

# Projekteringsledning med stöd av BIM

Caroline Gustafsson



**LUNDS**  
UNIVERSITET

© Copyright Caroline Gustafsson

Lunds universitet, Lunds tekniska högskola  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Byggproduktion

Telefon: +46 46 2227421  
Hemsida: [www.bekon.lth.se](http://www.bekon.lth.se)

ISRN LUTVDG/TVBP-185574/-SE

# Abstract

- Title:** Design management with the support by BIM
- Author:** Caroline Gustafsson, Master of Science in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Lund University
- Supervisor:** Stefan Olander, Associate Professor, Docent, Department of Construction Sciences, division of Building production, Lund University
- Examiner:** Radhlinah Aulin, Associate Professor, Docent, Department of Construction Sciences, division of Building production, Lund University
- Purpose:** The purpose is to examine/review the benefits of BIM and how they can be achieved in/during the design phase through digitalization in the construction industry. Furthermore, it is investigated how the design management and BIM coordination differ between the selected fall projects.
- Problem formulation:**
- Analyze what support the design management has with the help of digital tools such as BIM.
  - What BIM benefits are relevant to today's skills and tools?
  - How will BIM be used during the design phase to make the design more effective?
- Method:** The research strategy is a case study where two case projects have been studied. The study is a qualitative method with an inductive research approach. A pilot study was conducted with unstructured interviews, which led into the literature study. The summary result has in turn been the basis for the main study, for the interviews in the two case projects. The interviews were conducted as semi structured interviews, where the template formed the basis of the interviews, which were designed for each occasion. The results of the pre-, literature-and main study were finally analyzed and then compiled in a conclusion.

**Conclusion:**

A conclusion that can be drawn in the study is that BIM is not only a digital tool with models in 3D, but a modern working method with a focus on information management, which is a central part of digitalization in the construction industry. The main purpose of BIM is to make the entire construction process more efficient through simpler processes where all information is collected in one place. The earlier correct claim is formulated, the more useful BIM can generate for the construction project. Digital conversion in the construction industry can save billions.

Communication is very important for achieving successful projects, which means that the procurement method is not entirely insignificant. Collaboration and partner projects are examples of procurement that contribute to good communication and openness in projects. Together with BIM, the projects are assumed to come very far in communication, but there are additional alternative procurement methods, such as IPD, which can further streamline processes using BIM.

One conclusion is that the potential exists in the construction industry to switch to a more digital industry, but there is less interest from the designers or companies. Good models lead to better control of time-, cost-, quality- and sustainability management, and more opportunities are available to carry out analyzes that compare results that are faster and cheaper with better quality and reduced carbon dioxide emissions. The power is therefore largely on business and designers in the development of digitalization in the construction industry.

Effective processes are also achieved with productive meetings that have good quality with a good agenda. It is not the quantity of meetings that count but its quality. Towards a working approach like VDC (Virtual Design and Construction) with a smaller project group is to recommend, as well as focus on one project at a time.

A conclusion that can be taken to deal with the underestimation of the final cost in megaprojects recommends focusing on early and clear claims as well as better risk management. To bet on more pilot projects and knowledge feedback is preferable.

The different dimensions within BIM can thus be the combined happenings to move in the right direction by joining the processes in construction projects. One conclusion is that digitalization is here to stay, and it's all about that companies in the industry are jumping on the train now, in order to live up to tomorrow's requirements.

**Keywords:**

BIM, Building Information Management, Information Management, Requirements, Design, Design Management, VDC Megaproject, Efficiency, Utility

# Sammanfattning

- Titel:** Projekteringsledning med stöd av BIM
- Författare:** Caroline Gustafsson, Civilingenjörsutbildning Väg och vattenbyggnad, Lunds Tekniska Högskola
- Handledare:** Stefan Olander, Universitetslektor, Docent, Institutionen för byggvetenskaper, Avdelningen för Byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola
- Examinator:** Radhlinah Aulin, Universitetslektor, Docent, Institutionen för byggvetenskaper, Avdelningen för Byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola
- Syfte:** Syfte är att granska nyttorna med BIM och hur de kan uppnås i projekteringsfasen genom digitalisering i byggbranschen. Vidare undersöks på vilket sätt projekteringsledningen och BIM-samordningen skiljer sig mellan de utvalda fallprojekten.
- Problemformulering:**
- Analysera vilket stöd projekteringsledningen har med hjälp av digitala hjälpmedel som BIM.
  - Vilka BIM-nyttor är relevanta med dagens kompetens och hjälpmedel?
  - Hur ska BIM användas under projekteringsfasen för att effektivisera projekteringen?
- Metod:** Forskningsstrategin är en fallstudie där två fallprojekt har studerats. Studien är en kvalitativ metod med en induktiv forskningsansats. En förstudie genomfördes med ostrukturerade intervjuer som sedan ledde till en litteraturstudie. Det sammanfattande resultatet har i sin tur legat till grund för huvudstudien, till intervjuerna i de två fallprojekten. Intervjuerna utfördes som semistrukturerade intervjuer där mallen låg till grund för intervjuerna, vilken utformades efter respektive tillfälle. Resultatet från för-, litteratur-, och huvudstudien analyserades till sist i analysen för att sedan sammanställas i en slutsats.

**Slutsats:**

En slutsats som kan dras i studien är att BIM inte bara är ett digitalt verktyg med modeller i 3D utan en modern arbetsmetod med fokus på informationshantering, vilket är en central del av digitaliseringen i byggbranschen. Huvudsyftet med BIM är egentligen att hela byggprocessen ska kunna effektiviseras genom enklare processer där all information är samlad på ett ställe. Ju tidigare rätt kravställning formuleras, desto större nytta kan BIM generera till byggprojektet. En digital omställning i byggbranschen kan leda till att miljarder sparas.

Kommunikationen är väldigt viktig för att nå framgångsrika projekt, vilket resulterar i att upphandlingsformen inte är helt oväsentlig. Samverkan och partneringsprojekt är exempel på upphandlingsformer som bidrar till en god kommunikation och öppenhet i projekt. Tillsammans med BIM antas projekten komma väldigt långt gällande kommunikationen men det finns ytterligare alternativa upphandlingsformer som exempelvis IPD som kan effektivisera processerna ytterligare med hjälp av BIM.

En slutsats är att potentialen finns i byggbranschen till att ställa om till en mer digital bransch men att det finns ett mindre intresse från projektörernas eller företagens sida. Bra modeller leder till bättre kontroll av tids-, kostnads-, kvalitets- och hållbarhetsstyrning och större möjlighet finns till att genomföra analyser som kan jämföra resultat som går snabbare och blir billigare med bättre kvalitet och med ett minskat koldioxidutsläpp. Makten ligger därför till stor del på företagen och projektörerna när det gäller utvecklingen av digitaliseringen i byggbranschen.

Effektiva processer uppnås även med produktiva möten som har god kvalitet med en bra agenda. Det är inte kvantiteten av möten som räknas utan dess kvalitet. Att gå mot ett arbetssätt som VDC (*Virtual Design and Construction*) med en mindre projektgrupp är att rekommendera, samt att fokusera på ett projekt i taget.

En slutsats som kan dras gällande att hantera underskattningen av slutkostnaden i megaprojekt, rekommenderas det att fokus läggs på en tidig och tydlig kravställning samt en bättre riskhantering. Att satsa på fler pilotprojekt och kunskapsåterföring är att föredra.

De olika dimensionerna inom BIM kan på så sätt vara de samlade skeendena för att gå i rätt riktning genom att knyta ihop processerna i byggprojekt. En slutsats är att digitaliseringen är här för att stanna och det gäller att företagen i branschen hoppar på tåget nu, för att kunna leva upp till morgondagens krav.

**Nyckelord:**

BIM, Building Information Management, Informationshantering, Kravställning, Projektering, Projekteringsledning, VDC, Megaprojekt, Effektivisering, Nytt

# Förord

Examensarbetet avslutar min femåriga studie på Civilingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola, inom Väg- och Vattenbyggnad. Arbetet motsvarar 30 högskolepoäng och genomfördes under våren 2018. Studien syftar till att koppla samman kunskapen som erhållits under utbildningens gång.

Ämnesområdet växte fram under slutet av utbildningen och som konkretiserats med hjälp av handledarna. Studiens inriktning ansågs vara en aktuell infallsvinkel som jag önskade lära mer om och ämnet ansågs innebära en god komplettering till utbildningen samt en god koppling till samhällsbyggnadsbranschen.

Jag vill börja med att tacka alla respondenter på fallprojekten som har visat stort intresse och engagemang för studien, utan er hade studien inte kunnat genomföras.

Tack till min handledare på LTH, Stefan Olander, som har bidragit med värdefulla tips och råd under examensarbetets gång.

Slutligen vill jag rikta ett stort tack till min pappa, Lars Gustafsson, som har väglett mig genom examensarbetets gång och för att ha introducerat mig till branschen. Tack till min familj som alltid finns där för mig, mina vänner som har stöttat mig under min studietid och ett stort tack till min käre pojkvän som har stått ut med allt prat om BIM, det senaste halvåret.

Nu väntar nya äventyr!

Lund den 6 juni 2018

Caroline Gustafsson

# Innehållsförteckning

## Abstract

## Sammanfattning

## Förord

<b>1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>9</b>
1.1	<i>Bakgrund .....</i>	9
1.2	<i>Syfte och mål.....</i>	10
1.3	<i>Problemformulering.....</i>	10
1.4	<i>Avgränsning.....</i>	11
1.5	<i>Disposition.....</i>	12
<b>2</b>	<b>Metod.....</b>	<b>13</b>
2.1	<i>Forskningsprocess.....</i>	13
2.2	<i>Forskningsmetodik.....</i>	14
2.2.1	Kvantitativa och Kvalitativa metoder.....	14
2.2.2	Ansatsmetod.....	15
2.2.3	Litteraturstudie .....	16
2.3	<i>Metodval.....</i>	17
2.4	<i>Datainsamlingsmetodik.....</i>	18
2.4.1	Förstudie.....	18
2.4.2	Fallstudie.....	18
2.4.3	Observationer .....	19
2.4.4	Intervjumetodik .....	19
2.5	<i>Trovärdighet – Validitet o Reliabilitet.....</i>	20
2.5.1	Validitet.....	20
2.5.2	Reliabilitet.....	20
<b>3</b>	<b>Teori.....</b>	<b>21</b>
3.1	<i>BIM.....</i>	21
3.1.1	Vad är BIM?.....	21
3.1.2	Nyttorna och tillgängligheten med BIM.....	22
3.1.3	Kravställningen för BIM i projekt .....	22
3.1.4	Olika mognadsnivåer av BIM.....	24
3.2	<i>En överblick över byggprocessen.....</i>	25
3.3	<i>Projekteringsfasen.....</i>	26
3.3.1	Informationshantering och kommunikation i projekteringsfasen.....	26
3.4	<i>Projekteringsledning.....</i>	29
3.4.1	Kostnadsstyrning under projekteringsfasen.....	29
3.4.2	Samverkan och partnering.....	30



3.5	<i>Projekteringsledning med stöd av BIM</i> .....	31
3.5.1	BIM-samordnare.....	31
3.5.2	Tillämpningsområden för BIM samt möjliga nyttor .....	32
3.5.3	Olika dimensioner för BIM .....	35
3.5.4	Innovativa arbetssätt .....	37
3.5.5	VDC.....	37
3.6	<i>Megaprojekt</i> .....	38
<b>4</b>	<b>Empiri</b> .....	<b>40</b>
4.1	<i>Förstudie</i> .....	40
4.2	<i>Fallprojekt</i> .....	41
4.2.1	Presentation av respondenter.....	41
4.3	<i>Fallprojekt NSM</i> .....	42
4.4	<i>Intervjuer NSM</i> .....	42
4.4.1	Övergripande BIM-samordnare på NSM .....	42
4.4.2	Projekteringsledare på NSM.....	46
4.4.3	BIM-samordnare på NSM.....	51
4.5	<i>Observationer på NSM</i> .....	56
4.6	<i>Fallprojekt ESS</i> .....	58
4.7	<i>Intervjuer ESS</i> .....	58
4.7.1	Övergripande BIM-samordnare på ESS.....	58
4.7.2	Projekteringsledare på ESS .....	64
4.7.3	BIM-samordnare på ESS.....	66
<b>5</b>	<b>Analys</b> .....	<b>70</b>
5.1	<i>BIM – definition och erfarenhet</i> .....	70
5.2	<i>BIM i projektet</i> .....	71
5.2.1	Arbetsgång och kravställning .....	71
5.2.2	Pilotprojekt.....	72
5.2.1	Digitalisering.....	72
5.2.2	Utmaningar.....	73
5.2.3	Tids-, kostnads-, kvalitets-, och hållbarhetsstyrning.....	74
5.2.4	BIM-nivå.....	75
5.3	<i>BIM i projekteringsfasen</i> .....	75
5.3.1	Förändrat arbetssätt.....	75
5.3.2	Effektivisera projekteringen .....	76
5.3.3	VDC.....	77
5.4	<i>BIM i ett megaprojekt</i> .....	77
5.4.1	Erfarenhet av megaprojekt .....	77
5.4.2	Skillnaden mellan ett stort och ett litet projekt .....	77
5.4.3	Slutkostnad.....	78
5.5	<i>Generella kommentarer</i> .....	78
5.5.1	Upphandlingsform .....	78
5.5.2	Nästa steg för att effektivisera projekteringen .....	79
<b>6</b>	<b>Slutsats och framtida studier</b> .....	<b>81</b>
6.1	<i>Slutsats</i> .....	81
6.2	<i>Fortsatta studier</i> .....	83
<b>7</b>	<b>Referenslista</b> .....	<b>85</b>

<b>Bilaga 1 .....</b>	<b>89</b>
<i>Intervjufrågor till projekteringsledare/BIM-samordnare.....</i>	<i>89</i>

# 1 Inledning

*Detta inledande kapitel presenterar en övergripande bild av studien och dess bakgrund till problemet. Vilket leder fram till forskningsstudiens syfte och målsättning. Efterföljt av avgränsningarna till studien samt dess disposition.*

---

*”Den som bygger ett hus måste tänka först”*

*(Stintzing, 2005)*

## 1.1 Bakgrund

Byggbranschen är idag en av de största branscherna i världsekonomin, med cirka 10 trillioner dollar spenderade inom byggnadsrelaterade varor och tjänster varje år (McKinsey Global Institute, 2017). Industrins produktivitet har däremot kommit efter i decennier när andra branscher har gått framåt, vilket har lett till en möjlighet att stänga ett gap på 1,6 miljarder dollar (ibid.). Enligt Klaus Schawab (2017) är digitaliseringen oerhört viktig för att effektivisera olika branscher, vilket leder till sparad tid och resurser. Avén (1981) poängterar vikten av att utnyttja tillgängliga resurser till fullo. Vismas Digitaliseringsindex 2017 ligger på 40,9 procent för hela Sverige, gällande digitaliseringen av ekonomiska och administrativa processer (Visma, 2017), byggbranschens Digitaliseringsindex 2016 hamnade på 33 procent (Visma, 2016). Enligt Svensk Byggtjänst är det framförallt byggbranschen som kommer efter, endast 35 procent anger att de arbetar aktivt med digitaliseringen, vilket redovisas i Industrifaktas undersökning av digitaliseringen av byggbranschen. Enligt undersökningen har digitaliseringen varit låg i den svenska byggbranschen jämfört med andra branscher, men nu påvisar undersökningen att utvecklingen har börjat accelerera (Svensk Byggtjänst, 2018).

Smart Built Environment (2018) är ett program som har en unik och långsiktig satsning angående framtagandet av hållbara och integrerade sätt att bygga. Programmets vision är följande:

*”Hållbart samhällsbyggande och maximal brukarnytta genom effektiv informationshantering och industriella processer med digitaliseringen som drivkraft”*

*(Smart Built Environment, 2018a)*

Gemensam informationsinfrastruktur är nyckeln för att nå förändring menar Smart Built Environment (2018). Att skapa nytta för företagen, brukarna och samhället kan uppnås genom obrutna informationsflöden med affärsdrivna tillämpningar inom BIM (Building Information Management), GIS (geografiskt informationssystem) och industriella processer. Målet med programmet är att till 2030 uppnå: 40 procent minskad miljöpåverkan, 33 procent förkortad byggtid, 33 procent reducering av byggkostnader och slutligen fler nya värdekedjor och affärsmodeller (Smart Built Environment, 2018a). Det finns 17 strategiska innovationsprogram och Smart Built Environment är ett utav dem. Dessa innovationsprogram har fått stöd som en gemensam satsning från Vinnova, Energimyndigheten och Formas, för Strategiska innovationsområden (ibid.).

Den interna utbildningsnivån på företagen i samhällsbyggnadsbranschen anses vara relativt låg och flera anser att de inte har tillräcklig kunskap internt i företaget för att ens bedöma var de

står i digitaliseringsfrågan. I Industrifaktas undersökning från 2017 anser 50 procent att digitaliseringen inte är en möjlig intäktskälla. Däremot verkar företagen vara mer positiva till besparingspotentialen (Svensk Byggtjänst, 2018). Trots denna oroväckande värdering finns det en positiv bedömning av undersökningen som påvisar att det finns en hel del insikter beträffande behov och möjligheter kopplade till en snabbare utveckling av digitaliseringen. En accelererande satsning genomförs nu där framförallt de stora företagen och bostadsbolagen ser en påtaglig ekonomisk vinning med digitaliseringen (ibid.). Enligt tidigare undersökningar av Industrifakta och Svensk Byggtjänst, kan bristande kommunikation i bygg- och förvaltningsprocessen kosta upp till 60 miljarder kronor, bedömer branschens aktörer. Enligt undersökningen anser över 50 procent att de kan vinna mycket vid samarbeten i projekt kopplat till digitaliseringen (Svensk Byggtjänst, 2018).

I flera år har samhällsbyggnadsbranschen haft en önskan om att effektivisera samt utnyttja resurser till fullo för att kunna nå snabba och goda resultat för samhället. Den senaste tidens utveckling gällande digitalisering samt önskan om att nå en hållbar utveckling i form av social-, ekonomisk- och ekologisk hållbarhet har gett branschen nya möjligheter samt hårdare krav. Strategier har börjat tas fram för arbetet med BIM-frågor som leder till gemensamt arbetssätt och kravställning för användningen av BIM. Vilket leder in på denna studies inriktning, var står byggbranschen idag, när det kommer till två av de största megaprojekten på den svenska marknaden? Hur ser informationshanteringen ut och vilka behov saknas?

Organisationerna Akademiska Hus AB, Fortifikationsverket, Riksdagsförvaltningen, Specialfastigheter Sverige AB och Statens fastighetsverk har gått samman för att bilda ”BIM i Staten”. Sammanslagningen har bland annat resulterat i rapporten ”Riktlinje BIM i projekt” (2014), vilken syftar till att förespråka en god ledning i projekteringsfasen. Rapporten avser att utveckla ett gemensamt arbetssätt och kravställande vid användandet av BIM i projekt, för att på så vis nå effektivare informationshantering vid byggnationsprojekt. Studien har därför valt att fokusera på projekteringsledning med stöd av BIM och hur projekteringsledningen kan utvecklas för att nå dess fulla potential.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet är att granska nyttorna med BIM och hur de kan uppnås i projekteringsfasen genom digitalisering i byggbranschen. Vidare undersöks på vilket sätt projekteringsledningen och BIM-samordningen skiljer sig mellan de utvalda fallprojekten. Målet är att granska branschens enhetliga strategier för arbetet med BIM-frågor och på vilket sätt de leder till ett gemensamt arbetssätt och kravställande för byggbranschen. Resultatet ska kunna vara användbart för företag i branschen och förhoppningsvis kunna utveckla och effektivisera digitaliseringsarbetet i byggbranschen.

