

Alternativ utformning av brandskydd vid särskilt boende för personer med vårdbehov

Johan Lindberg

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

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5293, Lund 2009

**Alternativ utformning av brandskydd vid särskilt boende
för personer med vårdbehov**

Johan Lindberg

Lund 2009

Alternativ utformning av brandskydd vid särskilt boende för personer med vårdbehov

Johan Lindberg

Report 5293

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5293--SE

Number of pages: 47

Keywords

Fire protection design, alternative design, risk-based approach, event tree methodology

Sökord

Projektering av brandskydd, alternativ utformning, särskilt boende för personer med vårdbehov, riskbaserad brandskyddsutformning, händelseträdsmetodik.

Abstract

The report presents four different alternative designs for a nursing home or an accommodation for elderly people (special housing) that are possible to use with the installation of an automatic sprinkler system. The conclusion of the performed simulations and the subsequent discussion is that under certain conditions may be possible to integrate the lounge with corridors and that automatic door closers can be excluded. The alternative designs have been verified with a risk-based approach based on event tree methodology. With the use of a reference object it has been shown how the method can be applied to examine whether the requirements of Boverkets Building Regulations, BBR are met in the alternative designs

Disclaimer

Författaren ansvarar för innehållet i rapporten.

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

Brandteknik och Riskhantering

Lunds tekniska högskola

Lunds universitet

Box 118

221 00 Lund

Department of Fire Safety Engineering

and Systems Safety

Lund University

P.O. Box 118

SE-221 00 Lund

Sweden

Sammanfattning

I rapporten presenteras fyra olika alternativa utformningar av ett särskilt boende som kan vara möjliga att genomföra vid installation av ett automatiskt sprinklersystem. Slutsatsen av de genomförda simuleringarna och den efterföljande diskussionen är att det under vissa omständigheter är möjligt att integrera dagrum med korridorer, exkludera dörrstängare och ibland även genomföra båda dessa åtgärder samtidigt. Åtgärderna är något som kan underlätta för boende och personal och ge äldreboenden, gruppboenden och liknade en trevligare miljö.

Även om den använda metoden för kontroll av de alternativa utformningarna visar att samtliga av de fyra undersökta alternativen är möjliga att genomföra, är det viktigt att en utredning där även det organisatoriska brandskyddet vägs in genomförs i varje enskilt fall. I BBR avsnitt 5.31 står skrivet att utrymningssäkerheten bör anpassas till det organisatoriska brandskyddet. Tyvärr finns liten möjlighet att istället anpassa det organisatoriska brandskyddet efter utrymningsmöjligheterna.

Om de alternativa utformningarna är möjliga att använda har kontrollerats med hjälp av en riskbaserad metod baserad på händelseträdsmetodik. Utifrån ett typobjekt visas hur metoden kan användas för att utreda om de krav som ställs i Boverkets byggregler uppfylls vid alternativ utformning. Metoden tar dock inte hänsyn till samtliga organisatoriska faktorer och det är viktigt att dessa vägs in innan beslut om användandet av en alternativ utformning fattas.

För alternativa utformningar finns i Boverkets byggregler krav på att de ska ge ett lika bra brandskydd som när samtliga aktuella krav i regelverkets femte kapitel uppfylls. Därför finns i rapporten en inledande del som försöker fastställa dessa krav. Där beskrivs först de lagar och föreskrifter som måste följas vid brandskyddsprojekteringen av en byggnad. Därefter redogörs för vad föreskrifterna säger om projektering av brandskydd för särskilt boende. Eftersom det i föreskrifterna inte finns någon lista över kraven som gäller särskilt boende, definieras dessa slutligen för att fastställa med vad de alternativa utformningarna skall jämföras. Kraven vid förenklad dimensionering av särskilt boende föreslås innehålla minst följande:

- Byggnaden skall alltid vara av byggnadsklass Br1 eller Br2
- Personal skall alltid finnas närvarande
- Fönsterutrymning är ej tillåten
- Två separata utrymningsvägar skall alltid finnas och dessa får ej ersättas av ett Tr1- eller Tr2-trapphus
- Byggnaden skall vara utrustad med ett heltäckande brand- och utrymningslarm
- Varje lägenhet eller rum skall vara egen brandcell
- Dörrstängare skall finnas mot korridor
- Ventilationssystemet skall förhindra brandgasspridning mellan brandcellerna

Jämförelsen av de alternativa utformningarna och referensobjektet sker med hjälp av händelseträdd som innehåller de händelser i brandförloppet som är mest troliga att inträffa. För att beskriva sannolikheten för dessa händelser har statistik samlats in och litteratur studerats. Sedan har de konsekvenser som anses godtagbara tagits fram och summan av sannolikheten för dessa används som ett mått på säkerheten för varje alternativ. Jämförelsen simulerades med programvaran @Risk och resultaten användes för att dra slutsatser om alternativen kan accepteras eller ej.

Rapporten avslutas med en diskussion kring de svårigheter kring alternativ utformning författaren stött på, hur de osäkerheter som finns kan påverka resultatet av simuleringarna och vilka andra faktorer som spelar roll då beslut fattas för om alternativen kan accepteras.

Summary

The report presents four different alternative designs for a nursing home or an accommodation for elderly people (alternative forms of dwelling) that may be possible to use with the installation of an automatic sprinkler system. The conclusion of the performed simulations and the subsequent discussion is that it under certain circumstances may be possible to both integrate the lounge with corridors and exclude automatic door closers. Both actions are something that can help residents and staff and provide elderly homes and similar with a more pleasant environment.

Although the method used for verification of the alternative designs shows that all of the four options examined are possible to implement, it is important that an investigation in which the organizational fire protection are considered is made in each case. In Boverkets (The National Board of Housing, Building and Planning) Building Regulations, BBR Section 5.31 is written that the evacuation should be adapted with the organizational fire protection. Unfortunately, there is little opportunity to instead align the organizational fire protection after the possibilities to evacuate.

If the chosen alternative designs are it is possible to use have been checked with a risk-based approach, based on event tree methodology. With the use of a reference object it has been shown how the method can be applied to examine whether the requirements of BBR are met in the alternative designs. The method does not account for all the organizational factors and it is important that these are considered before a decision is taken.

In BBR there are requirements that alternative designs meet all current requirements of its fifth chapter. The report includes an initial part in which the author tries to determine these requirements. First the laws and regulations that must be met for fire protection design of a building are described. Then it is described what the rules say about the design of fire protection for alternative forms of dwelling. Since the regulations has no list of requirements that apply in alternative forms of dwelling, these are defined to determine what the alternative designs are to be compared with. The requirements for simplified design of special housing are proposed to at least include the following:

- The building must always be of a construction class Br1 or Br2
- Staff are always present
- Window escape is not allowed
- Two separate escape routes must be maintained and these must not be replaced by a Tr1- or TR2- stairwell
- The building must be equipped with a comprehensive fire and evacuation alarm
- Each apartment or room must be its own fire compartment
- Door closing devices shall be provided to doors entering the corridor
- The ventilation system shall prevent spread of fire and smoke between fire compartment

The comparison of the alternative designs and the reference object is made by using an event tree containing the events in the fire scenario that is most likely to occur. To find a probability that the event should occur, statistics were collected and literature studied. Then, the consequences that are considered acceptable were created and the sum of their probabilities is used as a measure of safety for each alternative design. The comparisons were simulated with

the computer software @Risk and the results were used to draw conclusions about if the alternative designs may be accepted or not.

The report concludes with a discussion of the difficulties surrounding the alternative design the author encountered, how the uncertainties in the probability distributions can affect the outcome of the simulations and what other factors play a role in deciding whether the alternative designs can be accepted or not.

Förord

Ett stort tack till mina handledare Johan Norén och Marcus Abrahamsson som hjälpt till med att reda ut begrepp och ta fram metoder för att genomföra arbetet. Tack också till Robert Jönsson och Fredrik Hiort samt övriga personer vid LTH, Briab, Boverket och de brandkonsultföretag som kommit med värdefulla kommentarer och svarat på en mängd frågor.



Johan Lindberg
bi05jl1@student.lth.se

Stockholm, maj 2009

Nomenklatur

Här förklaras några begrepp som ofta förekommer i rapporten och som kan vara bra att känna till för att underlätta läsandet.

Alternativ utformning. Ett alternativ till förenklad dimensionering av brandskyddet. Vid användandet av alternativ utformning måste en särskild utredning som visar att byggnadens totala brandskydd inte blir sämre än om samtliga aktuella krav i BBR uppfyllts göras. Innebörden av alternativ utformning beskrivs i BBR 5.11.

BBR. Boverkets byggregler, som är myndigheternas föreskrifter vilka skall följas vid projektering av brandskyddet. Om inget annat anges har BBR 15 (BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:6) utgiven den 26 maj 2008 används. Text hämtad från BBR är i rapporten markerad med grått.

Sprinklersystem. Med sprinklersystem menas ett automatiskt vattensprinklersystem som utformats med krav som lägst uppfyller Svenska Brandskyddsföreningens rekommendationer i skriften *Rekommendationer vid installation av boendesprinkler* (SBF, 2002).

Särskilt boende för personer med vårdbehov. En form av boende för funktionshindrade eller äldre människor som behöver kontinuerligt stöd eller vård av personal. Definitionen av särskilt boende för personer med vårdbehov återfinns i BBR 5:243. I rapporten används även den kortare formen särskilt boende.

Räddningsverket upphörde som myndighet under arbetets gång, den 1 januari 2009. Istället bildades en ny myndighet – Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte.....	2
1.3	Målgrupp	2
1.4	Vetenskaplig metod.....	2
1.4.1	Vald metod	2
1.5	Avgränsningar.....	3
1.6	Problemställning.....	3
1.7	Disposition	4
2	Förutsättningar för arbetet	5
2.1	Lagar, förordningar och föreskrifter.....	5
2.2	Förklaringar till BBR samt andra hjälpmedel.....	6
2.3	Alternativ utformning.....	6
2.4	Risikanalys	7
3	Brandteknisk projektering av särskilt boende.....	9
3.1	Historik	9
3.2	Särskilt boende i Boverkets byggregler	10
3.3	Boverkets konsekvensbeskrivning.....	11
3.4	Projekteringshandböcker	11
3.5	Tolkning av minimikrav för särskilt boende	12
3.6	Dagens särskilda boende.....	12
3.7	Framtidens särskilda boende	13
3.8	Automatisk vattensprinkler	14
4	Alternativ utformning av brandskyddet vid särskilt boende.....	17
4.1	Typobjekt.....	17
4.2	Referenslösning	18
4.3	Alternativa utformningar av typobjektet	18
5	Analys	21
5.1	Tillvägagångssätt	21
5.2	Jämförelseskriterium	22
5.3	Händelsetråd	22
5.4	Indata.....	23
5.5	Möjliga konsekvenser.....	28

5.6	Simuleringarna	28
5.7	Antaganden i simuleringarna	29
5.8	Resultat av analysen.....	30
5.9	Känslighetsanalys	36
5.10	Missade slutsценarion	38
6	Diskussion.....	39
6.1	Del 1 – Den utredande delen	39
6.2	Del 2 – De alternativa utformningarna.....	39
7	Slutsatser	43
8	Referenser	45
	Bilaga A – Händelsetråd	
	Bilaga B – Sannolikhetsfördelningar	

1 Inledning

Arbetet med rapporten började som ett projektarbete hos Briab – Brand och Riskingenjörerna AB, sommaren 2008. Rapporten växte och inkluderades i kursen Brandtekniskt Projektarbete, VBR 131, som är en del av Brandingenjörutbildningen vid Lunds Tekniska Högskola. Projektarbetet har dels bedrivits vid Briab, som finansierat rapporten, dels vid Lunds Tekniska Högskola.

1.1 Bakgrund

Vid nybyggnation av äldreboende, handikappboenden och liknande har medarbetarna på Briab ofta mottagit önskemål om att utföra dem med en planlösning som ger en hemlik miljö. Med hemlik miljö menas att boendena i så stor utsträckning som möjligt byggs för att likna en vanlig lägenhet till skillnad mot vad som förr var vanligt, likt en vårdavdelning på ett sjukhus. Det innebär i sin tur att det ges större utrymme för att möblera korridorer och ofta integreras korridoren med dagrum och liknande utrymmen för att skapa större, friare ytor. Ett annat vanligt önskemål från boende och personal på de äldreboenden som besöktes, är att det ska finnas möjlighet till att ha dörrarna till boenderummen stå mer eller mindre öppna, vilket leder till att traditionella dörrstängare inte kan användas.

Att ta bort dörrstängare och avskiljande väggar strider mot de föreskrifter som finns, då de innehåller krav på att samtliga rum skall vara brandtekniskt avskilda från korridoren, vilken räknas som utrymningsväg. För att uppfylla önskemålen måste istället godtagbara alternativa lösningar skapas. Nystedt (2001) beskriver att sprinkler använts för att ersätta andra tekniska lösningar som brandcellsavskiljningar, men även krav som att utrymningsvägar skall hållas fria från brännbart material. Sprinkler är idag en vanlig lösning till att kompensera för den försämring det innebär att ta bort andra brandskyddstekniska krav vid särskilt boende.

Då projektet påbörjades bestod uppgiften i att med hjälp av riskbaserade metoder verifiera en alternativ utformning av brandskyddet på ett särskilt boende där ett sprinklersystem används. I BBR 5.11 finns tydliga krav på att då en alternativ utformning används måste också en särskild utredning visa att byggnadens totala brandskydd inte blir sämre än om samtliga aktuella krav i BBR:s avsnitt 5 uppfyllts. Problemställningen växte då det uppstod svårigheter att exakt definiera vad den alternativa utformningen skulle jämföras med och tillämplig litteratur studerades för att exakt kunna definiera kraven.

Under tiden litteraturen studerades kom författaren att läsa en tidningsartikel som berättade att det funnits förslag på att ersätta personalen på äldreboenden med larm, framförallt nattetid. Kammarrätten i Stockholm har också fastslagit att det är en godtagbar lösning. (DN, 2006)

Att minska antalet anställda, och ersätta dem med larm, skulle påverka de alternativa utformningarna då de tar hänsyn till personalens ingripande vid en brand och det är därför viktigt att ta hänsyn till organisatoriska faktorer. Det finns även andra exempel på att förändringar i verksamheten förekommer. I en tidningsartikel i Räddningsverkets tidning Sirenen berättas om äldreboenden där *"verksamheten förändrats kraftigt. Det som en gång var pigga pensionärer är i dag äldre med omfattande vårdbehov"* (Ivansson, 2008).

Det finns alltså flera dimensioner att ta hänsyn till när alternativa utformningar skall verifieras, både byggnadstekniska och organisatoriska.

1.2 Syfte

Huvudsyftet med rapporten är att utreda om en alternativ utformning, med avseende på dörrstängare och avskiljande väggpartier, är möjlig att genomföra i ett särskilt boende då ett automatiskt sprinklersystem installeras. Detta för att hitta en acceptabel lösning till de önskemål om en öppnare planlösning och öppna dörrar, så som beskrevs i föregående avsnitt.

För att uppnå huvudsyftet har en del av projektet bestått i att studera de lagar och föreskrifter som styr projekteringen av brandskyddet. Boverkets konsekvensbeskrivningar och övriga rapporter, till exempel *Utrymningsdimensionering* (Boverket, 2006), har också studerats då dessa förklarar föreskrifterna. Även projekteringshandböcker som finns till hjälp studeras, eftersom de i stor utsträckning används som stöd vid projektering av brandskydd. Syftet med denna del av rapporten är att definiera de krav de alternativa utformningarna skall jämföras med.

1.3 Målgrupp

Rapporten riktar sig till personer med grundläggande kunskap i brandskyddsteknisk projektering.

1.4 Vetenskaplig metod

Det här avsnittet beskriver generella metoder som kan användas vid författandet av en vetenskaplig rapport och vilka av dessa metoder som tillämpas för att på bästa sätt uppfylla rapportens mål.

Med metod menas i allmänhet det praktiska vetenskapliga arbetet. De vetenskapliga metoder som används har krav på sig att vara kontrollerbara, upprepningsbara och individoberoende. Det är också viktigt att använda sig av sådana metoder som är allmänt accepterade för just den studie som genomförs, för att resultaten ska vara trovärdiga. (Paulsson, 1999).

När man väljer en arbetsmetod är det viktigt att se till att metoden är lämplig för det tillgängliga materialet, frågeställningen och hypoteser. En vetenskaplig metod kan ses som ett systematiskt sätt att undersöka verkligheten. Hur väsentliga fakta samlas in och används kommer att påverka resultatet av arbetet. (Ejvegård, 2003)

Ejvegård (2003) använder också de tre ledorden saklighet, objektivitet och balans för att beskriva grunden för ett vetenskapligt arbete. Med saklighet menas att de uppgifter som samlats in under arbetets gång måste vara korrekta för att vara användbara och det går inte utan vidare använda dem, utan att de först kontrollerats. Det är viktigt att veta när det går att lita på en andrahandskälla och när primärkällan istället måste sökas upp. För att arbetet skall vara objektivt är det viktigt att inga fördomar eller förutfattade meningar byggs in i arbetet och att alla sidors argument vägs in då meningsskiljaktigheter råder. Även hänsyn till källornas objektivitet måste tas så att det är fakta som används i arbetet och inte källförfattarens egna åsikter. Balans beskrivs som vitalt för att belysa det som är viktigt och inte lägga tid på detaljer. Både saklighet och objektivitet ryms i begreppet balans.

1.4.1 Vald metod

För att få en uppfattning om hur dagens särskilda boenden är utformade studerades ritningar av befintliga äldreboenden. Två olika äldreboende besöktes också för att skaffa sig kunskaper i den miljö de boende lever i och personalen har som arbetsplats.

Samtidigt undersöktes de brandtekniska lösningarna och dess eventuella påverkan på de boendes vardag och personalens arbetsmiljö.

Även två litteraturstudier genomfördes. Den första för att studera föreskrifter och rekommendationer för projekteringen av brandskydd vid särskilda boenden. Den andra för att finna statistik att använda vid konstruerandet av de händelseträdd som används vid verifieringen av den alternativa utformningen.

Som metod för verifiering av de alternativa utformningarna valdes en riskanalys med händelseträddmetodik. För att genomföra analysen användes simuleringar med programvara för probabilistiska beräkningar. Analysen innehåller flera osäkerheter som hanteras i en känslighetsanalys innehållande regressionsanalys, kompletterande simuleringar och resonemang.

1.5 Avgränsningar

Särskilt boende för personer med vårdbehov förekommer i olika slags byggnader med skillnad i planlösning, antal våningar och avdelningar, antal boende per avdelning och så vidare. Därför togs ett typobjekt fram som utgångspunkt för de jämförelser som gjordes. Typobjektet består av en avdelning vid ett särskilt boende och ingen utredning har gjorts för brandskyddet utanför den, eller för en hel byggnad med flera avdelningar. Förutom de brandtekniska lösningar som förekommer i jämförelserna antogs för de alternativa utformningarna och referensen att samtliga förutsättningar utanför den jämförda avdelningen var utförd helt i enlighet med BBR.

