

# A survey on potential uses of BIM in building fire protection



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH School of Engineering at Campus Helsingborg  
VMTL01

Bachelor thesis:  
Gustav Gjerstad  
Maxemilian Persson



© Copyright Gustav Gjerstad, Maxemilian Persson

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

Printed in Sweden  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2020

## **Abstract**

The world's population is increasing every year and the need for housing to keep up with the demand is evident. The building industry as a whole, including the discipline of fire protection are responsible to supply the housing. To achieve this, the industry must look for more effective ways to design and build, and the use of BIM could be useful to make necessary improvements in the industry.

The aim of this thesis is to investigate the view of key fire protection stakeholders on the possibilities to make fire protection engineering more effective with the help of BIM. Furthermore, the goals are set to investigate to what extent BIM is used today in fire protection engineering and how its use can be expanded to increase the effectiveness of fire protection engineering. The methods for the study were a literature study and semi-structured interviews.

The study shows that the use of BIM is more frequently used in new projects, however a majority of the fire protection engineers does not take full advantage of its uses. In addition, the study shows that there are benefits of implementing BIM in the field of fire protection and it could possibly help to make the fire protection engineering more effective. However, there are a lot of hurdles to overcome to make it work in the industry. These hurdles could for instance be that fire protection engineers lacks the education to work and communicate with other fields in a BIM environment and the current business model among consultant companies. There are several ways to get around the hurdles and working in teams could be one of them.

As the use of BIM increases and is available for more and more buildings it could potentially also become a tool for the fire departments. The 3D-model in BIM could help the firefighters to increase their situational awareness and provide additional information of the buildings they intervene to. There are limitations for the practical implementation of this, but it could possibly help to save lives.

### **Keywords**

BIM, fire safety, prescriptive-based design, performance-based design, fire department

## Sammanfattning

Världens befolkning ökar för varje år och behovet av bostäder är uppenbart för att hålla jämna steg med efterfrågan. Byggbranschen som helhet, inklusive disciplinen brandskydd, ansvarar för att leverera bostäderna. För att uppnå detta måste industrin hitta effektivare sätt att bygga, här kan BIM spela en roll och vara användbar för att göra nödvändiga förbättringar i branschen.

Syftet med detta examensarbete är att undersöka synen hos viktiga intressenter för brandskydd, om möjligheterna att göra upprättandet av brandskyddet mer effektivt med hjälp av BIM. Målen var satta för att undersöka i vilken utsträckning BIM används idag vid upprättandet av brandskyddet och hur dess användning kan utökas för att öka effektiviteten. Metoden för studien var en litteraturstudie och halvstrukturerade intervjuer.

Studien visar att användningen av BIM ökar i nya projekt, men en majoritet av brandingenjörerna uppger att dem inte utnyttjar det fullt ut. Dessutom visar studien att det finns fördelar med att implementera BIM inom brandsäkerhet, men det finns många hinder att övervinna för att få det att fungera i branschen. Dessa hinder kan till exempel vara att brandingenjörer saknar utbildning för att arbeta och kommunicera med andra discipliner i en BIM-miljö och den nuvarande affärsmodellen bland konsultföretag. Det finns flera sätt att komma runt hindren och att arbeta mer i team kan vara ett sätt.

När användningen av BIM ökar och är tillgänglig för fler och fler byggnader kan det potentiellt också bli ett verktyg för brandkåren. 3D-modellen i BIM kan hjälpa brandmännen att öka sin lägesmedvetenhet och ge ytterligare information om de byggnader de larmas till. Det finns begränsningar för att detta ska fungera, men det kan möjligen hjälpa till att rädda liv.

### Nyckelord

BIM, brandsäkerhet, förenklad dimensionering, analytisk dimensionering, brandkåren

## Acronyms

BIM	Building Information Modelling
BBR	Boverkets byggregler
PBL	Plan- och bygglagen
EKS	Europeiska konstruktionsstandarder
FPE	Fire protection engineer
AEC	Architects, engineers and construction workers
IM	Information management
IPD	Integrated project delivery
IFC	Industry foundation classes

## Foreword

This thesis constitutes as the final part of the education to become a bachelor engineer in Building sciences with architecture specialization. The education has been provided by Lunds Tekniska Högskola (LTH) and studied at Campus Helsingborg. The thesis covers 22,5 credits. The work has been done at the department of building and environmental technology at LTH.

We would like to send a massive thank you to our supervisor Enrico Ronchi, senior lecturer at LTH. Who has gone above and beyond to help us along the way with a lot of great advice and improvements in our work. Writing an entire thesis in English has been challenging but with Enrico's help it all was made possible.

Also, a special thanks to all of the survey respondents that took their time to tell us about their thoughts and experiences. We are very grateful for all answers received, they surely helped us get an insight into the field of fire safety today.

Helsingborg, 2020.

Gustav Gjerstad and Maxemilian Persson

# Table of contents

<b>1 INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
1.1 BACKGROUND .....	1
1.2 PURPOSE.....	3
1.3 OBJECTIVES .....	3
1.4 QUESTIONS AT ISSUE .....	4
<b>2 METHOD</b> .....	<b>5</b>
2.1 LITERATURE STUDY .....	6
2.2 QUALITATIVE STUDY.....	6
2.3 RELIABILITY AND VALIDITY OF THE METHOD .....	8
2.4 METHOD LIMITATIONS.....	8
<b>3 THEORETICAL BACKGROUND ON THE USE OF BIM IN FIRE PROTECTION ENGINEERING</b> .....	<b>10</b>
3.1 BIM .....	10
3.2 RULES AND REGULATIONS REGARDING FIRE SAFETY IN SWEDEN .....	13
3.3 FIRE SAFETY IN THE BUILDING PROCESS.....	15
3.4 EVACUATION PLANNING .....	17
3.5 PRESCRIPTIVE- AND PERFORMANCE-BASED DESIGN IN FIRE PROTECTION ENGINEERING .....	18
<b>4 THE INTERVIEW DATA-SET</b> .....	<b>19</b>
4.1 THE INTERVIEW RESPONDENTS.....	19
4.2 GENERAL FINDINGS FROM THE INTERVIEWS .....	19
4.2.1 <i>How is BIM being used in the field of fire safety today</i> .....	19
4.2.2 <i>Why is BIM not used to a greater extent in the field of fire safety?</i> .....	20
4.2.3 <i>What could the benefits be for implementing BIM more in the field of fire safety?</i> .....	21
4.2.4 <i>What benefits could BIM have in prescriptive- and performance-based design?</i> .....	21
4.2.5 <i>What were the respondent's attitude towards a BIM use dedicated the fire rescue service?</i> .....	21
<b>5 ANALYSIS OF SEMI-STRUCTURED INTERVIEW FINDINGS</b> .....	<b>23</b>
5.1 HOW BIM IS USED WITHIN THE BUILDING INDUSTRY TODAY AND HOW IT IS USED IN THE DISCIPLINE OF FIRE PROTECTION ENGINEERING.....	23
5.2 PROBLEMS AND SOLUTIONS WITH IMPLEMENTATION OF BIM IN THE FIELD OF FIRE SAFETY .....	23
5.3 PRESCRIPTIVE- AND PERFORMANCE-BASED DESIGN WITH BIM .....	24
5.3.1 <i>Prescriptive-based design</i> .....	24
5.3.2 <i>Performance-based design</i> .....	24
5.4 THE FIRE DEPARTMENTS AND BIM.....	25
5.5 OVERALL ASSESSMENT OF THE RESPONDENTS' ANSWERS .....	25
<b>6 CONCLUSION AND DISCUSSION</b> .....	<b>27</b>
6.1 WHAT METHODS CONCERNING FIRE PROTECTION WITH THE HELP OF BIM ARE AVAILABLE TODAY? .....	27
6.2 WHAT COULD BE IMPROVED IN TERMS OF FIRE PROTECTION ENGINEERING WITH THE HELP OF BIM? .....	27
6.3 HOW COULD BIM POTENTIALLY BE IMPLEMENTED IN THE FIELD OF FIRE SAFETY? .....	27
6.4 HOW COULD BIM HELP THE FIRE RESCUE SERVICE? .....	28
6.5 RELIABILITY AND VALIDITY OF THE RESULTS .....	30
6.6 FUTURE RESEARCH.....	31
<b>7 REFERENCES</b> .....	<b>32</b>
<b>8 APPENDICES</b> .....	<b>34</b>
8.1 INTERVIEW QUESTIONS .....	34
8.2 INTERVIEW RESPONSES .....	35



# 1 Introduction

## 1.1 Background

The use of BIM has drastically increased over the last years and is today being incorporated in many fields within the building industry (NBS, 2019). More and more actors incorporate BIM in their processes to benefit from all the opportunities BIM offers. The involvement from different actors in the BIM model varies though and improvements can be done regarding fire safety and design (Briab R&D Report, 2018).

This thesis concerns BIM, thus an introduction of BIM is first provided. What this three-letter acronym stands for varies between different actors in the industry. Some common interpretations are Building Information Modelling, Building Information Model or Building Information Management (Denis, 2015). Because what BIM stands for varies and adapts to the context it is applied to there is no defined definition of the acronym, in this thesis it will however be explained as Building Information Modelling (BIM).

The European standard EN ISO 19650-1:2019 is a currently adopted standard in Sweden. The standard SS-EN ISO 19650-1:2019 defines BIM as “use of a shared digital representation of a built asset to facilitate design, construction and operation processes to form a reliable basis for decisions” (International Organization for Standardization, 2019).

To date fire protection designers normally supply their design documentation as a form of technical specification. This includes a mix of current regulatory provisions and an evaluation of fire safety for the specific building. In Sweden regulations regarding fire protection can be found in chapter 5 in Boverkets byggregler (BBR). In addition, regulations are also taken from Plan- och bygglagen (PBL) and the European construction standards (EKS). To visualize the documentation the fire protection designers generally make simple sketches or in some cases drawings for each domain first, and then this information may be inserted into a BIM model.

The way design documentation regarding fire protection is being presented today varies and can be relatively difficult for other designers to interpret. This may bring to communication failures and in turn increase the risk of mistakes. With a standardized work process within the BIM model this issue could be addressed. To be an integral part of the building process, the discipline of fire protection needs to improve communication with other disciplines to facilitate collaboration between different designers in the industry and also find a way to be more incorporated into the BIM model. If this could be achieved several

positive effects would emerge. Implementing fire protection into the BIM modelling process can ensure that prescriptive regulations are followed. In addition, this could help with the design phase of a building and be useful through its entire life cycle (Briab R&D Report, 2018). This can be applied to new buildings where BIM is being used throughout the project.

The current importance of fire protection in buildings is highlighted by recent major fire-related tragedies associated with design issues. An historical example is the 2017 residential building fire in London, known as the Grenfell Tower fire. This building was 24-stories and the fire started due to a malfunctioning fridge-freezer on the fourth floor (Macleod, 2018). The fire spread through combustible cladding and advanced rapidly up the building's exterior. The failure of fire compartmentation resulted in smoke and fire development to the residential floors. Some of the residents managed to evacuate in time but unfortunately 72 people lost their lives from the incident (Macleod, 2018).

Considering the historical background of fire protection regulations, it should be noted the Swedish fire protection laws and regulations have been developed under hundreds of years and have changed significantly over time as society and buildings have advanced. In Sweden, Boverket is today the regulator with the ultimate responsibility to design building codes. The historical background of where the development started goes back to 1350. This is when Sweden's first major law regarding fire safety was made, the law was introduced by the king at the time, Magnus Eriksson. The law said that all citizens had to handle fires with care and people had a responsibility to help put out a fire. Houses were made with solid wood and the roofs were in some cases made of straw. People used fireplaces and houses were built in close proximity to each other. This meant that fires were very common, and large fires destroying whole villages were not unusual (Locum, 2019).

“Brandstadagan” was made in 1923 and it demanded that every city had a fire department that consisted of salaried firefighters as well as voluntary personnel. Every man from the age 20 to 50 in the city had to serve in the fire department. Before fire alarms were invented, fire guards were walking the streets at night, making sure no fires were occurring. If a fire occurred, guards alerted the city with gunshots, whistles and all citizens were forced to help put down the fire (Locum, 2019).

In modern times, fires are still a critical issue to humans and properties. As an example, in 2019 alone, the Swedish fire department made 11,133 emergency dispatches for buildings catching on fire. 79 of those dispatches were fires in buildings with a deadly outcome (MSB, 2019). Today there are around 16 000

firefighters in Sweden and around 10 700 part time workers (Deltidsbrandman, 2019). These firefighters and the fire departments around the globe do tremendous efforts and may put themselves at risk during their work. Several actions are taken to minimize these risks and taking advantage of BIM could be one of them. Basically, the same way BIM is being implemented more and more in the management stage of a building to become a tool for the property manager, it could be a tool for the increasing situational awareness of firefighters. The firefighters could use the BIM model to know what a building looks like before entering the scene. In addition, it can help to decide on the routes for intervention, improve orientation awareness and provide important additional information to the firefighters in the event of an alarm.

Another crucial aspect to consider for reducing and minimize the consequences of fires in buildings is preventive work. This includes the fire department's work to inform the public. This is done by informing about fire protection and preventive measures which are done with information campaigns, meetings or participating in different events where the public can ask questions regarding fire safety. The fire department is also consulting the public and cooperation with questions regarding fire protection. The fire department is supporting the building industry with advice regarding fire and risk questions. Part of the work is to examine fire protection documents that have to be made in conjunction with constructing buildings (Räddningstjänstförbundet, 2020).

This thesis is being focused on the potential of BIM in fire protection because limited work has been done in this field. In addition, it is deemed interesting to investigate how BIM could make the fire safety design phase and fire rescue operations more effective and eventually how it could help to save lives.

## **1.2 Purpose**

The purpose of this thesis is to investigate the view of key fire protection stakeholders on the possibilities to make fire protection more effective with the help of BIM. The study is thought to investigate how BIM is being used today to aid the fire protection engineering and if there is any benefit to expand the use of BIM in this field.

## **1.3 Objectives**

The objectives of this thesis are linked to the understanding of how and to what extent BIM is used today in fire protection and how its use can be

expanded to increase the effectiveness of fire protection engineering and fire rescue service. Specifically, the following objectives are included:

- Investigate stakeholders' perspective on potential uses of BIM in the design phase
- Investigate stakeholders' perspective on potential uses of BIM the fire service
- Investigate stakeholders' perspective on avoidance of collisions and improved communication with other fields through BIM
- Investigate stakeholders' perspective on increased effectiveness and reduced cost in design phase through BIM

The objectives include gathering further opinions and thoughts from the stakeholder's point of view to assess if a greater use of BIM in fire protection engineering is needed and beneficial for the industry.