## 1.3 Problemformulering

- Analysera vilket stöd projekteringsledningen har med hjälp av digitala hjälpmedel som BIM.
- Vilka BIM-nyttor är relevanta med dagens kompetens och hjälpmedel?
- Hur ska BIM användas under projekteringsfasen för att effektivisera projekteringen?

## 1.4 Avgränsning

Studien fokuserar på arbetet i projekteringsfasen samt överföringen och tillämpningen i produktionen. Avgränsningen har begränsats till de två aktuella megaprojekten ESS (The European Spallation Source) och NSM (Nya Sjukhusområdet Malmö). Båda projekten är samverkansprojekt och är belägna i södra Sverige, i Lund respektive Malmö, studien begränsas därför till dessa geografiska områden. Studien gör inte någon djupgående studie av BIM i produktions- och förvaltningsskedet utan nämner enbart mycket kort om dessa delar av byggprocessen. BIM kan definieras på många olika vis och i denna studien ligger fokus på informationshanteringen kring BIM, Building Information Management. Studiens empiri är uppbyggd utifrån observationer och intervjuer som genomförts på fallprojekten och respondenterna har motsvarande roll på respektive projekt. Ingen djupgående studie har genomförts gällande olika program kopplade till BIM, de som lyfts är program som respondenterna fokuserar på.

## 1.5 Disposition

<b>Kapitel 1</b>	<b>Inledning</b> Detta inledande kapitel presenterar en övergripande bild av studien och dess bakgrund till problemet. Vilket leder fram till forskningsstudiens syfte och målsättning. Efterföljt av avgränsningarna till studien samt dess disposition.
<b>Kapitel 2</b>	<b>Metod</b> I detta kapitel presenteras inledningsvis studiens upplägg för att visa forskningsprocessen. Efterföljt av en introduktion av forskningsmetodiken samt motivering av metodvalet. Datainsamlingens olika metodiker beskrivs för att avslutningsvis beröra trovärdigheten.
<b>Kapitel 3</b>	<b>Teori</b> I detta kapitel beskrivs resultatet av litteraturstudien med BIM som huvudområde följt av en kronologisk ordning av byggprocessen, projekteringsfasen och projekteringsledning. Med avslutande fokus på projekteringsledning med stöd av BIM och en beskrivning av VDC samt megaprojekt.
<b>Kapitel 4</b>	<b>Empiri</b> I detta kapitel återges resultatet från förstudien för att sedan beskriva fallprojekten samt resultaten från intervjuerna, och observationerna i ett av fallprojekten.
<b>Kapitel 5</b>	<b>Analys</b> I detta kapitel analyseras resultatet av respondenternas svar från intervjuerna samt observationer som genomförts i projektet för studien med avseende till teorin som redogörs i kapitel 3. Analysen följer intervjufrågornas delrubriker som redovisas i kapitel 4 och i bilaga 1.
<b>Kapitel 6</b>	<b>Slutsatser och framtida studier</b> I detta kapitel sammanställs studiens slutsatser som sammanfattar resultatet och analysen utifrån studiens syfte och frågeställning. Framtida studier presenteras även inom ämnesområdet.
<b>Kapitel 7</b>	<b>Referenslista</b> I detta kapitel sammanställs källorna till studien.
<b>Bilagor</b>	I denna del bifogas intervjumallen.

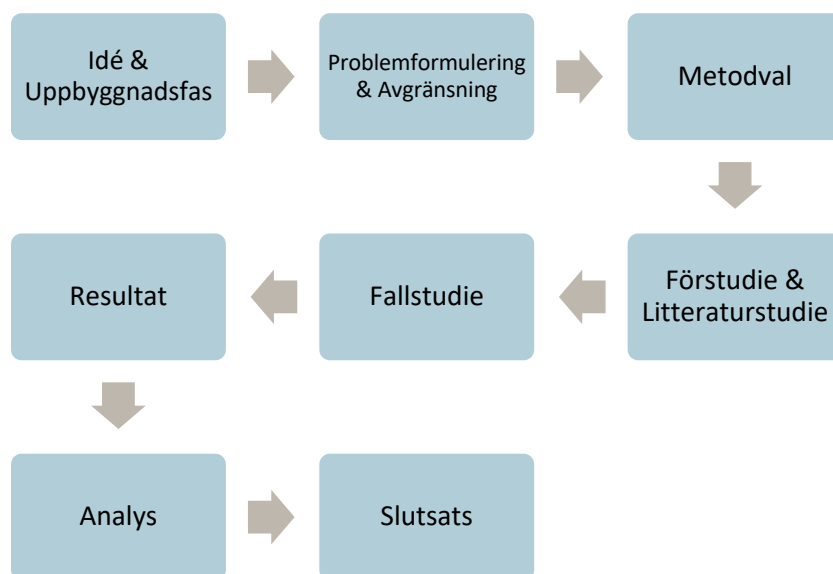
## 2 Metod

*I detta kapitel presenteras inledningsvis studiens upplägg för att visa forskningsprocessen. Efterföljt av en introduktion av forskningsmetodik samt motivering av metodvalet. Datainsamlingens olika metodiker beskrivs för att avslutningsvis beröra trovärdigheten.*

---

*”Innan jag vet vad jag ska undersöka, kan jag inte veta hur jag ska göra det”  
(Fog, 1979)*

### 2.1 Forskningsprocess



*Figur 2-1 En grafisk illustration av forskningsprocessen*

En överskådlig illustration av forskningsprocessen presenteras i Figur 2-1, vilken åskådliggör arbetsgången i studien. I idéfasen och uppbyggnadsfasen har ämne med efterföljande problemformulering och avgränsning valts. Metodvalet till studien har baserats på den forskningsmetodik som presenteras i delkapitel 2.2. Datainsamlingens inledande del genomfördes i form av en förstudie vilken låg till grund för litteraturstudien. Vidare följer datainsamlingen till huvudstudien, den så kallade fallstudien som har fokus på intervjuerna från de två fallprojekten. Resultatet från förstudien och huvudstudien studeras noga i empirikapitlet och kopplas samman de framträdande och relevanta aspekterna, materialets likheter och skillnader. I analysen jämförs empirin med teorin från litteraturstudien. Slutsatsen avslutar studien med fokus utifrån problemformuleringarna.

## 2.2 Forskningsmetodik

Det finns ett flertal val av forskningsstudie vid genomförande av vetenskapliga studier. Nedan beskrivs metoderna kvantitativ och kvalitativ, ansatsmetoder samt en motivering för den valda metodiken för studien. Valet av metod eller metoder grundar sig i vilket syfte och vilken frågeställning forskningsstudien har (Stukát, 2005). De fyra vanligaste metoderna att angripa examensarbetet är följande: *kartläggning*, *fallstudie*, *experiment* och *aktionsforskning* (Höst, et al, 2006). En fallstudie har valts i denna studie, vilket beskrivs mer ingående i avsnitt 2.4.2.

Metodlära ska användas som ett redskap för att nå målsättningar som tagits fram för studier. Läran lägger grunden för ett systematiskt och planmässigt arbete, där frågor som *vem*, *vad*, *hur* och *varför* bearbetas rörande samhällsproblem. Resultaten som kommer fram, ska ingiva en bättre och en mer sanningsenlig uppfattning om förhållandena som undersöks. Metoden är alltså inte till för att svara direkt på frågorna ovan utan används som ett redskap för att på så vis nå svaren (Holme & Solvang, 1997). För att metoden ska kunna användas i ett samhällsvetenskapligt forsknings- och utvecklingsarbete måste följande krav vara uppfyllda: den verklighet som undersöks måste överensstämma med systematiska urval av information och informationen utnyttjas på bästa sätt. Resultatet måste även möjliggöra ny kunskap och medvetenhet beträffande de aktuella samhälleliga förhållandena (Hellevik, 1980).

### 2.2.1 Kvantitativa och Kvalitativa metoder

För att kunna besvara frågeställningen behöver all information som samlats till studien systematiseras, komprimeras samt bearbetas. Det finns statistiska metoder som behandlar analyser av numerisk karaktär, vilket kallas för kvantitativa metoder. Metoder som behandlar textmaterial kallas för kvalitativa metoder (Patel & Davidson, 2011). I vissa fall kan det resultera i stor vinning att nyttja båda metoderna i en kombination, beroende på den problemformulering som uttrycks i undersökningen (Holme & Solvang, 1997). Vanligen diskuteras forskning inom ”hårddata” och ”mjukdata” objektiva respektive subjektiva metoder (Stukát, 2011).

Den *kvantitativa* bearbetningen används inom den empiriska vetenskapen samt i utredningsarbeten, där metoden används som ett verktyg för att ordna, beskriva, bearbeta och analysera data genom objektiva mätningar (Stukát, 2011). Denna kvantifiering av insamlade och analyserade data genomförs med ett deduktivt synsätt i förhållandet mellan teori och praktisk forskning, med fokus på prövning av teori (Bryman, 2011). Det finns även *deskriptiv* och *hypotesprövande statistik*. Vid användandet av deskriptiv statistik nyttjas siffror för att ge en beskrivning av det bearbetade materialet, för att åskådliggöra forskningsproblemet. För att testa statistiska hypoteser används hypotesprövande statistik (Patel & Davidson, 2011). Den kvantitativa metoden kan användas på olika sätt. Dels genom att utforska data för att få förståelse alternativt att använda metoden för att påvisa samband och hypoteser som ställts upp tidigare (Höst, et al., 2006). Kvantitativa metoder utmärks av precision, där den kvantitativa variationen speglas väl. Den kan genomföras både genom att på bred front genomföra många undersökningar med lite informationsinsamling samt exempelvis genom enkätform, med fasta svarsalternativ i form av strukturerade observationer (Holme & Solvang, 1997)

Den *kvalitativa* undersökningen innebär att det blir en djupare och mer varierad kunskap än den splittrade kunskap som de kvantitativa metoderna ofta innebär. Följsamhet är ett utmärkande drag och den bästa återgivningen av den kvalitativa variationen eftersträvas (Holme & Solvang, 1997). Bearbetningen innebär en behandling av textmaterial, exempelvis i form av genomförda intervjuer, genom att gå på djupet (Holme & Solvang, 1997), som i sin tur bearbetas i utskrivnen text, alltså fokus på ”mjukdata”. Metoden har ett fokus på den genererade teorin, ett induktivt synsätt på relationen mellan teori och forskning (Bryman, 2011). Den kvalitativa bearbetningen kan även insamlas från en bok, artikel eller anteckningar från observationer. Kvalitativa



undersökningar innebär en stor tidsåtgång och arbetsbelastning eftersom det snabbt blir omfattande textmaterial utifrån få intervjuer (Patel & Davidson, 2011).

Enligt Patel och Davidsson (2011) är det viktigt att redovisa hur bearbetningen har gått till rent metodiskt eftersom det inte finns någon bestämd metod för hur en kvalitativ bearbetning ska genomföras. Eftersom metoden ofta är osystematiska och ostrukturerade observationer med en intervjumall som inte har några fasta frågor eller alternativ (Holme & Solvang, 1997). Vid kvalitativ bearbetning är det sammanhanget och strukturen som intresserar forskaren medan vid kvantitativ bearbetning är det åtskilda variabler som är intressanta (ibid.).

Den kvalitativa metoden präglas av en närhet till undersökningsenheterna, vilket innebär ett fysiskt möte, face to face. En princip är att rapporten ska spegla en riktig eller en sann återgivning av vad som skett, alltså det objektiva som har hänt enligt forskaren (John Lofland, 1971; Holme & Solvang, 1997). I den utsträckning av vad som är viktigt för förståelsen ska en utpräglad deskriptiv beskrivning ingå i rapporten. Direkta citat bör ingå i rapporten för att underlätta förståelsen, vilket visar individernas egna uttryckssätt (ibid.).

## **2.2.2 Ansatsmetod**

Relationen mellan teori och empiri berörs i största grad av valet av forskningsansats. Dessa ansatser kan delas in i tre metodsatser: induktion, deduktion och abduktion (Wallén, 1996). Vid kvalitativa och experimentella undersökningar används vanligen den induktiva respektive deduktiva tankeprocessen (DePoy & N Gitlin, 2011).

### *2.2.2.1 Deduktion*

Den metoden som är mest förekommande är den deduktiva metoden (Holme & Solvang, 1997). Den experimentella forskaren utgår ifrån accepterade, generella principer eller uppfattningar. Dessa principer tillämpas för att klargöra en specifik händelse eller fenomen (DePoy & N Gitlin, 2011). Den deduktiva strategin utgår från en hypotes som har sin grund från befintlig teori. Genom empiriska studier av befintliga och färsk data kan nya slutsatser dras (Wallén, 1996).

### *2.2.2.2 Induktion*

I det induktiva angreppssättet är det teorin som är resultatet av forskningen och generaliserade slutsatser baseras på observationer. Angreppssättet förknippas traditionellt sett till det kvalitativa synsättet. Vid eftersträvan av universella förklaringar till olika företeelser kan metoden analytisk induktion nyttjas i analysen av data. Insamlingen av data fortgår tills inga fall upptäcks som avviker till den hypotetiska förklaringen (Bryman, 2011).

### *2.2.2.3 Abduktion*

Abduktion är en kombination av induktion och deduktion. Ett hypotetiskt mönster formuleras utifrån ett enskilt fall, vilket kännetecknas av det induktiva angreppssättet. Hypotesen eller teorin prövas i nästa steg, på nya fall, vilket kännetecknas av det deduktiva angreppssättet. Det abduktiva arbetssättet tillåter forskaren att inte vara lika låst som i de tidigare angreppssätten (Patel & Davidson, 2011). Däremot finns risken att forskaren inte är nog vidsynt, vilket kan innebära att den hypotetiska teorin bekräftas i abduktionens deduktiva fas. En annan risk är att forskaren påverkas för mycket av sina tidigare erfarenheter och väljer, omedvetet, studieobjekt samt formulerar hypotetisk teori som utesluter annorlunda alternativa tolkningar (ibid.).

### 2.2.3 Litteraturstudie

Syftet med en litteraturstudie är att problemställningen ska bli klarare då studien ska bidra till en teoretisk referensram, vilket det egna problemet ska relateras till (Stukát, 2011). Vid litteraturgenomgången ska kunskaperna inom området och de teorier som backas upp redovisas. En bedömning av forskarna om de har kommit fram till liknande resultat eller om de skiljer sig åt. En god helhetsbild ska redovisas i litteraturstudien som ett bevis på att en lämplig litteraturgenomgång har tillämpats (ibid.). Det finns fyra följande skäl till att tillämpa en litteraturstudie; att utvärdera tidigare forskning som berört ämnet, vilken nivå kunskapen och teoriutvecklingen ligger på inom området, hur relevant den befintliga kunskapen är gällande området och slutligen att det finns en logisk bas vid val av forskningsstrategi (DePoy & N Gitlin, 2011). Den egna problemformuleringen ska knytas an till de mest väsentliga kunskapskällorna. Detta innebär att en gallring av insamlat material genomförs för att uppnå den mest relevanta litteraturgenomgången. I slutskedet av studien ska diskussionsdelen kunna knytas an till teoridelen på ett lämpligt och logiskt vis (Stukát, 2011). Stukát (2011) påvisar även vikten av att nyttja begrepps-/ordförklarandedelen för att på ett enkelt vis förklara vad begreppet innebär i sammanhanget. DePoy & N Gitlin (2011) redovisar sex stycken steg som bör genomgå för att genomföra en god litteratursökning:

Steg 1 är att besluta när sökningen ska genomföras.

Steg 2 berör vad som ska avgränsas vid sökningen.

Steg 3 är att tillhandahålla lämpliga tidskrifter, böcker och dokument.

Steg 4 strukturera och organisera informationen som tillgodosetts.

Steg 5 gäller det att värdera och kritiskt granska litteraturen.

Steg 6 ska en litteraturöversikt skrivas.

Litteraturstudien till studien utfördes kontinuerligt under arbetets gång och låg till grund för att analysera relevanta teorier med empirin i analysdelen. En variation av forskning försökte lyftas fram i teorin för att få en fyllig bild av ämnet. Teorin utformades och baserades på resultatet i empirin, genom en induktiv forskningsansats. Ett karaktärsdrag som representerar studien är upptäckande, vilket lämpar sig för en kvalitativ forskningsmetod.

## 2.3 Metodval

En kvalitativ metod har valts i studien, vilket innebär att intervjuer har genomförts. Intervjuerna har tillåtits formas utefter respektive respondents infallsvinkel men som grundades sig i ett intervjuprotokoll för att inte komma ifrån ämnet, alltså en halv-strukturerad intervju. Motiveringen för valet av den genomförda forskningsstudien baserades utifrån att resultatet har analyserats genom tankar och erfarenheter, till skillnad från siffror och tabeller. En omfattande litteratursökning har inledningsvis genomförts för att få en god bild av ämnet, vilket sedan utvecklats till en mer djupgående litteratursökning som har pågått under hela studien. Detta för att få en mer ingående förståelse av ämnet efter de genomförda observationerna och intervjuerna. Studien är induktiv vilket innebär att det som empirin resulterar i låg till grund och formade teorin. En fallstudie har valts som forskningsstrategi eftersom två fallprojekt valdes att studeras och analyseras. Fokus har valts att läggas på ämnesområdet framför ett faktiskt resultat.

Förstudien inleddes med ostrukturerade intervjuer med en erfaren projekteringsledare på konsultbolaget WSP, som har ett speciellt intresse för BIM-frågor och hur BIM och digitaliseringen kan effektivisera byggbranschen. En övergripande redogörelse av hur arbetet ser ut idag och hur arbetets processer utvecklas med hjälp av BIM, med fokus på projekteringsledning. En kontinuerlig kontakt fördes med projekteringsledaren samt avslutades med en djupgående intervju gällande studiens ämne. En inledande ostrukturerad intervju skedde även med en kunnig BIM-samordnare från konsultföretaget Projtools som arbetar som övergripande BIM-samordnare i NSM-projektet. Kontinuerliga mötestillfällen genomfördes genom studiens gång med diskussioner kopplade till studien och vilka möjligheter och begränsningar som BIM innehar.

För att besvara studiens frågeställning och syfte genomfördes en fallstudie av två projekt. Avsikten var att identifiera vilka nyttor som uppstår under projekteringsfasen med stöd av BIM och hur de ska kunna effektivisera projekteringen samt urskilja var byggbranschen står idag gällande digitaliseringen. Nyckelpersoner i fallprojekten intervjuades enligt intervjumallen som redovisas i bilaga 1. Intervjumallen utformades utifrån bakgrunden i teorin som presenteras i kapitel 3 samt i den inledande förstudien. De valda projekten utsågs som fallprojekt eftersom båda projekten genomförs med en hög nivå gällande BIM. De båda projekten är även så kallade megaprojekt vilket kommer att specificeras i avsnitt 3.6. Enbart två av de sex intervjuade respondenterna hade erfarenhet av medverkan vid ett tidigare megaprojekt.