Varje brandscenario ger upphov till en unik konsekvens och för att kunna hantera alla dessa på ett enkelt sätt gjordes förenklingar där de olika konsekvenserna slogs samman i grupper.

Där brandsäkerheten för de alternativa utformningarna samt referenslösningen kvantifierats har hänsyn endast tagits till punkt 2 och 4 i Byggnadsverksförordningen § 4 (se avsnitt 2.1). Dessa är:

- Utveckling och spridning av brand och rök inom byggnadsverket begränsas
- Personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt

De övriga punkterna i § 4 exkluderades då de inte påverkas av skillnaderna mellan de alternativa utformningarna och referenslösningen.

1.6 Problemställning

Frågorna som rapporten försöker ge svar på är följande:

- Hur skall brandskyddet i särskilt boende för personer med vårdbehov dimensioneras för att följa rådande föreskrifter?
- Vilka typer av alternativa utformningar kan vara intressanta att använda för att möta dagens önskemål om öppnare planlösningar?
- Uppnår de valda alternativa utformningarna samma brandskyddsnivå som dagens föreskrifter?

1.7 Disposition

Nedan beskrivs kort hur rapporten är uppdelad och vad de olika delarna innehåller.

Bakgrund

Kapitel 1- Inledning

Beskriver bakgrunden och syftet med rapporten, samt upplägget av den.

Utredande del

Kapitel 2 – Förutsättningar för rapporten

Här beskrivs de lagar och föreskrifter som måste följas vid uppförandet av byggnader samt vilken hjälp till dem som finns. Här beskrivs också begreppet alternativ utformning och hur det i rapporten senare används samt teori angående riskanalyser.

Kapitel 3 – Brandteknisk projektering av särskilt boende

I kapitlet beskrivs hur dagens särskilda boenden ser ut och vilka delar av föreskrifterna som reglerar projekteringen av brandskyddet för dem. Även en kort beskrivning av tidigare föreskrifter presenteras.

Alternativ utformning av brandskyddet

Kapitel 4 – Alternativ utformning av brandskydd

Fyra alternativa utformningar som kan vara aktuella för att möta de önskemål om förändring som idag finns presenteras här. Ett typobjekt som brandskyddstekniskt projekteras i enlighet med BBR tas också fram för att fungera som referens för de jämförelser som senare skall visa om alternativen är acceptabla eller ej.

Kapitel 5 - Analys

Här beskrivs hur det är möjligt att med hjälp av en riskanalys kontrollera om de framtagna alternativa utformningarna uppfyller kraven BBR ställer. I kapitlet skildras hur processen gått till samt resultatet av analysen.

Avslutande del

Kapitel 6 - Diskussion

Hur resultaten från riskanalysen kan tolkas tas upp här, samtidigt som ett resonemang förs över varför resultaten ser ut som det gör och vilka möjligheter som finns för förbättring av dem. Även de problem och reflektioner som uppstått under arbetets gång diskuteras.

Kapitel 7 - Slutsatser

Här sammanfattas vilka slutsatser som kan dras utifrån rapporten.

2 Förutsättningar för arbetet

I Sverige finns flera lagar och förordningar som reglerar hur byggnader får uppföras för att de ska ha ett tillförlitligt brandskydd. I det här kapitlet sammanfattas och förklaras dessa övergripande. I kapitlet beskrivs också på vilket sätt BBR föreskriver hur utformningar får användas. Till sist beskrivs bakgrunden till den metod som i rapporten senare används för att verifiera sådana alternativa utformningar.

2.1 Lagar, förordningar och föreskrifter

De två lagar som i huvudsak styr byggandet är följande:

- *Plan- och bygglagen*, PBL (SFS 1987:10), innehåller bestämmelser om planläggning av mark och vatten och om byggande. Syftet med lagen är att se till så att byggandet sker inom vissa ramar för att skapa "en samhällsutveckling med jämlika och goda sociala levnadsförhållanden och en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människorna i dagens samhälle och för kommande generationer". (Regeringskansliet, 2008a)
- *Byggnadsverkslagen*, BVL (SFS 1994:847) reglerar hur en nybyggnation eller ombyggnad måste hålla en viss teknisk standard. Kraven kan gälla saker som brandsäkerhet, hushållning med energi, vatten och avfall samt tillgänglighet för rörelsehindrade. (Regeringskansliet, 2008b)

Under BVL finns *Byggnadsverksförordningen*, BVF (SFS 1994:1215) där det i 4 § framgår hur hänsyn till brandskydd i byggnader skall tas.

BVF 4 §. Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att:

1. byggnadsverkets bärförmåga vid brand kan antas bestå under en bestämd tid,
2. utveckling och spridning av brand och rök inom byggnadsverket begränsas,
3. spridning av brand till närliggande byggnadsverk begränsas,
4. personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt, och
5. räddningsmanskapets säkerhet vid brand beaktats.

Boverket har som uppdrag att ge ut en regelsamling som kallas *Regelsamling för byggande*, BBR som är myndigheternas föreskrifter. Regelsamlingen inleds med läsanvisningar som innehåller information om regelverket och om byggandet i stort. Här förklaras när de olika reglerna ska tillämpas och om syftet med dem. Sedan följer Boverkets byggregler som består av föreskrifter och allmänna råd till PBL, BVL samt BVF. BBR samlas i *Boverkets Författningssamling* (BFS). I BBR kan man läsa följande:

1:2 Föreskrifterna

Föreskrifterna gäller

- när en byggnad uppförs,
- för tillbyggda delar när en byggnad byggs till,
- vid mark- och rivningsarbeten samt
- för tomter som tas i anspråk för bebyggelse. [...]

De allmänna råden är inte bindande utan främst till för att sätta en nivå på brandskyddet. De förklarar hur man kan eller bör göra för att uppfylla föreskrifterna. För de allmänna råden gäller följande:

1:3 De allmänna råden

De allmänna råden innehåller generella rekommendationer om tillämpningen av föreskrifterna i denna författning och i huvudförfattningarna och anger hur någon lämpligen kan eller bör handla för att uppfylla föreskrifterna. De allmänna råden kan även innehålla vissa förklarande eller redaktionella upplysningar. [...]

2.2 Förklaringar till BBR samt andra hjälpmedel

I samband med ändringar i BBR ger Boverket ut en konsekvensbeskrivning som syftar till att förklara vad ändringen rent konkret innebär. Boverket ger också ut rapporter i syfte att tydliggöra BBR och ge exempel på möjliga lösningar. Ett exempel är rapporten *Utrymningsdimensionering* (Boverket, 2006) som är framtagen för att förtydliga hur Boverket anser att utrymning vid brand kan dimensioneras för att byggreglerna ska uppfyllas. Rapporter av den här typen och konsekvensbeskrivningar är inte föreskrifter utan andra lösningar får användas för att uppfylla byggreglerna (Boverket, 2005).

En annan typ av hjälpmedel är handböcker och olika standarder. Deras syfte är främst att ge förslag på lämpliga lösningar. Exempel på sådana är *Brandskyddshandboken*, *Brandskydd i Boverkets byggregler BBR*, Svenska Brandskyddsföreningens anvisningar för sprinkler och brandlarm samt Swedish Standards Institutes (SIS) olika standarder för beslag och brandlarm med mera.

2.3 Alternativ utformning

I rapporten används det som kallas alternativ utformning för att verifiera om ett sprinklersystem kan ersätta andra brandtekniska lösningar. I BBR nämns följande angående alternativ utformning:

5:11 Alternativ utformning

Brandskyddet får utformas på annat sätt än vad som anges i detta avsnitt (avsnitt 5), om det i särskild utredning visas att byggnadens totala brandskydd därigenom inte blir sämre än om samtliga aktuella krav i avsnittet uppfyllts. (BFS 1995:17).

Allmänt råd

Sådan alternativ utformning kan bl.a. användas, om byggnaden förses med brandskyddstekniska installationer utöver vad som följer av kraven i avsnittet. Den särskilda utredningen redovisas i brandskyddsdokumentation enligt avsnitt 5:12. (BFS 1995:17).

Här nämns att byggnadens totala brandskydd inte får bli sämre än om samtliga aktuella krav i BBR avsnitt 5 uppfyllts. Dessa krav måste definieras för att en jämförelse med den alternativa utformningen ska vara möjlig. Vad de aktuella kraven innebär för det särskilda boendet tas upp i kapitel 3.

Vilken metod som sedan väljs för den utredning som ska visa att brandskyddet inte blir sämre är upp till var och en att bestämma. En möjlig metod, och den som används här, är en riskanalys med händelseträdsmetodik.

2.4 Riskanalys

Enligt *Handbok för riskanalys* (SRV, 2003) är en riskanalys en systematisk identifiering av olycksrisker samt bedömning av risknivåer. Där nämns också att sannolikheter och konsekvenser bör beräknas eller uppskattas och analysens osäkerheter bör hanteras.

2.4.1 Osäkerheter

Osäkerheter kommer alltid att finnas med i riskanalyser. Dels för att händelseträdet som modell är en förenkling av verkligheten, dels för att vi har en kunskapsbrist kring de sannolikheter som använts och för att slumpen har en viss betydelse.

Naturliga avvikelser

I varje händelse finns ett visst mått av slump inblandad. Även om det till viss del går att lösa organisatoriskt har slumpen betydelse för om det är ordinarie personal eller vikarier utan brandskyddsutbildning som bemannar ett äldreboende vid en viss tidpunkt. Brandens effektutveckling eller hur många av de boende som är sängliggande och kräver assistans vid en utrymning är andra exempel på naturliga avvikelser.

Kunskapsosäkerheter

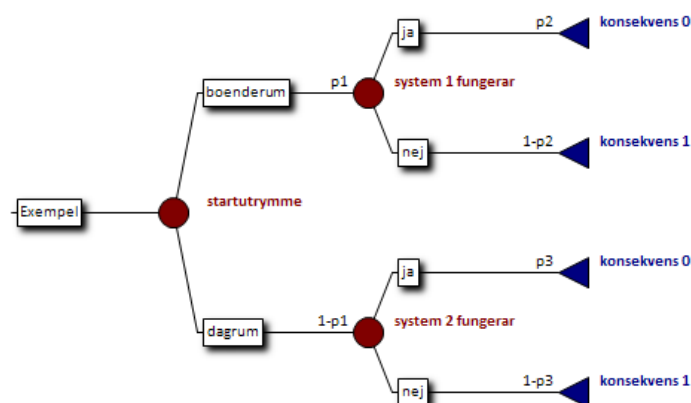
Fördelningarna över sannolikheterna bygger på insamlad statistik och utlåtande från personer kunniga i ämnet. Där det inte finns någon statistik för händelsen och uppskattningar har gjorts blir naturligtvis osäkerheterna större. Bristen på information eller svårigheter att tolka den som finns tillgänglig är exempel på olika kunskapsosäkerheter.

Korrelation mellan indatavariabler

Att en viss händelse inträffar kan påverka sannolikheten för att en annan händelse ska inträffa. Ett exempel är att en tidig detektion av branden bör öka personalens chanser att släcka den, då den ännu inte hunnit växa sig så stor. Händelsen *detektion sker* bör alltså påverka händelsen *manuell släckning får effekt*.

2.4.2 Vald metod

Den metod som valdes för att genomföra riskanalysen grundar sig på händelseträdsmetodik som är en kvantitativ riskanalys, ofta använd då en starthändelse kan leda till flera olika slutscenarion via en sekvens av händelser (Frantzych, 1998). I figur 1 visas ett exempel på ett händelsetråd.



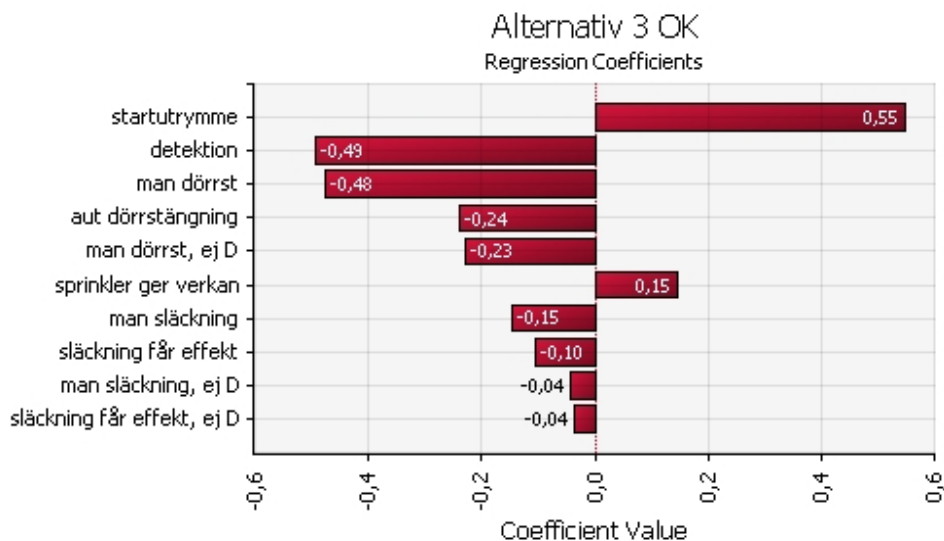
Figur 1. Exempel på händelsetråd

I analysen gjordes förenklingar av metodiken på ett sådant sätt att konsekvenserna för slutsenarierna bara kan anta ett begränsat antal värden. Detta innebär att metoden är en så kallad halv- eller semikvantitativ metod. Konsekvensen anges här inte som ett tydligt mätvärde utan beskriver istället en storleksordning. Den stora nyttan med denna typ av metoder är att de ger ett underlag för att kunna jämföra olika alternativ förenade med olika risk. (Olsson & Frantzich, 1999)

För att hantera de osäkerheter som finns användes en känslighetsanalys. Syftet med denna är att identifiera de indatavariabler som i störst utsträckning påverkar resultatet (Frantzich, 1998). När variablerna väl identifierats är det där resurser bör läggas för att noggrannare bestämma dem och på så sätt även höja tillförlitligheten i utdata på ett effektivt sätt (Abrahamsson, 2002). Programvaran @Risk som används vid simuleringarna har en funktion som automatiskt utför en regressionsanalys, vilket är en typ av känslighetsanalys. Den metod för regressionsanalys som användes kallas multivariate stepwise regression (Palisade Corporation, 2008), vilken är en av flera metoder som beräknar det linjära sambandet mellan en indatavariabel och erhållen utdata. Resultatet får ett värde mellan -1 och 1 som visar i hur stor utsträckning och åt vilket håll utdata påverkas av den undersökta indatavariabeln.

Regressionsanalysens resultat presenteras vanligen med hjälp av ett tornadodiagram vilket illustrerar i hur stor utsträckning och i vilken riktning, positivt eller negativt, resultatet påverkas av den aktuella variabeln, se figur 2.

I känslighetsanalysen gjordes också några kompletterande simuleringar där de variabler som påverkar resultatet mest varierades med fasta värden för att se hur mycket resultatet påverkas.



Figur 2. Exempel på tornadodiagram

3 Brandteknisk projektering av särskilt boende

I detta avsnitt förklaras hur brandskyddet vid det särskilda boendet skall utformas. I första hand har BBR med tillhörande förklaringar studerats för att se vilka former av boenden med vård som finns definierade. Även äldre föreskrifter har studerats för att se hur brandskyddet har förändrats med tiden.

Inom omsorgen används idag ofta termen särskilt boende för den typ av boende som varken sker på sjukhus eller i hemmet, men som omfattar någon form av vård eller assistans. Flera olika benämningar används inom kommunerna för att beskriva den här typen av omsorg, där gruppboende, ålderdomshem, servicehus, sjukhem och äldreboende hör till de vanligaste. (Socialstyrelsen, 2001)

3.1 Historik

Begreppet särskilt boende för personer med vårdbehov infördes i BBR år 2005. Innan dess har föreskrifterna varit utformade på flera olika sätt.

I *Svensk Byggnorm 1967* (Statens planverk, 1967) finns endast regler för vårdanläggning, som i huvudsak innebär anläggning för sjukvård eller socialvård. Brandskyddet utformades så att varje avdelning eller annan funktionell enhet utformades som egen brandcell. Korridorer som ingår i utrymningsväg från fler än en brandcell utförs med brandcells begränsande väggar och dörrar. Dörrar till trapphus utförs som självstängande utan uppställningsanordning.

I efterföljaren *Svensk Byggnorm 1975* (Statens planverk, 1975) finns inte heller några regler för annan vårdform än vårdanläggning. Med vårdanläggning menas här i huvudsak anläggning för sjukvård och socialvård men även barnstuga och liknande. Liksom tidigare avskiljdes varje avdelning eller annan funktionell enhet som egen brandcell. Korridorer som ansluter till fler än en avdelning skall vara avskilda och dörr till vådrum självstängande.

I *Svensk Byggnorm 1980* (Statens planverk, 1980) gäller bestämmelserna för vårdanläggningar för sjukhus, sjukhem, vårdhem, ålderdomshem, förskolor, fritidshem och liknande anläggningar. Vårdanläggningen utförs som tidigare med varje avdelning eller funktionell enhet inom egen brandcell. I sjukvårdsanläggning och liknande skall också vådrum och rökrum avskiljas från angränsande korridor inom avdelningen. Vidare skall dörrar i utrymningsvägar vara självstängande om de är placerade i skiljeväggar mellan vårdavdelningar.

I *Boverkets Nybyggnadsregler* (Boverket, 1988), gäller samma regler för sjukhus, sjukhem, vårdhem och ålderdomshem. Liksom tidigare utformas de med varje avdelning eller liknande i egen brandcell som avskiljs från intilliggande vårdanläggningar med luftsluss. I sjukvårdsanläggningar och liknande skall vådrum, rökrum och dagrum avskiljas från angränsande korridor inom vårdavdelningen.

För servicehus för äldre samt mindre hem för vård och boende, gäller istället samma regler som vid boende. Med mindre hem menas att maximalt fem vårdtagare bor i samma brandcell samtidigt som ingen av dem är sängliggande eller rörelsehindrad.

År 1994 utgavs *Boverkets byggregler* (Boverket, 1994) och i den infördes begreppet alternativt boende. Definitionen för alternativt boende löd på följande vis:

5:243 Alternativt boende

Med *alternativt boende* avses, i detta avsnitt (*avsnitt 5*), sådana boendeformer i ett plan för äldre eller funktionshindrade som inte är sängliggande eller rörelsehindrade, där antalet vårdtagare eller boende, förutom personal, är *högst åtta inom samma brandcell*.

Allmänt råd

Exempel på alternativt boende är hem för vård och boende, gruppboendestäder för utvecklingsstörda, psykiskt sjuka eller åldersdementa samt liknande anläggningar såsom sjukhem för vård och rehabilitering av vårdtagare som inte är sängliggande eller rörelsehindrade.

Kraven i BBR gällande alternativt boende kan sammanfattas på följande sätt:

- Maximalt ett våningsplan
- Högst åtta vårdtagare eller boende inom samma brandcell
- Fönsterutrymning är ej tillåten
- Två separata utrymningsvägar skall finnas och de får inte ersättas av ett Tr1- eller Tr2-trapphus.
- De boende får inte vara sängliggande eller funktionshindrade
- Anordningar för tidig upptäckt av brand skall finnas

Det alternativa boendet togs bort i och med utgivningen av BBR 11 år 2005, då istället särskilt boende för personer med vårdbehov infördes. Motivet till detta var att det alternativa boendet saknade ett praktiskt användningsområde då de boende inte fick vara sängliggande. (Boverket, 2005)

3.2 Särskilt boende i Boverkets byggregler

I följande avsnitt görs en tolkning av hur särskilt boende enligt Boverkets byggregler brandtekniskt skall projekteras.

