

Brandteknisk analys av multifunktionella byggnader - antagonistiska hot och dominoeffekter

Carl Pettersson

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

**Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet**

Report 5449, Lund 2014

**Brandteknisk analys av
multifunktionella byggnader**
- antagonistiska hot och dominoeffekter

Carl Pettersson

Lund 2014

Brandteknisk analys av multifunktionella byggnader

- antagonistiska hot och dominoeffekter

Fire Safety Analysis of Multifunctional Buildings

- Special Emphasis on Antagonistic Attacks and Domino Effects

Carl Pettersson

Report 5449

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5449--SE

Number of pages: 48

Illustrations: Martin Nilsson, Carl Pettersson

Keywords

Antagonistic attack/threat, escalating event, domino effect, multifunctional building.

Sökord

Antagonistiska hot, dominoeffekt, multifunktionell byggnad, eskalerande händelse.

Abstract

This master thesis evaluates a structured method presented by Nilsson et al. (2013) for development of fire scenarios for multifunctional buildings considering protection of functions as well as antagonistic exposures. The method is evaluated by implementing it practically on an existing multifunctional building. The master thesis also analyse exposures, both antagonistic and accidental, that can escalate scenarios into domino effects. The study is based on interviews with stakeholders to the existing multifunctional building. An extensive literature search was conducted and with help from discovered literature and answers from the interviews was the method analysed. The master thesis concludes that the established safety level complying with building codes and common used performance-based design is usually not enough safety precautions, taking consequences and risks associated with antagonistic threats and domino effects into account. The master thesis suggests improvements for the method, regarding its practicability and aspects to domino effects.

© Copyright: Brandteknik och Riskhantering, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2014.

Brandteknik och Riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

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

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

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

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

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

Summary

In nearly every larger city around the world, multifunctional buildings are an important part of the society and infrastructure. More multifunctional buildings are constructed today and they contain several assets and stakeholders, adding great complexity to the building. Multifunctional buildings are also often associated with a large number of visitors, functions and interconnections with critical infrastructure. This contributes to a high vulnerability and potential unacceptable damage and consequences to the society if an accident occur.

Even if multifunctional buildings are constructed according to building codes, often with qualified performance-based regulatory, may an accident damage the building and injure people if there are no measures preventing escalating domino effects performed. Exposures from antagonistic attacks have also increased over the last century (Brown and Lowe 2003). Nilsson (2013) concludes that the likelihood of an antagonistic attack is in the same order of magnitude, for some buildings, as is deemed to be unacceptable by some recommendations. The risk of antagonistic attacks can therefore not be ignored. Det Norske Veritas (Davidsson et al. 1997) has for example suggested risk criteria for individual risk between 10^{-5} and 10^{-7} and between 10^{-4} and 10^{-6} per year for $N=1$ with a slope of -1 for societal risk. Stewart (2008) suggests that the probability for a terror attack on a US commercial building is between 10^{-6} and 10^{-7} .

The licentiate thesis (Nilsson 2013) is part of a research project SAFE Multibygg founded by MSB, creating a method with the ambition to support accident prevention and consequence mitigation in case of an accident or antagonistic attack in multifunctional buildings. This master thesis evaluates the method, using a practical implementation on an existing multifunctional building. The master thesis also analyse exposures from several scenarios, both antagonistic and accidental, that may escalate into domino effects. Domino effects may escalate to create large consequences to the vicinity or, as a result of interconnected infrastructure, to the entire society. To gain information and input to the master thesis, interviews with stakeholders in the case-study building were carried out.

The conclusions of this master thesis indicate that domino effects should be divided into two different parts, one of which is the cascading effects of an event that escalates by itself. The second part is that a domino effect occurs and escalate, through network dependencies, to create an impact on parts that are not physically connected to the initiating event. The master thesis also suggests how the risk of antagonistic attacks and how consequences of an antagonistic attack can be reduced. The practical case-study concludes from interviews with stakeholders that the organisational security is very important for multifunctional building as well as preventive maintenance. These aspects are important during events in a multifunctional building, especially if the event brings an antagonistic character to the multifunctional building.

Sammanfattning

I nästan varje större stad i världen är multifunktionella byggnader en viktig del av samhället och infrastrukturen. Idag byggs fler multifunktionella byggnader och de innehåller många olika funktioner och verksamheter, vilket skapar en stor komplexitet till byggnaden. Multifunktionella byggnader är ofta förknippade med ett stort antal besökare, aktörer och är ofta sammankopplade med kritisk infrastruktur. Det bidrar till en hög sårbarhet med potentiella oacceptabla skador och konsekvenser för samhället om en olycka skulle inträffa i en multifunktionell byggnad.

Även om multifunktionella byggnader byggs enligt byggreglerna, ofta med analytisk dimensionering, finns många risker som inte beaktas. Risker som kan orsaka stora konsekvenser på grund av bland annat dominoeffekter och antagonistiska hot. Exponeringar från antagonistiska attacker har ökat under det senaste århundradet (Brown och Lowe 2003). Nilsson (2013) konstaterar att sannolikheten för en antagonistisk attack är i samma storleksordning, för vissa byggnader, som bedöms vara oacceptabla och bör därför inte ignoreras. Det Norske Veritas (Davidsson et al. 1997) har föreslagit riskkriterier för individrisk mellan 10^{-5} och 10^{-7} samt mellan 10^{-4} och 10^{-6} per år för $N = 1$ med en lutning på -1 för samhällets risk. Stewart (2008) presenterar resultat som tyder på att sannolikheten för en terrorattack mot en amerikansk kommersiellbyggnad är mellan 10^{-6} och 10^{-7} . Risken från antagonistiska hot som kan leda till dominoeffekter och stora konsekvenser, är i storleksordning med andra samhällsrisker som inte accepteras.

Nilsson (2013) presenterar en licentiatavhandling med en metod för att analysera risker kopplade till multifunktionella byggnader. Detta examensarbete använder metoden för att praktiskt tillämpa metoden på en befintlig multifunktionell byggnad. Examensarbetet analyserar också exponeringar från fler scenarier, både antagonistiska och olyckshändelser, som kan orsaka att händelser eskalerar till dominoeffekter.

Slutsatserna som dras är att dominoeffekter bör delas upp i två olika typer för att behandlas. Där den ena är dominoeffekter som uppkommer av att händelsen i sig eskalerar. Den andra är att dominoeffekter uppkommer och eskalerar genom nätverksberoenden till att få konsekvenser i samhället som inte fysiskt är kopplat till den initierande händelsen. Examensarbetet ger också förslag på hur risken för antagonistiska hot och hur konsekvenserna av en antagonistisk attack kan reduceras. Tillämpningen av metoden konstaterar att scenarioanalys bör, för att inte missa viktiga scenarier, utvärderas av flera inblandade aktörer som diskuterar exponeringar och scenarier för den aktuella multifunktionella byggnaden. En slutsats är också att den organisatoriska säkerheten är väldigt viktig för en multifunktionell byggnad, dels i förebyggande syfte genom underhåll, men framförallt vid en händelse speciellt om den är av antagonistisk karaktär eller eskalerande.

Förord

Denna studie är ett examensarbete på civilingenjörsprogrammet i riskhantering vid Lunds tekniska högskola.

Till en början vill jag rikta ett stort tack till min handledare Martin Nilsson för hans stöd och värdefulla synpunkter på mitt arbete. Jag vill också tacka Martin för att han introducerade mig till sitt forskningsarbete kring multifunktionella byggnader. Sedan vill jag tacka min examinator Patrick van Hees för hans kommentarer på mitt arbete.

Jag vill också tacka alla de som har ställt upp på att bli intervjuade och bidragit med sin kunskap till mitt examensarbete. Jag vill även tacka myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) som stått bakom forskningsprojektet SAFE Multibygg, vilket möjliggjort för detta forskningsområde.

Vidare riktar jag många tack till min familj som alltid ställt upp för mig. Jag vill tacka Robert Jönsson för att han hjälpt mig klara hela min civilingenjörsutbildning och även för hans stöd och synpunkter på mitt arbete.

Sist vill jag tacka mina vänner Kristian Kling, Kristina Silverbåge och Johan Magnusson för deras stöd och värdefulla kommentarer på mitt arbete.

Lund, 2 juni 2014

Carl Pettersson

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte och mål.....	2
1.3	Problemställning.....	2
1.3.1	Praktisk tillämpning av metoden.....	3
1.3.2	Dominoeffekter.....	3
1.4	Avgränsningar.....	3
2	GENOMFÖRANDE OCH METOD	4
2.1	Arbetsgång.....	4
2.1.1	Litteraturstudie.....	4
2.1.2	Teori.....	4
2.1.3	Metod för analys av multifunktionella byggnader.....	4
2.1.4	Praktisk tillämpning av analysmetoden.....	4
2.1.5	Intervjustudie.....	4
2.1.6	Intervjuguide.....	4
2.1.7	Platsbesök.....	5
2.1.8	Diskussion.....	5
2.1.9	Slutsats.....	5
2.1.10	Utvecklingsområden.....	5
2.2	Litteraturstudie.....	5
3	TEORI	6
3.1	Definition av dominoeffekter.....	6
3.2	Nätverksberoenden.....	7
3.3	Antagonistiska hot.....	8
4	ANALYS AV DOMINOEFFEKTER	9
4.1	Dominoeffekter och beroenden.....	9
4.2	Dominoeffekter och multifunktionella byggnader.....	10
4.2.1	Dominoeffekt där händelsen i sig eskalerar.....	10
4.2.2	Dominoeffekt eskalerar på grund av beroenden.....	12
4.2.3	Flexibilitet och redundans.....	14
5	METOD FÖR ANALYS AV MULTIFUNKTIONELLA BYGGNADER	15
5.1	Metodens uppbyggnad.....	15
6	PRAKTISK TILLÄMPNING AV METODEN	17
6.1	Objektsbeskrivning.....	17
6.1.1	Analys av objektsbeskrivning.....	17
6.2	Intervjustudie.....	17
6.2.1	Genomförande.....	18

6.2.2	Intervjuguide	18
6.2.3	Sammanfattning av intervjuer med aktörer.....	18
6.2.4	Analys av intervjustudiens praktiska tillämpning	24
6.3	Huvudfunktioner och intressenter	25
6.3.1	Analys av tillämpning huvudfunktioner och aktörer.....	26
6.4	Det skyddsvärda i byggnaden	26
6.4.1	Evaluering av det skyddsvärda enligt metoden.....	27
6.4.2	Analys av tillämpning av skyddsvärda aspekter	30
6.5	Skyddsmål och skadekriterier	31
6.5.1	Analys av skyddsmålen och skadekriteriernas tillämpbarhet	31
6.6	Exponeringar.....	31
6.6.1	Analys av exponeringsanalysens tillämpbarhet	33
6.7	Scenarioanalys	33
6.7.1	Kvalitativ scenarioanalys	34
6.7.2	Kvantitativ scenarioanalys	35
6.7.3	Analys av tillämpbarheten av scenarioanalysen	37
7	DISKUSSION	39
7.1	Den vetenskapliga processen	39
7.1.1	Litteraturstudie	39
7.1.2	Intervjustudie	39
7.2	Praktisk tillämpning av metoden.....	39
7.2.1	Exponeringar och skadekriterier	40
7.2.2	Scenarioanalys	41
7.2.3	Åtgärder	41
7.3	Dominoeffekter och antagonistiska hot	41
7.4	Organisatorisk problematik.....	42
8	SLUTSATSER.....	43
8.1	Praktisk tillämpning av metoden.....	43
8.2	Dominoeffekter	44
9	UTVECKLINGSOMRÅDEN	46
10	REFERENSER	47

1 Inledning

Denna rapport ingår i kursen Examensarbete riskhantering (VBR920) som utgör avslutande del av Civilingenjörsprogrammet i Riskhantering vid Lunds tekniska högskola. Den motsvarar 30 högskolepoäng.

1.1 Bakgrund

Antalet multifunktionella byggnader som innehar flera funktioner ökar i dagens samhällen. Enligt Nilsson et al.(2013) finns för nästan varje större stad mer än en byggnad som går under definitionen multifunktionell. Dessa typer av byggnader kan inneha till exempel teatrar, tunnelbanestationer, stormarknader, restauranger, kontor, tåg-, buss- och färjetrafik, och hotell inom samma byggnad. Multifunktionaliteten gör att om en olycka inträffar i en av verksamheterna kan det påverka resterande verksamheter och aktiviteter i byggnaden, ett perspektiv som historiskt sett inte varit uppenbart och i allmänhet inte analyserats (Nilsson et al., 2013). Samtidigt har karaktären av hotbilden ändrats. Antagonistiska hot, såsom terrorattacker och anlagda bränder, finns nu i större utsträckning än tidigare (Brown & Lowe, 2003). Det har tagits fram en metod av Nilsson et al. (2013) för att analysera brandsäkerhet och exponeringar mot befintliga multifunktionella byggnader. Nedan presenteras den definition av multifunktionell byggnad som används i Nilsson et al. (2003) med författarens översättning.

”En multifunktionell byggnad kan beskrivas som en eller flera sammanslagna byggnader vilken innehåller flera funktioner (till exempel samhällsviktiga) eller verksamheter (till exempel kontor eller restauranger) och dess funktioner är en integrerad helhet. Definitionen inkluderar även undermarksanläggningar.”

(Nilsson et al., 2013, Appendix 1)

Samhället sätter genom preskriptiva byggregler, som finns i till exempel Sverige, ett lägsta krav på brandskyddet för personsäkerheten och närliggande egendom (Fallqvist, Klippberg, & Björkman, 2011). Det förebyggande brandskyddet enligt traditionella preskriptiva byggregler tar generellt inte alltid hänsyn till exponeringar från antagonistiska hot och risker mot byggnaden som kan ge konsekvenser på samhällsviktiga funktioner som kan sträcka sig långt utanför byggnaden i sig (Nilsson et al, 2013).

Nilsson et al. (2013) menar att riskerna, hot och exponeringar mot multifunktionella byggnader kan vara externa eller interna och vara av naturlig- eller olyckskaraktär. Riskerna kan även vara antagonistiska hot. Antagonistiska hot kan skapa mer förödande effekter och vara noggrant planerade. De kan innebära konsekvenser för brandskyddet, framför allt om antagonistiska hot inte beaktats vid designen av det förebyggande brandskyddet (Nilsson et al., 2013). Även så kallade dominoeffekter kan orsaka konsekvenser för multifunktionella byggnader enligt Nilsson et al. (2013).

Därmed kan det konstateras att det finns stora utmaningar för hantering av risker och brandsäkerhet i multifunktionella byggnader. Nilsson et al.(2013) har tagit fram en strukturerad metod för att ta hänsyn till ovan beskrivna aspekter för multifunktionella byggnader. Metoden är än så länge otestad och behöver mer feedback vid tillämpning.

Metoden syftar främst till att utvärdera risker inom och mot befintliga multifunktionella byggnader relaterade till brandsäkerhet och är framtagen för att bestämma vilka scenarier som är viktiga att analysera. Syftet är att säkerställa en tillfredsställande skyddsnivå utifrån de exponeringar som finns och vad intressenterna vill uppnå med skyddet. Analysens grund utgår från vad som anses skyddsvärt i byggnaden, vad som krävs för att upprätthålla verksamheter och funktioner hos det som är skyddsvärt, det vill säga definiera skyddsmål. Metoden ger riktlinjer för fastställandet av skyddsmål och skadekriterier för funktioner, verksamheter och delar i byggnaden, relaterat till brandsäkerhet. Vilka scenarier som analyseras har sin utgångspunkt i vad som anses skyddsvärt och vad som kan hota det skyddsvärda. De utvalda scenarierna analyseras utförligt var och en för sig kvantitativt och byggnadens skyddssystem utvärderas. Det finns sedan tidigare ingen övergripande metod som bemöter problematik kring hur exponeringar av antagonistiska hot för befintliga multifunktionella bör analyseras. Arbetet som Nilsson har kring metoden är en del av en licentiatavhandling (Nilsson, 2013).

Ofta bygger multifunktionella byggnaders brandskydd på installation av flera aktiva skyddssystem, som till exempel automatisk vattensprinkler, branddetektering och utrymningslarm. De aktiva systemen kombineras oftast med passiva skyddssystem som brandceller och brandväggar. Vid en händelse där någon av riskerna som beskrivits ovan, kan flera av skyddssystemen påverkas samtidigt och konsekvenserna av den initierade händelsen eskalerar, speciellt om det rör sig om antagonistiska hot enligt (Nilsson et al., 2013).

1.2 Syfte och mål

Examensarbetet syftar till att praktiskt tillämpa metoden för analys av brandsäkerhet och exponeringar mot befintliga multifunktionella byggnader Nilsson et al. (2013) tagit fram, på en befintlig multifunktionell byggnad. Utifrån den praktiska tillämpningen kommer metoden att analyseras utifrån hur väl den fungerar. Ytterligare kommer även dominoeffekter som kan vara aktuella i multifunktionella byggnader analyseras utifrån hur metoden kan anpassas för att ta hänsyn till detta, något som efterfrågas för vidareutveckling av Nilsson et al. (2013).

Målet med arbetet är att identifiera och precisera styrkor och svagheter med metoden samt ge förslag på hur metoden kan vidareutvecklas och förbättras. Vidare är målet också att identifiera och precisera möjliga dominoeffekter som är aktuella i multifunktionella byggnader exponerade för antagonistiska hot och problematisera vad dominoeffekter innebär för multifunktionella byggnader. Utifrån de identifierade dominoeffekterna kommer styrkor och svagheter i metoden att preciseras i avseendet hur väl den tar hänsyn till sådana effekter. Ytterligare ett mål är att ge förslag på hur metoden kan vidareutvecklas för att på ett systematiskt sätt analysera hur dominoeffekter påverkar riskerna mot personsäkerhet och viktiga funktioner i multifunktionella byggnader.

1.3 Problemställning

Nedan presenteras de frågeställningar som examensarbetet syftar till att besvara. Det är uppdelat i två delar, dels praktisk tillämpning av metoden och dels frågeställningar kring begreppet dominoeffekter.

1.3.1 Praktisk tillämpning av metoden

1. Hur väl fungerar metoden för en byggnad som det studerade objektet?
2. Missar metoden funktioner/skyddsvärda aspekter?
3. Missar metoden skyddsmål/skadekriterier?
4. Behövs mer vägledning av specifika steg av metoden?
5. Missar metoden exponeringar?
 - Naturliga
 - Antagonistiska
6. Missar metoden viktiga scenarier?
7. Vilka problem uppkommer vid tillämpning av metoden?
8. Vad fungerar bra vid tillämpningen av metoden?

1.3.2 Dominoeffekter

Vilka dominoeffekter och antagonistiska hot är aktuella för multifunktionella byggnader och hur väl tar metoden hänsyn till dem?

1. Vad är dominoeffekter?
2. Vilka dominoeffekter är aktuella för multifunktionella byggnader?
3. Hur kan metoden vidareutvecklas för att på ett så bra sätt som möjligt ta hänsyn till dominoeffekter?
4. Hur ska dominoeffekter behandlas för multifunktionella byggnader och när krävs åtgärder?
5. Finns det möjlighet att ta hänsyn till dominoeffekter i metoden?
6. Hur påverkar antagonistiska hot risken för dominoeffekter?

1.4 Avgränsningar

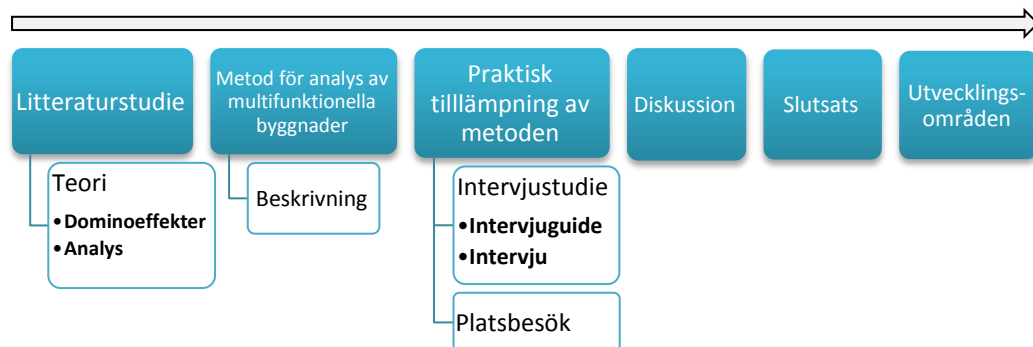
Examensarbetet avgränsar sig till att endast tillämpa metoden på en befintlig multifunktionell byggnad. Den begränsas också av antalet aktörer kopplade till byggnaden som intervjuas samt vilka aktörer som kunde ställa upp och vad som låg inom tidsramen för examenarbetet. Dominoeffekter tas endast i beaktande för den multifunktionella byggnaden. Den litteratur som använts i examensarbetet begränsas till svensk- och engelsklitteratur. Det finns begränsningar till hur många intervjuer som genomförts och litteratur som lästs. Endast kvalitativ scenarionanalys fullföljs vid tillämpningen av metoden praktiskt detta på grund av brist på underlag som diskuteras i Kapitel 7 Diskussion. Examensarbetet nämner inte vilken byggnad som metoden har tillämpats på. Examensarbetet begränsas också tidsmässigt av kursens storlek som är 30 högskolepoäng, som motsvarar en termins fulltidsstudier.