För att uppnå en hög trovärdighet och en hög validitet valdes de intervjuade respondenterna valts med stor omsorg gällande variation av bakgrund och kunskap gällande ämnet och framförallt utifrån sin roll i fallprojekten. Deras motsvariga roller identifierades i båda fallprojekten för att uppnå en högre validitet. Genom att minska författarens egna slutsatser och analyser nyttjades primärkällorna i största mån för att förstärka reliabiliteten.

## 2.4 Datainsamlingsmetodik

### 2.4.1 Förstudie

Ett hjälpmedel för att lyckas bygga upp studien är genomförandet av en förstudie, vilket ger en god bild för författaren om hur det aktuella läget ser ut idag och hur området ska studeras. Denna studie bidrar till att intervjuer eller enkäter kan formuleras på ett tydligare vis. Förstudien kan även fylla de luckor och brister som litteraturen saknar (Patel & Davidson, 2011).

Förstudien har genomförts i form av ostrukturerade förkunskapsintervjuer av en projekteringsledare och en övergripande BIM-samordnare.

### 2.4.2 Fallstudie

*”En fallstudie är en empirisk studie som undersöker ett samtida fenomen i dess vardagssammanhang där gränserna mellan fenomenet och sammanhanget inte är helt uppenbara och som utgår från multipla informationskällor” (Yin, 2007)*

En fallstudie är en variant på en kvalitativ metod där en person eller en grupp studeras djupgående. Det kan vara en arbetsplats som iakttas i form av en triangulering. Triangulering innebär att ett flertal metoder kombineras som exempelvis observationer, intervjuer och bilder (Stukát, 2011). En tredimensionell bild ska på så vis bidra till att en grundlig studie kan genomföras på en speciell företeelse. Nackdelen med den här metoden menar Stukát (2011), är att resultatet är svårt att generalisera, däremot kan metoden bidra till en relaterbarhet där liknande situationer kan ställas mot varandra. Vid genomförandet av en djupgående studie är det viktigt att undvika att påverka det studerade objektet i den minsta mån det är möjligt menar Höst, et al. (2006).

Vid genomförandet av en fallstudie av likartade fall finns det en möjlighet att finna generella mönster. Dessa är dock inte statistiskt säkrade då det inte finns tillräckligt med ”bevis” eftersom fallen inte är slumpmässigt valda (Höst, et al., 2006). En fallstudie är ett flexibelt tillvägagångssätt vilket innebär att frågor och inriktning kan förändras under studiens gång. Att studera och intervjua olika personer/roller/dokument är att föredra för att finna möjliga variationer (ibid.). Enligt Wallén (1996) kan en fallstudie bidra till att personerna i studien börjar fundera över hur verksamheten fungerar och på så vis utlösa en förändring. Viktigt att komma ihåg vid studien är att den inte behöver vara vanligt förekommande. Denna studieform är inte lika vanlig inom naturvetenskap, teknik eller medicin utan mer vanlig för samhällsvetenskapliga forskningsupplägg. Wallén (1996) påpekar att tillförlitligheten kan vara svårbedömd vid genomförandet av fallstudier. Olika material, dokument och andra informationskällor bör redovisas noggrant vid redogörelsen av resultatet.

Enligt Yin (2007) är användandet av en fallstudie relevant vid forskningsfrågor som berör ”hur och/eller varför?”, vilket inte kräver en kontroll av beteende men däremot ett fokus på aktuella händelser.

I studien har *fallstudie* valts som forskningsstrategi. Två fallprojekt har valts att studeras, ESS och NSM. Intervjuer har genomförts på både ESS och NSM, i NSM-projektet har även observationer genomförts. Ämnesområdet belyses i första hand gentemot ett konkret resultat i studien.

### 2.4.3 Observationer

Enligt Patel & Davidson (2011) är observationer något som främst nyttjas i det vardagliga livet för att tillgodose sig information om omvärlden. Dessa kan mer eller mindre ske slumpmässigt genom olika behov och förväntningar samt genom egna erfarenheter. Observationer kan även nyttjas som ett verktyg vid vetenskapliga studier genom systematiskt planerade och registrerade observationer kan reliabilitet och validitet säkerställas (Merriam, 2009). Insamling av information som berör beteenden och skeenden i naturliga förhållanden är typiska användningsområden för observationer. Dessa används vanligen för att komplettera andra informationsinsamlingar (Patel & Davidson, 2011). Observationer är oftast tidskrävande och det kan vara svårt att tolka de beteenden som observeras, vilket gör det svårt att bedöma hur representativt beteendet är (ibid.).

I denna studie har sex stycken observationer genomförts som en del av datainsamlingen. Observationerna låg till grund till intervjuerna för att få en god inblick i fallprojekten samt fungera som ett komplement till de genomförda intervjuerna.

### 2.4.4 Intervjumetodik

Enligt Stukát (2011) är forskningsintervjun den viktigaste och vanligaste arbetsredskapet inom utbildningsvetenskap. Stukát (2011) hävdar att ju större spelrum den intervjuade får desto större möjlighet ges till ny kunskap och synsätt. Däremot minskar detta angreppssätt möjligheten att jämföra och tolka olika resultat. En kombination av dessa utgångspunkter är därför att föredra (ibid.).

Det finns olika typer av intervjumetodiker att använda sig av i den kvalitativa metodiken, den *strukturerade intervjun* samt den *ostrukturerade intervjun* (Stukát, 2011).

De olika intervjumetodikerna är *strukturerade*, *halv-strukturerade* eller *öppet riktade* (Lantz 1993; Höst, et al., 2006). Vid användandet av *strukturerade* intervjuer används en förutbestämd frågeställning, vilket följs till punkt och pricka. Ett visst antal frågor används som stöd vid genomförandet av *halv-strukturerade* intervjuer. Ordning och formulering kan variera från gång till gång. Den som intervjuas vid en *öppet riktad* intervju kan styra själv till stor del av vad som tas upp, med frågor och respons som bidrar till att intervjun hålls inom ramarna för ämnet (Höst, et al., 2006). Att spela in intervjuerna för att sedan transkribera det mest relevanta är en förutsättning för att kunna analysera texten till intervjun menar Höst, et al. (2006).

#### 2.4.4.1 Val av respondenter

Val av respondenter till de kvalitativa intervjuerna och observationerna baseras utifrån de personer som är delaktiga i de arbetsmoment som studien ämnar undersöka, alltså övergripande BIM-samordnare, BIM-samordnare och projekteringsledning. Respondenterna kommer att ha olika arbetslivserfarenheter och vara till hälften män och till hälften kvinnor, för att få en så bred bild som möjligt. Mer djupgående information om respondenterna kommer att presenteras i avsnitt 4.6 och 4.4.

## 2.5 Trovärdighet – Validitet o Reliabilitet

Att ha en trovärdig studie med god kvalitet och gott innehåll med hög säkerhet är en förutsättning för att studien ska tas på allvar. Vid datainsamling är de centralbegreppen för trovärdighet *validitet* och *reliabilitet* (Patel & Davidson, 2011). Enligt Wallén (1996) finns det olika typer av validitet och reliabilitet, beroende på om en kvalitativ eller kvantitativ metod används. Nedan presenteras validitet och reliabilitet kopplat till den kvalitativa metoden eftersom denna metod valts i studien.

### 2.5.1 Validitet

Validitet innebär att inga systematiska fel återspeglas i modellen. Det finns olika typer av aspekter när det kommer till validiteten. Teoretisk validitet innebär att modellen tar med relevanta variabler och parametrar med korrekt återgivna samband. Begreppsvaliditet innebär att begreppen ska vara väldefinierade och empirisk validitet används för att förutsäga ett experimentellt utfall, även kallat prognosvaliditet (Wallén, 1996). Vid användandet av begreppet validitet syftar det till att beskriva i vilken utsträckning som resultaten är korrekta eller genom en reflektion över syftet av undersökningen. Följande fyra validitetsformer finns: *intern validitet*, *extern validitet*, *statistisk validitet* och *begreppsvaliditet*. Nedan presenteras intern- samt extern validitet (Campell & Stanley, 1963; DePoy & N Gitlin, 2011):

*Intern validitet* nyttjas för möjligheten till att nå en forskningsfrågeställning med korrekta svar. Om stegen i forskningsprocessen består av en intern validitet kan en viss säkerhet kopplas till resultatet och att det är en konsekvens av sambanden till den oberoende och den beroende variabeln och alltså inte något som de externa faktorerna har påverkat (DePoy & N Gitlin, 2011). Forskarens observationer och de teoretiska idéerna som utvecklas ska inneha en god överensstämmelse (LeCompte & Goetz, 1982; Bryman, 2011). Enligt Yin (2007) berör intern validitet enbart förklarande eller kausala (orsaksmässiga) studier.

*Extern validitet* berör hur resultatet kan generaliseras till liknande miljöer och situationer, vilket ses som ett problem för kvalitativa forskare eftersom de tenderar att nyttja fallstudier och begränsande urval (LeCompte & Goetz, 1982; Bryman, 2011).

### 2.5.2 Reliabilitet

Reliabilitet är ett bevis på att studien kan genomföras upprepade gånger med samma resultat och slutsatser oavsett vilken forskare som genomför studien. Enligt Yin (2007) är syftet att minimera alla fel i en undersökning, med reliabiliteten. För att detta ska vara möjligt är det av största vikt att forskaren har specificerat och dokumenterat tillvägagångssättet väl för att kunna upprepa fallstudien och bedöma reliabiliteten (Yin, 2007).

*Extern reliabilitet* innebär i vilken utsträckning undersökningen kan upprepas. Detta kriterium är inte lätt att uppfylla för en kvalitativ forskare tillskillnad från en kvantitativ forskare. För en kvalitativ forskare måste denne gå in i en liknande social roll som tidigare forskare haft, genomförs inte detta kommer det att vara svårt att göra en jämförelse mellan studierna (LeCompte & Goetz, 1982; Bryman, 2011). *Intern reliabilitet* syftar till att forskargruppen kommer överens om hur de ska tolka sin undersökning (Bryman, 2011)

## 3 Teori

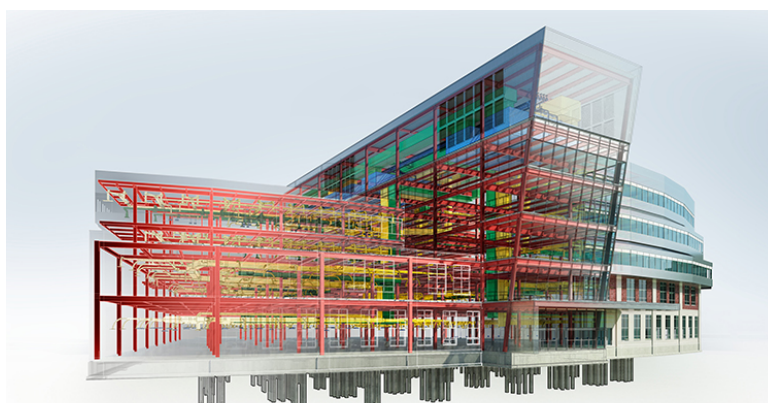
*I detta kapitel beskrivs resultatet av litteraturstudien med BIM som huvudområde följt av en kronologisk ordning av byggprocessen, projekteringsfasen och projekteringsledning. Med avslutande fokus på projekteringsledning med stöd av BIM och en beskrivning av VDC samt megaprojekt.*

---

### 3.1 BIM

#### 3.1.1 Vad är BIM?

BIM kan stå för *Building Information Modeling* (Byggnadsinformationsmodellering), *Building Information Model* (Byggnadsinformationsmodell) samt *Building Information Management* (Byggnadsinformationshantering med fokus på att leda). Begreppet definierar byggnadsmodellens hela eller delar av dennes livscykel genom en effektiv informationshantering (Hansson, et al., 2015). Byggnadsinformationsmodell kan nyttjas genom hela byggnadens livscykel, genom informationen som genereras och förvaltas i den digitala modellen. Såväl information från fysiska objekt som byggdelar, som abstrakta objekt som utrymmen, samt relationerna mellan dem kan lagras i modellen eller modellerna (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014). Enligt ”BIM i staten” (2014) står *Byggnadsinformationsmodellering* för byggnadsverkets livscykelns process och att generera informationen. *Building Information Management* används för att nå effektivare processer genom att skapa ett helhetsgrepp kring hanteringen av informationen som är byggnadsrelaterad (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014). Inom konceptet BIM skapas och används digitala modeller av byggnadsverk inom samhällsbyggandet (BIM Alliance Sweden, 2018). BIM kan användas till såväl byggnader som infrastruktur, hus, broar, vägar, anläggningar samt försörjningssystem som VA-ledningar. Dessa modeller skapar en digital objektsbaserad modell, med objekt som till exempel en vägg, bropelare eller vägbana, se figur 3-1 för illustration av en byggnad i ett BIM-program. Objekten kan innehålla flera olika egenskaper och geometrier, som i sin tur kan nyttjas av olika aktörer (ibid.).



Figur 3-1 BIM-modell. Källa: Autodesk

### 3.1.2 Nyttorna och tillgängligheten med BIM

Enligt ”BIM i staten” (2014) bör modellerna i ett BIM-projekt tillgängliggöras för fler personer än projektörerna för att maximera nyttoeffekterna av att projektet just är ett BIM-projekt, där såväl geometrier som egenskapsdata tillhandahålls. ”BIM i staten” (2014) beskriver vidare hur utvecklingsfasen för 3D-projektering och BIM-processer bara har börjat och att det varierar kraftigt mellan aktörer och enskilda personer beträffande hur välutvecklat arbetsmetoderna kommit. Nya processer och tillämpningar kan skapas på ett enklare vis genom att tillgängliggöra informationen för fler aktörer i projektet. Detta kan genomföras genom att uppmuntra projektörerna att skissa grovt i 3D med allmänna objekt istället för 2D-skissverktyg. Att fokusera kraven på snabbare resultat i 3D-modeller vid vissa tidpunkter istället för att de traditionella ritningarna ska vara klara. Programvaror ska användas för att granska modeller och ritningar, som kan redogöra objektens egenskapsdata (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014). Genom att tillgängliggöra samgranskningsmodellen på byggarbetsplatsen kan byggarbetarna ta del och diskutera nya lösningar på ett effektivt sätt. Detta uppmuntrande arbetssätt kan gynna användandet av 3D-modeller och BIM-processer, som leder till snabbare och bredare utveckling, erfarenhet och förståelse för projektet (ibid.).

”BIM i staten” (2014) poängterar vikten av att inte ha specifika krav på programvaror vid upphandling av konsulter, i ett projekt ska olika verktyg kunna hanteras. Om majoriteten av konsulterna arbetar i samma programvaror leder det till fördelar som att filutväxlingen blir mycket enklare. Moment som att exportera informationsmodeller till olika fil-format undviks, vilket sparar tid och leder till ett arbete med synkroniserade modeller hävdar ”BIM i staten” (2014). Enligt BIM Alliance Sweden (2018) är nyttorna med BIM att det leder till bättre och mer ändamålsenliga produkter med effektivare processer som leder till högre kvalitet i processerna och produkterna. Nyttor som kortare tid och lägre kostnader är även något som poängteras.

Vid övergång till informationsmodellering i 3D kan miljoner sparas i samhällsbyggnadsbranschen, enligt Kairos Future och WSP. I produktionsekonomin kan det leda till färre ändringar samt mindre svinn och bättre lösningar. Driftsekonomin får en effektivare förvaltning. Gällande miljöaspekterna finns det möjlighet till enklare energioptimeringar. Inomhusklimatet kan styras på ett bättre sätt och även ljussättningen inomhus (Svensk Byggtjänst, 2011).

### 3.1.3 Kravställningen för BIM i projekt

Kravställningen som krävs för att applicera BIM i projekt är dokument som BIM-manual, mall för kontraktsskrivande, digitala leveranser för förvaltning, leveransspecifikationer och objektsdefinitioner (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014). BIM-riktlinje, BIM-Guidelines, BIM-handbok, IT-handledning eller Manual för informationshantering är några exempel på namn som BIM-manualen kan anta. BIM-manualen är en utveckling som har sin grund från CAD-manualen (Computer-aided Design) men det innebär inte att CAD-manualen kan utelämnas vid upprättandet av en BIM-manual. En begränsning som kan tillämpas är att avgränsa BIM-manualen till enbart administrativa instruktioner eftersom olika informationsleveranser ska upprättas genom leveransspecifikationer (ibid.).

I statliga upphandlingar har myndigheterna i Norge och Finland valt att ställa krav på BIM vilket uppmanar till att nyttja BIM i branschen. Enligt Öivind Christoffersen från norska Statsbygg ska alla större projekt konstrueras i BIM, på sikt ser Christoffersen även att en konvertering till BIM ska ske av alla byggnader i Norge (Svensk Byggtjänst, 2011).

BIM Alliance Sweden har tagit fram mallar för att kunna skriva kontrakt för konsultupphandling och entreprenadupphandling och dessa kan därför användas som underlag vid framtagandet av AF-delar. Mallarna har tagits fram för att underlätta implementeringen av



BIM i projekt (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014). Olika scenarier diskuteras gällande vad som händer vid felaktig kravställning som drabbar arbetet med BIM. Ett möjligt scenario är att kravställningen på samordnad objektsbaserad 3D-projektering enbart gäller för konsultupphandlingen, detta innebär att entreprenören inte behöver ställa krav på sina eventuella konsulter. Om det skulle inträffa att en eller flera konsulter inte använder det önskade arbetssättet med modeller i 3D, går det tidigare arbetet i början av projekteringen förlorat, vilket leder till att en eventuell investering inte kan betalas tillbaka (ibid.).

Eftersom gestaltningen och systemvalen har effekt på de ursprungliga kraven vilket innebär att revideringar alltid måste dokumenteras. På detta sätt kan ändrade krav leva vidare in i systemhandlingarna. För att undvika missförstånd och tvister bör det bestämmas tidigt vem som har mandat att göra ändringar och motivera varför de genomförs (KTH, 2017).