I BBR definieras särskilda boende enligt följande:

5:243 Särskilt boende för personer med vårdbehov

Med särskilt boende för personer med vårdbehov syftas i denna föreskrift på boenden avsedda för personer med behov av kontinuerligt stöd eller vård av personal. (*BFS 2005:17*).

Allmänt råd

Exempel är sådana särskilda boenden där de boende kan vara funktionshindrade, rörelsehindrade eller sängliggande, såsom hem för vård och boende, gruppboendestäder för utvecklingsstörda, psykiskt sjuka eller åldersdementa samt liknande anläggningar. Se även avsnitt 5:21, 5:31, 5:312, 5:375 och 5:61. (*BFS 2005:17*).

I BBR står att särskilt boende skall utföras i byggnadsklass Br1 eller Br2, brand- och utrymningslarm ska vara installerat och den alternativa utrymningsvägen får inte utgöras av fönster eller ersättas med ett enda Tr1 eller Tr2-trapphus. Samtidigt måste hänsyn tas till att de boende kan vara sängliggande och därför inte kan utrymma själva.

I BBR 5:61, som anger hur brandcellsindelningen i byggnader ska utföras, står att "Varje brandcell ska omfatta ett rum – eller sådana sammanhängande grupper av rum – i vilka verksamheten inte har omedelbart samband med annan verksamhet i byggnaden." Var gränsen för verksamheten går i det särskilda boendet, runt varje rum eller runt en hel avdelning, nämns inte. Då varje hyresgäst har ett eget kontrakt för sitt rum gjordes tolkningen att varje boenderum skall vara egen brandcell. Boverkets konsekvensbeskrivning (se avsnitt 3.3) säger att särskilt boende ska delas in i brandceller på detta sätt även om kravet inte explicit uttrycks i BBR. Då varje lägenhet blir egen brandcell måste också dörrarna till lägenheterna vara försedda med dörrstängare.

Kraven för särskilt boende kan sammanfattas på följande sätt:

- Alltid byggnadsklass Br1 eller Br2 (BBR 5:21)
- De boende kan ha behov av kontinuerligt stöd eller vård av personal¹ (BBR 5:243)
- Fönsterutrymning är ej tillåten (BBR 5:312)
- Skall alltid finnas två separata utrymningsvägar vilka ej får ersättas av ett Tr1 eller Tr2-Trapphus (BBR 5:313)
- Brand- och utrymningslarm skall finnas (BBR 5:375)
- Varje rum skall vara egen brandcell (BBR 5:61)
- Dörrar till eller i utrymningsväg skall vara självstängande (BBR 5:6214)

De två sista punkterna är inte bokstavligen skrivna i BBR, utan går att finna i förklaringarna som finns i Boverkets konsekvensbeskrivning.

3.3 Boverkets konsekvensbeskrivning

I boverkets konsekvensbeskrivning (Boverket, 2005) som utgavs i samband med införandet av särskilt boende, beskrivs följande tre förväntade konsekvenser av införandet:

- Varje lägenhet eller rum utförs som egen brandcell
- Dörrstängare i brandcellsgränser
- Ventilationssystemet skall förhindra brandgasspridning mellan brandcellerna

3.4 Projekteringshandböcker

Brandskydd i Boverkets byggregler BBR (SBF, 2006) ges ut av Svenska Brandskyddsföreningen och har följande råd angående det särskilda boendet:

- Det särskilda boendet förses med brand och utrymningslarm
- Varje boenderum bör vara egen brandcell
- Självstängande dörrar till boenderum skall finnas
- Utrymning från boenderum bör ske till korridor som bör vara avskild från övriga utrymmen i brandteknisk klass E 30 och dörr i brandteknisk klass E 30-C
- Korridoren bör mynna till två permanenta utrymningsvägar
- Inte i något fall bör fönster utgöra utrymningsväg
- Ventilationssystemet bör utformas så att brandgasspridning förhindras mellan brandceller

¹ Här görs tolkningen att personal alltid finns närvarande.

Dessutom säger handboken att om utrymning inte sker till avskild korridor bör brandskyddet dimensioneras analytiskt och automatisk vattensprinkler installeras.

I *Brandskyddshandboken*, (Brandskyddshandboken, 2005) som ges ut av Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering vid Lunds tekniska högskola, finns följande att finna:

- En definition av särskilt boende
- Vid bestämmande av byggnadsklass måste hänsyn tas till om där finns särskilt boende
- Vid särskilt boende skall ett automatiskt brand- och utrymningslarm vara installerat

På en del ställen i boken blandas begreppen äldreboende, servicehus och särskilt boende. Med äldreboende menas ett boende som kan vara utfört som särskilt boende för personer med vårdbehov, vårdanläggning eller bostad med förstärkt brandskydd. Servicehus för äldre förklaras som bostad för äldre där varje lägenhet är egen brandcell samt att viss service som t.ex. sjukvård och gemensam matsal finns i byggnaden. Det som nämns om äldreboenden, servicehus och därmed även särskilt boende är följande:

- Projektering av äldreboenden som vanligt boende anses olämpligt
- Vid projektering av äldreboenden måste hänsyn tas till både fysisk och psykisk hälsa hos de boende, även deras framtida hälsa måste beaktas
- Äldreboenden byggs normalt med bostaden i egen brandcell

3.5 Tolkning av minimikrav för särskilt boende

Den tolkning av BBR:s regler för särskilt boende för personer med vårdbehov som görs för det vidare arbetet med rapporten, är att punkterna nedan måste uppfyllas för att uppfylla samhällets krav på ett skäligt brandskydd. Dessa är:

- Byggnaden är alltid av byggnadsklass Br1 eller Br2 (BBR 5:21)
- Personal finns ständigt närvarande (BBR 5:243) (se tolkning i avsnitt 3.2)
- Fönsterutrymning är ej tillåten (BBR 5:312)
- Det skall alltid finnas två separata utrymningsvägar vilka ej får ersättas av ett Tr1- eller Tr2-trapphus (BBR 5:313)
- Brand- och utrymningslarm skall finnas (BBR 5:375)
- Varje lägenhet eller rum skall vara egen brandcell (BBR 5:61)
- Dörrstängare i brandcellsgränser (BBR 5:6214)
- Ventilationssystemet skall förhindra brandgasspridning mellan brandcellerna

3.6 Dagens särskilda boende

Som det nämndes i det första kapitlet finns idag önskemål om att bygga de särskilda boendena med en öppnare planlösning och kunna ha dörrar uppställda för att skapa en mer hemlik miljö. Det har lett till att det ofta byggs boenden utan dörrstängare och med korridorer öppna mot dagrum. Samtidigt installeras sprinkler för att kompensera den försämring av brandskyddet det innebär.

Under hösten 2008 genomfördes två platsbesök i syfte att studera de boende och personalens förutsättningar.

3.6.1 Mälarbackens vård och omsorg

Första besöket skedde på Mälarbacken i Stockholm som har 282 lägenheter uppdelade på elva avdelningar i nio plan. Varje lägenhet har en egen kokvrå, med ett så kallat trinettkök, samt badrum med dusch. Planlösningen liknar i stort de övriga äldreboenden som studerats via ritningar, även om avdelningarna här är större och istället avdelade i mindre enheter med ett avskiljande parti i korridoren. Inom varje avdelning finns också ett gemensamhetsutrymme med ett mindre kök. Boenderum är utförda som egna brandceller men saknar dörrstängare. Dagrummen är även de avskilda mot korridor och där finns dörrstängare med magnetuppställning. Hela byggnaden är också utrustad med ett sprinklersystem.

Personalen på Mälarbacken menar att dörrstängare till boenderummen inte är en lösning som är möjlig då en del av de boende vill ha dörren öppen och andra vill ha den stängd. Kraften från den modell som traditionellt används anses också vara för stor vilket gör dörren svår att hantera för de äldre som ibland har rullator eller är rullstolsbundna. Personalen anser inte dörrar uppställda med magnet vara ett bra alternativ då det hänt att boende slagits omkull när dörrarna stängts, bland annat vid tillfällen då brandlarmsanläggningen testats.

3.6.2 Brunnslyckan

Även Brunnslyckan, som är ett boende i centrala Lund, besöktes. Där finns 48 rum fördelat på fyra avdelningar. Två av avdelningarna är vanligt äldreboende, medan det på de övriga två bor dementa människor. På samtliga avdelningar finns tillgång till ständig assistans. Planlösningen här liknar också de som studerats via ritning med varje rum i egen brandcell. Här finns varken dörrstängare till boenderummen eller avskiljning mot dagrummet. Ett heltäckande sprinklersystem finns installerat.

3.7 Framtidens särskilda boende

I en artikel i Dagens Nyheter publicerad den 18 april 2006 berättas att Kammarrätten i Stockholm fastslagit att vårdföretaget Carema Äldreomsorg AB får ersätta personal med larm nattetid. Länsstyrelsen i Stockholms Län, som var den andra parten i tvisten, ville istället se att det nattetid finns personal på varje våningsplan, men Kammarrätten menar att larm kan ge tillräcklig trygghet. Vårdföretag förväntas genom detta kunna spara mångmiljonbelopp varje år genom minskade personalkostnader. (DN, 2006)

Carema svarar på sin hemsida att *"Larm kan aldrig ersätta personal! Vi har alltid personal för tillsyn - dygnet runt!"* De hävdar att det hela handlar om att minska personalantalet nattetid för att istället kunna vara resursstarka när det verkligen behövs, något som bedöms utifrån de individuella behoven på varje enhet. (Carema, 2006)

Att minska antalet anställda och eventuellt ersätta dem med larm, påverkar det totala brandskyddet då färre människor finns till hjälp. Metoden som i rapporten används för att bestämma en säkerhetsnivå på de olika alternativa utformningarna påverkas direkt av att personal saknas, då de förväntas att i viss utsträckning göra en insats vid ett brandtillbud. Dessutom blir det svårare att utrymma de boende ju färre i personalen som finns där för att hjälpa till.

Även andra exempel på att förändringar i verksamheten kan få till följd att brandskyddet inte blir tillräckligt finns. I en artikel i Räddningsverkets tidning Sirenen kan man läsa om äldreboenden där *"verksamheten förändrats kraftigt. Det som en gång var pigga pensionärer är i*

dag äldre med omfattande vårdbehov". Ett problem med detta anses i artikeln vara att förändringar av det här slaget inte är bygglovspliktigt enligt BBR. Om brandskyddet i byggnaden anses skäligen prövas därför enligt Lagen om skydd mot olyckor. (Ivansson, 2008)

3.8 Automatisk vattensprinkler

De sprinklersystem som används i Sverige är vanligen dimensionerade för att kontrollera en brand och inte för att släcka den. Med kontrollera menas då att det som redan antänds tillåts brinna, men att brandens tillväxt och spridning förhindras. (Brandskyddshandboken, 2005)

I BBR nämns också att kontroll av branden kan anses som tillräcklig då följande står skrivet:

5:235 Automatisk vattensprinkleranläggning

Om en automatisk vattensprinkleranläggning är en förutsättning för brandskyddets utformning ska den utformas så att den kan släcka eller kontrollera en brand under avsedd tid. (BFS 2008:6).

Allmänt råd

Exempel på lämpliga komponenter i en automatisk vattensprinkleranläggning finns i standardserien SS-EN 12259. Exempel på lämpligt utförande finns i standarden SS-EN 12845 och i Brandskyddsföreningens skrift *Regler för automatisk vattensprinkleranläggning, SBF 120*.

Sprinkler i bostäder kan utföras enligt Brandskyddsföreningens rekommendationer installation av boendesprinkler. (BFS 2008:6).

I texten hänvisas för sprinkler i bostäder till Brandskyddsföreningens *Rekommendationer för installation av boendesprinkler* (SBF, 2002). Rekommendationerna tillkom före särskilt boende infördes i BBR och är därför anpassade till bland annat bostäder, särskilda bostäder för äldre (inklusive gruppboende för åldersdementa), alternativt boende, vårdanläggningar med mera.

Rekommendationerna är utformade för byggnader upp till åtta våningar och beskriver hur systemet kan dimensioneras med avseende på antal sprinkler, sektionering, vattenkälla och flöden med mera. (SBF, 2002)

Det förekommer att installationen av ett sprinklersystem används för att ersätta andra brandskyddstekniska krav. I rapporten *Utrymningsdimensionering* (Boverket, 2006) går att läsa att gångavstånden kan ökas med 1/3 om utrymmet är försett med ett sprinklersystem. I BBR 5.61 kan man också läsa att en brandcell får omfatta fler än två våningsplan om sprinkler finns installerat, men då måste en särskild utredning som visar att brandskyddet inte försämrats göras. Att ersätta olika brandskydd genom att installera ett sprinklersystem är en vanlig åtgärd. I en PM från Räddningsverket (SRV, 2008a) listas olika alternativa brandskyddstekniska lösningar som eventuellt kan genomföras om sprinkler installeras. Samtidigt påpekas att en analytisk dimensionering måste göras för att verifiera att brandskyddet inte försämrats. De förändringar som Räddningsverket anser vara möjliga att genomföra då ett sprinklersystem installeras är bland annat:

- Större brandceller genom att kunna acceptera öppna dagrum (gemensamhetslokaler och matsalar)
- Dörrstängare på lägenhetsdörrar kan utgå
- Normalt kan brandklassens tid halveras på brandcellsavskiljningar

En annan viktig aspekt med sprinklersystem är att de kan rädda liv även i brandrummet och därmed ger ett brandskydd som andra aktiva system inte kan. Nystedt (2001) visar till exempel att under vissa förhållanden kan sannolikheten för att dödliga förhållanden uppstår minska från 78 till 5 %.

4 Alternativ utformning av brandskyddet vid särskilt boende

I det föregående avsnittet definierades hur brandskyddet för det särskilda boendet ska lösas enligt förenklad dimensionering. I det här kapitlet tas fyra olika alternativa utformningar fram för att sedan användas i de jämförelser som görs senare i rapporten.

De brandskyddstekniska lösningar som ansetts intressant att ersätta med installationen av ett sprinklersystem är följande:

- Dörrstängare mellan boenderum och korridor
- Dörrstängare mellan dagrum och korridor samt
- Hela väggpartiet mellan dagrum och korridor

Utifrån dessa förändringar har sedan de alternativa utformningarna som beskrivs i avsnitt 4.3 skapats.

I övrigt är brandskyddet lika för både referenslösningen och de alternativa utformningarna och därför tas ingen hänsyn till andra delar än de som nämns ovan. Det antas också att samtliga lösningar är dimensionerade, förutom de parametrar som förekommer i jämförelserna, helt i enlighet med BBR.

4.1 Typobjekt

För att underlätta jämförelserna mellan olika lösningar skapades ett typobjekt. Typobjektet kan utgöra en av flera avdelningar i en större byggnad eller en egen fristående enhet. Utifrån ritningar över verkliga projekt samt noteringar vid platsbesöken skapades följande planlösning över en avdelning, se figur 3.



Figur 3. Principskiss över typobjektets planlösning

Typobjektet innehåller följande:

- 8 boenderum med pentry
- 1 dagrum
- Kök i anslutning till dagrum
- Korridor med dörr till det fria, alternativt till utrymningsväg, i båda ändarna

Planlösningen anses vara representativ för en avdelning i de särskilda boenden som byggs idag. Dock görs förenklingen att inga personalrum och förråd finns, då dörrarna till dessa förväntas vara stängda.

4.2 Referenslösning

Först skapades en referenslösning, se tabell 1, vilket utgörs av typobjektet som brandtekniskt dimensionerades enligt de aspekter som definierades i avsnitt 3.5.

Tabell 1. Förutsättningar för referenslösningen

Referenslösning		
Sprinkler		Nej
Dörrstängare mellan boenderum och korridor	Ja	
E 30 mellan dagrum och korridor	Ja	
Dörrstängare dagrum och korridor	Ja	

4.3 Alternativa utformningar av typobjektet

Fyra olika alternativa utformningar togs sedan fram. I dessa har ett sprinklersystem installerats samtidigt som en eller flera av de i referenslösningen ingående brandskyddssystemen tagits bort. I tabell 2-5 visas de olika alternativen benämns alternativ 1-4.

Tabell 2. Förutsättningar för alternativ 1

Alternativ 1		
Sprinkler	Ja	
Dörrstängare mellan boenderum och korridor		Nej
E 30 mellan dagrum och korridor	Ja	
Dörrstängare mellan dagrum och korridor	Ja	

Tabell 3. Förutsättningar för alternativ 2

Alternativ 2		
Sprinkler	Ja	
Dörrstängare mellan boenderum och korridor		Nej
E 30 mellan dagrum och korridor	Ja	
Dörrstängare mellan dagrum och korridor		Nej

Tabell 4. Förutsättningar för alternativ 3

Alternativ 3		
Sprinkler	Ja	
Dörrstängare mellan boenderum och korridor	Ja	
E 30 mellan dagrum och korridor		Nej
Dörrstängare mellan dagrum och korridor	1)	1)

Tabell 5. Förutsättningar för alternativ 4

Alternativ 4		
Sprinkler	Ja	
Dörrstängare mellan boenderum och korridor		Nej
E 30 mellan dagrum och korridor		Nej
Dörrstängare mellan dagrum och korridor	1)	1)

1) Finns ej då väggpartiet mellan dagrum och korridor saknas.

5 Analys

I kapitel 4 definierades en referenslösning och fyra alternativa utformningar. I det här kapitlet jämförs alternativen med referensen för att så som beskrivs i BBR 5.11 låta en "särskild utredning visa att byggnadens totala brandskydd därigenom inte blir sämre än om samtliga aktuella krav i avsnittet uppfyllts". Eftersom flera av sannolikhetsfördelningarna delvis bygger på uppskattningar granskades de på ett sätt som föreslås av Haines, Barry & Lambert (1994), vilka rekommenderar följande:

- Hänsyn måste tas till eventuella bias². De personer som rådfrågas kan påverkas av deras position inom en verksamhet eller företag.
- En extra kontroll genomförs för att se om hänsyn till variationer och osäkerheter fångas upp i fördelningen på ett rimligt sätt
- En känslighetsanalys används för att se i vilken utsträckning bristen på information inför skapandet av fördelningen påverkar resultatet

5.1 Tillvägagångssätt

Metoden för att utreda om en alternativ utformning är bättre än referenslösningen bygger som tidigare nämnts på händelseträdsmetodik. Varje gren i händelseträdet representerar en möjlig händelse i brandförloppet och beskrivs av sannolikheten för att ett system ska aktivera och fungera som tänkt, eller att personal ingriper.