2 Genomförande och Metod

I detta kapitel presenteras examensarbetets arbetsmetodik, genomförande och upplägg.

2.1 Arbetsgång

Examensarbetets arbetsgång presenteras i flödesschemat i figur 2.1 nedan.



Figur 2.1 Flödesschema över examensarbetets arbetsgång.

2.1.1 Litteraturstudie

Den genomförda litteraturstudien presenteras i Kapitel 2.2 Litteraturstudie.

2.1.2 Teori

Utifrån litteraturstudien skapas kapitlet teori där teoretiska områden med fokus på dominoeffekter, antagonistiska hot och multifunktionella byggnader presenteras. Här definieras också de uttryck som används i arbetet. I Kapitel 4 Analys av dominoeffekter, fördjupas och analyseras teorin kring frågeställningar gällande dominoeffekter.

2.1.3 Metod för analys av multifunktionella byggnader

Här beskrivs den metod som Nilsson et al. (2013) tagit fram för att analysera exponeringar och antagonistiska hot mot multifunktionella byggnader. Arbetets frågeställningar har som syfte att praktiskt tillämpa och analysera metoden varför detta kapitel skapar en grund och förståelse för arbetets praktiska tillämpning.

2.1.4 Praktisk tillämpning av analysmetoden

Praktisk tillämpning av analys metoden genomförs på en befintlig multifunktionell byggnad.

2.1.5 Intervjustudie

Som en del av den praktiska tillämpningen av metoden och för att få information att analysera, genomförs en vetenskaplig kvalitativ intervjustudie enligt Kvale (2008), med aktörer kopplade till byggnaden. Syftet med intervjustudien är att få underlag till för att tillämpa metoden praktiskt och därigenom svara på examensarbetets frågeställning. Målet är att med hjälp av intervjustudien identifiera möjliga dominoeffekter och antagonistiska hot som är aktuella för multifunktionella byggnader.

2.1.6 Intervjuguide

För att få ut så mycket av intervjustudien som möjligt har en intervjuguide, baserat på teori för kvalitativ forskning från Kvale (2008), upprättats inför samtliga intervjuer. Där examensarbetets frågeställningar har en avgörande betydelse för undersökningens upplägg. Upplägget är av en undersökande karaktär och intervjustudien genomförs baserat på Kvale (2008).

2.1.7 Platsbesök

För att skapa en korrekt bild av den befintliga byggnaden samt kontrollera att inte några viktiga aspekter i tillämpningen av metoden missas, genomförs platsbesök i byggnaden. Platsbesök genomfördes vid olika tillfällen i samband med intervjuer med aktörer i byggnaden.

2.1.8 Diskussion

I detta kapitel diskuteras de resultat som framkommit genom studerad teori och tillämpning av metoden utifrån de frågeställningar som presenteras i Kapitel 1.3 Problemställning.

2.1.9 Slutsats

Här presenteras svar på frågeställningarna och slutsatser dras utifrån analysen av metoden och teorin kring dominoeffekter.

2.1.10 Utvecklingsområden

Avslutningsvis presenteras förslag på utvecklingsområden som identifierats vara värdefulla och intressanta att undersöka ytterligare. Även förslag på frågeställningar till framtida forskning och examensarbeten ges.

2.2 Litteraturstudie

I denna del beskrivs kartläggning av den litteratur som ligger till grund för arbetet och används för att svara på examensarbetets frågeställningar rörande dominoeffekter och antagonistiska hot.

Litteraturstudien har också genomförts för att få information och kunskap om dominoeffekter, eskalerande händelser och antagonistiska hot.

Litteraturstudien har till en början varit övergripande kring dominoeffekter och antagonistiska hot för att sedan specialisera sig. Val av sökord syftade till en början att fånga in så mycket litteratur som möjligt gällande dominoeffekter och antagonistiska hot. Efter att ha läst rubriker och sammanfattningar kunde relevant litteratur sorteras ut. För den övergripande första sökningen användes sökmotorn google.scholar som söker efter artiklar, avhandlingar, böcker etcetera. Google.scholar söker dels över nätet generellt och även inom publikationer från universitet världen över. Vidare sökningar inom bland annat LubSearch som är Lunds universitets sökmotor för litteratur vid universitetet, har används kompletterande. Med utgång ifrån relevant litteratur kunde även många vidare källor påträffas i litteraturens referenslista, en sökväg som också föreslås av Ejvegård (2007). Det visade sig vara den metoden som gav bäst resultat i form av relevant litteratur. Resultatet av litteraturstudien har visat sig i många relevanta källor som sedan använts i arbetet som referenser där samtliga återfinns i Kapitel 10 Referenser.

Sökord som bland fler använts för sökningar både på svenska och engelska:

Dominoeffekter, antagonistiska hot, antagonistic, terror, escalating, common cause-failure.

3 Teori

I detta kapitel beskrivs och definieras, utifrån litteraturstudie, teoretiskt viktiga områden som berör examensarbetet. Kapitlet försöker också svara på frågeställningen, vad dominoeffekt är och vad som påverkar dominoeffekter kopplat till multifunktionella byggnader.

3.1 Definition av dominoeffekter

Utifrån genomförd litteraturstudie anses det att följande definitioner som presenteras i litteratur skapar en grund för examensarbetet. Börscsök et al. (2007) har i sin artikel definierat de fel som bygger på beroenden kopplat till en initierande händelse/fel, se figur 3.1. De utgår i sin artikel från så kallade beroende fel ”*Dependent failure (DF)*”. Beroende fel är enligt Börscsök et al. (2007) alla fel som inte är oberoende. Baserat på beroende fel (DF) definierar Börscsök et al. (2007) ”*common-cause failure (CCF)*”, som beskriver flera fel som uppstår utifrån en gemensam orsak. När ett CCF inträffar som skapar flera likadana fel, kallas det enligt Börscsök et al. (2007) för ”*common mode failure (CMF)*”. För de beroende felen (DF) som inte är CCF eller CMF, är enligt Börscsök et al. (2007), eskalerande fel/dominoeffekter ”*Cascading failure (CF)*”. Nedan i figur 3.1 sammanställs de definierade felen med förklaring hämtad direkt från Börscsök et al. (2007) utan översättning.

Dependent failure (DF)	The likelihood of a set of events, the probability of which cannot be expressed as simple product of the unconditional failure probabilities of the individual events.
Common-cause failure (CCF)	This is a specific type of dependent failure that arises in redundant components where simultaneous (or near simultaneous) multiple failures result in different channels from a single shared cause.
Common mode failure (CMF)	This term is reserved for common-cause failures in which multiple items fail in the same mode.
Cascading failure (CF)	These are all those dependent failures that are not Common Cause, i.e. they do not affect redundant components.
<p>Further: The term “Dependent failure” as defined above is designed to cover all definitions of failures that are not independent. From this definition of dependent failure it is clear that an independent failure is one where the failure of a set of events is expressible as simple product of individual event unconditional failure probabilities.</p>	

Figur 3.1 Fel som bygger på beroenden och hur de väljs att delas upp enligt Börscsök et al. (2007).

Med definitionen som presenteras i figur 3.1 är ett eskalerande fel de fel med beroenden DF som inte är ett CCF. Där ett CCF anses vara de fel som genom redundans kan kopplas till en gemensam orsak. Eskalerande fel som även kallas dominoeffekt (Börscsök et al., 2007) är kopplat till liknelsen med spelbrickorna i spelet ”domino”, där brickor formade som rätblock kan ställas upp efter varandra. Där en första initierande händelsen får en spelbricka att falla som sedan välter nästa bricka, som sedan välter nästa bricka och så vidare. Resultatet är att fler än en bricka har fallit som orsak av ett beroende, ett beroende som i detta fall är att de var placerade nära varandra. Enligt Delvosalle (1996) definieras en dominoeffekt som en kaskad av händelser, där konsekvenserna av en tidigare olycka ökar på grund av efterföljande olyckor, både i rum och/eller tid, som leder till en totalt större olycka (Delvosalle, 1996).

En dominoeffekt kan enligt Delvosalle (1996) skapa konsekvenser som påverkar över tid på grund av beroenden. För att dominoeffekter ska uppstå krävs enligt definition av Börçsök et al. (2007) att den initierande händelsen påverkar en beroendekedja som saknar redundans. Enligt Börçsök et al. (2007) kan redundans delas upp i fyra kategorier: *hårdvara, mjukvara, tid* och *information*.

För hårdvaruredundans är systemet försett med fler hårdvarukomponenter än vad systemet behöver för att fungera optimalt (Börçsök et al., 2007). Den extra hårdvaran som direkt inte behövs skapar en redundans genom att den kan kompensera om originalhårdvara tas bort. För mjukvaruredundans tillhandahåller systemet olika versioner av arbetsuppgifter. Versionerna kan sedan kompensera varandra för bortfall av funktioner eller system (Börçsök et al., 2007). Tidsredundans innebär att det finns planerat för att vissa uppgifter kräver mer tid än förväntat. På så vis att ett fastställt schema eller plan får en tidsbuffert om fel eller problem som tar tid inträffar (Börçsök et al., 2007). Informationsredundans handlar om att data är kodad eller programmerad så att gemensamma orsaker detekteras om de kan kopplas till ett visst antal fel och därefter åtgärdas. Enligt Börçsök et al. (2007) kommer ett feltolerant system endast att misslyckas om flera fel/händelser inträffar, något som sker per definition vid en dominoeffekt.

Inom industriprocesser, där det finns mycket forskning kring begreppet dominoeffekt, är dominoeffekter ofta beskrivet likt beskrivning ovan. Som effekten av att en initial olyckshändelse orsakar ett eskalerande scenario som sedan skapar ytterligare olyckshändelser, där den totala skadan blir större än den initiala händelsen i sig (Salzano & Cozzani, 2012). Vad som anses vara en dominoeffekt beskrivs med olika i mycket av den litteratur som studeras, dock visar sig betydelsen kunna tolkas till den samma. Koubatis och Schönberger (2005) gör i sin artikel liknelsen med dominoeffekter och en lavin. Där en lavin startas av ett litet ras som eskalerar nerför en brant. Lavinan byggs sedan upp till ett stort ras som tar med allt i sin väg och ger mycket större skada. Den definition som görs för att beskriva en dominoeffekt i en mening som beaktar konsekvenserna är enligt följande:

En dominoeffekt startas utifrån en initierande händelse, med konsekvensen att ytterligare en eller flera händelser inträffar, där den totala konsekvensen är större än konsekvensen enskilt för den initierande händelsen.

Händelse: En olycka, ett fel, en handling eller en attack som resulterar i en påverkan på personer, byggnad, funktioner, system etcetera.

Till ovan definition måste sedan skillnader mellan beroenden och med common-cause failures beaktas baserat på den definition som Börçsök et al. (2007) gör.

3.2 Nätverksberoenden

Det konstateras som beskrivits ovan att dominoeffekter bygger på beroenden. Nätverksberoenden beskriver i detta examensarbete de beroenden som finns för infrastrukturer sammankopplade i nätverk. Massoud (2000) skriver i sin artikel att den sammankopplade naturen som finns mellan nätverk, skapar en känslighet och risk för att eskalerande händelser, dominoeffekter, kan ske med förödande konsekvenser om de skulle falla. En initierande händelse kan, som konstaterats tidigare, eskalera genom beroenden både i tid och rum (Delvosalle, 1996). Det medför att konsekvenserna av ett eskalerande scenario kan ge långtgående konsekvenser.

En multifunktionell byggnad innehar per definition flera olika funktioner och verksamheter, dessa måste fungera tillsammans inom byggnaden och byggnaden måste fungera i samhället. Det medför att

många olika komponenter, personer, verksamheter och system är sammankopplade och beroende av varandra. Något som både skapar en känslighet för dominoeffekter men också som beskrivs av Sundin och Svanström (2007) en svåröverskådlig komplexitet.

I ett ännu bredare samhällsperspektiv på nationell och global nivå kan dominoeffekter genom nätverksberoenden inom infrastruktur och samhällsviktiga funktioner, eskalera med stora och även globala konsekvenser till följd (Massoud, 2000). Massoud (2001) skriver i sin artikel om de starka beroenden som finns mellan infrastrukturella nätverk i det moderna samhället. Där industrier, telekommunikation, transportsystem, gas-, vatten-, oljeledningar, elnätverk och satelliter alla fyller viktiga funktioner för hela samhällen och även varandra. Potentialen är hög för att en initierande händelse, i ett viktigt infrastrukturellt nätverk, kan orsaka ett långtgående eskalerande skadligt händelseförlopp. Det kan både ske inom nätverket men också utifrån påverkan av andra nätverk, något som kan få globala konsekvenser (Massoud, 2001).

3.3 Antagonistiska hot

Antagonistiska hot är ett uttryck som blivit vanligare det senaste årtiondet, mycket på grund av attacken mot World Trade Center (WTC) september 2001, där två flygplan kapades och flögs in i de två WTC byggnaderna i New York, som totalförstördes. Definition för antagonistiska hot och attacker görs enligt Nilsson et al. (2013) enligt följande:

Ett antagonistiskt hot syftar till en antagonistisk attack orsakad av människan, med ett specifikt mål, till vilket personen har intention att skada med attacken. Exempel är terroristattacker med b.l.a. explosioner eller anlagd brand.

Ett specifikt mål som ett antagonistiskt hot riktar sig mot kan vara en person, en folkgrupp, ett företag, en byggnad, en nation, infrastruktur eller liknande. Antagonistiska hot är ofta händelser med låg sannolikhet men med hög konsekvens (Brown & Lowe, 2003). Effekterna av ett antagonistiskt hot kan ha negativa konsekvenser även utan att en fysisk attack genomförs. Den oro som ett hot kan skapa, har både psykiska sociala konsekvenser och samtidigt konsekvenser från fysiska åtgärder som till exempel avspärningar eller utrymning av en byggnad, tunnelbanestation eller liknade.

Nilsson (2013) presenterar baserat på litteratur att sannolikheten för att en byggnad i USA ska exponeras för en antagonistisk attack är mellan 10^{-6} – 10^{-7} per år. Nilsson (2013) lyfter att den accepterade individrisken är uppskattad mellan 10^{-5} – 10^{-7} per år och mellan 10^{-4} – 10^{-6} för samhällrisk där $N=1$ per år. Det vill säga att sannolikheten för exponering av antagonistisk attack är högre än många accepterade individrisker som samhället dimensioneras för.

4 Analys av dominoeffekter

I detta kapitel analyseras utifrån teori och litteraturstudie, dominoeffekter kopplat till multifunktionella byggnader och antagonistiska hot.

4.1 Dominoeffekter och beroenden

För beroenden som inte innehar någon redundans i systemet finns risk att ett initierande fel kan skapa en eskalerande dominoeffekt (Börçsök et al., 2007). För en eskalerande dominoeffekt kan inte, som för ett common-cause failure (CCF) eller common mode failure (CMF), någon gemensam orsak för felen kopplas där åtgärder kan sättas in. Dock kan konsekvenser fortfarande bli stora även för ett CCF där orsaken till felen är kända men åtgärderna svåra att genomföra. Ett exempel på CCF med stora konsekvenser skedde i östra Kanada 1998. Extrem isbildning på elledningarna var den gemensamma orsaken till problem med elnät, telefonnät och mobilnät då flera master bröts. Det ledde till ett elavbrott som varade i fyra veckor och berörde närmare 1,6 miljoner abonnenter (Thedéen, 2007). Elavbrottet som är en del av felen som den gemensamma isbildningen, ett CMF, orsakade, är också i sig ett CCF för alla de system som är beroende av elförsörjning. Trots att orsaken till elavbrottet här var känt och därför inte ett eskalerande scenario, var konsekvensen stor med elförsörjningen utslagen i fyra veckor. Ett liknande exempel på CCF kopplat till elförsörjning är problematiken som uppkom i miljonstaden Auckland på Nya Zeeland. Den gemensamma orsaken till elavbrottet var en skada på ett par viktiga markkablar som fick effekten att hela staden var strömlös i två månader 1998, innan felet kunde åtgärdas. Det var sommar så värme i bostäder var inget problem, men infrastrukturer som transportsystem, telekommunikation, vatten, avlopp och finansmarknad slutade att fungera (Thedéen, 2007).

Under sådana händelser där system slutar fungera på grund av beroenden, beror konsekvenserna mycket på hur den redundans som finns i systemen ser ut. Om en händelse inträffar när redundans i systemet saknas kan det leda till eskalerande dominoeffekter genom beroendekedjorna.

Inom multifunktionella byggnader kan som konstaterats i examensarbetets bakgrund, samhällsviktiga funktioner ingå, till exempel järnvägsstation, tunnelbanestation, flygplats, färjeterminal eller storskalig databaslagring. Funktioner av det slaget och många andra skyddsvärda funktioner bygger på beroenden i komplexa nätverk. Det kan till exempel vara att datorsystem i byggnaden inte fungerar utan internetuppkoppling, säkerhetsdörrar är beroende av ström och kontakt med datorserver. Vattensprinklersystem är beroende av aktiveringsfunktioner, pumpar och vattenförsörjning. Ju längre kedja av beroenden är, desto fler funktioner påverkas om någon del skulle slås ut. Beroenden kan vara indirekt eller direkt kopplade till den multifunktionella byggnaden och vara externa eller interna. Beroenden av dessa slag kan leda till dominoeffekter vid händelse att någon del av beroendekedjan slås ut och det inte finns någon redundans. Det kan innebära att lokala händelser inte bara påverkar byggnaden i sig utan även närliggande byggnader och även hela samhället (Robert et al., 2003).

Kopplas detta till antagonism anser Brown och Lowe (2003) att med bättre och fler säkerhetssystem installerade i byggnaden, är byggnaden bättre projekterad för att motstå antagonistiska attacker. Då inte bara på att minska konsekvenserna av en attack, utan byggnaden blir även mindre trolig att bli ett mål för en attack (Brown & Lowe, 2003). Om det till exempel görs svårare för en vanlig bil att köra in byggnaden, minskar exponeringen från risken att en bilbomb ska explodera i byggnad.

4.2 Dominoeffekter och multifunktionella byggnader

För multifunktionella byggnader finns enligt definitionen flera verksamheter inom samma byggnad. Nätverksberoenden har konstaterats inverka på hur en initierande händelse kan skapa eskalerande dominoeffekter. För att hantera de olika aspekterna som kan inverka och påverka uppkomsten av en dominoeffekt, delar examensarbetet upp dominoeffekter i två delar. Ett för dominoeffektscenarier där händelsen i sig eskalerar och ett för scenarier som eskalerar på grund av beroenden, se figur 4.1 nedan. Figur 4.1 är den definition som är framtagen i examensarbetet och är baserad på den teori och struktur som använts av Börscsök et al. (2007), se figur 3.1.

Dominoeffekt	Alla beroende fel/händelser som saknar redundans och inte är CCF (Börscsök et al., 2007).
Händelsen i sig eskalerar	Det initierande felet/händelsen skapar skador och konsekvenser som i sin tur leder till dominoeffekter.
Eskalerar på grund av beroenden	Det initierande felet/händelsen eskalerar genom beroenden utan att vara ett CCF. Kan ske som orsak av dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar.

Figur4.1 Sammanställning av examensarbetets definition av dominoeffekter.

Det har observerats att konsekvenserna och händelseförloppen skiljer sig åt dels beroende på hur de initieras, men även på yttre omständigheter, beroenden och redundans. Syftet med att dela upp dominoeffekter är att få fram två kategorier dit de olika aspekterna, som anses orsaka dominoeffekter, kan kategoriseras. Utifrån två kategorier kan enklare metoder och förståelse skapas för att bemöta och analysera riskerna från dominoeffekter.

4.2.1 Dominoeffekt där händelsen i sig eskalerar

För dominoeffekter där en händelse i sig eskalerar, menas att en initierande händelse, olycka eller annan orsak, ger upphov till skador och konsekvenser som eskalerar. Det kan ske genom att den initierande händelsen skapar fel och tar bort redundans i ett system och på så vis möjliggör eskalerande dominoeffekter. Till exempel kan den initierande händelsen vara en explosion i en multifunktionellbyggnad som orsakar att en brandskyddad stålpelare förlorar sitt brandskydd och att en brand i byggnaden startar. Då den initierande händelsen var orsak till försämring i skyddet av den bärande konstruktionen, kan brandscenariot få konsekvensen att eskalera till en kollaps av byggnaden. Nilsson et al. (2013) konstaterar att konsekvenserna som följer efter en inträffad händelse från en exponering, till stor del beror på hur händelse scenariot utvecklar sig och vilka omständigheter som råder just vid det tillfället.