### 3.1.3.1 Strukturerade informationsmängder med CoClass

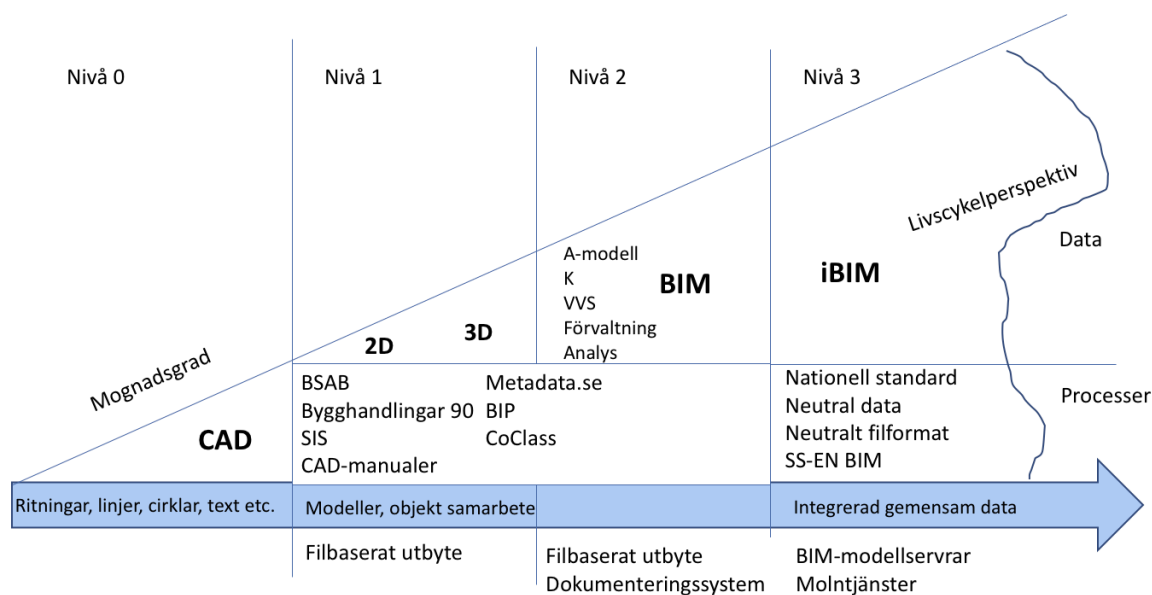
Det nya klassifikationssystemet i Sverige är CoClass, vilket ersätter BSAB 96 för all byggd miljö. Systemet är till för att strukturera informationsmängder i ett livscykelperspektiv och på så vis välja ut, sortera och förändra informationsmängder. Informationsmängder kan vara dokument- och/eller modellorienterade (Nationella riktlinjer, 2018). Beroende på vilket projekt eller vilka olika sorters verksamheter eller systemstöd som ska nyttjas utformas olika typer av modeller. Modellerna består av objekt och identifieras som geometri-, anläggnings- eller byggnadsinformationsmodeller. Informationsmängderna kan hanteras på ett varierande sätt beroende på nivå eller mognadsgrad. Nivå 1 baseras på dokument, nivå 2 baseras på modell och nivå 3 baseras på objekt. Informationsmängden kan även hanteras i en kombination av dessa tre nivåer. Vid lagring och utbyte finns det tekniska hjälpmedel som CAD-verktyg, GIS-verktyg och drift- och förvaltningssystem, där informationsmängden kan lagras som en viss datamängd. CityGML och IFC (Industry Foundation Classes) är exempel på olika databaser där lagringen kan ske i teknikneutrala forum (ibid.).

Enligt de Nationella riktlinjerna (2018) nyttjas en leveransspecifikation och ett leveransmeddelande vid varje informationsleverans. I leveransspecifikationen finns enbart de relevanta egenskaperna för den specifika mottagande parten att ta emot, lagra och vidareanvända informationsmängderna, samt dess bestämningsgrad och omfattning. Vidare beskriver de Nationella riktlinjerna (2018) hur en märkning av informationsmängden definieras i bestämningsgraden där en kombination av livscykelsteg finns med, informationsnivå och flera aspekter. För att beskriva den geometriska detaljeringsgraden av objekt i definitionen av informationsnivå, nyttjas LOD (Level of Detail).

Smart Built Environment har tagit fram en plattform som är tillför att dela information för att effektivisera samhällsbyggnadsbranschen. Det är en öppen plattform för kollaborativ utveckling och förvaltning av information. Visionen för "Smart Built Platform": "... att skapa ett modernt ekosystem för att skapa, förädla och dela information". Att samla och publicera branschgemensamma rekommendationer för hantering av modellbaserad information samt vilka processer som ingår i livscykelinformationshantering, är syftet med projektet (Smart Built Environment, 2017a).

Det avslutade projektet BSAB 2.0 vars syfte var att utveckla och ta fram en systematisk grund för en hierarkisk kravställning och uppföljning som löper genom hela bygg- och förvaltningsprocessen, från starten i form av planering med efterföljande projektering och produktion till den slutliga förvaltningen (Smart Built Enviroment, 2017b). För att uppnå syftet utvecklades ett BSAB-system med BIM-anpassade tabeller och klassifikationer tillhörande alla skeden i byggprocessen. Genom att utveckla principer för klassifikation av egenskaper samt koppla de mest relevanta egenskaperna med egenskapsvärden till objekt (Smart Built Enviroment, 2017b). Building Information Properties (BIP) fungerar som ett sådant system med egenskaper och beteckningar på objekt. Syftet med BIP är att ge ett effektivare

informationsflöde i byggprocessen. Nyttjandet av BIP-code innebär minskat arbete, felrisker och en bättre spårbarhet (BIP, 2018).



Figur 3-2 De olika mognadsnivåerna för BIM-implementeringen anpassad från (Constructing Excellence, UKCG, 2011)

### 3.1.4 Olika mognadsnivåer av BIM

I figur 3-2 beskrivs olika nivåer för mognadsgraden av BIM, nedan följer en beskrivning för respektive nivå.

*Nivå 0* – Enklare former av dataprogram används för att ta fram CAD-ritningar och andra dokument. Det är ritningar och CAD-information i 2D. Originalhandlingar räknas till de utskrivna dokumenten som bildar den grundläggande informationen (Akademiska Hus; Fortifikationsverket; et al, 2018).

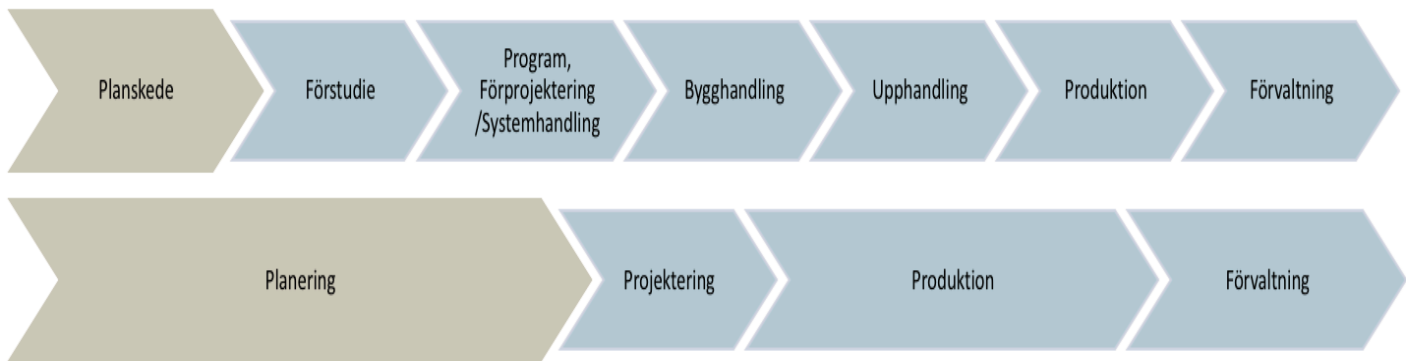
*Nivå 1* – Modeller i 2D och 3D nyttjas i CAD-system men utan objekthantering som kan integreras med andra system. Visuell samordning kan ske i gemensam datamiljö. Filbaserade system används för att lagra ritningar och dokument till förvaltningen (Akademiska Hus; Fortifikationsverket; et al, 2018).

*Nivå 2* – BIM nyttjas i form av objektsbaserade modeller, vilka fungerar som informationsbärare. Dessa möjliggör en integration av olika informationssystem exempelvis CAD-system och kalkylsystem. En sammankoppling kan ske i informationssystemens databaser, via identiteter på varje objekt. För att arbeta i nivå 2 måste detta specificeras i juridiskt bindande avtal (Akademiska Hus; Fortifikationsverket; et al, 2018).

*Nivå 3* – Denna nivå är ett framtidsscenario där en enhetlig informationsmodell baseras på standardiserade strukturer. Scenariot präglas av ett livscykelperspektiv med information som lagras i öppna databaser (Akademiska Hus; Fortifikationsverket; et al, 2018).

## 3.2 En överblick över byggprocessen

Byggprocessen sammanfattar de karakteristiska drag som upprepas i varje byggprojekt. Följande tre delprocesser kan processen delas in i: planskede, förstudie, program- och projekteringskedet med efterkommande upphandlings- och byggskedet samt avslutningsvis förvaltningsskedet (Söderberg, 1999), se figur 3-3. Processen kan delas in ytterligare i två delar, *icke-materiella delen* och *materiella delen*. Icke-materiella delen innehåller delprocesserna *beslutsfattande, informationshantering, formgivning, teknisk konstruktion, kunskapsutveckling* samt *redovisning av handlingar*. Delprocesserna *upphandling, inköp, industriell tillverkning, byggande, montage och installationsarbete* samt *slutlig driftsättning* representerar den materiella processen (KTH, 2017). Översiktsplan och detaljplan fastslås i planskedet, produktbestämningen genomförs i förstudie-, program- och projekteringskedet, vilket ska sammanställas i form av byggnadens programhandling, systemhandling och slutligen till bygghandling. Produkten skapas i upphandlings- och byggskedet som ska resultera i den faktiska byggnaden, det efterföljande skedet är förvaltningsskedet där produkten tas i bruk och nyttjas (ibid.). Studien är avgränsad till projekteringskedet, nedan beskrivs en fördjupning av projekteringsfasen och projekteringsledning.



Figur 3-3 Byggprocessens olika skeden

### 3.3 Projekteringsfasen

Projekteringsfasens syfte är att utreda bakgrunden samt förutsättningarna för ett byggprojekt som leder till den faktiska produktbestämningen (Hansson, et al., 2015). Med hjälp av ritningar och beskrivningar ska projekteringsarbetet leda till en modell av byggprojektet som består av konstruktion, installationer, inredning och utrustning (Avén, 1981). I projekteringen genomförs analyser i den kontext som byggnationen ska upprättas, samt mål och behov specificeras. Idéer till byggnationen ska även utvecklas samt vilket innehåll som efterfrågas. Förslag tas fram till utformning och tekniska system, samordning och bearbetning av teknik, form och funktion utförs av största vikt i projekteringsfasen (Stintzing, 2005). En beskrivning av byggnadsverket som syftar till upphandling och produktion, samt en beskrivning med syfte på brukande, drift och underhåll, ska utvecklas. Beslut beträffande egenskaperna hos byggnadsverket samt att verkställa dessa beslut och leda projekteringen, är projekteringsledarens uppgift. Styrningen av projekteringen ska innefatta ramarna för ekonomi och kvalitet (ibid.). Resultatet av projekteringen landar i ett underlag som krävs för entreprenadupphandling (Akademiska Hus, 2015), alltså grunden för produktion och idrifttagande (Avén, 1981).

Enligt Avéns (1981) projekteringsmetodik bör just metodiken ses som ett hjälpmedel. Att anpassa projekteringsmetoderna genom att vinna praktiska fördelar vid planering och projekteringsarbete och utgå från projektets förutsättningar. Projekteringsarbetets ambitionsnivå ska anpassas och ha utgångspunkten från tillgängliga resurser. För att få en god överblick över projektet bör redovisning och arbete delas upp i avgränsade etapper med redovisningsformer och arbetsmetoder som är enhetliga, för att underlätta samarbete och samordning. Avén (1981) poängterar även vikten av att bearbeta redovisningsarbetet utifrån vem som ska tillgodogöra sig informationen samt använda den, i form av ritningar och övriga handlingar.

Projekteringsfasens första del är *gestaltningsskeden*, se figur 3-4, vilket bestämmer utseendet på byggnaden och delvis kan ske parallellt med *systemutformningen*. Systemutformningen består av utformningen av konstruktionen, som bärande stomme, ytterväggar och tak med tillhörande installationer (Révai, 2012). Arkitekten arbetar i gestaltningsskedet och exempelvis konstruktören, geoteknikern och installationskonsulterna arbetar tillsammans med projekteringsledaren och BIM-samordnaren med systemhandlingarna, vilket sker parallellt (Hansson, et al., 2015). Efter slutförandet av systemutformningen kan *detaljutformningen* genomföras vilket innebär bland annat den slutgiltiga dimensioneringen, måttsättningen, val av material samt utförande. Resultatet kan sedan föras över till de slutgiltiga *bygghandlingar*, i form av ritningar och beskrivningar som byggnaden eller anläggningen slutligen kommer byggas efter (Révai, 2012).



Figur 3-4 Illustration över projekteringsfasen

#### 3.3.1 Informationshantering och kommunikation i projekteringsfasen

Att söka och ta emot information i projekteringen kräver att en tolkning genomförs av innehållet och innebörden. Vilket leder till ett avgörande om hur hanteringen ska gå till vid ett problem i projekteringsuppgiften menar Stintzing (2005). Information hämtas från program samt sammanställningar av förutsättningar. Enligt Stintzing (2005) innebär informationshanteringen

i hårda drag följande i projekteringen: Information söks i databaser utifrån referenser, studiebesök kan genomföras på relevanta referensobjekt. Information lagras i dokument och databaser där projektinformationen förmedlas genom uppbyggda nätverk. Genom projektdirektiv och bestämd informationsstatus hanteras informationshanteringen samt hur dessa ändringar ska hanteras, samt möjliggöra kommunikationen mellan omvärlden och inom projektet.

Kommunikationen som sker i form av överföring av information och kunskaper sker i ett nätverk mellan deltagarna. En god kommunikation mellan aktörerna som deltar i problemformulering och behovsspecificering samt de som utför projekteringen är en förutsättning för att nå goda egenskaper hos det blivande byggnadsverket (Stintzing, 2005). Under projekteringsfasen kan stor tidsbrist uppstå och det är av stor vikt att projektörerna kommunicerar till projekteringsledaren vid orimlig kravställning angående tidskrav. En allt för pressad projektering kan leda till sämre handlingar som påverkar både tidplanen och kostnaden, det utgör alltså en stor riskfaktor (Révai, 2012). Enligt Stintzing (2005) sker viktiga kommunikationer i byggprojekt som de inledande processerna när projektet och idéer presenteras, dialog och argumentation är även viktiga kommunikationer samt kontakten med press och media. Samråd för grannar, brukare även samverkan med myndigheter är viktiga dialoger med viktiga intressenter. Samarbetet mellan tekniker och en god kommunikation ska inte underskattas för att nå ett gott resultat (ibid.).

Den danska utvecklings- och organisationen för byggande, Byggeri – Produktivitet – Samarbejde, BPS, har tagit fram handboken *”Miljöriktig projektering – bygg – herrevejledning”*. Handboken har sedan översatts av det svenska företaget *Praktiserade Arkitekter i Samverkan (PAR AB)* och Byggeforskningsrådet (BFR) För att sprida kunskapen till Sverige i form av en vägledning för byggherrar. Nedan beskrivs utdrag ur boken gällande hur informationshanteringen ska ske på ett så miljömässigt vis som möjligt.

Allt högre krav ställs på byggbranschen för att bygga mot en hållbar utveckling. Dessa krav innebär även en högre kravställning på lägre förbrukning av naturresurser och en ökad användning av byggnadsmaterial med en så liten miljöpåverkan som möjligt. Hänsyn bör tas till byggnadsverkets placering till form och funktion exempelvis tekniska konstruktioner, installationer och materialval som innebär en miljöbelastning (Göransson, 2000). Enligt Göransson (2000) kommer det på kort sikt att innebära ökade krav på nyttjandet av miljöanpassade och resurssnåla byggnadsmaterial, kraven kommer även öka på återvinning, användning och avfallssortering. Avfallshantering, energi och transporter kommer leda till ökade utgifter och kostnader. Genom att genomföra en välorganiserad projektering som är miljöanpassad, kan kraven på ett enklare sätt övervinnas. Byggherren tillsammans med projektörer kan på så vis bidra till ett resurseffektivt och hållbart samhälle (ibid.).

*”Miljöriktig projektering är en strategi, vars mål är att säkra miljömässigt optimala resultat inom givna ramar. Miljöriktig projektering är en projekteringsmetod, som beskriver hur man vid planering och projektering genomfört kartläggning, helhetsvärdering och prioritering av väsentliga miljöpåverkande faktorer och effekter samt säkrar att de miljömässiga verkningsmedlen är använda i överrensstämmelse härmed.” (BPS, 1998).*

Enligt Göranssons (2000) finns det inget facit för vilka miljöpåverkande faktorer och effekter som är mer eller mindre väsentliga i ett byggprojekt. Det är upp till byggherren att fastslå vilka miljöpåverkande faktorer och effekter som projektet ska koncentreras på, utöver de lagstadgade. I översättningen lyfts de direkta samt de indirekta påverkningarna som ett byggnadsverk frambringar även från byggnadens hela livscykel, som miljöpåverkande faktorer som förbrukning av råvaror, koldioxid- och svaveldioxidutsläpp, tungmetaller samt ingrepp i landskapet. Dessa miljöpåverkande faktorer resulterar i effekter på naturresurser, människors hälsa och yttre miljöer. Enligt Göransson (2000) bör en miljöriktig projektering koncentrera sig på och genomföras på den nivån som det aktuella projektets problem står inför. Göransson (2000) menar att det inte finns någon större skillnad på projekteringsarbetet oavsett storleken

på projektet, beträffande miljöriktig projektering. Däremot krävs det en variation av omfattning och detaljeringsgrad, där miljökartläggning, miljöprogram och värdering måste anpassas till projektets komplexitet och storlek. Det är byggherren som ansvarar för att projektet ska präglas av en inarbetad miljöhänsyn (ibid.). Att arbeta in miljöhänsyn tidigt och under samma villkor som övriga krav i programfasen, underlättar arbetet att minska riskerna för konflikt mellan de olika målen som ställs på arkitektur, funktion och ekonomi. I miljöprogrammeringsfasen ingår miljökartläggning, miljöprioritering samt miljömål. För att tidigt upptäcka och uppmärksamma de miljöpåverkande faktorerna som kan vara tekniskt och ekonomiskt problematiska bör en kartläggning genomföras för att byggherren och projekteringsgruppen kan ta hänsyn tidigt, till dessa problemen (ibid.). Några prioriteringar av miljöåtgärder lyfts fram i vägledningen för byggherrarna (Göransson, 2000):

- Resursminimering – ta hänsyn till framtida återanvändning av material och konstruktionsprinciper
- Energieffektiva lösningar – fokusera på användningen av förnybar energi samt reduktion av energiförbrukning i driftfasen
- Miljövänliga byggnadsmaterial – undvika farligt material samt nyttja material som medför låg miljöbelastning genom hela livscykeln
- Bra inneklimat – uppnå en god ljudnivå, reducera dammpartiklar samt en god luftkvalitet
- Gestaltning och lokalisering – att anpassa och se till omgivningen samt bevara gröna områden

Miljömål är något som bör sättas upp efter identifiering av miljöpåverkande faktorer och effekter. Dessa mål bör konkretiseras för att underlätta projekteringsinsatsen, målen ska fastställa kraven på byggprocessen och dess ramar, och bör specificeras ytterligare och göras verifierbara desto längre in i planeringsprocessen. Miljömålen ska sedan kompletteras med miljöåtgärder (Göransson, 2000). En beskrivning av miljöarbetets status bör genomföras efter varje projekteringsfas, med efterföljande föreskrifter till nästa steg och projekteringsarbete. Beskrivningen ska genomföras för att säkra miljömålen uppfyllelse och göra relevanta prioriteringar samt att miljöåtgärder godkänns. Beskrivningen bör innehålla föreskrifter, samt miljövärderingar, uppgörelser och undersökningar där resultaten framgår med efterföljande värderingar och alternativa miljöåtgärder blir tydliga. För att inte förlora uppnådda resultat bör miljöstyrning genomföras i utförande- och driftfasen. På grund av detta måste miljöriktig projektering följas upp i alla efterföljande faser, där det är viktigt att komma ihåg att ändringar alltid kan ske i utförandefasen (ibid.). Att ta hänsyn till miljön i projektet ska genomsyra hela livscykeln. Med en projektorganisation som tar ansvar och har kompetensen för miljöaktiviteterna i program-, projekterings-, utförande-, drifts- och rivningsfasen och som fastställs samtidigt som övriga projektorganisationen fastställs. En miljösamordnare kan vara lämplig att tillsätta till projekteringen. Miljösamordnarens uppgift är att ansvara för de olika fackområdenas funktioner säkerställs. Samt för miljöfackliga värderingar av alternativa lösningar och tekniska lösningar (ibid.).