#### **1.4 Questions at issue**

The aim and objectives of the thesis are achieved through a set of questions at issue:

1. What methods concerning fire protection with the help of BIM are available today?
2. What could be improved in terms of fire protection engineering with the help of BIM?
3. How could BIM potentially be implemented in the field of fire safety?
4. How could BIM help the fire rescue service?

#### **1.5 Scope**

The thesis focuses on how BIM can make the fire protection workflow more effective for different projects in the building industry. This work will consider both prescriptive- and performance-based design.

The thesis also focuses on exploring if there is any use of BIM for the fire department and how it could be implemented in real life. The thesis will be based on Swedish laws and regulations, for example BBR from Boverket (Boverket, 2019).

The study does not focus on technical solutions, such as software and how this could be programmed into the BIM-program. This thesis does not focus on the exact procedure of how the result could be implemented in the industry; it rather focuses on understanding the perspective of fire safety stakeholders on the use of BIM.

## 2 Method

The study started with the definition of a general topic of interest (BIM and fire safety) followed by the formulation of the aim of the thesis, issues to be solved and in what field the study was in. With this as a foundation, a motivation could be made of a more specific topic and the background could be written. The objectives of the thesis were then designed to make the study more specific and evident. Next step was to choose the right methods for the study. A literature review and a qualitative study (a survey of perspectives through semi-structured interviews) were chosen for this thesis since it was the most logical choice for investigating the perspective of the stakeholders regarding the thesis's subject.

The literature study was made to be able to get a better understanding of the subject and be able to write appropriate interview questions for the survey. It was also necessary to have a greater understanding of the subject to be able to analyse the empirical information and from that, answer the issues from the initial phase, i.e. if there is a way to improve and streamline the work with fire protection with the use of BIM. By identifying fire risks in buildings, an analysis could be made and we mapped out which application areas in the fire safety domain could be improved with the use of BIM.

The method of the qualitative study was designed with the intention to get a sufficient variety of people that worked in different positions, roles and fields regarding fire safety. Different questions were made with this in mind to get a better understanding and a bigger picture of how people in different fields work and think about fire safety in the projecting phase. The interviews were semi-structured, allowing for an open discussion with the interviewee along with a guidance on topics to be covered, rather than only a straightforward question and answer format.

The thesis workflow is structured as presented in Figure 2.1.



*Figure 2.1 - Approach of the thesis workflow*

1. Literature study in both BIM, fire protection and fire protection with BIM to get a better understanding of the subject.
2. Identify what is done in BIM regarding fire safety today and what could be improved in the field to make constructions safer, as well as potentially aiding the fire department.

3. Design questions for semi-structured interviews, plan, schedule and perform the interviews.
4. Compile and analyse the interviews and compare them with the literature study and issues made in the initial stage of the thesis.
5. Conclusion of the analysis of the interviews and literature study.

## **2.1 Literature study**

To get a better understanding of what BIM is, a set of articles were reviewed. Google scholar search engine and the LUBSearch database were used, as well as previous thesis and articles provided by the thesis supervisor. Articles of fire safety in general were also read to get a better idea of how it could be implemented with BIM. The total amount of articles read would be estimated to be 20 articles in total. Articles about BIM were easier to find and therefore the most trustworthy sources were chosen. Articles about BIM and fire protection were fewer, so we selected those we could find. Search words was: BIM, Fire protection BIM, fire safety BIM, fire protection engineer, fire departments work, fire safety history. Information about how BIM is used today within fire safety and evacuation design were also read to get a better understanding of how it is used. This also gave ideas on how its use could be improved. Specifically, this included understanding how it can be used in different software to create simulations of a fire.

Information on how the Swedish fire department is working was gathered (from 3 fire department websites), to set the grounds on how a usage of BIM could potentially improve their workflow.

## **2.2 Qualitative study**

Qualitative studies are a scientific method to generate data by identifying and observing new properties and phenomena, without any numerical data. It requires an understanding in the subject to create a purpose with the study (Eklund, 2012).

Interview questions were made with the literature study as a basis and three sets of questions were used depending on what occupation the interviewee had. BIM-coordinator, FPE, Business manager and firemen was the occupation among the interviewees. The set of questions differed according to what occupation the interviewee had. BIM-coordinator were asked more general questions about fire safety in a BIM environment, while fire protection engineers was asked more specific questions about fire safety (for example advantages with performance-based design and prescriptive-based design in a BIM environment). Questions for the fire department was designed for

someone who barely had any knowledge in BIM. Semi-structured interviews were performed since they allow to cover common themes, but also give the interviewee options to freely present their ideas. Since it was semi-structured, every interview ended up with a variety in content and perspectives. The interviews were performed by talking, this was done by phone, Skype and Microsoft Teams. Four interviews were performed with video calls to make it more personal. All of the interviews were recorded to be played back and then transcribed into text. The recordings were after this deleted and the respondents were made anonymous.

Semi-structured interviews with relevant stakeholders are performed to investigate how BIM is used in fire protection and design of buildings. This thesis is also investigating if there is a need to expand the use of BIM regarding fire safety in the building sector. The amount of people interviewed was initially set to be between 10-20 (in order to get enough saturation in answers) and the interviews were supposed to be between 10-15 minutes long. The minimum of 10 people was set to have at least a few people of the same profession. A maximum of 20 people was set to be able to process and analyze the interviews in a reasonable time frame. Stakeholders from different fields, professions and experience in the building industry were interviewed to ensure a greater range of viewpoints on the subject. Interviewed people included fire protection engineers, BIM coordinators, BIM planners and people working in the fire department.

The interviews had a semi-structured format with prepared questions used to gather information. Specific questions for different professions were made to collect valuable information from different fields of knowledge. The questions were made to be in a specific order to enhance the respondents understanding of the questions. Some of the interviews were designed to explore certain topics, since some information was not found in available sources. The questions in the interviews were made to create a foundation for further discussion in the thesis. A compilation of the interview question can be found in the appendices under headline 8.1 Interview questions.

We managed to perform 10 interviews with different actors in the industry. These are presented in table 2.1 below, where “R” is short for respondent.

*Table 2.1 - Shows respondents position, company and interview type.*

	<b>Position</b>	<b>Company</b>	<b>Interview type</b>	<b>Appendix</b>
R1	BIM-coordinator	Construction	Phone	A
R2	FPE	Fire safety consultancy	Phone	B
R3	FPE	Fire safety consultancy	Microsoft Teams	C
R4	FPE	Fire safety consultancy	Skype	D
R5	Business manager	Fire safety consultancy	Microsoft Teams	E
R6	FPE	Fire safety consultancy	Phone	F
R7	FPE, BIM	Fire safety consultancy	Skype	G
R8	FPE	Fire safety consultancy	Phone	H
R9	Fireman	Fire department	Phone	I
R10	FPE	Fire department	Skype	J

### **2.3 Reliability and validity of the method**

To achieve higher validity on the results, different types of literature sources have been reviewed. In addition, the interviews were meant to provide information on how the industry works today and to get an insight in the field from the actors involved. A comparison between the respondents' answers and the available literature was made and analysed.

The comparison also improves the reliability of the study by aiming at consolidating the information. Sources have also been chosen from reliable scientific articles and reports. Given the novelty of the topic, relatively new sources have been used.

### **2.4 Method limitations**

The main limitations of this thesis could be the lack of established sources in the combined field of BIM and fire protection engineering. BIM and fire protection are a relatively new subject which made it hard to find literature.

Another limitation is the number of interviews, interview type and diversity among the respondents. Initially we planned to do up to 20 interviews with



stakeholders, but it was harder to find people willing to be interviewed. In addition, initial plans included to possibly meet the respondents in person, but COVID-19 made online and telephone interviews our only option.

A broader diversity among respondents would be preferred, especially in terms of BIM-coordinators. Main reason for this was the lack of response from people other than FPE. BIM-coordinators usually do not have a lot of knowledge in the field of fire safety which could have been a reason for lack of response from them.

Interview questions were sent out beforehand to a few respondents. But in hindsight, every respondent should have received interview questions prior to the interview, to be able to prepare their answers and thoughts.

An online survey could have also been made to complement the interviews. A survey including quantitative questions (i.e., in which people only answered if they agreed or not). This could have been sent out to reach more people and obtain further insights on how the industry responds to the idea of linking BIM and fire protection engineering.

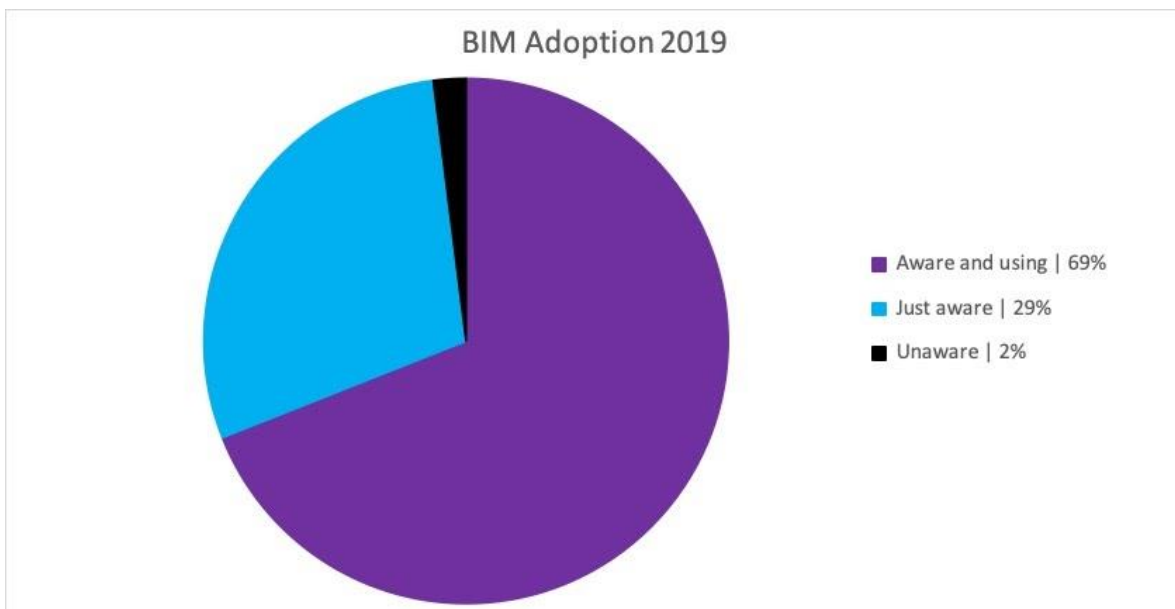
### 3 Theoretical background on the use of BIM in fire protection engineering

*This section introduces the main theoretical concepts linked to BIM and its use in fire protection engineering.*

#### 3.1 BIM

Building Information Modelling (BIM) is useful to make sure that everything is in order in the building process. As explained in the introduction section, BIM is a digitalized way of work that involves all parties in the project. The intelligent 3D model enables architects, engineers and construction workers (AEC) to all work together within the same model. BIM offers the tools to make the building process more profitable and more effective through the entire life cycle of buildings (Autodesk, 2020).

For example, a UK BIM survey from 2019 by the National Building Specification (NBS) shows that the use and awareness of BIM has drastically increased over the last nine years. Almost every respondent from last year in the construction industry knows about BIM and more than two thirds have adopted BIM for projects they have been involved with, note that these numbers has been increasing over time and can be changing rapidly in the future (NBS, 2019).



*Figure 3.1 BIM adoption in 2019 in the UK (redrawn based on NBS, 2019)*

The history of BIM goes back to the 1970s in the sense of the current concept of BIM. It is an evolution from its precursor CAD. A complex blend of CAD and AEC technologies made the foundation for the 3D parametric modelling being used today. Information Management (IM) took off in the late 1990s

and this combined with AEC gave the software intelligence and became a solution for the BIM known today (Wierzbicki, 2011).

The reason why BIM is important is partly because of all the opportunities it offers in the optimization of the design process but also because the world's population is constantly increasing and according to the United Nations the population will expect to increase by 2 billion people in the next 30 years (United Nations, 2019). As the global architecture, engineering and construction industry is responsible for housing, it must look for smarter and more effective ways to keep up with the global demand. With BIM this becomes possible, since it brings the different parties together to co-work in a more efficient way and prepares for the future by capturing data throughout the building's life cycle (Autodesk, 2020).

The process of BIM can normally be divided into four parts, the plan, design, build and the operating phase. At first comes the planning phase where the project is being coordinated and planned to what will be built and different standards are set depending on the vision for the specific project. The design phase contains more detailed documentation that builds on what has been decided in the planning. Then it is being built and the BIM model supplies the contractor with necessary information. At last in the operating phase the BIM data is saved and can be used in the future during the building maintenance stage.

If an error can be detected in the design phase rather than in the building phase, time and costs can usually be saved. This is shown in the MacLeamy curve (figure 3.2) and is explained by the opportunity to influence different outcomes is the highest early on in the design phase and simultaneously brings minimal cost. IPD design process stands for an Integrated Project Delivery design process, which is a project delivery approach that is performed by a collaborative process (The American Institute of Architects, 2007). The IPD design process compared to the traditional design process can, as the figure shows, have a higher initial cost but the ability to impact early in the design process can often result in a lower project cost at the end and therefore usually be beneficial.