Exponeringar som orsakar en dominoeffekt där händelsen i sig eskalerar kan vara av yttre påverkan, olyckskaraktär eller antagonistisk. Ett exempel på antagonistisk exponering är den attacken mot World Trade Center, New York 1993, när en bilbomb i ett garage i källaren exploderade, vilket ledde till att ett flertal skyddssystem slogs ut. I rapporten USFA-TR-076 (1993) konstateras att bomben slog ut kommunikationscentret vilket medförde att personer i byggnaden inte kunde få information om att utrymma. Den slog också ut strömförsörjning och även nödström, vilket ledde till att personer fastnade i hissar och att belysning slutade fungera. Brandcellsgränser i garaget och närliggande plan skadades och brandgaser kunde spridas upp i byggnaden och utrymningstrapphus. Vidare skadades också vattensprinklersystemet vilket medförde att branden som skapades av bomben orsakade större

skador och en större fara för byggnadens bärverk och personerna i byggnaden. Då redundans i skyddssystemen mot brand skadades av den initierande händelsen, möjliggjorde det för eskalerande dominoeffekter, vilket kostade sex personer livet och skadade 1042 när ca 50 000 personer utrymde från de två WTC tornen (USFA-TR-076, 1993).

Aspekter som anses viktiga för att en dominoeffekt där händelsen i sig eskalerar är:

- Den initierande händelsen
- Omgivande faktorer
- Exponering
- Redundans
- Antagonism

Den initierande händelsen

Den imiterande händelsen har stor inverkan på om en dominoeffekt ska uppstå från händelsen eller inte. Händelsen kan också bestå av flera händelser samtidigt, till exempel kan ett strömavbrott ske samtidigt som en brand startar. Det är också utifrån den initierande händelsen som scenariot startar, så utan den initierande händelsen så kan ingen dominoeffekt ske.

Omgivande faktorer

Omgivande faktorer har identifierats av Nilsson et al. (2013) vara viktiga för hur stor konsekvensen kan bli av en händelse. För dominoeffekter finns här faktorer som måste beaktas vid en scenarioanalys. Omgivande faktorer kan påverka förutsättningen att en initierande händelse ska eskalera eller inte. Det kan till exempel orsakas av att ett reparationsarbete genomförs i en byggnad och under en viss tid måste då sprinklersystemet stängas av eftersom ett nytt rör ska installeras eller liknande. Under den tiden finns en ökad risk för att en dominoeffekt med ett brandscenario ska kunna eskalera.

Exponering

Med en exponering menas här en orsak eller händelse som utsätter byggnaden eller dess funktioner för en negativ påverkan. Exponering kan påverka omständigheter för olika beroenden har därför stor inverkan på risken för dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar.

Redundans

Redundans kan minska risken för dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar och framförallt om händelsen påverkar skyddssystem, som till exempel strömförsörjning av ett brandlarm. Redundans kan i det fallet vara att byggnaden är utrustad med nödström, eller har ytterligare larmsystem. För att utvärdera riskerna för dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar bör viktiga funktioner för supportsystem och skyddssystem beaktas utifrån deras redundans.

Antagonism

Den främsta risken med antagonistiska hot som gör att de kan skapa dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar. Är att attacken kan vara genomtänkt på sådant vis att den ska orsaka skador på känsliga system med avsikt att skapa just dominoeffekter. Den initierade händelsen från en attack kan vara riktad för att slå ut ett skyddssystem eller en viktig funktion i en byggnad, samtidigt som den orsakar stora konsekvenser från den initierande händelsen som till exempel en brand om en bomb exploderar. En dominoeffekt där händelsen i sig eskalerar, kan enligt examensarbetets definition, också vara orsak till att ytterligare dominoeffekter eskalerar på grund av beroenden.

4.2.2 Dominoeffekt eskalerar på grund av beroenden

Ekwall (2009) menar att komplexiteten hos beroendekedjor skapar en känslighet för olika typer av risker. Det har konstaterats att dagens samhälle är beroende och har konstruerat av en mängd olika nätverk mellan infrastrukturer. Det innebär en känslighet där en händelse i något av dessa beroenden kan sprida sig genom nätverken och medföra stora konsekvenser på andra delar som är beroende av den kedjan (Robert et al., 2003). Där redundans saknas för att hantera en initierande händelsen som påverkar beroendekedjan inte är ett CCF eller CMF, kan händelsen generera eskalerande dominoeffekter genom kedjan av beroenden som är väldigt svåröversägliga.

Händelsen som initierar eskalerande dominoeffekter på grund av beroenden kan, som konstaterats, i sig vara eskalerande händelser. Vid antagonistiska attacken på World Trade Center, New York 2001, eskalerade många händelser i sig. Flygplanen som slog in i byggnaderna tillförde mycket bränsle och brännbart material, tog sönder redundant brandskydd, så som vattensprinklersystem, brandcellsgränser och brandskydd kring bärande konstruktioner. Konsekvenserna från försvagandet av byggnadens skydd tillsammans med den ökade belastningen, skapade dominoeffekter som orsakade kollapsen av de två byggnaderna. Katastrofen från kollapsen som orsakades av dominoeffekter där händelsen i sig eskalerade, blev också orsak till en rad vidare dominoeffekter på grund av beroenden. Den slog ut databaser för kommunikationscenter i närliggande byggnader och kvarter, var orsak till att all tunnelbanetrafik stängdes av och att alla broar och vägar till Manhattan stängdes av. Alla flygplatser i USA stängdes på grund av risk för att fler flygplan skulle kapas och även internationella flygplatser i resten av världen höjde sina säkerhetskontroller markant. Känsliga och viktiga industrier som till exempel energibolag i USA arbetade till en följd av attacken med högsta säkerhetsnivå på anläggningarna. Vidare dominoeffekter kopplat till händelsen var stängningen av USA:s aktiemarknad, med en global påverkan som följd (Cloud & King, 2001). Konsekvenserna var många fler från attacken 9/11-2001 och händelsen är ett extremt exempel på hur en redan förödande konsekvens kan eskalera med dominoeffekter på grund av beroenden över hela världen. Principen att dominoeffekter kan skapas av händelser som påverkas av beroende behöver inte vara så extrem som exemplet ovan utan kan appliceras på alla typer av system och beroenden.

Det finns många exempel inom industriprocesser som, i sin produktionskedja för att producera en produkt, har många beroenden kopplade till samordnade producenter av delar/komponenter som behövs för att tillverka den slutliga produkten. Beroendekedjan, eller "supply chain" vilket det ofta kallas inom industrin, har identifierats vara utsatt för de största riskerna inom ett individuellt företag i en större beroendekedja (Paulsson, 2007). Effektivisering inom "supply-chain" har lett till att produktion av delar/komponenter genomförs i många led utav olika underleverantörer (Paulsson, 2007). Det orsakar en känslighet, beskrivet i examensarbetet som dominoeffekter som eskalerar på grund av beroenden. Ett bra exempel på hur dominoeffekter kan eskalera på grund av beroenden från en underleverantör i en "supply chain" presenteras i Paulsson (2007). Det berör produktionen av mobiltelefoner hos mobiltelefonföretagen Ericsson och Nokia. Den initierande händelsen var en brand som inträffade till följd av en exponering från ett blixtnedslag i en underleverantörsfabrik i Albuquerque, New Mexico, USA år 2000. Branden kunde släckas på mindre än 10 minuter av personal på plats och branden i sig orsakade inte några direkta dominoeffekter. Branden var ett direkt "beroende fel" av blixtnedslaget och ett CCF som beskrivs i avsnitt 3.1. Dominoeffekterna kom senare då släckningen av branden skadade känsliga produktionsmaskiner som tillverkade ett radiofrekvenschip. Det tog 6 månader för fabriken att kunna producera 50 % av den ursprungliga tillverkningen av chip igen (Paulsson, 2007). Då Ericsson hade en ny mobiltelefonmodell T 28 som var enskilt beroende av det chipet, förlorades många månader av T 28 tillverkning. Konsekvensen för Ericssons uteblivna marknadsandelar har beräknats till omkring 1,8 billioner SEK. Nokia som också

fick detta chip från samma underleverantör hade tillskillnad också en redundans i sin ”supply chain”, då Nokia hade ytterligare en underleverantör av chipet (Paulsson, 2007). Det medförde att det för Nokia inte inträffade en dominoeffekt med samma konsekvenser som det gjorde för Ericsson.

Paulsson (2007) presenterar en metod, DRISC-modellen, som kan användas inom ”supply chain” för att identifiera, strukturera och estimerar riskerna från beroenden givet en övergripande bild. Den fokuserar på ett enskilt företags försörjningskedja och identifiering av alla produktflödesrelaterade avbrottsrisker för hela kedjan, från naturresurs till levererad slutprodukt. DRISC-modellen är en holistisk och generisk modell för att hantera avbrottsrisker och underlättar en systematisk behandling av försörjningskedjans riskfrågor (Paulsson, 2007).

Infrastrukturella funktioners beroenden till flera verksamheter är något som har ökat de senaste åren genom ökad privatisering. De har lett till aktivitet och intresse för infrastruktur från den privata sektorn inom (Hills, 2005). Det medför att fler beroenden av fler och olika funktioner upprätthålls av fler verksamheter och geografiska platser, samtidigt som det leder till otydligheter om vem som bör förebygga och åtgärda fel eller olycka i detta led. Därför ökar risken att eskalerande dominoeffekter ska uppkomma till följd av komplexitet mellan olika verksamheters beroenden (Hills, 2005). Det skapar behov av genomtänkta säkerhetslösningar med redundans mot riskerna, för att påverka i beroendekedjan inte ska få eskalerande konsekvenser. Att konsekvensen i exemplet som beskrivs av Thedéen (2007), med el-kollapsen i Auckland 1998 kunde bli så stor, var på grund av en dålig förberedelse att hantera avbrott. Delvis beroende av att elproduktionen i det aktuella fallet nyligen privatiserats (Thedéen, 2007).

Aspekter som anses viktiga att beakta för en dominoeffekt som eskalerar på grund av beroenden:

- Beroenden
- Redundans
- Antagonism

Beroenden

Om det inte finns beroenden kan händelsen inte eskalera till en dominoeffekt. Att identifiera vilka beroenden som finns och vilka beroenden som kan orsaka dominoeffekter som eskalerar på grund av dessa är viktigt.

Redundans

En viktig aspekt att ta hänsyn till är redundans för beroenden. Det vill säga att om ett beroende i en beroendekedja påverkas och slås ut, finns det då andra alternativ till det beroendet för att det inte ska ge konsekvenser på beroendekedjan. Se exemplet med mobiltillverkaren Ericsson som fick stora marknadsförluster på grund av att de saknade redundans i sin ”supply chain” av radiofrekvenschip. Genom att finna de beroenden som saknar redundans och åtgärda dessa kan risken för dominoeffekter minskas.

Antagonism

Beroendekedjor har många risker förutom antagonistiska hot, dock finns ytterligare risker kopplade till antagonism då det där finns en avsikt att skada och förstöra. Risken är större att dominoeffekter inträffar till följd av attacker, då de kan riktas för att slå ut känsliga beroenden och även flera olika beroenden samtidigt. Konsekvenserna från en riktad attack kan vara katastrofala för hela beroendekedjan.

4.2.3 Flexibilitet och redundans

Ökad flexibilitet inom system kan användas som alternativ för att kompensera för beroenden och kan således öka redundansen. Lundin (2005) menar att om storskaliga olyckor och dominoeffekter ska förhindras från en initierande händelse, finns ett behov av fler skyddsbarriärer. Oberoende skyddssystem som kan kompensera varandra skapar en flexibilitet och möjliggör att skyddssystem kan hantera händelser som de inte designats för. Extra skyddssystem kan här, när de kompenserar ett felfungerande eller utslaget skyddssystem, beaktas som en redundans för skyddssystemet. Lundin (2005) konstaterar också att fler oberoende barriärer i ett skyddssystem möjliggör för förbättringar eftersom antalet möjligheter att förbättra skyddet ökar med antalet skyddsbarriärer. Enligt Lundin (2005) anses också att flexibilitet finns för de skyddssystem och åtgärder som inte endast skyddar mot en enkel fara utan täcker flera scenarier och större delar av byggnaden, så som till exempel automatiskvattensprinkler. För att motverka risken för dominoeffekter vid en händelse, finns behov av flexibla system med potential att hantera nya eller oförutsedda scenarier där flera funktioner berörs (Lundin, 2005). Speciellt skydd mot antagonistiska hot har därför ett behov av att vara flexibla då angrepp mot en byggnad sker med ett syfte att orsaka skada och kan vara innovativa till sådan grad att de är omöjliga att förutspå (Boin & McConnell, 2007).

Infrastrukturer kan påverkas mycket av varandra från dominoeffekter som eskalerar på grund av beroenden, om har samma beroenden kopplade till varandra (Thedéen, 2007). Infrastrukturer kan också skapa en positiv robusthet och kompensera varandras beroenden i andra situationer. Till exempel kan busstransport och flygtransport kompensera för en kollaps av järnvägstrafiken.

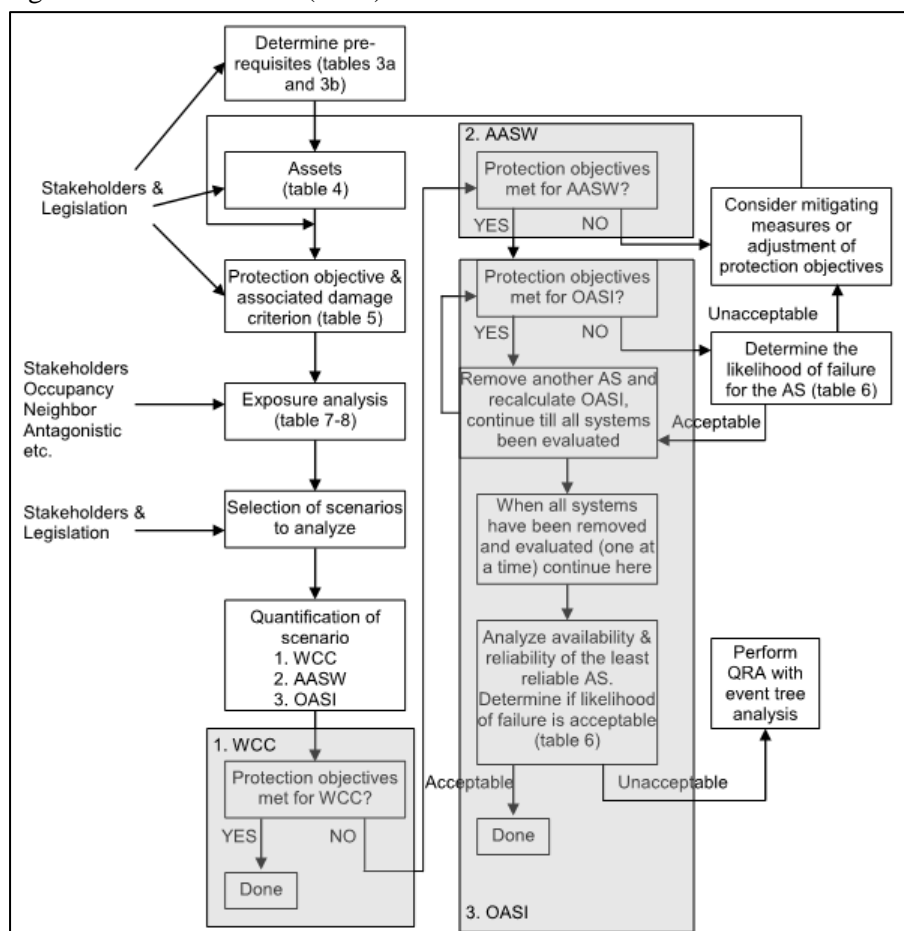
5 Metod för analys av multifunktionella byggnader

I detta kapitel presenteras och sammanfattas den metod som Nilsson et al. (2013) tagit fram för att analysera exponeringar och antagonistiska hot mot multifunktionella byggnader. Metoden presenteras i artikeln "Selection and evaluation of fire related scenarios in multifunctional buildings considering antagonistic attacks" (Nilsson et al., 2013). Den är också en del av licentiatavhandlingen "Fire safety evaluation of multifunctional building special emphasis on antagonistic attacks and protection of sensitive areas" (Nilsson, 2013).

5.1 Metodens uppbyggnad

Syftet med metoden är att analysera risker mot befintliga multifunktionella byggnader där personsäkerhet, skyddssystem, verksamheter, infrastruktur och samhällsviktiga funktioner tas i beaktande med avseende på brandrelaterade scenarier och antagonistiska hot. Vidare har metoden syfte att identifiera byggnadens huvudfunktioner, vad som är skyddsvärt, relevanta skyddsområden och sedan koppla dessa för analys av scenarier där risker föreligger mot känsliga delar.

I metoden finns ett flödesschema för scenarioanalysen, se metodens flödesschema i figur 5.1 nedan, tagen direkt från Nilsson (2013).



Figur 5.1 Översikt av metodens olika delar inklusive scenarioanalys i multifunktionella byggnader. Tagen direkt från Nilsson (2013).

De första stegen i metoden är att fastställa byggnadens huvudfunktioner. Huvudfunktionerna är baserade på frågorna varför byggnaden finns och vad den fyller för funktioner. Användning och funktion kan för vissa multifunktionella byggnader innefatta infrastruktur, sjukvård eller

samhällsviktiga funktioner där avbrott inte kan tolereras. Multifunktionella byggnader kan också innefatta huvudfunktioner som utgörs av försäljning, service, hotell etcetera som inte direkt inverkar på samhället i ett större perspektiv. Mindre viktiga funktioner inom en multifunktionell byggnad kan enligt Nilsson et al.(2013) vara affärer eller restauranger som vid bortfall ger relativt små konsekvenser på byggnaden. De anses oftast inte tillhöra byggnadens huvudfunktioner, men är dock relativt i relation till övriga funktioner. Utifrån huvudfunktionerna kan viktiga direkta och indirekta aktörer inom verksamheterna kopplas som även är viktiga för metodens tre första steg, då de bidrar med information kring byggnadens funktioner, säkerhet och användning.

När både huvudfunktioner och det skyddsvärda har konstaterats är nästa steg i metoden att kartlägga skyddsmål och skadekriterier kopplade till dessa. Upprättandet av skyddsmål och skadekriterier bör ske i samarbete med aktörer inom byggnaden. Metoden ger exempel på några skyddsmål och skadekriterier samt vilka aspekter som är viktiga att beakta. Sedan utgår metoden från exponeringar som kan skada det skyddsvärda i byggnaden och dess huvudfunktioner. Det görs genom en analys över vilka interna och externa exponeringar av risker och hot som finns. Metoden applicerar två kategorier på exponeringar. De är olycks-/naturliga exponeringar, samt antagonistiska hot.

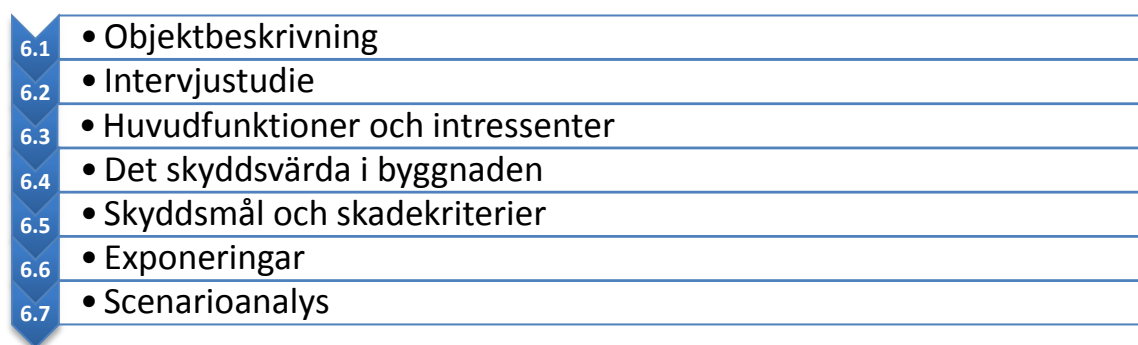
Det finns exempel inom industriprocesser och tillverkningskedjor där många små fel eller avvikelser går obemärkta. Obemärkta tills det sker ett fel som då orsakar att fler fel eskalerar, vilket kan leda till mycket större skada. Det är vanligt framförallt för skyddsåtgärder som inte används eller testas regelbundet men förväntas fungera när det krävs.

För att analysera de tänkbara exponeringarna är nästa steg att göra scenarioanalyser. Det görs genom att kategorisera och lista tänkbara scenarier utefter hur många olika delar de kan påverka, samt sannolikheten att de inträffar. Här lyfts även dominoeffekter som scenario med viktiga aspekter att ta hänsyn till. För att sedan analysera vidare används i metoden de värsta tänkbara scenarierna för vidare kvantitativanalys. I den kvantitativa scenarioanalysen testas det värsta tänkbara scenarierna på byggnaden då inget av de aktiva skyddssystemen, så som till exempel vattensprinkler eller utrymningslarm fungerar. Klarar byggnaden det värsta tänkbara scenariots exponering utan att några skyddsmål påverkas när inga aktiva skyddssystem fungerar, kan det konstateras att inga åtgärder behöver vidtas. Klarar byggnaden inte att uppfylla skyddsmålen analyseras samma scenario i ett nytt test där istället alla aktiva skyddssystem fungerar. Klarar byggnaden fortfarande inte att nå skyddsmålen måste åtgärder vidtas för att förbättra skyddssystemet. De vidtagna åtgärderna analyseras sedan med värsta tänkbara scenariot igen. Det sista steget är sedan att plocka bort ett skyddssystem i taget för att svagheter och känsliga skyddssystem ska kunna identifieras för de olika scenarierna. Åtgärder för att minska svagheter i skyddssystem kan sedan tillämpas på byggnaden.