Enligt Göransson (2000) resulterar en miljöriktig projektering ofta i lösningar som har totalekonomiska fördelar. Att ha en högre produktionskostnad kan leda till en lägre driftkostnad som resulterar i en lägre total kostnad. Exempel på lägre driftkostnader är bland annat, vatten, värme, avfallshantering, färre sjukdagar, mindre resurskrävande underhåll under livscykeln. Göransson (2000) hävdar att om en miljöriktig projektering genomförs kommer det resultera i ett högre pris för projektets utförande, med en ökning på cirka 0,5 –1,5 procent av byggnadskostnaden, med varierad ambitionsnivå. Göransson (2000) påvisar även att vid ett flertal tillfällen resulterar inte de inarbetade miljöåtgärderna någon höjning i projektets pris, det vill säga om det är en naturlig del av programarbetet.

## 3.4 Projekteringsledning

Enligt Avén (1981) är syftet med projekteringsledning att framställa en modell utifrån en förutbestämd metod, genom ritningar och beskrivningar för konstruktion, installationer, inredning och utrustning i överensstämmelse med projekteringsfasen i avsnitt 3.3. Skillnaden är att projekteringsledaren ska se till att projekteringen genomförs i enlighet med fastställd funktionell och tekniskt ekonomiskt program utifrån tidplanen, alltså i rätt tid. Metodbeskrivningar och administrativa rutiner är några hjälpmedel för att nå dit (Avén, 1981). Enligt Söderberg (1999) finns det goda insikter gällande vikten av att använda sig av ekonomisk styrning i byggprojekt, trots denna insikt saknas det fortfarande en kontinuerlig styrning under projekteringsstadiet. Söderberg (1999) hävdar att det är allt för ofta entreprenörernas anbud besvarar de ekonomiska frågorna som byggherren ställs inför. Vid de fåtal tillfällen som den ekonomiska styrningen förekommer är det enbart investeringskostnaderna som tas i beaktning (Söderberg, 1999). Succesivt genom projekteringsprocessens gång blir kalkylunderlagets kvalitet allt tydligare och bättre (ibid.).

Enligt Stintzing (2005) är några viktiga beslutsområden som projekteringsledaren behandlar följande:

- beslut som berör utformning och tekniska lösningar som fattas av beställaren, där projekteringsgruppen går under ledningen av projekteringsledaren.
- beslut beträffande uppläggning och genomförande samt form för upphandling sker i samråd mellan beställare, projekteringsledare och projektledare.
- Projekteringsgruppen tillsammans med arkitekter ska tillse beställaren med förslag. Ta initiativ till principutformningar, val av formspråk, förslag till tekniska lösningar samt produktionsmetoder. En expertgrupp med projekteringsledaren i spetsen avgör om riktlinjer och ramar för kostnader uppfylls för att i sin tur godkännas och beslutas av beställaren att fullföljas.

Nivån för projekteringsledningen att fatta beslut behandlar form- och teknikfrågor i samråd med sakkunniga och aktörer i projekteringen (Avén, 1981).

### 3.4.1 Kostnadsstyrning under projekteringsfasen

Enligt Söderberg (1999) måste kostnadsstyrningen vara en naturlig del av projekteringen med en tidig start i processen. De två viktigaste delarna för att uppnå en integrerad kostnadsstyrning är enligt Söderberg (1999) ett arbetsmönster samt hjälpmedel. Arbetsmönstret ska anpassas till varje projekt för kostnadsstyrning, som en självklar och oundviklig del av projektarbetet. Kostnadsstyrningen ska även präglas av ett system av hjälpmedel.

Vid genomförandet av ett byggprojekt fullbordas ett antal beslutssteg, där funktion, kvalitet, kostnad och tid bör beaktas. Söderberg hävdar att cirka 80 procent av kostnaden redan är bestämd vid programskedets slut. Detta innebär att det återstår 20 procent av kostnaden som är möjlig att påverka, den siffran kan variera beroende på typ av projekt. Resonemanget ovan innebär att byggherren redan i ett tidigt skede får en bild av kostnaden för att kunna påverka den slutgiltiga totalkostnaden (Söderberg, 1999).

BIM-processen kan bidra till att kvalitetsfelen minskar i projekteringen från 4,5-10 procent till under 2 procent. 30 procent av produktionskostnaderna kan samtidigt vara byggfel och slöseri. Denna faktor kan enbart justeras av den mänskliga faktorn, vilket projekteringsledaren och BIM-processen inte kan påverka (KTH, 2017).

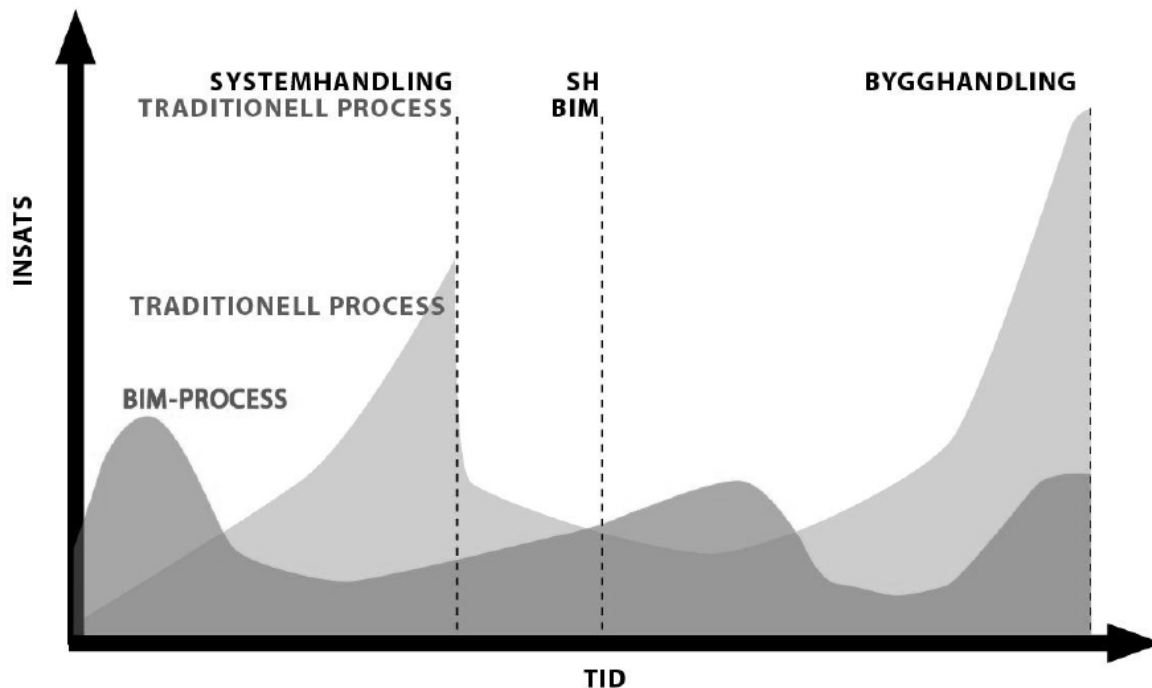
### 3.4.2 Samverkan och partnering

*Partnering* är en variant på samverkan som även går under namnet *utökad samverkan* (Hansson, et al., 2015). De senaste årtiondena har intresset för partnering ökat inom samhällsbyggnadsbranschen. Arbets sättet anses kunna förbättra resultatet kopplat till kvalitet, hållbarhet, säkerhet, tvistlösning, innovation samt leda till en tids- och kostnadsminskning i projekten (Eriksson, 2010). Arbetsformen innebär att organisationen utvecklar en mer öppen och samverkansinriktad relation. Ett gemensamt måldokument tas fram för projektet, nyckelpersoner från respektive parter bildar en samverkansgrupp och arbetar målinriktat. Respekt och förtroende är något som byggs upp mellan medlemmarna i samverkansgruppen (Hansson, et al., 2015), de två viktigaste komponenterna är tillit och ömsesidig förståelse (Nyström, 2007). Nyttjande av partnering anses vara passande vid komplicerade projekt men kan även vara till fördel att nyttjas vid repetitiva och standardiserade projekt för att kunna utveckla förbättringspotentialen. Partneringprocessens fokus ligger på att använda relationsbyggande processer, att sträva efter ett gemensamt mål och ta fram system för problem- och konfliktlösning (Hansson, et al., 2015). Även att ta fram system för uppföljning av mål och förbättringar, nyttja workshops som projektgemensamma möten. Vid genomförandet av ett partneringprojekt är det viktigt att nyckelpersonerna har en utbildning i samverkansformen (ibid.). En viss kritik lyfts fram av vissa forskare gällande samverkansformen, kritiken grundar sig i att det finns exempel där tillämpningen har blivit felaktig hos parterna vilket har lett till att fördelarna med partnering inte har kommit fram, vilket kan bero på okunskap (Eriksson, 2010).

Enligt Hansson, et al (2015) visar en undersökning att beställaren upplever resultatet med samverkansformen som bättre vid desto större nyttjandet av grundkomponenterna till partnering. Att en öppen dialog används mellan organisationer, inom partneringgruppen och mellan individer är en framgångsfaktor. Att kunna acceptera och dela på ansvaret när fel och misstag uppstår är även en framgångsfaktor där det ekonomiska incitamentet kan delas på kostnadsreduktionerna i projektet. Under processen gång bör det finnas en pådrivande diskussionsledare och att budskapet gällande vad arbets sättet partnering innebär kommer fram och att det kontinuerligt upprepas att partnering används i projektet (Hansson, et al., 2015). Beställaren utser entreprenörer, arkitekter, konsulter och övriga specialister redan efter utredningsskedet för att nå ett lyckat projekt. Styrgruppen som dessa utgör är de som leder projektet framåt och som gemensamt arbetar för slutmålet, där var och en har en möjlighet att påverka resultatet och bidrar med hela sin kompetens (Szekér, 2013).



### 3.5 Projekteringsledning med stöd av BIM



Figur 3-5 Illustration av projekteringsprocessen med jämförelse mellan en traditionell process kontra en BIM-process anpassad från (Akademiska Hus, 2013).

#### 3.5.1 BIM-samordnare

Enligt tillfrågade konsulter, arkitekter, entreprenörer och byggherrar med inriktning på projektledning är följande identifierade ämnen viktiga att diskutera för att lyckas utveckla byggbranschen inom BIM: roller och ansvar, processer, kompetens, nyttomätningar, upphandling och kravställning BIM (BIM Alliance, 2017). Enligt "BIM i staten" (2014) rekommenderas det att det första som projektledaren gör är att upphandla en BIM-samordnare. Nyttan av att göra detta i ett tidigt skede är att rätt krav på BIM kan ställas på konsulter och entreprenörer som upphandlas under hela projektets gång. BIM-samordnarens uppgift är att ta fram en BIM-strategi för projektet och en BIM-manual. En tydlig struktur över rollbeskrivningar, där beslutmandat tydliggör samt vilka som är ansvariga för BIM-processen hos respektive aktör. Entreprenören ska även tidigt definiera vem som bär BIM-ansvaret, för att exempelvis byggherrens granskning, tidiga kalkyler ska flyta på bra (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014). Enligt KTH (2017), lämpar sig ett BIM-projekt bättre i en utförandeentreprenad än i en totalentreprenad, med anledningen att detaljeringnivån anses vara högre i en utförandeentreprenad och traditionellt är det inte lika tidspressat. Redan i programskedet bör byggherren besluta om vilken entreprenad- och ersättningsform som ska väljas (KTH, 2017). I figur 3-5 illustreras insatsbelastningen över tid kopplat till system- och bygghandlingsskedet (Akademiska Hus, 2013). Insatsbelastningen blir således inte lika kraftig vid en BIM-process kontra en traditionell process, utan arbetsbelastningen blir högre i början än i slutet av processen (ibid.).

### 3.5.2 Tillämpningsområden för BIM samt möjliga nyttor

I ett projekt som tillämpar BIM bör nyttor som önskas uppnås, bestämmas tidigt. Alla tillämpningsområden kopplat till BIM måste inte utnyttjas i alla projekt för att vara ett BIM-projekt. Beroende på vilka verktyg som utnyttjas i projektet är vissa nyttoeffekter lättare att uppnå än andra. Exempelvis projekterings-, analys-, samordnings-, visualiserings- och mängdavgagningsverktyg (Akademiska Hus, Sveriges Riksdag et al, 2014).

Enligt ”BIM i staten” ska de olika tillämpningsområden ställa olika krav på uppbyggnaden av projekteringsmodellerna, där detaljeringsgraden av modellerna kan varieras. Vikten av att tidigt välja tillämpningsområden samt att upprätta leveransspecifikationer/krav poängteras.

Tabell 3-1 Fördelar och nackdelar sammanställd för olika tillämpningsområden med inspiration från ”BIM i staten” (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014)

Tillämpningsområde	Fördelar	Utmaningar
<b>Mängdavgagning för kalkyl</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tätare kostnadsstyrning</li> <li>- Exaktare mängder</li> <li>- Modellering för mängdavgagning tvingar fram bättre struktur i 3D-modellerna</li> <li>- Kalkylposter blir spårbara i modellen</li> <li>- Kalkylen uppdateras när modellen revideras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidig överenskommelse mellan BIM-samordnare, kalkylator och projektörer</li> <li>- Ej fullständiga mängder</li> <li>- Klassificering och märkning av objekt enligt svensk standard (BSAB-systemet, som ska ersättas med CoClass)</li> </ul>
<b>Visualisering</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En tydlig bild av byggnaden ges i ett tidigt skede till alla inblandade</li> <li>- Miljön uppfattas på ett tydligare sätt genom den upplevda känslan som animeringen bidrar till</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Att den nyttjas vid rätt tidpunkt samt att den ligger på rätt nivå</li> </ul>
<b>3D-samgranskning med kollisionskontroll</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dokumentering och numrering kan på ett enkelt vis följas upp för varje kollision till olika protokoll</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Montören måste montera objekt i exakt det läge som modellerats, alltså måste exempelvis läget på installationer måttsättas i modellen</li> <li>- Vid modellering bör verkliga byggkomponenter användas</li> </ul>

Tabell 3-2 Nyttan av BIM beskriven per disciplin, anpassad från (KTH, 2017)

Disciplin	Nytta
<b>Beställare</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidig involvering</li> <li>- Förståelse för tänkta lösningar och ändringars effekt på helhet</li> <li>- Följa arbetsgången momentant</li> <li>- Beslutsunderlag</li> <li>- Trovärdiga ekonomiska kalkyler</li> <li>- Enklare analyser av alternativ, akustik, energi mm</li> <li>- Underlättar miljöklassning</li> <li>- Möjliggör forcerad byggprocess (fast-track)</li> <li>- Mindre fel i byggandeprocessen</li> <li>- Ökad kvalitet genom hela byggprocessen</li> <li>- Säkrare avkastning</li> </ul>

<b>Projektledning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hjälpmiddel för kommunikation</li> <li>- Styrverktyg för resurser, 4D och 5D</li> <li>- Ger insyn och förståelse för varje disciplins arbete</li> <li>- Samgransknings-, samordnings- och koordineringsmöjligheter</li> </ul>
<b>Entreprenörer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamiska APD-planer</li> <li>- Entreprenörerna får enkel visuell bild av slutprodukten</li> <li>- Alla entreprenörer kan delta i en dynamisk produktionstidplan</li> <li>- Tidplanering och kontroll</li> <li>- Kontroll av mängdförteckning</li> <li>- Inköpsplanering</li> <li>- Logistik</li> <li>- Industrialiserat bygge</li> <li>- Enklare problemlösning och färre fel</li> <li>- Relationsunderlaget kan uppdateras löpande</li> </ul>
<b>Förvaltning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidigt involverad</li> <li>- Bättre kontroll på huset, vad det innehåller, var alla saker finns</li> <li>- Förståelse för tänkta lösningar och ändringars effekt på helhet</li> <li>- Återanvända skapad information</li> <li>- Enklare hyresgäst Anpassning</li> <li>- Lättare hantering vid omDispositionering av areor</li> <li>- Drift- och underhållsinformation</li> <li>- Lättare att handla upp förvaltartjänster</li> <li>- Fördel vid försäljning och mer korrekt information</li> <li>- Lägre driftkostnader</li> </ul>

Nedan beskrivs områdena *mängdavgtagning för kalkyl, visualisering och 3D-samgranskning med kollisionskontroll* vilkas fördelar och utmaningar kopplat till BIM beskrivs i Tabell 3-1. Nyttan till olika tillämpningsområden kopplat till respektive disciplin redogörs i Tabell 3-2.

### 3.5.2.1 Mängdavgtagning för kalkyl

Vid framtagandet av kalkyler är det önskvärt att projektörernas modeller kan användas som underlag. Att de som upprättar dessa kalkyler har en god dialog med BIM-samordnaren tidigt. Enligt ”BIM i staten” bör följande tänkas på för att nyttja mängderna från informationsmodeller:

- De byggnadsdelar/objekt som ska hämtas ur konsulternas modeller till kalkylen ska specificeras.
- De egenskaper hos byggnadsdelarna som är kostnadsdrivande för kalkylen ska definieras.
- Tidpunkterna för mängdavgtagning ska anges om de bör genomföras veckovis eller bara inför varje skedesbyte.
- Hur objekten ska klassificeras och littereras ska anges. Alla objekt bör innehålla information om ansvarig part. Svensk Standard (SIS) för ”Ansvarig Part” bör användas. Alla objekt bör även innehålla information om dess status tex ”Nytt”, ”Befintligt”, ”Rives”

Baserat på de tidiga systemhandlingarna kan en tidig kalkyl tas fram baserad på area och volym, samt kompletterande data från arkitektens ritningar och modeller (KTH, 2017). Enligt KTH (2017), finns det i nuläget ingen programvara som klarar av att täcka all information som behövs vid mängdning (sammanställning av mängder av olika slag) och färdigställandet av kalkyl, därför rekommenderas det att granska modellerna på ett traditionellt vis.