I nästa del av analysen identifieras de sluthändelser som leder till en konsekvens vilken bedöms som acceptabel för de boende. En sådan konsekvens innebär att brandens och brandgasernas spridning hindras och säker utrymning kan ske (se avsnitt 5.5). Vid de genomförda simuleringarna summeras sannolikheterna för dessa sluthändelser, vilket gav ett väntevärde på hur säkert det typobjekt som används är vid varje föreslagna alternativ utformning. Väntevärdet, som i fortsättningen kommer att kallas säkerhetsindex, anger alltså vid hur stor andel av de simulerade brandtillbudena branden och brandgasernas spridning förhindras så att säker utrymning kan ske.

Säkerhetsindexet används också då de framtagna alternativa utformningarna jämförs med referenslösningen. En direkt jämförelse av väntevärde och dess standardavvikelse kan ge viss information om vilken lösning som är den bättre. För att ta hänsyn till osäkerheterna i de olika sannolikhetsfördelningarna gjordes också simuleringar där sannolikheten för de olika händelserna varierar enligt principen för Monte Carlo-simuleringar³. I simuleringarna subtraheras referenslösningens värde från den alternativa utformningens. Om summan blir positiv anses den alternativa utformningen vara bättre än referenslösningen och vice versa. Vid simuleringarna görs denna beräkning 10 000 gånger och för att tydliggöra resultatet av de framräknade värdena sätts de in i ett histogram, se figur 4. Histogrammets position längs x-axeln ger en beskrivning av hur bra, eller dålig, den alternativa utformningen är i jämförelse med referensalternativet. Resultatet kan förklaras som ett mått på hur många gånger av 10 000 som den alternativa utformningen är den bättre lösningen. Metoden beskrivs närmare av Johansson (2003).

² Med bias menas felaktigheter i informationen som beror på människors personliga uppfattningar i frågan.

³ För mer information om Monte Carlo-simuleringar, se till exempel Abrahamsson (2002).

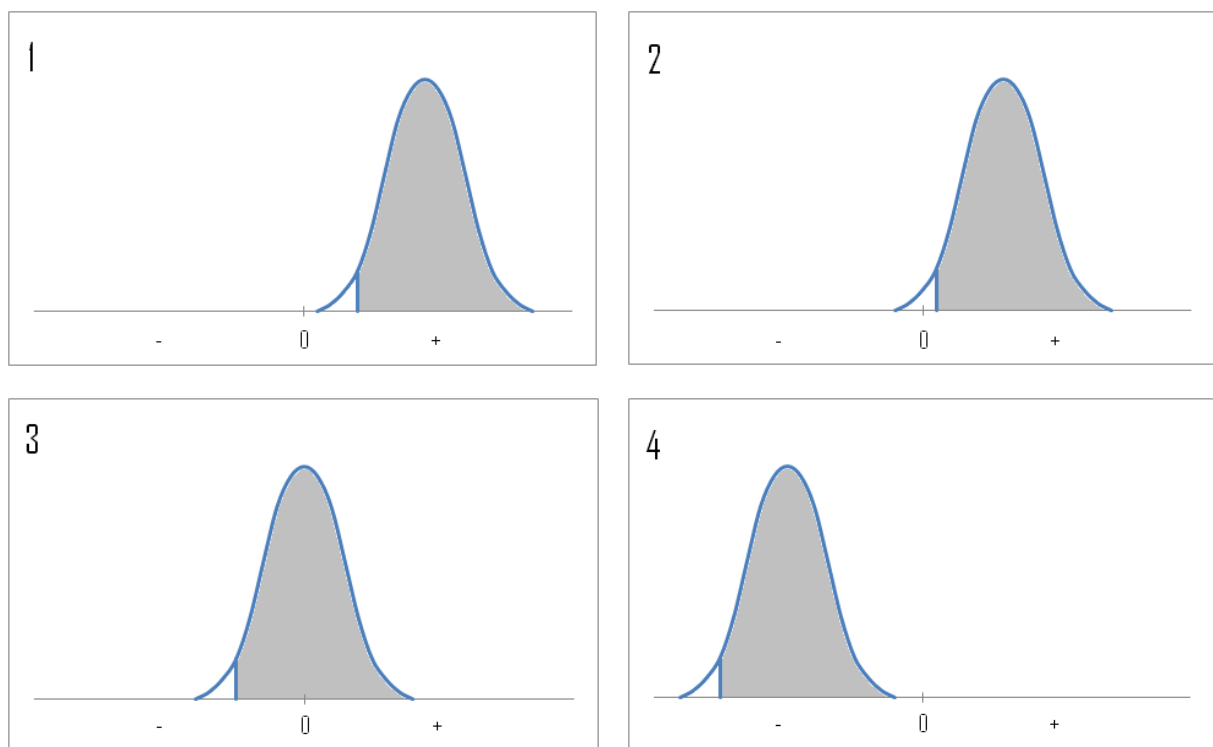
5.2 Jämförelsekriterium

Då metoden ovan används är det nödvändigt att bestämma hur stor del av de beräknade värdena som måste vara positiva, det vill säga att den alternativa utformningen är bättre än referenslösningen. Detta för att det med statistisk säkerhet ska gå att säga att den alternativa utformningen verkligen är bättre än referenslösningen.

Som tidigare nämnts sätts de 10 000 olika beräknade differenserna in i ett histogram och i figur 4 visas de fyra olika utfall som är möjliga. Den skuggade delen av fördelningen beskriver hur stor andel av resultaten som måste ligga på den positiva sidan av x-axeln utan att robustheten i besluten rubbas. Hur stor denna del måste vara, kallas i fortsättningen för jämförelsekriterium.

Johansson (2003) anser att det är rimligt om gränsen för ett sådant jämförelsekriterium ligger runt 90 % eller högre för att det ska gå att dra säkra slutsatser. För att fånga in eventuella modellosäkerheter, naturliga variationer och den kunskapsosäkerhet som finns hos författaren, samtidigt som rapporten handlar om människors säkerhet, sattes jämförelsekriteriet för det vidare arbetet till 95 %.

I figur 4 nedan är det bild 1 & 2 som anses ge en godtagbar alternativ utformning då hela den skuggade ytan ligger på den positiva delen av x-axeln.



Figur 4. Möjliga utfall vid jämförelsen av referens- och alternativ lösning. Den skuggade ytan representerar andelen av resultaten som måste ha ett positivt värde för att den alternativa lösningen ska kunna godtas.

5.3 Händelseträd

För att kunna jämföra de olika alternativen har de händelser som anses vara av störst betydelse för brandförloppets utveckling tagits fram. Dessa ligger sedan till grund för konstruktionen av de händelseträd som används i jämförelsen.

De mest betydande händelserna för brandförloppets utveckling, och de som användes i simuleringarna, anses enligt författaren vara:

- Brandens startutrymme
- Om det automatiska sprinklersystemet aktiverar och begränsar eller släcker branden
- Om detektion av brand samt aktivering av brand- och utrymningslarm sker
- Om den automatiska dörrstängningen fungerar och dörrarna stängs
- Om personalen stänger dörrarna
- Om personalen försöker släcka branden
- Om personalens släckförsök lyckas och branden släcks

Med hjälp av de listade händelserna konstruerades sedan ett händelsetråd för referenslösningen samt för varje alternativ utformning. Några av händelserna inträffar i en viss ordning, till exempel måste brand- och utrymningslarmet aktiveras innan de automatiska dörrstängarna aktiveras. Däremot går det inte att säga om det är sprinklersystemet eller en detektor som kommer att aktivera brandlarmet först. I händelseträden är tidsordningen i samma ordning som listan ovan. Händelseträden finns presenterade i Bilaga A.

5.4 Indata

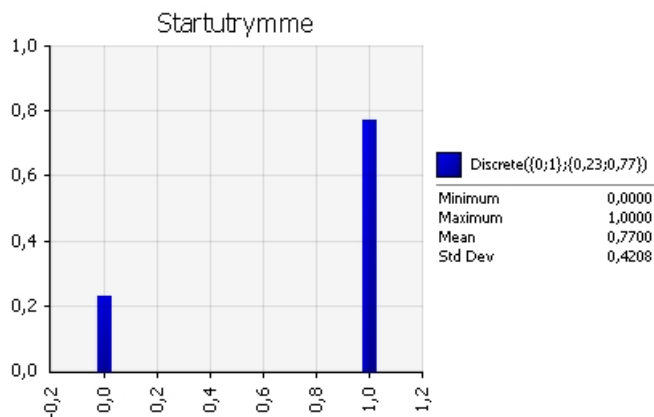
De indata som finns till simuleringarna beskriver sannolikheten för att en viss händelse inträffar. Då det är svårt att med ett exakt värde precisera sannolikheten används i stället en fördelning över värdet för att hantera osäkerheterna.

I simuleringarna används två typer av fördelningar, dels en diskret, dels likformiga. Den diskreta fördelningen används för händelsen startutrymme och innebär att det i simuleringarna slumpvis anges om branden startar i ett boenderum eller i dagrummet utifrån de sannolikheter som angivits i fördelningen. I samtliga de övriga händelserna används en likformig fördelning. Fördelningen har ett intervall för hur sannolik händelsen är. En undre och en övre gräns för sannolikheten anges och @Risk tar till varje simulering slumpvis fram ett tal däremellan.

Nedan redogörs kortfattat för bakgrunden till varje fördelning. En mer utförlig beskrivning återfinns i Bilaga B – Sannolikhetsfördelningar.

Startutrymme

En diskret fördelning användes här. Sannolikheten bygger på statistik från räddningstjänstens insatser sammanställt av Räddningsverket i databssystemet IDA - Indikatorer, Data och Analys för skydd mot olyckor, som finns tillgängligt på Räddningsverkets hemsida. En sammanställning visar att 23 % av bränderna startar i dagrummet och 77 % i ett boenderum (SRV, 2008b), se figur 5.

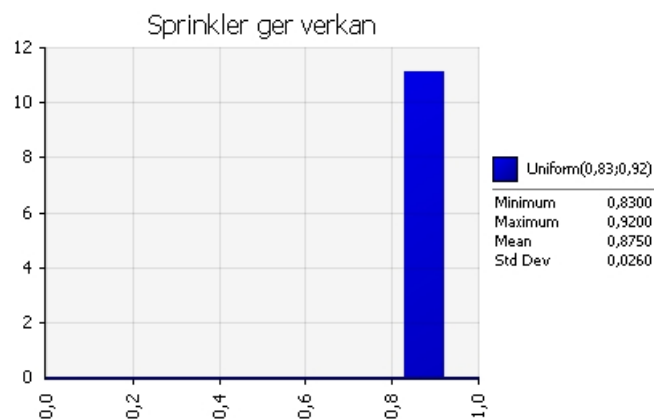


Figur 5. Indata startutrymme

Automatisk sprinkleranläggning ger verkan

I ett projektarbete av Malm & Petterson (2008) har statistik över tillförlitligheten hos sprinklersystem samlats in och sammanställts. De menar att tillförlitligheten vanligen ligger runt 90 % och för Sverige sätts i rapporten tillförlitligheten till 88 % för allmän byggnad.

Efter sammanvägning med annan statistik (Nystedt, 2001) och resonemang kring ett konventionellt sprinklersystem jämfört med boendesprinkler (se Bilaga B) användes för sannolikheten ett intervall om 83-92 %, se figur 6.

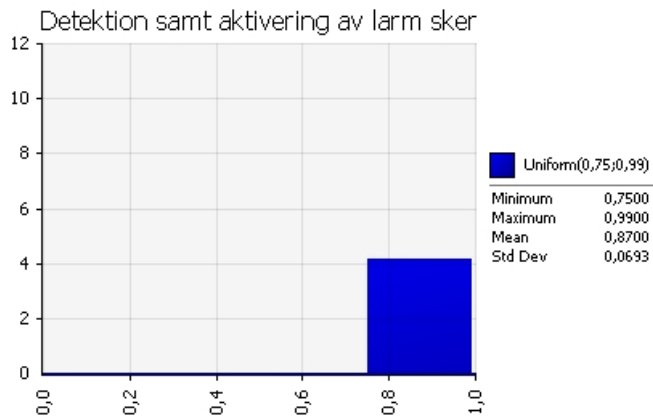


Figur 6. Indata Sprinkler ger verkan

Detektion av brand samt aktivering av brand- och utrymningslarm

Data finns över tillförlitligheten på rök- och värmedetektorer, men för hela brandlarmssystem finns inte mycket information. I en rapport från Danish Institute of Fire and Security Technology (DBI, 2008) anges att pålitligheten för alla brandlarmssystem som inspekterades i Danmark under år 2007 var 99 %.

Efter att hänsyn tagits även till amerikanska (Bukowski, Budnick & Schemel, 1999) och engelska (BSI, 1997) studier (se Bilaga B), skapades en likformig fördelning med intervallet 75-99 % som användes i simuleringarna, se figur 7.

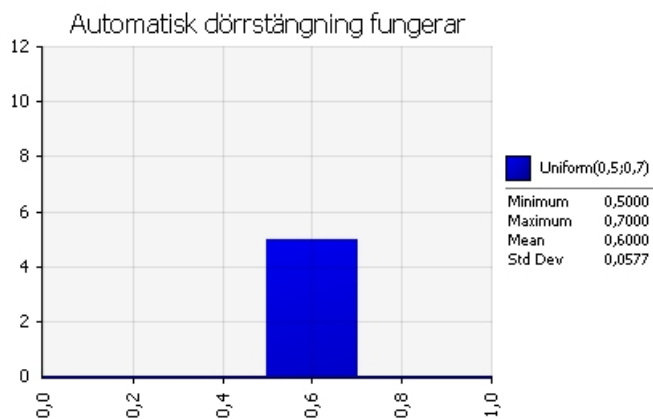


Figur 7. Indata detektion samt aktivering av larm sker

Automatisk dörrstängning

Data från försök gjorda på en brandcellsgräns innehållande en branddörr med dörrstängare, har visat att konstruktionen har en tillförlitlighet på 60 % (Barnett, 1994). I undersökningen tas egentligen hänsyn till om en brandcellsgräns håller som en följd av att dörrstängaren fungerar eller ej.

I brist på underlag uppskattas en likformig fördelning med en sannolikhet i intervallet 50-70 %, se figur 8.



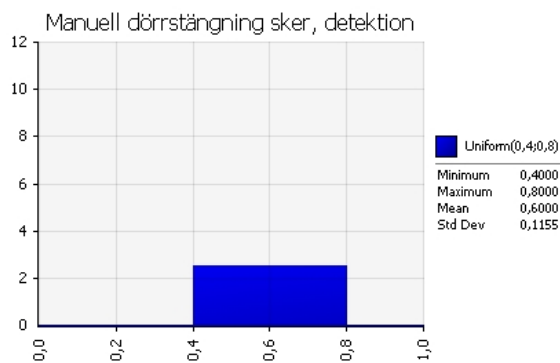
Figur 8. Indata automatisk dörrstängning fungerar

Manuell dörrstängning

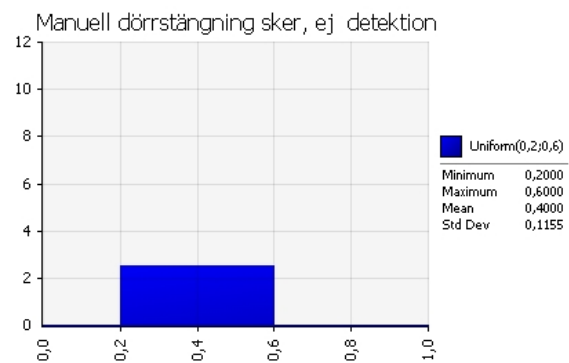
Då den automatiska dörrstängningen saknas eller inte fungerar är det personal och boende som själva står för stängningen av dörrarna. Här finns ingen statistik utan uppskattningar har gjorts vilket leder till att osäkerheterna blir stora.

Om brand- och utrymningslarmet aktiveras, så att branden upptäcks tidigare, anses sannolikheten att dörren till brandrummet stängs öka och därför har två olika fördelningar tagits fram, en vid detektion och en vid utebliven sådan.

Statistik från Räddningsverket (SRV, 2008b) över brandtillbud vid åldringsvård användes och i simuleringarna användes intervallen 40-80 % vid detektion, se figur 9, respektive 20-60 % vid utebliven sådan, se figur 10.



Figur 9. Indata manuell dörrstängning sker vid detektion

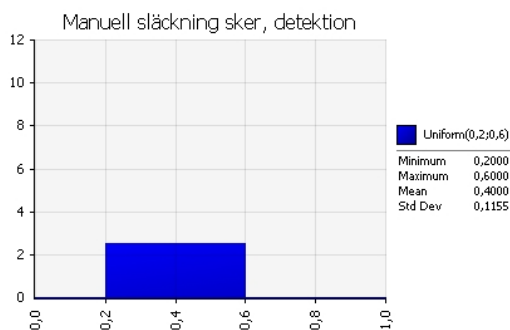


Figur 10. Indata manuell dörrstängning sker vid utebliven detektion

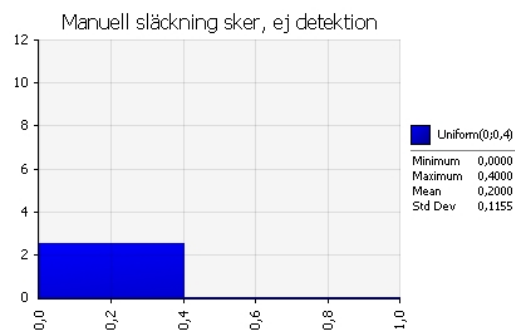
Manuell släckning sker

Samtal med anställda på äldreboende har visat att de allra flesta har utbildning på handbrandsläckare.

Enligt samma resonemang som ovan har även här två olika fördelningar använts beroende på om brandlarmet aktiveras eller ej. Statistik från Räddningsverket (SRV, 2008b) och intervallen sätts till 20-60 % vid detektion, se figur 11, respektive 0-40 % då den uteblir, se figur 12.



Figur 11. Indata manuell släckning sker vid detektion

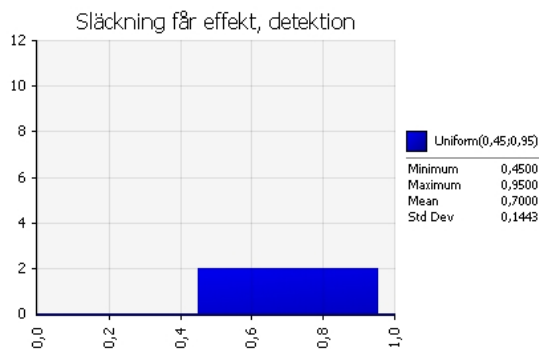


Figur 12. Indata manuell släckning sker vid utebliven detektion

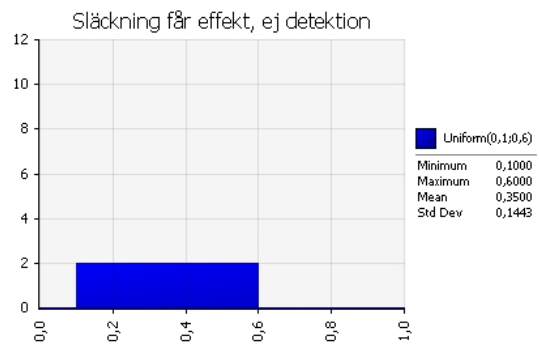
Manuell släckning får effekt

Som tidigare nämnts bör de flesta av de anställda ha utbildning på handbrandsläckare vilket talar för att en släckinsats med sådan får effekt. Den enda uppgift om handbrandsläckares effektivitet som hittats anger att branden helt släcks i 94 % av alla släckförsök gjorda med bärbar släckutrustning (NIST, 2007). Då även andra släckmetoder inkluderas är det svårt att här uppskatta en fördelning, men på samma vis som tidigare förmodas sannolikheten även här till viss del bero på om brand- och utrymningslarmet har aktiverat.