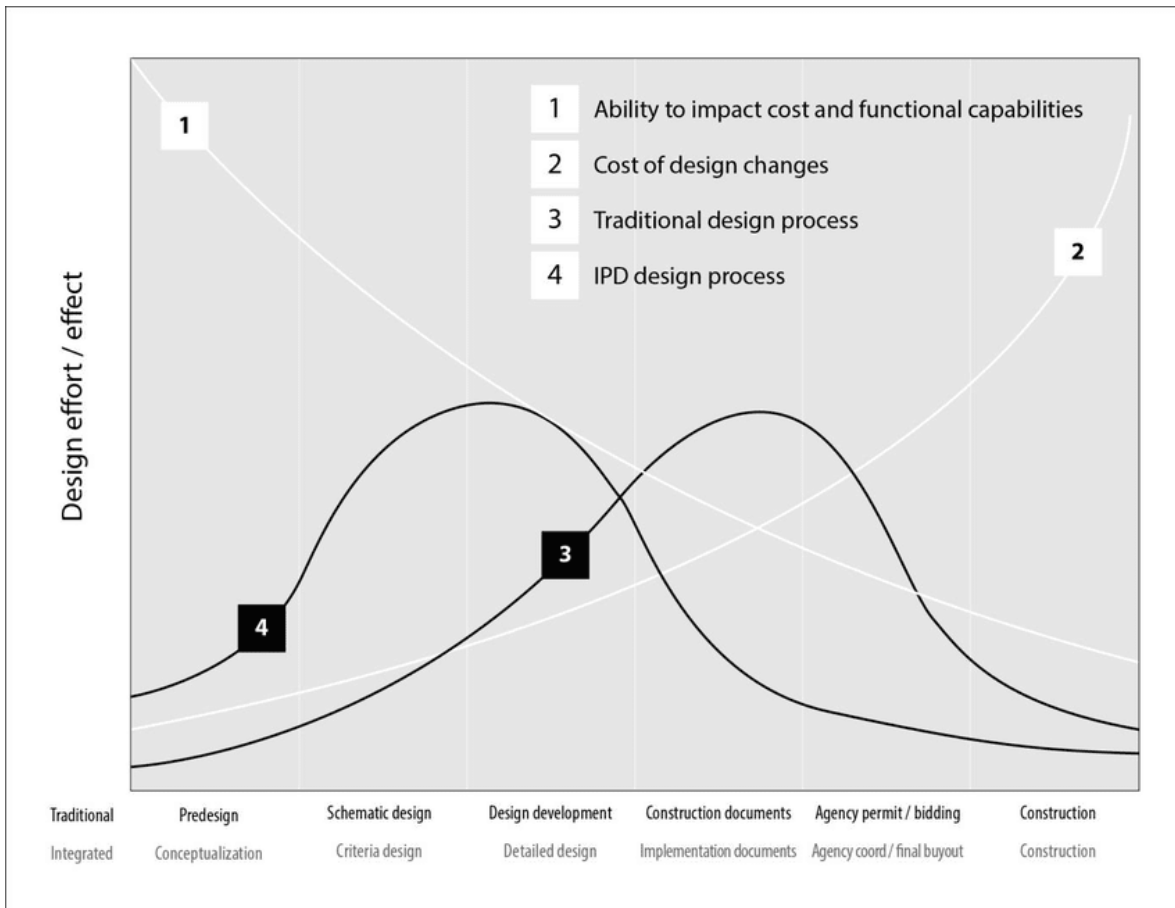


Figure 3.2 The MacLeamy curve, taken from (*The American Institute of Architects, 2007*)

The BIM model offers many possibilities. For example, a BIM model can help develop detailed three-dimensional drawing and rendering, cost estimates, monitoring of construction schedule and clash detection (Parra Diettes & Vecino Barbosa, 2014).

For everyone to understand a BIM model and to achieve a safe and sustainable building design, effective handling of information is of key importance. It is a basis for cooperation between countries and when done correctly it makes BIM a worldwide process. For a standardization to fully work it can be broken down into three parts, namely International standards, national standards and guidelines on application (Ekholm et al, 2013). Standards are critical for communication between stakeholders in an industry with temporary project organisations, such as the building industry (Gustavsson et al, 2012).

Guidelines on a national level for project design with BIM are required to achieve a uniform application that enables cooperation and sharing of information. The national standard in Sweden is based on involvement of concerned actors in the industry to make it relevant. The guidelines are set to include use of existing standards, with clarification of information content and

activities in the information handling process. The international standardization work needs to be based upon the national result. For the standardization to work involvement from concerned actors in the industry is of importance. In addition guidelines on application need to be available and usable for the users for the standardization to fully work (Ekholm et al, 2013).

BIM is based on the modelling method Industry Foundation Classes (IFC), that enables the collaboration within the BIM model. The IFC was first released in 1997 and has been under development ever since. It consists of object-based file formats that are based on data models and file format specification, used to describe the information modelling when transitioning between different software (Azhar, 2011).

### **3.2 Rules and regulations regarding fire safety in Sweden**

The Swedish fire departments respond to around 10 000 building fires each year. Around 90-110 people die every year in fires in Sweden. It is nearly impossible to prevent fires completely, but with effective regulations regarding fire safety in buildings, fire consequences can be reduced. By law, every new house built in Sweden needs to follow BBR's fire safety standards, safety standards depend on type of building and what occupation in it (Boverket, 2019).

In chapter 5 in BBR, fire protection rules that are mandatory for buildings are listed. Regulations in BBR need to be followed when building or rebuilding any type of building. BBR has general advice guidelines on how to obtain the required fire protection standards on all their regulations (Boverket, 2019). A summary of the most relevant parts for our study of chapter 5 are presented below.

#### BBR 5:1 General conditions

Buildings should be designed with a high enough fire protection standard so that fire safety standards are met. The fire protection should be designed to ensure that a large amount of the protection is not diminished by a small incident.

A building's fire protection should be dimensioned with either a simplified dimensioning or an analytical dimensioning. A simplified dimensioning is achieved with following the general advice guidelines in BBR 5:2-5:7, while an performance-based design is made when the building contractor is achieving the fire protection standards in another way.

### BBR 5:3 Ability to escape in case of fire

Buildings need to be designed for occupants to have a safe evacuation route in case of fire. Safe evacuation route means that people evacuating are safe from falling objects, high temperature and heat radiation, toxic gases or poor visibility which hinder occupants from getting to a safe place (Boverket, 2019).

A requirement for evacuation in apartment buildings is that it needs at least two stand alone evacuation routes which are separated from each other. If one is blocked, the other route can be used. The staircase is normally one evacuation route, the other is usually windows where the fire departments can rescue people with a ladder. Apartments that are 8 meters or taller usually only have one emergency exit, therefore requirements for the design of staircases are stricter, to prevent smoke and gases from spreading (Brandskyddsöreningen, 2020).

### BBR 5:4 Protection against the outbreak of fire

Buildings and solid installations should be designed with satisfying protection against occurrence of fire. The temperature on the surface of nearby building parts with combustible materials are not allowed to reach the limit so that the materials catch fire (Boverket, 2019).

Building materials have different properties and behave differently when they ignite. Some materials ignite easier and lose their support strength quicker than other materials. BBR has divided different building materials in three different groups: combustible, non-combustible and difficult to combust. The materials have been put in one of the groups by standardized tests (Burström, 2007).

### BBR 5:5 Protection against the development and spread of fire and smoke in buildings

Fire rated surface layer and revetment, fire compartments, fire sections, fire technical installations are some examples of protective measures that can limit fire development and spread of fire and smoke in a building. A fire compartment is a joint building construction which is classed with R,E and I. A compartment is an isolated part of the building and it is a requirement by Boverket that every apartment in an apartment complex is a fire compartment. Every compartment is supposed to withstand a fire for 60 minutes which prevent fires from spreading to nearby apartments (Boverket, 2020).

### 3.3 Fire safety in the building process

This section will focus on how the typical fire safety engineer is working in a building process. Most fire safety engineers today are not part of the BIM process in building projects like construction engineers, architects, HVAC-engineers and so on. Instead they have to plan evacuation routes, emergency exits, fire compartments in a later stage after the design of the building is made with all the installations.

The flowchart shows the different stages in a typical building project.



*Figure 3.3 - Stages in a building project*

The initial document phase is where the client presents its requirements for the building and is a platform for the next phase. Expected performance and properties are presented in this phase, as well as location which sets its limitation on the design phase. Fire engineers are usually not a part of this phase (Briab R&D Report, 2018).

The design document phase is where the design of the building is made and the documents from the initial phase limits what can be made here. Everything from architectural design, construction calculations and installation design are made in this phase. Different solutions are compared to find the best design; from an economical and performance standpoint (Briab R&D Report, 2018).

Fire engineers make a proposal of the fire protection that meets the requirements of Swedish legislations on fire protection in apartments and advice from BBR. The fire protection design also takes into consideration the clients' requirements and overall building design made by the architect and engineers. This proposal is then compiled in a fire protection specification (Briab R&D Report, 2018). The fire protection engineers goals are to:

- Study the design and operation of the building and identifying conditions that affect fire safety.
- Specify and clarify legal and stakeholders' requirements in fire safety documentation, to make clear for everyone in the project about the buildings fire safety specification.

The planning phase is one of the most important parts of the building process. It is the most impactful phase if a building project succeeds or fails. The purpose is to coordinate the project at an overall level. The buildings design is being made by coordinating and adapting the different systems, like construction, ventilation, plumbing and so on to meet the client's requirements

and vision. This affects the building's function, performance and properties. Floor plans, technical systems and critical sections are being finalized here (Briab R&D Report, 2018).

The role of fire protection engineers here is very important. The fire protection design and risk identification from the design phase is developed further in detail. The building fire protection is reviewed and the building's occupancy is taken into consideration, while societal and stakeholders' requirements are being concretized. A proposal for the whole fire protection of the building is made (Briab R&D Report, 2018).

The construction documents are meant to clarify the building system solutions and design from the previous phases. The detail level is higher so that everything from materials, volume, quality, dimensions, colour and appearance are specified. It is of highest importance that all the chosen products and system solutions are compatible with the fire protection requirements. Considering the current methods in use in fire protection design, this does not always happen which increases the risk of clashes and mistakes in the construction phase. Since construction documents are legal documents between clients and the contractors, mistakes in this phase can cause serious financial losses for the companies involved (Briab R&D Report, 2018).

Design is done in the construction phase but it is common that a few corrections need to be made. Usually some adjustments in the construction documents have to be made because of change in material or system changes. Changes that have to be made are usually discovered when the client is doing regular checks or checks by a certified expert. Fire engineers might also need to be a support at the building site in case of unclear documents from the earlier phases (Briab R&D Report, 2018).

The building technical solution and control plan needs to be approved in order to be able to start this phase. Fire protection plays a big role in this and can potentially delay a project if the documents are insufficient.

Documents from previous phases are a starting point for the construction phase. The production plan steers the project based on resources, procedures and instruments specified in this document. The building is then put together, systems like ventilation, plumbing and other entities are installed. As-built documents and plans for check and maintenance for the fire protection are made. When the control plan is met to expectation, final clearance of the person in charge is made and the building can operate (Briab R&D Report, 2018).



Clients often need supplementary documents from the fire protection engineer during the construction phase. Oftentimes, the fire protection engineer has to make changes in the construction documents because of mistakes done in the design stage. It is important to do coordinated function tests of the fire protection instalments, to ensure everything is working accordingly (Briab R&D Report, 2018).

In the operative phase, inspections and supervision of the fire protection equipment is done. These inspections are mandatory in buildings like hospitals, restaurants and schools. The supervisor checks if there are clear routines if an alarm goes off and if the alarm is working. Fire extinguishers, emergency exit signs and other equipment are also checked. A gathering place in case of emergency also needs to be located with an approved evacuation plan (Storstockholms brandförsvar, 2020). There are no mandatory inspections in residential apartment buildings, but the owner has a responsibility to make sure that everything in the building works to make it safe in case of a fire. The owner also needs to communicate the evacuation plan and routines with the residents (MSB, 2011).

### **3.4 Evacuation planning**

When a building is burning, fire and smoke can spread and it is crucial to have a well thought out evacuation plan to minimize any risk of casualties. To further improve evacuation safety, a floor plan needs to have a marked out escape route that everyone understands, even in an emergency situation. If the evacuation plan is not up to date over the life cycle of the building, there might be serious consequences. This is where BIM can aid to keep evacuation plans up to date. Information when the evacuation plan was last updated could be stored in the BIM model, making it easier to keep the evacuation plan up to date.

The fire engineer in a building project begins with planning and creating a fire safety solution. This includes designing escape routes (using prescriptive-based design) or even calculating evacuation times (in performance-based design). Designing escape routes can be done in BIM tools (e.g. Revit). Calculating evacuation times can be performed with hand calculations or using evacuation models. For example, evacuation models may be integrated with BIM models to simulate people evacuating from a building and escaping to safe areas. It is also possible to customize several variables related to people in the simulation (e.g. their number, behaviour, etc.). A travel path graphic or a simulated movement can be shown to visualize how far occupants have to travel to a safe zone. When the simulation is running, animated people are visualized in a simulated evacuation and potential problems with the

evacuation planning can be shown. A heat map of occupants in the building accumulated over time is generally shown, making it easier for the engineer to spot potential bottlenecks. Engineers working with the project can then change the geometry of the building if issues are identified in the simulation and re-run it until there are no issues with the evacuation simulation (Stančík et al, 2017).

### **3.5 Prescriptive- and performance-based design in fire protection engineering**

There are two different approaches for fire safety design of a building. These are prescriptive- and performance-based design. Both approaches aim for a satisfactory level of safety. They are based on codes that consist of forms of documents from different aspects of the building. Common forms of documents in Sweden are the PBL, BBR and EKS. Where PBL is the law and BBR and EKS are both regulations that describes how the law is complied with. In addition, prescriptive design and performance-based design do not compete with each other, however they differ and each one can be more suitable for a specific project (Nilsson et al, 2020).

Prescriptive-based design is the more traditional of the two. It is based on requirements of specific features of the building and direct application of the codes. For example, BBR provides general information on how to achieve a safe design with current prescriptive regulations. Prescriptive design does not take different fire scenarios into consideration, instead it covers all scenarios. The prescriptions are in general based on experience, research and committees (Nilsson et al, 2020).

Performance-based design is considered more of an analytical approach. It addresses specific conditions that may be achieved during the fire from e.g. simulations or analytical calculations. The application of this approach is specific for each building. It is designed to allow a building to be designed in any way, as long as it is satisfactory fire safe. Satisfactory fire safety is based on values from the worst credible scenario, that prevents harm to residents and structures. Compared to prescriptive-based design, which is more common in less complex buildings, performance-based design is more commonly used in complex buildings that depart from the traditional code (Nilsson et al, 2020).

## **4 The interview data-set**

This chapter includes a comparison and a compilation of the respondents' answers. It is made to find the most common answers and also to highlight the responses that stood out. The chapter also gives an overview of the respondents we interviewed. The entire interviews can be found in the appendices at chapter 8.2 Interview responses.

### **4.1 The interview respondents**

Interviews have been conducted with 10 different respondents. Seven of these were working at a fire safety consultancy company, one at a construction company and two had a connection to the fire department. Most of the respondents worked at different companies. The size of the companies varied, some had hundreds working at their department and other companies were smaller with a few employees. The size of projects they were involved in also varied, most were however working with infrastructure projects and big public facilities. This could for example be stadiums, shopping malls, hospitals and subways. They were not really limited to these projects but could work with nearly all kinds of projects. On many occasions they also worked with residential- and office buildings.

