för metodiken är att det råder ett oberoende mellan attributen på samma nivå i hierarkin. Detta är oftast tyvärr inte fallet utan det finns i många fall ett visst beroende mellan attributen. I *Yoon & Hwang* (1995) visades dock att ett visst beroende mellan de ingående attributen inte hade någon nämnvärd inverkan på det slutgiltiga resultatet.

Syftet med att tilldela de olika parametrarna vikter är att fastställa varje parameters betydelse relativt de andra. Det finns flera olika tillvägagångssätt för att tilldela de olika parametrarna vikter. Optimalt är att basera vikterna på statistik, ofta är det dock så att det statistiska underlaget inte är tillräckligt för att dra några slutsatser. Om tillräcklig statistisk saknas finns det flera olika kvalitativa metoder för att ta fram vikter till parametrarna. Tre olika metoder kommer att beskrivas närmare.

5.5.1 Metoder för insamling av data

När data skulle tas fram för att kunna undersöka betydelsen av de åtta olika parametrarna fanns det en rad olika metoder att välja mellan. Vilken metod som än väljs för insamling av information, måste den alltid kritiskt granskas för att avgöra hur tillförlitlig och giltig den är.

Reliabilitet eller tillförlitlighet är ett mått på i vilken utsträckning ett instrument eller tillvägagångssätt ger samma resultat vid olika tillfällen under i övrigt oförändrade omständigheter. Till exempel en termometer som ibland mäter för hög och ibland för låg temperatur är inget tillförlitligt instrument. Det finns olika sätt att mäta reliabiliteten på, till exempel kan ett test genomföras flera gånger (test-retest) och därigenom undersöka om resultatet skiljer sig mycket åt mellan de olika testtillfällena.

Validiteten är ett mått på om en särskild fråga mäter eller beskriver det den är avsedd att mäta. Om en fråga inte är reliabel innebär det också att den saknar validitet, men bara för att en fråga har hög reliabilitet behöver den inte ha hög validitet. Bara för att en fråga ger samma svar vid varje tillfälle behöver den inte mäta det den var avsedd att mäta, *Bell* (1993).

Krav på reliabilitet och validitet ställs på alla datainsamlingsmetoder. När underlag för att ta fram vikterna skulle tas fram var dessa två krav viktiga, men även att undersökningen inte fick ta för mycket tid i anspråk. Därför kommer reliabiliteten och validiteten på den information som samlas in endast att uppskattas kvalitativt.

Nedan kommer först ett par olika metoder att beskrivas för att visa på möjliga tillvägagångssätt att samla in information, därefter kommer metoden att beskrivas som använts i detta arbete för att samla in data.

Intervjuundersökning

En intervju kan genomföras på flera olika sätt. De kan utformas på olika sätt, ges olika form och innehåll. Ett sätt att visa på vilken sorts kunskap som erhålls vid olika former av intervjuer är att utgå från skillnader i struktureringsgrad. I litteraturen skiljs det mellan fyra olika former av struktureringsgrader nämligen: öppen, riktat öppen, halvt strukturerad och strukturerad, *Lantz* (1993).

I den öppna och den riktade intervjun ges den intervjuade personen stort utrymme att utveckla sina tankar och det är intervjupersonen själv som bestämmer vilket sammanhang som är betydelsefullt. Genom den öppna intervjun är det möjligt att fånga respondentens uppfattning och upplevelser av för denne betydelsefulla kvaliteter.

Raka motsatsen till den öppna intervjun är den strukturerade intervjun i vilken respondenten inte ges några möjligheter till att ge sin personliga uppfattning. En starkt strukturerad intervju eftersträvar en hög grad noggrannhet rörande frågans avgränsning vilket medför att respondenten får ett väldigt begränsat svarsutrymme och möjliga alternativa svar kan förutsägas, *Patel et al* (1987). I en strukturerad intervju skall intervjuaren fungera som registrator. Den mest strukturerade formen för utfrågning är enkäten, en skriftlig utfrågning med fasta frågor och bundna svarsalternativ.

Enkätundersökning

Den mest använda formen av undersökningar är enkätundersökning. Den innebär att ett formulär med någon form av frågor skickas ut till ett antal deltagare. Deltagarna besvarar formuläret och skickar därefter tillbaka svaren. Resultatet sammanställs och används i något syfte.

Enkäter kan vara av olika struktureringsgrad. Det finns enkäter där frågorna är väldigt öppna och det finns strukturerade enkäter med förutbestämda svarsalternativ.

Fördelen med att göra en enkätundersökning är att den är tidseffektiv, både för deltagare och ledare av undersökningen. Nackdelar är att eventuella oklarheter eller missförstånd inte kan klaras ut, eftersom deltagarna och ledarna oftast inte har någon möjlighet att kommunicera vid genomförande av enkäten.

Delphiundersökning

En stor nackdel med enkätundersökningar är att eventuella missförstånd och oklarheter inte kan redas ut, då deltagare och ledare inte har någon kommunikation. Felet som uppstår på grund av detta minskas genom att använda Delphiteknik, där deltagarna får omvärdera sina svar.

Användning av Delphiteknik karakteriseras av att en grupp av individer, ofta experter på det specifika området/ämnet, får svara på ett formulär som skickas ut av ledaren av undersökningen. Var och en av deltagarna skickar sedan tillbaka formuläret till undersökningsledaren. Denna sammanställer svaren och delger resultatet till panelen i form av något statistiskt värde och spridningsmått. Med detta resultat som grund får panelen besvara samma formulär igen. Proceduren upprepas tills ledaren anser att panelen uppnått den grad av konsensus som han/hon satt upp som mål.

Delphiundersökningar kan, enligt *Linstone et al* (1975), användas då problemen karakteriseras av följande:

- Problemet lämpar sig inte till precisa analytiska tekniker, men kan dra fördel av subjektiva bedömningar gjorda på en kollektiv basis.
- Tid och kostnader gör frekventa gruppmöten omöjligt.
- Meningsskiljaktigheter mellan individer gör att en gruppdiskussion inte kan hållas utan kräver anonymitet.

Denna form av undersökning har varit till grund för studier liknande den i detta arbete. Metod är väldigt arbets- och tidskrävande både för panelen och för ledaren.

Författarnas metodval

För att ta fram data till att undersöka de åtta parametrarnas betydelse användes en kombination av de ovan presenterade datainsamlingsmetoderna. En strukturerad intervju med en enkät som underlag genomfördes med nio olika personer. För att säkerställa att konsensus mellan deltagarna användes delphiteknik.

Anledningen till att denna metod valdes berodde till stor del på att enkäten som skall användas, för de olika deltagarnas viktningar, är ganska komplicerad. Enkätens relativt komplexa natur kräver att ledaren kan besvara och reda ut frågor och oklarheter för de olika deltagarna. Genom att intervjua kan en dialog föras och ledaren kan få en uppfattning om deltagaren har tolkat frågorna på rätt sätt, det vill säga att samtliga deltagare tyder frågan på samma sätt. Detta är mycket viktigt för att uppehålla en hög validitet och reliabilitet.

5.6 Genomförande

För att kontrollera att samtliga definitioner var enkla att förstå samt att testa rimligheten i de betygsfördelningar och beslutsregler som hade arbetats fram testades enkäten på fyra personer från avdelningen för Brandteknik. Kommentarer från denna testgrupp studerades och resulterade i ändringar av underlaget.

En panel bestående av nio olika personer fick individuellt studera det nya underlaget och besvara enkäten tillsammans med undersökningsledarna. Panelen utgjordes av fyra personer från avdelningen för Brandteknik, två brandingenjörer inom räddningstjänst, en brandingenjör inom industrin, en riskingenjör och en skadereglerare från If.

Samtliga deltagare ombads att noga motivera sina svar och eventuella synpunkter på underlaget. Resultaten sammanställdes och presenterades för deltagarna samtidigt som varje deltagare ombads att noggrant studera de avgivna svaren för att eventuellt ändra sina svar. Enkäten redovisas i bilaga A.

För att fastsätta de olika komponenternas (övergripande målsättning, strategier o.s.v.) betydelse för närmast överliggande nivå i den hierarkiska strukturen användes en så kallad Likertskala. Skalan är användbar då flera av komponenterna är kvalitativa och inte går att bestämma kvantitativt.

Skalan används för att mäta attityder, det vill säga mäta hur starkt en person tar avstånd eller instämmer i ett påstående. Likertskalan varierar vanligtvis i heltal mellan 1 och 5, men utökades med betyget 0 för att ta hänsyn till att det i vissa fall helt saknades samband mellan den studerade komponenten och närmast överliggande nivå, Yoon & Hwang (1995). Den sexgradiga skalan som intervjupersonerna fick använda när de gjorde sina värderingar visas nedanför:

- 0 = Ingen påverkan alls
- 1 = Ytterst liten påverkan
- 2 = Inte viktig
- 3 = Viktig
- 4 = Mycket viktig
- 5 = Extremt viktig

Deltagarna fick bedöma varje måls betydelse, med betygen i Likertskalan, för den övergripande målsättningen. Denna procedur upprepades sedan för strategiernas betydelse för målen, parametrarnas betydelse på strategierna samt underparametrarnas betydelse för parametrarna.

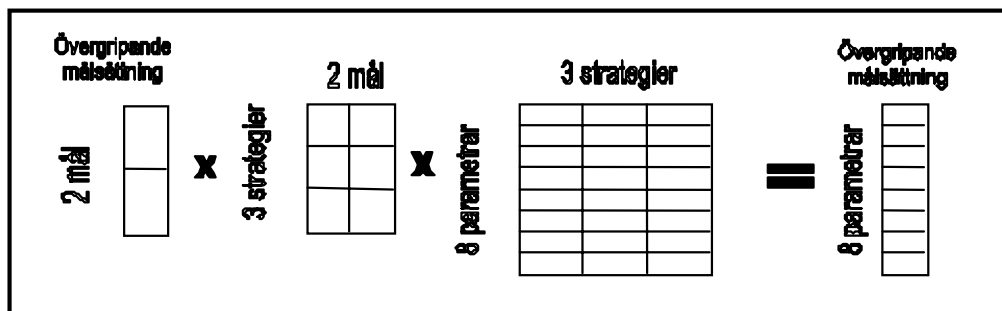
Värderingen mellan de olika nivåerna i hierarkin utfördes i vertikalled, det vill säga varje attribut värderades mot nivån direkt ovanför i det hierarkiska systemet. Detta medför att relationen mellan attribut på samma nivå måste värderas indirekt. Till exempel värderas parametern *Byggnad* direkt mot strategin *Kontrollera bränslet*, eftersom strategierna är nivån direkt ovanför parametrarna, men det sker en indirekt värdering mellan de olika parametrarna. Genom att ange ett högre värde för parametern *Byggnads* påverkan på ovanliggande strategi och ett lägre för parametern *Sprinklers* påverkan på ovanliggande strategi görs samtidigt en indirekt värdering av att *Byggnad* är viktigare än *Sprinkler*.

Deltagarnas bedömningar används som indata till matrismultiplikationen vilket resulterar i en vektor som beskriver de åtta parametrarnas påverkan på den övergripande målsättningen.

Matrisprodukten a av två matriser b och c ges av ekvation 5.1

$$a_{ij} = \sum_{k=1}^n b_{ik} c_{kj} \quad (5.1)$$

där i är radnumret och j är kolonnumret. Resultatet blir alltså en matris med lika många rader som matris b och lika många kolumner som matris c . Antalet kolumner i matris b måste vara lika med antalet rader i matris c . I figur 5.3 visas en illustration av matrismultiplikationen som leder fram till kolonvektorn med parametrarnas påverkan på den övergripande målsättningen.



Figur 5.3 Schematisk bild av matrismultiplikation

Ett alternativ tillvägagångssätt för att fastsätta de olika komponenternas betydelse för närmast överliggande nivå i den hierarkiska strukturen är att utföra parvis jämförelse mellan attribut på samma nivå. I denna metod jämförs två attribut på samma nivå och lämp-ligen används följande värderingsskala:

- A är lika viktig som B = 1
- A är något viktigare än B = 3
- A är mycket viktigare än B = 5
- A är bevisligen mycket viktigare än B = 7
- A är absolut säkert mycket viktigare än B = 9

Genom att på en nivå värdera samtliga attribut mot varandra kan egenvärdena och tillhö-rande egenvektor bestämmas med matrismatematik. Denna metod kallas för *Analytic Hierarchy Process* (AHP) och har föreslagits av *Saaty* (1990). Det främsta problemet med denna metod är antalet värderingar som måste utföras. På varje nivå måste $n(n-1)/2$ värderingar göras för att få fram vikter för överliggande nivå och därför är det inte praktiskt genomförbart att använda denna metod när antalet komponenter överstiger sex eller sju enligt *Watts* (1995). Eftersom det i detta arbete fanns åtta olika parametrar på den lägsta nivån är AHP inte en fungerande metod.

Vanligen anses konsensus råda i en Delphiundersökning om det inte är för stor spridning på svaren, det vill säga alla svaren hamnar inom ett visst intervall. *Karlsson* (2000) anger att konsensus anses råda då avståndet mellan kvartilerna inte är större än två enheter på en femgradig skala. I denna undersökning anses konsensus råda då avståndet mellan första (25 %) och tredje (75 %) kvartilen inte är större än två enheter och då används medelvär-det av de nio paneldeltagarnas bedömningar som den slutgiltiga viktningen av attributet.

I de frågor där spridningen på svaren var allt för stor (det vill säga mer än två enheters skillnad mellan 1:a och 3:e kvartilen) blev deltagarna ombudade att göra en ny värdering. Inför denna andra omgång fick deltagarna information angående svarsfördelningen samt en mer detaljerad beskrivning av de olika attributen. Det var sammanlagt fem frågor där svarsfördelningen var för bred och dessa var parametrarna *Byggnad* och *Sprinklers* påverkan på strategin *Kontrollera bränslet*, parametrarna *Tid tills räddningstjänsten anländer* och *Automatisk detektions* påverkan på strategin *Begränsa branden byggnadstekniskt*, men även underparametern *Byggnadsklass* påverkan på parametern *Byggnad*. Då konsensus kan anses råda för övriga skattningar ombads deltagarna att i den andra omgången endast studera de

skattningar som påverkar strategierna *Kontrollera bränslet* och *Begränsa branden byggnadstekniskt* samt skattningarna av underparametrarnas påverkan på parametern *Byggnad*.

Efter andra omgången anses konsensus råda bland deltagarna utom i parametern *Sprinkler*. Skattningen av parametern *Sprinkler* påverkan på strategin *Kontrollera bränslet* kommer att diskuteras mer ingående längre fram.

Resultaten från de två intervjuomgångarna presenteras i bilaga B.

Indata till matrismultiplikation

Efter andra intervjuomgången råder konsensus bland deltagarna. Utifrån detta kan nu de slutgiltiga parametervikterna till indexmodellen beräknas.

Först presenteras en sammanställning av medelvärdet för varje skattning (se Tabell 5.6-5.9). Dessa medelvärden används sedan för att beräkna fram ett set med vikter. Till sist presenteras det färdiga resultatet och en kort diskussion.

Tabell 5.6. Mål mot övergripande målsättning

	Övergripande målsättning
<i>Hindra brandspridning</i>	4,44 [4]
<i>Hindra brandgasspridning</i>	4,22 [4]

Tabell 5.7. Strategier mot mål

	Hindra brandspridning	Hindra brandgasspridning
<i>Kontrollera bränslet</i>	3,67 [4]	3,00 [3]
<i>Bekämpa branden</i>	3,89 [4]	3,67 [4]
<i>Begränsa branden byggnadstekniskt</i>	4,44 [4]	4,44 [4]

Tabell 5.8. Parametrar mot strategier

	Kontrollera bränslet	Bekämpa branden	Begränsa branden byggnadstekniskt
<i>Byggnad</i>	3,00 [3]	2,11 [2]	5,00 [5]
<i>Ventilationsförhållanden</i>	1,22 [1]	2,44 [2]	3,44 [3]
<i>Tid tills räddningstjänst anländer</i>	0,67 [1]	3,56 [4]	1,67 [2]
<i>Personals möjlighet att släcka</i>	1,22 [1]	4,11 [4]	1,00 [1]
<i>Sprinkler</i>	2,00 [2]	4,67 [5]	2,11 [2]
<i>Automatisk detektion</i>	1,00 [1]	3,78 [4]	1,67 [2]
<i>Brandbelastning</i>	4,44 [4]	3,11 [3]	3,67 [4]
<i>Hastighet på Brandförloppet</i>	3,78 [4]	4,22 [4]	2,67 [3]

Tabell 5.9. Underparametrar mot parametrar

Byggnad	
<i>Byggnadsklass</i>	4,00 [4]
<i>Brandcellsclass</i>	3,89 [4]
<i>Brandcellsarea</i>	3,78 [4]
Personals möjlighet att släcka	
<i>Personalens insatsförutsättningar</i>	4,11 [4]
<i>Tillgång till släckutrustning</i>	4,11 [4]

Med indata från tabell Tabell 5.6-5.9 utförs matrismultiplikation i två steg och de resulterande vikterna går att utläsa från den kolonmatris som blir resultatet av matrismultiplikationen. I Tabell 5.10 presenteras de ingående parametrarnas resulterande påverkan på den övergripande målsättningen *Minimera skadekostnaden till följd av brand* och i Tabell 5.11 presenteras vikterna på underparametrarna för *Byggnad* och *Personals möjlighet att släcka*.

Tabell 5.10. Parametervikter utifrån medelvärden på indata

	Vikter
<i>Byggnad</i>	0,16
<i>Ventilationsförhållanden</i>	0,12
<i>Tid tills räddningstjänst anländer</i>	0,08
<i>Personals möjlighet att släcka</i>	0,09
<i>Sprinkler</i>	0,13
<i>Automatisk detektion</i>	0,09
<i>Brandbelastning</i>	0,17
<i>Hastighet på Brandförloppet</i>	0,16

Tabell 5.11. Underparametrarnas vikter mot P_1 och P_3

Byggnad	
<i>Byggnadsklass</i>	0,34
<i>Brandcellsclass</i>	0,33
<i>Brandcellsarea</i>	0,32
Personals möjlighet att släcka	
<i>Personalens insatsförutsättningar</i>	0,5
<i>Tillgång till släckutrustning</i>	0,5

I Tabell 5.12 är parametrarna sorterade efter inflytandegrad och vikterna omräknade till procentuellt inflytande. Den parameter som påverkar möjligheten att *Minimera skadekostnaden till följd av brand* mest är parametern *Brandbelastning*. Denna parameter är bara marginellt viktigare än parametrarna *Byggnad* och *Hastighet på brandförloppet*. Vidare har en byggnads brandbelastning kanske inte egentligen någon större påverkan på en brands utveckling men däremot ganska stor påverkan på brandrisken.

Tabell 5.12. Parametervikter sorterade efter procentuell påverkansgrad

	Påverkansgrad [%]
Brandbelastning	17
Byggnad	16
Hastighet på brandförloppet	16
Sprinkler	13
Ventilationsförhållanden	12
Personals möjlighet att släcka	9
Automatisk detektion	9
Tid tills räddningstjänst anländer	8

Det är även av intresse att studera parametrarnas påverkan på de två målen. Resultatet visar att det inte finns någon skillnad mellan de olika parametrarnas påverkan på målen, se tabell 5.13. Detta beror på att båda målen har bedömts vara lika viktiga för att lyckas med den övergripande målsättningen (se skattningar i Tabell 5.6). Förklaringen till detta är främst att nästan samtliga deltagare ansåg att för att lyckas med målet *Hindra brandspridning* måste spridning av brandgaser förhindras.

Tabell 5.13. Parametrarnas påverkan på de olika målen

	Hindra brandspridning	Hindra brandgasspridning
Byggnad	0,16	0,16
Ventilationsförhållanden	0,11	0,12
Tid tills räddningstjänst anländer	0,08	0,08
Personals möjlighet att släcka	0,09	0,09
Sprinkler	0,13	0,13
Automatisk detektion	0,09	0,09
Brandbelastning	0,17	0,17
Hastighet på Brandförloppet	0,16	0,16

I beräkningarna av de slutgiltiga vikterna användes medelvärdet av deltagarnas skattningar. Detta gjordes även i fallet med parametern *Sprinkler* påverkan på strategin *Kontrollera bränslet*, men då deltagarna aldrig kom till konsensus i denna viktning är det inte helt rätt att använda medelvärdet. I första omgången var det fem personer som ansåg att parametern var *Mycket viktig* för att lyckas med strategin och fyra att parametern hade *Ingen påverkan alls* på strategin. Skillnaden i dessa skattningar grundade sig främst på hur deltagarna uppfattade att strategin skulle tolkas. Även om författarna ansåg att ingen hänsyn skulle tas till tekniska installationer ansåg de flesta deltagare att sprinklern är så pass funktionsduglig och att de flesta innehavare/användare automatiskt ökar brandbelastningen (andelen lagrat material, typ av material m.m.) efter en sprinkler installation. Detta härstammar främst från byggreglernas direktiv om tekniska byten. Inför andra omgången försökte författarna att tydligare definiera hur strategin skulle fungera. Men resultatet blev fortfarande det samma. Ungefär hälften av deltagarna anser att sprinkler är *Mycket viktig* och resterande anser att sprinklern inte har någon påverkan på strategin.

För att behandla denna problematik gjordes ett antal beräkningar av de slutgiltiga vikterna. Genom att variera sprinklerskattningen mellan 0 och 4 kan skattningens totala påver-

kan på slutresultatet bedömas. I Tabell 5.14 presenteras de olika seten av vikter som blir resultatet.

Tabell 5.14. Olika set av parametervikter beroende på indata

	Medel	Sprinkler = 0	Sprinkler = 4
<i>Byggnad</i>	0,16	0,17	0,16
<i>Ventilationsförhållanden</i>	0,12	0,12	0,11
<i>Tid tills räddningstjänst anländer</i>	0,08	0,08	0,08
<i>Personals möjlighet att släcka</i>	0,09	0,09	0,09
<i>Sprinkler</i>	0,13	0,10	0,16
<i>Automatisk detektion</i>	0,09	0,09	0,09
<i>Brandbelastning</i>	0,17	0,18	0,16
<i>Hastighet på Brandförloppet</i>	0,16	0,17	0,16

Även om varje parameters viktning ändras så är detta endast marginellt och det slutgiltiga resultatet skiljer sig inte från varandra. Antagandet att använda medelvärdet fast att konsensus inte har uppnåtts är inte felaktigt men det är bättre att klart ange hur strategin skall fungera och utifrån det plocka fram vikterna.

Sista steget i utvecklingen av indexmetoden är att bestämma hur parametrarnas graderingar (betyg) och vikter skall vägas samman. Två olika metoder som kan användas är Simple Additive Weighting (SAW) Method och Weighted Product Method.

SAW är enligt *Yoon & Hwang* (1995) den mest använda metoden och även den metod som är mest känd. Metoden går ut på att multiplicera varje parameters betyg med parametrarnas vikt och sedan summera samtliga produkter. Det bakomliggande antagandet till SAW metoden är att bidraget från en enskild parameter till det resulterande indexet (summan av produkterna) är oberoende av de andra parametrarnas värden. Detta betyder att en beslutsfattares känslor eller preferenser för en viss parameter inte påverkas av de andra parametrarnas värden. Dock har *Edwards* (1997) visat att SAW även resulterar i giltiga värden när det finns ett visst beroende mellan parametrarna. SAW beräknas enligt formel 5.2.

$$Index = \sum_n w_i x_i \quad (5.2)$$

Weighted Product Method innebär att parametrarnas betyg multipliceras med varandra och vikterna blir här exponenter sammankopplade med parametrarnas betydelse, positivt värde för nyttoparametrar och negativt värde för kostnadsparametrar. Indexet beräknas enligt formel 5.3.

$$Index = \prod_n x_i^{w_i} \quad (5.3)$$

På grund av att exponent värdet kräver att alla betygen är större än ett förkastades denna metod.