Intervallerna utgår från ett värde på 70 respektive 35 % för de båda fallen och utifrån det skapas de likformiga fördelningarna där intervallen ökas 25 procentenheter åt vardera hållet för att täcka de osäkerheter som finns, se figur 13 & 14.



Figur 13. Indata manuell släckning får effekt vid detektion



Figur 14. Indata manuell släckning får effekt vid utebliven detektion

5.5 Möjliga konsekvenser

Varje gren i händelseträden leder till ett eget brandscenario med helt skilda bränder. Konsekvenserna av varje brand skiljer sig naturligtvis också i varje scenario. För att möjliggöra hanteringen av de olika konsekvenserna har förenklingen gjorts att de bara kan anta två olika värden. Dessa är:

- **Konsekvens 0**, branden och brandgasernas spridning hindras och säker utrymning kan ske
- **Konsekvens 1**, branden och brandgaserna sprider sig på ett sådant sätt att säker utrymning inte kan säkerställas.

För att konsekvens 0 ska kunna inträffa, måste i sin tur någon av följande händelser ske:

- Sprinklersystemet släcker eller begränsar branden
- Detektion av brand samt aktivering av brand- och utrymningslarm sker och de automatiska dörrstängarna stänger dörren till brandrummet
- Manuell dörrstängning sker
- Personal eller boende använder släckutrustning och den ger sådan effekt att branden hindras

Att hantera konsekvenserna på det här sättet är naturligtvis en grov förenkling, men något som varit nödvändigt för att göra simuleringarna hanterbara inom projektarbetets tidsramar.

5.6 Simuleringarna

För simuleringarna används programvaran Precision Tree 1.0 och @Risk 4.5. Båda är tilläggsprogram till Microsoft Excel skapade av Palisade Corporation att användas vid konstruktion av händelsetråd respektive probabilistiska beräkningar med funktioner. (Palisade Corporation, 2008)

Som tidigare nämnts ger händelseträden ett säkerhetsindex på varje framtagna alternativ utformning. För en fortsatt jämförelse mellan en alternativ utformning och referenslösningen subtraheras referenslösningens säkerhetsindex från den alternativa lösningens. Den differens subtraktionen ger används sedan som utdata i @Risk, vilket innebär att för varje genomförd simulering sparar @Risk ett tal. För simuleringarna används samplingsmetoden Latin Hypercube⁴ med 10 000 simuleringar.

⁴ För mer information om Latin Hypercube, se till exempel Abrahamsson (2002).

5.7 Antaganden i simuleringarna

Liksom i BBR utgår ifrån att brand har uppstått och ingen hänsyn tas till sannolikheten för att det ska ske.

Självstängande dörrar antas vara uppställda med magnet eller vara av typen Free Swing⁵ och de aktiveras av brandlarmet.

Då ett automatiskt sprinklersystem aktiveras, ser normalt en larmventil i systemet till att även brandlarmet aktiveras. Det antas att denna funktion alltid fungerar, vilket är av betydelse för de självstängande dörrarna samt för aktivering av utrymningslarmet.

I beräkningarna görs förenklingar angående hur de olika händelserna är beroende av varandra eller ej. Konsekvensen av detta tas upp i diskussionen.

Det antas i samtliga scenarion att personal finns närvarande och de förväntas ha en grundläggande brandutbildning så att det vet vad hur de ska agera vid ett brandtillbud. Personalen antas också ha utbildning i användandet av handbrandsläckare.

Händelsen *Detektion av brand sker*, innebär att detektion av brand inträffar samt att både brand- och utrymningslarmet aktiveras. Sannolikheterna för dessa tre händelser kombineras i sannolikhetsfördelningen.

Statistik över sprinklersystems tillförlitlighet innehåller inte alltid detaljer om orsaken till varför ett sprinklersystem misslyckas med att släcka eller begränsa branden. Då det kan bero på att systemet aldrig aktiverades, är det svårt att veta om dess larmventil aktiverade brandlarmet eller om det var brandlarmets detektorer som gjorde detta. Antagandet görs att det i det beskrivna fallet alltid är en av brandlarmets detektorer som startar brandlarmet och ingen hänsyn tas till tillförlitligheten för larmventiler.

Om dörren till brandrummet stängs antas brandcellsgränsen hålla så pass länge att ingen fara råder för de övriga boende på avdelningen.

⁵ Free Swing är produktnamnet på en typ av dörrstängare där stängningsfunktionen aktiveras först då den får signal av brandlarmet eller av inbyggda detektorer.

5.8 Resultat av analysen

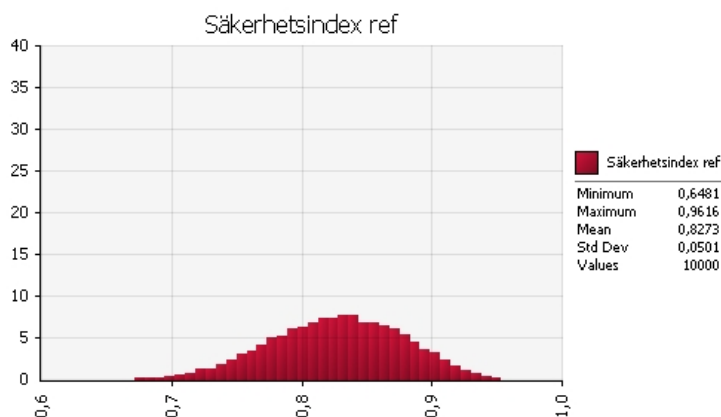
I det här avsnittet presenteras resultatet från riskanalysen. Resultatet från simuleringarna av de alternativa utformningarna presenteras i histogram, som beskriver storleken på de beräknade 10 000 värdena från jämförelsen. Även en direkt jämförelse av säkerhetsindex görs för att ge en uppskattning av hur de olika alternativen förhåller sig till varandra. Ett högre säkerhetsindex betyder inte automatiskt att alternativet är bättre än referensen utan det är först efter simuleringen genomförts som slutsatser kan dras, se vidare avsnitt **Fel! Hittar inte referensskälla.Fel! Hittar inte referensskälla.** om jämförelsekriterium.

5.8.1 Referenslösningen

Referenslösningen, som visas i tabell 6, som är brandtekniskt dimensionerad enligt BBR, har ett säkerhetsindex på 82,7 med en standardavvikelse på 5,0, se figur 15. Det innebär att säker utrymning kan förväntas ske vid 82.7 % av brandtillbuden.

Tabell 6. Förutsättningar för referenslösningen

Referenslösning		
Sprinkler		Nej
Dörrstängare mellan boenderum och korridor	Ja	
E 30 mellan dagrum och korridor	Ja	
Dörrstängare dagrum och korridor	Ja	



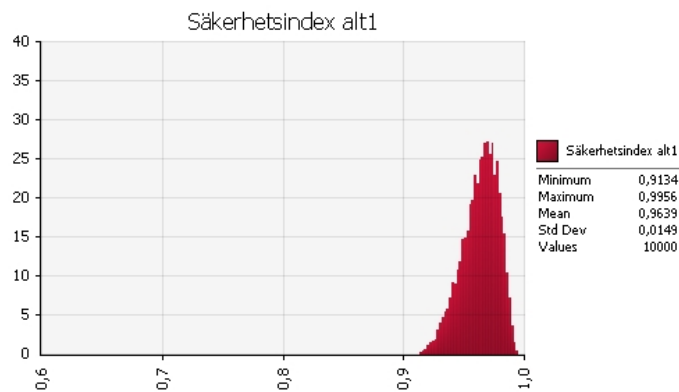
Figur 15. Säkerhetsindex för referenslösningen

5.8.2 Alternativ 1

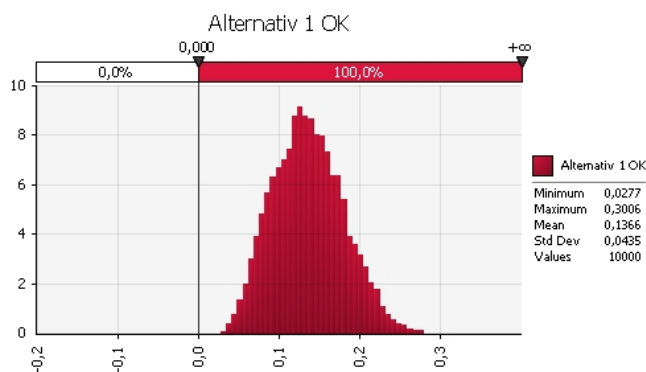
Säkerhetsindex för alternativ 1, se tabell 7, är 96,4 med en standardavvikelse på 1,5, se figur 16. Väntevärdet är högre än referenslösningens samtidigt som spridningen är mindre. Detta tyder på att sprinklersystemets höga tillförlitlighet ger en säkrare lösning än vad dörrstängarna ger. Det bekräftar också av figur 17 som visar att alternativet alltid är bättre än referensen då ingen av de 10 000 jämförelserna får ett negativt värde. Minskningen i standardavvikelse jämfört med referensen kan förklaras med att en så stor andel av brandtillbuden leder till att sprinklersystemet aktiveras och dämpar eller släcker branden. Då sprinklersystemet får verkan har inte sannolikheten för de övriga parametrarna längre någon större betydelse. Osäkerheterna i dessa kommer därför inte påverka resultatet i lika stor utsträckning som tidigare.

Tabell 7. Förutsättningar för alternativ 1

Alternativ 1		
Sprinkler	Ja	
Dörrstängare mellan boenderum och korridor		Nej
E 30 mellan dagrum och korridor	Ja	
Dörrstängare mellan dagrum och korridor	Ja	



Figur 16. Säkerhetsindex för alternativ 1



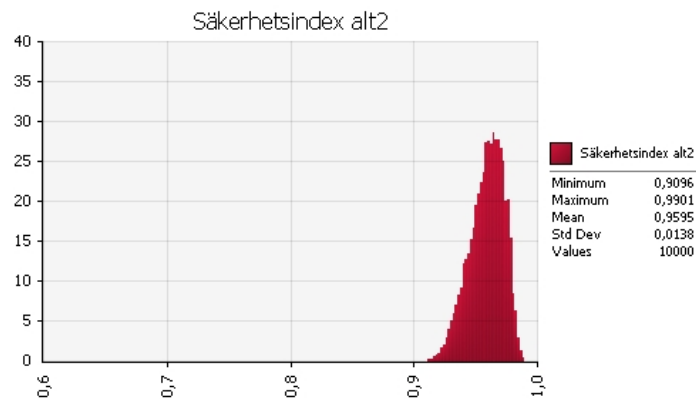
Figur 17. Resultat av jämförelse med referenslösning

5.8.3 Alternativ 2

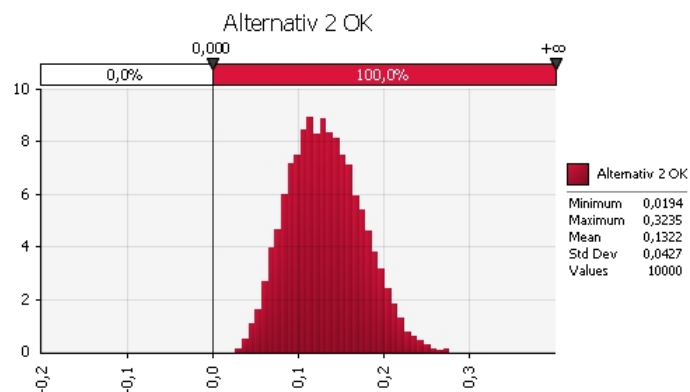
I alternativ 2, se tabell 8, där även dörrstängaren till dagrummet tagits bort får ett säkerhetsindex på 96,0 med en standardavvikelse på 1,4, se figur 18, vilket inte skiljer sig så mycket från alternativ 1. På samma sätt som för det föregående alternativet tyder resultaten på en bättre lösning och även här får samtliga av jämförelserna ett positivt värde vilket visar att alternativet är bättre än referensen, se figur 19.

Tabell 8. Förutsättningar för alternativ 2

Alternativ 2		
Sprinkler	Ja	
Dörrstängare mellan boenderum och korridor		Nej
E 30 mellan dagrum och korridor	Ja	
Dörrstängare mellan dagrum och korridor		Nej



Figur 18. Säkerhetsindex för alternativ 2



Figur 19. Resultat av jämförelse med referenslösning

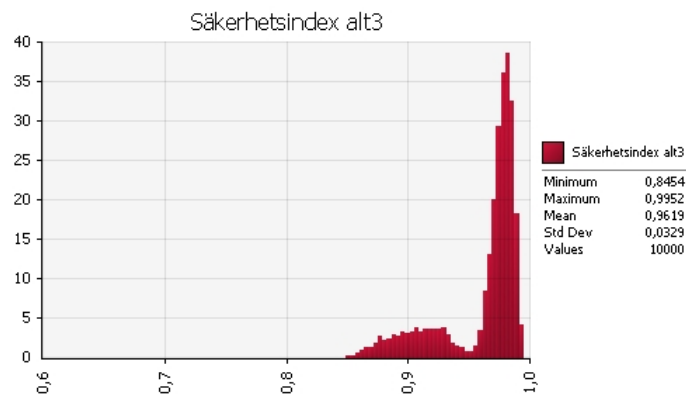
5.8.4 Alternativ 3

I alternativ 3, tabell 9, tas väggpartiet till dagrummet tas bort. Det får till följd att fördelningen över säkerhetsindex får ett annat utseende. Även här är väntevärdet på 96,2 högre än för referensen. Standardavvikelsen är som tidigare lägre än referensen, 3,3, men större än för tidigare alternativ. Det beror på att det inte längre går att stänga in en brand i dagrummet och därför får startplatsen större betydelse. Att fördelningen för startplatsen är diskret med två möjliga värden återspeglas här tydligt i säkerhetsindex för lösningen, se figur 20. I figur 21 syns även att alternativ 3 är bättre än referensen i 98,7 % av fallen.

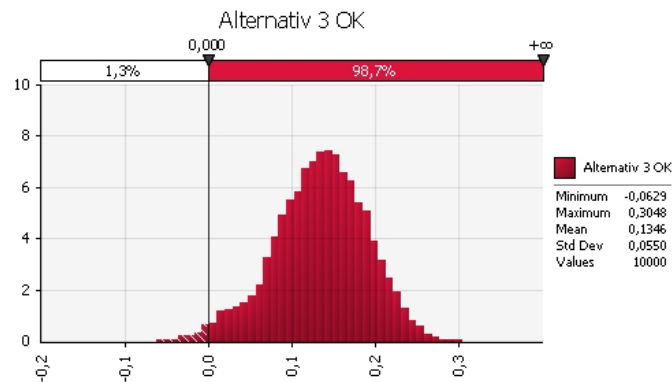
Tabell 9. Förutsättningar för alternativ 3

Alternativ 3		
Sprinkler	Ja	
Dörrstängare mellan boenderum och korridor	Ja	
E 30 mellan dagrum och korridor		Nej
Dörrstängare mellan dagrum och korridor	1)	1)

1) Finns ej då väggpartiet mellan dagrum och korridor saknas.



Figur 20. Säkerhetsindex för alternativ 3



Figur 21. Resultat av jämförelse med referenslösning

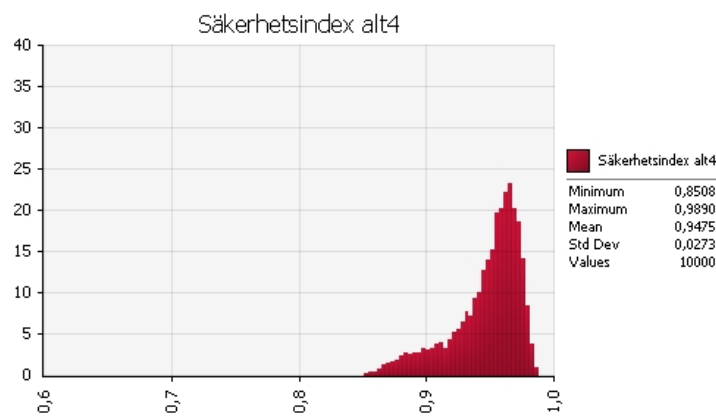
5.8.5 Alternativ 4

Också alternativ 4, se tabell 10, har en större standardavvikelse än alternativ 1 & 2 vilket även här tycks bero på att en brand i dagrummet inte längre går att stänga in. Säkerhetsindex har ett väntevärde på 94,8 och en standardavvikelse på 2,7, se figur 22. Jämförelsen visar att alternativet är bättre än referensen i 98,4 % av fallen, se figur 23.

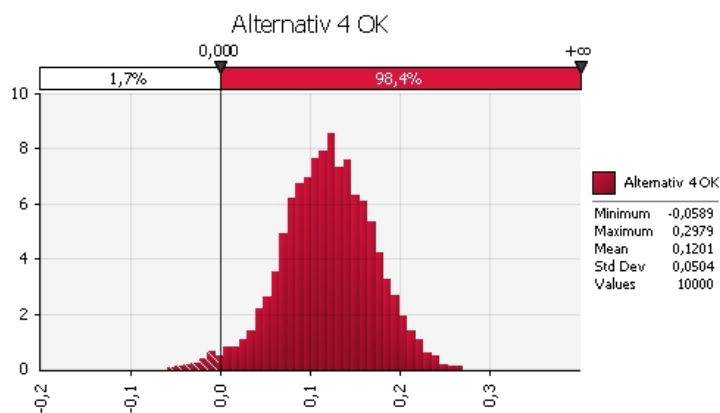
Tabell 10. Förutsättningar för alternativ 4

Alternativ 4		
Sprinkler	Ja	
Dörrstängare mellan boenderum och korridor		Nej
E 30 mellan dagrum och korridor		Nej
Dörrstängare mellan dagrum och korridor	1)	1)

1) Finns ej då vägpartiet mellan dagrum och korridor saknas.



Figur 22. Säkerhetsindex för alternativ 4



Figur 23. Resultat av jämförelse med referenslösning

5.8.6 Sammanställning

I Tabell 11 sammanställs resultaten av de genomförda simuleringarna.