The workers at the fire safety consultancy companies had similar education but had a slightly different role in their individual organizations. The respondents possessed shifting experience and had knowledge of different fields within fire safety. Overall the respondents had some connection to BIM and their knowledge within the field was evaluated as satisfactory for the scope of the interviews.

The respondents who had a connection to the fire department were not working with BIM and neither had any experience working with it. This is likely representative of current fire service knowledge of BIM.

### **4.2 General findings from the interviews**

From gathering and analysing the interviews, the most relevant and asked questions with answers from multiple respondents are summed up and presented in this section.

#### **4.2.1 How is BIM being used in the field of fire safety today**

A conclusion of the interviews is that BIM is not really being largely implemented in the fire consultancy industry in Sweden today. Many of the respondents could see great future potential with implementing BIM more in the industry, as some were more sceptical.

The BIM-coordinator (respondent 1) tells us that the fire consultants are not directly involved in the design phase, instead they set certain demands on the fire safety. The respondents from the fire safety consultancy companies consolidated this information by saying that they only perform documents with requirements and do not perform any drawings. Instead they are having a dialogue with the ones who perform the drawings and make sure they follow the set requirements.

Some usage of the BIM-model is however being implemented today, as respondent 4 among others, takes advantage of the model as a basis for the fire protection documentation. The respondent mostly uses the model to visualize, but also when doing an evacuation analysis and smoke simulations, where the BIM model provides the geometry of the room. Respondent 2 is using BIM in a way, by putting information in excel files that then is being imported into the BIM-environment.

#### 4.2.2 Why is BIM not used to a greater extent in the field of fire safety?

The findings based on the respondents' answers make it clear that fire safety engineers work with setting requirements and specifications which other fields in the building industry have to follow and comply with. The majority of fire safety engineers today do not draw and create models like in other fields in the construction domain. They are often working with BIM projects but they are usually not included in the BIM model development.

Respondent 2 makes sketches which an architect then uses to draw a CAD file and import it into a BIM model.

Respondent 5 says that he is not involved in BIM development because of the current business model used in the consultant industry today. An interesting and controversial statement by one of the interviewees is that businesses make more profit doing jobs at a slower pace since they get paid on an hourly basis. Using tools that make consultants job faster will make businesses less profitable and that is why most fire safety companies are sticking to their current way of working.

Respondent 6 says that most people working in the field of fire safety lack the knowledge and competence of modelling software, such as Revit and AutoCAD. Demands of detailed fire safety BIM-models will be required in the future and the field will need to catch on.

#### 4.2.3 What could the benefits be for implementing BIM more in the field of fire safety?

There is a mix of positive and negative feedback between the respondents when it comes to involving fire safety consultants in a BIM environment. Architects, construction engineers and other fields have a hard time understanding the fire safety specification documents, since they can be very long and contain a lot of expert language and abbreviations which can be hard to grasp for someone outside the fire safety field. This could lead to mistakes in the design phase if the different fields do not fully understand the fire safety specifications. Including fire safety consultants in the BIM environment development could greatly minimize these mistakes according to respondent 3.

Respondents were in general negative to let the fire safety engineers work in a BIM-model. Respondent 8 thinks the design could suffer if they were designing fire compartments, escape routes and so on. The workload would probably increase as well. It would be more beneficial to work in small teams with people from different fields to use everyone's knowledge and cooperate in a more efficient way, according to Respondent 7.

#### 4.2.4 What benefits could BIM have in prescriptive- and performance-based design?

Respondents could see benefits in using BIM in both prescriptive and performance-based design, but prescriptive would make the greatest benefits from BIM according to most respondents. BIM could be used to apply and check fire safety specifications to doors, windows, walls and calculate escape route distances. The software could warn if requirements are not met, but this would probably only work in theory according to Respondent 2.

Using BIM would only benefit performance-based design with the 3D-model itself according to Respondent 2. Most fire safety consultants make their own models to do different kinds of simulations. Being able to import a detailed BIM 3D-model would create a more precise and accurate simulation that could work as a basis for the fire safety documentation conclusion according to Respondent 4. The fire requirement specification is the result of the simulation and this is where BIM is beneficial in performance-based design according to Respondent 5.

#### 4.2.5 What were the respondent's attitude towards a BIM use dedicated the fire rescue service?

Respondents could see benefits with an BIM usage for the fire rescue service that would provide them additional information about the buildings they intervene to. If BIM were to become a tool the fire departments there would need to be easy access. Given that the system is easy to use the respondents

could see great benefits with increasing the situational awareness among firefighters and providing them with a tool that can help them select a route to get to different rooms in the building. They could however see some hurdles and limitations with an BIM implementation. Respondent 10 could for example see problems in regard to how fast the system could be used and thought this was critical given the lack of time in an emergency situation. Respondent 9 thinks that an implementation would take time since the fire departments need the technical solutions and the staff would need education in how to use these new technologies but is positive about the values it could have in the future.

## **5 Analysis of semi-structured interview findings**

This chapter includes an analysis that has been made based on the semi-structured interview findings. The analysis explores how BIM is used today and how the usage of BIM potentially could improve in the different fields. At last in this chapter an overall analysis of the respondent's answers has been made to explore how they stand towards BIM use in fire safety.

### **5.1 How BIM is used within the building industry today and how it is used in the discipline of fire protection engineering**

According to the literature study, the use of BIM in the building industry have drastically increased over the years and is nowadays more common in new projects. By performing semi-structured interviews, we found that most of the respondents usually have experienced the use of some sort of BIM in their projects. The BIM model involves all parties in the projects, however we found that the discipline of fire protection is not really taking full advantage of this tool. Instead they are generally producing a technical document that is specifically designed for fire safety engineers. This potentially leads to communication errors, and a need to explain their work for other parties and follow up that the certain demands that are set are to be followed.

The client is usually the one who decides the level of BIM to be developed in each project. If the client has use of high Level of Development (LoD is how much information the model contains) then that is normally performed. Respondent 1 told us that the lowest level of BIM normally has a high standard. This means that there are more details, which could be beneficial for all parties on certain occasions. Today there are standards for the BIM environment, which is of importance for communication and effective handling of information. Since the fire protection engineers are not very much involved in the BIM model development, there is no full standardization for how the fire protection engineer could be more included and the way this would be performed in practice.

### **5.2 Problems and solutions with implementation of BIM in the field of fire safety**

From gathering the answers of the respondents, it is clear that there are several hurdles and issues with implementing BIM in the fire safety field.

One of the hurdles is the lack of education fire safety engineers have in 3D-modeling software like Revit. According to Respondent 4 and 6 they lack experience and knowledge with BIM software and would not feel confident working with it. To solve this issue Respondent 5 is convinced that making

Revit and other 3D-modelling tools a part of the fire engineering education would be a part of solving this issue.

Several respondents also think that small teams of people in different fields, with different skills working together would be a solution. Fire safety engineers would work closely and cooperate with architects and building engineers to avoid mistakes and make the fire safety projecting phase more efficient. Basic education and understanding of BIM would be needed, but they can still focus on fire safety issues and not be responsible for creating objects in a BIM environment, which several respondents were skeptical about.

The main objective with using BIM is to streamline the projecting phase, reduce costs, minimize mistakes and create a safer building. The clear winner is the building client. One of the reasons the industry seems stuck in its current workflow is the business model the industry is using according to Respondent 5. Using BIM plugins may drastically reduce working hours for fire safety consultants, and it would reduce income for these companies. Consultant businesses generally get paid hourly, which makes them hesitant to streamline their work and lose working hours. There must be a change where consultant businesses charge for the result and not working hours.

### **5.3 Prescriptive- and performance-based design with BIM**

A majority of the respondents would see benefits in using BIM for both prescriptive and performance-based design. A majority sees a greater potential in using BIM with prescriptive-based design than performance-based design.

#### **5.3.1 Prescriptive-based design**

Fire classifications could be put into the models and it would make it easier to ensure every part of a building is up to the required fire protection specifications. Respondent 5 is positive and sees a great potential and future in BIM plugins related to fire safety, where other respondents are more sceptical of working with prescriptive design in BIM rather than just writing a fire safety document and letting people in other fields comply with it. With time, it is likely that software and plugins will improve, people will adapt and fire safety engineers will work with prescriptive based design in a different way.

#### **5.3.2 Performance-based design**

BIM would only be helpful to make more precise simulations based on the answers of the respondents. Utilizing the high detailed BIM-models would make the simulations more precise and fire protection engineers would save time, since they would not need to draw new models when performing



simulations. Smoke and other simulations are mostly designed to work with cube shapes according to Respondent 2, so further development in this software would be needed.

#### **5.4 The fire departments and BIM**

The people working within the fire department are mostly very unaware about BIM and the possibilities it offers. The two respondents we interviewed had however heard of it, which made it easier to discuss how it could aid their services.

Respondent 9 told us that an alarm could reach the fire department in two ways. This could either be from a specified plan or by a citizen that has located a fire and reports it to the emergency service. Normally the time for the firefighters to transport to the alarmed building is 10 minutes. How many firefighters that are being called up depends, but in case of rescue diving there is an “asse”, a document where the organisation is explained. The basis is today that at least 5 firefighters are to be available, these are 2 who enter the building, 1 supervisor, 1 waterpump responsible and 1 command. The last three are mostly located outside of the burning building.

Today the fire department does not really get much information about the buildings they are going to intervene. The only time they get some sort of valuable information in an emergency is if the firefighters have some sort of personal experience about the building.

When there is a dedicated emergency plan, some more information is given. This information consists of a so-called digitalized “response plan”. This plan tells a little about where the fire alarm panel is located, so they know where to access the building. This then provides information about if it is a fire and if so where the fire is located, as well as a hand drawn situation plane. In some cases, there are extended response plans, though the information in these could vary. In case a dedicated emergency plan exist, keys to the building are also being provided.

#### **5.5 Overall assessment of the respondents' answers**

This assessment broadly divides the respondents' answers into those positive, neutral and negative towards BIM use in Fire Safety. Most respondents did not provide straight answers, but judging by their criticism on how a more frequent BIM use could be implemented, this could place them in the negative bracket.

*Table 5.1 – Respondents attitude towards BIM*

<b>Respondent</b>	<b>Negative</b>	<b>Neutral</b>	<b>Positive</b>
<b>1</b>	X		
<b>2</b>		X	
<b>3</b>			X
<b>4</b>			X
<b>5</b>			X
<b>6</b>		X	
<b>7</b>			X
<b>8</b>	X		
<b>9</b>			X
<b>10</b>		X	

## **6 Conclusion and discussion**

This chapter includes a conclusion and discussion of how BIM potentially could benefit the field of fire safety and the fire departments work. Examples of future research that could be made related to this is also presented.

### **6.1 What methods concerning fire protection with the help of BIM are available today?**

The literature findings indicate that there are several methods of performing fire engineering design in a BIM environment today. BIM plugins for fire safety exist on the market but based on the interviews performed, it seems that very few fire protection engineers use these tools in today's industry. Methods and tools to incorporate fire protection engineers in BIM have been available for years, but the industry has not been adapting and instead working in a more traditional manner.

The research shows that working in smaller teams with people from different fields would be the ideal method for the future. Since fire protection engineers often lack the knowledge to use software related to BIM, they would be able to share their expertise with people experienced in a BIM environment. Since even newly graduated fire protection engineers generally lack extensive experience and skills to work with software related to BIM, the strategy of working in smaller teams would be an adequate transition into BIM for the field.

### **6.2 What could be improved in terms of fire protection engineering with the help of BIM?**

The research made, shows that architects and other professions in the building field have a hard time grasping the documentation made by fire protection engineers. This leads to a less effective design phase and potentially design errors. Involving the fire protection engineer in a team with people working in a BIM environment could improve communication and help optimize the fire protection design. Involving fire protection engineers in a BIM environment with fire protection plugins would create a faster workflow and could also make it easier for newly graduated fire protection engineers to work in projects.

### **6.3 How could BIM potentially be implemented in the field of fire safety?**

From the interviews we found that many of the respondents were open for the use of BIM in the field of fire safety. However there needs to be a solution for the eventual issues that could come with an increased use of BIM. The benefit of using BIM more could be massive for all parties in a project as well as aid the fire protection engineers work.

BIM could be applicable for both performance- and prescriptive-based design. Rules and regulations can be set as parameters in the BIM environment and can be used when performing a prescriptive-based design, as done in the fire protection BIM plug-ins. For a performance-based design, the BIM model can supply the fire protection engineer with a base and also provide the geometry of a building, which can be useful when performing simulations.

An extensive implementation of BIM in the fire protection engineering practice would not be done in a day. There is a lot of work to be done to find a standardized way of work that is easy to follow and easy for everyone involved to understand. Implementing a use of BIM today would result in a change in the way a fire protection engineer works, this would then require more from the fire protection engineer. Fire protection engineers normally do not have any experience at all or have very limited experience in using a BIM program, this issue could be solved by education about the software. Another idea would be working more in teams, where different competences complement each other. Respondent 7 spoke very highly about this way of work and how it could be beneficial to a lot of situations.

For certain plug-ins within the BIM software that could be a help for the fire protection engineer, programming with current rules and regulations is crucial. This could for example be plug-ins that warn the user if something departs from the regulations, it could possibly even propose an option of how the problem that occurred could be solved.

#### **6.4 How could BIM help the fire rescue service?**

Having a 3D-model is great for visualization, as BIM 3D-models contain detailed information about the building. Other studies have been done, exploring how BIM can be a tool for the property manager in the building management stage. The same could go for the firefighters, especially if more of the fire related information would be available within the BIM model.

The fire rescue service has limitations in time for how long they could read a 3D-model and also how this could be performed, since it has to work on any location. A suitable option would therefore be to have the 3D-model available for download on a tablet in a ready-made database. For the file not to be overloading and downloading it taking up too much time, only the essential layers in the model could be visible in a standard firefighting assemblage of layers. This would then also make it easier to use for the firefighters. The tablet could with advantage be used by the command, that always is outside of the building and having an overview of the spot.

For example, BIM could be used in the following scenario. A citizen sees a fire and reports it to the emergency central, the emergency central then directs the location and information received from the citizen to the fire department in the region. They decide how many firefighters are needed, no additional information for the firefighters are normally received except the location. If none of the firefighters have any experience of the burning building, any information would be valuable.