5.7 Beräkning av brandspridning

Betygsbedömningarna skall göras utifrån de förslag på betygsfördelningar som presenteras efter beräkningstabellen.

Först skall betygen för parametrarna *Byggnad* och *Personals insatsförutsättningar* bestämmas. Detta sker genom att underparametrarna betygsätts utifrån objektets förhållanden. Betygen multipliceras sedan med respektive vikt och produkterna summeras. Resultatet kommer att bli det betyg som sedan skall användas. Dessa beräkningar utförs i beräkningstabellerna 5.15 och 5.16.

Tabell 5.15. Beräkning av betyg på underparameter *Byggnad*

Underparametrar till parameter <i>Byggnad</i>	Vikter [A]	Betyg [B]	Produkt A*B=
Byggnadsklass	0,34		
Brandcellsclass	0,33		
Brandcellsarea	0,32		
Summa			

Tabell 5.16. Beräkning av betyg på parametern *Personals möjlighet att släcka*

Underparametrar till parameter <i>Personals möjlighet att släcka</i>	Vikter [A]	Betyg [B]	Produkt A*B=
Personalens insatsförutsättningar	0,5		
Tillgång till släckutrustning	0,5		
Summa			

Slutligen skall indexet på brandens spridningspotential beräknas. Detta sker i Tabell 5.17. För att få det slutliga indexvärdet skall summan av produkterna subtraheras från 5. Dessa beräkningar utförs i beräkningstabellen nedan.

Tabell 5.17. Beräkningsmatris för index på brandspridningspotentialen

Parametrar	Vikter [A]	Betyg [B]	Produkt A*B=
Byggnad	0,16		
Ventilationsförhållanden	0,12		
Tid tills räddningstjänsten anländer	0,08		
Personals möjlighet att släcka	0,09		
Sprinkler	0,13		
Automatisk detektion	0,09		
Brandbelastning	0,17		
Hastighet på brandförloppet	0,16		
	Summa [I]		
Index för brandspridningspotential	=5-I		

5.8 Betygsfördelningar och beslutsregler

Parametrar

För att studera i vilken grad strategierna fungerar och tillämpas har åtta olika parametrar identifierats. Dessa åtta parametrar är naturligtvis inte de enda som påverkar de tre strategierna, men på grund av att enkäten inte skulle bli för omfattande gjordes ett urval. Till varje parameter presenteras även parametrarnas betygsfördelning.

Den genomgående tankegången är att betygen sätts enligt en skala mellan 0 och 5. Där 5 är bästa betyget och 0 det sämsta. De betygsfördelningarna som presenteras är inga fasta regler utan visar mer vad författarna anser att de olika betygen motsvarar. Som läsaren kommer att se har författarna inte gjort förslag på alla betygsstegen utan har försökt att peka ut vissa brytpunkter som anses vara viktiga. Men det är viktigt att komma ihåg att användaren hela tiden har möjlighet att lägga in egna subjektiva skattningar vid betygsättningen.

P1 Byggnad

Med parametern Byggnad beskrivs byggnadens förmåga att hindra brand- och brandgasspridning. Detta sker genom att underparametrarna *Byggnadsklass*, *Brandcellsclass* och *Brandcellsarea* mäts och betygssätts.

Byggnadsklass definieras utifrån de klasser som If använder för att klassificera industribyggnader. Denna klassificering tar främst hänsyn till vilka material som har använts men till viss del även byggnadssättet.

Tabell 5.18. Betygsfördelning för underparametern *byggnadsklass*

Byggnadsklass	Betyg
Brandsäker byggnad (Fire resistant)	5
Icke brännbar byggnad (Non combustible)	4
Brännbar byggnad (Combustible)	1

Brandcellsclass klassificeras utifrån vilken tid de brandcellskiljande byggnadsdelarna klarar av att hindra genomsläpp av flammor och gaser samt värmespridning genom konstruktionen. Här används främst definitioner hämtade från BBR 2002. För att hindra brandspredning och brandgasspredning är det viktigt att titta på byggnadsdelarnas isolerande och avskiljande egenskaper samt deras integritet.

Tabell 5.19. Betygsfördelning för underparametern *brandcellsclass*

Brandcellsclass	Betyg
Klass EI 90 eller bättre	5
Klass EI 60	4
Klass EI 30	2
Sämre än EI 30	1

EI står för integritet och isolering och åtföljs av ett tidskrav: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 eller 360 minuter. Detta betyder att under den tid som är angiven skall byggnadsdelen klara kravet på integritet och isolering.

Brandcellsarea kommer att klassas utifrån hur stor golvarea den största brandcellen i byggnaden har. Betygsförslagen till denna underparameter är hämtade från Gretenermetoden och från Brandskyddshandboken.

Tabell 5.20. Betygsfördelning för underparametern *Brandcellsarea*

Brandcellsarea	Betyg
< 1000 m ²	5
1000 – 5000 m ²	3
5000 – 10000 m ²	1
> 10000 m ²	0

P2 Ventilationsförhållanden

Med *ventilationsförhållanden* menas vilka förutsättning det är i byggnaden för att ventileras ut brandgaser. Alla konstruktioner och öppningar vilka kan vädra ut brandgaser skall beaktas. Här är det viktigt att både ta hänsyn till termisk ventilation och mekanisk ventilation. Med termisk ventilation menas öppningar i väggar och tak där brandgaserna kan transporteras ut genom att de varma brandgaserna har en termisk stigitkraft. Med mekanisk ventilation avses här ventilations system med fläktar vilka används för att transportera bort brandgaser.

Tabell 5.21. Betygsfördelning för parametern ventilationsförhållanden

Ventilationsförhållanden	Betyg
Mekanisk brandgasventilation (fläktar) och tillräckligt med tilluftsöppningar	5
Fjärmanövrerade brandgasluckor	4
Brandgasluckor med smältbleck eller öppningar i tak vilka kan öppnas av räddningstjänsten.	2
Portar som kan öppnas för att vädra ut brandgaser	1
Mycket små möjligheter att ventileras bort brandgaser	0

P3 Tid till räddningstjänst anländer

Här avses den tid det tar för första räddningstjänst att anlända till olycksplatsen. Det vill säga hur lång tid tar det normalt för räddningstjänsten att besvara ett larm på anläggningen. Med räddningstjänst menas alla sorters brandförsvar även industribrandkårer. Det är även viktigt att ta hänsyn till räddningstjänstens möjligheter att göra en insats. Till exempel kan det vara viktigt att studera vilka möjligheter räddningstjänsten har att skaffa fram släckmedel.

Tabell 5.22. Betygsfördelning för parametern tid tills räddningstjänst anländer

Tid tills räddningstjänst anländer	Betyg
0 – 5 minuter	5
5 – 10 minuter	3
10 – 15 minuter	2
15 – 20 minuter	1
> 20 minuter	0

P4 Personals möjlighet att släcka

För att kontrollera vilka möjligheter personalen har att snabbt ingripa och effektivt släcka en uppkommen brand kommer två underparametrar att mätas och betygsättas. Dessa är *Personalens insatsförutsättningar* och *Tillgång till släckutrustning*.

Med *Personalens insatsförutsättningar* menas här vilken möjlighet personalen har att ingripa mot en brand. Denna underparameter tar hänsyn till personalens utbildningsnivå, personaltäthet i byggnaden och vilken upptäcktsmöjlighet som råder i byggnaden. Betygsfördelningen för denna underparameter presenteras i beslutsmatrisen nedan.

Tabell 5.23. Beslutsmatris med betygsfördelning för underparametern personalens insatsförutsättningar

Personals möjlighet att upptäcka en brand	D	D	D	D	B	B	B	B
Personaltäthet	L	L	H	H	L	L	H	H
Utbildningsnivå	L	H	L	H	L	H	L	H
Betyg	0	1	1	2	3	4	4	5

I denna beslutsmatris bedöms först personalens möjlighet att upptäcka en brand i byggnaden. Dessa bedöms utifrån hur pass lätt det är att överblicka byggnaden och de lokaler som ingår i byggnaden. Det vill säga i vilken grad finns det väggar, stora maskiner och andra konstruktioner som gör att vissa delar av lokalen är dolda för den normala personalen. Detta bedöms i stegen Bra eller Dålig.

Efter detta bedöms personaltätheten i byggnaden och denna kan anges som hög eller låg. Med hög personaltäthet avses att det finns tillräckligt med personal i byggnaden för att alla möjliga tändkällor skall vara möjliga att upptäcka. Det vill säga i byggnaden vistas det, under den tid verksamheten är igång, personal i tillräcklig omfattning och så fördelade över ingående lokaler att chansen att tidigt upptäcka och bekämpa brand är stor.

Sist studeras personalens utbildningsnivå, vilken kan graderas som hög eller låg. Denna gradering beror på vilken sorts utbildning personalen har genomgått samt hur ofta dessa kunskaper repeteras genom realistiska övningar.

Betygsfördelningen för underparametern tillgång till släckutrustning är baserad på kvalitativa uppskattningar av hur tillgången ser ut. Med släckutrustning menas handbrandsläckare och centrumrullar m.m.

Tabell 5.24. Betygsfördelning för underparametern tillgång till släckutrustning

Tillgång till släckutrustning	Betyg
Det finns mycket släckutrustning, den är tydligt utmärkt och alltid tillgänglig, avståndet till närmaste släckutrustning överstiger aldrig 25 m.	5
Släckutrustning finns men är dåligt markerad eller blockerad	3
Släckutrustning saknas eller är icke funktionsduglig	0

P5 Sprinkler

Med parameter *Sprinkler* avses alla olika sorters sprinkleranläggningar. Ingen viktning eller jämförelse görs mellan olika typer av släckmedel utan endast i vilken grad anläggningen är sprinklad eller inte.

Tabell 5.25. Betygsfördelning för parametern sprinkler

Sprinkler	Betyg
Objektet är helsprinklat och sprinklersystemet är rätt dimensionerat, vidare är underhållet perfekt	5
Objektet är helsprinklat, men bristande underhåll och/eller felaktig dimensionering	3
Endast punktsprinkler finns på vissa delar	2
Ingen sprinkleranläggning finns	0

P6 Automatisk detektion

Här avses varje form av automatisk detektion och ingen jämförelse görs mellan olika sorters detektorer utan endast om det finns en anläggning samt hur heltäckande denna är tas med i beräkningarna.

Tabell 5.26. Betygsfördelning för parametern *automatisk detektion*

Automatisk detektion	Betyg
Mycket bra heltäckande anläggning med perfekt underhåll	5
Bristfällig detektionsanläggning	3
Ingen automatisk detektion	0

P7 Brandbelastning

Med *Brandbelastning* avses kvoten mellan den sammanlagda värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av allt brännbart material i en brandcell (inklusive del av byggnadskonstruktioner) och brandcellens totala omslutningsarea. *Brandbelastningen* anges i MJ/m². Här är det viktigaste att användaren kan göra sig en snabb uppfattning om den totala brandbelastningen. Det är inte tänkt att *brandbelastningen* skall räknas ut exakt utan bara uppskattas.

Tabell 5.27. Betygsfördelningen för parametern *brandbelastning*

Brandbelastning	Betyg
Låg, mindre än 50 MJ/m ²	5
Medel, 50 till 200 MJ/m ²	3
Hög, 200 till 400 MJ/m ²	1

P8 Hastigheten på brandförloppet

Här avses främst vilken sorts material det är som brinner och vilken effekt detta material utvecklar vid brand. Det vill säga hur snabbt kommer branden att växa och hur stor effekt kommer branden att utveckla.

Tabell 5.28. Betygsfördelning för parametern *hastigheten på brandförloppet*

Hastigheten på brandförloppet	Betyg
Bygganden har stor golvarea och det är högt i tak. Lagring sker endast på ett fåtal platser. Materialet är lagrat i valfri konfiguration med svårantändligt material som inte bidrar till brandens utveckling, lagringen sker på sådant sätt att spridning mellan olika lagringskollin är minimal. Mängden brandfarligt material är liten.	5
Mycket brandfarligt material, lagrat längs golvet, stor spridningsrisk mellan lagringskollin, stor golvarea och högt i tak. Lagring sker på stora delar av byggnadens yta.	3
Mycket brandfarligt material, lagrat nära taket, branden har stora möjligheter att utvecklas snabbt, koncentrationen av brandfarligt material är hög. Byggnaden har liten golvarea och låg takhöjd. Lagringen sker över hela byggnadens yta.	1

6 Brandfrekvens

Tre stycken befintliga modeller har studerats och redovisas i kapitlet dessutom kommer teorin och tillämpning av Bayes sats att beskrivas.

6.1 Ramachandran

Sannolikhet för en brand i en byggnad är till största del beroende av hur många antändningskällor som finns i byggnaden. Hur många antändningskällor som finns i en byggnad antas vara en funktion av byggnadsarean. Därmed kan sannolikheten för en brands uppkomst antas vara en funktion av en byggnads golvarean.

Ramachandran (1979/80) visade riktlinjer för hur ett uttryck för sannolikheten för brand kan tas fram. Uttrycket han utgick ifrån presenteras nedan:

$$P(A) = \frac{n}{N} \frac{\nu_n(A)}{\nu_N(A)} \quad (6.1)$$

Där $P(A)$ är sannolikheten att en brand uppstår i en byggnad med arean A . N är det totala antalet byggnader i en viss industrityp, n är antalet bränder som inträffat i denna typ av industri under en period som studeras. $\varpi_n(A)$ och $\varpi_N(A)$ är frekvensfunktioner för arean av de byggnader som brunnit respektive arean för samtliga bygganden inom den studerade industritypen (en frekvensfunktion beskriver en osäker variabel).

För att kunna skapa ett uttryck där endast arean av byggnaden måste vara känt behöver en fördelning av ϖ_N och ϖ_n beräknas. Ramachandran använde en Pareto fördelning, som normalt används för att beskriva att ett systems felsannolikhet minskar med tiden, för att beskriva arean av byggnader. Detta betyder att det antas finnas ett stort antal små byggnader och ett litet antal stora byggnader.

En Pareto fördelning beskrivs med uttrycket:

$$\nu_N(A) = \lambda_N S_N^{\lambda_N} A^{-\lambda_N-1} \quad (6.2)$$

där λ_N är en konstant, S_N är golvarean hos den minsta bygganden som ingår i den studerade industrigruppen och A är golvarean i byggnaden. Samma fördelning kan antas beskriva arean hos de byggnader som har brunnit under den studerade perioden:

$$\nu_n(A) = \lambda_n S_n^{\lambda_n} A^{-\lambda_n-1} \quad (6.3)$$

där λ_n är en konstant, S_n är golvarean hos den minsta bygganden som brunnit.

Ekvation 6.1, 6.2 och 6.3 ger:

$$P(A) = CA^\beta \quad (6.4)$$

där

$$C = \frac{n}{N} \frac{\lambda_n}{\lambda_N} \frac{S_n^{\lambda_n}}{S_N^{\lambda_N}} \quad (6.5)$$

$$\beta = \lambda_N - \lambda_n \quad (6.6)$$

Ekvationen visar att sannolikheten har ett olinjärt samband med en byggnads golvarea.

Med hjälp av Ramachandrans uttryck samt information om de industrier vilka drabbats av brand kan frekvensen för brand i industrier beräknas. I följande kapitel kommer två olika modeller presenteras vilka både är baserade på teorin bakom Ramachandran.

6.2 Rutsteins modell

Sannolikheten för en brands uppkomst i en industribyggnad uttrycks som en funktion av golvarean. Förhållandet mellan en byggnads golvarea och sannolikheten för en brand är inte linjärt vilket visas i ekvation 6.7. Värdena a och b i ekvationen nedan är beroende av vilken verksamhet som bedrivs i byggnaden (lokalen). Värdena a och b har erhållits genom att studera skadedata från industrier i England.

$$P_{brand} = aA_F^b \quad (6.7)$$

där P_{brand} är sannolikheten för en brands uppkomst per år. A_F är golvarean i den industri för vilken sannolikheten skall beräknas a och b konstanter vilka är beroende av verksamhet som bedrivs i industrin.

I tabell 6.1 nedan presenteras de olika industriverksamheterna för vilka de båda konstanterna a och b är framtagna för:

Tabell 6.1. Värden på *a* och *b* beroende på industriverksamhet

Verksamhet	a	b
All tillverkande industri	0,0017	0,53
Livsmedel (inklusive tobak)	0,0011	0,60
Kemiska	0,0069	0,46
Mekaniska	0,00086	0,56
Elektriska	0,0061	0,59
Fordon	0,00012	0,86
Trä, möbler	0,00037	0,77
Textil	0,0075	0,35
Papper, tryckerier	0,00007	0,91
Annan tillverkning	0,0084	0,41
Lager	0,00067	0,5
Kontor	0,000059	0,9
All tillverkande industri	0,0017	0,53

Modellen har fördelen att den är baserad på statistik. Dock är indelningen i industriverksamheter tämligen grov och värdena är endast giltiga för den ”typiska” byggnaden inom varje grupp. Om en byggnad skiljer sig ifrån den typiska byggnaden i gruppen gäller inte de framtagna värdena på *a* och *b*, *Rutstein* (1979). Dessutom är statistiken på vilken modellen är baserad på från 70-talet och därmed kan det antas att värdena på *a* och *b* inte beskriver ”dagens” industribestånd särskilt väl.

6.3 Tillander och Keski-Rahkonens modell

Tillander och Keski-Rahkonen har i sin rapport *The Ignition Frequency of Structural Fires in Finland 1996-99* tagit fram ett uttryck för att kunna uppskatta brandfrekvensen i bland annat industribyggnader.

Studien som Tillander och Keski-Rahkonen gjort är baserad på statistik över byggnadsbränder i Finland mellan åren 1996-99. Med hjälp av statistik över hur många bränder som inträffat och den totala golvarean för industri- och lagerbyggnader kunde brandfrekvensen per år beräknas. När brandfrekvensen som en funktion av golvarean analyserades visade det sig att brandfrekvensen minskade då golvaren ökade.

Tillander och Keski-Rahkonen tog fram en funktion som beskriver sambandet mellan brandfrekvensen och golvarean. Uttrycket som beskriver det statistiska materialet är summan av två stycken andragsgradsfunktioner. Funktionen nedan beskriver brandfrekvensen.

$$f_m'' = c_1 A^r + c_2 A^s \quad (6.8)$$

där *A* är golvarean i m² och *c*₁, *c*₂, *r* och *s* är dimensionslösa koefficienter, vilka bestämdes experimentellt genom observationer för olika byggnadskategorier (industri- och lagerbyggnader, bostadsbyggnader och övriga byggnader).

Uttrycket är användbart för att ta fram brandfrekvensen i industribyggnader med en golvarean mellan 100 och 20 000 m². Anledningen till att det inte bör användas utanför detta

intervall är att det inte funnits ett tillräckligt statistiskt underlag för att bedöma brandfrekvensen i byggnader med golvareor mindre än 100 och större än 20 000 m².

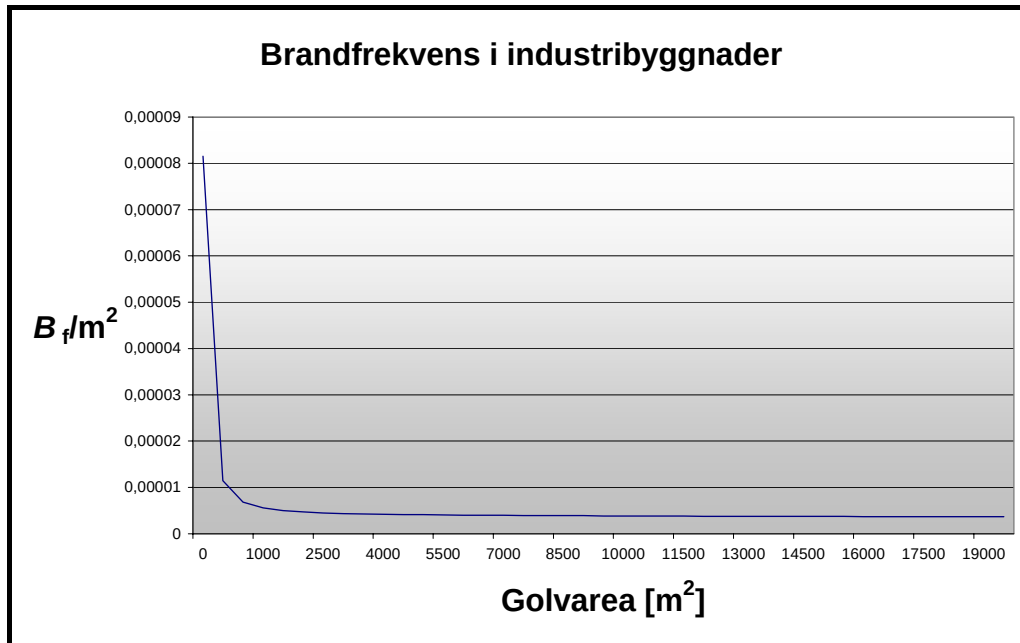
I Figur 6.1 visas kurvan, vilken beskriver funktionen, som är anpassad för att svara mot statistiken. Värdena på de fyra olika koefficienterna är följande:

$$c_1 = 0,07$$

$$c_2 = 6 \cdot 10^{-6}$$

$$r = -1.48$$

$$s = -0.05$$



Figur 6.1. Funktion som beskriver förhållandet mellan brandfrekvens/m² och golvarea i en industribyggnad

Kurvan i Figur 6.1 visar att brandfrekvensen per m² ändrar sig mest i intervallet 100-1000 m², därefter planar den ut för att från cirka 3000-20000 m² nästan vara på en konstant nivå.

Anledningen till att brandfrekvensen per m² är lägre i stora byggnader än i små, enligt Tillander och Keski-Rahkonen, är att det i stora byggnader finns flera förebyggande åtgärder för att förhindra uppkomsten av brand, bland annat till följd av krav från försäkringsbolag. Den största anledningen anses dock vara att tändkällor, som kan medföra uppkomst av brand, är tätare fördelade i små byggnader än i stora.

Modellen tar ingen hänsyn till typ av industriverksamhet utan endast till byggnadens golvarea. Dock har denna modell visat sig beskriva sambandet mellan brandfrekvens och golvarea bra och kan enligt Tillander och Keski-Rahkonen användas för ingenjörsmässiga ändamål och tillskillnad från Rutsteins modell är statistiken, på vilket uttrycket är baserat på, relativt ny.

Studien som gjordes av Tillander och Keski-Rahkonen är baserad på det finländska industribeståndet. Frågan är om det går att överföra slutsatserna om brandfrekvensens koppling till golvarean på det svenska industribeståndet?

Validitet

De två olika ländernas export har studerats för att få en indikation om undersökningen kan användas för att ta reda på brandfrekvenser i det svenska industribeståndet. Informationen har hämtats från OECDs hemsida.

Finlands största och viktigaste industrigren är metall- och maskinindustri, den motsvarar 37 % av exporten. Pappers- och grafiskindustri är också en betydande gren som utgör 26 % av Finlands export. Kemisk industri utgör cirka 10 % av exporten. Dessa tre industrigrenar är Finlands viktigaste och utgör tillsammans drygt 70 % av den totala exporten.

I Sverige är de tre viktigaste industrigrenarna metall- och maskinindustri (verkstadsprodukter) som utgör 56 %, pappers- och grafiskindustri som utgör cirka 18 % och kemiskindustri som svarar för cirka 12 % exporten. Tillsammans utgör dessa tre industrigrenar cirka 85 % av den totala exporten.

Ingen djupgående analys har gjorts för att undersöka de båda ländernas industribestånd. Statistiken som studerades från OECD visar att de tre största industrigrenarna är samma i Sverige och Finland. De utgör ungefär lika stor andel av den totala exporten. Fördelningen mellan de olika industrigrenarna skiljer sig dock. Den största avvikelsen länderna emellan är det mellan metall- och maskinindustri (cirka 20 %). Likheter överväger dock skillnaderna och i brist på annan statistik anser författarna att undersökningen av Tillander och Keski-Rahkonen är applicerbar på det svenska industribeståndet.