#### 3.5.2.2 Visualisering

Visualisering är en bra metod för att förtydliga olika skeden i projekt, vilket kan göras på olika sätt och på olika nivåer. Den viktigaste uppgiften är att illustrera en gemensam bild av gestaltningsalternativen (KTH, 2017). I ett tidigt skede kan visualisering användas för att sälja in projektet för myndigheter, hyresgäster och andra intressenter. Vid samordning i projekterings- eller produktionsfasen är visualisering en mycket framgångsrik metod i form av projekterings- och samordningsmodeller. Beroende på vilken grad av visualisering som väljs i projektet bör visualiseringsverktyg väljas med omsorg (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014). VR står för Virtual Reality, och fungerar som ett mer verklighetsbaserat verktyg som renderas i realtid, vilket ger uppfattningen av att personen som granskar rör sig i byggnaden som i ett datorspel. Arkitekten eller en separat visualiseringskonsult, som arbetar i A:s modeller, arbetar med visualiseringen (ibid.). I systemskedet skall allt som har en påtaglig påverkan på byggnadens slutliga utformning färdigställas, som den konstruktiva utformningen samt stomstabiliserade element. De systemhandlingar som är slutprodukten från systemskedet ska innehålla beskrivningar av byggnaden och dess tekniska lösningar, med en redovisning av de valda systemlösningarna (KTH, 2017). En avsevärt högre kvalitet på visualiseringen kan möjliggöras i förfrågningsskedet eftersom modellen besitter mer information (ibid.).

#### 3.5.2.3 3D-samgranskning med kollisionsskontroll

Enligt ”BIM i staten” (2014) bör samgranskning av 3D-modeller uppmuntras, för att nå effektivare och snabbare lösningar. I den digitala modellen ligger redan objektets egenskaper lagrat för att på ett enkelt vis få ut information som exempelvis vägg tjocklek och material. Att arbeta med 3D-samordning innebär inte bara kollisionsskontroll, den säkerställer att alla arbetar utifrån samma förutsättningar. ”BIM i staten” (2014) rekommenderar att samordnarens kollisionsskontroll ska ske med programvaror som kollisionsskontrollerar alla disciplinernas modeller, där modellerna är kollisionsskontrollerade när systemhandlingarna är klara. Syftet med att genomföra kvalitetskontroller i form av kollisionsskontroller är att säkerställa att modellen uppfyller beställarens krav (KTH, 2017). I den sammansatta virtuella modellen är det viktigt att objektsdata syns i förfrågningsskedet. Skulle information saknas i de juridiska handlingarna fungerar modellen som ett komplement (ibid.). Genomföringen av dessa kollisionsskontroller bör ske regelbundet från start. Redan innan produktionen kommer igång kan entreprenören tillgodose sig 3D-samordningen för att byggbarhetsgranska tidigare i processen, där värdefulla synpunkter kan motas för kreativa och praktiska lösningsförslag (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014).

#### 3.5.2.4 4D-simulering

När 3D-modeller och tidplaner kopplas samman kan 4D-simulering tillämpas, se avsnitt 3.1.5. Tidplanen kan då visualiseras i olika hastigheter där 3D-modellen motsvarar den aktuella statusen. Detta möjliggör att i ett tidigt skede kunna genomföra en skedesplanering. Skulle projekteringsmodellen inte vara färdigställd kan ett allmänt volymobjekt användas. Entreprenörens APD-plan (distributionsplan för arbetsplatsen) kan på ett tydligt vis åskådliggöra exempelvis kranar, bodar och tillfälliga vägar. Den upprättas enklast då den länkas in i modellen för att minimera manuell bearbetning (Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014).

Simulering i systemskedet kan även genomföras utifrån rumskategorier i form av exempelvis inneklimatsimulering, energisimulering och miljösimulering. De krav som ställts i

programskedet nyttjas för att kunna analysera resultaten och för att dra korrekta slutsatser (KTH, 2017). Det färdigställda förfrågningsunderlaget kan nyttja modellerna för att slutligen genomföra en simulering som kan jämföras med byggnaden. Stämmer simuleringarna överens med kraven och den svenska lagstiftningen kan projektet fortgå in i bygghandlingskedet (ibid.).

#### *3.5.2.5 Tillämpningar i produktion*

Att arbeta i avancerade informationsmodeller som skapats i projekteringen ser ”BIM i staten” (2014) som en självklarhet att modellerna ska leva vidare genom hela livscykeln för byggnaden, inte minst i produktionsfasen. Att arbeta med produktionsanpassade modeller leder till en höjd kvalitet samt att det minimerar risken för hinder och avvikelser i genomförandet. Modellen tillsammans med de juridiska handlingarna kan leva vidare som delar av relationshandlingarna samt som drift- och underhållsmanualer (KTH, 2017).

#### *3.5.2.6 Förvaltningskedet*

En kravställning bör formuleras tidigt i projektet gällande vilken information som behövs i objektsmodellerna och hur de ska levereras till förvaltningen. Enligt KTH (2017), bör en BIM-manager finnas i förvaltningsorganisationen som specificera kravställningen, vilket ses som en stor brist idag.

### **3.5.3 Olika dimensioner för BIM**

Utöver de olika mognadsgraderna av BIM som redovisas i avsnitt 3.1.4 finns det många olika dimensioner kopplat till BIM och olika definitioner av vad vardera dimensionen innebär. ”BIM i statens” specificerade nyttor i avsnitt 3.5.4 har konkretiserats ytterligare i dessa dimensioner. Enligt Pérez Arnal (2017) finns det 10 dimensioner som syftar till att beskriva byggnadens livscykel. Nedan beskrivs de olika dimensionerna utifrån Pérez Arnal (2017) och BIM Academys (2018) definitioner.

#### *3.5.3.1 1D - Implementering av BIM*

Den första dimensionen syftar till implementeringen av BIM i ett land eller i en organisation (Pérez Arnal, 2017). Dimensionen täcker inledningsvis lagar och kontrakt med en obligatorisk användning av BIM i offentliga projekt. Förändringar av rekryteringsmodeller genom IPD (Integrated project delivery) kan nyttjas (BIM Academy, 2018). IPD är en samverkande allians av människor, system, affärsstrukturer och praxis i en process där alla deltagares talanger och insikter tas tillvara på för att optimera projektresultatet (AIA CC, 2007). Metoden innebär ett ökat värde för beställaren, minskat avfall och en maximering av effektiviteten i alla faser i byggprocessen (ibid.).

#### *3.5.3.2 2D - Samverkande arbetsflöden*

Den andra dimensionen representerar ett annat sätt att anställa och skapa engagemang genom integrerade hanteringslösningar (management solutions) (Pérez Arnal, 2017). Att involvera BIM inom olika arbetsområden genom nya rutiner och organisatoriska förändringar (BIM Academy, 2018). Insamling av data till en BIM-modell, IFC-format och implementeringsalternativ för att nå bästa resultat kopplat till ekonomiska, arbets- och funktionsparametrar (ibid.).

#### *3.5.3.3 3D - Modellering*

Den tredje dimensionen berör den digitala modelleringen vilken kräver ytterligare tillägg i form av 3D+ som innebär bland annat kollisionsidentifiering och BIM-produkter (Pérez Arnal, 2017). Strategier lyfts för att uppnå genomförandet av BIM i en professionell miljö (BIM

Academy, 2018). Med hjälp av befintliga programvaror, länkande plattformar, tjänster och supportårdvara. För att hantera ett nytt projekt genom certifieringar för en ny arbetsflödesplan, bestämning av tillstånd, godkännanden och acceptans (ibid.).

#### 3.5.3.4 4D - Tidsplanering

Den fjärde dimensionen handlar om tidsplanering och hur tiden kan kopplas till vardera modellerade element (Pérez Arnal, 2017). Vid tidsplaneringen kan kontroll genomföras av konflikter som kan försena byggandet (BIM Academy, 2018). Specifika programvaror kan nyttjas för att upptäcka störningar och inkonsekvenser (ibid.).

#### 3.5.3.5 5D - Kostnadshantering

Den femte dimensionen kan kopplas till den fjärde dimensionen genom att hantera projektets ekonomi (Pérez Arnal, 2017). Varje BIM-element kan synkroniseras med priset, dess ursprung, installationsutförandet, kostnaderna för utförandet och så vidare (ibid.). Nyttjandet av samverkan mellan befintliga kostnadshanteringsprogram och BIM-modellen (BIM Academy, 2018).

#### 3.5.3.6 6D - Hållbarhetsanalys

Den sjätte dimensionen fokuserar på hållbarheten i projekt och konstruktion i form av redovisning av koldioxidutsläpp (Pérez Arnal, 2017). Dimensionen tar hänsyn till energi, effektivitet, hållbarhet, säkerhet och hälsa genom att länka miljöparametrar till BIM-modellen (BIM Academy, 2018).

#### 3.5.3.7 7D - Fastighetsförvaltning

Den sjunde dimensionen kopplas till drift och underhåll av byggda anläggningar och tillgångar (Pérez Arnal, 2017). I fastighetsförvaltningsskedet är det den verkliga mottagaren av BIM-modellen som kan använda modellen i förvaltningen (BIM Academy, 2018).

#### 3.5.3.8 8D - Säkerhet och hälsa eller LOD

Den åttonde dimensionen baseras på nolltoleransen mot olyckor som är högt prioriterat i Norden (Pérez Arnal, 2017). Alltså fokusering på säkerhet och hälsa under projektets arbets- och underhållsfas (ibid.). Enligt BIM Academy (2018) syftar den åttonde dimensionen på Levels of Detail (detaljeringsnivå), informationskrav och arbetsskala för att uppnå det. Innovativa verktyg kopplat till 3D-modellen kan nyttjas som scanning med laser och drönare, menar BIM Academy (2018).

#### 3.5.3.9 9D - Lean Construction

Den nionde dimensionen syftar till att introducera Lean Management-filosofin in i byggsektorn genom att nyttja Lean i byggprocessen (Pérez Arnal, 2017). Arbetsmetoden Lean nyttjas i BIM-processen för att det ska bli en del av produktionsstrukturen inom byggsektorn och användandet av digitaliseringen (BIM Academy, 2018). Lean innebär att maximera kundnyttan och samtidigt minska slöseri av resurser genom att effektivisera processer (Lean Enterprise Institute, 2018).

#### 3.5.3.10 10D - Industrialiserat byggande

Den tionde dimensionen är det gemensamma målet för alla dimensionerna, att nå en industrialiserad konstruktion (Pérez Arnal, 2017). På detta sätt kan byggsektorn bli en mer produktiv sektor med hjälp av att integrera den nya tekniken genom digitalisering (ibid.). För att effektiva byggproduktionens produktivitet bör ett industrialiserat byggande vara målet, genom att nyttja Lean-filosofin i BIM-miljön för att förbättra produktiviteten i byggnadens livscykel (BIM Academy, 2018).

### 3.5.4 Innovativa arbetssätt

Teknisk innovation är den största drivkraften inom många industrier för att nå framgång. Företag inom många sektorer förlitar sig på produkter som utvecklats under de senaste fem åren för att motsvara mer än en tredjedel av deras försäljning och vinst. Den ökade vikten av innovation beror delvis på önskan att göra succé och bryta ny mark på den globala marknaden (Schilling, 2008). För att lyckas få bättre marginaler introducerar företag nya produkter genom att investera i innovativa processer som leder till lägre kostnader för företaget. Detta tack vare datorstödd design och tillverkning som leder till lättare och snabbare resultat för företag att designa och producera nya produkter (ibid.).

### 3.5.5 VDC

VDC står för *Virtual Design and Construction* vilket innebär ett arbetssätt som gynnar att integrera modeller mellan olika discipliner i projektering och produktion. Metoden har tagits fram för att uppnå korta och effektiva beslutsvägar samt att inkludera organisationens arbete då VDC fokuserar på hela arbetsprocessen. Detta effektiva sätt att arbeta på nyttjar inte bara en BIM-modell, utan involverar organisationen, processen och mättal (Veidekke, 2018). Metodiken ska leda till en effektivare projekteringsprocess som optimerar projektorganisationens samverkan, beslutsprocess och digitalisering (Tyréns, 2018). Projekteringen utmärker sig på så vis att mötena består av arbetsmöten/projekteringsmöten, enligt metoden ”*Integrated Concurrent Engineering*” (ICE) som kan översättas till integrerat och samtidigt pågående ingenjörarbete. Detta arbetssätt är hämtat från NASA, som nyttjat ICE för att utveckla och projektera rymdraketer på ett effektivt, billigare och bättre vis (Veidekke, 2018). Arbetssättet har utvecklats av Stanford University för att anpassas för byggbranschen. Arbetssättet innebär att arkitekter, tekniska konsulter och beställare sitter tillsammans och arbetar, där flertalet diskussioner och samtal kan äga rum samtidigt. Denna metod innebär att tiden mellan fråga och svar förkortas väsentligt och att projekteringen på så vis kan effektiviseras (ibid.). Mandujano, et al. (2017) poängterar utmaningen med implementeringen av VDC på grund av företagets saknade förståelse för implementeringsstrategin. Vikten av att förstå att BIM är en viktig del av VDC är även något som Mandujano, et al. (2017) anser.

## 3.6 Megaprojekt

Megaprojekt definieras som storskaliga komplexa projekt som traditionellt sett kostar över en 1 miljard dollar, motsvarande 9 miljarder svenska kronor (växelkurs för 2018). Dessa projekt tar vanligtvis flera år att utveckla och bygga, samt erhåller ett flertal offentliga och privata intressenter och påverkar miljontals människor (Flyvbjerg, 2017).

I 9 av 10 transportinfrastrukturprojekt är kostnaden underskattad. För alla projekttyper är den faktiska kostnaden generellt 28 procent högre än den uppskattade. Det är ett globalt fenomen som förekommer i över 20 länder och 5 kontinenter (Flyvbjerg, et al., 2002). Det visas inga tecken på att minska underskattningen av kostnader under de senaste 70 åren, ingen lärdom har tagits. Fenomenet kan inte förklaras med fel utan förklaras av strategisk förvrängning och lögn, menar Flyvbjerg (2002). Lärdom att institutionella kontroller och saldon som innebär finansiella, professionella eller till och med straffbara påföljder för konsekventa eller förutsägbara uppskattningsfel borde enligt Flyvbjerg (2002) utvecklas för att säkerställa produktion av mindre bedrägliga kostnadsberäkningar. Ansvarsskyldigheter har redan börjat ta form i branschen beträffande ökad insyn, användningen av prestandaspecifikationer, explicit formulering av regelverket som gäller projektutveckling och genomförande, samt inblandningen av privat riskkapital, även i offentliga projekt. (Flyvbjerg, et al., 2002)

Hirschman (1995) kallar megaprojekt för ”privilegerade partiklar i utvecklingsprocessen”, det är egenskaper som utformas för att ambitiöst förändra samhällets struktur, tillskillnad från mindre projekt som vanligtvis enbart följer förekommande strukturer som inte leder till en modifiering. Megaprojekt anses därför vara en helt annan typ av projekt när det gäller ambitionsnivå, intressenternas engagemang, ledtider, komplexitet och påverkan. Detta innebär alltså att dessa projekt är helt annorlunda att leda, traditionella projektledare bör därför inte leda megaprojekt. Megaprojekt behöver reflekterande ledare (Schön 1983), som har utvecklat djup specialist erfarenhet inom detta karakteristiska område (Flyvbjerg, 2017).

Något som utmärker megaprojekt är att de är väsentligt riskabla på grund av den långa planeringshorisonten och komplexa samverkan (Flyvbjerg 2006; Chapter 21, Davies, se (Flyvbjerg, 2017)). Utvecklingen av megaprojekt har lett till några av vår tids mest beständiga problem. Kostnadsöverskridningar, förseningar, användningen och intäkterna minskar, och även tekniska misslyckanden med förödande konsekvenser (Priemus, et al., 2008). Ofta leds projekten av oerfarna som byts ut under projektets gång, vilket leder till ett svagt ledarskap. Motstridiga intressen mellan flera intressenter från privata och offentliga sektorn involveras i beslutfattande, planering och hantering för flera aktörsprocesser (Flyvbjerg, 2017). Teknik och utformning är oftast inte standardiserade, vilket leder till en ”unik påverkan” bland planerare och chefer. Vanligen ses dessa projekt som unika i sin form vilket leder till att ingen erfarenhetsåterföring utnyttjas från tidigare liknande projekt. I ett visst projekt-koncept finns det frekvent ett överengagemang i det tidiga skedet som resulterar i ”lock-in” (inlåsning) eller ”capture” (fångst), detta leder till att alternativanalysen blir lidande eftersom den blir svag eller utebliven, vilket i sin tur leder till mer arbete i ett senare skede (ibid.). Det resulterar i ett långt misslyckande istället för att misslyckas snabbt för att sedan lära av misstagen. På grund av de stora summorna som megaprojekten innebär dyker det upp ett brett problem beträffande projektledare och personer som försöker dra vinning av de stora summorna i omlopp samt en partisk optimism som leder till en lägre prisuppskattning (Eisenhardt 1989; Stiglitz 1989; Flyvbjerg et al. 2009, se Flyvbjerg 2017). Leveranser är en högriskfaktor, så kallade ”svarta svanar” kan dyka upp vilket innebär att en kritisk händelse kan få förödande konsekvenser enligt Taleb (2010). Dessa komplexa och oförutsägbara händelser är enligt statistiken ofta oberäknliga, vilket innebär att budget och tidplanen för projektet kan vara otillräcklig. Vilket i sin tur leder till konsekvenser som bristande information beträffande kostnaden, tidplan, förmåner och risker, vilket resulterar bland annat i överskridande budget och förseningar menar Flyvbjerg (2017).



Flyvbjerg, et al. (2002) anser att projektledare har lärt sig att underskatta priset - för att det lönar sig. Vidare beskriver Flyvbjerg, et al. (2002) att denna underskattning av pris därför bör förväntas vara avsiktlig. Sydneys operahus är ett exempel på projekt som resulterade i en högre slutkostnad än förväntad, med hela 15 gånger högre slutkostnad, detta fenomen gäller alltså inte bara transportsektorn. Att ljuga lönar sig enligt ekonomiska agenter, eller de tror att det gör det. Att lögner skulle bidra till det allmänna intresset, att rädda skattebetalarnas pengar, denna politiska teori skulle kategoriseras som "ädel lögn", vilket skulle beskrivas som den "farligaste bedrägeribekämpningen". Det grundläggande argumentet beträffande att skattebetalarnas pengar sparas på grund av kostnadsunderskattning, är allvarligt felaktigt (Flyvbjerg, et al., 2002).

# 4 Empiri

*I detta kapitel återges resultatet från förstudien för att sedan beskriva fallprojekten samt resultaten från intervjuerna, och observationerna i ett av fallprojekten.*

---

## 4.1 Förstudie

Förstudien genomfördes i form av ostrukturerade förkunskapsintervjuer tillsammans med en projekteringsledare för NSM och den övergripande BIM-samordnaren på NSM.