This means that the firefighters may be waiting in the fire truck not knowing anything about the fire, apart from the location on the GPS and maybe some visual information on the fire itself. Normally it takes around 10 minutes to get to the location of the emergency, this time could be used better to prepare the firefighters for what to expect. This could be done by the command having his tablet and get a 3D-model of the building (since they know the location they could find out which building is burning).

The BIM model on the tablet could result in the command getting an overview of the scene at an earlier stage and is provided more information about the building. This information could for example be fire cells, special risks or if something in the building is of high importance to protect. Having this information could help the command to get the priorities straight from the start.

In this scenario the fire truck now arrives on the scene. It is an 8-story building that is burning and the firefighters have to enter the building to get to a trapped family on the 5th floor. The firefighters start by setting up the equipment they need to make sure they can enter the building safely. The command stays outside the building with the tablet in his hand. By analysing the 3D-model together with looking up and analysing the characteristics of the burning building the command would be able to find a suitable way of reaching the 5th floor where the family is located. Something that could be hard to judge by just looking from the outside of the building.

The firefighters then enter the building. With more technical solutions in the future some sort of a transmitter could potentially be worn by the fire fighters inside the building and then show up on the tablet to be able to see their exact position. Instead of just having radio communication, the command could now combine this with visualisation of the firefighters position. This is an example of how future technologies could provide even more value to the fire rescue service. In addition there are some limitations for how this could be implemented, for example the heat and accuracy of the transmitter. In a smoke-filled environment vision is often very limited and this could give the command the option to give the firefighters inside directions on where to go. Since this can be hard for the firefighters that entered the building to judge

when they have limited vision. In addition the BIM model on the tablet alone would give the command better conditions to give directions to the firefighters that entered the building only if the information available is up-to-date.

The firefighters get to the family and rescue them. The tools provided with BIM could in this case be the deciding factor on how effective the rescue would be. Maybe if the tools were not there it would take too long to get to the 5th floor and this could be the difference between life and death.

This scenario would however only be applicable on buildings where a BIM model exists and is up-to-date. Since the use of BIM increases and is mostly available for new buildings this could be more commonly used in the future, where most buildings would have a 3D-model. Keeping track of this could be a limitation, since it can be hard to know. Problems could be if renovations were made and the BIM model is out of date, but then the firefighters still have radio communication with each other.

The whole idea is to provide a tool that can make it easy for the firefighters to understand the environment and increase their situational awareness. For this to work it must be easy access and user friendly. The firefighters would also need education on how to use the 3D-model, since they do not have any habit of using this tool. According to respondent 9, many firefighters in command think 2D drawings are hard to understand, and the respondent therefore think 3D-models would be even harder for them to understand. However, it can be argued that the visualization from a 3D-model may be easier to understand to get an overview of the building.

## **6.5 Reliability and validity of the results**

The results are much based on the semi-structured interviews and therefore depending on the respondents answers. Since 10 interviews were performed the result relies on only a few respondents, which affect the validity of the results negative. A majority of the respondents interviewed did however have a strong connection to the subject and would be considered knowledgeable in their field. The respondents knowledge and detailed answers in the interviews strengthens the validity as well as the reliability. Some of the results is then consolidated with the literature review to increase the reliability.

For a more in-depth analysis regarding the method and its limitations chapter 2 is referred. Overall the method has its flaws and more interviews would be preferable to increase the reliability and validity of the result. It could then be more representative for the industry and the result from this thesis should more give an idea of where the industry stands in the questions.

## 6.6 Future research

Since there is no established workflow of how BIM could be implemented in the field of fire protection engineering today, future research could study what form of standardization that would be suitable. A good standardization would preferably enhance communication between different actors, which is a crucial part if BIM were to be implemented in the field of fire safety. The same could be applied to how BIM could be used in the fire rescue service. In addition, more research would need to be made in order to adapt a BIM usage to be suitable for the fire rescue service.

A more precise procedure on how BIM could be implemented in the field of fire safety could also be studied in the future. In addition, work that includes technical solutions on how Swedish laws and regulations regarding fire safety could be directly implemented into the BIM software would also be of great value (this process has already started with BIM plug-ins available for prescriptive design). To solve the problem with education regarding BIM among fire protection engineers future work with development of what education and courses that should be provided in the study programs need to be done.

An interesting aspect of implementing BIM in fire protection engineering would also be to study the economical aspect for both clients and fire protection consultant companies. How much resources could be saved and compare different types of buildings. Would it be mostly beneficial in large infrastructure projects? Or could money be saved in small residential house projects as well? Investigating the economical aspect linked to the use of BIM in fire safety consultancy companies would therefore be interesting.

## 7 References

Autodesk. (2020) Designing and building better with BIM, Retrieved April 15, 2020, from <https://www.autodesk.com/solutions/bim#>

Azhar, S (2011) Building Information Modelling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry. Retrieved April 29, 2020.

Boverket. (2020). Brandskydd, Retrieved May 5, 2020, from <https://www.boverket.se/sv/byggande/sakerhet/brandskydd/>

Boverket (2011). Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR. Retrieved May 2, from [https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad\\_bbr\\_2011-6.pdf](https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_2011-6.pdf)

Brandskyddsföreningen (2020). Flerbostadshus, Retrieved May 20, 2020, from <https://www.brandskyddsforeningen.se/brandsakerhet-i-hemmet/flerbostadshus/>

Burström, P et al. (2007) Byggnadsmaterial - Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper. 2 uppl. Studentlitteratur. Lund, Sverige. Retrieved May 3, 2020.

Denis, F. (2015). *BIM – Belgian Handbook for the construction industry*. 48.

Ekholm, A et al. (2013) BIM- standardiseringsbehov. Retrieved April 29, 2020

Eklund, G. (2012). Intervju som datainsamlingsmetod. Retrieved April 20, 2020.

Gustavsson, T. K., Samuelsson, O. & Wikforss, Ö. (2012). Organising IT in Construction: Present State and Future Challenges in Sweden. Retrieved April 19, 2020.

International Organization for Standardization. (2019). Svenska Institutet för Standarder. Retrieved May 27, 2020, from <https://www.sis.se/api/document/get/80009252>

Lagar för planering, byggande och boende. (2019). Boverket. Retrieved May 27, 2020, from <https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/lagar-for-planering-byggande-och-boende/>

MacLeod, G. (2018). The Grenfell Tower atrocity: Exposing urban worlds of inequality, injustice, and an impaired democracy. *City*, 22(4), 460–489. <https://doi.org/10.1080/13604813.2018.1507099>



MSB. (2020) Räddningstjänstens insatser: Statistik 2018-2019, Retrieved May 5, 2020, from <https://ida.msb.se/ida2#page=071938de-51c1-4024-839e-8bed5fa41674>

MSB (2011). Brandsäkerhet i flerbostadshus, Retrieved September 4, 2020, from <https://rib.msb.se/filer/pdf/25375.pdf>

NBS. (2019). National BIM Report 2019, Retrieved April 20, 2020 from <http://bimdrivers.com/wp-content/uploads/2019/05/nbs-national-bim-report-2019-1.pdf>

*NIBS\_Factsheet\_IRT\_BIM.pdf*. (n.d.). Retrieved May 22, 2020, from [https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/Docs/NIBS\\_Factsheet\\_IRT\\_BIM.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/Docs/NIBS_Factsheet_IRT_BIM.pdf)

Norén, J., Brand, B., Ab, R., Nystedt, F., Brand, B., Ab, R., Strömberg, M., Brand, B., Ab, R., Möllard, R., Brand, B., Ab, R., & Delin, M. (2018). *Fire protection engineering in a BIM environment*. 53.

Parra Diettes, S. M.m & Vecino Barbosa, C. A. (2014). *Utilización de Tecnologías BIM en el Modelado y Simulación del Proceso Constructivo de Edificaciones en Altura*. Retrieved April 20, 2020.

Räddningstjänsten. (2020) Förebyggande verksamhet, Retrieved May 5, 2020, from <https://www.rfet.se/forebyggande-verksamhet.html>

Stančík, A. et al. (2017) Using BIM model for Fire Emergency Evacuation Plan. Retrieved April 29, 2020.

Storstockholms brandförsvär (2020). Så fungerar en tillsyn , Retrieved September 4, 2020, from <https://www.storstockholm.brand.se/i-verksamheten/sa-fungerar-var-tillsynsverksamhet/>

The American Institute of Architects (2007). Exploring Advantages and Challenges of Adaption and Implementation of BIM in Project Life Cycle. Retrieved April 22, 2020.

Von Sydow, G. (2019) Brandskyddets historia: Från handlingskraft till automatik, Locum. Retrieved May 22, 2020, from <https://www.locum.se/om-oss/press/nyheter/2019/historia-fran-handlingskraft-till-automatik/>

Wierzbicki, M (2011) BIM - History and Trends. Retrieved April 20, 2020.

## 8 Appendices

### 8.1 Interview questions

This is a presentation of the interview questions we had prepared before the interviews. The questions are customized for the different roles we interviewed. The roles consist of BIM-coordinator, fire protection engineer and for people working at the fire department. Depending on the answers the respondents gave us the follow up questions varied. Because of time constraints not all questions were asked for every respondent to answer, instead the interview questions were used sparingly in some cases.

#### Appendix A

##### Interview questions for BIM-coordinators

1. Vad för typ av byggnader jobbar ni mest med?
2. Jobbar ni i en molnbaserad BIM-modell som är synkad (BIM nivå 3) eller skickar ni över filerna till varandra (BIM nivå 2)?
3. Inkluderar ni brandingenjörer i skapandet av BIM-filen?
  - a) Om "ja", hur samarbetar ni i era projekt med brandingenjören?
  - b) Om "nej", hur inkluderar ni brandingenjören i ert projekt?
4. Tror du erat projekt hade kunnat effektiviseras om brandingenjören var mer delaktig i BIM-modellen?
5. Är det något du ser skulle kunna förbättras gällande brandsäkerhet med hjälp av BIM?
6. Hur ser arbetsrutinerna ut gällande arbetet med brandsäkerheten i BIM? Vilken LoD jobbar ni normalt i?
7. Varför tror du att arbetet med BIM gällande brandsäkerhet är så långt efter utvecklingen jämfört med andra områden inom bygg?

#### Appendix B

##### Interview questions for fire protection engineers

1. Vad för typ av byggnader jobbar ni mest med? Och använder ni BIM till någon av dessa, vilka?
  - a) Om "ja", hur används det (i vilka områden)?
  - b) Om "nej", varför inte? Vad används istället? Hur ser dokumentationshanteringen ut?
2. Hur säkerställer ni att en byggnad är brandsäker? Följer ni brandsäkerhets riktlinjer med hjälp av prescriptive-based (förenklad/normativ) design eller med performance-based (analytisk) design. Hur ser fördelningen ut mellan prescriptive- based och performance-based design?
3. Vad kan du se för fördelar med att använda BIM (både prescriptive och performance-based design)?
4. Vad ser du skulle kunna förbättras gällande brandsäkerhet med hjälp av BIM?

5. Varför tror du att arbetet med BIM gällande brandsäkerhet är så långt efter utvecklingen jämfört med andra områden inom bygg?

## **Appendix C**

### **Interview questions for the fire department**

1. Vet ni vad BIM är? Om inte förklarar vi.
2. Hur går arbetsgången till i korthet om ni får ett larm om brand i exempelvis ett flerbostadshus? (t.ex. hur mycket tid ni har innan ni ska vara på plats, hur organisationen ser ut, osv.)
3. Vad har ni normalt för information om en byggnad vid larm? (t.ex. dokument, planritning och nycklar)
4. Kan ni se några fördelar med att ha en 2D eller 3D-modell av byggnaden innan ni kommer till platsen eller väl på plats? Vilka hinder skulle ni eventuellt kunna se med detta.

## **8.2 Interview responses**

### **Appendix A**

#### **Interview: Respondent 1**

Interview date: 2020-05-18, 13:05

Participants:

Respondent 1: BIM-coordinator, Construction company

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

#### ***Inkluderar ni brand ingenjörer i BIM-modellen?***

Nej, brandingenjören involveras inte i projekteringen. Vi får brandskyddsdokumentationen och sen har vi 3D objekt som definierar var våra brandcellsgränser kommer att gå. För oss gäller det att följa de kraven som brandingenjörerna kommer med och specia det på våra väggar så det uppfyller brandkraven och klargöra för andra vart gränserna går. I början ritade vi ut sträck, men nu använder vi 3D-objekt som definierar brandcellsgränserna, då kan vi definiera hur högt upp gränsen går och vart den börjar osv. Vi projekterar brand delen själva, jag har inte varit med om att en brandingenjör projekterar i våra projekt.

#### ***Tror du erat projekt hade kunnat effektiviseras om brandingenjören var mer delaktig i BIM-modellen?***

Jag vet inte om det skulle effektiviseras om brandingenjörerna var delaktiga i BIM-modellen. Dom gör sin beskrivning och kommer med sina gränser. Ser man till helheten med alla genomföringar genom väggar och de ska ansvara för det så skulle kunna bli mer kostnadsväsentligt men samtidigt så ska man

undvika att gå över brandcellsgränser så gott det går. Lämnar man över ansvaret till brandingenjören så är det möjligt att folk struntar i detta då man tror att brandingenjören fixar det när det kommer till genomföringar och så. Jag har svårt att se att brandingenjörer skulle behöva projektera.

***Hur ser arbetsrutinerna ut gällande arbetet med brandsäkerheten i BIM? Vad är kvalitetsnivån ni jobbar i?***

Det är projektberoende. Vi har en hög lägstanivå. När det gäller LoD (level of development) så är det högsta 500 "as built", 400 är också väldigt högt. Någonstans mellan 300-400 brukar vi ligga. Vi jobbar i BIM nivå 3. Vi har brandcellsgränser i BIM-modellen. Det är sällan vi är uppe på 500. Man anpassar efter beställaren, har beställaren nytta av hög LoD så kör vi på det. Vi gör mycket presentationer och då krävs det hög LoD, till t.ex. plåtdetaljer.

***Varför är arbetet med BIM gällande brandsäkerhet så långt efter utvecklingen jämfört med andra områden inom bygg?***

Jag är osäker på varför dom inte är mer inkluderande. Känslan är att det är en icke nödvändig hantering. Med hantering menar jag, ska en till person in och skapa modeller, lägga upp på portaler, informera varandra vice versa så skapar detta ex antal timmar arbete än att denna person bara skapar ett word dokument och hänvisar till oss andra. Jag tror det blir för mycket administration att sätta in en till i projektet, det är kanske därför branschen avstår från att sätta in en till projektör även om det hade varit rimligt, så är det nog en penga- och tidsfråga. Man vill hålla det enkelt. Byggbranschen är inte den snabbaste på förändring, det kan ha en stor roll i det hela. Jag kan se i framtiden när man jobbar mer molnbaserat och många projektörer jobbar i samma modell, där tror jag att det är enklare att brand kommer in och sätter ut sina gränser och sen lämnar. Då behöver inte brandingenjören skapa sina egna modeller från början. Sen vet jag inte hur vana brandingenjörer är i BIM-hantering, är dom inte vana med BIM-program så kan det strula till det rejält.