Sammanfattning

För att ta fram brandfrekvensen i en industribyggnad kommer Tillander och Keski-Rahkonens modell att användas. Till skillnad från Rutsteins modell är den inte beroende av vilken typ av industri som bedrivs inom byggnaden utan enbart av golvarean. Det kan vara svårt att klassa en industri till någon av de nio olika kategorier som Rutstein använder sig av. Dessutom så är det svårt att avgöra vad som inom varje kategori utgör en ”typisk” industri.

Tillander och Keski-Rahkonens modell är baserad på industribränder i Finland mellan åren 1996-99 medan Rutsteins modell grundar sig på industribränder som inträffade under 70-talet i England. Det skiljer alltså ungefär 20 år mellan statistiken som använts till de båda modellerna. Industrierna i England för 20 år har troligen inte mycket likheter med dagens svenska industribestånd och kan därför antas inte utgöra en bra jämförelse. En jämförelse mellan det svenska och finska industribeståndet visade att skillnaden mellan de båda ländernas industrier inte var särskilt stor.

6.4 Uppdatering av brandfrekvens

Bayesiansk uppdatering ger möjlighet att väga samman information från olika källor. I denna rapport kommer detta att användas för att uppdatera den skattade brandfrekvensen utifrån Keski-Rahkonens metod med information om antalet inträffade bränder i det studerade objektet. Genom att utföra denna uppdatering fås en mer objekt specifik skattning av brandfrekvensen och därmed också en mer relevant skattning.

Bayesiansk uppdatering används ofta i samband med riskanalyser där ny information gör att redan gjorda antaganden kan behövas modifieras. Denna nya information kan till exempel erhållas från experter, från mätningar eller från ny statistik, *Johansson* (2000).

Uppdatering med Bayes sats sker genom att en apriori fördelning (en fördelning över möjliga utfall och sannolikheten för varje utfall) antas/uppskattas. I riskvärderingsmodellen som presenteras i detta arbete sker detta genom att en posteriori fördelning för brandfrekvens beräknas med hjälp av ekvation 6.9 utifrån den studerade byggnadens golvarea.

Uppdateringen görs med Bayes sats enligt ekvation 6.9:

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i) \times P(A_i)}{\sum_i P(B|A_i) \times P(A_i)} \quad (6.9)$$

där $P(A_i)$ är apriorisannolikheten för det aktuella tillståndet A_i och redovisar sannolikheten för att tillståndet A_i skall vara det rätta innan den nya informationen (B) har erhållits. $P(B|A_i)$ beskriver sannolikheten för att den nya informationen skulle ha observerats givet att tillståndet inträffar. Summan i nämnaren är en normeringsfaktor för att summan av sannolikheterna för alla tillstånd skall vara lika med 1. Resultatet efter att Bayes sats använts, det vill säga $P(A_i|B)$, kallas posteriorisannolikheten för det aktuella tillståndet och uttrycker sannolikheten för att det aktuella tillståndet är det korrekta, givet att den nya informationen observerats.

Ekvation 6.9 gäller för diskreta sannolikhetsfördelningar, där det endast finns ett begränsat antal tillstånd som kan inträffa. Men då det finns ett oändligt antal brandfrekvenser måste en kontinuerlig fördelning användas istället. Den kontinuerliga fördelningen kan anta samtliga värden inom ett visst intervall. Kontinuerliga fördelningar resulterar lätt i att det blir väldigt tunga beräkningar som måste utföras och för att motverka detta kan konjugerade fördelningar användas. Med en konjugerad fördelning menas en fördelning som är likadan både för apriori- och posteriorifördelningen. Följande fördelningar är konjugerade och har fördelen att det är lätt att ta fram parametrarna för posteriorifördelningen, betafördelning, binomialfördelning, gammafördelning och poissonfördelning.

För att beräkna brandfrekvensen, det vill säga sannolikheten att ett visst antal bränder inträffar under en given tidsperiod, kan en poissonfördelning användas. Genom att använda poissonfördelningen antas att alla bränder sker oberoende av varandra och har en konstant tendens att inträffa. När poissonfördelningen används för att beskriva sannolikheten för att ett visst antal bränder inträffar per år kan apriorifördelningen för olika brandfrekvenser beskrivas med en gammafördelning, som är ett konjugat till Poissonför-

delningen. Den resulterande posteriorifördelningen beskrivs således också av en gammafördelning, men med andra parametrar.

Gammafördelningen definieras enligt ekvation 6.10:

$$f(\lambda) = \frac{\beta}{\Gamma(\alpha)} \times \beta \lambda^{\alpha-1} \times e^{-\beta \lambda} \quad (6.10)$$

där λ är brandfrekvensen och α och β är parametrar i fördelningen.

Eftersom gammafördelningen är ett konjugat av poissonfördelningen uppdateras den lätt med Bayes sats. Posterioriparametrarna beräknas med ekvationerna 6.11 och 6.12:

$$\alpha' = \alpha + r \quad (6.11)$$

$$\beta' = \beta + t \quad (6.12)$$

där α' och β' är parametrarna i posteriorifördelningen, α och β är parametrarna i apriorifördelningen, r antalet bränder som observerats under tiden t , Johansson (2003).

För gammafördelningen beräknas väntevärdet $E(\lambda)$ och variansen $V(\lambda)$ enligt följande ekvationer:

$$E(\lambda) = \frac{\alpha}{\beta} \quad (6.13)$$

$$V(\lambda) = \frac{\alpha}{\beta^2} \quad (6.14)$$

I denna rapport beräknas den förväntade brandfrekvensen enligt Tillander och Keski-Rahkonen. Men detta ger bara en punktskattning och för att kunna använda ovanstående metod måste parametrarna α och β i fördelningen skattas. Eftersom statistik från anläggningen är mer objektspecifik bör större vikt läggas vid den nya informationen när den baeysianska uppdateringen sker. Därför är det av intresse att parametrarna α och β antar låga värden.

Genom att utnyttja ekvationerna 6.13 och 6.14 samt sambandet mellan standardavvikelsen och variansen hos en fördelning kan parametrarna beräknas utifrån en antagen standardavvikelse.

Om standardavvikelsen antas till att vara 99 % av väntevärdet kommer detta att innebära att det finns stora osäkerheter i apriorifördelningen. Vilket i sin tur medför att posteriorifördelningen förändras ganska kraftigt då stor vikt läggs vid informationen som används till att uppdatera fördelningen med. Vidare medför antagandet en beräkningsteknisk fördel då det resulterar i att punktskattningens gammafördelning alltid får parametervärdet $\beta=1$.

Då standardavvikelsen för apriorifördelningen antas att vara 99 % av väntevärdet blir $\beta=1$ och α beräknas genom att använda ekvation 6.13.

Utifrån detta är det nu enkelt att utföra uppdatering av den, med Tillander och Keski-Rahkonens metod, skattade brandfrekvensen genom att ta hänsyn till information angående antalet bränder under en viss tidsperiod på det studerade objektet. Genomgående antas $\alpha=1$ och β beräknas för varje specifikt objekt. Själva uppdateringen gör sedan genom att använda ekvationerna 6.11 och 6.12. Utifrån fördelningsparametrarna för posteriorifördelningen kan en ny brandfrekvens beräknas med ekvation 6.13.

För att förenkla beräkningen av brandfrekvensen kan följande beräkningstabeller användas. I dessa används antagandet att standardavvikelsen är 99 % av väntvärdet.

Tabell 6.2. Beräkning av brandfrekvens enl. ekv. 7.1

Byggnad	Area [m ²]	Brandfrekvens [λ]	Antal år det finns informa- tion från [t]	Antal bränder som inträffade under tidsperi- oden t [t]
		$(\underline{\text{Arean}}) \times (0,07 \times (\underline{\text{Arean}})^{(-1,48)} + 6E^{-6} \times (\underline{\text{Arean}})^{(-0,05)}) = \underline{\hspace{2cm}}$		
		$(\underline{\hspace{1cm}}) \times (0,07 \times (\underline{\hspace{1cm}})^{(-1,48)} + 6 \cdot 10^{-6} \times (\underline{\hspace{1cm}})^{(-0,05)}) = \underline{\hspace{2cm}}$		
		$(\underline{\hspace{1cm}}) \times (0,07 \times (\underline{\hspace{1cm}})^{(-1,48)} + 6 \cdot 10^{-6} \times (\underline{\hspace{1cm}})^{(-0,05)}) = \underline{\hspace{2cm}}$		

Tabell 6.3. Uppdatering enligt Baye's sats

Byggnad	Apriori			Posteriori		
	Brand- frekvens E(λ)	B	α	α'	β'	Brandfre- kvens E(λ')
		1	$\beta \times E(\lambda) = \underline{\hspace{2cm}}$	$\alpha + r = \underline{\hspace{2cm}}$	$B + t = \underline{\hspace{2cm}}$	$\alpha' / \beta' = \underline{\hspace{2cm}}$
		1				
		1				
Brandfrekvens efter Bayesiansk uppdatering						$\Sigma = \underline{\hspace{2cm}}$

Den beräknade brandfrekvensen skall även uppdateras med information från den specifika anläggningen. Denna information består av data över hur många bränder som har inträffat under en viss tidsperiod. Uppdateringen med Baye's sats beskrivs kortfattat nedan:

- Brandfrekvensen beräknas enligt tabell 6.2.
- En kontinuerlig apriorifördelning antas följa en gammafördelning.
- Parametrarna α och β beräknas och uppdateras enligt tabell 6.3.
- Slutligen beräknas den uppdaterade brandfrekvensen i tabell 6.3.

7 Utvärdering av indexmodell

Enligt Watts (1995) finns det tio olika kriterier som skall uppfyllas när en brandrisk indexmodell skall utvecklas och utvärderas. Kriterierna är framtagna utifrån studier av ett flertal olika brandrisk indexmodeller. De tio kriterierna kommer att förklaras och diskuteras punkt för punkt utifrån den utvecklade indexmodellen.

Kriterium 1. Framtagandet och användningen av modellen skall vara noggrant dokumenterad enligt vedertagna vetenskapliga metoder. Detta för att möjliggöra en extern granskning av modellen, för att metoden skall kunna uppdateras i takt med utvecklingen och för att ge metoden trovärdighet.

Denna modell är framtagen som del i ett examensarbete vilket kräver att vetenskaplig metodik används. Vidare är varje del i modellen utförligt beskriven och diskuterad i arbetet.

Kriterium 2. Strukturera problemet och välj parametrar som beskriver det som skall studeras. Genom att studera NFPA Fire Concepts Tree, NFPA 550 (1995) kan de väsentligaste parametrarna väljas ut och studeras så att alla faktorer som påverkar brandsäkerheten studeras.

Problemet har strukturerats upp genom att använda en hierarkisk struktur och strategierna, till viss mån även parametrarna, har baserats på NFPA 550 (1995). Dock finns det parametrar som kan påverka brandsäkerheten vilka har utelämnats i detta arbete då de är svåra att kvantifiera. Som exempel kan nämnas organisatoriska faktorer vilka kan påverka personalens inställning till företaget och därmed intresset för företagets brandskydd.

Kriterium 3. Parametrarna bör representera de vanligaste brandscenarierna. Detta kan säkerställas genom att parametrarna tas fram utifrån statistik eller expertbedömningar.

Parametrarna till denna indexmodell är baserade på både statistik och expertbedömningar vilket har beskrivits utförligt i kapitel 5.

Kriterium 4. Samtliga parametrar skall vara tydligt definierade och ha tillhörande betygs-kriterium. Detta för att säkerställa att samtliga användare tolkar varje parameter lika vid bedömning så att samma resultat nås oberoende av användare.

Definition av varje parameter och tillhörande betygsfördelning har arbetats fram i samråd med de experter som har ingått i studien.

Kriterium 5. Ta bort behovet av subjektiva värderingar. De flesta indexmodeller förlitar sig på att användaren besitter expertkunskap. Användandet av väldokumenterade metodiker som MADM, AHP och Delphi ökar markant trovärdigheten på indexmodellen. På samma sätt ökar trovärdigheten om välkända betygsfördelningar används.

Denna indexmodell är i stor grad baserad på beprövade vetenskapliga metodiker och datainsamlingsmetoder. Vidare grundar sig betygsfördelningarna på välkända indelningar i möjligaste mån.

Kriterium 6. Parametervärdena måste gå att upprätthålla. En parameter som inte explicit finns inkluderad i indexmodeller, men är mycket viktig, är tid. Tiden påverkar indexmodellen både internt (försämring) och externt (teknisk utveckling). För att en metod skall kunna användas över en längre tid är det viktigt att metoden för framtagandet av parametervärden är möjlig att upprepa.

Proceduren med framtagandet av parametervärdena är väldigt tydligt beskriven i arbetet är det enkelt att upprepa proceduren med jämna mellanrum för att säkerställa att indexmodellen alltid tar hänsyn rådande omständigheter. Det är även möjligt att utöka antalet parametrar om detta anses nödvändigt.

Kriterium 7. Behandla parametrars inbördes påverkan konsekvent. Detta görs vanligen genom att anta att det inte föreligger någon påverkan mellan de olika parametrarna.

Metoderna som använts i arbetet för att ta fram indexmodellen förutsätter att de ingående parametrarna är oberoende av varandra. Dock visar litteraturen att resultatet inte försämrats nämnvärt av ett eventuellt beroende mellan ingående parametrar.

Kriterium 8. I alla brandrisk indexmodeller antas de ingående parametrarna följa ett linjärt förhållande. Detta antagande stämmer inte alltid men krävs för att en indexmodell skall kunna användas.

Betygsstegen i indexmodellen bygger på att ett linjärt förhållande råder mellan varje enskild parameter och det resulterande indexet. På grund av detta antagande kan inga slutsatser dras angående hur pass mycket bättre ett objekt kommer att bli om ingångsvärdena ändras. Om en osprinklad industri sprinklas kan indexmodellen berätta att det blir en bättre risk men inte hur pass mycket bättre.

Kriterium 9. Förklara brandsäkerheten i en byggnad med ett värde. Syftet med de flesta indexmodeller är att underlätta riskvärderingen. Detta sker på bekostnad av en lägre detaljeringsgrad och exakthet jämfört mot de kvantitativa modellerna. Informationen från modellen skall minimeras till ett punktvärde. Vidare måste resultatet presenteras på ett enkelt och lättolkat sätt.

Resultatet från indexmodellen ges i form av ett punktvärde mellan 1 och 5. Där 5 är sämst och 1 är bäst. Punktvärdet beskriver en brands spridningspotential vilket skall tolkas som nivån på ett objekts brandsäkerhet.

Kriterium 10. Utvärdera modellens praktiska tillämpning. Detta för att undersöka om modellen skiljer mellan små och stora risker med tillräcklig precision. Graden av noggrannhet som krävs vid utvärderingen är inte lika höga som i allmänhet krävs i ingenjörsmässiga sammanhang. Att etablera en uppfattning om modellens precision brukar i allmänhet vara tillräckligt.

För att undersöka hur modellen fungerar i praktiken genomfördes en fallstudie på fem personer. Studiens syfte var primärt att undersöka om indexmodellen gav ungefär samma resultat oberoende av användare. Resultatet presenteras kortfattat i följande kapitel och fallstudien i sin helhet presenteras i bilaga C.

7.1 Fallstudien

Syftet med fallstudien var att etablera en uppfattning om indexmodellens precision. Modellens precision bestäms av dess förmåga att avgöra vilket objekt som sämst samt modellens förmåga att generera liknande resultat oberoende av användare.

Genom att låta fem olika personer, vilka inte tidigare varit involverade i arbetet, använda modellen på två fiktiva objekt, samt jämföra resultaten med deras intuitiva skattningar kan modellens precision och användbarhet uppskattas. Personerna i fråga representerar brandingenjörer i konsultverksamhet, industri och kommunal räddningstjänst. Om samtliga kommer fram till liknande resultat och dessa resultat överensstämmer med deras inledande intuitiva skattningar ger detta en indikation på att modellens precision och användbarhet är tillfredsställande.

Samtliga deltagare ansåg att objekt 1 (se bilaga C) borde ha högsta index på brandspridningspotentialen. Detta bland annat på grund av den stora osekionerade ytan samt att objektet saknade sprinkler.

Resultatet av indexmodellen blev för samtliga deltagare att objekt 1 fick högst index på brandspridningspotentialen. Vidare skilde sig de olika deltagarnas index för brandspridningspotentialen marginellt, 0,6 enheter för objekt 1 och 0,5 för objekt 2. Dessa skillnader kan bero på att deltagarna har olika erfarenheter och därmed gör olika bedömningar av det presenterade materialet. Trots detta blir resultatet inte missvisande. Detta visar på att indexmodellen har tillräcklig tillämpbarhet.

Nedan presenteras de olika deltagarnas skattningar av parametrarna på de två objekten samt de resulterande indexvärden.

Tabell 7.1. Skattningarna av underparametrarna för Objekt 1

Underparametrar till parameter <i>Byggnad</i>	Vikter [A]	Betyg [B]				
OBJEKT 1	Deltagare	1	2	3	4	5
Byggnadsklass	0,34	4	4	4	4	4
Brandcellsclass	0,33	1	2	1	1	1
Brandcellsarea	0,32	0	0	0	0	0

Tabell 7.2. Skattningar av underparametrar för Objekt 1

<i>Personals möjlighet att släcka</i>	Vikter [A]	Betyg [B]				
OBJEKT 1	Deltagare	1	2	3	4	5
Personalens insatsförutsättningar	0,5	4	4	5	4	4
Tillgång till släckutrustning	0,5	5	4	5	5	5

Tabell 7.3. Skattningarna av parametrarna för Objekt 1

Parametrar	Vikter [A]	Betyg [B]				
OBJEKT 1	Deltagare	1	2	3	4	5
Byggnad	0,16					
Ventilationsförhållanden	0,12	2	2	0	2	2
Tid tills räddningstjänsten anländer	0,08	3	3	4	3	2
Personals möjlighet att släcka	0,09					
Sprinkler	0,13	2	0	0	1	0
Automatisk detektion	0,09	4	5	5	5	3
Brandbelastning	0,17	3	4	1	3	3
Hastighet på brandförloppet	0,16	4	2	4	4	3

Tabell 7.4. Skattningarna av underparametrarna för Objekt 2

Underparametrar till parameter Byggnad	Vikter [A]	Betyg [B]				
OBJEKT 2	Deltagare	1	2	3	4	5
Byggnadsklass	0,34	4	4	5	4	4
Brandcellsklass	0,33	4	4	4	4	4
Brandcellsarea	0,32	1	1	1	1	1

Tabell 7.5. Skattningarna av underparametrarna för Objekt 2

Personals möjlighet att släcka	Vikter [A]	Betyg [B]				
OBJEKT 2	Deltagare	1	2	3	4	5
Personalens insatsförutsättningar	0,5	4	5	4	5	4
Tillgång till släckutrustning	0,5	5	5	5	5	5

Tabell 7.6. Skattningarna av parametrarna för Objekt 2

Parametrar	Vikter [A]	Betyg [B]				
OBJEKT 2	Deltagare	1	2	3	4	5
Byggnad	0,16					
Ventilationsförhållanden	0,12	0	1	0	0	0
Tid tills räddningstjänsten anländer	0,08	3	3	3	3	3
Personals möjlighet att släcka	0,09					
Sprinkler	0,13	4	5	5	5	5
Automatisk detektion	0,09	4	5	5	5	5
Brandbelastning	0,17	3	3	3	3	3
Hastighet på brandförloppet	0,16	3	4	3	3	5

Tabell 7.7. Resultande Index på brandspridningspotentialen för de två objekten

Deltagare	OBJEKT 1	OBJEKT 2
1	2,1	2,0
2	2,4	1,5
3	2,7	1,7
4	2,1	1,7
5	2,7	1,5

8 Resultat och Diskussion

Syftet med rapporten var att ta fram verktyg för att kunna uppskatta den risk som ett försäkringsbolag tar på sig genom att försäkra en industribyggnad. Indexmodellen som togs fram är en semikvantitativ riskanalysmodell.

Initialt försökte vi att ta fram vikter genom att studera Ifs tidigare skador och därifrån genom linjär regression få vikter till ett antal faktorer som påverkar en storskada. Denna arbetsmetodik valdes eftersom det enligt litteratur är det tillvägagångssätt som resulterar i tillförlitligast resultat. Resultatet av en sådan studie skulle resultera i en modell där konsekvensen av en uppkommen brand skulle beskrivas av en förväntad skadekostnad grundad på exponerat värde. Problemet att ta fram vikter på detta sätt är att det ställs mycket höga krav på det statistiska underlaget både avseende kvalitet och kvantitet. Efter en genomgång av vad som först såg ut att vara ett gediget underlag kvarstod endast 21 skador vilka var fördelade över olika industrislag.

Underlaget visade sig vara för litet för att kunna dra några slutsatser med hjälp av linjär regression då förhållandet mellan antal studerade faktorer (11) och antal skadeobjekt (21) var för lågt. Detta medförde att vi istället valde att ta fram vikter genom MADM-metodik och expertskattningar från olika personer kunniga inom branschen. Dock gjordes iakttagelser från det statistiska materialet vilka användes för att strukturera upp beslutssituationen.

Datainsamlingsmetoden och MADM-metodiken, vilka valdes att användas i arbetet, är förknippade med olika problem. Dessa problem rör främst studiens validitet och reliabilitet. Det största problemet med expertskattningar är möjligheten att kontrollera att samtliga deltagare tolkar definitionerna i enkätunderlaget på samma sätt. Definitionerna av de olika attributen i det hierarkiska systemet, vilka ligger till grund för MADM, är i vissa fall abstrakta och därmed svåra att förklara.

För att minska denna felkälla har vi ansträngt oss att ge tydliga definitioner av de olika attributen. Genom att använda en testgrupp blev vi uppmärksammade på vilka definitioner som var otydliga och behövdes omarbetas. Vidare utfördes datainsamlingen som en strukturerad intervju istället för en enkätundersökning. Genom att vara närvarande vid intervjuerna hade vi möjlighet att vägleda deltagarna och avhjälpa eventuella missförstånd.

Det är dock svårt att i alla situationer veta att samtliga personer uppfattat frågan på samma sätt och gjort samma tolkning. Men genom att använda Delphiteknik gavs samtliga deltagare möjlighet att omvärdera sina svar utifrån övriga deltagares skattningar.

Genom att utföra dessa åtgärder anser vi att resultatets kvalitet har förbättrats. För att få ett resultat med högre validitet och reliabilitet skulle attributens vikter kunna tas fram genom att använda gruppdiskussioner. Dock finns det andra problem förknippade med att använda gruppdiskussioner. Följande kan nämnas:

- Tidsåtgång, samtliga deltagare måste träffas på samma ställe vilket gör att kostnaden och tidsåtgången för varje deltagare ökar
- Dominerande gruppmedlemmar, en person kan påverka övriga i gruppen

Författarna är medvetna om att brandspridningsmöjligheten i en industribyggnad påverkas av många olika faktorer av vilka alla inte är mätbara och vissa svåra att mäta. Som exempel kan nämnas de organisatoriska faktorernas påverkan och de anställdas inställning till brandskyddet. För att studien skulle kunna genomföras var vi tvungna att avgränsa oss till faktorer som var mätbara och faktorer som ger en tydlig påverkan på brandspridningsmöjligheten. Detta resulterar i att faktorer som har en liten men ändå viss betydelse för brandskyddet kanske inte har kommit med. Problemet med att involvera ett stort antal faktorer i studien blir främst den arbetsbörda som läggs på de deltagare som skall utföra expertskattningarna.