Projekteringsledaren visade ett stort engagemang för BIM-frågor och beskrev hur BIM kom för cirka 10 år sedan, med fokus på samgranskning i 3D-modellsprogram. Att BIM inte har slagit igenom på bred front ännu, anses bero på att kunskapen är för dålig i branschen gällande hur de digitala medlen kan effektivisera byggprocessen och vilka nyttor det leder till. Finns det ingen nytta är det ingen mening med att lägga ned tid och pengar på en process. Projekteringsledaren beskriver hur trögt det går i branschen och att personer oftast är rädda för nya arbetssätt och vill gärna göra som de alltid har gjort. Denna motstridighet till nya moderna arbetssätt anses vara en stor utmaning i branschen idag som inte gynnar utvecklingen. Att kunna se fördelarna med BIM just i projekteringsfasen är något som är högst aktuellt eftersom det är under projekteringsfasen som byggprojektet formas. Därför anses denna studie vara en god möjlighet till att konkretisera fördelarna med BIM i projekteringsfasen samt de möjliga nyttorna som leder till effektivare processer.

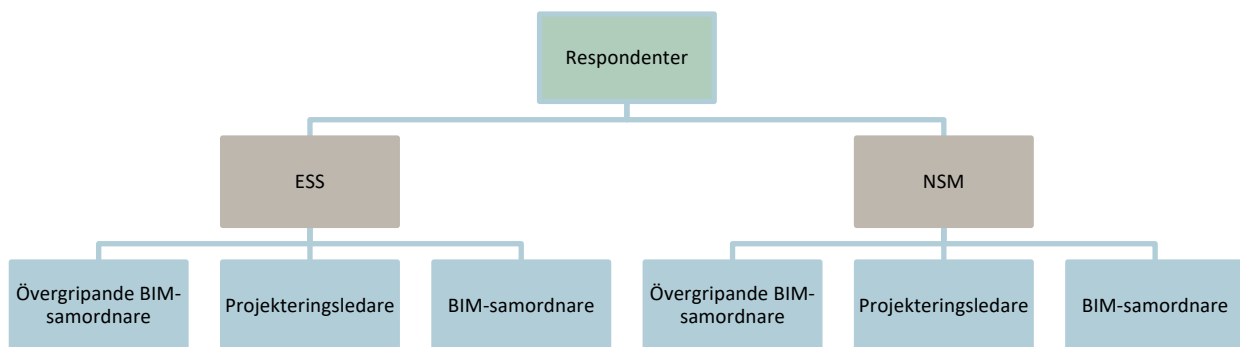
Den övergripande BIM-samordnaren, som har en arkitektutbildning i botten, beskriver hur digitaliseringen har gått snabbt de senaste åren och att det gäller att hänga med i utvecklingen. När det gäller BIM har betydelsen gått från att betyda en 3D-modell till ett arbetssätt där informationshanteringen står i fokus. Standarder börjar ta form och behövs i en större utsträckning för att få en enhetlig syn i branschen, med pilotprojekt kan nya bättre lösningar utvecklas i projekt som kan nyttjas som standard vid kommande projekt. CoClass är ett klassificeringssystem som precis håller på att utvecklas, vilket ska underlätta hanteringen av de digitala mängderna. Den övergripande BIM-samordnaren delar projekteringsledarens bild av att det finns stora utmaningar med att implementera nya moderna arbetssätt då projektörerna meddelar att de ändå kommer jobba som de alltid har gjort.

## 4.2 Fallprojekt

Studien är genomförd genom observationer och intervjuer av två fallprojekt. Nedan presenteras fallprojekt NSM med tillhörande intervjuer och observationer följt av resultatet av fallprojektet ESS med tillhörande intervjuer.

### 4.2.1 Presentation av respondenter

Vid valet av respondenter önskades en variation av personer med eller utan insikt i BIM och dess för- och nackdelar. I båda projekten valdes det att intervjua den övergripande BIM-samordnaren, en projekteringsledare och en BIM-samordnare, se figur 4-2. Det generella uttrycket BIM-samordnare har valts att nyttjas i studien istället för informationssamordnare, för att få en bättre förståelse för respondenternas olika specifika roller.



Figur 4-2 Övergripande illustration över de intervjuade respondenterna till respektive fallprojekt

## 4.3 Fallprojekt NSM

### **Fakta om Fallprojektet NSM (Nya Sjukhusområdet Malmö)**

**Budget:** 12,3 miljarder kronor

**Stå klart:** 2024

**Total yta:** 125 000 kvm

**Byggentreprenör:** Skanska och PEAB

**Upphandlingsform:** Generalentreprenad i samverkan

(Regionfastigheter, 2017)

Under 2013 fattade Regionstyrelsen beslut gällande att sjukhusområdena i Malmö, Lund och Helsingborg skulle genomgå rivning och nyproduktion av byggnader. Att skapa morgondagens vårdmiljöer i världsklass är målet med omstruktureringen (Region Skåne, 2018). Patientperspektivet står i fokus med de fyra planeringsprinciperna patientsäkerhet, flöden, hållbarhet samt kunskap och utveckling. Arbetet genomförs i delprojekten Servicebyggnad, Vårdbyggnad och Teknisk infrastruktur tillsammans med ett gott samarbete med verksamheten (ibid.). Servicebyggnaden i NSM-projektet står i centrum i granskningen av NSM-projektet.

## 4.4 Intervjuer NSM

### 4.4.1 Övergripande BIM-samordnare på NSM

#### 4.4.1.1 BIM – definition och erfarenhet

*Ge en kort beskrivning om dig och din roll i projektet.*

Övergripande informationssamordnare för NSM, Nya Sjukhuset i Malmö och har uppdrag att samordna projekten. Jobbar med övergripande rutiner för hur samordningen ska gå till mellan projekten.

*Hur definierar du BIM?*

BIM är informationshantering, Building Information Management, där informationen är det stora och modellerna är en liten del av BIM.

*Vilken erfarenhet har du av BIM?*

Har arbetat på heltid med BIM i 10 år, jobbat med programutveckling och även arbetat i NKS-projektet. Har också varit metodikchef på White under 3 årstid. Började egentligen med akut-infektionskliniken på NSM 2006, med utveckling av metoder, hur arbetet ska ske i programvaror med fokus på projekteringsmetodik. Har erfarenhet gällande projektering som arkitekt sedan 80-talet.

#### 4.4.1.2 BIM i projektet

*Hur ser arbetsgången ut i projektet kopplat till BIM?*

I projekten inom nya NSM arbetas det med BIM på det sättet som brukar nyttjas, som kollisionskontroller, BIM-samordningsmöten, bestämmer vilka programvaror och versioner som ska nyttjas. Detta driver informationssamordnarna ute på projekten. Sedan 3 år tillbaka har arbetet som övergripande informationssamordnare präglats av uppbyggandet av rutiner, hur

arbetet ska se ut för att arbetssättet ska se likadant ut i de olika projekten. Har tagit fram en övergripande BIM-manual för byggnader och en för mark, även rutiner och instruktioner specificeras. Detta genomförs för att underlätta i projekten för delprojektdeltagarna. Det är väldigt stort fokus på projekteringsmetodiska frågor, de ute på projekten är väldigt osäkra på hur de ska arbeta och hur de ska styra projekten eftersom det är stora utmaningar med det komplexa projektet.

*I vilket skede i byggprocessen anser du att det är av största vikt att använda BIM?*

I alla skeden i byggprocessen bör BIM komma in, det måste komma in redan från början och bör följa med genom hela processen. Val av nivå kan väljas beroende på hur mycket data som ska hanteras och i vilken form, det är olika för projekt till projekt. I NSM-projektet är strävan att hålla samma nivå i alla projekten. Det påbörjade pilotprojektet med standardisering och klassificering av data både på byggnadsnivå och på egenskapsnivå, vilket är en jättestor apparat. Vilket hoppas vara till nytta vid projekteringen och vid överföringen till drift och förvaltning.

*I vilket skede startade ni arbetet med BIM i projektet?*

Vid samband av uppbyggandet av byggherreorganisationen påbörjades arbetet med BIM i form av rutiner, utvecklade projekteringsanvisningar och BIM-manualer. Vilket påbörjades för 3 år sedan och än är det arbetet inte klart.

*Vilken nivå ligger BIM på i projektet?*

Ambitionen är att ha en hög nivå, sen är det ett stort arbete med att implementera det. Att få en struktur i modellerna, att få fram typelement, att ta fram dörrprojekteringen som den ska vara osv. Eftersom de går in i detaljprojekteringen nu, i de stora projekten är det den största utmaningen just nu, att det faktiskt ska bli gjort på rätt sätt. Det är lite olika också eftersom det är olika inställningar hos olika konsultfirmor, vissa är enklare att jobba med och vissa är svårare, vilket gör att det är svårare att implementera. Att styra är nyckelordet, att styra konsulterna och processen, och alla andra. Det handlar enormt mycket om att samarbeta och det är väldigt svårt i dessa komplexa projekten, var och en vill göra sitt stuprör och jobba på det sättet. Frågan är hur de kan hjälpa varandra, det måste bli musik av det hela, ett gemensamt partitur, där alla vet vilket instrument de spelar. Med samma takt samtidigt, så fungerar inte byggbranschen idag, vilket leder till stora problem.

*Vilka nyttor uppstår under projekteringsfasen med stöd av BIM? Kopplat till tidsstyrning, kostnadsstyrning och kvalitet/hållbarhetsstyrning*

Kopplingarna är den stora nyttan, att dels kunna mäta framdriften av projekteringen och veta hur mycket information som finns framme vid ett visst tillfälle för att kunna stämna av efter hand, mot tid och ekonomi. Det finns tre styrande i projekt, det är tid, ekonomi och kvalitet, det är vad projektledaren styr mot. De övergripande nyttorna är att hålla just dessa tre: tid, kostnad och kvalitet. Att analyser kan genomföras där data kan jämföras, vilket leder till en bättre förståelse för vilka projekt som faktiskt genomförs, det vet man inte mycket om idag. Det ligger i lite handlingar här och var men det finns ingen samlad bild om det. Illustrationer kan göras av det och göra VR-miljöer för att få förståelse för hur projektet ska bli. Detta utnyttjas i NSM-projektet och det fungerar jättebra. Att lämna över handlingar som är tydliga och i ordning på det som ska bli bygghandlingar, till produktionen. Hur det genomförs beror på vilka verktyg som nyttjas och beror på projekt till projekt. Men ordning och reda är nyckeln till det och vilka strukturer och klassificeringar det finns, att det finns något som kan mätas som sedan kan styras mot. Vilket kan visualiseras så folk kan förstå, det är verktygen för att kunna styra. Att använda tidplanen, projektnummer för att kunna läsa av ekonomin, de måste vara synkade, en post i tidplanen ska stämna mot ett projektnummer. Det är jättesvårt att genomföra.

*Får ni ut de resultat som ni behöver?*

Nej inte just nu, men bitar av det, VR-visningen är en bit som ligger på plats. Hoppas att pilotprojektet med CoClass ska bli ett sätt att få ut data på ett bra sätt. Kollisionskontrollerna

fungerar eftersom dem genomförs i alla projekten, vilket är en jätteviktig output från projekten att de har samordnat sig fysiskt, att rummen finns på plats och att det är tillgängligt för de som ska bygga. Det är även en tydlighet när det gäller kravspecifikation, de har förtecknade krav och jobbar med processen, för att det ska bli tydligt vad som ska projekteras.

*Vilka krav är ställda gällande BIM?*

Det är många, det är krav på namngivning, 3D, objektinformation, strukturer på projektnätverket, markhandlingar, 3D i markhandlingar. Krav på hur överlämningarna ska gå till, mycket är kravställt och allt genomförs i 3D. Så mycket som möjligt försöks genomföras i objekt, när det sker objektrelaterat kan data alltid läggas till och andra parametrar osv. Dubbletter undviks att jobba med genom att arbeta med original, detta leder till att inte olika versioner cirkulerar. Det är gamla projekteringsprinciper, de ställer väldigt många krav och försöker beskriva hur de ska jobba, hur de ska arbeta i modellerna. Att de inte får fylla modellerna med för mycket, de får exempelvis inte rita in all utrustning i hela byggnaden, eftersom det blir enormt mycket jobb till ingen nytta. Sen försöker de jobba tillsammans med projektörerna, hur de ska arbeta med dörrprojekteringen, då är de involverade också. Hur rumsritningar ska hanteras, de dokumenterar det och då blir det ett krav. Men sällan kan man göra klart allt från början och säga att så här ska det göras, det jobbas fram hela tiden, det kommer fortsätta under en lång period. Det är en process i sig.

*Vilka utmaningar har ni haft med BIM i det här projektet?*

Generellt är det en utmaning att få folk att följa rutinerna, det är den största utmaningen att folk vill bara göra som de brukar göra. Efter ett möte där det bestämt hur det ska genomföras, säger de att de ska jobba som de brukar göra. En utmaning är att projektet är enormt komplext, ett halvt NKS ska genomföras i ett befintligt sjukhusområde. Där alla olika tider och logistiken i projekten ska samordnas, det drabbar BIM också, så det är en stor utmaning. Och att det är mycket information i enormt många dokument och många personer involverade.

#### *4.4.1.3 BIM i projekteringsfasen*

*Hur har ditt arbetssätt förändrats i projekteringsfasen sedan BIM började implementeras?*

Arbetet har blivit allt mer processororienterat och kommunikationsorienterat, hur ska informationen kommuniceras? Hur ska det visualiseras för att folk ska förstå? Tyngdpunkten ligger allt mer på hur arbetet ska genomföras och sedan hur det ska kommuniceras. Istället för att bara skriva rutiner, det är kommunikationen som är det viktiga och det kommer att bli allt mer fokus på den.

*Hur ska BIM användas under projekteringsfasen för att effektivisera projekteringen?*

Hänsyn ska tas till vilket projekt som är aktuellt och sätta upp vad som gäller, att det är extremt tydligt vad det är som gäller och sedan ska detta följas. Det måste betyda att det är ordning på objekten att det är ordning på objektinformationen, ordning på kollisionkontrollerna och på dokumentationen och rutinerna kring detta och ”överkommunikation”. Det är många saker som ska falla på plats.

*Hur sker överföringen och tillämpningen till produktionen?*

Överföringen till produktionen arbetas de med aktivt idag och ligger i förstadiet, det handlar mycket om ritningar och PM-hantering, ändringshantering är en stor fråga. Hur handlingarna ska uppdateras i form av relationshandlingar och om detta kan genomföras digitalt. Det förs diskussioner om hur även entreprenörerna kan ta steg framåt. Även hur besiktningsmännen ska hantera informationen, hur avvikelser och protokoll ska hanteras. Det är ett pågående arbete, överlämningsprocessen är det vanliga med ritningar, handlingar och drift- och underhållshandlingar, det finns det rutiner för. Men de stora projekten och hur de kan utnyttja

BIM och nya metoder och verktyg, ligger bara i sin vagga som det ser ut nu, det kommer ske väldigt mycket innan det är färdigbyggt.

*Hur ser informationsflödet ut när ni projekterar? Är VDC eller ICE-projektering något som ni tillämpar?*

Begreppet VDC är inte riktigt bekant. Eftersom detta är ett partneringavtal så är entreprenörerna PEAB och Skanska involverade i processen. Dessa processer hanteras i projekteringsmötena vilket antas fungera. Vilket syns vid kollisionskontrollerna, vilket inte riktigt kan svaras på i vilken utsträckning som entreprenörerna och underentreprenörerna är med. Vilket säkert hade kunnat utvecklas.

#### *4.4.1.4 BIM i ett megaprojekt*

*Är det första gången du är med i ett megaprojekt?*

Tidigare megaprojekt som har medverkats i var NKS-projektet i Stockholm.

*Vad är den största skillnaden mellan ett mindre projekt gentemot ett megaprojekt?*

Den största skillnaden är att man kan jobba och utveckla processerna, BIM-processen också och att det måste göras. Eftersom den största skillnaden är att normala projekt kan någon hålla i huvudet, hålla ordning på ritningar manuellt vilket inte ska göras men det går. Medan i de här större projekten går inte det, man är helt beroende av att det finns en struktur som fungerar och att den är tydlig och att folk anammar den. Det är den största skillnaden ur BIM-aspekten, att det inte går att göra som man brukar. Det måste finnas ett sätt att hantera de stora projekten.

*Traditionellt sätt brukar kostnaden överstigas, framförallt när det gäller megaprojekt, hur arbetar ni för att undvika detta? Är det på ett annorlunda sätt än traditionella projekt?*

Hela tiden arbetas det med att ställa projektet i relation till byggbranschen och vet varför det finns problem i byggbranschen normalt och vet att riskerna är större i de stora megaprojekten. Att det är särskilda utmaningar med detta, det är därför som de arbetar extramycket med just processerna och rutiner, eftersom de vet att det är risker förknippade med det.

*Ser du någon skillnad på arbetsgången kopplad till BIM beroende på storlek på projekt?*

Ja arbetsprocessen ser annorlunda ut, i grund och botten ska samma sak göras men det är fler involverade i ett megaprojekt vilket innebär att kommunikationen blir viktigare och mycket svårare. Det gäller både kommunikationen kopplat till dokument och mötena, i NSM-projektet lider de av mötes-infarkt, det är möten hela tiden. Personer blir uppkopplade på olika sätt, det är en stor utmaning, det kräver enorma resurser och en stor omsättning på personer i projektet, det kommer in nya hela tiden och folk försvinner. Kontinuitet, projekten varar under långtid, det är det svåraste.

#### *4.4.1.5 Generella frågor*

*Blir det ett bättre nyttjande av BIM i ett partneringprojekt?*

Det blir inte tillräckligt bra i ett partneringprojekt, det finns även andra former att nyttja som är bättre. I ett partneringprojekt måste tydliga linjer dras för var gränsen går och vem som ansvarar för vad, det finns ändå en beställare och en utförare och det är konsulter inblandade och de ska kunna samarbeta. Det är väldigt bra men det kräver en tydlighet över vem som ansvarar för vad. Det finns en amerikansk upphandlingsform som heter IPD som respondenten har gjort en rapport om för längesedan, vilket innebär att olika incitament används som gynnar att utvecklingen går framåt och driver att kostnaderna ska hållas på ett tydligare sätt än ren partnering. Det upplevs som det i alla fall, det hade varit intressant att titta mer på avstämningspunkter och incitament för att faktiskt hålla nere kostnaderna och driva kvalitet och styra mot rätt saker.

*Hur ser du på beställarens roll gällande hur BIM hanteras?*

Det är extremt viktigt, som övergripande informationshanterare är rollen en del av beställarorganisationen. Det som genomförs nu är att sätta upp krav för hur arbetet ska genomföras och för att BIM ska fungera och att BIM ska ge ett mervärde. Så fort något ska genomföras med BIM måste det finnas ett syfte, vilket ska skapa ett mervärde i slutet, det måste inte nödvändigaste ske i projekteringen, det kan vara i driften. Det måste i alla fall finnas ett syfte med det som ska genomföras och då måste det ställas krav. Vilket de gör tätt tillsammans med Regionfastigheter med linjeorganisationen för att utveckla och driva detta så det blir tydligt. Man ska få det behöver och vill ha, till rätt kostnad.

*Vad är nästa steg för att effektivisera projekteringsfasen med stöd av BIM?*

Det är struktur och kategorisering, alltså CoClass, vilket är ren datainformation. Det kan vara något annat system eller heta något annat i andra länder men den svenska standarden kommer, är klassificering av egenskaper och byggdelar och det är jätteviktigt att det kommer på plats vilket öppnar upp för nya möjligheter. Sen finns det säkert massa andra grejer också som 3D scannningar, att kunna få in relationer som scannade handlingar, det finns väldigt mycket. Men för projekteringen handlar det mycket om att hantera parametrar och objekt, så analyser kan genomföras av data innan det blir verklighet.