Enligt Nilsson et al. (2013) är dominoeffekter ett av de problem som är av större vikt att metoden behandlar, något som inte görs vid traditionell projektering av byggnader. Nilsson et al. (2013) konstaterar att konsekvensen av en antagonistisk attack ofta kan leda till snabba förlopp och ett eskalerande scenario med potential för dominoeffekter. Metoden lyfter fram att möjliga dominoeffekter tidigt ska beaktas och listas. Under val av scenarier ska de möjliga dominoeffekterna kvalitativt analyseras i metoden. Även hur effekterna av en antagonistisk attack som leder till dominoeffekter, förändras beroende på tid och plats bör tas med i analysen. Till exempel kan konsekvenserna om ett transportsystem påverkas av scenariot vara mycket högre under rusningstid (Nilsson et al., 2013).

6 Praktisk tillämpning av metoden

Metoden är inte sedan tidigare beprövad praktiskt, men bygger till viss del på en intervjustudie och analys av en befintlig multifunktionell byggnad. Det är i examensarbetets syfte att bepröva metoden praktiskt och svara på frågeställningar kring praktisk tillämpningen av metoden. I detta kapitel följer en analys av metoden när den tillämpas på en befintlig multifunktionell byggnad. Tillämpningen har syfte att lyfta fram styrkor och svagheter i metoden. Utifrån flödesschemat i figur 5.1, etableras här en flödesmetodik för den praktiska tillämpningen av metoden, se figur 6.1. Efter varje avsnitt nedan görs en sammanfattande analys över hur tillämpningen fungerar kopplat till examensarbetets frågeställningar. Den praktiska tillämpbarheten diskuteras sedan vidare i kapitel 7 Diskussion. Slutsatser som dras kopplat till den praktiska tillämpningen presenteras i kapitel 8 Slutsatser.



Figur 6.1 Flödesschema över avsnitten som utgör tillämpning av metoden.

6.1 Objektbeskrivning

Den multifunktionella byggnaden som studeras är en byggnad med två ”torn”, torn A med 14 våningar och torn B med 19 våningar. Tornen är sammanbyggda upp vid plan 10. Plan 10 utgör i stora delar teknikvåning. Verksamheterna i byggnaden utgörs huvudsakligen av hotell i torn A (plan 3-14) och kontorslokaler i torn B (plan 3-18). I övrigt finns restaurang, café/pub samt butikslokal på plan 1 och på plan 2 inryms konferenslokaler. I källarplan finns gymlokal, förråd, soprum, personalutrymmen samt teknikutrymmen.

6.1.1 Analys av objektbeskrivning

I Nilsson et al. (2013) är det första steget i metoden att ta reda på byggnadens huvudfunktioner och vad som gör byggnaden multifunktionell. Det är inte förklarat i metoden hur detta ska göras men exempel på huvudfunktioner ges i en tabell. Ovan har en objektbeskrivning gjorts som ett första steg i tillämpandet av metoden. Information om byggnaden är hämtad från relationshandling av brandskyddsdocumentation. Att starta med en objektbeskrivning är inte uttalat i metoden, men anses här fylla en viktig funktion för att ge underlag för fortsatt analys.

6.2 Intervjustudie

För att få indata till metoden är intervjuer med aktörer inom byggnaden viktigt enligt Nilsson et al. (2013). Dels för att ta reda på vad som är skyddsvårt i byggnaden och vilka skyddssystem som finns. I en tabell i metoden ger Nilsson et al. (2013) exempel på direkta och indirekta aktörer som kan vara kopplade till en multifunktionell byggnad. Med hjälp av metoden och dess tabell konstateras att de aktörer som är av intresse och som bör intervjuas för den i examensarbetet analyserade byggnaden är: *räddningstjänst, brandteknisk projektör, hyresgäster, hotellchef och fastighetsägare*. Vid kontakt med dessa aktörer kunde brandprojektör, räddningsledare vid räddningstjänsten och två hyresgäster ställa upp på intervju, dock hade inte fastighetsägaren eller hotellchefen någon möjlighet. För att

kompensera för de två aktörerna som inte kunde ställa upp så kontaktades fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig för hotellet istället, vilka ställde upp på intervju. Metoden ger inga riktlinjer för hur intervjuerna ska gå till, författaren har valt att tillämpa en vetenskaplig kvalitativ intervjustudie för samtliga intervjuer, genomförandet beskrivs nedan. Svaren från intervjuerna är sammanfattade i kapitel 6.2.3.

6.2.1 Genomförande

För att intervjustudien skulle ge så bra resultat som möjligt och tillföra information till tillämpningen av metoden, utfördes en litteraturstudie på ämnet vetenskapliga intervjustudier. Utifrån denna har följande nyckelfrågor *vad*, *varför* och *hur* hämtade från Kvale (2008) använts för intervjustudiens upplägg.

Vad?

Anger ämnesområdet som ska analyseras (Kvale, 2008). Intervjustudien undersöker vad aktörerna anser vara huvudfunktionerna, vad de anser är skyddsvärt och hur brandskyddet för byggnaden ser ut, tekniskt samt organisatoriskt. Det finns även anledning att undersöka nätverksberoenden inom byggnadens verksamheter och externa beroenden.

Varför?

Motiverar frågan samt vad svaret på frågan kan tillföra undersökningen (Kvale, 2008). Syftet med intervjustudien är att få underlag och information om byggnaden som ska användas vid praktisk tillämpning av metoden. Målet är att genom intervjun identifiera och precisera möjliga dominoeffekter och antagonistiska hot som är aktuella för multifunktionella byggnader.

Hur?

Med hjälp av intervjustudiens upplägg och de intervjufrågor som ställs. För den här typen av intervju är det viktigt att samtalet hålls flytande och den intervjuade är intresserad av att berätta om sina tankar, kunskaper och upplevelser (Kvale, 2008). Det är viktigt att intervjuprocessen har en lämplig intervju- och analysteknik som är anpassad till intervjuens syfte. För denna intervjustudie används explorativ och öppen intervjumetod som beskrivs närmare under kapitel 6.2.2 Intervjuguide. Samtliga deltagare hålls anonyma i examensarbetet.

6.2.2 Intervjuguide

Samtliga intervjuer hade samma upplägg, dock anpassades frågorna under intervjuens gång för att skapa en mer dynamisk intervju som stimulerar till ett positivt samspel. Syftet var att, som Kvale (2008) beskriver, göra den intervjuade intresserad att berätta om sina tankar, kunskaper och upplevelser kopplat till frågorna. Kvale (2008) menar att förmågan att aktivt lyssna på den intervjuade och anpassa frågorna är viktigare än att specifikt behärska tekniken att ställa frågorna, något som beaktas i detta examensarbete. Tidsramen för en intervju var planerad till en timme. För att intervjuaren inte skulle missa något spelades samtliga intervjuer in. Intervjuerna skrevs sedan ner tillsammans med intervjuarens frågor och den intervjuades svar. Resultatet från intervjuerna presenteras sammanfattat i nästa kapitel 6.2.3. Frågorna som låg till grunden för intervjuerna finns presenterade i Bilaga 1.

6.2.3 Sammanfattning av intervjuer med aktörer

Nedan följer en sammanfattning om vad som framgick av genomförda intervjuer. Slutsatser från intervjustudien tillämpas i den praktiska tillämpningen av metoden, samt presenteras i kapitel 9 Slutsatser.

Brandprojektör

Från intervju med brandprojektören av byggnaden gavs information om hur framtagandet av det brandtekniska skyddet i byggnaden projekterats, vad som beaktats och utifrån vilka riktlinjer som byggnaden har projekterats. Huvudfunktionerna i byggnaden konstateras vara hotell, kontor, konferens och restaurang. Skyddsvärt enligt brandprojektören anses vara människor i byggnaden, i övrigt anses byggnaden inte innefatta något direkt skyddsvärt. Samhällsviktiga funktioner, infrastruktur eller verksamheter där inget annat än ekonomiska aspekter för framförallt fastighetsägaren kunde beaktas. Det framkom heller inte att det skulle finnas några beroenden kopplat till byggnaden, varken från eller till byggnaden.

Kring riskkällor så anses restaurangen beaktas som en riskkälla, men att en brand anses endast få lokal inverkan då restaurangen är utrustad med brandlarm och tre värmedetektorer i spiskåpor. En annan risk som lyfts fram är att personer skulle kunna fastna i hisslobbyn på kontorsvåningsplanen om de saknar tillträde till kontoret och hissarna skulle stanna. I övrigt så har inte någon övergripande riskanalys gjorts för dimensionering av byggnaden. Utgångspunkten för dimensioneringen har varit i föreskrifterna enligt BBR samt argumentation runt den.

Det värsta tänkbara scenariot anses vara om trapphuset till kontorsdelarna skulle bli blockerad på något vis. Det framkommer att det tidigare problem med mobiltäckning har åtgärdats men att det är oklart hur robust åtgärden är. Kanske är den beroende av strömtillförsel.

Exponeringar anses kunna vara att hyresgästerna ställer till det för sig själva genom inredning som blockerar utrymningsvägar eller skapar mycket hög brandbelastning. På så vis utgör hyresgästerna ett hot mot sig själva. Anlagda bränder anses inte som särskilt troligt. Hotellet har personal med koll över de öppna lokalerna och vilka som rör sig in i byggnaden. Risker från naturliga exponeringar, så som naturkatastrofer, anses falla bort då byggnaden ligger högt och skyddad från vatten samt är dimensionerad för att motstå kraftigvind. Det finns heller inte några hot från omgivande vägar eller byggnader. Det anses att byggnaden i sig självt inte är något "high-value target" som skulle riskera att bli mål för en terroristattack. Anlagd brand eller bombhot anses däremot inte vara något som helt kan bortses ifrån.

Inga åtgärder är vidtagna för antagonistiska hot. Det finns ett utrymningslarm som kan användas. För räddningsinsatser i byggnaden finns svårigheter med höjden. Det framkom att stigarledningarna som ska förse räddningstjänsten med vatten vid varje våningsplan, drivs av samma pumpar som sprinklersystemet, samt att stigarledningarna också delar samma inmatning av vatten från det kommunala vattennätet. Hade det projekterats idag menar brandprojektören att det förmodligen även hade getts möjligheter för räddningstjänsten att koppla in sina pumpar på stigarledningarna, så att det alltid finns möjlighet för dem att få upp vatten, även om pumpar eller vattennät fallerar.

Brandprojektören anser att det finns flexibilitet i byggnaden, där personer som vistas i hotelldelen får en extra säkerplats bestående av de brandskyddade hotellkorridorerna, som skulle kunna utnyttjas som utrymningsplatser för till exempel rullstolsburna. Det anses även att sprinklersystemet har mycket överkapacitet i sig som skulle kunna ta hand om större bränder än vad det är dimensionerat för. Däremot så anses det vara ett stort problem att det finns många tekniska system och att de ska testas. Brandprojektören menar att det är väldigt få byggnader idag som testar sina system på ett seriöst sätt. Brandprojektören tycker vidare att räddningstjänsten borde vara tuffare. Istället för att anmärka på larmtryckknappar och skyltar borde de se mer på helheten och trycka på att verksamheterna och

fastigheten sköts. Det är väldigt få byggnader som testat systemen och för den här typen av byggnaden är det ännu svårare att få till då ett test påverkar hotellets gäster och andra verksamheter.

När det gäller utformning av metodbaserad riskhantering för dominoeffekter och antagonistiska hot anser brandprojektören att en sådan kräver mycket eftertanke och planerande. Byggbranschen vill gärna ha något som är tydligt, sen kan fastighetsägaren ha ambitioner och vision att all tid och kraft läggs på att det ska vara så säkert som möjligt, men är ovanligt att mer arbete än vad som krävs i enligt lag läggs ned. Brandprojektören lyfter även fram en åsikt om lösningar mot antagonistiska hot som inte kostar pengar presenteras så vill alla vara med, men kostar det pengar blir det svårare.

Räddningsledare vid räddningstjänsten

Huvudfunktionerna anser räddningsledaren vara hotellverksamhet, där finns hotellgäster som inte är bekanta med byggnaden. Till skillnad från kontorsbyggnadsdelen där personer har god lokalkännedom. Räddningsledaren lyfter fram att det också befinner sig mycket folk i byggnaden och framförallt i de publikadelarna. Räddningsledaren känner inte till ifall det finns något skyddsvärt i byggnaden. Det är något som räddningstjänsten förväntar sig få information om på plats vid byggnaden. Det anses svårt att veta vad som ska skyddas, utan det är något fastighetsägaren får bestämma och vara tydlig med. Personsäkerheten är dock givetvis det skyddsvärda i första hand, samt att begränsa brandspridning menar räddningsledaren.

Personalen i byggnaden antas från räddningstjänstens sida ha rätt utbildning och veta hur de ska hantera en olycka eller brand. Tillsynsarbete görs av räddningstjänsten endast på hotellverksamhetens delar och publikalokaler, så som lobby och restaurang i byggnaden. Skyddsmål för räddningstjänsten är enligt räddningsledaren att begränsa brand och olyckor, där en viktig del är att säkerhetsställa att skyddssystemen fungerar.

Exponeringar mot byggnaden anser räddningsledaren vara köksregionen samt utrymmen i källaren. Detta då de är utrymmen som kan ge uppkomst till brand eller är utrymmen som det är svårt att kontrollerar vilka personer som rör sig i dem. Räddningsledaren anser dock att eftersom sprinkler och brandlarm är direktkopplat till räddningstjänsten så ger det en hög säkerhet i byggnaden. Däremot konstaterar räddningsledaren också att om någon skulle plantera en bomb i byggnaden, så skulle det kunna få mycket stora konsekvenser. Det skulle kunna påverka den bärande konstruktioner så att byggnaden rasar. Naturliga exponeringar så som vind och blixtnedslag anses inte påverka byggnaden, heller inte externa exponeringar från närliggande byggnader eller vägar.

Gällande antagonistiskt hot tror räddningsledaren att om ett antagonistiskt hot skulle genomföras påverkar det människors beteende. Människor kan få "panik" och springa ut där de inte borde under omständigheterna och kan skada sig på grund av det. Rasrisk orsakat efter en bomb kan få betong eller armering att falla ner och skapa ytterligare risker som orsak av en antagonistisk attack lyfter räddningsledaren fram. Vid mer avancerad attack, som till exempel förgiftning eller gasutsläpp, anser räddningsledaren att receptionen fyller en viktig funktion. Receptionen bör då ansvara för att informera personer i byggnaden om att stanna kvar på sina rum och inte komma ner i lobbyn. Gällande anlagda bränder konstaterar räddningsledaren att byggnaden har tidig rökdetektion, har ett heltäckande sprinklersystem och att det inte finns så mycket brännbart material som kan ge konsekvenser om en brand inträffar. Räddningsledaren tror att vissa verksamheter skulle vara mer exponerade för antagonistiska hot om de bedriver någon känslig verksamhet eller om konferenser drar till sig sådana exponeringar. Räddningsledaren anser att verksamheter i byggnaden har tänkt kring hur

de ska agera vid händelse av brand, men funderingar kring terrorism är nog inget som beaktats i större banor.

Räddningsledaren anser som helhet att byggnaden känns säker, men att det finns risker kring hur människor agerar vid en händelse. Räddningsledaren konstaterar också att det kan finnas konsekvenser för närliggande byggnader om något skulle hända. Vid en olycka kan avspärningar och annat behövas kring byggnaden som påverkar hela samhället genom stopp i trafik och andra konsekvenser. Då det blir det förseningar i samhället och byggnader i närheten kan behöva utrymmas. Det skulle kunna vara en dominoeffekt från en händelse i byggnaden, som varar i flera timmar något som generellt är det ett problem i samhället anser räddningsledaren.

Det värsta tänkbara scenariot enligt räddningsledaren är inte en brand, det ska räddningstjänsten klara, istället är det om någon detonerar en bomb i byggnaden. Då kan inte räddningstjänsten skicka in räddningspersonal hur som helst i byggnaden. Den typen av scenario kräver en riskbedömning innan insats kan påbörjas och då kanske tillsammans med polisen. Det har inverkan på insattiden och försenar räddningstjänstens agerande att rädda människor. Det är samma sak med gift, där är det också svårt hur det ska hanteras. Andra scenarier som också anses svåra enligt räddningsledaren är vid förändringar i verksamheter, när det tillkommer tillfälliga evenemang med utrustning och mycket folk till byggnaden. Personer som inte befinner sig där normalt. Det kräver en större organisation för verksamheten, med till exempel vakter.

Räddningsledaren anser att det med multifunktionaliteten tillkommer andra komplikationer där det är viktigt att det finns en dialog mellan verksamheter i byggnaden. Om det skulle hända något i den ena verksamheten så informeras de andra. Det tillkommer också fördelar med att byggnaden är multifunktionell för säkerheten, då verksamheterna i byggnaden kan påminna varandra om kontroller och att det finns fler som ser saker i byggnaden. Kanske börjar korridor i källaren användas som lager för kartonger eller brännbart material, så kommer någon ner och ser det och rapporterar det till andra verksamheter att det inte är tillåtet. Det bjuds inte till att något ska hända och det finns fler ögon som ser risker. Det kanske också finns folk som är duktiga inom brandsäkerhet som har ögon och öron öppna på ett annat sätt, eller att de är väldigt måna om att det inte får hända något mot den egna verksamheten.

Problematiken att inte upprätthålla brandsäkerheten, anser räddningsledaren ligger mycket i hur egenkontroller sköts, något som också är svårt att upprätthålla med hög personalomsättning som finns inom restaurang och hotellbranschen. Risken finns att det inte sker något bra överlämning och att säkerhetskontrollerna inte nämns. Det är viktigt att det fungerar i en sådan här verksamhet med publikalokaler där det kommer folk utifrån hela tiden menar räddningsledaren.

Slutligen anser räddningsledaren att det totala brandskyddet i byggnaden känns bra, att fastighetsägaren verkar ta detta på allvar med en seriös inställning och högt säkerhetstänkande.

Hyresgäst 1

Hyresgästen anser att huvudfunktionerna i byggnaden är kontorsverksamhet, hotell, restaurang och konferens, där det för hyresgästen endast är kontorsverksamhet men också nyttjande av konferensdelar samt restaurangen. Skyddsvärt anses vara de delar av kontorslokalen som används och till viss del konferens- och restauranglokalerna. Hyresgästen konstaterar att dennes verksamhet inte är fast beroende av varken lokalerna eller faciliteterna i byggnaden, utan kan om det krävs upprätthålla verksamheten och arbetet i andra lokaler eller hemifrån. Hyresgästen anser inte att verksamheten har

vidtagit några åtgärder för att skydda sin verksamhet, mer än att de av företagspolicy har larm på lokalerna så att ingen obehörig ska ta sig in.

Hyresgästen anser att de exponeringar som finns mot byggnaden, bortsett från brand, är att det finns potential för antagonistiska hot och att höjden skulle göra den exponerad för flygplan. Det konstateras också av hyresgästen att byggnaden används vid olika tillfällen av olika grupper som håller konferenser. Kanske skulle det kunna finnas en konferens kring ett politiskt känsligt ämne, som till exempel djurförsök. Då är det klart att det finns en risk att hot riktas mot byggnaden. Hyresgästen påpekar att politiker kommer till byggnaden med jämna mellanrum till exempel så var kronprinsessan på besök vilket krävde säkerhetsåtgärder. Naturliga exponeringar som väder och vind anser hyresgästen inte orsaka några större risker mot en byggnad som denna. Hyresgästen konstaterar att lokalt dålig avrinning som leder till översvämning i källaren säkert skulle störa hissar med mera, men det anses inte vara någon risk. Vattenläckage konstateras kunna ge samma effekt. Varken närliggande vägar eller byggnader anses kunna åstadkomma några storskaliga eller omfattande skador på byggnaden enligt hyresgästen. Kring de risker som finns har verksamheten inte gjort några åtgärder, verksamheten anses inte heller kunna göra så mycket åtgärder. Hyresgästen menar att om en olycka sker, till exempel om någon spränger en bomb i byggnaden eller att vattnet förgiftas. Kan verksamheten inte göra mer för att ta hänsyn till en ökad hotbild, utöver att ifrågasätta om det anställda ska gå till byggnaden som vanligt. Skulle något inträffa finns dock ingen policy eller beslut för detta, utan beslut måste tas om problemet dyker upp menar hyresgästen.