**Appendix B**

**Interview: Respondent 2**

Interview date: 2020-05-20, 09:30

Participants:

Respondent 2: Fire protection engineer, Fire safety consultancy company

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

***Vilka typer av byggnader jobbar ni mest med och använder ni BIM i dessa projekt?***

Det är inte en helt enkel fråga, jag skulle säga att i 98% av fallen jobbar vi inte i vad man kallar BIM. Vi jobbar med alla typer av byggnader, arenor, köpcentrum. Vi jobbar mycket med stora publika lokaler, men även med villor och flerbostadshus. Vi använder BIM, men det beror på hur man definierar BIM. Vi har projekt där vi projekterar med BIM, framförallt i större projekt, som köpcentrum och sjukhus. Det sättet vi primärt jobbar i BIM, är i excel form, vi fyller i excel listor som importeras till en BIM miljö.

### ***Varför använder ni inte BIM i så stor utsträckning?***

Brandskyddsdelen i den svenska byggprocessen är lite frikopplad från "ritande". Det vi normalt gör är att leverera kravställande dokument och sen har vi dialoger med de andra projektörerna så de arbetar in det vi krävställer. På det sättet kan man säga att vi är delaktiga i betydligt fler projekt där BIM används, men vi är inte aktiva i själva BIM-miljön, vi säkerställer bara att våra grejer finns där. Jag har aldrig ritat i CAD under de år jag verkat i branschen. Vi "CAD:ar" inte ritningar, utan gör skisser som arkitekterna sedan flyttar över till den miljön dom vill ha den i. Vilket är på gott och ont på olika sätt. Ofta kan man med brandskyddet uppfylla det med en rad olika möjligheter. Det blir ofta att man skriver kommentarer i stil med "antingen sätter ni en dörr här, eller en dörr där eller installerar ni ett brandlarm här". Sen är det inte upp till oss att välja vad dom ska göra, det blir en dialog som vi är med i men det är framförallt arkitekter och beställare som för den och bestämmer vad som blir bäst. På det sättet är vi inte aktiva med att rita, skulle vi vara aktiva i en BIM-miljö med brandskydds grejer skulle det antagligen ändå bli en dialog med arkitekten om dörrar osv.

### ***Ni har heller inte vanan att jobba i BIM?***

Inte dom flesta, vi har tre anställda som sitter i CAD och BIM, men det är samma sak där. Vi som är "vanliga" konsulter har underlag vi ger dem, som dem sedan har en dialog med arkitekten om hur dem ska arbeta in dem. Vi har inte kontroll över skarpa ändringar i projekten, vi har inte och borde inte ha makten att ta de besluten.

### ***Om arkitekten ändrar någonting, då måste ni göra om ert arbete eller?***

Sker det väldigt stora ändringar i projekten så får man göra om kraven. Vi levererar den grundläggande kravställningen, sen har vi en dialog med arkitekten om de rör sig inom gränsen för våra krav när de gör ändringar.

### ***Vad kan du se för fördelar med att använda BIM (prescriptive- och performance-based design)?***

Förenklad dimensionering (prescriptive-based design) är en tabell med krav kan man säga, där kravställningar är tydliga. Siffror och gränser som är skarpa som man behöver förhålla sig till. Att inarbeta koder för det i en BIM miljö är en möjlighet, det finns idag att man får automatiska gångavståndsberäkningar.

Det som är svårt med BIM och brandskydd är att det finns ganska många sätt att ta sig förbi det här med t.ex. för långa gångavstånd. Man kan gå över till en performance based design, gångavståndet är för långt så vi sätter in ett brandlarm eller liknande, det är bedömningen man gör i varje projekt för allting ser alltid olika ut. Så där går det inte att lägga in koder på samma sätt i modellen. Däremot skulle man kunna få en varning att här behöver någon kolla på någonting. Jag tror det är väldigt svårt att göra för alla krav med förenklad dimensionering, för det varierar väldigt mycket beroende på strategi, men i teorin är det möjligt. Jag tror man skulle få väldigt mycket sämre lösningar om man går hela vägen med det än om man frågar en brandskyddskonsult som kan göra en bedömning. I performance based design tillför BIM nästan ingenting förutom 3D-modellen som man utgår från vid simulering. Man skulle kunna ha nytta av t.ex. dörrar och hur breda dom är vid en simulering. Det är en process som tar tid att rita upp allting. Man skulle behöva utveckla programmen, men det finns det inget hinder för. Vid brandrökssimulering så är programmet endast anpassat för kubformade rum, skulle t.ex. golvet vara sluttande så får man problem, men det går att lösa rent mjukvarumässigt.

## **Appendix C**

### **Interview: Respondent 3**

Interview date: 2020-05-20, 09:30

#### Participants:

Respondent 3: Fire protection engineer, Fire safety consultancy company

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

#### ***Vilka typer av byggnader jobbar ni mest med och använder ni BIM i dessa projekt?***

Huvudsakligen projekterar vi och utformar brandsäkerheten i nya byggnader och ändring av befintliga byggnader. En del av oss jobbar även med väg- och järnvägstunnlar. Branschen har rört sig mot ett modellbaserat projekteringsarbetsätt, framförallt i större infrastrukturprojekt där mycket av projekteringen sker i 3D-modeller, där respektive teknikområdets modeller bidrar till projekteringen och samordnas i en gemensam samordningsmodell. Det gäller framförallt grenar som driver en projektering och faktiskt ritar saker, vilket brand inte gör på samma sätt i projekterings-sammanhang. Brandingenjören ställer krav som måste uppfyllas, som de andra teknikområdena måste tillämpa och beakta i sin projektering. T.ex. hur en vägg ska vara konstruerad och vilket brandmotstånd väggen ska ha till en enskild kabel ska vara utfört med hänseende till risken för brandspridning eller att den ska fungera vid brand en viss tid.

### ***Varför gör ni inte detta direkt i modellen?***

Jag tror det dels har att göra med en okunskap och brist på erfarenhet kopplat till hur det här ska göras i praktiken. Dels då vi inte ritar i modellen. Normalt ställer vi brandkraven tidigt i projekteringen när det kanske inte finns en modell. T.ex. om vi ställer krav på gångavstånd till en utrymningsväg eller hur en viss vägg ska vara utförd så är det inte säkert att väggen finns än. Det är svårt att ställa brandklasskrav på en vägg om inte en arkitekt ritat den ännu. Jag tror det beror på bristen av ett etablerat arbetssätt kopplat till BIM. Det finns ingen etablerad process för hur det här ska gå till. Man har ett standardiserat arbetssätt för hur man säkerställer att man ritar på rätt sätt om man t.ex. ritar en vägg, men motsvarande tror jag inte finns för det som ligger innan, när brandkraven med väggen ska kommuniceras. Jag är ingen expert inom detta på något sätt men talar från mina egna erfarenheter.

### ***Följer ni brandsäkerhetsriktlinjer med prescriptive based design?***

Det beror på vilken typ av byggnad som vi jobbar med. I vissa fall dimensioneras brandsäkerheten med förenklad dimensionering, d.v.s. man uppför en byggnad baserat på de råd som finns i regelverket. Frångår man i något avseende förenklad dimensionering så rör man sig mot verifiering med analytisk dimensionering (performance based design). Förenklat så visar man att den alternativa lösningen man valt är minst lika säker som ett allmänt råd. Det är i och för sig inte hela sanningen, man har alltid ett val att göra ett avstick från de allmänna råden som Boverket tagit fram för byggnader. Exempelvis för byggnader med stor risk som t.ex. sjukhus där man inte kan ta sig ut själv eller mer komplicerade byggnader. Då har man inget val, då måste man verifiera brandsäkerheten med analytisk dimensionering.

### ***Kan du uppskatta fördelningen mellan prescriptive- och performance based design?***

Nej.

### ***Vad ser du skulle kunna förbättras med brandsäkerheten med hjälp av BIM?***

Jag upplever att många från de andra teknikområdena som konstruktörer, arkitekter, ventilationsprojektörer osv. har vissa svårigheter att ta till sig den kravbilden som vi förmedlar genom ett skrivet dokument (brandskyddsbeskrivning). Det klandrar jag dem inte för, åtminstone inte enbart. Det är ett delat ansvar där vi inom vårt teknikområde inte alltid är superbra på att kommunicera de här kraven genom brandskyddsbeskrivningar. Det kan vara så att brandskyddsbeskrivningen finns på flera olika platser och är mellan 20-100 sidor lång. Det går inte att begära av exempelvis en elkraftsprojektör att ha koll på hela brandskyddsbeskrivningen och säkra att allt är fångat där. Det här kan man givetvis lösa genom att ha en samgranskning i slutet av projekteringen där man upptäcker dessa missar som

kan ha uppstått. Jag tror att ökat användande av byggnadsinformationsmodeller eller arbetssätt som innebär att vi inom vårt teknikområde tydligare kan redogöra våra krav för andra berörda teknikområden skulle kunna leda till en mer effektiv projektering och minskad risk för att saker blir fel eller missas i projekteringen. Sen finns det andra aspekter som vårt teknikområde hade kunnat dra högre växlar på. Det handlar om att utnyttja informationen i BIM-modeller när vi gör våra mer avancerade analyser. Ibland när vi gör en sån här verifiering med analytisk dimensionering så räknar vi på hur brand eller brandrök sprider sig i t.ex. en byggnad eller tunnel. Vi räknar på hur lång tid det tar att utrymma tunneln. Det gör vi med olika mjukvaror där vi beskriver geometrin, mer eller mindre nyanserat. Det kan göras genom att man ritar av en planritning (2D), nu har man även möjligheten att utnyttja information från 3D-modeller. Där tror jag man på sikt kan vinna viss tid. Istället för att rita för hand kan man importera den färdiga modellen direkt och utnyttja den i beräkningen. Det har en annan vinst också då man kan illustrera resultaten snyggare. Där man t.ex. istället för att bara visa en enfärgad vägg kan visa t.ex. en tegelvägg där man kan tända olika lager.

## **Appendix D**

### **Interview: Respondent 4**

Interview date: 2020-05-20, 09:30

#### Participants:

Respondent 3: Fire protection engineer, Fire safety consultancy company

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

#### ***Vilka typer av byggnader jobbar ni mest med och använder ni BIM i dessa projekt?***

Jag jobbar mest med stora byggnader. Då är oftast BIM inblandat, ju större projekt ju oftare är BIM inblandat. För tillfället jobbar jag mycket med tågstationer, vägtunnlar och anläggningsprojekt, inte så mycket husbyggnader eller publika byggnader. Jag jobbar med husbyggnader också men inte så mycket med BIM.

#### ***Hur använder ni BIM avseende brandsäkerhet?***

I projekteringen använder vi BIM väldigt lite tillsammans med de andra teknikområdena. Jag använder bara BIM som ett underlag för min projektering. Jag lämnar ingen utdata till BIM-modellen. Jag laddar bara ner BIM-modellen för att kunna se hur saker och ting ser ut. Hur rör och kanaler



går samt mått i byggnaden. Brandskyddsdocumentationen gör jag självständigt. Jag använder även BIM-modellen när jag ska göra en utrymningsanalys, även när jag gör en brandgasanalys (FDS). Jag importerar BIM-modellen för att få in geometrin.

***Har man någon nytta av informationen från BIM-modellen när man gör simuleringen?***

Det är bara geometrin man har nytta av.

***Hur överför du din information till BIM-modellen?***

Oftast innehåller BIM-modellen ingen information från brandskyddsdokumentet förutom brandklasser men det är oftast arkitekterna som för in det.

***Hur ser fördelningen ut mellan prescriptive och performance based design?***

Jag gör mycket analytiskt då jag jobbar med stora byggnader och då fungerar oftast inte förenklad metod (prescriptive). Desto mera BIM desto mera analytiskt (performance based design) blir det, ju mindre BIM ju mer förenklad metod blir det.

***Kan du se några fördelar med att använda BIM i prescriptive och performance based design?***

Jag kan se det i båda. Väldigt mycket av kraven i brandskyddsdocumentationen skulle kunna föras över i BIM-modellen. Typ klasser på dörrar fönster, väggar och liknande. Den analytiska biten innebär att man utreder och kommer fram till något krav, och det kravet kan också föras in i BIM-modellen. Man skulle kunna ha mer nytta av BIM i den analytiska delen då man kan använda BIM-modellen som underlag för att komma fram till sina slutsatser. För den förenklade metoden behövs ingen BIM-modell för att få fram brandkravet, det är vad det är beroende på byggnad.

***Ni har inga krav inbyggda i BIM-modellen, så att den t.ex. varnar om gångavståndet vid en evakuering skulle bli för långt?***

Nej, vi har tittat på det och haft egna utvecklingsprojekt kring det i företaget. Our company har tagit fram sin egna produkt med det här. Vi har tittat på det och funderat om vi ska ha ett testprojekt med detta.

***Varför tror du arbetet med BIM gällande brandsäkerhet är så långt efter i utvecklingen jämfört med andra områden inom bygg?***

Det är en bra fråga. Jag tror det är lite av tradition att brand alltid varit en kravställande disciplin. Vi har alltid ställt krav på andra discipliner och inte projekterat våra egna installationer eller väggar, och lämnat över det till andra projektörer. När andra projektörer började använda BIM så fortsatte vi som

innan och ställde bara krav på andra teknikområden istället för att rita våra egna grejer.

***Hur är er vana att projektera (rita och föra in allt material till BIM-modellen)?***

Jag skulle behöva utbildning. Jag har Revit och andra program och kan grunderna. Jag skulle inte vara bekväm om jag fick en lista och var tvungen att föra in dessa kraven själv.