Tabell 11. Sammanställning av resultaten

	Andel jämförelser ≥ 0	Säkerhetsindex	
		medelvärde	std-avvikelse
Referenslösning	--	82,7	5,0
Alternativ 1	100 %	96,4	1,5
Alternativ 2	100 %	96,0	1,4
Alternativ 3	98,7 %	96,2	3,3
Alternativ 4	98,4 %	94,7	2,7

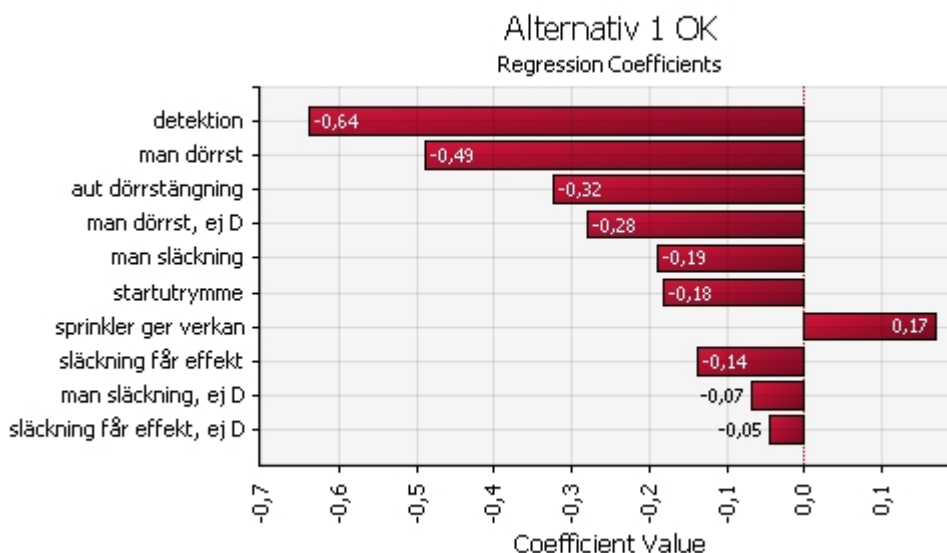
5.9 Känslighetsanalys

Känslighetsanalysens regressionsanalys ger en bild av vilken händelse som ger störst påverkan på slutresultatet. Den kan sen användas för att visa på vad som bör förbättras för att på ett effektivt sätt minska osäkerheterna i resultatet.

I figur 24-27 presenteras för varje alternativ ett tornadodiagram med resultatet från den regressionsanalys som genomfördes med hjälp av @Risk. De händelser som har olika fördelning beroende på om detektion har skett eller ej, är markerade med "ej D" vid sidan om variabelnamnet då detektion uteblivit.

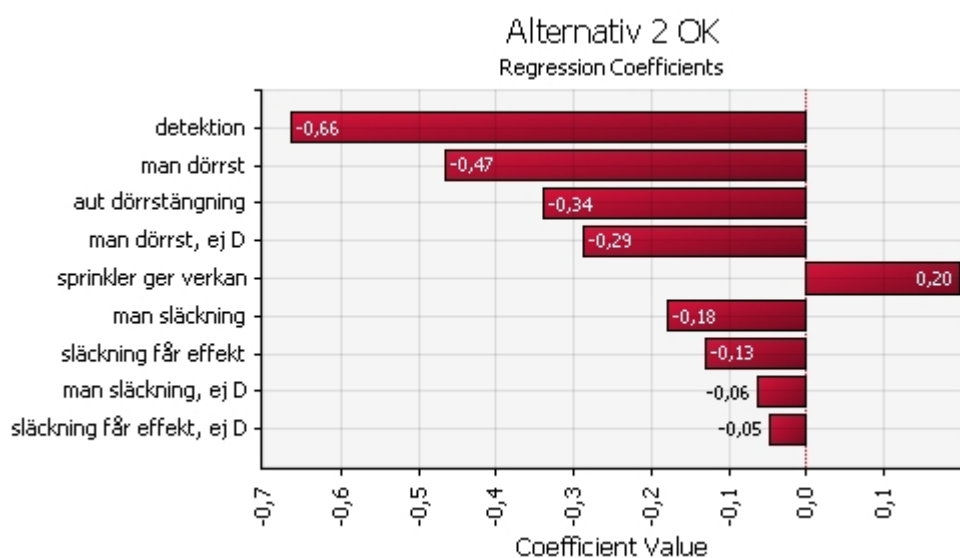
I den använda metoden beräknas det linjära sambandet mellan en indatavariabel och erhållen utdata. Resultatet får ett värde mellan -1 och 1 som visar i hur stor utsträckning och åt vilket håll utdata påverkas av den undersökta indatavariabeln. -1 och 1 innebär att ett maximalt samband, negativt respektive positivt, och 0 att inget samband finns.

Alternativ 1



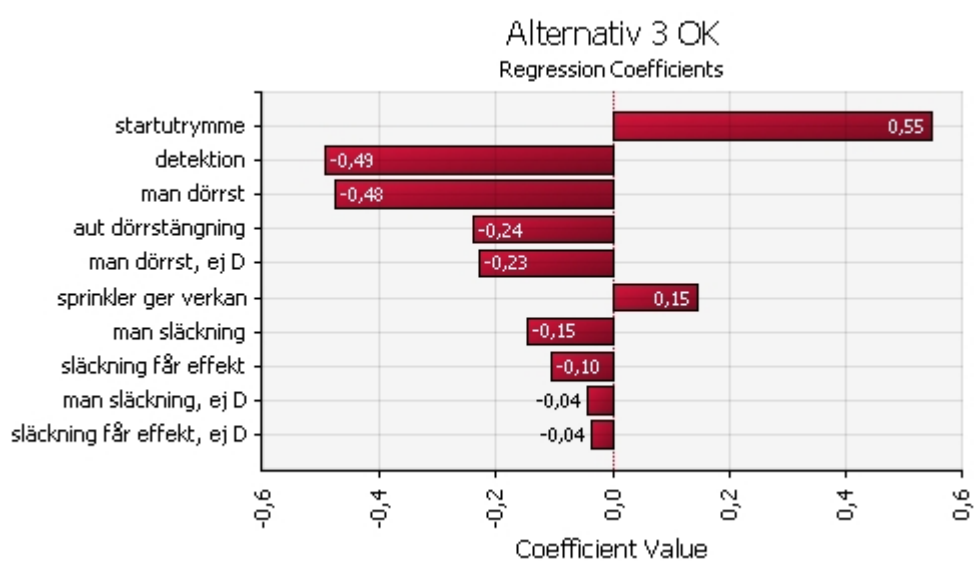
Figur 24. Tornadodiagram för alternativ 1

Alternativ 2



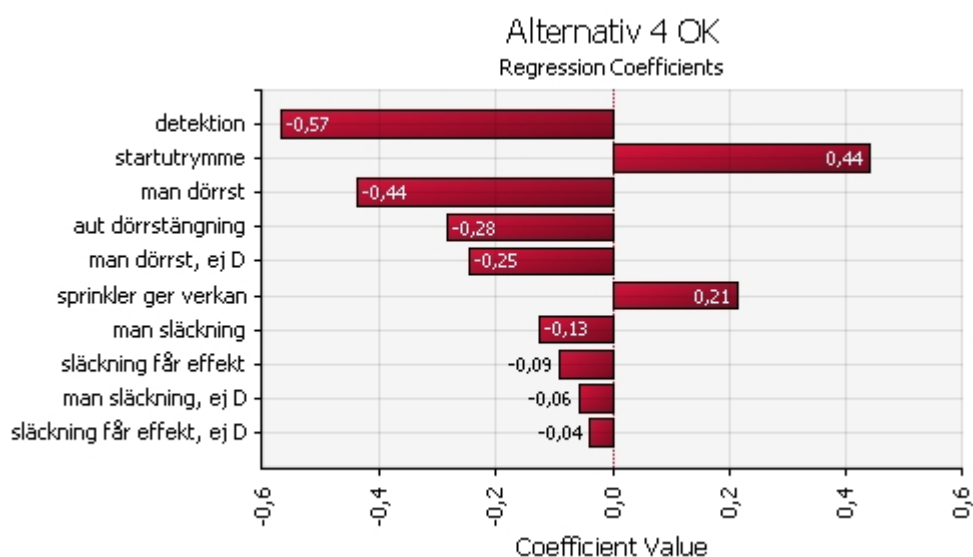
Figur 25. Tornadodiagram för alternativ 2

Alternativ 3



Figur 26. Tornadodiagram för alternativ 3

Alternativ 4



Figur 27. Tornadodiagram för alternativ 4

Regressionsanalysen visar att i samtliga alternativa utformningar finns detektion, automatisk dörrstängning och manuell dörrstängning med bland de händelser som påverkar resultatet mest. Då detektionen har störst påverkan på resultatet för tre av fyra alternativ, kontrollerades simuleringsresultaten genom att ytterligare simuleringar med ett fixt värde för den händelsen gjordes. Det fixa värdet varierades sedan för att se hur resultatet påverkades. Resultatet av detta visar att för alternativ 1 & 2 blir alltid 100 % av jämförelserna bättre än referensen, oavsett vilket värde som väljs för detektionen. För alternativ 3 & 4 visade det sig att vid en sannolikhet för detektion på cirka 98 %, vilket är en procentenhet ifrån det maximala värde sannolikheten kan anta, uppfylldes inte längre jämförelsekriteriet på 95 %. Varför en högre sannolikhet för detektion ger en mindre skillnad mellan alternativ och referens beror på att ju högre sannolikheten för detektionen blir, desto svårare är det att skapa ett alternativ som är bättre.

5.10 Missade slutscenarion

Som tidigare nämnts är det en grov förenkling att bara använda sig av två olika konsekvenser. Ett scenario med en liten brand med långsam effektutveckling då samtidigt en dörr står på glänt skulle inte nödvändigtvis leda till att säker utrymning inte kan ske. I metoden som används får detta dock alltid konsekvens 1. Eftersom sannolikheten för att en dörr inte stängs ordentligt ökar när dörrstängarna tas bort, ökar också möjligheten för att en brand skall kunna få en allvarligare utgång än tidigare. Detta gäller också det väggparti som tas bort i alternativ 3 & 4. I diskussionen senare i rapporten förs ett resonemang kring ökningen av sannolikheten för dessa allvarligare bränder.

6 Diskussion

I kapitlet sammanfattas och diskuteras det som framkom i litteraturstudierna samt vad som kan utläsas ur de resultat och den känslighetsanalys som presenterades i kapitel 5.

6.1 Del 1 – Den utredande delen

En del av rapporten består i att klarlägga vad som i föreskrifterna är ett krav vid utformningen av brandskyddet i särskilt boende. BBR är skriven på ett sätt som gör att det inte för varje verksamhetstyp finns en lista som explicit uttrycker vad som är ett måste. Svårigheter uppstod i att fastsätta brandcellsindelningen samt var verksamhetsgränsen för ett särskilt boende går. I BBR 5.61 går att läsa följande: *"Varje brandcell ska omfatta ett rum – eller sådana sammanhängande grupper av rum – i vilka verksamheten inte har omedelbart samband med annan verksamhet i byggnaden"*. Det kan tolkas som att en hel avdelning kan utgöra egen brandcell i särskilt boende, på samma sätt som tidigare var möjligt i det alternativa boendet. BBR uttrycker inte heller att varje boenderum skall vara egen brandcell, vilket får till följd att dörrstängare inom avdelningen inte behövs och referenslösningen hade fått ett annat utseende.

Till hjälp att definiera kraven finns förklaringar till föreskrifterna, men det är endast i projekteringshandboken *Brandskydd i Boverkets byggregler BBR* (SBF, 2006) som en lista på nödvändiga brandtekniska åtgärder för särskilt boende återfinns. Visserligen finns inte heller där kravet på att varje boenderum skall vara egen brandcell uttryckt, utan det formuleras som ett bör-krav. I Brandskyddshandboken (2005) står istället uttryckt att *"äldreboenden byggs normalt med bostaden i egen brandcell"*.

Svårigheterna att klarlägga kraven för förenklad dimensionering blir ett problem när alternativa utformningar ska jämföras med en referens. Problemet beskrivs av Lundin (2005), som menar att det blir svårt att verifiera om kraven uppfylls då risknivån för det med förenklad dimensionerade objektet blir problematisk att fastställa.

6.2 Del 2 – De alternativa utformningarna

I avsnitt 5.3 ställdes ett krav på att de alternativa lösningarna med 95 % säkerhet skall vara bättre än referensen för att accepteras. Simuleringarna visar att samtliga fyra alternativ klarar detta, alternativ 1 & 2 blir till och med alltid ett bättre alternativ än referenslösningen.

Inga större skillnader syns i storleken på det beräknade säkerhetsindexet för de olika alternativen, se figur 16, 18, 20 & 22. Förklaringen till detta ligger förmodligen i att sprinklersystemet fångar upp ca 85 % av alla bränder och det är bara bland resterande 15 % som en sämre lösning än referensen kan uppstå. Resultaten från de två första alternativen visar att det är möjligt att ersätta dörrstängarna med ett sprinklersystem. Även väggpartiet till dagrummet kan tas bort med bibehållen nivå på brandskyddet och som simuleringen av alternativ 4 visar går det också att utföra dessa åtgärder samtidigt.

Något som är mycket viktigt att tänka på är att simuleringarna bara visar att det teoretiskt går att genomföra de fyra alternativa utformningarna. Hänsyn måste naturligtvis tas till organisationen vid varje särskilt boende, vilket också är det som innehåller störst osäkerheter i simuleringarna. Vid ett äldreboende där personalen nattetid ersätts med larm, reduceras eller saknas till exempel möjligheten till att någon manuellt stänger dörrarna vilket kan få katastrofala konsekvenser då brandcellsgränserna förblir brutna. Det kan komma att krävas krav på personalens brandskyddsutbildning, bemanningssituationen och andra organisatoriska

brandskydd för att lösa den problematiken. Författaren anser därför att enbart resultaten från simuleringarna inte är tillräckligt som beslutsunderlag. Till exempel får alternativ 2 i simuleringarna ett bättre resultat än alternativ 3, trots att det helt saknar möjlighet till dörrstängning om bemanningssituationen skulle förändras så att personal inte finns närvarande. Sannolikhetsfördelningarna bör naturligtvis anpassas efter bemanningssituationen och reduceras eller uteslutas helt ur simuleringarna för att anpassas efter den rådande situationen. En förändring av bemanningen är dock svår att förutse vilket också försvårar tolkningen av simuleringsresultaten.

Även om simuleringarna ger en bra första indikation på om den alternativa utformningen är möjlig, så beror riktigheten i resultaten till stor del på hur bra sannolikhetsfördelningarna för de ingående parametrarna är. Den statistik som finns tillgänglig täcker inte alla händelser, och uppskattningar blev därför nödvändiga.

Uppskattningarna gäller främst den mänskliga faktorn, vilket för särskilt boende innebär att det finns en stor osäkerhet i hur personalen kommer agera vid en brand. Det går att ta reda på vilka instruktioner personalen fått, men det är omöjligt att veta ifall de verkligen kommer att följa dem om en brand uppstår. Mycket lite statistik finns tillgänglig för de händelser där människors agerande är av betydelse. Därför är det de händelserna som har den största spridningen i simuleringarna. Regressionsanalysen visar att flera av de sannolikhetsfördelningar som uppskattades får ett värde nära noll vilket medför att deras eventuella felaktigheter inte påverkar resultatet i så stor utsträckning. Samtidigt är några av de händelser med uppskattade sannolikheter, framförallt manuell dörrstängning, de som har störst betydelse för resultatet och för att öka precisionen i resultatet skulle det vara önskvärt att ha tillgång till mer statistiskt underlag.

Valet av sannolikhetsfördelningar innebär ofta en del svårigheter. Det går inte att säga så mycket mer om de valda fördelningarna än att det i slutändan är upp till var och en som genomför en riskanalys att utifrån tillgänglig fakta bestämma dem.

En annan sak som påverkar resultatet är att det är högst troligt att några av ingångsparametrarna påverkar varandra. En tidig detektion av brand bör öka personalens chanser till ett lyckat släckförsök, då den ännu inte hunnit tillväxa. Hänsyn till detta tas genom att använda olika fördelningar på en del händelser beroende på om detektion av brand skett eller ej. De händelser som påverkas är manuell dörrstängning, manuell släckning och manuell släckning får effekt. För övriga händelser görs förenklingen att de inte är beroende av varandra då det är svårt att utreda de samband som finns. Även då sannolikhetsfördelningarna är vida, för att försöka ta hänsyn till de osäkerheter som finns, visar resultatet att de alternativa utformningarna är möjliga att genomföra. Förenklingen rörande ingångsparametrarnas oberoende antas inte påverka resultatet.

Även valet av jämförelsekriterium har betydelse; det blir stor skillnad mellan om 90 % eller 95 % väljs som nivå, då marginalen för att få en acceptabel alternativ utformning ökar. En möjlig tolkning är att det räcker med ett jämförelsekriterium större än 50 %, då det ju faktiskt visar att den alternativa utformningen är bättre i mer än 50 % av fallen. Men det innebär samtidigt att den alternativa utformningen tillåts vara sämre än referensen i 50 % av brandtillbudena och då borde sannolikheten för att extrema händelser kan inträffa öka jämfört med om en gräns på 95 % väljs.

Ju högre jämförelsekriterium som väljs desto svårare blir det naturligtvis att hitta en alternativ lösning som är bättre än referenslösningen. Exempel på sådana faktorer som bör påverka valet är vilken typ av verksamhet som bedrivs, typ av byggnad, antal hyresgäster och deras hälsa med mera. Vilken gräns som väljs är även här upp till var och en som genomför beräkningarna att bestämma.

Som en kontroll av resultaten används en känslighetsanalys innehållande bland annat en regressionsanalys. Om en händelse får ett negativt värde i regressionsanalysen innebär det att ett omvänt linjärt samband finns mellan variabeln och resultatet av jämförelsen. Om till exempel sannolikheten för detektion ökas, så blir differensen i jämförelsen mindre. Att det blir så beror på att det för varje åtgärd som höjer säkerheten i referensalternativet blir svårare att skapa en alternativ utformning som är bättre. Eftersom sprinklersystemet fångar upp en så stor andel av bränderna för de alternativa lösningarna, blir höjningen av säkerhetsindex mindre för dessa än för referenslösningen vid införandet av en åtgärd som är gynnsam för dem båda. En sådan åtgärd leder alltså till att skillnaden mellan alternativ och referens minskar, även om förbättringen gynnar båda lösningarna. Omvänt gäller för de händelserna med positivt värde. I regressionsanalysen finns två sådana och dessa är sprinklersystemets tillförlitlighet samt i alternativ 3 & 4 även startutrymme. Att en aktivering av sprinklersystemet ger en ökad differens mellan referens och alternativ är självklart. Det är inte heller så konstigt att startutrymmet får större betydelse då detta är en följd av att det inte längre blir möjligt att stänga in en brand i dagrummet för att få *konsekvens 0*.

De simuleringar som genomfördes i känslighetsanalysen visar att vid en sannolikhet för detektion nära det maximala värde sannolikheten kan anta, uppfylldes inte längre jämförelsekriteriet på 95 %. Värdet anses så högt att det med stor säkerhet går att säga att samtliga alternativa utformningar teoretiskt ger en bättre lösning än referenslösningen.