Optimalt hade varit att ta fram en indexmodell för varje industrislag. Detta för att kunna ta hänsyn till industrispecifika parametrar. Resultatet som fås genom den framtagna indexmodellen är för generaliserat då parametervikterna inte bygger på något specifikt industrislag utan endast tar hänsyn till allmänna parametrar. Dock kan modellen fungera som grund för mer exakta modeller där nya parametrar kan vägas in. Allmänt kan sägas att de flesta indexmodeller är ganska begränsade i sin användning då bäst resultat uppnås för verksamheter vilka är homogena i sitt utförande.

I figur 3.2 redovisas brandorsaker för storskador under åren 1992-2002. I denna framgår det att en av de största brandorsakerna är anlagd brand (19 %). Det är däremot väldigt svårt att studera parametrar vilka skulle kunna ha en inverkan på denna brandorsak. Men då vi uppdaterar brandfrekvensen med information från industrin kan dessa parametrar vägas in indirekt. Många anlagda bränder pekar på dåliga förhållanden, antingen inom företaget eller i bristande säkerhet, och detta kommer att ge ett märkbart resultat i den uppdaterade brandfrekvensen.

För att validera indexmodellen utfördes en fallstudie där fem olika experter fick använda metoden. Resultatet av denna studie visar på ett tillfredställande resultat. Dock bör inte för stor vikt läggas vid detta resultat då endast fem personer ingick i studien. Eventuellt kunde studien ha utökats att innefatta fler personer. Dock var syftet att skapa en uppfattning om indexmodellens precision och användbarhet och således anses personantalet vara tillräckligt.

I detta arbete har två olika verktyg tagits fram för att erhålla följande i en industri:

- Brandfrekvens (antal bränder per år)
- Spridningspotential

Dessa två verktyg kan var för sig användas för att rangordna olika industrier sinsemellan. Men för att en industris risk skall kunna uppskattas måste verktygen kombineras tillsammans med förväntad skadekostnad för industrin. I detta arbete tas ingen modell fram för hur detta skall gå till utan vi avgränsade oss till att endast ta fram verktygen. Dock diskuteras en möjlig angreppsväg nedan till hur detta skulle kunna ske.

Spridningspotentialen mäts med ett index, vilket kan anta värden mellan 1 och 5. Där 1 betyder att en uppkommen brand har lågt spridningspotential och troligen inte kommer att orsaka några större konsekvenser och 5 betyder att en uppkommen brand har stor spridningspotential och troligen kommer att leda till stora konsekvenser. Brandfrekvensen mäter sannolikheten för att en brand skall inträffa.

Brandspridningsindexet berättar om en uppkommen brands möjlighet att spridas och högre index betyder högre spridningsmöjlighet. Detta kan även tolkas som ett mått på hur pass bra brandskydd objektet har. På ett objekt med dåligt brandskydd kommer en brand att kunna spridas snabbt och orsaka stora konsekvenser vilket kan ses som att objektet har ett högt indexvärde på brandspridningspotentialen. Ett objekt med lågt index på brandspridningspotentialen kan däremot antas ha ett bra brandskydd.

Ett objekt med bra brandskydd eller lågt index på brandspridningspotentialen är inte lika känsligt för uppkomna bränder eftersom konsekvenserna blir mindre då branden inte har samma möjligheter att sprida sig, detta förutsätter dock att objekten är av samma typ och har samma skadekänslighet. Men ett objekt med högt index på brandspridningspotentialen är väldigt känsligt för varje uppkommen brand.

Ett första steg till att kombinera verktygen och därmed rangordna de olika objekten, kan ske genom att använda en riskmatris. Detta är en förenklad form av kvantitativ analys där sannolikheterna och konsekvenserna för olyckshändelser skattas i olika kategorier, *SRV* (2002). För att en riskmatris skall kunna användas till att rangordna olika risker måste sannolikheten och konsekvensen delas in i kategorier. Sannolikheten för att en brand skall inträffa beskrivs av brandfrekvensen och detta är en kontinuerlig skala vilken måste delas in i kategorier för att kunna användas i riskmatrisen. Ett förslag på indelning presenteras i *Kemikontoret* (1989). Konsekvensen bör beskrivas av en kombination mellan förväntad skadekostnad och indexet på brandspridningspotentialen. Hur denna sammanvägning skall utföras är dock inte klarlagt.

Indelning av brandfrekvensen i olika sannolikhetsintervall och de acceptanskriterier som presenteras i *Kemikontoret* (1989) är endast tänkta som en första ide. Dessa måste diskuteras och omstruktureras av If för att visa vilka riskpreferenser If har när försäkringar skall tecknas.

9 Vidare arbete

Verktygen som är framtagna i detta arbete måste vidareutvecklas och revideras. Vidare måste en modell för att koppla samman brandfrekvens, index på brandspridningspotentialen och förväntad skadekostnad utvecklas. Det är viktigt att försäkringsbolaget bearbetar de beslutsregler som har angetts samt att de plockar fram acceptanskriterier gällande risk. Dessa kriterier kan användas som en indikator på om en industri behöver återförsäkras.

Vi tycker att If borde skapa rutiner för att bokföra information från deras inträffade skador. En utredning borde genomföras gällande vilka lärdomar som kan dras av statistik, vad den skall användas till och därefter vad som behöver registreras efter varje skada. Statistiken skulle sammanställas från alla Ifs industriavdelningar för att ge ett så stort underlag som möjligt, även de i övriga Norden. Därmed skulle förutsättningar skapas för att göra en indexmodell liknande den i rapporten fast med vikter baserade på statistik, vilka skulle uppdateras i takt med att det statistiska underlaget utökas och därmed skulle modellen bättre återspegla verkligheten.

Vidare skulle ett ordentligt statistiskt underlag göra det möjligt att bättre beräkna brandfrekvensen. Dock skulle detta kräva att samtliga bränder inom industrin i Sverige bokfördes samt att det totala industribeståndet redogörs för.

Referenser

- “BBR 10 Boverkets byggregler”, BFS 1993:57 med ändringar till och med 202:19, Vällingby, Boverket, 2002
- Bell. Judith, “*Introduktion till forskningsmetodik*”, Lund, Studentlitteratur, 1993
- “*Brandskyddshandboken*”. Rapport 3117, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2002)
- BVD (Brand-Verhütungs-Dienst für Industrie und Gewerbe), “*Fire Risk Evaluation – Edition B/The Gretener Fire Risk Quantification Method*”. Zurich, 1980
- Ejvegård. R, “*Vetenskaplig metod*”, Lund, Studentlitteratur, 1996
- Engdal. Morgan, “*Brandteknisk riskvärdering*”. Stockholm, Hansa Företag, 1984
- Frantzich. Håkan, “*Brandskyddsvärdering av vårdavdelningar*”. Karlstad, Räddningsverket 2000
- Gustafsson. Björn, “*Återförsäkring*”. Stockholm, IFU utbildnings AB, 2000
- Hamilton. Gustaf, “*Risk Management*”. Lund, Studentlitteratur, 1996
- “*Estimated Maximum Loss Assessments: London Market Practice*”. The Insurance Institute of London, London, 1995
- Johansson H, “*Decision Analysis in Fire Safety Engineering*”. Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden, Report 1027, 2003
- Johansson. H, “*Osäkerhetshantering I riskanalyser avseende brandskydd*”. Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden, Report 3113, 2003
- Karlsson. B, & Larsson. D, “*Using a Delphi Panel for Developing a Fire Risk Index Method for Multistorey Apartment Buildings*”. Report 3114, Lund, Department of Fire Safety Engineering, 2000
- Kemikontorets “*Riskhantering 4*”. Risker för storolyckor vid kemikaliehantering. Riskhantering 4. Kemikontoret. 1989
- Keski-Rahkonen et al. “*The Ignition Frequency of Structural Fires in Finland 1996-99*”. VTT Building and Transport, Finland
- Körner. Svante, Wahlgren. Lars, “*Statistisk Dataanalys*”. Lund, Studentlitteratur, 2000
- Körner Svante, “*Praktisk statistik*”. Lund, Studentlitteratur, 1993
- Lantz. Annika, “*Intervjumetodik: den professionellt genomförda intervjun*” Lund, Studentlitteratur, 1993

Linstone et al. "*The Delphi Method: Techniques and Applications*". London, Addison-Wesley, 1975

Magnusson et al. "*Risk Assessment of Timberframe Multistorey Apartment Buildings*". Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden, Report 7004, 1998

"*NFPA Fire Concepts Tree*". NFPA 550 1995

Nilsson. Jerry, "*Introduktion till riskanalysmetoder*". Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden, Report 3124, 2000

Nystedt. Fredrik, "*Riskanalysmetoder*". Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden, Report 7011, 2000

Ondrus. Julia, "*Brandförlopp*", Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden, 1990

Patel et al. "*Grundbok i forskningsmetodik*". Lund, Studentlitteratur, 1987

Petterson. Ove, "*Några system för riskanalys av en byggnads totala brandförsvär*". Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden, Report 3115, 1990

Ramachandran. G, "*The economics of fire protection*". London, E & F Spon. 1998

Ramachandran. G., "*Statistical Methods in Risk Evaluation*". Fire Safety Journal 2 (1979/80), p 125

Ranby. Anders, "*Bränder i lätta industri och hallbyggnader - Förslag till försäkringsmodell*". Stålbyggnadsinstitutet, Publikation 145, 1994

Renmar. Sten, "*Egendomsförsäkring för företag*". Stockholm, IFU utbildnings AB, 1997

Rutstein. R, "*The estimation of fire hazard in different occupancies*". Fire Surveyor, Vol. 8. No 2. Page 21-25 1979

Räddningsverket. "*Värdering av risk*". Karlstad, Räddningsverket, 2002

Saaty. T. L, "*The Analytical Hierarchy Process*". Pittsburg, RWS Publications, 1990

Sandhamn, Tomas, "*Brand i hallbyggnader*". Stockholm, Stålbyggnadsinstitutet, 1989

SBF, Svenska Brandförsvarsföreningen, "*Brandskadeåret 2002*". Stockholm, 2002

SBF, Svenska Brandförsvarsföreningen. "*Handbrandsläckare*". 2001

SBF, Svenska brandförsvarsföreningen. "*Brandventilation för industri- och lagerbyggnader*". SBFs rekommendationer 5:3, 1982

Watts. John M., Jr, "*Fire protection preformance evaluation for historic buildings*". Journal of fire protection Engineering, vol 11, 2001, sida 197-208

Watts. John M. Jr, "*Fire Risk Ranking*". SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2nd Edition, Page 5-12 – 5-26, 1995

Yoon & Hwang, "*Multiple Attribute Decision Making*". Thousands Oaks, Sage Publications 1995

Muntliga källor

Modin. Björn, Riskingenjör, If Skadeförsäkring, Malmö, 2003-05-05

Internet

Regeringskansliets hemsida, www.regeringskansliet.se. Hämtat 2003-05

Svenska Försäkringsförbundets hemsida, www.forsakeringsforbundet.com. Hämtat 2003-05-23

Svenskt Näringslivs hemsida, www.svensketnaringsliv.se. Hämtat 2003-05

Bilaga A – Intervjuunderlag

I denna bilaga presenteras samtliga utskick som gjordes i intervjuundersökningen, vilken låg till grund för framtagningen av vikter på de olika parametrarna i indexmodellen.

Bilaga A.1 – Utskick till testgruppen

Detta utskick gick endast till test gruppen och meningen med detta utskick var att kontrollera att samtliga definitioner var enkla att förstå samt att testa rimligheten i de betygsfördelningar och beslutsregler som hade arbetats fram. Kommentarer från testgruppen studerades och arbetades in i underlaget. Nedan presenteras intervjuunderlaget till första utskicket i sin helhet.

Intervjuunderlag för expertskattningar

Nedan följer en kort sammanfattning av bakgrunden till undersökningen, därefter så kommer olika uttryck att definieras för att öka förståelsen hos deltagarna. Till sist kommer själva enkäten som deltagarna skall besvara.

Bakgrundsinformation

Syftet med examensarbetet är att göra en indexmodell. Modellen skall vara baserad på ett antal experters bedömningar och ge en uppskattning av brandens och brandgasernas möjlighet att utbreda sig i byggnaden givet att brand har uppstått. Brandens och brandgasernas möjlighet att sprida sig skall tillsammans med brandfrekvensen och värdet på byggnaden vägas samman för att på så sätt ge en uppskattning av den risk försäkringsbolaget utsätter sig för genom att försäkra byggnaden. Modellen skall vara ett verktyg vilket skall kunna användas som hjälpmedel vid uppskattning av risk profiler och premiesättning av de försäkrade objekten.

En statistikstudie har utförts på Ifs befintliga skador, detta för att samla in kunskap om hur den normala skadebilden ser ut. Detta material visar på trender i hur de olika parametrarna har påverkat skadans storlek.

För att få fram vikter till de ingående parametrarna i indexmodellen kompletteras statistikundersökningen med information från en multiattributiv utvärdering i vilken ett antal expertbedömningar kommer att ligga till grund för den slutgiltiga parameterviktningen. Deltagare i undersökningen kommer att bestå av personer från Institutionen för Brandteknik, If industriförsäkring, räddningstjänsten och industrin.

Undersökningen kommer att utföras som en enkät där deltagarna ombeds att besvara 37 stycken frågor vilka handlar om förhållandet mellan Mål/Policy, Strategier/Mål, Parametrar/Strategier och Underparametrar/Parametrar. Var och en av deltagarna skall alltså med hjälp av sin erfarenhet och intuition försöka värdera, efter en femgradig skala, hur viktig ett enskilt mål är för att uppfylla policyn. Samma tillvägagångssätt gäller för Strategier/Mål, Parametrar/Strategier och så vidare. När enkäten skall besvaras kommer författarna av enkäten att vara närvarande för att klargöra eventuella oklarheter och svara på frågor. Beräknad tidsåtgång för denna undersökning är en timme.

Undersökningsmetoden har provats på en testgrupp bestående av personer på Brandteknik för att hitta eventuella fel eller oklarheter. Den slutgiltiga intervjun kommer att genomföras enskilt med varje deltagare och resultatet från samtliga personer kommer sedan att ligga till grund för parametrarnas vikter i indexmodellen.

Resultaten kommer att vara helt anonyma och ingen redovisning kommer att ske av enskilda resultat. Om det uppstår stora skillnader i viktning av parametrarna mellan de tillfrågade personerna kommer detta att diskuteras och försöka utredas vad detta kan bero på.

Definitioner

I detta avsnitt kommer policyn, de olika målen, de olika strategierna och de olika parametrarna att förklaras. Den hierarkiska strukturen mellan policy, mål, strategier och parametrar redovisas i Figur A.1 i bilaga A. I denna figur är en del av influenslinjerna utmärkta. Med influenslinjerna illustreras hur underliggande nivåer påverkar de högre nivåerna.

Övergripande målsättningen

Den övergripande målsättningen för indexmodellen är att *Minimera skadekostnaden till följd av brand* detta betyder att oavsett hur en brand uppkommer eller vilken sannolikheten är för att en brand skall inträffa så är det viktigt att minimera den totala kostnaden som orsakas av branden. I den här studien kommer skadekostnaden att vara den totala skadekostnaden på byggnad, maskin och varor men ingen hänsyn kommer att läggas vid avbrottskostnaderna eftersom detta område är allt för komplicerat för att kunna studeras med en enkel indexmodell.

Mål

För att uppnå policyn har två olika mål specificerats och dessa presenteras nedan. Målen har fastställts utifrån diskussioner och litteraturstudier.

Det första målet är *Hindra brandspridning*. Detta innebär primärt att branden skall hindras från att sprida sig vidare från startföremålet.

Det andra målet är *Hindra brandgasspridning*. Detta innebär att brandgaserna skall hindras från att sprida sig från brandrummet till andra lokaler i byggnaden. Att minimera spridningen av brandgaser är mycket viktigt i industrier men hög skadekänslighet, det vill säga industrier som antingen har produktionssteg vilka är känsliga för föroreningar eller där stora delar av varulagret måste kasseras vid brandgaskontaminering. Exempel på industrier där det är viktigt att förhindra brandgasspridning kan vara olika typer av livsmedelsindustrier eller känsliga elektronikindustrier.

Strategier

De tre strategierna för att klara av målen är framtagna främst genom studie av NFPA Fire Concepts Tree. Konceptet bygger på att sannolikheten för en storskada minimeras om alla strategierna följs. I indexmodellen kontrolleras i vilken grad strategierna följs genom att ett antal parametrar mäts.

Första strategin är att *Kontrollera bränslet*. Med bränsle menas här allt som är brännbart i lokalen, det vill säga byggnadsmaterial, inredning, maskindelar och varor. Att *Kontrollera bränslet* innebär ur brandskyddssynpunkt att hänsyn till brand- och brandgasspridning tas

vid val av lagringssätt, vidare beaktas brandbelastningen i lokalen samt en medvetenhet om den effektutveckling som närvarande material får vid antändning.

Andra strategin är att *Bekämpa Branden*. Detta kan i indexmodellen ske på tre olika sätt, nämligen genom att ett automatiskt släcksystem (sprinkler) släcker eller begränsar branden, manuellt ingripande av personal och att räddningstjänst bekämpar branden (det ena utesluter inte det andra).

Tredje strategin är att *Begränsa branden byggnadstekniskt*, vilket innebär att byggnaden är utförd på sådant sätt att spridning av brandgaser och värme från branden till närliggande utrymmen förhindras av byggnadskonstruktionen och funktioner som träder i kraft vid detektering av brand, till exempel brandgasventilation och automatisk dörrstängning.

Parametrar

För att studera i vilken grad strategierna fungerar och tillämpas har åtta olika parametrar identifierats. Dessa åtta parametrar är naturligtvis inte de enda som påverkar de tre strategierna, men på grund av att enkäten inte skulle bli för omfattande fick ett urval göras. Betygsfördelningarna för de olika parametrarna presenteras i Del 2.

P1 Byggnad

Med parametern *Byggnad* beskrivs byggnadens förmåga att hindra brand- och brandgas-spridning. Detta sker genom att underparametrarna *Byggnadsklass*, *Brandcellsklass* och *Brandcellsarea* mäts och betygsätts. *Byggnadsklass* definieras utifrån Försäkringsbolagens regler för byggnadsklassificering, RUS 108:9, 1981. Dessa regler tar hänsyn till byggnads-sättet och vilka material som har använts. De olika klasserna presenteras i Bilaga 2 tabell 9. *Brandcellsklass* klassificeras utifrån vilken tid de brandcellskiljande byggnadsdelarna klarar av att hindra genomsläpp av flammor och gaser samt värmespridning genom konstruktionen. *Brandcellsarea* kommer att klassas utifrån hur stor golvsarea den största brandcellen i byggnaden har.

P2 Ventilationsförhållanden

Med ventilationsförhållanden menas vilka förutsättning det är i byggnaden för att ventilerar ut brandgaser. Alla konstruktioner och öppningar vilka kan vädra ut brandgaser skall beaktas.

P3 Tid till räddningstjänst anländer

Här avses den tid det tar för första räddningstjänst att anlända till olycksplatsen. Det vill säga hur lång tid tar det normalt för räddningstjänsten att besvara ett larm på anläggningen. Med räddningstjänst menas alla sorters brandförsvar även industribrandkårer.

P4 Personals möjlighet att släcka

För att kontrollera vilka möjligheter personalen har att snabbt ingripa och effektivt släcka en uppkommen brand kommer två underparametrar att mätas och betygsättas. Dessa är *Personalens utbildning* och *Tillgången på släckutrustning*. Med utbildning menas här all sorts utbildning personalen har fått angående brand och hur man skall bete sig vid en brand. Med släckutrustning menas handbrandsläckare och centrumrullar m.m.

P5 Sprinkler

Med parameter sprinkler avses alla olika sorters sprinkleranläggningar. Ingen viktning eller jämförelse görs mellan olika typer av släckmedel utan endast i vilken grad anläggningen är sprinklad eller inte.

P6 Automatisk detektion

Här avses varje form av automatisk detektion och ingen jämförelse görs mellan olika sorters detektorer utan endast om det finns en anläggning samt hur heltäckande denna är tas med i beräkningarna.

P7 Brandbelastning

Med brandbelastning avses kvoten mellan den sammanlagda värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av allt brännbart material i en brandcell (inklusive del av byggnadskonstruktioner) och brandcellens totala omslutningsarea. Brandbelastningen anges i MJ/m².

P8 Hastigheten på brandförloppet

Här avses främst vilken sorts material det är som brinner och vilken effekt detta material utvecklar vid brand. Det vill säga hur snabbt kommer branden att växa och hur stor effekt kommer branden att utveckla.

DEL 1

I del 1 av enkäten ombes ni att ta ställning till förhållandena mellan mål och policy, strategier och mål samt parametrar och strategier.

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni anser att de två målen är för att policyn, *Minimera skadekostnaden till följd av brand*, skall uppfyllas. Till er hjälp har ni en skala mellan 0 och 5 enligt följande:

- 0 = Ingen påverkan alls
- 1 = Ytterst liten påverkan
- 2 = Inte viktig
- 3 = Viktig
- 4 = Mycket viktig
- 5 = Extremt viktig

När ni utför viktningarna skall ni inte ta någon hänsyn till summan av era viktningar. Utan varje viktning skall ses som oberoende av de andra.

Ni skall ta ställning till följande frågor:

- 1) Hur viktigt är det att hindra *Brandspridningen* för att skadekostnaden till följd av brand skall minimeras?
- 2) Hur viktigt är det att hindra *Brandgasspridningen* för att skadekostnaden till följd av brand skall minimeras?

	MINIMERA SKADEKOSTNADEN TILL FÖLJD AV BRAND
1	HINDRA BRANDSPRIDNING
2	HINDRA BRANDGASSPRIDNING

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni tycker att de olika strategierna är för att målen skall nås. Till er hjälp har ni fortfarande samma skala mellan 0 och 5. Även här skall ni bortse från summan av era viktningar.

Ni skall ta ställning till följande frågor:

- 3) Hur viktigt är det att *Kontrollera bränslet* för att *Hindra brandspridning*?
- 4) Hur viktigt är det att *Bekämpa branden* för att *Hindra brandspridning*?
- 5) Hur viktigt är det att *Begränsa branden byggnadstekniskt* för att *Hindra brandspridning*?

	HINDRA BRANDSPRIDNING
3	KONTROLLERA BRÄNSLET
4	BEKÄMPA BRANDEN
5	BEGRÄNSA BRANDEN BYGGNADSTEKNISKT

- 6) Hur viktigt är det att *Kontrollera bränslet* för att *Hindra brandgasspridningen*?
- 7) Hur viktigt är det att *Bekämpa branden* för att *Hindra brandgasspridningen*?
- 8) Hur viktigt är det att *Begränsa branden byggnadstekniskt* för att *Hindra brandgasspridningen*?

	HINDRA BRANDGASSPRIDNING
6	KONTROLLERA BRÄNSLET
7	BEKÄMPA BRANDEN
8	BEGRÄNSA BRANDEN BYGGNADSTEKNISKT

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni tycker att de olika parametrarna är när de olika strategierna skall användas. Till er hjälp har ni fortfarande samma skala mellan 0 och 5. Även här skall ni bortse från summan av era viktningar.

Ni skall ta ställning till följande frågor:

- 9) Hur viktig är parametern *Byggnad* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 10) Hur viktig är parametern *Ventilationsförhållanden* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 11) Hur viktig är parametern *Tid tills räddningstjänsten anländer* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 12) Hur viktig är parametern *Personals möjlighet att släcka* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 13) Hur viktig är parametern *Sprinkler* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 14) Hur viktig är parametern *Automatisk detektion* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 15) Hur viktig är parametern *Brandbelastning* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 16) Hur viktig är parametern *Hastighet på Brandförloppet* om vi vill *Kontrollera bränslet*?