Risk för eskalerande händelser finns enligt hyresgästen framför allt kopplat till utrymning då byggnaden är hög och smal. Händer något nere i lobbyn så kan den stängas av eller spärras, något som påverkar alla. Att tekniska system eskalerar är svårare att se enligt hyresgästen, men olika typer av elfel kan tänkas vara eskalerande och vissa typer av brandscenarier. Personalen i hyresgästens verksamhet har inte någon utbildning gällande brandsäkerheten i byggnaden. De har enligt hyresgästen haft en genomgång av brandskyddet och en utrymningsövning. Värsta tänkbara scenariot som hyresgästen kan tänka sig är någon typ av kraftig explosion så att byggnaden kollapsar eller att någon attack med smitta eller gift sker när de har personal på plats. Hyresgästen konstaterar att dennes verksamhet inte har någon som ansvarar för utrymning vid en händelse då det har problem med att det aldrig är någon som jobbar varje dag på kontoret, heller finns inga rutiner ifall något skulle ske.

Hyresgästen anser att byggnaden klarar en normal brand enligt brandskyddsreglerna. Skulle nya skyddssystem behöva installeras i byggnaden anser hyresgästen att det kan bli svårt att kommunicera ut på rätt sätt varför det genomförs, så att hyresgästerna i byggnaden inte blir rädda och osäkra att vistas i byggnaden. Hyresgästen ser också lite problem med att byggnaden har många olika aktörer när det kommer till ansvarsfördelning för hur en farlig händelse ska hanteras i byggnaden. Hyresgästen uppger att de saknar information kring hur en eventuell utrymning går till med larm. Det finns heller inga kommunikationsmöjligheter att informera personer i byggnaden vid en händelse, mer än utrymningslarmet.

Hyresgäst 2

Hyresgästen uppger att huvudfunktionerna i byggnaden är kontorsverksamhet och hotellverksamhet med viss konferensverksamhet knuten till hotellet. Skyddsvärt för hyresgästen är klientmaterial och personalen. De har en centralserver där allt sparas på annan plats, så de är inte beroende av lokaldatalagring, men det finns pärmar med kvitton och material som anses skyddsvärt. Hyresgästen anser heller inte att verksamheten är tvunget bunden till byggnaden utan kan om det krävs fortsätta sin verksamhet på provisorisk plats, andra kontor eller att personalen arbetar hemifrån. Personalen är

ganska mycket hos andra kontor eller ute hos kund vilket gör verksamheten flexibel. Hyresgästen känner inte till några uttalade skyddsmål eller skadekriterier från verksamheten.

Exponeringar mot byggnaden anser hyresgästen vara lokala brandscenarier, men det finns ingen brandfarlig verksamhet i byggnaden. Hyresgästen tror att antagonistiska hot kan finnas beroende på vad det är för riskbild eller hotbild mot byggnaden, kan vara några hyresgäster som är intressanta. Hyresgästen konstaterar att om det händer något så påverkas alla i byggnaden. Det finns inga organisatoriska åtgärder för att agera vid en händelse, mer än en som är brandansvarig som ser till att alla utrymmer från verksamhetens kontor.

Vad det gäller eskalerande händelser så är hyresgästens uppfattning att brandskyddet ska klara att hålla en brand inom sin brandcell. Sprider det sig vidare så ska det endast ske lokalt. Skulle ett flygplan flyga in i byggnaden så tror hyresgästen att det är ett annat problem. Dominoeffekter från beroenden skulle enligt hyresgästen kunna vara om något sker i lobbyn, det skulle spärra av mycket. Begränsningar i brandskyddet anser hyresgästen skulle kunna vara det tekniska system som byggts in och om fastighetsägaren byts så kan tillsyn av system glömmas bort.

Det värsta tänkbara scenariot är enligt hyresgästen ett scenario där det börjar brinna, eller att det av andra anledningar behöver utrymmas och att det då inte går att utrymma. Till exempel att personer fastnar i trapphuset som är spärrat och det inte är lämpligt att stanna kvar i byggnaden. Utlösande händelser anses kunna vara om det flyttar in någon verksamhet som har en hotbild.

Hyresgästen anser att det inte finns några större komplikationer med att byggnaden är multifunktionell. Skulle byggnaden haft en tillverkningsindustri så vore det annorlunda, men byggnaden har bara kontor och till viss del sovande människor i hotellet. Hyresgästen påpekar vikten av att verksamheter i byggnaden borde ställa krav på fastighetsägaren och ifrågasätta om sprinklersystemet testas. Det vore lämpligt enligt hyresgästen att hela systemet testas regelbundet för att se så alla tekniska system fungerar i det stora hela.

Fastighetsskötare och verksamhetsansvarig hotell (två personer)

Enligt fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig hotellet är huvudfunktionerna hotell-, kontorsverksamhet och restaurang. Det som de anser är skyddsvärt är egendom, personskydd och stillastående kostnader något som skulle drabba alla verksamheter i byggnaden mer eller mindre. De anser att det inte finns några externa beroenden kopplat till byggnaden och dess verksamheter. De känner inte till att några skyddsmål är framtagna för byggnaden mer än vad som lagstadgas i systematiskt brandskyddsarbete. Fastighetsskötare och verksamhetsansvarig hotellet anser också att byggnaden i sig, med alla dess tekniska installationer, har ett stort värde och är skyddsvärt.

De anser att naturliga exponeringar mot byggnaden kan vara väder och vind, men att det är något som byggnaden är dimensionerat för. De berättar att det finns ett dagvattenmagasin på tomten, enligt miljökrav på byggnaden, så avrinning av mycket nederbörd sker lugnt och fint. De anser inte att det finns några exponeringar från vägtrafik heller. Däremot gällande antagonistiska hot så anses ett bombhot inte vara helt omöjligt men att de har svårt att kunna tänka sig det inträffa. Anlagda bränder anses vara en ganska liten risk också, då alla ingångar till byggnaden hålls stängda förutom entrén som är övervakad. Det konstateras också att det är tomt på brännbart material utomhus, samt är det upplyst runt byggnaden utvändigt och invändigt. Konsekvenserna vid en antagonistisk attack anser fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig hotellet svårt att bedöma. De konstaterar att det finns mycket glas, stål och betong på byggnaden, men de tror inte att den är känsligare än andra byggnader.

De konstaterar att det kan finnas hot mot enskilda företag i byggnaden, men det är inget som har förekommit.

Risken för att det sker eskalerande händelser i form av en brand anser de inte som så troligt då byggnaden är uppdelat i brandtekniska sektioner. Sedan är alla utrymmen sprinklade och det finns personal dygnet runt som kan hjälpa och larma om något sker. Enligt fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig hotellet är det verksamheterna inom byggnaden själva som ansvarar för deras systematiska brandskyddsarbete. Automatisk vattensprinkler och andra tekniska skyddssystem ansvarar fastighetsägaren för.

Om en händelse skulle ske som kräver insats menar fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig i hotellet att räddningstjänsten kommer åt nycklar till byggnaden i fasadskåp. Räddningstjänsten ska också enligt dem varit på övning i byggnaden. Hotellpersonalen har instruktioner om att möta upp räddningstjänsten vid en händelse. Vidare ska all ny personal gå en introduktion där de visas alla lokaler och var brandlarmcentralen finns, samt en grundläggande brandsäkerhetsutbildning. Verksamhetsansvarig på hotellet konstaterar dock att det är stor omsättning på personal och innan ett utbildningstillfälle är inbokat så hinner många sluta. I händelse av en utrymning anser fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig i hotellet att det också kan uppstå problem dels på kontorsdelen där det kan finnas en tendens att många stannar kvar för att arbeta trots utrymningslarm, och att det på hotelldelen kan finnas många utländska gäster som kanske inte förstår utrymningslarmet. Fördelar med att byggnaden är multifunktionell med mycket folk anser fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig hotellet vara att det finns fler ögon som kan upptäcka något fel. De anser att det vid en insats är höjden som är det största problemet för räddningstjänsten, men att de har övat och testat att springa i trapporna så fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig i hotellet på litar att de ska klara av den situationen.

6.2.4 Analys av intervjustudiens praktiska tillämpning

En viktig del när intervjuer används i forskningssammanhang är att validera och verifiera deras trovärdighet och tillförlitlighet. Detta tas upp under kapitel 8 Diskussion.

Nilsson et al. (2013) ger inga riktlinjer kring hur intervjun bör genomföras något som anses bör vara tydligare. Till exempel kunde det refereras till litteratur för intervjustudiemetoder. Att genomföra intervjun anses klart relevant. Den tillför mycket information och ger även ett mervärde i att den intervjuade blir uppmärksam på risker som kan finnas i byggnaden och verksamheterna. Frågorna som ställdes under denna intervju hölls så korta som möjligt, dock kunde vissa frågor vara svåra att förstå för den intervjuade när det gällde frågor av något mer akademiskt slag. Frågorna fick då omformuleras så att den intervjuade kunde svara. Begreppet eskalerande händelse är ett begrepp som de intervjuade kan ha tolkat på olika sätt. Vad den intervjuade ansåg vara en eskalerande händelse frågades inte direkt av intervjuaren och begreppet diskuterades inte. Det kunde varit viktigt att den intervjuade får förklara hur den ser på olika begrepp. Det anses dock att intervjuerna gav mycket information på ämnet som författaren kan diskutera och dra slutsatser från.

Som representant för fastigheten intervjuades fastighetsskötaren för byggnaden istället för fastighetsägaren som inte kunde ställa upp. Det visade sig att fastighetsskötaren var mycket kunnig inom sina ansvarsområden, byggnaden generellt och verksamheterna. Det vore dock intressant om fastighetsägarens också kunnat intervjuas. Fastighetsägaren kontaktades vid flera tillfällen men tyvärr hade fastighetsägaren inte tid att ställa upp på en intervju, varför denne hänvisade till fastighetsskötaren. Frågor kring skyddsmål och skyddsvärt för byggnaden anses vara viktigt att ställa

till fastighetsägaren då fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig för hotellet inte kunde svara på dessa.

6.3 Huvudfunktioner och intressenter

Samtliga av de intervjuade ansåg att byggnadens huvudfunktioner består av två verksamheter. Det ena är kontorsverksamhet med kontorslokaler (plan 3-18) som hyrs ut till företag. Det andra är hotellverksamheten, som innefattar dels hotellverksamhet (plan 3-14), men har även hand om konferenslokaler, en lunchrestaurang och en restaurang med tillhörande bar. Restaurangerna och baren är publikalokaler och konferenslokalerna på plan 1 och 2 hyrs ut till många olika verksamheter där några större sammankomster med tillhörande evenemang har genomförts, delvis i politisk regi. Enligt Nilsson et al. (2013) är supportsystem för huvudfunktionerna viktiga att identifiera något som behandlas vid framtagande av skydds mål och skadekriterier.

De övergripande direkta intressenterna som har ansvar för byggnadens funktionalitet, säkerhet och dess verksamhet är primärt fastighetsägaren men även hotellverksamheten ansvarar för de delar av byggnaden som de brukar. Övriga aktörer inom byggnaden är kontorslokalernas hyresgäster i plan 3 till 18. Hyresgästen ansvarar för att de har ett systematiskt brandskyddsarbete (SBA). Brandprojektör och räddningsledaren lyfter också fram att hyresgästerna kan påverka byggnadens totala brandskydd genom att blockera egna utrymningsvägar med inredning, uppställning av dörrar i brandcellsgränser och liknande. Med andra ord försämrar deras och byggnadens brandskydd avsevärt om de inte sköter sitt SBA ansvarsfullt. För de två hyresgästerna som intervjuades saknades för den ena en ansvarig person för att upprätthålla verksamhetens SBA. Den andra hyresgästen hade tillsatt deras administrativa receptionist som ansvarig för att kontrollera brandskyddet och kontrollera så att verksamheten utrymmer vid larm. Vid intervju med räddningsledaren framkom också att de vid insats är beroende av att en kontaktperson från fastigheten ska öppna och informera dem om hur byggnaden fungerar och var tillbud i byggnaden är registrerat. Detta trots att det från fastighetsskötaren gavs uppgifter om ett nyckelskåp som räddningstjänsten ska använda sig av.

Sammanställning av de huvudfunktioner som finns i byggnaden presenteras i tabell 6.1. Indirekta och direkta aktörer presenteras i tabell 6.2.

Tabell 6.1 Sammanställning av de huvudfunktioner som identifierats för byggnaden.

Huvudfunktioner

Hotellverksamhet

Konferenslokaler

Kontorslokaler

Restaurang

Tabell 6.2 Sammanställning av de aktörer som identifierats i byggnaden, direkta samt indirekta.

Aktörer

Direkta

Fastighetsägare

Hotellverksamhet

Projekterare

Hyresgäster

Besökare

Anställda

Indirekta

Räddningstjänst

Försäkringsbolag

Närliggande byggnader

Polis

Myndighet

Kommunen

6.3.1 Analys av tillämpning huvudfunktioner och aktörer

I metoden Nilsson et al. (2013) finns tydliga förslag och exempel på vad som bör anses vara huvudfunktioner och vilka som är aktörer kopplade till byggnaden. Denna del av metoden fungerade bra för byggnaden, dock behövdes det i vissa fall förtydligas vad som menas med huvudfunktioner.

Huvudfunktionerna är till stor del beroende av byggnaden. Hade till exempel referensbyggnaden, utöver de verksamheter de har idag, varit kopplat till en tunnelbanestation eller en flygplats, skulle värderingen av huvudfunktioner påverkas. Det konstateras att en multifunktionell byggnad kan per definition skilja sig oerhört mycket från en annan multifunktionell byggnad.

6.4 Det skyddsvärda i byggnaden

Vad som är skyddsvärt beskrivs i metoden och av Brown och Lowe (2003) som en tillgång eller funktion som behöver skyddas. Metoden föreslår att det skyddsvärda för byggnaden delas upp i fyra kategorier: *personsäkerhet*, *fastighet*, *miljö* och *funktioner*. För det skyddsvärda behöver också supportsystem identifieras enligt Nilsson et al. (2013). För att tillämpa metoden analyseras nedan vad som kan vara skyddsvärt för byggnaden baserat på platsbesök och intervjustudien, uppdelat i de fyra kategorier som metoden föreslår.

Personsäkerhet

Personer som vistas i den multifunktionella byggnaden är skyddsvärda. Det inkluderar även räddningspersonal vid en insats. Personsäkerhet berör också personer utanför byggnaden som kan skadas viden kollaps av byggnaden, explosion, nedfallande delar eller en stor brand. Supportsystemen för personsäkerheten i byggnaden är brandtekniska säkerhetsfunktioner och skyddssystem. Här finns både aktiva och passiva brandskyddssystem i byggnaden. Aktiva skyddssystem i byggnaden är det automatiska vattensprinklersystemet, brandlarm med branddetektering, utrymningslarm och brandgasventilation. De aktiva skyddssystemen är tekniska system där flera av dem är dimensionerade för att fungera tillsammans, till exempel så måste brandlarm detektera en brand för att brandgasventilation i trapphuset ska aktivera. Det passiva brandskyddet i byggnaden består av brandcellsgränser och brandväggar som skyddar mot brandspridning. Även det passiva brandskyddet är dimensionerat utifrån att andra skyddssystem fungerar, till exempel så förutsätter vissa brandcellsgränser mot lobbyn att sprinklersystemet ska fungera.

Byggnaden har enligt intervju med brandprojektör kapacitet att inrymma maximalt upp till 1000 personer samtidigt, om samtliga kontorslokaler, hotellrum, konferensdelar och restauranger är fyllda.

Fastighet

Vad som kan anses skyddsvärt för fastigheten framkom under intervju med fastighetsskötaren som menade att det för fastighetsägaren finns ekonomiska aspekter i de installerade tekniska system byggnaden innehar. Fastigheten i sig har också ett mycket stort ekonomiskt värde och kan därför också ses som skyddsvärt. Till de supportsystem som skyddar det ekonomiska värdet i fastigheten kan det automatiska vattensprinklersystemet räknas. Sprinklersystemet är dimensionerat och förväntas begränsa eller släcka en eventuell brand i byggnad. Det är det största skyddet som finns för att skydda fastigheten. Ytterligare ett supportsystem anses vara räddningstjänsten som har syfte, enligt intervju med räddningsledaren, att skydda liv, hälsa och egendom.

Byggnaden är inte av något kulturvärde som i andra fall kan behöva beaktas. Byggnaden kan dock ses som något av en ikonisk byggnad i sitt sammanhang vilket kan tillföra mer än endast ekonomiskt värde till fastigheten.

Miljö

Byggnadens inverkan på miljön eller möjlighet att påverka miljön är förhållandevis begränsad. Då den inte är placerad nära viktiga vattentäkter, naturreservat eller känsliga naturmiljöer. Det framkom under intervjun med fastighetsskötaren att den har ett inbyggt dagvattenmagasin som skulle vid eventuell förorening från byggnaden samla vatten innan det rinner vidare. Byggnaden är placerad på en höjd vilket vid brand skulle innebära att brandgaser transporteras långt med vinden men anses inte ge några större konsekvenser på miljön. Det anses därför inte finnas några skyddsvärda miljöaspekter att beakta för analysen av byggnaden.

Funktioner

Utifrån intervjuerna samt platsbesök i byggnaden har ingen unik verksamhet, där ett stopp i den dagliga verksamheten skulle innebära större konsekvenser på samhället eller infrastruktur, kunnat konstateras. Det finns heller inga samhällsviktiga funktioner inom byggnaden som till exempel sjukvård, utbildning, eller finansiella system något som Nilsson et al. (2013) nämner som exempel på skyddsvärda funktioner. Utifrån intervjuerna kunde heller inga beroenden för andra verksamheter kopplade till byggnaden konstateras, som till exempel dataservercentraler, elförsörjning eller tillverkning. Från intervjuerna med de två hyresgästerna framkom att deras verksamheter inte hade några beroenden kopplat till byggnaden och ansåg sig inte ha något som var skyddsvärt utöver de anställda. De menade också att de är flexibla i den bemärkelsen att de inte är beroende av funktioner som byggnaden och lokalerna ger dem, då de enkelt kan fortsätta sin verksamhet tillfälligt på andra platser om byggnaden eller kontoret skulle stängas av. Båda hyresgästerna lyfte dock fram att de ser ett mervärde i de övriga funktioner som byggnaden innehar, som restaurang, konferenslokaler och hotell samt att deras kunder har ett intresse i att möta och besöka dem i en sådan ”intressant” byggnad.

Vid intervju med fastighetsskötare och verksamhetsansvarig hotellet konstaterades dock även för funktioner ekonomiska aspekter som de ser som skyddsvärt. Det gäller stillastående kostnader för hotell, konferens och restaurang och de kostnader som omplacering av hyresgäster etcetera skulle innebära om funktionerna inte gick att bruka på grund av en händelse.

Supportsystem för funktionerna konstateras vara vatten, framförallt för hotellet och restaurangköket. För hotellet behövs även varmvatten till gästerna och vid platsbesök framgick det att byggnaden har extra vattentankar som lagrar varmvatten för att räcka under de tider på dygnet som flest hotellgäster duschar. Ytterligare supportsystem som bör beaktas är reception och lobbyn där all passage sker igenom. För byggnadens funktioner är också elförsörjning viktigt, samtliga funktioner är beroende av det supportsystemet och det finns inga generatorer i byggnaden som kan producera el vid ett strömavbrott. Även värme i byggnaden är ett viktigt supportsystem för att de skyddsvärda funktionerna ska fungera.

6.4.1 Evaluering av det skyddsvärda enligt metoden

De skyddsvärda aspekterna för byggnaden är personsäkerhet, fastighet, kontorsverksamhet, hotellverksamhet och restaurangverksamhet. För att evaluera det skyddsvärda och dess supportsystem presenterar Nilsson et al. (2013) ett tabellformat som kan tillämpas. Nedan presenteras de tabeller som sammanställer evalueringen av det skyddsvärda enligt den struktur som föreslås av Nilsson et al. (2013), se tabell 6.3, 6.4 och 6.5. Aspekterna som beskrivs i tabellerna är också baserade på skyddsmål och skadekriterier i kapitel 6.5, exponeringar i kapitel 6.6 och scenarioanalys i kapitel 6.7.

Personssäkerhet

Tabell 6.3 Utvärdering av skyddsmål och skadekriterier kopplat till supportsystem för personssäkerheten tabellmall hämtat från Nilsson et al. (2013).

<i>Evaluering av det skyddsvärda</i>			<i>Supportsystem</i>		
	<i>Skyddsvärt</i>	<i>Utrymningsskyltar</i>	<i>Utrymningsväg</i>	<i>Passiva/aktiva skyddssystem</i>	<i>Räddningstjänst</i>
	Personssäkerhet	X	X	X	Personssäkerhet
Skyddsmål	Inga personer i byggnaden ska omkomma	Ska alltid vara synliga för utrymning	Alltid möjlighet att utrymma	Skydda personer	Rädda personer i byggnaden
Skadekriterium	Minst 10 meter sikt ^a	Visa vägen 60 min utan ström.	Maximalt en utrymningsväg blockerad ^a	Minst 10 meter sikt ^a	Endast lättare skador på personer
Byggnaden innefattar	Besökare, personal, räddningstjänst	Besökare, personal	Besökare, personal	Besökare, personal, räddningstjänst	Räddningstjänst
Exponeringar	Brand, brandgaser, explosion nedfallande föremål, fallskador, klämning,	Strömavbrott, tekniskt fel	Brand, explosion	Strömavbrott, tekniskt fel, explosion, skada på teknik eller kablar, felkonstruktion	
Skydd och säkerhet	Brandcellsindelning, vattensprinkler, utrymningslarm, inbrottslarm, kameraövervakning	Självlysande	Många brandceller, täta genomföringar, dörrstängare	Ger indikation vid fel, regelbundet kontrollerade, batteri backup, dieselgenerator	
Möjliga scenarier	Brand, explosion, förgiftning,	Strömavbrott, tekniskt fel	Blockerad, ur funktion	Långvarigt strömavbrott, tekniskt fel, larmlagrings missbruk, explosion, fel fungerar, CCF, aktiverar felaktigt	Inget vatten i stigarledning, brand i fasad, kollaps av byggnad, explosion, byggnad oåtkomlig

a) Minst 10 meter sikt i brandgaser är ett skadekriterium som ställs för personssäkerhet vid utrymning av boverket (BFS 2011:27, Boverket, 2011).