Valet av konsekvenser har också betydelse för resultatet av simuleringarna. Att olika tekniska system tas bort i de alternativa lösningarna ökar inte antalet brandtillbud, men det kan förändra brändernas möjlighet att tillväxa. Detta tar inte den använda metoden någon hänsyn till, men det är viktigt att beakta när slutsatser dras utifrån resultaten. I beräkningarna har flera olika utfall för slutscenarierna, med olika utgång av brandtillbudet, slagits ihop till en gemensam konsekvens. Till exempel kan det som kallas konsekvens 1 (se avsnitt 5.5) innefatta en mindre brand, utan risk för spridning, men där dörren till brandrummet inte blir helt stängd. Konsekvens 1 kan också vara en fullt utvecklad brand i flera brandceller. På samma sätt är det inte säkert att ett aktiverat sprinklersystem som kontrollerar branden alltid kommer leda till konsekvens 0. Detta är en brist med metoden som är svår att åtgärda.

Även om det är en grov förenkling att bara använda två möjliga konsekvenser anser författaren det vara rimligt. I tidigare arbeten som använt en liknande metod, till exempel Johansson & Lundin (1999), finns ytterligare ett steg i riskanalysen. Där genomförs beräkningar av antalet personer som utsätts för kritiska förhållanden och detta används som konsekvens. Den jämförelsen anses här inte nödvändig då de alternativa utformningarna jämförs med en referens projekterad enligt förenklad dimensionering, där inget krav finns att genomföra sådana beräkningar.

En annan brist med hanteringen av konsekvensen är risken för missade extrema händelser, vilket diskuteras i avsnitt 5.10. Lundin (2004) menar att "*Grova fel och extrema händelser är inte*

lämpliga att hantera med analytisk dimensionering. I stället bör andra typer av åtgärder användas, t.ex. systematiskt brandskyddsarbete.” Detta borde även gälla här även om det är alternativ utformning som används.

Extrema händelser tycks dock vara sällsynta. Nystedt (2001) visar att det går cirka 50 vanliga dödsbränder på något som han kallar för katastrofbrand. Med en katastrofbrand menas i det här fallet att fler än en person omkommer. Samtidigt visar statistik från Räddningsverket (SRV, 2008b) att det inom åldringsvården mellan åren 1999 – 2007 förekom 40 stycken dödsbränder där det totalt omkom 40 personer. Inom objektstypen åldringsvård förekom alltså under tidsperioden inte en enda katastrofbrand enligt den tidigare definitionen. Det måste dock poängteras att då statistiken sträcker sig över nio år har reglerna för projekteringen av brandskyddet ändrats (se avsnitt 3.1). Den innehåller alltså bränder både från boenden med respektive utan dörrstängare, då dessa för det alternativa boendet inte var ett krav.

Hanson (2003) menar att boendesprinkler är ett mycket bra sätt att höja brandsäkerheten, särskilt på äldreboende, vårdinrättningar och andra platser där personer har svårt att själv utrymma. Han poängterar dock att sprinkler inte ska ses som en heltäckande lösning utan som ett komplement i ett system av brandskyddsåtgärder. Nystedt (2001) säger angående sprinklernas effekt bland dem som inte kan utrymma på egen hand och att använda den som ett redskap i den alternativa utformningen att *”Det finns en motsägelse med att på den ena sidan öka säkerheten bland de utsatta grupperna och på den andra sidan försämra den genom avsteg.”*

7 Slutsatser

Författaren anser att kravspecifikationen för förenklad dimensionering i BBR bör bli tydligare för att underlätta alternativ utformning och analytisk dimensionering. Vid alternativ utformning av särskilt boende föreslås minst följande krav användas för projektering av en referens att jämföra den alternativa utformningen med:

- Byggnaden skall alltid vara av byggnadsklass Br1 eller Br2
- Personal finns ständigt närvarande
- Fönsterutrymning är ej tillåten
- Två separata utrymningsvägar skall alltid finnas och dessa får ej ersättas av ett Tr1- eller Tr2-trapphus
- Byggnaden skall vara utrustad med ett heltäckande brand- och utrymningslarm
- Varje lägenhet eller rum skall vara egen brandcell
- Dörrstängare skall finnas mot korridor
- Ventilationssystemet skall förhindra brandgasspridning mellan brandcellerna

Om listan ovan följs, uppfylls enligt författaren också rådande föreskrifter.

De alternativa utformningar som det idag finns intresse att genomföra, är att med ett sprinklersystem dels ersätta dörrstängare till boenderum och/eller dagrum, dels att helt integrera dagrummet med korridoren.

Även om den använda metoden för kontroll av de alternativa utformningarna visar att samtliga av de fyra undersökta alternativen är möjliga att genomföra, är det viktigt att en utredning där även det organisatoriska brandskyddet vägs in genomförs i varje enskilt fall. I BBR avsnitt 5.31 står skrivet att utrymnings säkerheten bör anpassas till det organisatoriska brandskyddet. Tyvärr finns liten möjlighet att istället anpassa det organisatoriska brandskyddet efter utrymningsmöjligheterna, vilket vore önskvärt.

I den första alternativa utformningen, där sprinklersystemet ersätter dörrstängare till boenderummen, visar simuleringarna att alternativet alltid blir minst lika bra som referensen. Då hänsyn även tas till den organisatoriska biten anser författaren alternativet vara acceptabelt om personal finns ständigt närvarande inom avdelningen så att de vid ett brandtillbud snabbt kan assistera de boende vid utrymning samt stänga dörren till brandrummet.

Simuleringarna för det andra alternativet, som även saknar dörrstängare till dagrummet, visar att även det alltid är minst lika bra som referensen. Med tanke på att det här helt saknas dörrstängare är det viktigt att personal alltid finns närvarande och att ersätta dem med larm anses av författaren inte vara ett alternativ. Det är inte helt klart att alternativet alltid kan accepteras då det kan uppstå situationer där möjligheten att stänga dörrarna helt saknas.

Vid det tredje alternativet tas avskiljningen mot dagrummet bort. Simuleringarna visar att alternativet med god marginal är bättre än referensen. Då möjligheten att stänga in en brand i dagrum eller kök saknas blir det organisatoriska brandskyddet, och framförallt personalens rutiner vid brand, viktigt. Dagtid, när de boende kan uppehålla sig i dagrummet, blir personalens ingripande vid brand avgörande och nattetid kompletteras personalen med dörrstängarna till boenderummen. Med hänsyn till detta samt sprinklerns höga tillförlitlighet och dess förmåga att reducera sannolikheten för att dödliga förhållanden uppstår, anser författaren att alternativet kan accepteras om personal finns ständigt närvarande.

I det fjärde och sista alternativet har både dörrstängare och avskiljande vägg till dagrummet utelämnats, vilket ger en ökad risk för brand och brandgasspridning inom hela avdelningen. Författaren anser det vara tveksamt att alltid acceptera alternativet, utan hänsyn måste tas till mängden personal som kan assistera, deras utbildningsnivå samt även de boendes hälsa.

8 Referenser

- Abrahamsson, M., (2002) *Uncertainty in Quantitative Risk Analysis - Characterisation and Methods of Treatment*, Rapport 1024, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.
- Barnett, J. R., (1994) *Fire Door Performance Analysis - Based on survey*, conducted in conjunction with department of environment in London, England and Worchester Polytechnic Institute in Worchester, USA.
- Boverket, (1988) *Nybyggnadsregler*, Boverket, Stockholm.
- Boverket, (1994) *Boverkets byggregler, BBR 94:3, (BBR 1)*, Boverket, Karlskrona.
- Boverket. (2005) *Konsekvensbeskrivning - Revidering av Boverkets byggregler (BFS 1993:57) avsnitt 5 Brandskydd och Boverkets konstruktionsregler (BFS 1993:58) avsnitt 10 Bärförmåga vid brand*, Diarienummer: 10829-1593/2003, Boverket, Karlskrona.
- Boverket. (2006). *Utrymningsdimensionering*, Boverket, Karlskrona.
- Boverket, (2008) *Regelsamling för byggande, BBR 2008*, (BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:6), Boverket, Karlskrona.
- Brandskyddshandboken, (2005) Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund.
- BSI, (1997) Draft for development DD240: *Fire safety engineering in buildings. Part 1: Guide to the application of fire safety engineering principles*, British Standards Institution, London.
- Bukowski, R. W., Budnick, E. K. & Schemel, C. F., (1999) *Estimates of the Operational Reliability of Fire Protection Systems*, Society of Fire Protection Engineers, Boston, USA.
- Bygbjerg, H., Knudsen, R., (2008) *Reliability of Automatic Fire Alarm systems (AFA systems)*, Report 2008:01, Danish Institute of Fire and Security Technology, Hvidovre.
- Carema (2006) [Internet] URL <http://www.samsorg.se/arkiv/nyheteraldreomsorg/larmersatterintepersonalmenpersonalpaplatskanbedomlarmersa.5.47bd15ee10b17efba288000609.html>. Hämtad 2008-08-03.
- Dagens Nyheter (2006) [Internet] URL <http://www.dn.se/DNet/jsp/polopoly.jsp?a=538061>. Hämtad 2008-08-03.
- Davidsson, G., m.fl., (2003) *Handbok för riskanalys*, Räddningsverket, Karlstad.
- Ejvegård, R., (2003) *Vetenskaplig metod*, Studentlitteratur, Lund.
- Frantzich, H., (1998) *Uncertainty and Risk Analysis in Fire Safety Engineering*, Rapport 1016, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.
- Haines, Y. Y., Barry, T., & Lambert, J. H., (1994) *When and How Can You Specify a Probability Distribution When You Don't Know Much? I*. Charlottesville, Virginia.
- Hansson, C., (2003) *Sprinkler för personskydd*, Rapport 5119, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.

- Ivansson, G., (2008) SRV-förslag om bosprinkler i servicehus får kritik. *Sirenen nr 7*, November 2008.
- Johansson, H., (2003) *Decision Analysis in Fire Safety Engineering - Analysing Investments in Fire Safety*, Rapport 1027, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.
- Johansson, H., Lundin, J., (1999) *Riskbaserad utvärdering av alternativ brandskyddsutformning av byggnader*, Rapport 7008, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.
- Körner, S., Wahlgren, L., (2006) *Statistisk dataanalys*, Studentlitteratur, Lund.
- Lundin, J., (2005) *Safety in Case of Fire – the Effect of Changing Regulations*, Rapport 1032, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.
- Malm, D. & Pettersson, A.-I., (2008) *Tillförlitlighet för automatiska vattensprinkleranläggningar - en analys av befintlig statistik*, Rapport 5270, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.
- NIST, (2007) *The Use of Portable Fire Extinguishers in Nightclubs: Workshop Summary*, Building and Fire Research Laboratory, Gaithersburg, USA.
- Nystedt, F., (2001) *Bostadsbränder och sprinkler en koppling till brandteknisk dimensionering*, Rapport 3108, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.
- Olsson, F., Frantzich, H., (1999) *Brandteknisk dimensionering med riskbaserade ekvationer*, Rapport 3107, Brandteknik, Lunds universitet, Lund.
- Palisade Corporation. (2008) *Guide to Using @RISK, Risk Analysis and Simulation, Add-In for Microsoft® Excel, Version 5.0*, Palisade Corporation, Ithaca, USA.
- Paulsson, U., (1999) *Uppsatser och rapporter – med eller utan uppdragsgivare*, Studentlitteratur, Lund.
- Regeringskansliet. (2008a). [Internet] URL <http://www.regeringen.se/sb/d/8906/a/105064>. Hämtad 2008-10-07.
- Regeringskansliet. (2008b). [Internet] URL <http://www.regeringen.se/sb/d/8906/a/78768>. Hämtad 2008-10-07.
- Räddningsverket (SRV). (2008a) *Brandskydd i mellanboenden mm*, Räddningsverket, Karlstad.
- Räddningsverket IDA (SRV). (2008b). *Räddningstjänstens insatser* [Internet] URL <http://ida.srv.se>. Hämtad: 2008-07-15.
- SFS 1987:10 med ändringar t.o.m. SFS 2008:1366, Plan- och bygglag (1987:10), Svensk författningssamling.
- SFS 1994:847 med ändringar t.o.m. SFS 2007:457, Lag (1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk m.m. (Byggnadsverkslagen), Svensk författningssamling.
- SFS 1994:1215 med ändringar t.o.m. SFS 2008:51, Förordning (1994:1215) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. (Byggnadsverksförordningen), Svensk författningssamling.

Socialstyrelsen, (2001) *Vad är särskilt i särskilt boende för äldre? En kartläggning*, Socialstyrelsen, Stockholm.

Statens Planverk, (1967) *Svensk Byggnorm, SBN 67*, Statens Planverk, Stockholm.

Statens Planverk, (1975) *Svensk Byggnorm, SBN 75*, Statens Planverk, Stockholm.

Statens Planverk, (1980) *Svensk Byggnorm, SBN 80*, Statens Planverk, Stockholm.

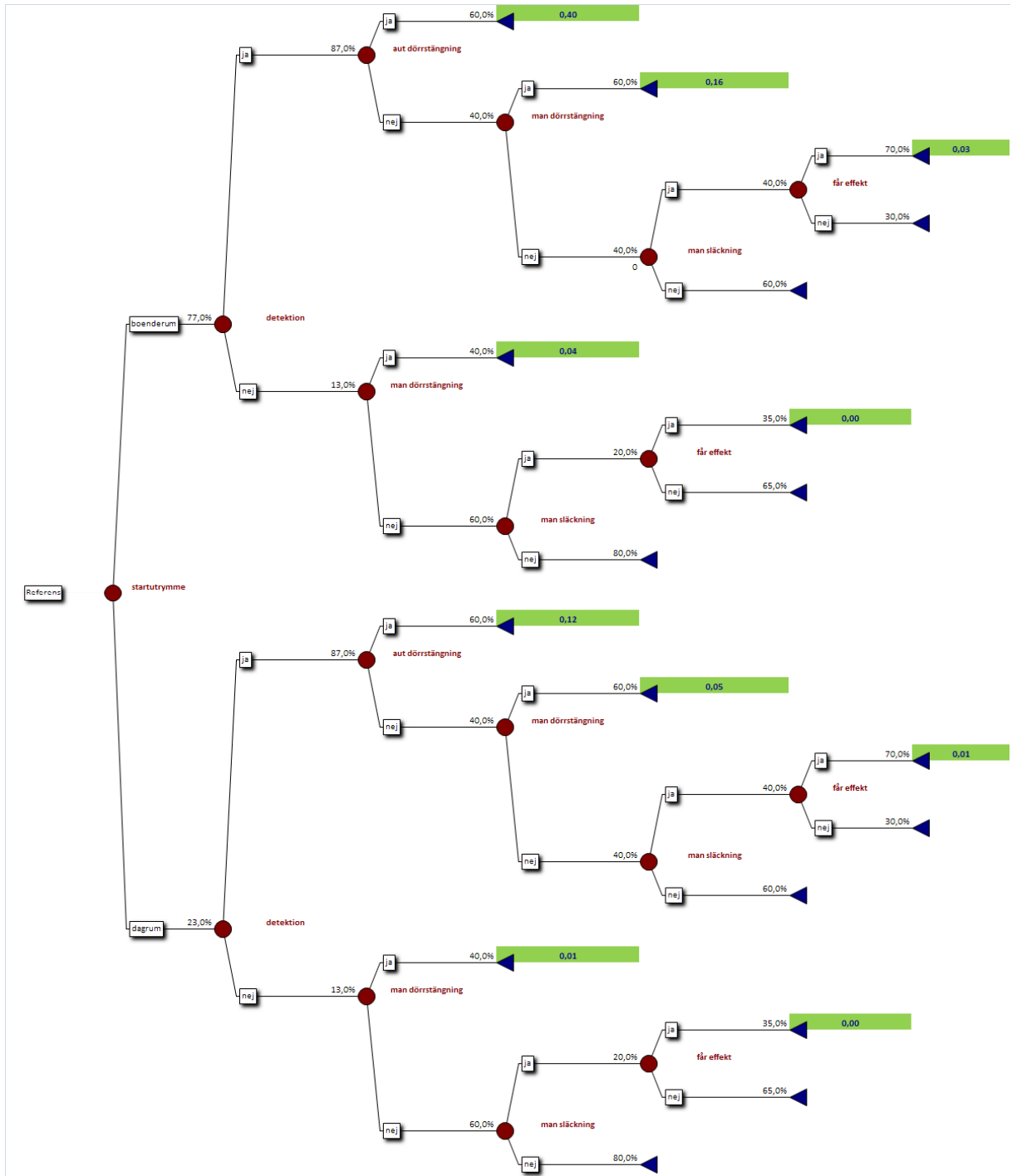
Svenska Brandförsvarsföreningen, (SBF). (2002) *Rekommendationer för installation av boendesprinkler*, Brandförsvarsföreningens Service AB, Stockholm.

Svenska Brandskyddsföreningen, (SBF). (2006) *Brandskydd i Boverkets byggregler BBR*, Svenska Brandskyddsföreningen, Stockholm.

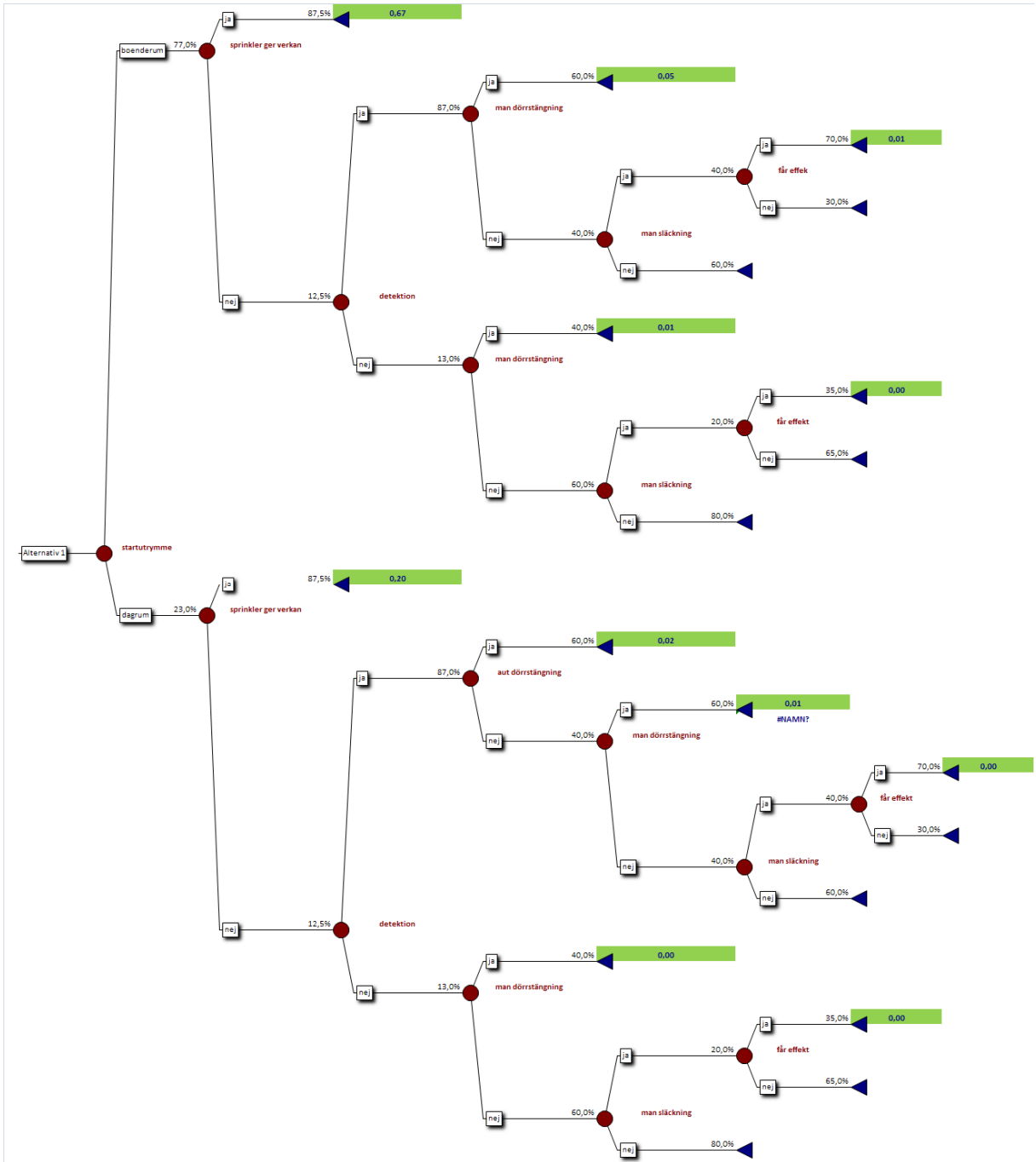
Bilaga A – Händelseträd

Gröna fält innebär att konsekvens 0 inträffar.