	KONTROLLERA BRÄNSLET
9 BYGGNAD	
10 VENTILATIONSFÖRHÅLLANDEN	
11 TID TILLS RÄDDNINGSTJÄNST ANLÄNDER	
12 PERSONALS MÖJLIGHET ATT SLÄCKA	
13 SPRINKLER	
14 AUTOMATISK DETEKTION	
15 BRANDBELASTNING	
16 HASTIGHET PÅ BRANDFÖRLOPPET	

- 17) Hur viktig är parametern *Byggnad* om vi vill *Bekämpa branden*?
- 18) Hur viktig är parametern *Ventilationsförhållanden* om vi vill *Bekämpa branden*?
- 19) Hur viktig är parametern *Tid tills räddningstjänsten anländer* om vi vill *Bekämpa branden*?
- 20) Hur viktig är parametern *Personals möjlighet att släcka* om vi vill *Bekämpa branden*?
- 21) Hur viktig är parametern *Sprinkler* om vi vill *Bekämpa branden*?
- 22) Hur viktig är parametern *Automatisk detektion* om vi vill *Bekämpa branden*?
- 23) Hur viktig är parametern *Brandbelastning* om vi vill *Bekämpa branden*?
- 24) Hur viktig är parametern *Hastighet på brandförloppet* om vi vill *Bekämpa branden*?

	BEKÄMPA BRANDEN
17	BYGGNAD
18	VENTILATIONSFÖRHÅLLANDEN
19	TID TILLS RÄDDNINGSTJÄNST ANLÄNDER
20	PERSONALS MÖJLIGHET ATT SLÄCKA
21	SPRINKLER
22	AUTOMATISK DETEKTION
23	BRANDBELASTNING
24	HASTIGHET PÅ BRANDFÖRLOPPET

- 25) Hur viktig är parametern *Byggnad* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 26) Hur viktig är parametern *Ventilationsförhållanden* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 27) Hur viktig är parametern *Tid tills räddningstjänsten anländer* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 28) Hur viktig är parametern *Personals möjlighet att släcka* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 29) Hur viktig är parametern *Sprinkler* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 30) Hur viktig är parametern *Automatisk detektion* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 31) Hur viktig är parametern *Brandbelastning* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 32) Hur viktig är parametern *Hastighet på brandförloppet* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?

		BEGRÄNSA BRANDEN BYGGNADSTEKNISKT
25	BYGGNAD	
26	VENTILATIONSFÖRHÅLLANDEN	
27	TID TILLS RÄDDNINGSTJÄNST ANLÄNDER	
28	PERSONALS MÖJLIGHET ATT SLÄCKA	
27	SPRINKLER	
30	AUTOMATISK DETEKTION	
31	BRANDBELASTNING	
32	HASTIGHET PÅ BRANDFÖRLOPPET	

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni tycker att de olika underparametrarna är för parametern P1 *Byggnad*. Till er hjälp har ni fortfarande samma skala mellan 0 och 5. Även här skall ni bortse från summan av era viktningar.

Ni skall ta ställning till följande frågeställningar:

- 33) Hur stor påverkan har *Byggnadsklass* på parametern *Byggnad*?
- 34) Hur stor påverkan har *Brandcellsclassen* på parametern *Byggnad*?
- 35) Hur stor påverkan har *Brandcellsarean* på parametern *Byggnad*?

	BYGGNAD
33	BYGGNADSKLASS
34	BRANDCELLSKLASS
35	BRANDCELLSAREA

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni tycker de två underparametrarna *Personalens utbildning* och *Tillgång till släckutrustning* påverkar parametern *Personals möjlighet att släcka*. Till er hjälp har ni fortfarande samma skala mellan 0 och 5. Även här skall ni bortse från summan av era viktningar.

Ni skall ta ställning till följande frågeställningar:

- 36) Hur stor påverkan har *Utbildning* på parametern *Personals möjlighet att släcka*?
- 37) Hur stor påverkan har *Tillgång till släckutrustning* på parametern *Personals möjlighet att släcka*?

	PERSONALS MÖJLIGHET ATT SLÄCKA
36	UTBILDNING
37	SLÄCKUTRUSTNING

DEL 2

I del 2 vill vi att ni studerar följande förslag på hur betygsfördelningen skall se ut. Den genomgående tankegången är att betygen sätts enligt en skala mellan 0 och 5. Där 5 är bästa betyget och 0 det sämsta. De betygsfördelningarna som presenteras nedan är inga fasta regler utan visar mer vad vi tycker att de olika betygen motsvarar. Som ni kommer att se har vi inte gjort förslag på alla betygsstegen utan vi har försökt att peka ut vissa brytpunkter som vi tycker är viktiga. Men det är viktigt att komma ihåg att användaren hela tiden har möjlighet att lägga in egna subjektiva skattningar vid betygssättningen.

Parameter P_1 Byggnad

Denna parameter består av tre underparametrar för vilka vi har tagit fram förslag på hur betygen skall sättas.

Först studeras underparametern *Byggnadsklass*. De olika klasserna är hämtade från RUS 108:9, 1981 och klassindelningen tar hänsyn till byggnadssättet och vilka material som har använts. I tabell 1 presenteras de olika klassindelningarna, byggnadssätten och den föreslagna betygsfördelningen.

Tabell 1. Sammanställning av Byggnadsklasser och föreslagna betyg

P_{1a} BYGGNADSKLASS		
Klass	Byggnadssätt	Betyg P_{1a}
1	Två eller flera mellanbottnar och alla, av sten eller betong, oavsett utförande av ytterväggar, stomme och tak.	5
2	Alla ytterväggar av sten eller betong men byggnadssättet inte hänförligt till klass 1	3
3	Ytterväggar av trä, utvändigt skyddade med revertering eller annan tändskyddande beklädnad	1

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Nästa underparameter är *Brandcellsclass*. För att hindra brandspridning och brandgas-spridning är det viktigt att titta på byggnadsdelarnas isolerande och avskiljande egenskaper samt deras integritet. I tabell 2 redovisas den föreslagna betygsfördelningen.

Tabell 2. Föreslagen betygsfördelning för Brandcellsclass

P_{1b} BRANDCELLSKLASS	Betyg P_{1b}
Klass EI 90 eller bättre	5
Klass EI 60	3
Klass EI 30	1

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Sista underparameteren är *Brandcellsarea*. Betygsförslagen till denna underparameter är hämtade från Gretenermetoden och från Brandskyddshandboken. Föreslagen betygsfördelning presenteras i tabell 3.

Tabell 3. Betygsfördelning för Brandcellsarea

P_{1c} BRANDCELLSAREA	Betyg P_{1c}
< 200 m ²	5
200 - 600 m ²	3
600 - 1200 m ²	1
> 1200 m ²	0

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Parameter P2 Ventilationsförhållanden

Denna parameter kommer att betygsättas genom att vi ger förslag på vad varje betyg motsvarar. Vi kommer alltså att föreslå en betygsfördelning enligt tabell 4.

Tabell 4. Betygsfördelning för Ventilationsförhållanden

P₂ VENTILATIONSFÖRHÅLLANDEN	Betyg P₂
Mekanisk brandgasventilation	5
Fjärmanövrerade brandgasluckor	4
Stora öppningar till det fria	3
Brandgasluckor med smältbleck	2
Mycket små möjligheter att ventilerat bort brandgaser	0

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Parameter P3 Tid tills räddningstjänst anländer

Här kommer vi bara att använda en ganska enkel uppdelning där vi värderar den tid det tar för närmaste räddningstjänst att anlända. Vi gör här ingen värdering av räddningstjänstens kompetens eller tillgång på materiel utan all sorts räddningstjänst tas hänsyn till. Om det finns en industribrandkår så skall deras insatstid anges.

För denna parameter kommer ett antal tidsintervall att specificeras enligt tabell 5.

Tabell 5. Betygsfördelning för Tid tills räddningstjänsten anländer

P₃ TID TILLS RÄDDNINGSTJÄNST ANLÄNDER	Betyg P₃
0 - 5 minuter	5
5 - 10 minuter	3
10 - 15 minuter	2
15 - 20 minuter	1
> 20 minuter	0

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Parameter P4 Personals möjlighet att släcka

Här skulle vi vilja dela in parametern i underparametrar och har funderat på att använda två underparametrar för att beskriva vilka möjligheter personalen har att göra en lyckad insats. De underparametrar som vi anser främst styr detta är vilken typ av utbildning personalen har samt personalens tillgång till släckutrustning.

Denna parameter kommer att styras av de två underparametrarna *Utbildning* och *Tillgång till släckutrustning*.

Betygsfördelningen för underparametern UTBILDNING visar endast på olika utbildningsnivåer vilka vi anser är brytpunkter och dessa presenteras i tabell 6.

Tabell 6. Betygsfördelning för Utbildning

P _{4a} UTBILDNING	Betyg P _{4a}
Personal har utbildning	3
Personal saknar utbildning	1

Här har användaren möjlighet att värdera hur pass bra utbildningen är samt om personalen verkligen kommer att kunna hantera en uppkommen situation. Bland annat kan hänsyn tas till om personalen har genomgått utbildning i Heta Arbeten men detta är inte intressant om det är så att inga heta arbeten bedrivs i byggnaden. Kanske är det så att många av de anställda även är deltidbrandmän och har troligen bättre förutsättningar att ingripa.

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Betygsfördelningen för underparametern *Tillgång till släckutrustning* är baserad på kvalitativa uppskattningar av hur tillgången ser ut. Fördelningen är presenterad i tabell 7.

Tabell 7. Betygsfördelning för Tillgång till släckutrustning

P _{4b} TILLGÅNG TILL SLÄCKUTRUSTNING	Betyg P _{4b}
Det finns mycket släckutrustning, den är tydligt utmärkt och alltid tillgänglig, avståndet till närmaste släckutrustning överstiger aldrig 25 m.	5
Släckutrustning finns men är dåligt markerad eller blockerad	3
Släckutrustning saknas	0

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Parameter P5 Sprinkler

För denna parameter presenteras den föreslagna betygsfördelningen i tabell 8.

Tabell 8. Betygsfördelning för Sprinkler

P₅ SPRINKLER	Betyg P₅
Objektet är helsprinklat och rätt dimensionerat sprinklersystem	5
Endast punktsprinkler finnes på vissa delar	3
Ingen sprinkler anläggning finnes	0

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Parameter P6 Automatisk detektion

För denna parameter ger vi en betygsfördelning som bra tar hänsyn till kvalitativa egenskaper hos det befintliga detektionssystemet. Fördelningen presenteras i tabell 9.

Tabell 9. Betygsfördelning för Automatisk detektion

P₆ AUTOMATISK DETEKTION	Betyg P₆
Mycket bra heltäckande anläggning	5
Bristfällig detektionsanläggning	3
Ingen automatisk detektion	0

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Parameter P7 Brandbelastning

Betygsfördelningen för brandbelastningen presenteras i tabell 10. Främst är det en snabb uppskattning som skall göras.

Tabell 10. Betygsfördelning för Brandbelastning

P₇ BRANDBELASTNING	Betyg P₇
Låg (ca 50 MJ/m ²)	5
Medel (ca 200 MJ/m ²)	3
Hög (ca 400 MJ/m ²)	1

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Parameter P8 Hastighet på brandförloppet

Här har vi bara specificerat ett bästa och ett sämsta tillstånd. Fördelningen presenteras i tabell 11.

Tabell 11. Betygsfördelning för Hastighet på brandförloppet

P₈ HASTIGHET PÅ BRANDFÖRLOPPET	Betyg P₈
Materialet är lagrat längs golvet, svårantändligt material, lagring på sådant sätt att spridningen mellan olika lagringskollin är minimal. Mängden brandfarligt material är lite.	5
Mycket brandfarligt material, Höglager där branden kan utvecklas snabbt, kraftig koncentration av brandfarligt material m.m	0

Vad tycker ni om denna betygsfördelning?

Bilaga A.2 Första utskicket till hela gruppen

Efter att synpunkterna från test gruppen hade blivit inarbetade och enkätunderlaget omarbetat skickades underlaget ut till samtliga deltagare för att de skulle förbereda sig inför intervjuerna. Nedan presenteras enkät- och intervjuunderlaget.

Intervjuunderlag för expertskattningar

Nedan följer en kort sammanfattning av bakgrunden till undersökningen, därefter så kommer olika uttryck att definieras för att öka förståelsen hos deltagarna. Till sist kommer själva enkäten som deltagarna skall besvara.

Bakgrundsinformation

Syftet med examensarbetet är att göra en indexmodell. Modellen skall vara baserad på ett antal experters bedömningar och ge en uppskattning av brandens och brandgasernas möjlighet att utbreda sig i byggnaden givet att brand har uppstått. Brandens och brandgasernas möjlighet att sprida sig skall tillsammans med brandfrekvensen och värdet på byggnaden vägas samman för att på så sätt ge en uppskattning av den risk försäkringsbolaget utsätter sig för genom att försäkra byggnaden. Modellen skall vara ett verktyg vilket skall kunna användas som hjälpmedel vid uppskattning av risk profiler och premiesättning av de försäkrade objekten.

En statistikstudie har utförts på Ifs befintliga skador, detta för att samla in kunskap om hur den normala skadebilden ser ut. Detta material visar på trender i hur de olika parametrarna har påverkat skadans storlek.

För att få fram vikter till de ingående parametrarna i indexmodellen kompletteras statistikundersökningen med information från en multiattributiv utvärdering i vilken ett antal expertbedömningar kommer att ligga till grund för den slutgiltiga parameterviktningen. Deltagare i undersökningen kommer att bestå av personer från Institutionen för Brandteknik, If industriförsäkring, räddningstjänsten och industrin.

Undersökningen kommer att utföras som en enkät där deltagarna ombeds att besvara 37 stycken frågor vilka handlar om förhållandet mellan Mål/Övergripande målsättning, Strategier/Mål, Parametrar/Strategier och Underparametrar/Parametrar. Var och en av deltagarna skall alltså med hjälp av sin erfarenhet och intuition försöka värdera, efter en femgradig skala, hur viktig ett enskilt mål är för att uppfylla policyn. Samma tillvägagångssätt gäller för Strategier/Mål, Parametrar/Strategier och så vidare. När enkäten skall besvaras kommer författarna av enkäten att vara närvarande för att klargöra eventuella oklarheter och svara på frågor. Beräknad tidsåtgång för denna undersökning är en timme.

Undersökningsmetoden har provats på en testgrupp bestående av personer på Brandteknik för att hitta eventuella fel eller oklarheter. Den slutgiltiga intervjun kommer att genomföras enskilt med varje deltagare och resultatet från samtliga personer kommer sedan att ligga till grund för parametrarnas vikter i indexmodellen.

Resultaten kommer att vara helt anonyma och ingen redovisning kommer att ske av enskilda resultat. Om det uppstår stora skillnader i viktning av parametrarna mellan de tillfrågade personerna kommer detta att diskuteras och försöka utredas vad detta kan bero på.

Definitioner

I detta avsnitt kommer den övergripande målsättningen, de olika målen, de olika strategierna och de olika parametrarna att förklaras. Den hierarkiska strukturen mellan övergripande målsättning, mål, strategier och parametrar redovisas i bilaga A. I denna figur är en del av influenslinjerna utmärkta. Med influenslinjerna illustreras hur underliggande nivåer påverkar de högre nivåerna.

Övergripande målsättning

Den övergripande målsättningen för indexmodellen är *Minimera skadegraden till följd av brand* detta betyder att oavsett hur en brand uppkommer eller vilken sannolikheten är för att en brand skall inträffa så är det viktigt att minimera den skada som orsakas av branden. I den här studien kommer skadan att utgöras av den sammanlagda skadegraden på byggnad, maskin och varor men ingen hänsyn kommer att läggas vid den ekonomiska skadan till följd av avbrott eftersom detta område är allt för komplicerat för att kunna studeras med en enkel indexmodell.

Mål

För att uppnå den övergripande målsättningen har två olika mål specificerats och dessa presenteras nedan. Målen har fastställts utifrån diskussioner och litteraturstudier.

Det första målet är *Hindra brandspridning*. Detta innebär primärt att branden skall hindras från att sprida sig vidare från startföremålet.

Det andra målet är *Hindra brandgasspridning*. Detta innebär att brandgaserna skall hindras från att sprida sig från brandrummet till andra lokaler i byggnaden. Att minimera spridningen av brandgaser är mycket viktigt i industrier men hög skadekänslighet, det vill säga industrier som antingen har produktionssteg vilka är känsliga för föroreningar eller där stora delar av varulagret måste kasseras vid brandgaskontaminering. Exempel på industrier där det är viktigt att förhindra brandgasspridning kan vara olika typer av livsmedelsindustrier eller känsliga elektronikindustrier.

Strategier

De tre strategierna för att klara av målen är framtagna främst genom studie av NFPA Fire Concepts Tree. Konceptet bygger på att sannolikheten för en storskada minimeras om alla strategierna följs. I indexmodellen kontrolleras i vilken grad strategierna följs genom att ett antal parametrar mäts.

Första strategin är att *Kontrollera bränslet*. Med bränsle menas här allt som är brännbart i lokalen, det vill säga byggnadsmaterial, inredning, maskindelar och varor. Att *Kontrollera bränslet* innebär ur brandskyddssynpunkt att hänsyn till brand- och brandgasspridning tas vid val av lagringssätt, vidare beaktas brandbelastningen i lokalen samt en medvetenhet om den effektutveckling som närvarande material får vid antändning.

Andra strategin är att *Bekämpa branden*. Detta kan i indexmodellen ske på tre olika sätt, nämligen genom att ett automatiskt släcksystem (sprinkler) släcker eller begränsar branden, manuellt ingripande av personal och att räddningstjänst bekämpar branden (det ena utesluter inte det andra).

Tredje strategin är att *Begränsa branden byggnadstekniskt*, vilket innebär att byggnaden är utförd på sådant sätt att spridning av brandgaser och värme från branden till närliggande utrymmen förhindras av byggnadskonstruktionen och funktioner som träder i kraft vid detektering av brand, till exempel brandgasventilation och automatisk dörrstängning.

Parametrar

För att studera i vilken grad strategierna fungerar och tillämpas har åtta olika parametrar identifierats. Dessa åtta parametrar är naturligtvis inte de enda som påverkar de tre strategierna, men på grund av att enkäten inte skulle bli för omfattande fick ett urval göras. Betygsfördelningarna för de olika parametrarna presenteras i del 2 nedan.

P1 Byggnad

Med parametern BYGGNAD beskrivs byggnadens förmåga att hindra brand- och brandgasspridning. Detta sker genom att underparametrarna *Byggnadsklass*, *Brandcellsclass* och *Brandcellsarea* mäts och betygssätts. *Byggnadsklass* definieras utifrån Försäkringsbolagens regler för byggnadsklassificering, RUS 108:9, 1981. Dessa regler tar hänsyn till byggnadsättet och vilka material som har använts. De olika klasserna presenteras i del 3 tabell 10. *Brandcellsclass* klassificeras utifrån vilken tid de brandcellskiljande byggnadsdelarna klarar av att hindra genomsläpp av flammor och gaser samt värmespridning genom konstruktionen. *Brandcellsarea* kommer att klassas utifrån hur stor golvarea den största brandcellen i byggnaden har.

P2 Ventilationsförhållanden

Med ventilationsförhållanden menas vilka förutsättningar det är i byggnaden för att ventiler ut brandgaser. Alla konstruktioner och öppningar vilka kan vädra ut brandgaser skall beaktas.

P3 Tid till räddningstjänst anländer

Här avses den tid det tar för första räddningstjänst att anlända till olycksplatsen. Det vill säga hur lång tid tar det normalt för räddningstjänsten att besvara ett larm på anläggningen. Med räddningstjänst menas alla sorters brandförsvar även industribrandkårer.

P4 Personals möjlighet att släcka

För att kontrollera vilka möjligheter personalen har att snabbt ingripa och effektivt släcka en uppkommen brand kommer två underparametrar att mätas och betyg sättas. Dessa är *Utbildning* och *Tillgången på släckutrustning*. Med utbildning menas här all sorts utbildning personalen har fått angående brand och hur man skall bete sig vid en brand. Med släckutrustning menas handbrandsläckare och centrumrullar m.m.

P5 Sprinkler

Med parameter sprinkler avses alla olika sorters sprinkleranläggningar. Ingen viktning eller jämförelse görs mellan olika typer av släckmedel utan endast i vilken grad anläggningen är sprinklad eller inte.

P6 Automatisk detektion

Här avses varje form av automatisk detektion och ingen jämförelse görs mellan olika sorters detektorer utan endast om det finns en anläggning samt hur heltäckande denna är tas med i beräkningarna.

P7 Brandbelastning

Med brandbelastning avses kvoten mellan den sammanlagda värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av allt brännbart material i en brandcell (inklusive del av byggnadskonstruktioner) och brandcellens totala omslutningsarea. Brandbelastningen anges i MJ/m².

P8 Hastighet på brandförloppet

Här avses främst vilken sorts material det är som brinner och vilken effekt detta material utvecklar vid brand. Det vill säga hur snabbt kommer branden att växa och hur stor effekt kommer branden att utveckla.

Enkätunderlag

I enkäten ombeds ni att ta ställning till förhållandena mellan mål och övergripande målsättning, strategier och mål samt parametrar och strategier.

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni anser att de två målen är för att den övergripande målsättningen, MINIMERA SKADEGRADEN TILL FÖLJD AV BRAND, skall uppfyllas. Till er hjälp har ni en skala mellan 0 och 5 enligt följande:

- 0 = Ingen påverkan alls
- 1 = Ytterst liten påverkan
- 2 = Inte viktigt
- 3 = Viktigt
- 4 = Mycket viktigt
- 5 = Extremt viktigt

När ni utför viktningarna skall ni inte ta någon hänsyn till summan av era viktningar. Utan varje viktning skall ses som oberoende av de andra.

Ni skall ta ställning till följande frågor:

1. Hur viktigt är det att *Hindra brandspridning* för att *Minimera skadekostnaden till följd av brand*?

Tabell 1. Viktning av att Hindra brandspridning för att Minimera skadegraden till följd av brand

	MINIMERA SKADEGRADEN TILL FÖLJD AV BRAND
1 HINDRA BRANDSPRIDNING	

2. Hur viktigt är det att *Hindra brandgasspridning* för att *Minimera skadegraden till följd av brand*?

Tabell 2. Viktning av att Hindra brandgasspridning för att Minimera skadegraden till följd av brand

	MINIMERA SKADEGRADEN TILL FÖLJD AV BRAND
1 HINDRA BRANDSPRIDNING	

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni tycker att de olika strategierna är för att målen skall nås. Till er hjälp har ni fortfarande samma skala mellan 0 och 5. Även här skall ni bortse från summan av era viktningar.

Ni skall ta stälning till följande frågor:

3. Hur viktigt är det att *Kontrollera bränslet* för att *Hindra brandspridning*?
4. Hur viktigt är det att *Bekämpa branden* för att *Hindra brandspridning*?
5. Hur viktigt är det att *Begränsa branden byggnadstekniskt* för att *Hindra brandspridning*?

Tabell 3. Strategiernas betydelse för målet *Hindra brandspridning*

	HINDRA BRANDSPRIDNING
3 KONTROLLERA BRÄNSLET	
4 BEKÄMPA BRANDEN	
5 BEGRÄNSA BRANDEN BYGGNADSTEKNISKT	

6. Hur viktigt är det att *Kontrollera bränslet* för att *Hindra brandgasspridningen*?
7. Hur viktigt är det att *Bekämpa branden* för att *Hindra brandgasspridningen*?
8. Hur viktigt är det att *Begränsa branden byggnadstekniskt* för att *Hindra brandgasspridningen*?