Fastighet

Tabell 6.4 Utvärdering av skyddsmål och skadekriterier kopplat till supportsystem för personsäkerheten tabellmall hämtat från Nilsson et al. (2013).

<i>Evaluering av det skyddsvärda</i>		<i>Supportsystem</i>		
	<i>Skyddsvärt</i>	<i>Automatiskt vatten-sprinklersystem</i>	<i>Räddningstjänst</i>	<i>Passiva/aktiva skyddssystem</i>
	Fastigheten	X	X	X
Skyddsmål	Fastigheten ska skyddas och skador ska begränsas	Skydda mot eller begränsa skador	Minska skador på fastigheten	Skydda mot eller begränsa skador
Skadekriterium	Kvantifiering krävs	Kvantifiering krävs	10 min till byggnad, möjlighet till insats	Kvantifiering krävs
Byggnaden innefattar	Hela byggnaden	X	X	X
Exponeringar	Skador, fel i skyddssystem, konstruktion, eller dimensionering	Strömavbrott, tekniskt fel, explosion, avstängt vid trycktest, felkonstruktion	Brand, explosion, riskfylld miljö, antagonism	Strömavbrott, tekniskt fel, explosion, skada på teknik eller kablar, felkonstruktion
Skydd och säkerhet	Brandcellsindelning, vattensprinkler, utrymningslarm, inbrottslarm, kameraövervakning	Extra diselpump, direkt larm vid tryckfall, låst sprinklercentral i egen brandcell	Många brandceller, täta genomföringar, dörrstängare	Ger indikation vid fel, regelbundet kontrollerade, batteri back-up
Möjliga scenarier	Brand, explosion, vattenskada	Inget vatten till sprinkler, aktiverar inte	Inget vatten i stigarledningar, brand i fasad, kollaps av byggnad, explosion, kommer inte åt byggnaden	Långvarigt strömavbrott, tekniskt fel, larmlagrings missbruk, explosion, fel fungerar, CCF, aktiverar felaktigt

Funktioner

Tabell 6.5 Utvärdering av skyddsmål och skadekriterier kopplat till supportsystem för kontors- och hotellverksamheten tabellmall hämtat från Nilsson et al. (2013).

<i>Evaluering av det skyddsvärda</i>		<i>Supportsystem</i>			
	<i>Skyddsvärt</i>	<i>El</i>	<i>Vatten</i>	<i>Värme</i>	<i>Reception och lobby</i>
	Kontorsverksamhet Hotellverksamhet Restaurangverksamhet	X	X	X	X
Skyddsmål	<i>Verksamheten ska inte vara stillastående</i>	<i>Alltid finnas elförsörjning i byggnaden</i>	<i>Alltid finnas vatten till byggnaden</i>	<i>Utrymningslarm ska aktiveras tidigt vid brand</i>	<i>Vara brukbart</i>
Skadekriterium	<i>Kontorsverksamhet ska vara stillastående maximalt 24h Hotellverksamheten ska</i>	<i>Maximalt strömavbrott 2 timmar</i>	<i>Kvantifiering krävs</i>	<i>Kvantifiering krävs</i>	<i>Kvantifiering krävs</i>
Byggnaden innefattar	<i>Hotellkorridorer, utrymningsvägar, restaurang, trapphus, hissar, skyddssystem, entré</i>	<i>Elcentral, kablar, solceller</i>	<i>Pump, ledningar</i>	<i>Uppvärmnings-system</i>	
Exponeringar	<i>Brand, explosion, förstörelse, fel konstruktion, vattenläckage, naturlig exponering, antagonistiskt hot</i>	<i>Explosion, brand, tekniskt fel, strömavbrott</i>	<i>Explosion, konstruktion, nsfel, slitskador, tekniskt fel</i>	<i>Strömavbrott, tekniskt fel</i>	
Skydd och säkerhet	<i>Brandcellsindelning, vattensprinkler, utrymningslarm, inbrottslarm, kameraövervakning</i>	<i>Extra diselpump, direkt larm vid tryckfall, låst sprinklercentral i egen brandcell</i>	<i>Många brandceller, täta genomföringar, dörrstängare</i>	<i>Ger indikation vid fel, regelbundet kontrollerade, batteri back-up</i>	
Möjliga scenarier	<i>Brand i restaurang, brand i hotellkorridor, brand på kontorsvåning, eller explosion</i>	<i>Strömavbrott huvudledningen, säkring går, elrum förstörs, kablar går sönder</i>	<i>Inget vatten i huvudledningen, ledningar går sönder, pump stannar</i>	<i>Långvarigt strömavbrott, tekniskt fel</i>	<i>Brand i lobby</i>

6.4.2 Analys av tillämpning av skyddsvärda aspekter

Även här spelade intervjuer en viktig roll för att ge indata till tillämpningen av metoden, men också platsbesök. Nilsson et al. (2013) delar upp det skyddsvärda i fyra kategorier, något som författaren anser vara till stor hjälp för att kunna dela upp skyddsvärda aspekter. Det kan också konstateras att supportsystemen kan vara samma för olika skyddsvärda aspekter, till exempel ger det automatiska sprinklersystemet både ett viktigt personskydd och ett viktigt fastighetsskydd. Kvantifiering krävs för några av de skadekriterier som metoden efterfrågar, se kapitel 6.5.

6.5 Skyddsmål och skadekriterier

Skyddsmålen inom en multifunktionell byggnad varierar beroende av det skyddsvärda och vad för krav som är lagstadgade. Nilsson et al. (2013) konstaterar att vissa skyddsmål finns fastlagda i regelverk, till exempel kravnivåer för personsäkerhet. Dock är kraven som ställs i regelverk inte alltid tydliga i vilken skadenivå som anses vara acceptabel. När frågan ställdes under intervjuerna kunde ingen av de intervjuade svara på om det fanns några uttalade skyddsmål eller skadekriterier för hur stora skador eller eventuella driftstörning som kan tolereras för byggnaden eller verksamheterna i den.

Nilsson et al (2013) föreslår att skyddsmålen ska bestämmas utifrån det skyddsvärda i byggnaden. De skyddsvärda aspekter som tagits fram i kapitel 6.4, enligt de fyra kategorier som presenteras i Nilsson et al. (2013), är personsäkerhet, fastighet, kontorsverksamhet, hotellverksamhet och restaurangverksamhet. Till det skyddsvärda hör också dess supportsystem. De skyddsmål och skadekriterier som författaren har kommit fram till presenteras i tabellerna för respektive skyddsvärd aspekt i kapitel 6.4.1.

Utifrån skyddsmålen bestäms sedan skadekriterier för byggnaden som är viktiga för att metoden ska kunna hantera vad som anses som acceptabel exponering mot byggnaden.

6.5.1 Analys av skyddsmålen och skadekriteriernas tillämpbarhet

Det har visat sig svårt att kvantifiera skadekriterier för byggnaden då få kriterier framkom under intervjuerna och metoden exemplifierar endast att 10 meter siktbarhet är ett skadekriterium att utgå ifrån. För att skadekriterier inte bara ska uppskattas av den som tillämpar metoden borde metoden förespråka ytterligare riktlinjer kring hur skadekriterier ska tas fram. Det är ett problem som beslutsfattare inom verksamheter bör vara bekanta med eller ha möjlighet att diskutera sig fram till. Ingen av de intervjuade var beslutsfattare inom byggnadens verksamheter. Författaren har därför inte kunnat tillämpa denna del av metoden på byggnaden, men anser att om ett möte med beslutsfattare för byggnadens fastighet, hotell och restaurang hade arrangerats för att diskutera skyddsvärda aspekter, skulle både skyddsmål och skadekriterier kunna slås fast.

6.6 Exponeringar

Exponeringar mot byggnaden delas in i olycks-/naturliga exponeringar samt antagonistiska hot. Olycks-/naturliga exponeringar är enligt Nilsson et al. (2013) utan antagonistisk intention och kan vara brand som startar på grund av ett elfel eller vid svetsarbete i byggnaden, exponeringen är då brännbart material tillsammans med antändningskällan (Nilsson et al., 2013). Det är enligt Nilsson et al. (2013) viktigt att exponeringar tas i relation till byggnadens skyddsmål och skadekriterier, då dessa kan visa hög känslighet för exponeringar som i övrigt inte anses viktiga att beakta. Exponeringarna bör också enligt Nilsson et al. (2013) delas in i interna och externa exponeringar. I metoden presenteras två tabeller som ger ledning med exempel på olycks-/ naturliga exponeringar uppdelat internt och externt, den andra tabellen är exempel på antagonistiska exponeringar. Tabellerna från Nilsson et al. (2013) tillämpas nedan i tabell 6.6 och 6.7.

Olycks-/naturliga exponeringar

De exponeringar som presenteras bygger på antaganden från författaren, information från intervjustudien, platsbesök och exempel från Nilsson et al. (2013).

Tabell 6.6 Sammanställning av interna och externa olycks-/ naturliga exponeringar för byggnaden.

Intern exponering		Extern exponering
Brandorsak	Brandbelastning	
Storkök, köksarbete	Utrustning och ytskikt	Explosion
Heta arbeten, tillfälligt arbete i byggnaden,	Brandfarliga vätskor, inredning	Utvändig brand (fasad)
Rökning	Rumsbrand	Brand i närliggande byggnad
Elektronik	Rumsbrand	Bilbrand
		Gasutsläpp vid olycka
		Kraftig vind

Antagonistiska exponeringar

Det konstateras av Nilsson et al. (2013) att antagonistiska exponeringar kan inkludera en rad olika typer av attacker som är inriktade på ett specifikt mål eller syfte. Det innebär att för en multifunktionell byggnad behöver inte exponeringen vara riktad mot en huvudfunktion för byggnaden utan kan avse en verksamhet i byggnaden eller till och med en person som tillfälligt besöker byggnaden (Nilsson et al., 2013).

Exponeringar som metoden uppmärksammar internt är delar av byggnaden med högt personantal eller hög brandbelastning som till exempel parkeringshus eller brandfarlig verksamhet. Eftersom orsakerna till ett antagonistiskt hot kan vara många så bör exponeringen delas upp enligt Nilsson et al. (2013). Det görs enligt metoden i fyra kategorier: *existensen av ett hot, kapacitet från angriparen, historik från tidigare händelser och angriparens intentioner.*

För att ta fram information gällande antagonistiskexponeringar föreslår metoden att intervjuer med aktörer inom byggnaden används. Utifrån den intervjustudie som gjordes beaktades detta och tänkbara antagonistiska hot lyftes fram och andra förkastades av de intervjuade. Processen att finna antagonistiska exponeringar är enligt Nilsson et al. (2013) iterativ, där det för vissa exponeringar går att utgå från ett existerande hot, medan för andra exponeringar är det lättast att utgå från ett möjligt scenario och sedan hitta tänkbara exponeringar som kan leda till det. För att finna antagonistiska exponeringar mot byggnaden i detta examensarbete har intervjuer, platsbesök, litteraturstudie och exempel lett till exponeringarna som presenteras i tabell 6.7 nedan med efterföljande beskrivande text.

Tabell 6.7 Sammanställning av antagonistiska hot som kan föreligga byggnaden.

Antagonistisk exponering	
Steg	Exempel på händelse
Existens	Enskild upphovsman, internationell terroristorganisation
Kapacitet	Enkelt att få tag på sprängmedel från kontinenten till södra Sverige.
Historia	Inga tidigare tillbud eller storskaliga hot mot byggnaden eller byggnader i området.
Intention	Politiskt, vandalism, personangrepp.
Hot	Explosion (sprängladdning eller bil), anlagd brand (utanför eller inom byggnaden), förgiftning av vatten, gasutsläpp.
Säkerhet	Övervakning, hotellreception har uppsikt över anländande personer, endast en entré, upplyst runt byggnaden, inget brännbart runt byggnaden, vaktbolag, inget parkeringshus att placera en bilbomb i.

Det konstateras av författaren att det inte finns någon direkt hög brandbelastning i byggnaden, ingen parkering i eller i angränsning till byggnaden och heller inte någon brandfarlig verksamhet. Entrén och lobbyn är öppna för allmänheten vilket ger möjlighet för vem som helst att ta sig in, men det finns

endast en entré som är både kameraövervakad och i anslutning till en bemannad reception. Höga personantal förefaller i byggnadens lägre plan med konferenslokaler, entréhall och restaurang.

Byggnaden är något av en ikon för området och staden som den befinner sig, men kan inte anses vara någon av de viktigaste symboliska byggnaderna i regionen. Att specifikt byggnaden i sig skulle vara prioriterat mål för en antagonistisk attack anses därför inte troligt och det framgick inte att det föreligger någon risk enligt de intervjuade. Det finns för närvarande inte några verksamheter inom byggnaden som kan anses dra till sig antagoniska hot. Det finns heller inga samhällsviktiga funktioner inom byggnaden eller infrastruktur så som tågtrafik, kollektivtrafik, resecentrum med mera. Från intervjuerna framkom dock tankar kring konferenslokalerna, som kan användas för att hålla större evenemang. Detta kan skapa en hotbild mot konferensen om innehållet eller deltagarna är av till exempel politiska åsikter. Det är en möjlig exponering som även lyfts fram Nilsson et al. (2013). Skulle något ske mot byggnadens konferenslokaler påverkas samtliga verksamheter i byggnaden då dessa ligger i anslutning med entré och lobby som används av alla för att ta sig in och ut ur byggnaden.

6.6.1 Analys av exponeringsanalysens tillämpbarhet

Vad det gäller yttre påverkande naturliga exponeringar mot en multifunktionell byggnad påverkar byggnadens geografiska läge vilka exponeringar som är relevanta. Byggnaden som metoden tillämpas på har relativt få yttre påverkande exponeringar som i andra fall skulle kunna finnas, till exempel jordbävningar, tsunami, orkaner, isstormar eller översvämningar. Dessa exponeringar är inget som metoden lyfter fram specifikt trots att de kan vara högst relevanta för multifunktionella byggnader. Dock anser författaren att dessa exponeringar förmodligen skulle komma fram i samband med analysen om de vore relevanta för den multifunktionella byggnad som analyseras.

Det är också viktigt att beakta att människor har lättare att acceptera vissa exponeringar i jämförelse med andra. Riskperceptionen är därför något som författaren anser att användaren av metoden bör beakta. Skydd mot exponeringar som inträffar sällan har en tendens att bli svårare att motivera i jämförelse med skydd mot en exponering som inträffat nyligen men egentligen inte är en större risk. Ett exempel är antagonistiska hot som för denna byggnad inte har inträffat och ingen under intervjun ansåg att det fanns någon större risk att det kommer att inträffa heller. Trots detta visar Nilsson (2013) på att sannolikheten för att en kommersiellbyggnad i USA exponeras för en antagonistisk attack är 10^{-5} till 10^{-7} . Något som Nilsson (2013) konstaterar är högre än många accepterade individrisker.

6.7 Scenarioanalys

I denna del av metoden analyseras de scenarier som kan ge exponeringar på byggnaden som inverkar på det skyddsvärda och påverkar skyddsmål. Det görs först i en kvalitativ analys som beskriver där den övergripande karaktärer för tänkbara scenarier. Nilsson et al. (2013) förslår att scenarier i den kvalitativa analysen delas upp i kluster. Utifrån varje kluster kan sedan ett eller flera scenarier väljas att representera klustret för påverkan på byggnadens skyddsmål för vidare kvantitativ scenarioanalys.

Ett problem som identifierats vid framtagandet av metoden enligt Nilsson et al. (2013) är hur eskalerande dominoeffekter ska bemötas. Det är författarens mening att risker från dominoeffekter bör beaktas vid tillämpning av metoden, något som också Nilsson et al. (2013) har identifierat som ett fokusområde att utvärdera för metoden. Risker för ett sådant scenario bör enligt Nilsson et al. (2013) listas under den kvalitativa scenarioanalysen och sedan beaktas vid den kvantitativa scenarioanalysen. Nilsson et al (2013) nämner att vid exponering av en antagonistisk attack som skapar en explosion kan resultera med dominoeffekt. Det konstateras i examensarbetet under kapitel 4 att dominoeffekter

kan orsakas av många initierande händelser och få konsekvenser och effekter som sträcker sig utanför den multifunktionella byggnaden i sig. Två typer av dominoeffekter har identifierats av författaren, dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar och dominoeffekter som eskalerar på grund av beroenden. Det är författarens mening att metoden bör beakta dominoeffekter enligt de två kategorierna i den kvalitativa scenarioanalysen och sedan analysera dem kvantitativt i den kvantitativa scenarioanalysen.

6.7.1 Kvalitativ scenarioanalys

I metoden föreslås att en lista över tänkbara scenarier och hur många olika skyddsvärda delar scenariot påverkar tas fram. Beroende på hur scenarierna påverkar skyddsvärda aspekter delas de sedan upp i olika kluster. Här har författaren valt att använda ett kluster för varje skyddsvärd aspekt som tagits fram för byggnaden i kapitel 6.4. De kvalitativa scenarier som tagits fram presenteras i tabell 6.3, 6.4 och 6.5 i avsnitt 6.4.1. Utifrån tabellerna delas scenarierna i tre skyddsvärda aspekter: *personsäkerhet, funktioner och fastighet*.

Scenarier som författaren anser påverka den skyddsvärda personsäkerheten och funktionerna som lyfts fram i intervjun, berör entrén och lobbyn som för byggnadens huvudfunktioner även beaktas som supportsystem. De scenarier som framkommit påverkar lobbyn och receptionen berörde den skyddsvärda personsäkerheten och funktionerna i byggnaden, se tabell 6.3 och 6.5. Utifrån dessa scenarier anses scenariot ”brand i lobby” och ”explosion i lobby” vara de två scenarier som täcker in de båda klustren av scenarier.

Scenarier som anses påverka den skyddsvärda fastigheten finns beskrivna i tabell 6.4. Scenarier som påverkar fastigheten är till störst del brand och explosion då dessa anser kunna leda till större konsekvenser genom eventuella dominoeffekter. Både en brand och explosion kan inträffa och ge olika konsekvenser beroende på var i byggnaden den är placerad. Författaren anser att brand och explosion i lobby bör vara två scenarier som analyseras kvantitativt. Vad det gäller brand i annan del av byggnaden bör den plats som ger störst potentiell skada, förutom lobbyn, vara det scenario som analyseras vidare. Scenarier som har beaktats av författaren listas i tabell 6.8 nedan.

Tabell 6.8 Scenarier som har beaktats av författaren vid val av scenario att analysera kvantitativt.

<i>Scenario</i>	<i>Beskrivning</i>	<i>Skyddsvärda aspekter som påverkas</i>
Explosion	Explosion i lobbyn, explosion i utrymningsväg, explosion utvändigt,	Personsäkerhet, funktioner och fastighet
Brand utvändigt	Utvändig brand (fasad), brand i närliggande byggnad, bilbrand, anlagd brand utvändigt	Fastighet
Brand invändigt	Brand från heta arbeten, brand i hotellrum, anlagd brand, brand i kök, brand i lobbyn, brand i kontor	Personsäkerhet, funktioner och fastighet
Övrigt	Gasutsläpp vid olycka, förgiftning av vatten, kraftig vind	Personsäkerhet och funktioner

För att bemöta dominoeffekter har författaren identifierat att metoden praktiskt behöver analysera scenarier som bygger på de två typerna av dominoeffekter som har definierats i examensarbetet. Utifrån vardera kategori av dominoeffekter, bör en kvantitativanalys genomföras i en tabell där den initierande händelsen, händelseförloppet och konsekvenserna beaktas. För dominoeffekter som eskalerar på grund av beroenden bör även tänkbara beroenden som kan påverkas identifieras. Den kvalitativa analysen borde göras i diskussion med experter och beslutsfattare eller personer som har

kunskap om byggnadens dagliga verksamhet och funktioner. Förslagsvis presenteras den kvalitativa analysen i en tabell som kan konstrueras enligt följande tabeller 6.9 och 6.10.

Nedan presenteras en tabell för utvärdering av tänkbara dominoeffekter där händelsen eskalerar. Konsekvenser som beaktas bör ge indikation på om den initierande händelsen kan orsaka stora konsekvenser eller inte.