**Appendix E**

**Interview: Respondent 5**

Interview date: 2020-05-20, 09:30

Participants:

Respondent 3: Fire protection engineer, Fire safety consultancy company

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

***Vilken typ av byggnader jobbar ni mest med?***

Vi jobbar med hela spektrat, alla typer av byggnader och anläggningar. Jag har jobbat med flera projekt under mark, t.ex. så har jag jobbat med utbyggnaden av Stockholms tunnelbana och ombyggnaden av Slussen. I Sverige är 80% av projekten flerbostadshus, typ 8 vånings lägenheter. Det är flest projekt men det är inte mest antal timmar vi lägger ner i verksamheten. Störst timantal lägger vi på infrastrukturprojekt, då dem är betydligt mer omfattande.

***Vilka projekt använder ni BIM till?***

Vi har möjlighet att jobba med BIM i alla projekt och gör det i mer eller mindre omfattning. Flest projekt är ju bostadsprojekt där dom då standardiserat och kommit längst med sin metodikutveckling och dem har BIM-strategier. Bostadsbyggnader är ganska repetitivt att bygga, många stora företag har sina rutiner som är inarbetade. Vi är även involverade i brandprojektering av brandskydd i infrastrukturprojekt.

***Är stora infrastrukturprojekt där man har mest nytta av BIM?***

Nej det skulle jag inte vilja säga. Alla projekt har nytta av det om man förstår innebörden av BIM. Infrastrukturprojekten är så stora så då är det bättre rutiner som måste till för att jobba med det. Men det är med flerbostadshus med standardiserade rutiner och processer som det verkligen skapar ett värde och nytta. Men BIM är drivet utifrån offentliga beställare i Stockholm primärt. Det är hos NKS där det verkligen vuxit ut, där man jobbat med det i dagsläget. Drivet och "pushet" har kommit mycket från infrastrukturprojekt såsom trafikverket och de offentliga beställarna. I vissa projekt kör vi full BIM, med 3D-modeller och inbyggd data (parametrisk hantering). I vissa projekt jobbar

vi i nivå 3 (molnbaserad modell) med hjälp av BIM 360. Men det är inte jättevanligt, bara i några få projekt. Det vanligaste är att jobba i nivå 2 där man har sin egna modell, där man skapar sin brandmodell, där vi länkar om modellen och bygger upp den kravbilden vi jobbar med. Där byter man modellen och skickar iväg den där vi länkat modellen. Där har vi även ett verktyg så man kan synka datat i modellen på olika sätt.

### ***Så hur ser brand dokumentationen ut?***

Vill du veta hur det ser ut nu eller i oktober?

### ***Du kan väl berätta lite om era framtidsvisioner!***

Brandskyddsdocumentet är det legala dokumentet som det ställs krav på från lagstiftningen. Där det ska finnas en dokumentation av brandskyddet när byggnaden tas i bruk. Men under projekteringen har ett dokument som ofta kallas brandskyddsbeskrivningen. Där det finns en "specifikation" som säger detta är kravbilden, detta är typlösningar och sen får man jobba vidare då. I dagsläget ser den likadan ut. Brandskydd som disciplin är sämst i branschen på att digitalisera. Vi ligger långt efter i utvecklingen jämfört med de andra disciplinerna. Vi jobbar inte längre med pdf skisser som består av "död" information. Nu kan vi visualisera, ha en egen modell och jobba med datahanteringen i detta. Men branschen är inte mogen. Jag har 70-80 parametrar jag hade velat jobba med. Vi ska inte ha information overload i modellen, men här är det mer att vi levererar ett skrivet dokument fortsatt men med tillhörande brandmodell. Vi kan fortfarande leverera som pdf eller dwg, men vi kan också leverera i native filformat i revit eller IFC, för att kunna göra samgranskning. Brandskyddsdocumentationen som dokument lever fortfarande kvar.

### ***Varför tror du att branschen har varit så långsam med att digitaliseras?***

Det är affärsmodellen. Jag är den som är mest på för att vi inte ska fortsätta som vi gör. Det är bra ur affärsvinkel men den är inte hållbar över tid. Det handlar om affärsmodeller, konsultbranschen internationellt tjänar mest pengar på att vara långsamma och ganska dåliga och inte förändras. Så samma sak på en timbasis. Man tjänar pengar på saker som tar tid, varför göra någonting som går snabbare? Man har inte ändrat sitt arbetssätt.

Dokumentationen är som ett kvitto. Det är processen bakom. Vi har gömt oss bakom ett fikonspråk som vi inte själva förstår. Vi pratar om EI60 och ytskiktsskisser, olika beslag och konstiga begrepp. Vi använder olika akronymer som vi själva inte förstår. Då är det ännu svårare att en arkitekt ska förstå det, eller en hantverkare ute på byggarbetsplatsen ska förstå det. Det är där vi måste börja jobba och förändra på riktigt. Att man inte velat göra detta är för att affärerna är för bra. Det måste ske en förändring och det är det vi driver nu. För om inte vi gör det är det någon annan som gör det. Sen finns det också delar som ansvarstagande, kompetensnivå, det är nya kompetenser vi

måste möta. Det går inte bara att en brandingenjör som läst 5 år i Lund och göra brandskyddet. Du måste ha en som är typ model manager eller en BIM-strateg inom organisationen. Man måste bygga team på ett annat sätt. Men det primära är affärsmodellen.

***Det finns väl inte riktigt kompetensen bland brandingenjörer när det gäller t.ex. Revit?***

Nej, vi initierade med AutoDesk att dom skulle lansera produkterna mot Lund. Jag vet att ni i byggt teknik redan har det. Men brandingenjörerna i Lund har ingen grundläggande Revit kunskap, ingen grundläggande ritkunskap. Det är där problemet ligger. Man har sett sig själv som sakkunnig. Vi har digitala produkter för att effektivisera arbetet. Men det är lika mycket människan bakom. Kunskapen, sättet man jobbar och förståelsen. Det handlar om kunskapsnivå och framförallt att bygga team med olika kompetenser. Också varför ska man utsätta sig för riskexponering utefter att det kan bli fel om jag inte tjänar mer pengar på det? Vi trycker också på att kvalitets biten ökar och vi kan ta ett större ansvar och visa värdet. För det är vi som kan. När vi skickar den här PDF:en så är det någon annan som ska översätta och stoppa in i modellen, då är det lätt att det blir fel. Om vi blickar framåt, så jobbar vi för att bryta ner, istället för att jobba med pappersformat, är det data management vi pratar om. Kraven vi ställer i vår brandskyddsdocumentation är en typ av en master, här har man kraven men den måste inte leva i pappersformat, det informationen och datan i den som är det väsentliga. Det är där vi jobbar mot att se vad vi kan göra i framtiden.

***Känner du till prescriptive- och performance-based design?***

Ja! Vi har skrivit standarder för det och jobbat väldigt mycket med performance based. I Sverige har man missförstått begreppen, vi utnyttjar det fel i branschen. Det handlar inte om att lösa saker, det handlar om ansvar där också. Förenklad dimensionering handlar om att du har allmänt råd i BBR som en typ lösning. Performance-based innebär att du har möjlighet på ett annat sätt så länge du kan uppfylla kravet. Men performance-based har ofta förknippats med att du ska räkna, analysera. Det är inte ingenjörswerktygen som sådan, det är sättet som vi verifierar att vi uppfyllt kravet och ansvar. Du tillåts göra på ditt egna sätt, men då kan du inte falla tillbaka på samhällets föreslagna lösning. Det är du som tar över ansvaret. Byggherren är i första hand som delegerar det till oss som brandspecialister. Vi jobbar mycket med det.

***Hur ser fördelningen ut gällande förenklad och analytisk dimensionering?***

Man kan inte riktigt dela upp det. Du gör analytisk dimensionering i alla projekt mer eller mindre. Du gör inte ett projekt förenklat och ett annat enbart analytiskt. Det finns olika byggnadsklasser med olika krav. Br0 är fullständig analytisk verifiering, men det är ingen skillnad. Det är inte analyserna man nyttjar, utan ansvaret. Det handlar om hur jag argumenterar för vad jag väljer

och hur jag kan föra bevis för att den projektering jag gör är tillräckligt säker för att uppnå kraven som är ställda.

Jag antar när ni nämner analytisk dimensionering att man utnyttjar ingenjörswerktygen, simuleringar osv?

**Ja.**

Där är det de större projekten vi utnyttjar dessa verktyg till. Det är större kontor och stora infrastrukturprojekt vi använder detta, 15% av våra projekt. Men ha med att det är en liten del av andrområdet där man löser problem med dessa verktyg. Det är resultaten som är det viktiga, tex gångavstånd eller bredd på en dörr, det är det som är intressant för BIM. Det är inte vid simulering som man har nytta av BIM i första hand. Det är resultatet av simuleringen som är kravställningen och där man kan dra nytta av BIM.

**Ni använder i princip alltid analytisk dimensionering?**

Ja utifrån det svenska begreppet, men utifrån ett internationellt kontext så är det max 15%. Performance based design handlar om regelverkets möjliggörande, det är inte med verktygen. Internationellt sett är performance based design likställt med fire safety engineering. Det är 2-3 specifika områden där man jobbar med det: utrymning, brandgassimulering och bärande konstruktioner. I Sverige får man göra analytisk verifiering på hela boverkets föreskrifter. Det är Br0 byggnader som är analytisk verifiering i alla avseende, men det är inte fire safety engineering i någon större utsträckning, framförallt brandgassimulering och utrymningssimulering. Både förenklad och analytisk verifiering går att jobba med i BIM, inte antingen eller.

## **Appendix F**

### **Interview: Respondent 6**

Interview date: 2020-05-25, 10:00

Participants:

Respondent 3: Fire protection engineer, Fire safety consultancy company

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

**Vad har ni mest för typer av projekt?**

Vi jobbar väldigt brett, vi är runt ett hundratal personer som jobbar med brand och risk, drygt hälften gör brandskyddsprojektering och de andra håller på med riskhantering och riskplanering, detaljplaner och infrastrukturprojekt med riskhantering och trygghetsfrågor. Vi som håller på med brandprojektering så är det  $\frac{1}{3}$  bostadsbyggande, 40% industri och infrastruktur,  $\frac{1}{3}$  kontor. Vi har rätt stort fokus på infrastrukturuppdrag. Vi har alltså relativt litet fokus på bostäder och kontor och mest fokus på infrastruktur.

### ***Använder ni BIM i alla projekt?***

Jag har inte jobbat i något projekt där man använt BIM fullt ut. Dock används någon form av 3D-modellering i alla projekt som kan vara mer eller mindre omfattande. I ett projekt har man använt avancerade samordningsmodeller, medans i ett annat avancerat kontorshus har man gjort ritningar endast i 2D. Det blir vanligare och vanligare med BIM, detaljnivån på modeller ökar hela tiden. Vi gjorde ett pilotprojekt med BIM där man specade mängder osv men det var mer av typen landskapsuppdrag, där valde kunden att inte ha resten på det sättet. Det krävdes väldigt mycket kunskap av dom och oss, vi lade ned väldigt mycket tid på projekteringen. Kunder vill ofta ha hög nivå på BIM i början men vartefter sänker man ambitionsnivån. Men oftast har man väldigt stor nytta av samordningsmodellen. Men det är väl just drift och underhåll och relationshandlingarna, samt byggandet utifrån 3d-modellen som man inte riktigt kommit till än.

### ***Är ni involverade i BIM-modellen eller ger ni bara krav till de andra teknikområdena?***

Vi går mest in och granskar de andra. Vi vet att det finns i branschen där man försöker involvera sig så mycket som möjligt. Vårt team i mellanöstern har involverat sig i BIM-modellen med Revit plugins där man lägger in brandcellsgränser och specar materialkrav för ytskikt, man går in och redigerar data och modellerar in funktioner så gott det går. Dessa plugins är det inte så många som vet hur dom ska användas av andra än, det saknas en form av standardisering. Om vi börjar peta in något i modellerna nu så är frågan hur det hanteras sen.

### ***Skulle du kunna se några fördelar med att ha sådana plugins?***

Absolut, speciellt vid en komplex byggnad så kan det vara svårt att förtydliga vilka materialkrav som gäller på vilka komponenter. Mycket faller mellan stolarna från t.ex. Boverkets allmänna råd. Det finns absolut en kvalitetssäkrings funktion där vi kan förtydliga kravbilderna bättre med en 3D-modell och underlätta, samt förklara att denna volymen ska det vara en brandcell och här ska dessa gränser ligga. Det finns definitivt fördelar, men hur ska man hitta en standard som alla kan jobba efter. Så att det inte finns 100 olika plugins som alla jobbar olika med. Dels inlärningskurvan och hur det ska redovisas på ett enhetligt sätt.

### ***Varför tror du att arbetet med BIM gällande brandsäkerhet är så långt efter utvecklingen jämfört med andra teknikområden?***

Svaret är väl ganska enkelt, det handlar om att vi inte gör våra egna ritningar. Vi fungerar som någon form av granskningsfunktion åt byggherren så man inte missar några brandskydds krav. T.ex. i Australien är brandkonsulten endast med för att ta fram speciallösningar när kraven inte uppfylls. Egentligen är brandkonsulten inte en nödvändig funktion i byggbranschen om

det inte vore så att brandreglerna är så komplicerade. Brandkonsulterna är inte heller några vana modellerare. Man har grundkunskap i 2D CAD men 3D-modellerare blir mer av en specialist funktion. Dom som skulle kunna driva frågan framåt saknar oftast modelleringskunskapen. Om några år tror jag att folk kommer förvänta sig fullvärdiga BIM-modeller och då måste det ske en kompetenshöjning och då blir vårt bidrag kritiskt.

## **Appendix G**

### **Interview: Respondent 7**

Interview date: 2020-05-25, 11:30

Participants:

Respondent 3: Architect, Fire safety consultancy company

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

#### ***Jobbar ni mest med infrastrukturprojekt?***

Nej, vi jobbar med en salig blandning. Från förskolor, idrottshallar, sjukhus, vi jobbar med brand och risk. Jag arbetar dock i infrastrukturprojekten då det är där man jobbar med modellarbete. I de små uppdragen har det inte kommit till BIM och där jobbar man fortfarande med 2D-pdf arbeten. Kunskaps-spannet från beställare är väldigt stort. Fördelen med att vara ett stort företag är att vi har kompetens för att lösa de flesta projekt oavsett vilka krav beställaren har.

#### ***Hur ser dokumentationshanteringen ut med de projekten som använder BIM? Sker det självständigt och sen synkas med BIM-modellen?***

I de stora infrastrukturprojekten är vi kravställande. Vi ser till att projekterande teknikområden uppfyller våra krav. Vi jobbar väldigt tätt med arkitekt, konstruktion och ser till att vår information finns med i deras modeller. Eller åtminstone finns med så att de går att få in i nästa skede. Det beror på om det är en totalentreprenad eller förfrågningsunderlag som inte är totalare.