Tabell 4. Viktningar av strategiernas betydelse för målet *Hindra brandgasspridning*

	HINDRA BRANDGASSPRIDNING
6 KONTROLLERA BRÄNSLET	
7 BEKÄMPA BRANDEN	
8 BEGRÄNSA BRANDEN BYGGNADSTEKNISKT	

Vi vill att ni skall ta ställning till hur ni tycker att de olika parametrarna är när de olika strategierna skall användas. Till er hjälp har ni fortfarande samma skala mellan 0 och 5. Även här skall ni bortse från summan av era viktningar.

Ni skall ta ställning till följande frågor:

9. Hur viktig är parametern *Byggnad* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
10. Hur viktig är parametern *Ventilationsförhållanden* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
11. Hur viktig är parametern *Tid tills räddningstjänsten anländer* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
12. Hur viktig är parametern *Personals möjlighet att släcka* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
13. Hur viktig är parametern *Sprinkler* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
14. Hur viktig är parametern *Automatisk detektion* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
15. Hur viktig är parametern *Brandbelastning* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
16. Hur viktig är parametern *Hastighet på brandförloppet* om vi vill *Kontrollera bränslet*?

Tabell 5. Parametrarnas påverkan på strategin Kontrollera bränslet

		KONTROLLERAR BRÄNSLET
9	BYGGNAD	
10	VENTILATIONSFÖRHÅLLANDEN	
11	TID TILLS RÄDDNINGSTJÄNST ANLÄNDER	
12	PERSONALS MÖJLIGHET ATT SLÄCKA	
13	SPRINKLER	
14	AUTOMATISK DETEKTION	
15	BRANDBELASTNING	
16	HASTIGHET PÅ BRANDFÖRLOPPET	

17. Hur viktig är parametern *Byggnad* om vi vill *Bekämpa branden*?
18. Hur viktig är parametern *Ventilationsförhållanden* om vi vill *Bekämpa branden*?
19. Hur viktig är parametern *Tid tills räddningstjänsten anländer* om vi vill *Bekämpa branden*?
20. Hur viktig är parametern *Personals möjlighet att släcka* om vi vill *Bekämpa branden*?
21. Hur viktig är parametern *Sprinkler* om vi vill *Bekämpa branden*?
22. Hur viktig är parametern *Automatisk detektion* om vi vill *Bekämpa branden*?
23. Hur viktig är parametern *Brandbelastning* om vi vill *Bekämpa branden*?
24. Hur viktig är parametern *Hastighet på brandförloppet* om vi vill *Bekämpa branden*?

Tabell 6. Parametrarnas påverkan på strategin *Bekämpa branden*

	BEKÄMPA BRANDEN
17	BYGGNAD
18	VENTILATIONSFÖRHÅLLANDEN
19	TID TILLS RÄDDNINGSTJÄNST ANLÄNDER
20	PERSONALS MÖJLIGHET ATT SLÄCKA
21	SPRINKLER
22	AUTOMATISK DETEKTION
23	BRANDBELASTNING
24	HASTIGHET PÅ BRANDFÖRLOPPET

25. Hur viktig är parametern *Byggnad* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
26. Hur viktig är parametern *Ventilationsförhållanden* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
27. Hur viktig är parametern *Tid tills räddningstjänsten anländer* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
28. Hur viktig är parametern *Personals möjlighet att släcka* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
29. Hur viktig är parametern *Sprinkler* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
30. Hur viktig är parametern *Automatisk detektion* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
31. Hur viktig är parametern *Brandbelastning* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
32. Hur viktig är parametern *Hastighet på brandförloppet* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?

Tabell 7. Parametrarnas betydelse för strategin *Begränsa branden byggnadstekniskt*

	BEGRÄNSA BRANDEN BYGGNADSTEKNISKT
25 BYGGNAD	
26 VENTILATIONSFÖRHÅLLANDEN	
27 TID TILLS RÄDDNINGSTJÄNST ANLÄNDER	
28 PERSONALS MÖJLIGHET ATT SLÄCKA	
27 SPRINKLER	
30 AUTOMATISK DETEKTION	
31 BRANDBELASTNING	
32 HASTIGHET PÅ BRANDFÖRLOPPET	

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni tycker att de olika underparametrarna är för parametern P1 BYGGNAD. Till er hjälp har ni fortfarande samma skala mellan 0 och 5. Även här skall ni bortse från summan av era viktningar.

Ni skall ta ställning till följande frågeställningar:

33. Hur stor påverkan har *Byggnadsklass* på parametern *Byggnad*?
34. Hur stor påverkan har *Brandcellsclass* på parametern *Byggnad*?
35. Hur stor påverkan har *Brandcellsarea* på parametern *Byggnad*?

Tabell 8. Underparametrarnas påverkan på parametern Byggnad

	BYGGNAD
33 BYGGNADSKLASS	
34 BRANDCELLSKLASS	
35 BRANDCELLSAREA	

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni tycker de två underparametrarna *Utbildning* och *Tillgång till släckutrustning* påverkar parametern *Personals möjlighet att släcka*. Till er hjälp har ni fortfarande samma skala mellan 0 och 5. Även här skall ni bortse från summan av era viktningar.

Ni skall ta ställning till följande frågeställningar:

36. Hur stor påverkan har *Utbildning* på parametern *Personals möjlighet att släcka*?
37. Hur stor påverkan har *Tillgång till släckutrustning* på parametern *Personals möjlighet att släcka*?

Tabell 9. Underparametrarnas påverkan på parametern Personals möjlighet att släcka

	PERSONALS MÖJLIGHET ATT SLÄCKA
36 UTBILDNING	
37 TILLGÅNG TILL SLÄCKUTRUSTNING	

Del 3 – Betygsfördelningar

Den genomgående tankegången är att betygen sätts enligt en skala mellan 0 och 5. Där 5 är bästa betyget och 0 det sämsta. Alla betygsstegen finns inte för alla parametrarna utan de möjliga betygsstegen presenteras under varje parameter.

Parameter P1 Byggnad

Denna parameter består av tre underparametrar för vilka olika betygsfördelningar presenteras.

Först studeras underparametern *Byggnadsklass*. De olika klasserna är hämtade från RUS 108:9, 1981 och klassindelningen tar hänsyn till byggnadssättet och vilka material som har använts. I tabell 1 presenteras de olika klassindelningarna, byggnadssätten och betygsfördelningen.

Tabell 10. Betygsfördelning för underparameter Byggnadsklass

P_{1a} BYGGNADSKLASS		
Klass	Byggnadssätt	Betyg P_{1a}
1	Två eller flera mellanbottnar och alla, av sten eller betong, oavsett utförande av ytterväggar, stomme och tak.	5
2	Alla ytterväggar av sten eller betong men byggnadssättet inte hänförligt till klass 1.	4
3	Ytterväggar av trä, utvändigt skyddade med revertering eller annan tändskyddande beklädnad.	1

Nästa underparameter är *Brandcellsklass*. För att hindra brandspridning och brandgas-spridning är det viktigt att titta på byggnadsdelarnas isolerande och avskiljande egenskaper samt deras integritet. I tabell 11 redovisas betygsfördelningen.

Tabell 11. Betygsfördelning för underparametern Brandcellsklass

P_{1b} BRANDCELLSKLASS	Betyg P_{1b}
Klass EI 90 eller bättre	5
Klass EI 60	4
Klass EI 30	2
Sämre än EI 30	1

Sista underparametern är *Brandcellsarea*. Denna betygsfördelning presenteras i tabell 12

Tabell 12. Betygsfördelning för underparametern Brandcellsarea

P_{1c} BRANDCELLSAREA	Betyg P_{1c}
< 200 m ²	5
200 - 1000 m ²	3
1000 - 5000 m ²	1
> 5000 m ²	0

Parameter P2 Ventilationsförhållanden

Denna parameter tar hänsyn till vilka förutsättningar det finns i byggnaden för att ventilerar ut brandgaser. Betygsfördelningen visas i tabell 13.

Tabell 13. Betygsfördelning för parametern Ventilationsförhållanden

P₂ VENTILATIONSFÖRHÅLLANDEN	Betyg P₂
Mekanisk brandgasventilation och tillräckligt med tilluftsöppningar	5
Fjärrmanövrerade brandgasluckor	4
Brandgasluckor med smältbleck	2
Portar som kan öppnas för att vädra ut brandgaser	1
Mycket små möjligheter att ventilerar bort brandgaser	0

Parameter P3 Tid tills räddningstjänst anländer

Denna parameter tar hänsyn till den tid det tar för räddningstjänsten att anlända till byggnaden. Betygsfördelningen presenteras i tabell 14.

Tabell 14. Betygsfördelning för parametern Tid tills räddningstjänsten anländer

P3 TID TILLS RÄDDNINGSTJÄNST ANLÄNDER	Betyg P₃
0 - 5 minuter	5
5 - 10 minuter	3
10 - 15 minuter	2
15 - 20 minuter	1
> 20 minuter	0

Parameter P4 Personals möjlighet att släcka

Denna parameter kommer att delas in i de två underparametrar *Utbildning* och *Tillgång till släckutrustning*.

Underparametern *Utbildning* tar hänsyn till personalens utbildningsnivå, personaltäthet i byggnaden och vilka siktförhållanden som råder i byggnaden. Betygsfördelningen för denna underparameter presenteras i en beslutsmatris i tabell 15.

Tabell 15. Betygsfördelning för underparametern Utbildning

Siktförhållanden	D	D	D	D	B	B	B	B
Personaltäthet	L	L	H	H	L	L	H	H
Utbildningsnivå	L	H	L	H	L	H	L	H
Betyg	0	1	1	2	3	4	4	5

I denna beslutsmatris bedöms först siktförhållandena i byggnaden. Dessa bedöms utifrån hur pass lätt det är att överblicka byggnaden och de lokaler som ingår i byggnaden. Det vill säga i vilken grad finns det väggar, stora maskiner och andra konstruktioner som gör att vissa delar av lokalen är dolda för den normala personalen. Detta bedöms i stegen Bra eller Dålig.

Efter detta bedöms personaltätheten i byggnaden och denna kan anges som hög eller låg. Med hög personaltäthet avses att det finns tillräckligt med personal i byggnaden för att alla möjliga tändkällor skall vara möjliga att upptäcka. Det vill säga i byggnaden vistas det, under den tid verksamheten är igång, personal i tillräcklig omfattning och så fördelade över ingående lokaler att chansen att tidigt upptäcka och bekämpa brand är stor.

Sist studeras personalens utbildningsnivå, vilken kan graderas som hög eller låg. Denna gradering beror på vilken sorts utbildning personalen har genom gått samt hur ofta dessa kunskaper repeteras genom realistiska övningar.

Betygsfördelningen för underparametern *Tillgång till släckutrustning* är baserad på kvalitativa uppskattningar av hur tillgången ser ut. Fördelningen är presenterad i tabell 16

Tabell 16. Betygsfördelning för underparametern Tillgång till släckutrustning

P_{4b} TILLGÅNG TILL SLÄCKUTRUSTNING	Betyg P_{4b}
Det finns mycket släckutrustning, den är tydligt utmärkt och alltid tillgänglig, avståndet till närmaste släckutrustning överstiger aldrig 25 m.	5
Släckutrustning finns men är dåligt markerad eller blockerad	3
Släckutrustning saknas	0

Parameter P5 Sprinkler

För denna parameter presenteras den föreslagna betygsfördelningen i tabell 17.

Tabell 17. Betygsfördelning för parametern Sprinkler

P₅ SPRINKLER	Betyg P₅
Objektet är helsprinklat och sprinklersystem är rätt dimensionerat, vidare är underhållet perfekt	5
Objektet helsprinklat, men bristande underhåll och/ eller felaktig dimensionering	3
Endast punktsprinkler finnes på vissa delar	2
Ingen sprinkler anläggning finnes	0

Parameter P6 Automatisk detektion

För denna parameter ger vi en betygsfördelning som bra tar hänsyn till kvalitativa egenskaper hos det befintliga detektionssystemet. Fördelningen presenteras i tabell 18.

Tabell 18. Betygsfördelning för parametern Automatisk detektion

P₆ AUTOMATISK DETEKTION	Betyg P₆
Mycket bra heltäckande anläggning med perfekt underhåll	5
Bristfällig detektionsanläggning	3
Ingen automatisk detektion	0

Parameter P7 Brandbelastning

Betygsfördelningen för brandbelastningen presenteras i tabell 19. Främst är det en snabb uppskattning som skall göras.

Tabell 19. Betygsfördelning för parametern Brandbelastning

P₇ BRANDBELASTNING	Betyg P₇
Låg, mindre än 50 MJ/m ²	5
Medel, 50 till 200 MJ/m ²	3
Hög, 200 till 400 MJ/m ²	1

Parameter P8 Hastighet på brandförloppet

Betygsfördelningen presenteras i tabell 20. Till denna parameter

Tabell 20. Betygsfördelning för parametern Hastighet på brandförloppet

P₈ HASTIGHET PÅ BRANDFÖRLOPPET	Betyg P₈
Lokalen har stor golvarea och det är högt i tak. Materialet är lagrat i valfri konfiguration, svårantändligt material, lagring på sådant sätt att spridningen mellan olika lagringskollin är minimal. Mängden brandfarligt material är lite.	5
Förhållandena stämmer ej in på varken betyg 5 eller betyg 3 utan kan anses ligga mellan betyg 5 och 3.	4
Mycket brandfarligt material, lagrat längs golvet, stor spridningsrisk mellan lagringskollin, stor golvarea och högt i tak.	3
Förhållandena stämmer ej in på varken betyg 3 eller betyg 1 utan kan anses ligga mellan betyg 3 och 1.	2
Mycket brandfarligt material, höglager där branden kan utvecklas snabbt, kraftig koncentration av brandfarligt material. Lokalen har liten golvarea och låg takhöjd.	1

Bilaga A.3 – Andra utskicket till hela gruppen

Efter att resultaten från intervjuundersökningen sammanställts förändrades en del av betygsfördelningarna utifrån kommentarer från de intervjuade. Vidare saknades konsensus i totalt fem olika skattningar och för att komma tillrätta med detta skickades undersökningen ut en gång till. Inför detta utskick bearbetades dels betygsfördelningarna men även de olika definitionerna omarbetades för att bli tydligare och mer lättförstådda. Denna andra omgång utfördes som en ren enkätundersökning där respondenterna fick underlaget via mail och även svarade via mail.

Inledning

Efter att resultatet från den första intervju omgången är sammanställt finns det främst 5 st. frågor där konsensus inte har nåtts. För att skattningarna skall bli i rätt sammanhang kommer ni ombes att studera alla de skattningar som påverkas av ändrade skattningar men det är främst de 5 frågor som nämns nedan som ni skall studera. Till er hjälp presenterar vi ett mer utförligt material som ni skall läsa igenom innan ni utför skattningarna

De frågor där spridningen på svaren blev allt för stor presenteras nedan:

- Fråga 1, Hur viktig är parametern *Byggnad* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- Fråga 5, Hur viktig är parametern *Sprinkler* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- Fråga 11, Hur viktig är parametern *Tid tills räddningstjänsten anländer* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- Fråga 14, Hur viktig är parametern *Automatisk detektion* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- Fråga 17, Hur stor påverkan har *Byggnadsklassen* på parametern *Byggnad*?

För att konsensus skall uppnås ber vi er att ännu en gång besvara en enkät. Denna enkät kommer att bestå av 19 frågor där ni kommer att få ta ställning till de ingående parametrarnas betydelse för strategierna *Kontrollera bränslet* och *Begränsa branden byggnadstekniskt* samt underparametrarnas påverkan på parametern *Byggnad*. Till er hjälp bifogar vi en mer utförlig förklaring av de olika strategierna, parametrarna och underparametrarna. Vi presenterar även en sammanställning av första omgången samt en individuell sammanställning av era svar.

Det är mycket viktigt att ni noggrant läser igenom definitionerna innan ni besvara frågorna. Vidare är det bra om ni jämför era skattningar med de ni gjorde i första omgången och motiverar era svar. Både om ni väljer att ha kvar samma svar som tidigare och om ni väljer att ändra era svar.

För att andra omgången skall gå snabbare kommer materialet att skickas via mail och ni ombeds även svara via mail. Ni kan antingen skriva era svar i det bifogade excell dokumentet, i ett nytt word dokument eller direkt i svars mailet.

Vi hoppas att ni kan besvara denna enkät hyfsat snabbt och ser fram emot era svar.

Om ni har några frågor är ni mycket välkomna att kontakta oss.

Jakob Schlyter och Daniel Selvén

Sammanställning av omgång 1

Här nedan presenteras era respektive svar från förra omgången. Det är bra om ni kan studera dessa ingående innan ni börjar besvara denna omgångens frågor.

Intervju person nr. __ är _____

Kom ihåg att det är bara ni själva som får reda på vilket som är era egna svar.

Sammanställning av skattningar av parametrarnas betydelse för strategin Kontrollera bränslet

Fråga nr.	Intervjuperson	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Byggnad	0	3	1	4	4	5	2	0	3
2	Ventilationsförhållanden	0	0	2	2	1	1	1	2	1
3	Tid tills räddningstjänst anländer	0	0	1	3	0	0	0	0	1
4	Personals möjlighet att släcka	1	0	0	4	0	0	1	2	1
5	Sprinkler	4	0	0	4	0	4	4	0	4
6	Automatisk detektion	3	0	0	3	0	0	1	0	2
7	Brandbelastning	4	4	5	4	4	5	5	5	3
8	Hastighet på brandförloppet	4	3	5	4	5	4	1	4	4

Sammanställning av skattningar av parametrarnas betydelse för strategin Begränsa branden byggnadstekniskt

Fråga nr.	Intervjuperson	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Byggnad	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	Ventilationsförhållanden	4	3	5	2	0	5	4	4	4
11	Tid tills räddningstjänst anländer	4	3	2	1	0	0	2	0	3
12	Personals möjlighet att släcka	2	0	2	1	0	0	1	2	1
13	Sprinkler	0	2	3	3	0	4	4	2	1
14	Automatisk detektion	0	2	3	2	0	0	1	3	4
15	Brandbelastning	4	5	2	4	5	5	3	4	1
16	Hastighet på brandförloppet	2	3	2	2	5	5	1	3	1

Sammanställning av underparametrarnas betydelse för parametern Byggnad

Fråga nr.	Intervjuperson	1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	Byggnadsklass	1	3	2	2	4	5	5	4	5
18	Brandcellsklass	4	4	3	4	4	5	3	4	4
19	Brandcellsarea	5	3	4	4	4	5	1	3	5

Enkätunderlag

Definitioner

I detta avsnitt kommer policyn, de olika målen, de olika strategierna och de olika parametrarna att förklaras. Den hierarkiska strukturen mellan policy, mål, strategier och parametrar redovisas i bild 1 i bilaga A. I denna figur är en del av influenslinjerna utmärkt. Med influenslinjerna illustreras hur underliggande nivåer påverkar de högre nivåerna.

Övergripande målsättning

Den övergripande målsättningen för indexmodellen är att Minimera skadekostnaden till följd av brand detta betyder att oavsett hur en brand uppkommer eller vilken sannolikheten är för att en brand skall inträffa så är det viktigt att minimera den totala kostnaden som orsakas av branden. I den här studien kommer skadekostnaden att vara den totala skadekostnaden på byggnad, maskin och varor men ingen hänsyn kommer att läggas vid avbrottskostnaderna eftersom detta område är allt för komplicerat för att kunna studeras med en enkel indexmodell.

Mål

För att uppnå policyn har två olika mål specificerats och dessa presenteras nedan. Målen har fastställts utifrån diskussioner och litteraturstudier.

Det första målet är *Hindra brandspridning*. Detta innebär primärt att branden skall hindras från att sprida sig vidare från startföremålet.

Det andra målet är *Hindra brandgasspridning*. Detta innebär att brandgaserna skall hindras från att sprida sig från brandrummet till andra lokaler i byggnaden. Att minimera spridningen av brandgaser är mycket viktigt i industrier men hög skadekänslighet, det vill säga industrier som antingen har produktionssteg vilka är känsliga för föroreningar eller där stora delar av varulagret måste kasseras vid brandgaskontaminering. Exempel på industrier där det är viktigt att förhindra brandgasspridning kan vara olika typer av livsmedelsindustrier eller känsliga elektronikindustrier.

Strategier

De tre strategierna för att klara av målen är framtagna främst genom studie av NFPA Fire Concepts Tree. Konceptet bygger på att sannolikheten för en storskada minimeras om alla strategierna följs. I indexmodellen kontrolleras i vilken grad strategierna följs genom att ett antal parametrar mäts.

Första strategin är att *Kontrollera bränslet*. Med bränsle menas här allt som är brännbart i lokalen, det vill säga byggnadsmaterial, inredning, maskindelar och varor. Att *Kontrollera bränslet* innebär ur brandskyddssynpunkt att hänsyn till brand- och brandgasspridning tas vid val av lagringssätt, vidare beaktas brandbelastningen i lokalen samt en medvetenhet om den effektutveckling som närvarande material får vid antändning. Det är inte tänkt att någon hänsyn skall tas till olika tekniska installationer utan det primära är att det inom företaget skall finnas en medvetenhet om vilken sorts material som används och lagras inom lokalerna. Genom att minimera mängden material som kan bidra till brandspridning, använda lagringssätt som försvårar brandspridning, byta ut material som kan ge korrosiva effekter vid förbränning och byta ut material med hög effektutveckling kan mycket göras för att minska konsekvenserna av en brand.

Andra strategin är att *Bekämpa branden*. Detta kan i indexmodellen ske på tre olika sätt, nämligen genom att ett automatiskt släcksystem (sprinkler) släcker eller begränsar branden, manuellt ingripande av personal och att räddningstjänst bekämpar branden (det ena utesluter inte det andra).

Tredje strategin är att *Begränsa branden byggnadstekniskt*, vilket innebär att byggnaden är utförd på sådant sätt att spridning av brandgaser och värme från branden till närliggande utrymmen förhindras av byggnadskonstruktionen och funktioner som träder i kraft vid detektering av brand, till exempel brandgasventilation och automatisk dörrstängning. Det är inte tänkt att någon insats skall göras av personal eller räddningstjänst

Parametrar

För att studera i vilken grad strategierna fungerar och tillämpas har åtta olika parametrar identifierats. Dessa åtta parametrar är naturligtvis inte de enda som påverkar de tre strategierna, men på grund av att enkäten inte skulle bli för omfattande fick ett urval göras. Till varje parameter presenteras även parametrarnas betygsfördelning.

Den genomgående tankegången är att betygen sätts enligt en skala mellan 0 och 5. Där 5 är bästa betyget och 0 det sämsta. De betygsfördelningarna som presenteras är inga fasta regler utan visar mer vad vi tycker att de olika betygen motsvarar. Som ni kommer att se har vi inte gjort förslag på alla betygsstegen utan vi har försökt att peka ut vissa brytpunkter som vi tycker är viktiga. Men det är viktigt att komma ihåg att användaren hela tiden har möjlighet att lägga in egna subjektiva skattningar vid betygssättningen.

P1 Byggnad

Med parametern Byggnad beskrivs byggnadens förmåga att hindra brand- och brandgas-spridning. Detta sker genom att underparametrarna *Byggnadsklass*, *Brandcellsclass* och *Brandcellsarea* mäts och betygssätts.

Byggnadsklass definieras utifrån de klasser som If använder för att klassificera industribyggnader. Denna klassificering tar främst hänsyn till vilka material som har använts men till viss del även byggnadssättet.

Betygsfördelning för underparametern byggnadsklass

Byggnadsklass	Betyg
Brandsäker byggnad (Fire resistant)	5
Icke brännbar byggnad (Non combustible)	4
Brännbar byggnad (Combustible)	1

Brandcellsclass klassificeras utifrån vilken tid de brandcellskiljande byggnadsdelarna klarar av att hindra genomsläpp av flammor och gaser samt värmespridning genom konstruktionen. Här används främst definitioner hämtade från BBR 2002. För att hindra brand-spridning och brandgasspridning är det viktigt att titta på byggnadsdelarnas isolerande och avskiljande egenskaper samt deras integritet.