Tabell 6.9 *Tänkbara dominoeffekter där händelsen eskalerar utifrån kvalitativ scenarioanalys.*

<i>Initierande händelse</i>	<i>Eskalerande händelser</i>	<i>Konsekvenser</i>
Explosion	Skada på brandskydd	Brandscenario utan fungerande aktiva och passivskyddssystem. Konsekvenser på personsäkerhet, funktion och fastighet.
Brand utvändigt	Nedfallande byggnadsdelar, blockerad utrymningsväg	Hanterbara konsekvenser på personsäkerhet och fastighet.
Brand invändigt	Blockerad utrymningsväg	Inga konsekvenser för personsäkerhet om skyddssystem fungerar. Konsekvenser på fastighet och funktioner.

Tabell 6.10 *Tänkbara dominoeffekter som eskalerar på grund av beroenden utifrån kvalitativ scenarioanalys.*

<i>Initierande händelse</i>	<i>Eskalerande händelser</i>	<i>Konsekvenser</i>
Explosion	Skada på brandskydd	Utslagna skyddssystem, brand, blockerade utrymningsvägar, risk för räddningspersonal, förvirring och rädsla
Brand utvändigt	Nedfallande byggnadsdelar	Skadade personer, blockerade utrymningsvägar, avspärrat område, svår släckinsats, brandspridning
Brand invändigt	Brand från heta arbeten, brand i hotellrum, anlagd brand, brand i kök, brand i lobbyn, brand i kontor	Blockerad utrymningsväg, utslagna skyddssystem, skadade personer, räddningsinsats högt i byggnad

6.7.2 Kvantitativ scenarioanalys

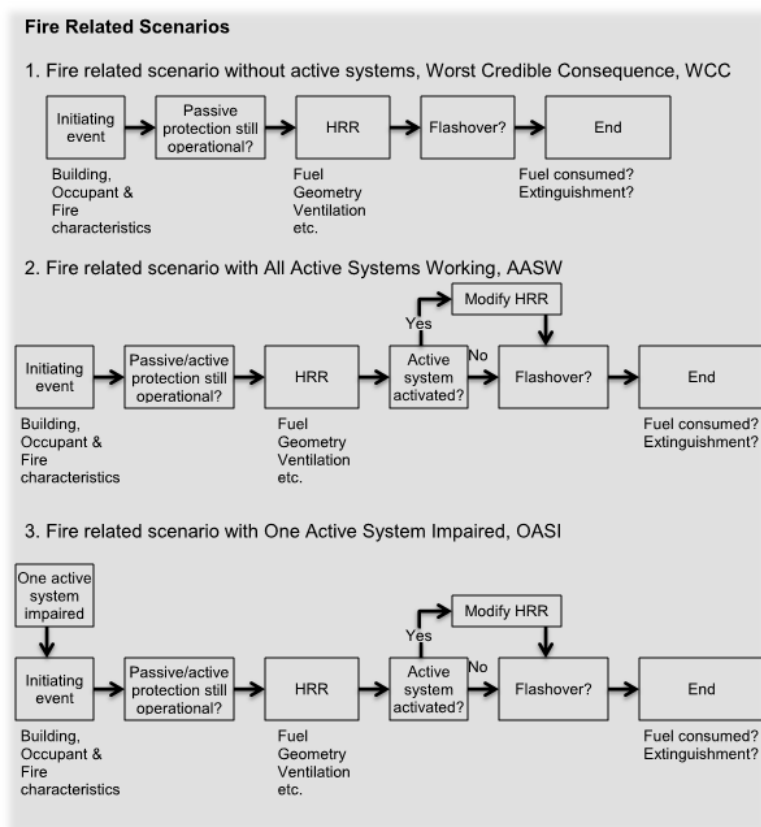
De scenarier som valts ut från den kvalitativa scenarioanalysen måste enligt metoden bli fullt kvantifierade. Det görs enligt Nilsson et al. (2013) genom att ta fram riktvärden på maximalt accepterade sotproduktion, HRR med mera, för skadekriterierna. Något som behöver definieras. Vidare bör faktorer som påverkar scenarierna som inkluderar byggnaden, personer och brandegenskaper. De scenarier som författaren anser påverka det skyddsvärda till störst del och även täcker in orsaker och konsekvenser för flest av de övriga scenarier som tagits fram presenteras i tabell 6.11.

Tabell 6.11 *De scenarier som ska analyseras kvantitativt.*

<i>Generellt</i>	<i>I lobbyn</i>
Brand invändigt generellt	Brand i lobbyn
Explosion generellt	Explosion i lobbyn

Nilsson et al. (2013) konstaterar att konsekvenserna av ett scenario kan skilja sig mycket beroende på vilket tid på dygnet som det inträffar. Framförallt skiljer sig antalet personer som vistas i byggnaden och var i byggnaden de vistas vid olika tidpunkter. Till exempel så har restaurangerna som är i anslutning till lobbyn i denna byggnad mest personer runt lunchtid vardagar. Tillfälliga evenemang i en multifunktionell byggnad är också en aspekt som påverkar antalet personer. De kan också innebära andra förutsättningar för ett scenario som till exempel mer brännbart material i byggnaden, utrymningsvägar blockeras och en ökad risk för antagonistiska hot beroende på evenemang.

För att kvantifiera om scenarierna uppnår skydds målen eller inte går metoden igenom scenarierna i tre steg. Syftet är enligt Nilsson et al. (2013) att se om vidare analys eller åtgärder av scenariot behövs eller inte. Nedan i figur 6.2 hämtad från Nilsson et al. (2013) sammanställs metodiken för de tre stegen av kvantitativ scenarioanalys enligt metoden.



Figur 6.2 Flödesschema de tre stegen av kvantitativ scenarioanalys (Nilsson et al., 2013).

För att kunna genomföra scenarioanalyserna måste det för varje scenario göras en brandteknisk analys av brandscenariot. Det innebär att en effektutveckling eller heat release rate (HRR) bestäms där mängden och typen av det brännbart material som finns i scenariot bestäms, geometrin definieras, ventilation och andra aspekter som påverkar ett brandförlopp måste också definieras. I praktiken skulle för brandscenarion simuleringar med hjälp av CFD-beräkningar behöva genomföras analytiskt. Det ligger inte i examensarbetets tidsram att kunna tillämpa dessa kvantitativa scenarioanalysmetoder, något som författaren beaktar i slutsatser om tillämpning av metoden.

För att hantera de dominoeffekter som tagits fram i den kvantitativa scenarioanalysens delar anser författaren att de två kategorierna bör analyseras kvantitativt inom scenarioanalysen. För att kvantitativt analysera dominoeffekter där händelsen eskalerar anses metodens tre steg täcka in de aspekter som ett sådant scenario bygger på om de kvantitativa scenarier som presenteras i tabell 6.9

inkluderas i analysen. Här bör också sannolikheter uppskattas för att de händelser som kan eskalera ska uppstå. Det kan vara vissa rådande förhållanden som krävs för att de ska inträffa, vilka bör identifieras.

För dominoeffekter som eskalerar på grund av beroenden anser författaren att metoden bör utvecklas för att beakta dessa. Det har av författaren ansetts lämpligt att använda DRISC-modellen som presenteras i Paulsson (2007). DRISC-modellen är framtagen för att identifiera och estimerar risker kopplade till beroendekedjor framförallt inom tillverkningsindustrin. Innefattar den multifunktionella byggnaden ett företag som tillverkar produkter som är beroende av en ”supply chain” för att producera sin slutprodukt, kan modellen vara mycket tillämpbar. Det har konstaterats att dagens samhällen och multifunktionella byggnader mer och mer är kopplade till olika beroenden för att fungera, varför enligt författaren metodiken som Paulsson (2007) presenterar kan i större utsträckning användas för att identifiera risker i beroendekedjor. Slutsatsen är att metoden bör, för att bemöta risker från dominoeffekter som kan eskalera på grund av beroenden, referera till metoder som bemöter problematiken kring ”supply chain management” som till exempel DRISC-modellen. Denna analys bör ske vid sidan av den tre-steps-metodik som Nilsson et al. (2013) presenterar i metoden.

Steg 1 Värsta tänkbara scenario inga aktiva system fungerar (WCC)

Det först steget i den kvantitativa scenarioanalysen är att utvärdera värsta tänkbara scenario för de scenarier som valts ut. Enligt metoden innebär detta att inget av de aktiva system som finns i byggnaden fungerar. Syftet är att kontrollera om det aktiva skyddssystemet behövs för att klara skyddsmålen eller inte.

I första steget analyseras exponeringar mot byggnaden, givet att inget aktivt system så som automatisk vattensprinkler, brandlarm eller brandgasventilation fungerar. Det enda som förväntas fungera är det passiva brandskyddet med bland annat brandcellsgränser. Metoden kallar detta steget för det värsta tänkbara scenariot. Om byggnaden klarar av exponeringen givet detta scenario behöver det inte analyseras vidare i kommande steg.

Steg 2 Alla aktiva system fungerar (AASW)

De exponeringar som de brandtekniska skyddssystemen inte anses ge tillräckligt skydd för ska enligt metoden kvantifieras när alla skyddssystem i byggnaden fungerar. Klarar scenariot inte att uppnå skyddsmålen måste det analyseras vilka åtgärder som kan göras för att förbättra skyddet.

Steg 3 Ett aktivt system plockas bort (OASI)

Enligt tredje steget i metoden ska robustheten i de brandtekniska systemen undersökas med hur stora konsekvenserna blir om ett skyddssystem i taget plockas bort. Detta är det avslutande steget i metoden och visar det sig att scenariot ger för stora konsekvenser på det skyddsmål som är satt krävs åtgärder eller att risken för dessa konsekvenser kan accepteras. Kan inte risken accepteras måste åtgärder vidtas för dessa skyddssystem och scenarier.

6.7.3 Analys av tillämpbarheten av scenarioanalysen

Vid den kvalitativa och den kvantitativa scenarioanalysen anser författaren att diskussion behöver genomföras med aktörer till byggnaden, experter och framförallt beslutsfattare. Inom kvalitativ riskanalys anses ”brainstorming” diskussioner med experter och beslutsfattare vara ett viktigt redskap för att få fram idéer på risker (Vose, 2008). Ett sådant möte är viktigt att det hålls öppet för de medverkande och tillmötesgående, för att alla tankar kring vad som kan vara risker kommer fram (Vose, 2008). För den kvalitativa delen av metoden, där tänkbara scenarier som kan påverka det

skyddsvärda i byggnaden ska tas fram kan en mötesform för diskussion som presenteras i Vose (2008) både underlätta och resultera i en bättre analys av möjliga scenarier.

Den kvantitativa scenarioanalysen är avancerad då tekniska brandscenarioanalyser behöver göras i de olika stegen för att följa metoden. Även här anser författaren att analysen bör göras i samråd med fler och då framförallt experter på området och beslutsfattare. Det är också författarens mening att det bör ske en granskning av de kvantitativa analyserna, för att kvalitetssäkra resultatet från metoden.

Vid tillämpningen kunde inte författaren ta fram och besluta relevanta skadekriterier för skyddsmålen. Detta är information som behövs för att kvantitativa scenarioanalyser ska kunna genomföras så att resultat kan presenteras. Det finns annars en risk här enligt författaren att skadekriterierna uppskattas felaktigt vilket kan ge stora konsekvenser för vad användaren av metoden kommer fram till.

7 Diskussion

Nedan följer diskussion kring examensarbetets olika delar. Tillvägagångssättet och resultat diskuteras och valideras.

7.1 Den vetenskapliga processen

Här diskuteras olika steg i arbetsprocessen. För att utvärdera eventuella felkällor i den genomförda studien och för att utvärdera arbetsmetoden följer här arbetets olika delar.

7.1.1 Litteraturstudie

Sökning efter artiklar och litteratur kopplat till dominoeffekter, antagonistiska hot, nätverksberoenden, samhällsrisker, multifunktionella byggnader, komplexitet och infrastruktur har gjorts via biblioteksdatabaser och olika sökmotorer på nätet. Utifrån litteraturstudien kunde det konstateras att antagonism samt dominoeffekter var högst dagsaktuella ämnen inom flera forskningsområden som inte bara berör brand och risk utan även säkerhet, datasystem, industri, ekonomi med flera. Litteraturstudien har varit begränsad och långt ifrån all relevant litteratur har funnits. Däremot anses omfattningen på litteraturstudien gedigen och många av källorna är dagsaktuella. Genom att utifrån intressanta källor finna litteratur i dess referenslistor har mycket av de mer erkända publikationerna inom ämnet funnits.

7.1.2 Intervjustudie

Flera av personerna som intervjuades hade kompetens inom brandfrågor, bland annat brandprojektören och räddningstjänst. Men även de två hyresgästerna var båda utbildade och yrkesverksamma med brand- och riskfrågor. Under intervjun med de mer erfarna inom området kunde intervjun anpassas till att få utförligare svar från de intervjuade då de kunde diskutera kring frågorna mer. Något som anses ha varit värdefullt för tillämpningen av metoden.

Trots att intervjustudien gett indata för tillämpningen av metoden, är studien begränsad till en specifik byggnad med ett begränsat antal intervjuade. Författaren anser att resultatet från intervjustudien skulle kunna gett mer information för tillämpning av metoden om fler aktörer intervjuats, då framförallt från fastighetsägarsidan. Fokus bör vara på att intervjua beslutsfattare och de personer som arbetar med säkerhetsfrågor kopplade till byggnaden. Det kan konstateras att många av de skyddsvärda aspekter som metoden efterfrågar bygger på information kopplat till fastigheten. Därför borde också fokus på intervjuerna vara att ta reda på skyddsvärda aspekter och skadekriterier.

7.2 Praktisk tillämpning av metoden

Gällande den byggnad som författaren tillämpade metoden praktiskt på så är byggnaden nästan helt ny. Det innebär att byggnaden uppfyller de senaste byggreglerna. Byggnaden innehåller inte speciellt många olika verksamheter och inga som är speciellt ovanliga med ökad riskbild eller som kan betraktas som infrastruktur. Författaren anser att metoden till viss del överanalyserar byggnaden och att den skulle komma till bättre nytta för en multifunktionell byggnad som har funktioner och verksamheter som är mer kopplade till sig som till riskbilder eller i större utsträckning är mer samhällsviktiga.

Det finns många aspekter kopplade kring den praktiska tillämpbarheten av metoden enligt författaren. Metodens olika delar ger många möjligheter för användaren att anpassa sig till men den ställer också krav på antaganden som ger begränsningar. Vid inhämtning av underlag och information för tillämpning av metoden på en multifunktionell byggnad ges förslag på platsbesök och intervjuer med aktörer kopplade till byggnaden, men det framgår inte hur dessa intervjuer ska genomföras eller vem

som ska intervjuas. För examensarbetet gjorde författaren en kvalitativ intervjustudie baserad på teori kring vetenskapliga intervjustudier presenterade i Kvale (2008). Här anser författaren att metoden bör ge tydligare riktlinjer kring hur insamling av information från intervjuer borde ske. Den intervjustudie metodiken som författaren tillämpade anses, baserat på litteraturstudie i ämnet, vara den metodik som kan fungera bäst för att tillämpa information från intervjuer till metoden från Nilsson et al. (2013).

Mycket av information som metoden behöver för att bli tillämpbar är av en ingenjörsmässigt hög nivå, där många antagande måste göras. Det gäller framförallt den kunskap och information som behövs för att ta fram olika skadekriterier, exponeringar och vilka scenarier som bör analyseras. För skadekriterier anser författaren att det finns ett behov av att ge fler konkreta exempel kring vilka skadekriterier som kan anses skäligen för vissa typer av funktioner och skyddsvärda aspekter som till exempel personsäkerheten. I metoden ges hjälpande exempel som att skadekriteriet 10 meter sikt i brandgaser bör anses som kritiska förhållande för personer att vistas i. Då refereras detta skadekriterium till flera regelverk. Fler exempel på lämpliga skadekriterier anser författaren behövs i metoden.

Den befintliga byggnaden som metoden tillämpas praktiskt på har i examensarbetet inte angivits. Det med anledning av att delar av de analyser som examensarbetet gör kan anses innefatta känslig information om byggnaden. Det var också skrivet i det informerande samtycke som de intervjuade fick skriva under innan intervjun, där det också står skrivet att inte heller deras identiteter ska nämnas i examensarbetet.

Tillämpningen av metoden blir problematiskt för hur den befintliga multifunktionella byggnaden behandlas säkerhets- och sekretessmässigt. Då en analys kring byggnadens svagheter och var/hur en antagonistisk attack kan ge störst skada och konsekvens på byggnaden beskrivs. Det skapar en viss problematik kring metodens applicerbarhet. Det medför också att tillämpning av metoden inte kan publiceras så att fler användare kan ta del av den vilket medför att utveckling av metoden och dess användbarhet blir begränsad. Det blir även en komplicerad fråga om vem som bör utföra analysen och vilka som involveras i dess tillämpning. Till exempel vilka experter som kan delta för att ta fram rimliga scenarier att analysera. För vissa fastighetsägare eller till och med städer eller nationer, kan en motvillighet till att använda metoden som ett analysverktyg finnas. Framförallt om byggnaden i fråga innefattar någon typ av samhällsviktigfunktion.

7.2.1 Exponeringar och skadekriterier

Exponeringar mot en multifunktionell byggnad kan vara många, vilket konstateras av Nilsson et al. (2013), och kan med stor inverkan förändras över tiden. Det gäller bland annat funktionsdugligheten på skyddssystemen, om det inte sker något underhåll på det automatiska vattensprinklersystemet och utrymningslarm så finns en risk att dessa inte fungerar vid händelse av en brand. Känsligheten för exponeringarna kan därmed förändras, både till det positiva och negativa. I metoden testas skyddssystemens robusthet i scenarioanalysens tredje steg där ett skyddssystem tas bort i taget. Det ger en uppfattning om hur pass relevant skyddssystemet är för att skydda byggnaden mot exponeringar. Detta robusthetstest borde enligt författaren också vara till syfte för att värdera underhåll av skyddssystemen. Kanske kan det visa sig att ett skyddssystem är så viktigt för den multifunktionella byggnaden att mer underhåll, rutiner och back-up på systemet behövs än vad föreskrifter kräver.

Skadekriterier är en del i tillämpningen av metoden som ansetts svårast att beakta. Nilsson et al. (2013) refererar till att indata för skadekriterier kan inhämtas från regelverk där det finns kriterier

kring personsäkerhet som accepterats, men viktigast indata för att bestämma skadekriterier anses vara från intervjuer med aktörer enligt Nilsson et al. (2013). Under de intervjuer som genomfördes vid tillämpningen av metoden i detta examensarbete lyckades ingen information kring skadekriterier fås av de intervjuade aktörerna. Denna information kan möjligen ges av fastighetsägare och chef för hotellverksamheten. Dock är det troligt att detaljerad information kring hur lång tid ett stopp i till exempel hotellverksamheten kan ha som skadekriterium väldigt svårt att definiera. Även för att ta fram skadekriterier bör det ske genom diskussion med beslutsfattande aktörer och experter. Som experter kan till exempel företrädare för försäkringsbolag yttra sig och ställa krav kring skyddsmål och skadekriterier. En aspekt kan vara att mer diskussion i frågan skulle ha genomförts under intervjun, men det är författarens mening att samtliga intervjuer var väl genomförda. För att få ut mer information behövdes snarare intervjuer göras med fler beslutsfattare som har mer koll över vad verksamheten anser är skyddsvärt och vilka skyddsmål de kan sätta till dessa funktioner.

7.2.2 Scenarioanalys

De lyfts fram i kapitel 6.7.3 vid analys av scenarioanalysens tillämpbarhet, att scenarier, skadekriterier och exponeringar borde diskuteras fram av experter och aktörer för att få tillräckligt med underlag för att analysen ska ge ett användbart resultat. Det finns också ett mervärde i att inte bara kan komma fram till viktig information, utan även att aktörerna och beslutsfattarna själva utvecklar ett säkerhetstänk och förståelse kring de risker och exponeringar som metoden analyserar. Det anses kunna vara faktorer som kan ge positiv inverkan på hela byggnadens skydd mot att negativa händelser med konsekvenser på det skyddsvärda.

7.2.3 Åtgärder

En byggnad har en lång förväntad livslängd. Att vid dimensionering och uppförande av en byggnad planera för dess verksamhet och omgivande faktorer de kommande årtionden anses inte möjligt för alla byggnader. Det kommer alltid finnas ett behov att se över en multifunktionell byggnads risker kopplat till exponeringar, skyddsvärda aspekter och möjliga scenarier. För att möta förändrade riskbilder kommer åtgärder eller modifieringar att behöva göras. Det behöver kanske inte alltid beröra hela byggnaden utan endast den delen av byggnaden som förändras. I sådana situationer anses metoden som utvärderas i detta examensarbete kunna komma väl tillpass.

För den studerade byggnaden som metoden tillämpas på anser författaren att metoden till viss del överanalyserar byggnaden. Framförallt då byggnaden är ny dimensionerad med djupgående analyser och uppfyller därmed alla krav som samhället ställer på den idag. Även om det inte är en garanti att den är säker finns inte många direkta brister som kan åtgärdas. Åtgärdsomöjligheterna visade sig till störst del finnas organisatoriskt, något som är direkt svårt att precisera lösningar till utifrån metoden.