#### ***Ni sitter inte i modellen och för in era krav?***

Nej, i och med att jag jobbar med ett väg och tunnel projekt just nu där vi inte har en modell. Hade det varit ett husprojekt hade vi kunnat skapa en egen modell. Men vägar görs inte i Revit, det är i Revit som vi har möjlighet att föra in våra brandkrav.

#### ***Vad kan du se för fördelar med att använda BIM?***

BIM är en arbetsmetod. Det är att se en helhet, att se vår relation till de olika teknikområdena. Det handlar om att ta ansvar, att det vi gör når mottagaren. Många tänker BIM som endast en Revit modell, men har den inget syfte så är

det inte så bra. Det handlar om att se till att mottagaren får rätt information i modellen annars faller det. På vissa fronter har vi kommit jättelångt och på andra fronter är vi i stenåldern.

***Varför tror du att arbetet med BIM gällande brandsäkerhet är så långt efter utvecklingen jämfört med andra teknikområden?***

Det beror på att en brandingenjör i alla tider har fått en PDF, ritat in informationen och i värsta fall faxat tillbaka och sedan släppt det, deras jobb har varit att skriva och räkna. De har inte sett sig som ritande projektörer, utan kravställande.

***Tror du i framtiden att det kommer bli mer som de andra teknikområdena, att man sitter och projekterar mer inom brand?***

Nej. Jag tror man kommer jobba mer i team. Man måste vara specialistkunnig och du kan inte vara specialist på en massa saker. T.ex. så sätter man ihop ett team på 5 personer, alla gör sin del och tillsammans håller man en hög nivå. En brandingenjör kommer inte bli en 3D-ritande byggingenjör, utan istället kommer man anlita en byggingenjör med intresse för brand och så kommer de jobba ihop. Det är omöjligt att kunna allt i dagens bransch och då behöver man hjälp från andra yrkesområden. Brandsäkerhetsföretag anställer inte bara brandingenjörer numer utan man anställer personer från massa olika bakgrunder.

## **Appendix H**

### **Interview: Respondent 8**

Interview date: 2020-05-25, 13:00

#### **Participants:**

Respondent 3: Fire protection engineer, Fire safety consultancy company

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

#### ***Vilken typ av byggnader jobbar ni mest med?***

Det är lättare att säga vad vi inte jobbar med, typ tunnelbanor och undermarksanläggningar, annars jobbar vi med det mesta.

#### ***Vilka projekt använder ni BIM till?***

Vi tar inte fram några handlingar i 3D, vi säljer någon form av krav. Under projekteringsprocessen för vi fram kraven som vi tolkar från Boverket. Vi använder en 3D-modell, vi skjuter inte in en modell i projektet som en arkitekt gör.

#### ***Jobbar ni med analytisk dimensionering?***



Följer man allmänna råden så använder man endast förenklad dimensionering, men i de flesta projekt gör vi någon form av analytisk dimensionering. Analytisk dimensionering gör vi till olika grad i princip i alla projekt. Man kan göra analytisk dimensionering på olika sätt. Det finns diskuterande analytisk dimensionering där man tittar på vad säkerhetsläget är med den lösningen vi har valt jämfört med referensbyggnaden och kvantitativ analytisk dimensionering där man exempelvis kollar på brandrök- och utrymningssimuleringar.

***Hur ser fördelningen ut mellan förenklad och analytisk dimensionering?***

Överlag är förenklad dimensionering det vanligaste men sen är det nästan alltid någon lösning i varje projekt som görs med analytisk dimensionering. Där man kan påvisa att det alternativet är bättre rent ekonomiskt och säkerhetsmässigt. Och det är därför vi finns till. Hade byggreglerna varit mer utformade digitalt så hade du fått svar på en gång hur byggnaden ska utformas rent brandskydds mässigt.

***Skulle du kunna se några fördelar med att använda BIM både vid analytisk och förenklad dimensionering?***

Det vi vill åt är att oavsett vilken kommunikationssätt vi använder är att alla förstår behovet som finns för byggnaden. Vad det kommer ifrån, t.ex. BIM, spelar kanske inte så stor roll. Det viktiga är att informationen vi sitter på kommer fram till projektet och efter byggnaden är klar. Det måste branschen lösa. Om det är en modell, databas eller en stor rapport, det kan diskuteras. Som det ser ut nu ska vi ha fram en brandskyddsbeskrivning.

***Tror du det hade varit en fördel om ni hade fört in kraven direkt i BIM-modellen istället för att ni ger kraven till andra teknikområden som de sedan måste förhålla sig till?***

Det är ganska komplext. Vi ska komma fram till en lösning tillsammans. Vi vill inte bara vara en kravställare som de sedan måste förhålla sig till. Vi ska forma byggprojekt tillsammans med andra experter inom projektering. Man kommunicerar både via möte, telefon och modeller, rapporten är en slutprodukt. Det viktiga är att vara med i själva formandet av det här. Jag är skeptisk till att modellera upp gångspråk, volymer som är utrymningsvägar och sådär. Det finns risk att det blir kantigt. Det finns andra sätt att göra någonting än det man faktiskt modellerar, så lösningen kan helt förändras på ett möte. Absolut, finns det ett bra sätt att snabbt kommunicera via en modell så kan det vara ett alternativ. De rapporterna vi sitter på idag är nog egentligen mer av en formalitet än faktisk informationsbärare.

***Så varför du tror att BIM inte är så implementerad i brandbiten, är det mest av tradition och att det funkar så som det görs nu?***

Ja. Låt säga att vi skulle modellera revit volymer osv. så kan jag se framför mig att vårt uppdrag kanske skulle 10 dubblas, och till vilken nytta? Kommer

vi med vårt arbete då förmedla mer information än idag, kommer det va till gagn till projektet i helhet? Det hade varit bra att ha en samlad informationsbild på något sätt i form av en modell eller databas. Men det spretar extremt mycket från projekt till projekt.

***Det kanske blir mindre förvirring om det finns en gemensam modell, så att alla vet vad som gäller?***

Ja precis, men det kommer bara att vara dem extremt stora aktörerna som kan vara intresserade av detta i nuläget i alla fall. Det hade varit alla tiders om någon lägger in kraven och så kommer vi in och bara justerar lite. Säg att vi vill ha en trevåningsbyggnad, så får du per automatik som arkitekt två utrymningsvägar. Så kan vi säga att vi kan ta bort en utrymningsväg om vi sätter in en sprinkleranläggning, där kan vår roll vara att granska modellerna och ta bort eller lägga till brandskyddsutrustning.

Det är en svår process med projektering, det är ett lagarbete som bygger på kommunikation. Så länge vi kan förbättra kommunikationen så är det bara positivt.

## **Appendix I**

### **Interview: Respondent 9**

Interview date: 2020-05-25, 13:45

Participants:

Respondent 9: Foreman, Fire department

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

### ***Vet du vad BIM är?***

Min bild av vad BIM är att det är ett verktyg för att underlätta vid projektering. Framförallt ett 3D-verktyg, du ser alla projektörer vid projektering och du har en 3D-modell där du kan se att allt i ett projekt passar som det ska.

### ***Kan du beskriva arbetsmetoden i korthet om ni får ett larm i en byggnad?***

Larmen kommer in på två olika sätt, utifrån en fastställd larmplan d.v.s. man har fastställt att larmet kommer från en specifik byggnad, då kommer enheten att åka till den, det är ett sätt. Det andra är att det rings in att det brinner och då gör vårt inre befäl en bedömning vilka enheter som ska skickas till platsen, SOS gör en allmän bedömning men sen gör vårt inre befäl och så går vårt inre befäl och hjälper dem och bestämmer vem som ska skickas.

### ***Hur lång tid har ni innan ni ska vara på plats?***

Vi har egentligen ingen bestämd tid när vi ska vara på plats. Heltidsstyrkorna har 90 sekunder på sig att vara på rull. Deltidsstyrkorna har 5-6 minuter på sig. Men vi har ingen bestämd tid som säger när vi ska va framme. Man har normal insatstid som är 10 min, då kan det bli att när man bygger nytt måste ta hänsyn till det.

***Hur ser organisationen ut på plats t.ex. när ni ska rökdyka, står det alltid en arbetsledare utanför byggnaden och har en överblick på saker och ting?***

Absolut, det finns en sån här asse (arbetsmiljöverket har en befattning som handlar om rökdykning). Grunden idag är att det ska vara minst 5 personer som är med, 2 rökdykare, 1 rökdykarledare som står utanför, 1 pumpskötare och 1 befäl, en räddningsledare.

***Vad har ni normalt för information om en byggnad vid larm?***

Det varierar, det vanligaste är att vi inte har någon information alls. Förutom om personerna känner till byggnaden från erfarenhet. Sen är det lite olika, har vi ett automatlarmsobjekt, så har vi åtminstone vad vi kallar för insatskort. Vi har lite information om vart brandlarmstablån sitter, vart vi ska åka så att säga. Vi kan då kolla i brandlarmstablån om det brinner och var det brinner. Samt körväg dit och en väldigt enkel schematisk situationsplan som är handritad. Detta är nivå 1. I vissa typer av objekt har vi insatsplaner, det kan också variera lite grann men vi har försökt att styra upp vad som ska finnas i den. I en normal insatsplan kan det finnas mycket information, som ritningar, brandcellsgränser, speciella risker, något som är speciellt skyddsvärt.

***Men det är bara planritningar? Har ni även 3D-modeller?***

Nej, det har vi ej.

***Vad gäller avseende nycklar, har ni det till alla byggnader i regionen?***

Ja, det funkar så att det sitter ett fasadnyckelskåp på alla automatlarmsobjekt, där finns nycklar så att vi kommer vidare in i byggnaden. Det gäller bara automatlarmade objekt, resten av alla byggnader har vi inga nycklar eller någonting.

***Skulle du kunna se några fördelar med att ha en 3D-modell av byggnaden på typ en Ipad, där man kan se brandskyddsinformation?***

Ja det tror jag absolut! Men det är nog en lång resa innan vi kan hantera en sån information. Vi måste ha tekniken som möjliggör det, befälen måste också utbilda sig i det. Men på sikt kan jag absolut se det. Jag tror själv att det är en jättefördel att ha en 3D-modell man kan titta i.

***Jag tänker att om det är några inne och rökdyker så kan man få bättre överblick av byggnaden som befäl utanför om man har en 3D-modell.***

Ja det borde underlätta. Insatsplanerna som jag berättade om får vi digitalt, i vårt fordonsdata, där får vi upp lite sådana saker om vi vill.

Men att ha en 3D-modell tror jag skulle vara till fördel, men många tycker att det är besvärligt med 2D-ritningar, så dem kommer nog få det jobbigt med en 3D-modell.

## **Appendix J**

### **Interview: Respondent 10**

Interview date: 2020-05-25, 15:15

Participants:

Respondent 10: Fire protection engineers, Fire department

Maxemilian Persson: Student

Gustav Gjerstad: Student

#### ***Vad för typ av byggnader jobbar ni mest med?***

Person 1: De två största är kontor och flerbostadshus, det är det som byggs mest i regionen. Men vi granskar allt möjligt.

#### ***Vilka projekt använder ni BIM till?***

Person 1: Ritningsfilerna som vi granskar kommer aldrig som en BIM-modell, utan i någon form av PDF-format med färdiga ritningar. Vi får inte heller några vanliga 3D-modeller vid simuleringar utan då är det någon slags stillbilder. Vi arbetar inte i BIM-filer.

#### ***Hur ser dokumentationshanteringen ut, är det PDF som gäller?***

Person 1: Ja, klassiska arkitekt eller konstruktionsritningar i PDF format, planritningar och sektionsritningar osv.

#### ***Hur tycker ni att det funkar, skulle ni kunna tänka er att använda BIM istället? Hur ser kommunikationen ut?***

Person 1: Det beror på vad man använder BIM för att uppnå. Man använder väl BIM för att undvika konflikter och det som kan skapa problem vid byggtid sen. Det blir mer ett verktyg för att lösa allt innan man skickar in det till stadsbyggnadskontoret. Vi är inte med i den tidiga projekteringen så ofta. Det är ofta ganska klart när det kommer till oss.

Person 2: Jag ser ett möjligt användningsområde för oss. I vanliga fall går det att få en snabbare överblick över byggnaden och se det vi behöver från en vanlig 2D-ritning. Men vid komplexa byggnader tror jag det skulle kunna vara en fördel att ha möjlighet att kika i BIM. Nu har jag ingen erfarenhet av BIM, men att bara kunna se en byggnad i 3D vid komplexa byggnader hade kunnat underlätta.

Person 1: De gånger vi suttit ihop med projektörer och tittat på 3D-modeller av placering av spiegelledning, uttag och ventilationstjackt av brandgasventilation och liknande. Där är det ju rätt bra att ha BIM. Men oftast

har vi kontakt med brandkonsulter och så får de förklara var ledningar och sånt går. Det är så vi jobbar i dagsläget.

***Varför har ni inte implementerat BIM i ert arbetssätt?***

Person 1: Det är ett rätt avancerade system och dyra programvaror att köpa in, så just nu ger det nog inte så mycket nytta i förhållande till våra arbetsområden.

***Det funkar kanske bra som det är nu?***

Person 2: De remisserna vi får in idag funkar vårt system väldigt bra till. Men skulle vi börja få in 3D-filer, om alla andra i byggbranschen bara börjar jobba med BIM så kommer vi också följa med på det tåget.

Person 1: Skickas det in BIM-filer till stadsbyggnadskontoret så måste vi börja granska ett sådant underlag också. Stadsbyggnadskontoret ligger redan efter lite mjukvarumässigt och utvecklingsmässigt, så de får sällan in avancerade modeller.

***Skulle ni kunna se några fördelar med att räddningstjänsten använde BIM? Med information på fastigheter osv.***

Ja definitivt. Om personen som ska utnyttja det har kunskap så skulle det definitivt vara till stor nytta. Att läsa information av en byggnad från utsidan är ganska avancerat idag eftersom man bygger så komplicerat. Att ha en 3D-modell där man kan se allt från trapphus till olika vägar som man kan ta sig till olika utrymmen hade definitivt varit en bra grej.

Person 2: Absolut, sen är frågan hur snabbt man kan använda systemet, det är en kritisk faktor.

Person 1: Jag tänker mig att man kan släcka de onödiga lagerna och bara ser huvudstråken, brandcellsgränser, brandsektion, brandgasledningar och de brandtekniska systemen osv.