Betygsfördelning för underparametern brandcellsclass

Brandcellsclass	Betyg
Klass EI 90 eller bättre	5
Klass EI 60	4
Klass EI 30	2
Sämlre än EI 30	1

EI står för integritet och isolering och åtföljs av ett tidskrav, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 eller 360 minuter. Detta betyder att under den tid som är angiven skall byggnadsdelen klara kravet på integritet och isolering.

Brandcellsarea kommer att klassas utifrån hur stor golvarea den största brandcellen i byggnaden har. Betygsförslagen till denna underparameter är hämtade från Gretenermetoden och från Brandskyddshandboken.

Betygsfördelning för underparametern Brandcellsarea

Brandcellsarea	Betyg
< 1000 m ²	5
1000 – 5000 m ²	3
5000 – 10000 m ²	1
> 10000 m ²	0

P2 Ventilationsförhållanden

Med *ventilationsförhållanden* menas vilka förutsättning det är i byggnaden för att ventileras ut brandgaser. Alla konstruktioner och öppningar vilka kan vädra ut brandgaser skall beaktas. Här är det viktigt att både ta hänsyn till termisk ventilation och mekanisk ventilation. Med termisk ventilation menas öppningar i väggar och tak där brandgaserna kan transporteras ut genom att de varma brandgaserna har en termisk stigrkraft. Med mekanisk ventilation avses här ventilations system med fläktar vilka används för att transportera bort brandgaser.

Betygsfördelning för parametern ventilationsförhållanden

Ventilationsförhållanden	Betyg
Mekanisk brandgasventilation (fläktar) och tillräckligt med tilluftsöppningar	5
Fjärmanövrerade brandgasluckor	4
Brandgasluckor med smält bleck	2
Portar som kan öppnas för att vädra ut brandgaser	1
Mycket små möjligheter att ventileras bort brandgaser	0

P3 Tid till räddningstjänst anländer

Här avses den tid det tar för första räddningstjänst att anlända till olycksplatsen. Det vill säga hur lång tid tar det normalt för räddningstjänsten att besvara ett larm på anläggningen. Med räddningstjänst menas alla sorters brandförsvär även industribrandkårer. Det är även viktigt att ta hänsyn till räddningstjänstens möjligheter att göra en insats. Till exempel kan det vara viktigt att studera vilka möjligheter räddningstjänsten har att skaffa fram släckmedel.

Betygsfördelning för parametern tid tills räddningstjänst anländer

Tid tills räddningstjänst anländer	Betyg
0 – 5 minuter	5
5 – 10 minuter	3
10 – 15 minuter	2
15 – 20 minuter	1
> 20 minuter	0

P4 Personals möjlighet att släcka

För att kontrollera vilka möjligheter personalen har att snabbt ingripa och effektivt släcka en uppkommen brand kommer två underparametrar att mätas och betygsättas. Dessa är *Personalens insatsförutsättningar* och *Tillgång till släckutrustning*.

Med *Personalens insatsförutsättningar* menas här vilken möjlighet personalen har att ingripa mot en brand. Denna underparameter tar hänsyn till personalens utbildningsnivå, personaltäthet i byggnaden och vilken upptäcktsmöjlighet som råder i byggnaden. Betygsfördelningen för denna underparameter presenteras i beslutsmatrisen nedan.

Beslutsmatris med betygsfördelning för underparametern personalens insatsförutsättningar

Personals möjlighet att upptäcka en brand	D	D	D	D	B	B	B	B
Personaltäthet	L	L	H	H	L	L	H	H
Utbildningsnivå	L	H	L	H	L	H	L	H
Betyg	0	1	1	2	3	4	4	5

I denna beslutsmatris bedöms först personalens möjlighet att upptäcka en brand i byggnaden. Dessa bedöms utifrån hur pass lätt det är att överblicka byggnaden och de lokaler som ingår i byggnaden. Det vill säga i vilken grad finns det väggar, stora maskiner och andra konstruktioner som gör att vissa delar av lokalen är dolda för den normala personalen. Detta bedöms i stegen Bra eller Dålig.

Efter detta bedöms personaltätheten i byggnaden och denna kan anges som hög eller låg. Med hög personaltäthet avses att det finns tillräckligt med personal i byggnaden för att alla möjliga tändkällor skall vara möjliga att upptäcka. Det vill säga i byggnaden vistas det, under den tid verksamheten är igång, personal i tillräcklig omfattning och så fördelade över ingående lokaler att chansen att tidigt upptäcka och bekämpa brand är stor.

Sist studeras personalens utbildningsnivå, vilken kan graderas som hög eller låg. Denna gradering beror på vilken sorts utbildning personalen har genom gått samt hur ofta dessa kunskaper repeteras genom realistiska övningar.

Betygsfördelningen för underparametern tillgång till släckutrustning är baserad på kvalitativa uppskattningar av hur tillgången ser ut. Med släckutrustning menas handbrandsläckare och centrumrullar m.m.

Betygsfördelning för underparametern tillgång till släckutrustning

Tillgång till släckutrustning	Betyg
Det finns mycket släckutrustning, den är tydligt utmärkt och alltid tillgänglig, avståndet till närmaste släckutrustning överstiger aldrig 25 m.	5
Släckutrustning finns men är dåligt markerad eller blockerad	3
Släckutrustning saknas eller är icke funktionsduglig	0

P5 Sprinkler

Med parameter *Sprinkler* avses alla olika sorters sprinkleranläggningar. Ingen viktning eller jämförelse görs mellan olika typer av släckmedel utan endast i vilken grad anläggningen är sprinklad eller inte.

Betygsfördelning för parametern sprinkler

Sprinkler	Betyg
Objektet är helsprinklat och sprinklersystemet är rätt dimensionerat, vidare är underhållet perfekt	5
Objektet är helsprinklat, men bristande underhåll och/eller felaktig dimensionering	3
Endast punktsprinkler finns på vissa delar	2
Ingen sprinkleranläggning finns	0

P6 Automatisk detektion

Här avses varje form av automatisk detektion och ingen jämförelse görs mellan olika sorters detektorer utan endast om det finns en anläggning samt hur heltäckande denna är tas med i beräkningarna.

Betygsfördelning för parametern automatisk detektion

Automatisk detektion	Betyg
Mycket bra heltäckande anläggning med perfekt underhåll	5
Bristfällig detektionsanläggning	3
Ingen automatisk detektion	0

P7 Brandbelastning

Med *Brandbelastning* avses kvoten mellan den sammanlagda värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av allt brännbart material i en brandcell (inklusive del av byggnadskonstruktioner) och brandcellens totala omslutningsarea. *Brandbelastningen* anges i MJ/m². Här är det viktigaste att användaren kan göra sig en snabb uppfattning om den totala brandbelastningen. Det är inte tänkt att *brandbelastningen* skall räknas ut exakt utan bara uppskattas.

Betygsfördelningen för parametern brandbelastning

Brandbelastning	Betyg
Låg, mindre än 50 MJ/m ²	5
Medel, 50 till 200 MJ/m ²	3
Hög, 200 till 400 MJ/m ²	1

P8 Hastigheten på brandförloppet

Här avses främst vilken sorts material det är som brinner och vilken effekt detta material utvecklar vid brand. Det vill säga hur snabbt kommer branden att växa och hur stor effekt kommer branden att utveckla.

Betygsfördelning för parametern hastigheten på brandförloppet

Hastigheten på brandförloppet	Betyg
Lokalen har stor golvarea och det är högt i tak. Materialet är lagrat i valfri konfiguration, svårantändligt material som inte bidrar till brandens utveckling, lagring på sådant sätt att spridning mellan olika lagringskollin är minimal. Mängden brandfarligt material är liten	5
Mycket brandfarligt material, lagrat längs golvet, stor spridningsrisk mellan lagringskollin, stor golvarea och högt i tak.	3
Mycket brandfarligt material, lagrat nära taket, branden har stora möjligheter att utvecklas snabbt, koncentrationen av brandfarligt material är hög. Lokalen har liten golvarea och låg takhöjd.	1

Frågedelen

Precis som i första omgången skall ni ta ställning till ett antal frågeställningar och göra era egna skattningar beroende på hur stor påverkan ni anser att de olika parametrarna har på de studerade strategierna.

Följande betygsskala skall användas i hela enkäten:

- 0 = Ingen påverkan alls
- 1 = Ytterst liten påverkan
- 2 = Inte viktig
- 3 = Viktig
- 4 = Mycket viktig
- 5 = Extremt viktig

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni tycker att de olika parametrarna är när de olika strategierna skall användas. Viktningarna skall göras utifrån den ovan presenterade skalan. Först får ni skatta parametrarna mot strategin kontrollera bränslet.

Ni skall ta ställning till följande frågor:

- 1) Hur viktig är parametern *Byggnad* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 2) Hur viktig är parametern *Ventilationsförhållanden* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 3) Hur viktig är parametern *Tid tills räddningstjänsten anländer* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 4) Hur viktig är parametern *Personals möjlighet att släcka* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 5) Hur viktig är parametern *Sprinkler* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 6) Hur viktig är parametern *Automatisk detektion* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 7) Hur viktig är parametern *Brandbelastning* om vi vill *Kontrollera bränslet*?
- 8) Hur viktig är parametern *Hastighet på brandförloppet* om vi vill *Kontrollera bränslet*?

		Kontrollera bränslet
1	Byggnad	
2	Ventilationsförhållanden	
3	Tid tills räddningstjänsten anländer	
4	Personals möjlighet att släcka	
5	Sprinkler	
6	Automatisk detektion	
7	Brandbelastning	
8	Hastighet på brandförloppet	

Nu skall ni skatta parametrarnas betydelse för strategin begränsa branden byggnadstekniskt. Skattningarna skall göras utifrån nedanstående skala.

- 0 = Ingen påverkan alls
- 1 = Ytterst liten påverkan
- 2 = Inte viktig
- 3 = Viktig
- 4 = Mycket viktig
- 5 = Extremt viktig

- 9) Hur viktig är parametern *Byggnad* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 10) Hur viktig är parametern *Ventilationsförhållanden* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 11) Hur viktig är parametern *Tid tills räddningstjänsten anländer* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 12) Hur viktig är parametern *Personals möjlighet att släcka* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 13) Hur viktig är parametern *Sprinkler* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 14) Hur viktig är parametern *Automatisk detektion* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 15) Hur viktig är parametern *Brandbelastning* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?
- 16) Hur viktig är parametern *Hastighet på brandförloppet* om vi vill *Begränsa branden byggnadstekniskt*?

		Begränsa branden byggnadstekniskt
9	Byggnad	
10	Ventilationsförhållanden	
11	Tid tills räddningstjänst anländer	
12	Personals Möjlighet att släcka	
13	Sprinkler	
14	Automatisk detektion	
15	Brandbelastning	
16	Hastigheten på brandförloppet	

Vi vill att ni skall ta ställning till hur viktiga ni tycker att de olika underparametrarna är för parametern *Byggnad*. Till er hjälp har ni fortfarande samma skala mellan 0 och 5. Även här skall ni bortse från summan av era viktningar.

- 0 = Ingen påverkan alls
- 1 = Ytterst liten påverkan
- 2 = Inte viktig
- 3 = Viktig
- 4 = Mycket viktig
- 5 = Extremt viktig

Ni skall ta ställning till följande frågeställningar:

- 17) Hur stor påverkan har *Byggnadsklassen* på parametern *Byggnad*?
- 18) Hur stor påverkan har *Brandcellsclassen* på parametern *Byggnad*?
- 19) Hur stor påverkan har *Brandcellsarean* på parametern *Byggnad*?

		Byggnad
17	Byggnadsklass	
18	Brandcellsclass	
19	Brandcellsarea	

Bilaga – B Resultat från intervjuer

Resultaten från de två intervjuomgångarna presenteras i Tabell B.1 till Tabell B.8 nedan. För strategierna *Kontrollera bränslet* och *Begränsa branden byggnadstekniskt* samt parametern *Byggnad* presenteras resultaten från båda intervju omgångarna. I det slutgiltiga resultatet används däremot endast skattningarna från andra omgången.

Tabell B.1. Betydelsen för att uppnå den övergripande målsättningen: Minimera skadegraden till följd av brand

Mål	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hindra Brandspridning	3	5	5	4	5	5	5	4	4
Hindra Brandgasspridning	5	3	3	4	4	5	4	5	5

Tabell B.2. Strategiernas påverkan på målet Hindra Brandspridning

Strategi	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Kontrollera bränslet</i>	3	3	4	4	3	5	4	3	4
<i>Bekämpa branden</i>	2	4	5	3	5	5	3	4	4
<i>Begränsa branden byggnadstekniskt</i>	5	3	3	4	5	5	5	5	5

Tabell B.3. Strategiernas påverkan på målet Hindra brandgasspridning

Strategi	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Kontrollera bränslet</i>	2	2	4	2	3	5	2	3	4
<i>Bekämpa branden</i>	2	5	5	2	4	5	3	3	4
<i>Begränsa branden byggnadstekniskt</i>	5	2	3	5	5	5	5	5	5

Tabell B.4. Parametrarnas påverkan på strategin Kontrollera bränslet.

Resultaten från första omgången är markerade med grått

	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
<i>Byggnad</i>	0	2	3	2	1	1	4	4	4	4	5	4	2	4	0	3	3	3
<i>Ventilationsförhållanden</i>	0	0	0	0	2	2	2	2	1	0	1	1	1	3	2	2	1	1
<i>Tid tills räddningstjänst anländer</i>	0	0	0	0	1	2	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1
<i>Personals möjlighet att släcka</i>	1	1	0	0	0	3	4	1	0	0	0	0	1	3	2	2	1	1
<i>Sprinkler</i>	4	4	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	4	5	0	0	4	1
<i>Automatisk detektion</i>	3	3	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0
<i>Brandbelastning</i>	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	3	4
<i>Hastighet på brandförloppet</i>	4	4	3	3	5	4	4	4	5	5	4	4	1	2	4	4	4	4

Tabell B.5. Parametrarnas påverkan på strategin Bekämpa branden

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Byggnad	2	3	3	1	4	3	1	2	0
Ventilationsförhållanden	3	3	4	1	4	0	2	2	3
Tid tills räddningstjänst anländer	4	2	5	2	5	4	3	3	4
Personals möjlighet att släcka	4	4	5	4	5	5	2	4	4
Sprinkler	5	5	4	4	5	5	5	4	5
Automatisk detektion	4	3	5	3	5	3	3	4	4
Brandbelastning	2	3	4	3	2	3	4	3	4
Hastighet på brandförloppet	4	4	5	4	5	4	3	5	4

Tabell B.6. Parametrarnas påverkan på strategin Begränsa branden byggnadstekniskt

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Byggnad	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ventilationsförhållanden	4	4	3	3	5	4	2	4	0
Tid tills räddningstjänst anländer	4	4	3	2	2	2	1	1	0
Personals möjlighet att släcka	2	2	0	0	2	2	1	1	0
Sprinkler	0	0	2	2	3	3	3	3	0
Automatisk detektion	0	1	2	2	3	2	2	2	0
Brandbelastning	4	4	5	5	2	2	4	4	5
Hastighet på brandförloppet	2	2	3	3	2	2	2	4	5

Tabell B.7. Underparametrarnas påverkan på parametern Byggnad

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Byggnadsklass	1	5	3	4	2	2	2	3	4
Brandcellsklass	4	3	4	4	3	4	4	4	3
Brandcellsarea	5	4	3	3	4	4	4	4	4

Tabell B.8. Underparametrar påverkan på parametern Personals möjlighet att släcka

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Insatsförutsättningar	5	4	3	5	4	5	3	4	4
Tillgång till släckutrustning	2	3	5	3	5	5	5	4	5

Bilaga – C Fallstudie

Ni skall använda riskvärderingsmodellen för att bedöma risken i två stycken industrier. För respektive industri kommer en beskrivning ges om brandtekniska installationer, byggnadens utformning och annan information vilken är nödvändig för att göra värderingen. De båda fallen är baserade på information från två verkliga industrier.

Riskvärderingsmodellen utgörs av två delar. En indexmodell vilken syftar till att ta fram en brands spridningspotential i byggnaden och en metod för att ta fram brandfrekvensen i den samma. Måtten som fås från dessa skall sedan kombineras för att ta fram ett riskvärde på de aktuella byggnaderna. Detta sista steg skall ej göras i denna utvärdering.

Industriernas i sin helhet skall värderas, värderingen skall spegla hela industrin och inte endast enskilda delar. Detta kan speciellt vara svårt vid värdering av en brands spridningspotential, med indexmodellen.

Innan riskvärderingsmodellen appliceras på industribyggnaderna skall en intuitiv skattning, efter genomgång av de båda fallen, göras med avseende på i vilken av de båda industrierna brandspridningspotentialen respektive brandfrekvensen är högst (brandspridningspotentialen och brandfrekvensen är oberoende av varandra). I redovisningstabellen nedan skall det objekt med störst brandfrekvens respektive det objekt som har högst brandspridningspotential markeras.

Alla brandtekniska installationer till exempel sprinkler och detektorer förutsätts fungera vid brand. Även brandcellsgränser förutsätts uppfylla det utsatta kravet (genomföringar, dörrar med mera OK).

I de fall där ni gör avvägningar och/eller uppskattningar ber vi er att tydligt motivera era val.

De inledande intuitiva skattningarna skall redovisas med gjorda antagande.

Redovisningstabell. Markera vilket objekt som har högst brandfrekvens respektive högst brandspridningspotential

Objekt	Brandfrekvens	Brandspridningspotential
1		
2		

Objekt 1

I byggnaden som skall studeras sker det primärt underhåll och reparationer av flygmotorer. Den totala byggnadsarean uppgår till 23 000 m². Nedan kommer de förutsättningar att presenteras som påverkar företagets riskbild:

Byggnadsutformning

Den bärande stommen i byggnaden utgörs av prefabricerade betongplattor och betongpelare. Takkonstruktionen består av bågformade lättbetongvalv med ovanliggande papp, som hålls samman av dragstänger i oskyddat stål. Byggnadens fasad består av plåt och tegel. Begränsad rumsindelning förekommer, men få väggar går ända upp till taket, vilket innebär att lokalen i stort sett är helt öppen i taknivå. Takprofilen är bågvalv med lanterniner och höjd till underkant balk är 4,3 meter. Takhöjden tillnocken är 6 meter.

Brandskydd

I byggnaden finns ett brandlarm som vid larm ger en hänvisning till den del av byggnaden där larmet utlöstes. Detekteringen sker med rökdetektorer med ett detektionsområde på 150 kvadratmeter, i kombination med värmedetektorer. Brandlarmet är vidarekopplat till den kommunala räddningstjänsten (insatstid 10 min), men under dagtid är larmet fördröjt några minuter beroende på att det finns en industribrandkår och denna förväntas hantera samtliga mindre bränder inom industrin. Det finns även ett akustiskt utrymningslarm som aktiveras på larm från minst två brandlarmsektioner.

Handbrandsläckare finns utplacerade i hela verkstaden med ett maximalt gångavstånd på 25 meter. På de platser där verksamhet med större brandrisk bedrivs finns släckutrustning tätare. Kritiska ställen där brandutvecklingen förväntas bli mycket snabb har utrustats med punktskydd i form av kolsyresläckare. I byggnaden finns även två inomhusbrandposter. Brandgasventilation kan skapas manuellt av räddningstjänsten genom att ta håll i de öppningar som är avsedda för ljusinsläpp (fönster).

Personal

I byggnaden arbetar cirka hundra personer. Större delen av arbetsstyrkan arbetar dagtid, men det förekommer även visst skiftarbete. Detta innebär att det alltid befinner sig folk i byggnaden mellan klockan 06.00 och klockan 23.00 på vardagar. Resterande tider finns det som regel någon eller några personer på plats och det sker även rondering av ett vaktbolag.

Överblickbarheten i byggnaden är generellt sett bra. Dock finns det en del dolda utrymmen i byggnaden där det är sannolikt att en brand inte upptäcks innan den detekteras av rökdetektor.

För ett par år sedan genomgick all personal tre dagars utbildning i självskydd och bland annat hantering av handbrandsläckare. I dag har cirka 80 procent av personalen denna utbildning. Personal som arbetar med mer utsatt verksamhet har genomgått särskild utbildning.

Riskbild

Byggnaden delades in i 10 olika block för att underlätta riskidentifieringen. Indelningen har gjorts i huvudsak utifrån verksamhetstyp. Utifrån dessa block identifierades de mest potentiella brandriskerna samt att en uppfattning om brandbelastning och förhållanden inom byggnaden ges. Hela byggnaden är i stort sett osektionerad (alltså en enda brandcell 23 000 m²). Nedan ges en presentation av riskbilden för respektive block:



Block 1:

Block 1 utgörs av en öppen yta med kombinerad verkstads- och kontorsmiljö. Det förvaras mycket papper och pärmar i kontorsdelen. I verkstadsdelen finns bland annat ett pallställage för förvaring av motordelar i plastemballage.

Block 2:

I block 2 finns en tvättanläggning där motordelar tvättas i lut och syra. Förutom vätskebad finns även spolskåp med fotogen. I nära anslutning till tvättkaren finns kabelstegar, vilket innebär risk för kabelbrand. I anslutning till tvättanläggningen finns ett mindre rum för spricksökning där bland annat fotogen används. I detta block finns även blästrar samt ett pallställage med en truckladdningsplats i direkt anslutning.

Block 3:

Block 3 är brandtekniskt avskilt från övriga verkstaden på grund av den brandfarliga verksamhet som förekommer i form av sprutmålning och uppvärmning i ugnar. I samband med sprutmålning hanteras stora mängder lösningsmedel. Boxarna som används för sprutmålning är dock försedda med ventilation, och sprutmålningen kan inte utföras om ventilationen är ur funktion. Även ugnarna utgör en risk och flera brandlarm har orsakats på grund av att de har öppnats för tidigt och rök vällt ut i lokalen.

Block 4:

I block 4 är maskiner, arbetsbänkar, verktygsställ, motordelar samt kablage och monitorer tätt placerade. De största brandriskerna bedöms vara maskinhaverier. Vissa maskiner är speciellt brandfarliga, men samtliga av dessa är utrustade med punktskydd.

Block 5:

I Block 5 förekommer svetsning och maskinbearbetning. I lokalen utgörs brandbelastningen till största del av maskiner.

Block 6:

Block 6 används för maskinbearbetning och innefattar ett flertal stora och små maskiner. I detta block inträffade en brand för tre år sedan på grund av ett maskinhaveri.

Block 7:

I block 7 finns tätt placerade maskiner, arbetsbänkar och verktygsställ. Det finns även ett pallställage för förvaring av motordelar på träpallar och i mindre plastbackar. Bredvid stället finns en truckladdningsplats.

Block 8:

Block 8 kan delas in i två delar. Den ena delen utgörs av en övningsverkstad. I den andra delen av blocket finns många äldre maskiner. Utformningen av maskinerna gör att spridningen av en eventuell brand är begränsad. I blocket finns även en yta avsedd för uppställning av motordelar där ingen brandfarlig verksamhet bedrivs.

Block 9:

I block 9 finns pallställage för förvaring av motordelar.

Block 10:

Block 10 är uppdelat i flera mindre rum som är avsedda för bänkarbete som till exempel svetsning. I rummen finns arbetsbänkar, ställ för verktygsförvaring samt en del mindre maskiner.

I blocket finns också ett fikarum där eluttag för kaffebryggare och dylikt regleras av manuell timer. Mellan de mindre rummen finns en gång där en kabelstation med elskåp och kabelstegar har placerats. Kablarna fortsätter på en kabelstege upp till taket. Intill kabelstationen finns en truckladdningsplats och bredvid denna finns ett pallställage för förvaring av motordelar.