7.3 Dominoeffekter och antagonistiska hot

Författaren anser att definitionen för en dominoeffekt måste beakta konsekvenser enligt följande: *En dominoeffekt startar en initierande händelse med konsekvenser som är orsak till att ytterligare, en eller flera händelser inträffar, där den totala konsekvensen är större än konsekvensen enskilt för den initierande händelsen.* Till ovan definition måste sedan skillnader mellan beroenden och common-cause failures beaktas enligt definition från Börçsök et al. (2007). Enligt Börçsök et al. (2007) eskalerar alla fel med beroenden till dominoeffekter eller CF om redundans saknas. Det kan i praktiken leda till stora konsekvenser som är svåra att stoppa då ingen gemensam orsak till fel (CCF) finns att åtgärda.

En explosion är en exponering som kan vara både antagonistisk eller olycksbaserad, som skapar dominoeffekter där händelsen kan eskalera. Faktorer att beakta gällande explosion är hur stor en explosion kan bli. Om till exempel en bil eller ett fordon kan köras in i byggnaden, genom en öppen entré eller om det finns ett parkeringshus i byggnaden. Kan explosionen utvärderas från hur stor bomb en bil kan bära. Det samma gäller andra sätt som en bomb kan tas in i byggnaden, hur stor väska kan bäras in av en person till exempel. Här bör tidigare inträffade händelser beaktas för att ta reda på hur stor explosion som också kan förväntas vid ett scenario från en antagonistisk attack. Var explosionen är placerad är en viktig faktor att beakta för om händelsen kan orsaka dominoeffekter som leder till stora skador eller till och med kollaps av byggnaden.

Det har konstaterats av Nilsson (2013) en sannolikhet för en antagonistisk attack mot en kommersiellbyggnad i USA är mellan 10^{-5} - 10^{-7} , vilket är högre än många acceptabla individrisker enligt Nilsson (2013). Med så hög sannolikhet kan mycket av metodens fokus kring hantering av antagonistiska hot motiveras. Det anses av författaren att fokus på detta område är viktigt för att fortsatt utveckling och möjliga åtgärder ska kunna implementeras.

7.4 Organisatorisk problematik

Det har visat sig vid tillämpning av metoden och analys av litteratur kopplad till multifunktionella byggnader, att många av skyddssystemen och riskreducerande åtgärder bygger på att systemen kontrolleras och underhålls av personer. Författaren anser också att det är en typ av organisatoriskt beroende som ger förutsättningar till byggnadernas funktioner och verksamheter. Det medför enligt författaren att många av de kontroller och aktiva handlingar som behövs för att upprätthålla skyddssystem kan missas då ansvaret delegeras. Det visade sig vid intervjuerna att räddningstjänsten hade bilden av att de vid en utryckning skulle få den information och hjälp de behöver på plats av personal. När sedan fastighetsskötaren och verksamhetsansvarig för hotellet intervjuades så menade de att räddningstjänsten själva ska ta sig in i byggnaden med via nyckelskåpet och finna informationen de behöver vid brandlarmcentralen. De menade också att räddningstjänsten hade övat just detta ett halvår tidigare på plats för att de skulle lära sig hitta. Detta anser författaren visar på bristande kommunikation och otydliga ansvarsfördelningar. Det visade sig också finnas osäkerheter hos de två hyresgästerna som intervjuades. Där båda var osäkra på vilka krav deras verksamhet har gällande brandsäkerhetsåtgärder. Fastighetsägaren var dock tydlig med att verksamheterna själva rår för deras systematiska brandskyddsarbete.

Problematik kring organisatorisk säkerhetskultur är inget nytt utan är ett problem inom alla typer av verksamheter. Författaren menar att säkerhetskultur och hantering av mänskliga faktorer är något som metoden borde beakta mer och ge förslag på hur de kan hanteras.

8 Slutsatser

I följande kapitel redovisas slutsatser som dras efter genomförd tillämpning av metod, intervju och analys. Slutsatserna svarar på examensarbetets frågeställningar som är uppdelade i praktisk tillämpning av metoden och dominoeffekter som presenterade i kapitel 1.2.

8.1 Praktisk tillämpning av metoden

Här dras slutsatser gällande frågeställningarna om metodens praktiska tillämpning på den befintliga multifunktionella byggnaden.

Hur väl fungerar metoden för en byggnad som det studerade objektet?

Metoden har visat sig tillämpbar och visat sig anpassningsbar till flera olika aspekter av en multifunktionell byggnad. Byggnaden som studerades är i sammanhanget inte speciellt komplex i jämförelse med många andra multifunktionella byggnader. Hade den till exempel även innefattat samhällsviktiga funktioner som transportsystem skulle fler aktörer varit inblandade och förmodligen ett tydligare tänk kring skyddsmål och skadekriterier funnits. Något som hade underlättat tillämpningen av metoden.

Missar metoden funktioner/skyddsvärda aspekter?

Det har inte kunnat identifieras några funktioner eller skyddsvärda aspekter som metoden missar om analysstegen följs. Dock konstateras att mycket är upp till användaren då metoden inte ger exempel på alla funktioner eller skyddsvärda aspekter som kan finnas.

Missar metoden skyddsmål/skadekriterier?

Skyddsmål och skadekriterier visade sig svårt att kartlägga vid den praktiska tillämpningen. Från intervjuerna var det ingen av hyresgästerna i byggnaden som hade tänkt kring, eller kände till några skyddsmål eller skadekriterier för deras verksamheter. Slutsatsen som dras är att ett möte tillsammans med beslutsfattare där en diskussion kring skyddsmål och skadekriterier för deras verksamheter borde förespråkas av metoden.

En rekommendation för tillämpning av metoden är att tid och fokus bör läggas på att aktörer inom byggnaden själva får en ökad förståelse kring risker och att de kan ta fram eller bli medvetna om skyddsmål och skadekriterier för byggnaden.

Missar metoden exponeringar?

Metoden avgränsar sig enligt Nilsson et al. (2013) från exponering av giftiga gaser, förgiftning, smittspridning och liknande. Detta är exponeringar som anses relevanta kopplade till antagonistiska attacker. Det är därmed viktigt att vara medveten om de avgränsningar som finns i metoden och som kanske måste kompletteras vid användning av metoden.

Missar metoden viktiga scenarier?

Det har identifierats att metoden inte beaktar dominoeffekter som eskalerar på grund av beroenden, medan den i scenarioanalysen kan beakta dominoeffekter där händelsen eskalerar. Det har föreslagits att analysmetoder kring ”supply chain management” kan användas som modeller för att kunna ta hänsyn till de dominoeffekter som missas av metoden.

Hur väl fångas tillfälliga evenemang upp av metoden?

Under intervjun visade sig tillfälliga evenemang i form av konferenser med tillhörande aktiviteter vara något som de flesta av de intervjuade såg som en ökad sårbarhet. Metoden ger möjlighet att beakta tillfälliga evenemang i scenarioanalysen då tillfälliga evenemang kan ge omständigheter som metoden måste beakta. Det kan också vara så att ett tillfälligt evenemang genomförs i en byggnad som inte är dimensionerad för det och kräver då kompletterande analys av säkerheten och skyddet i byggnaden. Beroende på vilken kunskap användaren av metoden har finns möjlighet att analys kring tillfälliga evenemang även utförs som ett led i tillämpning av metoden.

Behövs mer vägledning av specifika steg av metoden?

Mer vägledning behövs för att bestämma skadekriterier. För att göra metoden lättare att applicera bör också mer vägledning av både den kvalitativa och den kvantitativa scenarioanalysen göras. Detta kan genomföras med fler referenser till metoder som kan appliceras i vissa frågor eller att presentera fler praktiska exempel på scenarier som kan analyseras. Mer vägledning över hur intervjuer med aktörer i byggnaden bör genomföras, behövs för att hjälpa användaren. För att ta fram scenarioanalys och även skadekriterier och skyddsmål kan diskussion mellan beslutsfattande aktörer och experter fylla en viktig funktion. Metoden bör även vägleda kring hur sådana diskussioner bäst genomförs och av vilka aktörer och experter som kan inkluderas. Examensarbetet föreslår att experter som kan vara till nytta är personer från försäkringsbolag, som kanske redan ställer vissa krav på skadekriterier för byggnaden.

Vilka problem uppkommer vid tillämpning av metoden?

Tillämpningen av metoden bygger på vad för kunskap den som tillämpar metoden använder har och även hur den tillämpas. Metoden lägger stort ansvar på användaren som ska genomföra avancerade analyser och få med många faktorer som är viktiga för dessa analyser. Metoden bygger också på att information hämtas från interjuver där de intervjuade och intervjuarens upplägg tills stor del kan påverka resultatet av dessa. Att genomföra intervjuer tar generellt också lång tid och då information behövs för att kunna gå vidare med analyser i flödesmetodiken kan en tillämpning av metoden blir relativt långdragen innan den kan slutföras. Vidare konstateras att problematik kan uppstå gällande sekretess kring säkerheten för byggnader där metoden tillämpas. Detta eftersom känsligheter brister i byggnaden lyfts fram och analyseras, något som i händerna på antagonister mot byggnaden skulle kunna inbringa mycket skada. Det kan därför finnas en motvillighet kring hur metoden används för vissa byggnader, vissa städer eller vissa nationer.

Vad fungerar bra vid tillämpningen av metoden?

Flödesmetodiken i metoden är en av dess styrkor. Den ger en klar bild över hur metoden ska tillämpas och efterföljs metodikens steg utgår användaren från byggnadens huvudfunktioner för att med metoden göra detaljerade analyser av scenarier och robusthet i skyddssystem. Metoden är övergripande och anses anpassningsbar till många typer av multifunktionella byggnader.

8.2 Dominoeffekter

Här presenteras slutsatser som dras gällande frågeställningar kopplade till dominoeffekter.

Vad är dominoeffekter?

Det finns flera benämningar på fenomenet som i examensarbetet benämns som dominoeffekt, en annan benämning på svenska är eskalerande händelse eller eskalerande fel. På engelska används främst orden "cascading event", "escalating event", "cascading failure" men även "domino effect". Definitionerna av dominoeffekter har visat sig genom litteraturstudien variera mellan författare och

sammanhagen de används i. Slutsatsen är att den definition som bäst stämmer in för multifunktionella byggnader baseras på kopplingen till beroenden, common-cause failures och redundans som presenteras av Börstöck et al. (2007). Utifrån den strukturen förbinder examensarbetet olika litteraturs definitioner av dominoeffekter till hur beroendekedjor påverkar och att dominoeffekt måste beaktas i två kategorier. Generellt har slutsatsen gjorts att en dominoeffekt definieras av ”*En dominoeffekt startar en initierande händelse med konsekvenser som är orsak till att ytterligare, en eller flera händelser sker, där den totala konsekvensen är större än konsekvensen enskilt för den initierande händelsen*”.

Vilka dominoeffekter är aktuella för multifunktionella byggnader?

Slutsatsen som dras är att två kategorier av dominoeffekter har definierats för multifunktionella byggnader. De två kategorierna är dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar och dominoeffekter som eskalerar på grund av beroenden. Sammanfattning av definitionen ges i figur 4.1. I den kvalitativa scenarioanalysen presenterar examensarbetet scenarier baserade på dominoeffekter utifrån dessa kategorier som bör beaktas vid tillämpning av metoden.

Hur kan metoden vidareutvecklas för att på ett så bra sätt som möjligt ta hänsyn till dominoeffekter?

Slutsatsen är att metoden för att bemöta risker från dominoeffekter som kan eskalera på grund av beroenden, borde referera till metoder som bemöter problematiken med ”supply chain management” som till exempel DRISC-modellen.

Hur ska dominoeffekter behandlas för multifunktionella byggnader och när krävs åtgärder?

Dominoeffekter bör beaktas utifrån de två kategorier som identifierats i kapitel 4. Dominoeffekterna behöver behandlas av scenarioanalysen i metoden först kvalitativt och sedan kvantitativt. Åtgärder ska vidtas mot dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar om metoden visar att scenariot inte klarar av steg 3 i metodens kvantitativa scenarioanalys. Åtgärder ska också genomföras om DRISC-modellen eller liknande modell som kan användas i den kvantitativa scenarioanalysen, då den efterfrågar åtgärder där det finns känsliga beroenden.

Finns det möjlighet att ta hänsyn till dominoeffekter i metoden?

Metoden har möjligheter att beakta dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar med hjälp av den kvantitativa scenarioanalysens tre steg som metoden presenterar. Dominoeffekter som eskalerar på grund av beroende anser författaren metoden sakna möjlighet att ta hänsyn till, förslag på hur det kan göras ges i kapitel 6.7.

Hur påverkar antagonistiska hot risken för dominoeffekter?

Antagonistiska hot är en risk som kan skapa både dominoeffekter där händelsen i sig eskalerar men också dominoeffekter som eskalerar på grund av beroenden. Slutsatsen är att de kan skapa dominoeffekter om antagonistiska personen/personerna vet vilka beroenden som kan påverkas och vilka delar som är känsliga för en attack i den multifunktionella byggnaden. Även mindre planerade antagonistiska attacker har visat sig, oftare än olyckshändelser, kunna orsaka en initierande händelse, med till exempel explosion eller anlagd brand, som ger större konsekvenser och risk för dominoeffekter. Detta då de skapar scenarier som byggnaden inte har dimensionerats för.

9 Utvecklingsområden

Nedan presenteras problemformuleringar som examensarbetet identifierat för vidare utveckling.

- Att undersöka ifall metodik inom krisberedskap kan tillämpas av metoden för att analysera scenarier och åtgärdsförslag till dessa?
- Finns det säkerhetsrisker vid tillämpning av metoden på en befintlig byggnad?
- Hur ska metoden bäst ta hänsyn till beroende kopplade till den multifunktionella byggnaden genom det så kallade ”supply chain management”?
- Är flexibla skyddssystem bra åtgärder mot dominoeffekter och hur står de sig över tid?
- Hur bör tillfälliga evenemang med stor inverkan på en funktion i en multifunktionell byggnad behandlas analytiskt?
- Hur beaktas antagonistiska hot och risken för dominoeffekter i bygg- och konstruktionsbranschen?
- Vem har ansvaret för att beakta antagonistiska hot och dominoeffekter?
- Studera vidare hur redundans kan uppnås gällande de fyra kategorierna: *hårdvara*, *mjukvara*, *tid* och *information* som beskrivs i examensarbetet?

10 Referenser

- Boin, A., & McConnell, A. (2007). Preparing for Critical Infrastructure Breakdowns: The Limits of Crisis Management and the Need for Resilience. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 50-57.
- BFS 2011:27 Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd. u.o. : Boverket, 2011.
- Brown, M., & Lowe, A. (2003). Reference manual to mitigate potential terrorist attacks against buildings. Report no. FEMA 426, USA: Report from Federal Emergency Management Agency (FEMA).
- Börcsök, J., Schaefer, S., & Ugljesa, E. (2007). Estimation and evaluation of common cause failures. Second International Conference on Systems (ICONS'07). Kassel: IEEE Computer Society.
- Clini, F., Darbra, R., & Casal, J. (u.d.). Historical Analysis Of Accidents Involving Domino Effect.
- Cloud, D. S., & King, N. (den 12 September 2001). Terrorists destroy World Trade Center, hit Pentagon in raid with hijacked jets. *The Wall Street Journal*.
- Delvosalle, C. (1996). Domino Effects Phenomena: Definition, Overview and Classification. Leuven.
- Ejvegård, R. (2003). Vetenskaplig metod. Lund: Studentlitteratur.
- Ekwall, D. (2009) Managing the risk for antagonistic threats against the transport network. Dokt.-avh. vid Chalmers tekniska högskola. Göteborg: CTH, Avd. F. Teknisk ekonomi och organisation
- Fallqvist, K., Klippberg, A., & Björkman, B. (2011). Brandskydd i boverkets byggregler. Stockholm: Brandskyddsföreningens Service AB.
- Hills, A. (2005). Insidious Environments: Creeping Dependencies and Urban Vulnerabilities. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 12-20.
- Kvale, S. (2008). Den kvalitativa forskningsintervjun. Narayana Press.
- Lundin, J. (2005). Safety in Case of Fire - The Effect of Changing Regulations. Lund: Department of Fire Safety Engineering, Lund University.
- Massoud, A. (2000). National Infrastructure as Complex Interactive Networks. i Samad, & Weyrauch, Automation, Control and Complexity: An Integrated Approach (ss. 263-286). USA: John Wiley and Sons.
- Massoud, A. (2001). Toward Self-Healing Energy Infrastructure Systems. *IEEE Computer Applications in Power*, 20-28.
- NFPA (2013) NFPA 1600: Standard on disaster/emergency management and business continuity programs: 2013 edition. National Fire Protection Association, Quincy, MA, USA
- Nilsson, M. (2013) Fire safety evaluation of multifunctional buildings – Special emphasis on antagonistic attacks and protection of sensitive areas. Lic.-avh. Lunds tekniska högskola. Lund: LTH, Avd. F. Brandteknik och Riskhantering.
- Nilsson, M., Frantzich, H., & van Hees, P. (2013). Analysis of Fire Scenarios in Order to Ascertain an Acceptable Safety Level in Multi-Functional Buildings. Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety Lund University. Lund.
- Paulsson, U. (2007). On managing disruption risks in the supply chain - the DRISC model. Lund: Department of Industrial Management and Logistics, Lund University.
- Reniers, G., & Audenaert, A. (2013). Preparing for major terrorist attacks against chemical clusters: Intelligently planning protection measures w.r.t domino effects. *Process Safety and Environmental Protection*, 1-7.
- Reniers, G., Dullaert, W., Ale, B., & Soudan, K. (2005). The use of current risk analysis tools evaluated towards preventing external domino accidents. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 18, 119-126.

- Robert, B., Sabourin, J.-P., Glaus, M., Petit, F., & Senay, M.-H. (2003). A New Structural Approach for the Study of Domino Effects between Life Support Networks. i A. Kreimer , M. Arnold, & A. Carlin, *Building Safer Cities* (ss. 245-272). Washington D.C.: The World Bank.
- Salzano, E., & Cozzani, V. (2012). Introducing External Hazard Factors in Quantitative Risk Analysis. *Revista de Ingeniería*, #37, 50-56.
- Sundin, B. & Svanström, M. (2007) Säkerhetstänkande vid projektering av komplexa infrastruktursystem. Examensarbete. Lunds tekniska högskola. Lund: LTH, Avd. F. Brandteknik och Riskhantering.
- Thedéen, T. (2007). Infrastrukturens Sårbarhet. i G. Grimvall, P. Jacobsson, & T. Thedéen , *Risker i tekniska system* (ss. 219-233). Lund: Studentlitteratur.
- USFA-TR-076. (1993). *The World Trade Centre Bombing: Report and Analysis*. New York City, New York. Homeland Security
- Vose, D. (2008). *Risk analysis a quantitative guide*. Chichester, England: John Wiley & Sons, Ltd.

Bilaga 1

Nedan presenteras utgångsfrågorna som ställdes vid intervjuerna. Frågorna anpassades vid varje intervju till den intervjuade. Beroende på den intervjuades svar anpassades också följdfrågor för att skapa en dynamisk intervju.

Vad anser du vara huvudfunktionerna för byggnaden?

Har ni några speciella krav från försäkringsbolag?

Vad är skyddsvärt från er del i byggnaden?

Är det någon del av detta som skulle kunna stänga ner er verksamhet?

Är det några funktioner som är viktiga för er verksamhet att upprätthålla?

Är det några funktioner i verksamheten i stort som du anser skyddsvärt för att verksamheten i stort ska fungera?

Har ni då vidtagit några åtgärder för att skydda er mot detta?

Finns det några verksamheter i byggnaden som är beroende av er?

Det är mer en fråga att denna byggnad passar er smidigt?

Skyddsmål och skadekriterier för er verksamhet?

Vad skulle du anse som generella exponeringar?

Finns det några hot från naturliga exponeringar?

Vägar och närliggande byggnader?

Antagonistiska hot som skulle kunna vara relevanta?

Har det förekommit tillbud?

Finns det några åtgärder från er sida kring de här riskerna?

Ser du någon risk för eskalerande effekter?

Åtgärder mot risker från det här?

Skyddssystem för byggnaden, vet du hur larmsystemet fungerar med utrymning.

Har personalen inom er verksamhet någon utbildning.

Värsta tänkbara scenario för er verksamhet?

Finns det några andra tillfälliga evenemang kopplade till byggnaden.

Om någon skulle hända i byggnaden, har ni några rutiner?

Vem ansvarar vid utrymning?

Baserat på hur byggnadens skyddssystem är upprättade, ser du några nivåer av scenarier som byggnaden inte klarar?

Kan du se några komplikationer med multifunktionalitet

Ser du något problem med antalet intressenter i byggnaden?

Vilka påverkas av en händelse?

Om det skulle behövas en insats mot byggnaden ser du några problem med det?

Ditt helintryck av brandskyddet?

Tycker du information om hur byggnadens skyddssystem fungerar kan förtydligas för er?