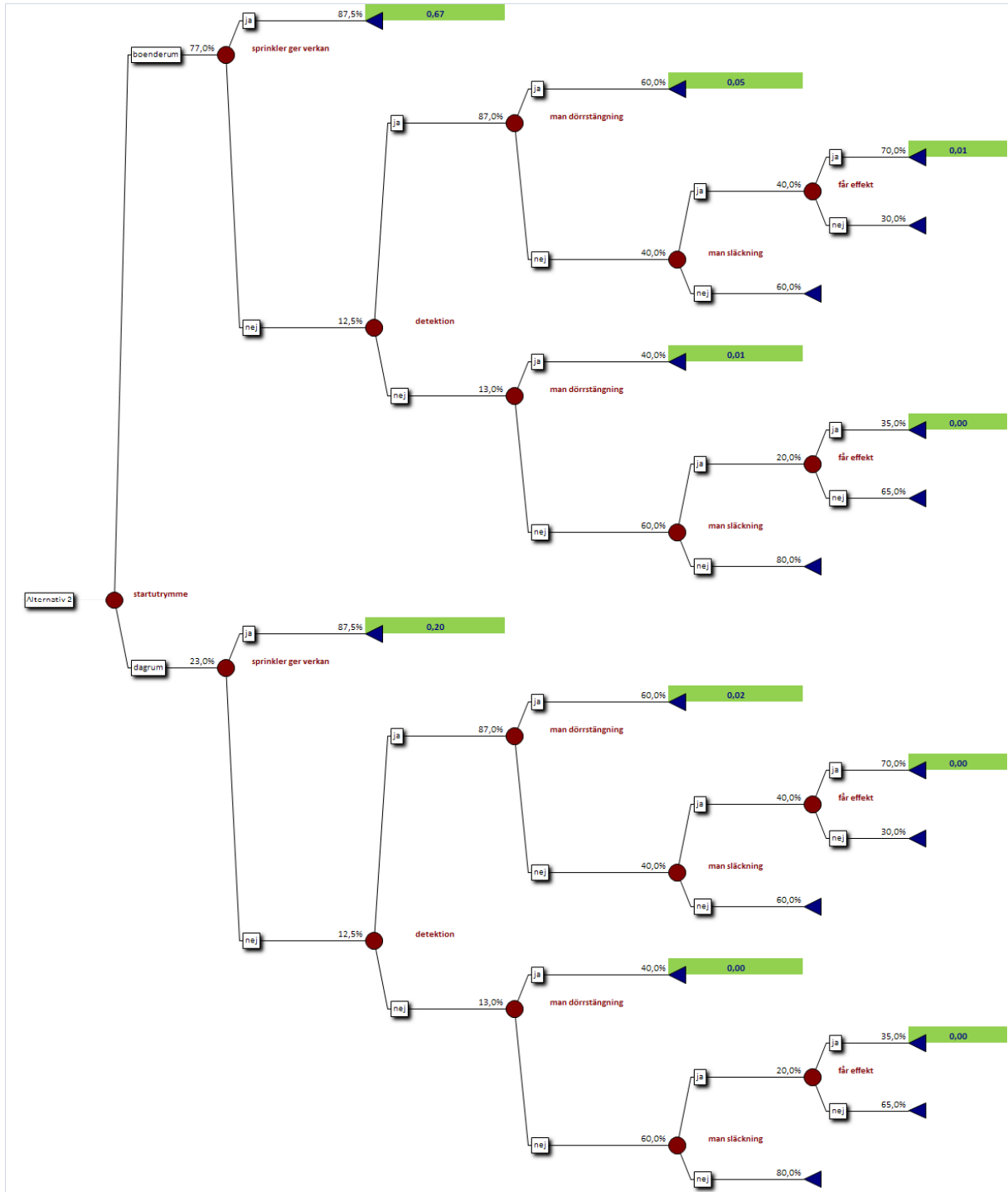
Referensalternativ



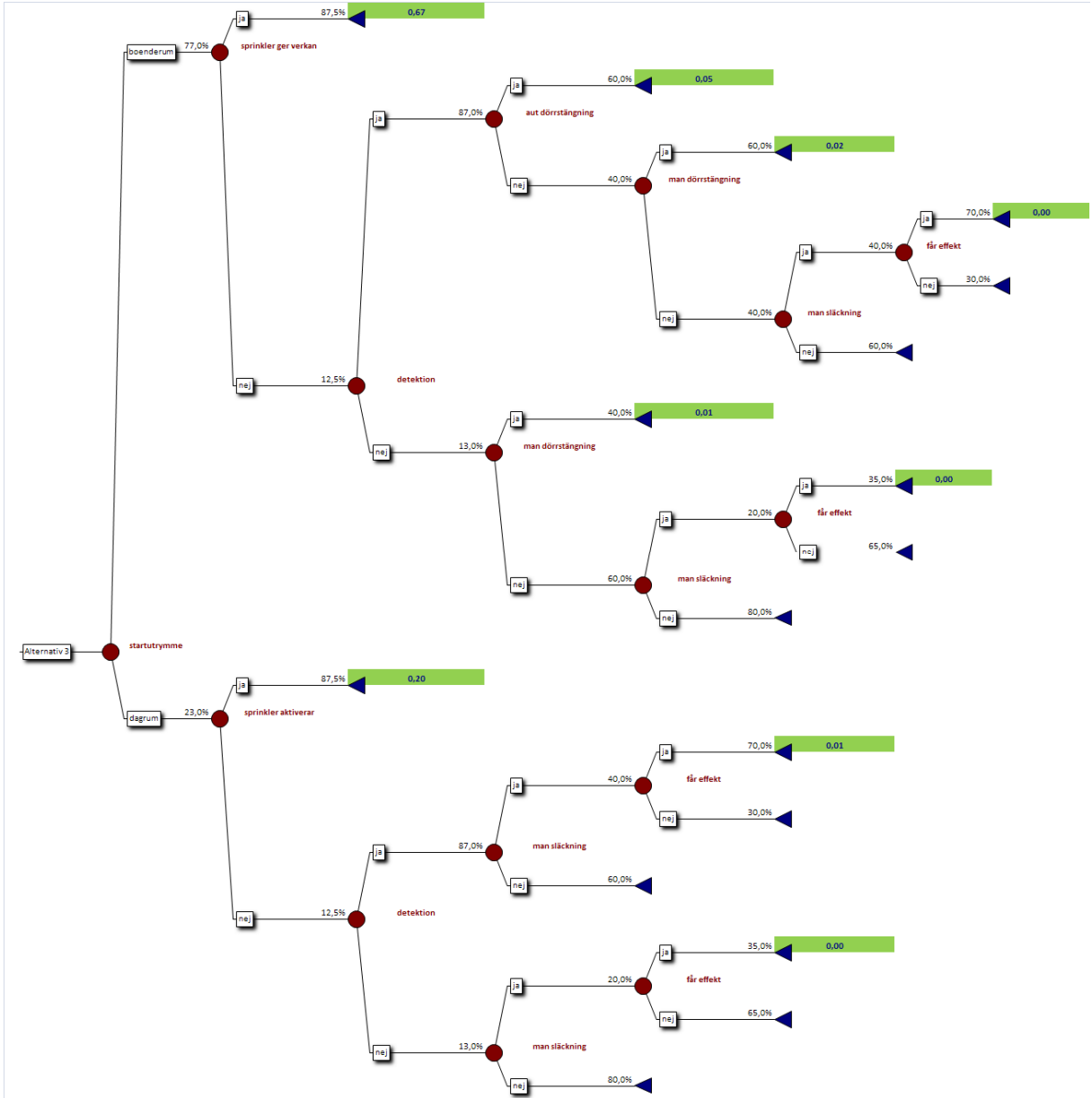
Alternativ 1



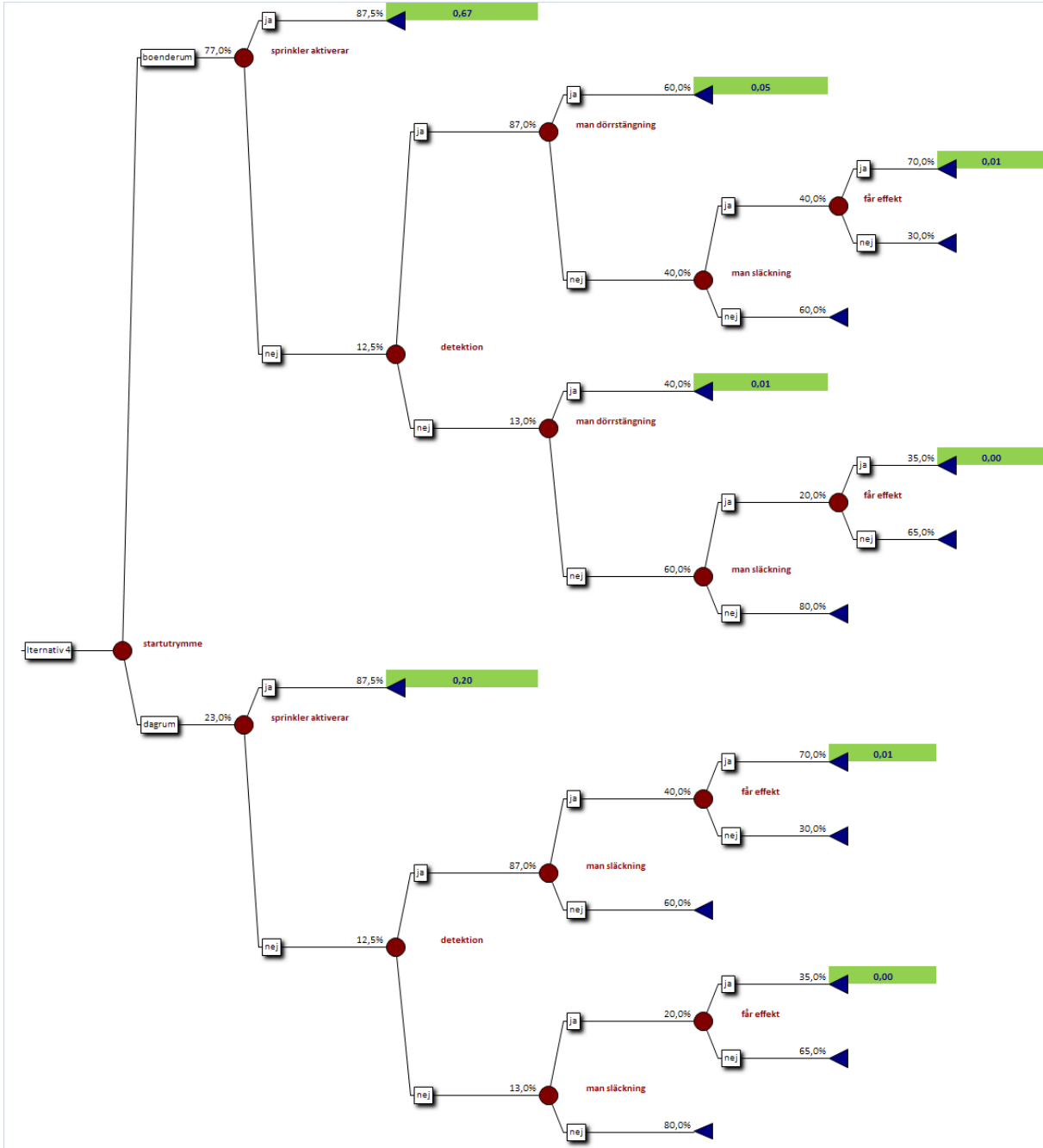
Alternativ 2



Alternativ 3



Alternativ 4



Bilaga B – Sannolikhetsfördelningar

Startutrymme

En diskret fördelning där sannolikheten bygger på statistik från räddningstjänstens insatser sammanställt av räddningsverket i databassystemet IDA (SRV, 2008b) används. Den statistik som använts är antalet bränder inom kategorin åldringsvård med startplats vardagsrum, sovrum eller kök. Typobjektet har som tidigare nämnts ett uppehållsrum med kök samt åtta boenderum med pentry, totalt nio rum. Sannolikheten för brand i uppehållsrummet har getts statistikens samtliga bränder i vardagsrum och 1/9 av bränderna i kök. Boenderummen ges på liknande sätt bränderna i sovrum och 8/9 av bränderna i kök. Det totala antalet bränder i åldringsvård uppgår under åren 1996-2007 till 345 i vardagsrum, 395 i sovrum och 1404 i kök. Resonemanget ger att 23 % av bränderna startar i dagrummet och 77 % i boenderummen.

Automatisk sprinkleranläggning ger verkan

I ett projektarbete gjort vid Lunds tekniska högskola under 2008 har statistik över tillförlitligheten hos sprinklersystem samlats in och sammanställts. Tillförlitligheten ligger vanligen runt 90 % och för Sverige sätts i rapporten siffran för allmän byggnad till 88 %. Med tillförlitlighet menar man att det aktiverade sprinklersystemet begränsar, kontrollerar eller släcker en brand, det vill säga att sannolikheterna för att det aktiverar och att det får verkan slås samman. (Malm & Petterson, 2008)

Tyvärr finns inte så mycket statistik över tillförlitligheten för boendesprinkler, vilket är det system som kan komma att användas för särskilt boende. Amerikanska studier visar att för boendesprinkler är tillförlitligheten 92 % (Nystedt 2001).

Tillförlitligheten för svenska system är som tidigare nämnts 88 % men då boendesprinkler inte har samma reglerade krav som ett konventionellt system uppskattas siffran för dem vara något lägre och sänktes därför med 5 procentenheter till 83 %. I simuleringarna användes intervallet 83-92 % utifrån uppgifterna ovan.

Detektion av brand samt aktivering av brand- och utrymningslarm

Data finns över tillförlitligheten på rök- och värmedetektorer men för hela brandlarmssystem finns inte mycket information. I en rapport från DBI anges att pålitligheten för alla brandlarmssystem som inspekterades i Danmark under år 2007 är 99 %. (DBI, 2008)

Amerikanska studier visar att tillförlitligheten på rökdetektorer är cirka 80-85 % (Bukowski, Budnick & Schemel, 1999), medan engelska undersökningar visar på siffror runt 97 % (BTI 1997). Hela brandlarmssystem borde därför ha en lägre tillförlitlighet än så då kedjan från detektor till utrymningslarm innehåller fler delar som kan falla.

Underlagets spridning gör att en likformig fördelning med intervallet 75-99 % används.

Automatisk dörrstängning

Data från försök gjorda på en brandcellsgräns innehållande en branddörr med dörrstängare, har visat att konstruktionen har en tillförlitlighet på 60 % (Barnett, 1994). I undersökningen tas hänsyn till om en brandcellsgräns håller som en följd av att dörrstängaren fungerar eller ej.

I brist på underlag uppskattas en likformig fördelning med en sannolikhet i intervallet 50-70 %.

Manuell dörrstängning

Då den automatiska dörrstängningen saknas eller inte fungerar är det personal och boende som själva står för stängningen av dörrarna. Här finns ingen statistik utan uppskattningar har gjorts, vilket leder till att osäkerheterna blir stora.

Om brand- och utrymningslarmet aktiveras, så att branden upptäcks tidigare, anses sannolikheten att dörren till brandrummet stängs öka, då branden inte hinner växa sig lika stor. Därför har två olika fördelningar tagits fram, en vid detektion och en vid utebliven sådan.

Räddningsverkets statistik över brandtillbud vid åldringsvård visar att 97 % av bränderna aldrig tar sig utanför startbrandcellen. Samtidigt visar statistiken att 91 % av bränderna inte tar sig längre än till startföremålet. (SRV, 2008b)

Båda faktorerna ovan talar för att stängning av dörren sker, det första därför att bränder sällan tar sig utanför startbrandcellen och det andra för att bränderna oftast inte blir så omfattande att personalen behöver känna någon direkt fara. Inga kvantitativa slutsatser går egentligen att dra av ovanstående fakta utan uppskattningar över sannolikheterna har gjorts.

I simuleringarna användes intervallen 40-80 % vid detektion respektive 20-60 % vid utebliven sådan.

Manuell släckning sker

Samtal med anställda på äldreboende har visat att de allra flesta har utbildning på handbrandsläckare, men även hänsyn till andra sätt att släcka en brand på, som kvävning med filt med mera, måste tas.

Statistik från räddningsverkets visar att 39 % av alla bränder är släckta eller utbrunna vid räddningstjänstens framkomst (SRV, 2008b). Siffran visar dock inget om hur många av bränderna som släckts av ett eventuellt sprinklersystem eller hur många släckförsök med handbrandsläckare som misslyckades. Som tidigare nämnts tar sig 91 % av bränderna inte längre än till startföremålet, vilket talar för att en släckinsats sker då bränderna sällan växer sig stora.

Enligt samma resonemang som ovan har även här två olika fördelningar använts beroende på om brandlarmet aktiveras eller ej.

Eftersom fördelningarna till stora delar baseras på uppskattningar används likformiga fördelningar. Intervallen i dem sätts till 20-60 % vid detektion respektive 0-40 % vid utebliven sådan.

Manuell släckning får effekt

Som tidigare nämnts bör de flesta av de anställda ha utbildning på handbrandsläckare vilket talar för att en släckinsats med sådan får effekt. Den enda information som funnits kommer från ett amerikanskt informationsblad publicerad på NISTs (2007) hemsida. Där anges att branden helt släcks i 94 % av alla släckförsök gjorda med bärbar släckutrustning. Då även andra släckmetoder inkluderas är det svårt att här uppskatta en fördelning, men på samma vis som tidigare förmodas sannolikheten även här till viss del bero på om brand- och utrymningslarmet har aktiverat.

En uppskattning ger effektiviteten 70 respektive 35 % för de båda fallen och utifrån det skapas de likformiga fördelningarna där intervallen dragits ut 25 procentenheter åt vardera hållet i förhoppning om att täcka in det faktiska värdet.