Objekt 2

I byggnaden tillverkas det elektronikutrustning. Den totala byggnadsarean uppgår till cirka 40 000 m². Nedan kommer de förutsättningar att presenteras som påverkar företagets riskbild:

Byggnadsutformning

Bärande väggar och bjälklag är utförda i betong. Takets bärande konstruktion består av betong och stålbalkar. Ovanpå dessa stålbalkar vilar trapetsprofilerad plåt med mineralullsisolering. Fasaden består av tegel. Taket har ett väderskydd av tjärpapp. Invändigt är takhöjden cirka 10 meter.

Brandskydd

Byggnaden är försedd med ett heltäckande sprinklersystem och automatiskt brandlarm vidarekopplat till den kommunala brandkåren. Vissa av maskinerna i byggnaden är försedda med fasta släcksystem (koldioxid).

Räddningstjänsten har en insatstid på cirka åtta minuter. Ingen industribrandkår finns.

Släckutrustning är tillgänglig inom 25 meter från varje plats i byggnaden. Handbrandsläckare och brandposter är väl utmärkta och synliga. Överblickbarheten i byggnaden är överlag god och de flesta av ytorna i byggnaden är bemannade.

Det finns ingen brandgasventilation i byggnaden.

Personal

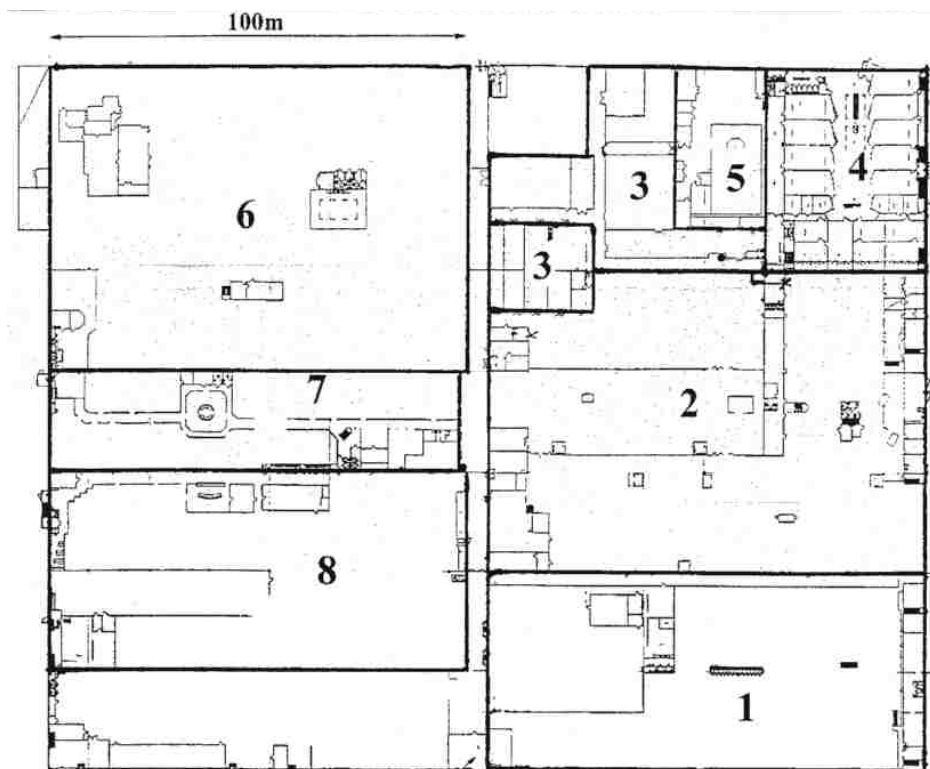
Det arbetar cirka 700 personer i byggnaden. Större delen av arbetsstyrkan arbetar dagtid. Resterande tider finns det som regel någon eller några personer på plats och det sker även rondering av ett vaktbolag.

Samtliga i personalen genomgår, med två års intervall, utbildning innefattande brandsläckning och förebyggande brandskydd, vilket gör att personalen förväntas kunna ingripa och släcka en mindre brand.

Riskbild

Byggnaden delades in i 8 olika block för att underlätta riskidentifieringen. Indelningen har gjorts i huvudsak utifrån verksamhetstyp. Utifrån dessa block identifierades de mest potentiella brandriskerna samt att en uppfattning om brandbelastning och förhållanden inom byggnaden ges.

Byggnaden är uppdelad i ett antal brandceller (REI 60), varje block representerar en brandcell.



Block 1

Verkstad (5500 m²). I detta utrymme tillverkas kretskort. Brandbelastningen i lokalen utgörs av mycket elektrisk utrustning samt kartonger för förvaring. Väggarna täcks bitvis av lagerhyllor där det förvaras komponenter till kretskort (cirka 2 meter). I detta block har två bränder inträffat under de två senaste åren.

Block 2

Verkstad (9000 m²). I lokalen tillverkas mätutrustning för metallindutrin. Inom brandcellen finns kontor där det finns mkt papper. I lokalen lagras brännbart material till en höjd av 4 meter utefter större delen av väggarna i lokalen. I detta block har en brand inträffat under de två senaste åren.

Block 3

Förråd (2000 m²). Detta utrymme används som förråd och påminner om ett lager. Lagringshöjden på vissa ställen är omkring 4 meter. Det lagrade materialet utgörs av delar till kretskort.

Block 4

Kontor (4500 m²). I denna del av byggnaden bedrivs administrativt arbete. ”Typisk kontorsmiljö”.

Block 5

Testlokal (1000 m²). I detta område testas elektronikkomponenter. Ungefär halva området är kontor och andra halvan en avancerad testanläggning. Kontoret ser ut som vilket annat kontor som helst och utgör ingen speciell brandrisk. Det speciella rum där provningarna genomförs är klätt med absorbenter (obrännbara). Eftersom rummet utnyttjas för tester kan i princip vad som helst finnas där. Vanligtvis rör det sig om en mindre mängd elektrisk utrustning och eventuell brännbart material för förvaring (t.ex. träpallar).

Block 6

Verkstaden (8000 m²). I denna lokal sker manuell montering av elektrisk utrustning. Montering sker vid arbetsstationer som är spridda över lokalen. Vid arbetsstationerna förekommer en hel del kartonger och annat brännbart material. I lokalen förekommer också en del lagring. Lagringshöjden är i många fall (längs väggarna) ända upp till taket (10 meter). Förutom lagringen längs väggarna förekommer också lagerhyllor ute i lokalen, dessa är dock något lägre (cirka 5 meter).

Block 7

Kontor (2500 m²). I detta område finns kontorslokaler. Taket består av ett nerpendlat undertak och takhöjden är normal rumshöjd. Kontoret är uppbyggt som ett traditionellt kontorslandskap med skärmväggar som skiljer arbetsplatserna åt.

Block 8

Verkstad (6000 m²). I verkstaden tillverkas kretskort i fyra produktionslinjer. Förutom dessa linjer finns ett tjugotal testplatser där de färdiga komponenterna testas innan förpackningen. Utefter väggarna finns hyllor för lagring (cirka 5 meter) av färdiga komponenter i förpackning.

Handledning

Detta är en handledning till den presenterade riskvärderingsmodellen. Modellen är indelad i två olika delar. I första delen skall anläggningens brandfrekvens beräknas och uppdateras med ny information och i andra delen skall en brands möjliga spridningspotential beräknas.

Beräkning av brandfrekvens

För att ta fram den aktuella brandfrekvensen måste den studerade industrins totala golvyta vara känd.

Tillander och Keski-Rahkonen tog fram en funktion som beskriver sambandet mellan brandfrekvensen och golvytan utifrån finsk brandstatistik. Uttrycket som beskriver det statistiska materialet är summan av två stycken andragsgradsfunktioner. Funktionen nedan beskriver brandfrekvensen λ .

$$\lambda = c_1 \times A^r + c_2 \times A^s \quad \text{Ekvation C.1}$$

där A är golvytan i m^2 och c_1, c_2, r och s är dimensionslösa koefficienter. Värdena på de fyra olika koefficienterna, vilka är anpassade för att beskriva brandfrekvensen i en industribyggnad, är följande:

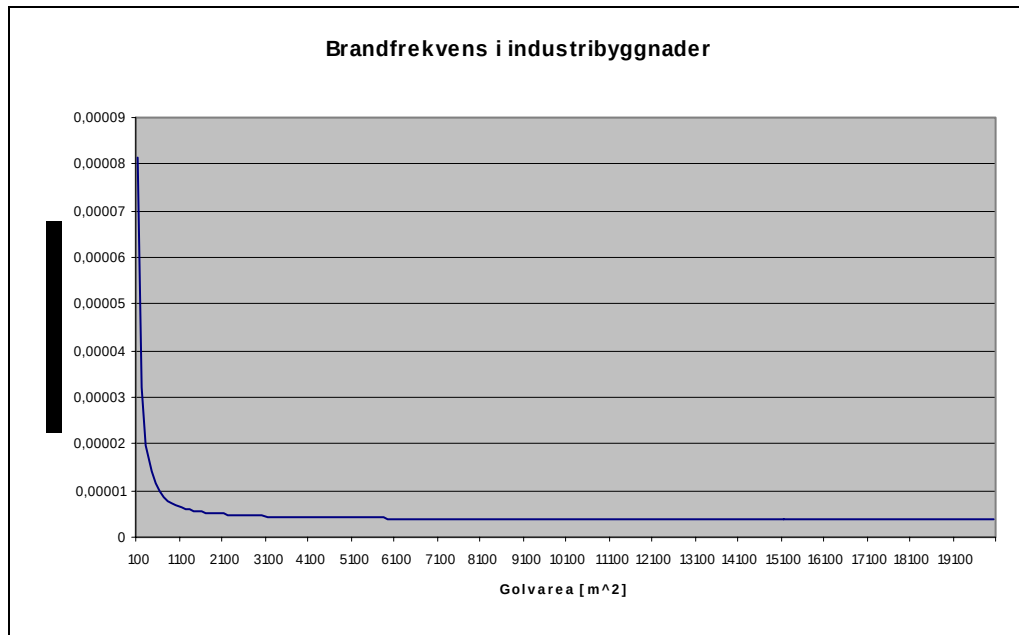
$$c_1 = 0,07$$

$$c_2 = 6 \cdot 10^{-6}$$

$$r = -1,48$$

$$s = -0,05$$

I Figur C.1 visas kurvan, vilken beskriver funktionen med de insatta koefficienterna ovan.



Figur C.1. Statistik från finska skadedatabasen PRONTO

Uttrycket antas vara användbart för att ta fram brandfrekvensen i industribyggnader med en golvarea $>100 \text{ m}^2$.

Figur C.1 visar att brandfrekvensen ändrar sig mest i intervallet 100-1000 m^2 , därefter planar den ut för att från ca 3000 m^2 nästan vara på en konstant nivå.

Den beräknade brandfrekvensen skall även uppdateras med information från den specifika anläggningen. Denna information består av data över hur många bränder som har inträffat under en viss tidsperiod. Uppdateringen med Baye's sats beskrivs kortfattat nedan (för utförligare beskrivning och diskussion om Baye's sats se Schlyter et. al. 2004):

- Brandfrekvensen beräknas enligt tabell C.1.
- En kontinuerlig apriorifördelning antas följa en gammafördelning.
- Parametrarna α och β beräknas och uppdateras enligt tabell C.2.

Tabell C.1. Beräkning av brandfrekvens enl. ekv. C.1

Byggnad	Area [m ²]	Brandfrekvens	Antal år det finns informa- tion från [t]	Antal bränder som inträffa- de under tidsperioden t [t]
		[λ]		
		$(\underline{A_{\text{rean}}}) \times (0,07 \times (\underline{A_{\text{rean}}})^{(-1,48)} + 6 \cdot 10^{-6} \times (\underline{A_{\text{rean}}})^{(-0,05)}) = \underline{\hspace{2cm}}$		
		$(\underline{\hspace{1cm}}) \times (0,07 \times (\underline{\hspace{1cm}})^{(-1,48)} + 6 \cdot 10^{-6} \times (\underline{\hspace{1cm}})^{(-0,05)}) = \underline{\hspace{2cm}}$		
		$(\underline{\hspace{1cm}}) \times (0,07 \times (\underline{\hspace{1cm}})^{(-1,48)} + 6 \cdot 10^{-6} \times (\underline{\hspace{1cm}})^{(-0,05)}) = \underline{\hspace{2cm}}$		

Tabell C.2. Uppdatering enligt Baye's sats

Byggnad	Apriori			Posteriori		
	Brand- frekvens E(λ)	B	α	α'	β'	Brandfre- kvens E(λ')
		1	$\beta \times E(\lambda) = \underline{\hspace{2cm}}$	$\alpha + r = \underline{\hspace{2cm}}$	$\beta + t = \underline{\hspace{2cm}}$	$\alpha' / \beta' = \underline{\hspace{2cm}}$
		1				
		1				
Brandfrekvens efter Bayesiansk uppdatering						Σ = <u> </u>

Den uppdaterade brandfrekvensen kan nu utläsas för anläggningen.

Beräkning av brandspridning

Teorin som ligger till grund för indexmodellen och metodiken som har använts för att ta fram vikterna beskrivs utförligt i Schlyter et. al. (2004).

Betygsbedömningarna skall göras utifrån de förslag på betygsfördelningar som presenteras efter beräkningstabellen.

Parameter		Vikter	Betyg	Produkt	
		[A]	[B]	[A*B]	
	Byggnadsklass	0,34			↩
	Brandcellsclass	0,33			↩
	Brandcellsarea	0,32			↩
				Summa	
	Byggnad		0,16		↩
	Ventilationsförhållanden		0,12		
	Tid tills räddningstjänsten anländer		0,08		
	Personalens insatsförutsättningar	0,5			↩
	Tillgång till släckutrustning	0,5			↩
				Summa	
	Personals möjlighet att släcka		0,09		↩
	Sprinkler		0,13		
	Automatisk detektion		0,09		
	Brandbelastning		0,17		
	Hastighet på brandförloppet		0,16		
SUMMA					

Betygsfördelningar och beslutsregler

Parametrar

För att studera i vilken grad strategierna fungerar och tillämpas har åtta olika parametrar identifierats. Dessa åtta parametrar är naturligtvis inte de enda som påverkar de tre strategierna, men på grund av att enkäten inte skulle bli för omfattande gjordes ett urval. Till varje parameter presenteras även parametrarnas betygsfördelning.

Den genomgående tankegången är att betygen sätts enligt en skala mellan 0 och 5. Där 5 är bästa betyget och 0 det sämsta. De betygsfördelningarna som presenteras är inga fasta regler utan visar mer vad vi tycker att de olika betygen motsvarar. Som ni kommer att se har vi inte gjort förslag på alla betygsstegen utan vi har försökt att peka ut vissa brytpunkter som vi tycker är viktiga. Men det är viktigt att komma ihåg att användaren hela tiden har möjlighet att lägga in egna subjektiva skattningar vid betygssättningen.

P1 Byggnad

Med parametern Byggnad beskrivs byggnadens förmåga att hindra brand- och brandgas-spridning. Detta sker genom att underparametrarna *Byggnadsklass*, *Brandcellsclass* och *Brandcellsarea* mäts och betygssätts.

Byggnadsklass definieras utifrån de klasser som If använder för att klassificera industribyggnader. Denna klassificering tar främst hänsyn till vilka material som har använts men till viss del även byggnadssättet.

Betygsfördelning för underparametern byggnadsklass

Byggnadsklass	Betyg
Brandsäker byggnad (Fire resistant)	5
Icke brännbar byggnad (Non combustible)	4
Brännbar byggnad (Combustible)	1

Brandcellsklass klassificeras utifrån vilken tid de brandcellskiljande byggnadsdelarna klarar av att hindra genomsläpp av flammor och gaser samt värmespridning genom konstruktionen. Här används främst definitioner hämtade från BBR 2002. För att hindra brandspredning och brandgasspredning är det viktigt att titta på byggnadsdelarnas isolerande och avskiljande egenskaper samt deras integritet.

Betygsfördelning för underparametern brandcellsklass

Brandcellsklass	Betyg
Klass EI 90 eller bättre	5
Klass EI 60	4
Klass EI 30	2
Sämlre än EI 30	1

EI står för integritet och isolering och åtföljs av ett tidskrav, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 eller 360 minuter. Detta betyder att under den tid som är angiven skall byggnadsdelen klara kravet på integritet och isolering.

Brandcellsarea kommer att klassas utifrån hur stor golvarea den största brandcellen i byggnaden har. Betygsförslagen till denna underparameter är hämtade från Gretenermethoden och från Brandskyddshandboken.

Betygsfördelning för underparametern Brandcellsarea

Brandcellsarea	Betyg
< 1000 m ²	5
1000 – 5000 m ²	3
5000 – 10000 m ²	1
> 10000 m ²	0

P2 Ventilationsförhållanden

Med ventilationsförhållanden menas vilka förutsättning det är i byggnaden för att ventileras ut brandgaser. Alla konstruktioner och öppningar vilka kan vädra ut brandgaser skall beaktas. Här är det viktigt att både ta hänsyn till termisk ventilation och mekanisk ventilation. Med termisk ventilation menas öppningar i väggar och tak där brandgaserna kan transporteras ut genom att de varma brandgaserna har en termisk stigningskraft. Med mekanisk ventilation avses här ventilations system med fläktar vilka används för att transportera bort brandgaser.

Betygsfördelning för parametern ventilationsförhållanden

Ventilationsförhållanden	Betyg
Mekanisk brandgasventilation (fläktar) och tillräckligt med tilluftsöppningar	5
Fjärmanövrerade brandgasluckor	4
Brandgasluckor med smältbleck eller öppningar i tak vilka kan öppnas av räddningstjänsten.	2
Portar som kan öppnas för att vädra ut brandgaser	1
Mycket små möjligheter att ventileras bort brandgaser	0

P3 Tid till räddningstjänst anländer

Här avses den tid det tar för första räddningstjänst att anlända till olycksplatsen. Det vill säga hur lång tid tar det normalt för räddningstjänsten att besvara ett larm på anläggningen. Med räddningstjänst menas alla sorters brandförsvär även industribrandkårer. Det är även viktigt att ta hänsyn till räddningstjänstens möjligheter att göra en insats. Till exempel kan det vara viktigt att studera vilka möjligheter räddningstjänsten har att skaffa fram släckmedel.

Betygsfördelning för parametern tid tills räddningstjänst anländer

Tid tills räddningstjänst anländer	Betyg
0 – 5 minuter	5
5 – 10 minuter	3
10 – 15 minuter	2
15 – 20 minuter	1
> 20 minuter	0

P4 Personals möjlighet att släcka

För att kontrollera vilka möjligheter personalen har att snabbt ingripa och effektivt släcka en uppkommen brand kommer två underparametrar att mätas och betygsättas. Dessa är Personalens insatsförutsättningar och Tillgång till släckutrustning.

Med Personalens insatsförutsättningar menas här vilken möjlighet personalen har att ingripa mot en brand. Denna underparameter tar hänsyn till personalens utbildningsnivå, personaltäthet i byggnaden och vilken upptäcktsmöjlighet som råder i byggnaden. Betygsfördelningen för denna underparameter presenteras i beslutsmatrisen nedan.

Beslutsmatris med betygsfördelning för underparametern personalens insatsförutsättningar

Personals möjlighet att upptäcka en brand	D	D	D	D	B	B	B	B
Personaltäthet	L	L	H	H	L	L	H	H
Utbildningsnivå	L	H	L	H	L	H	L	H
Betyg	0	1	1	2	3	4	4	5

I denna beslutsmatris bedöms först personalens möjlighet att upptäcka en brand i byggnaden. Dessa bedöms utifrån hur lätt det är att överblicka byggnaden och de lokaler som ingår i byggnaden. Det vill säga i vilken grad finns det väggar, stora maskiner och andra konstruktioner som gör att vissa delar av lokalen är dolda för personalen. Detta bedöms i stegen Bra eller Dålig.

Efter detta bedöms personaltätheten i byggnaden och denna kan anges som hög eller låg. Med hög personaltäthet avses att det finns tillräckligt med personal i byggnaden för att alla möjliga tändkällor skall vara möjliga att upptäcka. Det vill säga i byggnaden vistas det, under den tid verksamheten är igång, personal i tillräcklig omfattning och så fördelade över ingående lokaler att chansen att tidigt upptäcka och bekämpa brand är stor.

Sist studeras personalens utbildningsnivå, vilken kan graderas som hög eller låg. Denna gradering beror på vilken sorts utbildning personalen har genom gått samt hur ofta dessa kunskaper repeteras genom realistiska övningar.

Betygsfördelningen för underparametern tillgång till släckutrustning är baserad på kvalitativa uppskattningar av hur tillgången ser ut. Med släckutrustning menas handbrandsläckare och centrumrullar m.m.

Betygsfördelning för underparametern tillgång till släckutrustning

Tillgång till släckutrustning	Betyg
Det finns mycket släckutrustning, den är tydligt utmärkt och alltid tillgänglig, avståndet till närmaste släckutrustning överstiger aldrig 25 m.	5
Släckutrustning finns men är dåligt markerad eller blockerad	3
Släckutrustning saknas eller är icke funktionsduglig	0

P5 Sprinkler

Med parameter Sprinkler avses alla olika sorters sprinkleranläggningar. Ingen viktning eller jämförelse görs mellan olika typer av släckmedel utan endast i vilken grad anläggningen är sprinklad eller inte.

Betygsfördelning för parametern sprinkler

Sprinkler	Betyg
Objektet är helsprinklat och sprinklersystemet är rätt dimensionerat, vidare är underhållet perfekt	5
Objektet är helsprinklat, men bristande underhåll och/eller felaktig dimensionering	3
Endast punktsprinkler finns på vissa delar	2
Ingen sprinkleranläggning finns	0

P6 Automatisk detektion

Här avses varje form av automatisk detektion och ingen jämförelse görs mellan olika sorters detektorer utan endast om det finns en anläggning samt hur heltäckande denna är tas med i beräkningarna.

Betygsfördelning för parametern automatisk detektion

Automatisk detektion	Betyg
Mycket bra heltäckande anläggning med perfekt underhåll	5
Bristfällig detektionsanläggning	3
Ingen automatisk detektion	0

P7 Brandbelastning

Med Brandbelastning avses kvoten mellan den sammanlagda värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av allt brännbart material i en brandcell (inklusive del av byggnadskonstruktioner) och brandcellens totala omslutningsarea. Brandbelastningen anges i MJ/m². Här är det viktigaste att användaren kan göra sig en snabb uppfattning om den totala brandbelastningen. Det är inte tänkt att brandbelastningen skall räknas ut exakt utan bara uppskattas.

Betygsfördelningen för parametern brandbelastning

Brandbelastning	Betyg
Låg, mindre än 50 MJ/m ²	5
Medel, 50 till 200 MJ/m ²	3
Hög, 200 till 400 MJ/m ²	1

P8 Hastigheten på brandförloppet

Här avses främst vilken sorts material det är som brinner och vilken effekt detta material utvecklar vid brand. Det vill säga hur snabbt kommer branden att växa och hur stor effekt kommer branden att utveckla.

Betygsfördelning för parametern hastigheten på brandförloppet

Hastigheten på brandförloppet	Betyg
Bygganden har stor golvarea och det är högt i tak. Lagring sker endast på ett fåtal platser. Materialet är lagrat i valfri konfiguration med svårantändligt material som inte bidrar till brandens utveckling, lagringen sker på sådant sätt att spridning mellan olika lagringskollin är minimal. Mängden brandfarligt material är liten.	5
Mycket brandfarligt material, lagrat längs golvet, stor spridningsrisk mellan lagringskollin, stor golvarea och högt i tak. Lagring sker på stora delar av byggnadens yta.	3
Mycket brandfarligt material, lagrat nära taket, branden har stora möjligheter att utvecklas snabbt, koncentrationen av brandfarligt material är hög. Byggnaden har liten golvarea och låg takhöjd. Lagringen sker över hela byggnadens yta.	1