*Har du något att tilläga som du tror kan bidra till studien?*

Har inget mer att lägga till, frågorna har täckt mycket.

#### **4.4.2 Projekteringsledare på NSM**

##### *4.4.2.1 BIM – definition och erfarenhet*

*Ge en kort beskrivning om dig och din roll i projektet.*

Jobbar som projekteringsledare i NSM-projektet och framförallt för byggnad 57 som är en stor servicebyggnad på 27 000 kvm.

*Hur definierar du BIM?*

BIM är informationen i modellen som projektet har nytta av. Det är inte bara 3D-modeller utan består av parametrar med information som kan läggas in i modellen. Informationen kan i sin tur kopplas till olika databaser.

*Vilken erfarenhet har du av BIM?*

Började jobba med BIM för cirka 10 år sedan i ett projekt tillsammans med MKB och White. Nyttan med BIM var från början bara kopplat till 3D-biten vilket sedan växte fram för att fungera som en kvalitetskontroll i 3D-programmen. Det finns fler nya saker som modellen idag kan användas till, det beror på storleken på projektet och vilka projektörer som medverkar. I det första projektet kom White igång med BIM medans exempelvis VVS:aren inte alls hade den kompetensen för BIM, vilket ledde till att utbildningar krävdes i cirka 3-4 veckor. Nu har BIM fått ett större genomslag men ändå finns det konsulter som inte förstår sig på BIM. Därför är det viktigt att definiera BIM tidigt och specificera vad byggherren vill använda BIM till i projektet.

##### *4.4.2.2 BIM i projektet*

*Hur ser arbetsgången ut i projektet kopplat till BIM?*

Just nu är systemhandlingsskedet avslutat och går därmed in i bygghandlingsskedet. En BIM-manual är upprättad vilken revideras, lite då och då. Arbetsgången är att modellerna uppdateras på fredagar av arkitekter och konstruktörer, veckan efter uppdaterar installatörerna inför ett samgranskningsmöte som äger rum varannan vecka, för att klara det i 3D-programmen. Det



pågår även kopplingar till databaser. Rumsfunktionsprogrammet ska börja kopplas till bygghandlingsmodellen för att kunna jämföra vilka krav som finns i rumsfunktionsprogrammet när det gäller ytor och vilka som finns i modellen. Detta genomförs lite sent i projektet men det ska avstämmas i bygghandlingsskedet, rent digitalt. Det har stämts av men då har det varit för hand eller manuellt. I närtiden är det kopplingen till rumsfunktionsprogrammet och databasen för dörrar i dörrprojekteringen. Mängder har kommit ut från modellen i systemhandlingskedet, PEAB har fått ut mängder från modellen, sedan några månader tillbaka. Just nu sker en uppdaterad kalkyl och då förutsätts det att de nyttjar mängderna från modellen, de kan även mängda förhand ändå.

*I vilket skede i byggprocessen anser du att det är av största vikt att använda BIM?*

Det är egentligen viktigt att nyttja BIM i alla skeden. Det är viktigt att förstå vad det ska användas till i ett tidigt skede, vilket kanske innebär att det är extra viktigt med BIM i de tidiga utredningar i programskedet. Enligt arkitekten krävs det ett stort arbete för arkitekten att rita i 3D redan i programskedet. Vilket innebär ett mer traditionellt arbetssätt, som sedan arkitekten omarbetar till en intelligent modell, en 3D-modell. Anledningen till detta var att det tar så långtid att genomföra arbetet i 3D i startskedet eftersom stora ändringar ofta tar väldigt långtid att ändra i 3D tillskillnad från i 2D. Utredningar i 3D borde kanske ha genomförts redan från början eftersom ett extra plan i byggnaden har nu fått läggas till eftersom installationerna inte fick plats. Detta hade i och för sig kunnat upptäckas med vanliga sektioner också.

*I vilket skede startade ni arbetet med BIM i projektet?*

Det var inte så mycket BIM i programskedet, det var mer traditionellt. 3D-modellerna togs fram i starten på systemhandlingsprojekteringen.

*Vilken nivå ligger BIM på i projektet?*

Bågen är spänd i detta projektet hur BIM ska hanteras vilket innebär en nivå högre än traditionella projekt. Entreprenörerna efterfrågar också modeller i servicebyggnaden där PEAB kommer nyttja Dalux som programvara för att kunna läsa av ritningar ute på bygget med hjälp av iPads. VR nyttjas just nu i projektet där några rum testas och vilket verksamheten har fått tillgång till för att få en bättre bild av slutprodukten. VR är alltså en nytta och strategi för projektet vilket också används i vårdbyggnaden på NSM. För att kunna kommunicera med verksamheten blir det lättare med hjälp av VR för att de ska få en förståelse för hur stora rummen är och på så vis få förståelse eftersom de inte kan läsa och tolka en ritning.

*Vilka nyttor uppstår under projekteringsfasen med stöd av BIM? Kopplat till tidsstyrning, kostnadsstyrning och kvalitet/hållbarhetsstyrning*

Nyttan är att alla kan gå in i modellen med rätt underlag och programvara för att se hur huset kommer se ut i 3D. Det är allt fler som nyttjar detta idag, entreprenören går också in och tittar för att få en förståelse för vad som ska byggas. Mängderna, mängdförteckningen, VR och många andra funktioner kan nyttjas utöver samordningen som projektörerna redan har arbetat med ett tag mellan varandra. Samgranskningen som sker i 3D-program är en stor nytta, eftersom det är där det sker en kvalitetskontroll. Det är där den stora samordningsvinsten uppstår och ser till att tidigt minimera felen och handlingarna innan de når arbetsplatsen eller blir en produktionshandling.

*Får ni ut de resultat som ni behöver?*

I dagsläget har vi stor nytta av BIM, problemet uppstår när projektör inte hinner med. Men det har kanske inte så mycket med BIM att göra men det är mer att de inte levererar det som önskas, samt att de inte ändrar det som måste ändras. Det handlar mer om vanlig uppföljning eller tjat. Det kan däremot vara kopplat till att projektörerna helt enkelt inte kan BIM vilket leder till att det drar ut på tiden. Det upptäcks relativt tidigt att projektörerna inte ändrar eller uppdaterar modellerna som borde finnas där, då är dom med all sannolikhet sena. Förr kunde det döljas

mer än nu när det är tydligt och visuellt. Nu måste de lägga in uppdateringar för att kunna se att de går i takt med övriga projektörer. Har de inte kompetensen eller tiden så är det lika illa ändå.

*Vilka krav är ställda gällande BIM?*

Det som är kravställt kring BIM är enligt BIM-manualen, den övergripande BIM-samordnaren i stora projektet NSM och BIM-samordnare i varje delprojekt som har koll på den. Det finns väldigt många krav gällande BIM och framförallt vad som ska levereras i slutet genom relationshandlingar. Regionfastigheter har en instruktion sedan tidigare, men det intressanta för projekteringen är kraven som ställs på modellen under projekteringen och produktionen. Relationshandlingarna blir sedan starten vid nästa projekt då byggnaden ska renoveras eller byggas om inom tio år, då måste relationshandlingarna vara rätt. Det finns inga krav från förvaltningens sida att ta emot modellerna utan det är de vanliga handlingarna och filerna som de vill ha.

*Vilka utmaningar har ni haft med BIM i det här projektet?*

Som tidigare nämnts, uppstarten med 3D vilket är en utmaning att fastställa korrekta strategier. Vid uppstarten av samgranskningen i 3D-program, vilken startade tidigt i systemhandlingsskedet som några av projektörerna ansåg var för tidigt eftersom de inte var färdiga. Vid de tidiga 3D-samgranskningsmötena var det en stor utmaning med vilket fokus mötena skulle ha. Fokus bör inte ligga på kollisionskontroller eller kvalitetsbrister över hela huset utan fokus bör ligga på de områdena som det är trångt eller platsbrist på. Verifieringen i modellen fanns det ingen strategi för. Samgranskningsmöten måste ha en agenda, att föregående samgranskning är en uppföljning gällande vad som ska rättas till. Fokus bör därför ligga på vad som är intressant på dagens möte, projektörerna måste säga vad fokus bör ligas på, det är ingen informationssamordnare som ska säga vad som ska göras. Projektörerna kan inte sitta bekvämt utan de måste säga vad de vill ha ut av mötet, vad är kritiskt just nu, stå på agendan varje gång. Mötena hålls varannan vecka där projektörerna måste närvara, vissa är med på Skype. Internetuppkopplingen har därför upplevts som en utmaning eftersom det påverkar kvaliteten på mötet eftersom det har uppstått fördröjningar. Funderingar finns angående om Skypemöten ska användas i större utsträckning, för att alla inte ska behöva ta sig till projektkontoret.

#### *4.4.2.3 BIM i projekteringsfasen*

*Hur har ditt arbetssätt förändrats i projekteringsfasen sedan BIM började implementeras?*

Sedan 10 år tillbaka har det förändrats väldigt mycket. Projekteringen delas upp i samordningsmöten för stråken alltså för systemen, en mötesserie som projekteringsledaren håller i och denna kompletteras med en 3D-samgranskning, samordning i modellen. Sedan finns det en tredje mötesserie med verksamheten där rummen studeras i 3D vilket sker i början, som nu VR nu har blivit ett bra stöd till. Under samordningsmötena kan modellen inte studeras så noggrant utan ska bara illustrera var projekteringen ligger just nu eller var problemen uppstår. Det är egentligen mötesstrukturen som har förändrats sedan BIM implementerades. Verksamheten ska inte sitta med på projekteringsmötena eller samordningsmötena, de ska titta in i rummen och ställa krav och förstå hur rummen ser ut just nu genom VR eller i modellen. Deras input kan eventuellt påverka systemen att något eventuellt måste flyttas. Dessa arbetssätt har kommit allt mer nu på de senaste åren. Många gånger i mindre projekt har verksamheten suttit med under projekteringsmötena, vilket är helt fel, det måste delas upp oavsett om det är små eller stora projekt. Program eller rumsmöten för sig och projekteringsmöten för sig, där programmet löses.

*Hur ska BIM användas under projekteringsfasen för att effektivisera projekteringen?*

BIM ska användas enligt de strategier som finns. Grundkravet är 3D med kvalitetskontroller i 3D-programmen för samordning. Sedan finns mängderna som hoppas användas för att kalkylera och där VR ska hjälpa till att kommunicera med verksamheten, men även med projektörerna. Det gäller att fastställa strategierna och ha mötesserier men även jobba fram det.

Det är mycket hanteringstid när det gäller BIM, men vad är alternativet? För mycket information bör inte läggas in i modellen utan bara det som ger nytta annars blir modellerna för tunga. Därför är det viktigt att ha BIM-samordnare som kan sköta den biten, de blir lite poliser som har koll på att det är rätt inlagt i modellen både koordinater och mängden information.

*Hur sker överföringen och tillämpningen till produktionen?*

NSM-projektet är ett samverkansprojekt vilket leder till att entreprenören redan är med i systemhandlingskedet som precis avslutats. De har därför redan kunnat läsa in sig på handlingarna eller projektet, vilket är en tidig produktionsberedning för dem. De har också kunnat påverka handlingarna och utformningen framförallt det som konstruktörerna konstruerar. PEAB kom in redan i fas ett i samverkansprojektet, vilket beror på upphandlingsformen. Mängderna har de redan fått och i vintras gjorde de en kalkyl som budgeten kunde stämmas av till. Nu kommer det en ny avstämning till budgeten för de nya handlingarna, det händer saker hela tiden i projekteringen som kostar pengar. Det har även skett optimeringar som PEAB har kommit med som förslag, vilket ger både plus och minus i kalkylen som ska stämmas av i maj/juni. Annars blir det vanliga bygghandlingar som ska in och publiceras det byggs fortfarande efter ritningar eller PDFer. Modellen är egentligen bara en informationshandling, gränssnitten blir tydligare gällande vad som ska ingå i entreprenaden. Bygghandlingar gäller för bygget, enligt bygghandlingar 90 vilket är den juridiska handlingen, att den är samordnad och granskad av projektören för att vara en produktionshandling. Modellen används även till utsättning när huset sätts ut, modellen ligger rätt i koordinatsystemet då kan modellen alltså nyttjas vid utsättningen. Det finns därför många nyttor kopplade till modellen i utförandet, plus att skyddsanordningar och arbetsmiljö kan utformas med hjälp av modellen. Modellen kan även underlätta för att kunna ha handlingar tidigt som är byggbara, både produktionsmässigt och arbetsmiljömässigt.

*Hur arbetar du som projekteringsledare med hänsyn till BIM?*

Möten är viktiga där kravspecifikationen specificeras, det är rumfunktionsprogrammet där verksamheten talar om vad de har för krav på rummen. Denna växer fram med tiden och detaljningsnivån ökar tiden. Det är viktigt att den ligger före projekteringen, både lös och fast inredning måste vara med. För att projektörerna ska förstå tidigt vad rummet ska användas till. Detta följs sedan upp på rumsfunktionsmöten eller programmöten med verksamheten. Sedan körs projekterings- och samordningsmöten utifrån hur det hela ska lösas, med projektörerna där verksamheten inte medverkar. Möten genomförs genom protokollföring, genomgång och avstämning med arkitekterna så de arbetar i takt med projektörerna. Som stöd till dessa samordningsmöten är givetvis modellerna som har separat 3D-samordningsmöten med 3D-programmen. Fokusmöten nyttjas om det upptäcks att något kräver ett extramöte för att lösa ett visst problem.

*Hur ser informationsflödet ut när ni projekterar? Är VDC eller ICE-projektering något som ni tillämpar?*

VDC är bekant men inte något som används i det här projektet eftersom detta är ett väldigt långt projekt. Det som tar tid är verksamheten, verksamhetsmöten startade upp under programarbetet och fortsatt under systemarbetet och nu går bygghandlingsskedet igång och verksamhetsmötena kommer fortsätta. Det svåra är att få till besked eller krav, det växer fram succesivt hur de egentligen vill ha detaljerna i huset. Detta hade säkert kunnat ”stressats” fram tidigare men kraven har inte kommit fram så fort för att kunna sitta en sådan miljö som VDC innebär, som att projektera i flera dagar.

#### 4.4.2.4 BIM i ett megaprojekt

*Är det första gången du är med i ett megaprojekt?*

Det är första gången i ett megaprojekt.

*Vad är den största skillnaden mellan ett mindre projekt gentemot ett megaprojekt?*

Det är mycket mer människor i ett större projekt, betydligt fler gränssnitt och gränsdragningsfrågor. Fler krav från verksamheten och beställaren.

*Traditionellt sätt brukar kostnaden överstigas, framförallt när det gäller megaprojekt, hur arbetar ni för att undvika detta? Är det på ett annorlunda sätt än traditionella projekt?*

Det är ungefär som vanliga projekt, det behövs en kalkyl tidigt i projektet och i det här fallet finns det ett kalkylunderlag som kommer upp till politikerna på 12,3 miljarder kronor. Sedan kommer det nya villkor utöver det som levereras vilket innebär att det kostar mer pengar. Detta rapporteras och prognostiseras för att få en helhets syn. Det gäller att projektledningen prioriterar eller stoppar vissa projekt om det blir någon överkostnad i något delprojekt och flyttar pengar. Ju mer som projekteras och desto fler krav som kommer plus att det är många gränsdragningsfrågor påverkar kostnaden. När andra delprojekt gör olika saker påverkar det servicebyggnaden också, det blir större effekter för helheten det är väldigt komplext. Det finns löpande avstämning gällande pengarna och tiderna, vilket är viktigt att lyfta hela tiden. När något händer som inte ryms i tidplanen eller i kalkylen måste detta hanteras av någon som ger instruktioner om hur det ska lösas. Projektledningen har sina samordningsmöten vilket är uppbyggt av en mötेशierarki. Sedan finns det en budgetreserv i projektet som redan nu börjats användas, vilket kan vara lite tidigt eftersom projektet ska vara klart 2024.

*Ser du någon skillnad på arbetsgången kopplad till BIM beroende på storlek på projekt?*

Nej det finns inte direkt någon skillnad på arbetsgången beroende på storlek på projekt. I det här projektet är även relationshandlingarna inlagda i BIM gällande befintliga hus och ledningar i mark, vilket inte alltid genomförs vid mindre projekt vilket kan leda till en överraskning gällande befintliga ledningar om de inte har tagits hänsyn till. Samgranskning sker även för befintliga byggnader med det nya, inte bara de nya byggnaderna som projekteras just nu. Vilket är kraftfullt samtidigt har det kostat mycket pengar att inventera alla ledningar och sätta plushöjder på dem eller att lägga dem i en 3D-miljö nere i marken. I ett sådant här stort projekt är det helt nödvändigt att inventera och göra om relationshandlingar till 3D.

#### 4.4.2.5 Generella frågor

*Blir det ett bättre nyttjande av BIM i ett partneringsprojekt?*

Ja det blir det absolut! Är det samverkan/partnering och BIM, går det inte riktigt att komma mycket längre gällande att kommunicera med entreprenören. Genom att få en tidig produktionsberedning i systemhandlingsskedet, alternativet är en traditionell upphandling på färdiga handlingar och då kommer entreprenören in i ett senare skede och kan plötsligt säga om det går att göra på ett annat vis eftersom då sparas det pengar. Det går också att göra så men det innebär att tid tappas dessutom måste projekteras om. Nackdelen är att entreprenören kan styra och ställa lite för mycket ibland men det är en avvägning som måste göras. En öppenhet och tillit måste finnas till entreprenörerna, att de som PEAB säger innebär ett mervärde för projektet och inte bara ett sätt för PEAB att tjäna pengar på. Men det är en balansgång, det är svårt att göra en totalentreprenad av detta, utan det ska vara en utförandeentreprenad och då är det viktigt att ta in en entreprenör tidigt så de kan komma med sin input. Det måste bli byggbart och utfört på bästa möjliga sätt till lägsta möjliga kostnad. Avstämningarna mot kalkylen kan bli mer verklighetsanpassade utifrån hur det ser ut i branschen just nu, gällande löner och materialkostnader.

*Hur ser du på beställarens roll gällande hur BIM hanteras?*

I det här fallet är beställaren både beställare vad det gäller fastigheten och även kravställare till verksamheten. Trots att detta är uppdelat finns det en projektledare för fastighet och en projektledare för verksamhet, sedan finns det en beställare för utrustning. Det finns alltså många olika roller som beställaren har i det här projektet. Den som projektledaren rapporterar till är fastighet och byggnaden, verksamheten måste hela tiden bekräfta att utformningen är på väg åt rätt håll. Projektledaren för utrustningen måste berätta och verifiera att utrustningen får plats och att det är rätt förutsättningar.

*Vad är nästa steg för att effektivisera projekteringsfasen med stöd av BIM?*

Det är kanske lite det här med VDC, vilket har diskuterats under bygghandlingsskedet att ha ytterligare mötesdagar fast på kontoret där saker och ting kan lösas. Att det inte är två veckor mellan mötestillfällena, de löser i och för sig mycket mellan mötena sinsemellan. Eventuellt att ytterligare obligatorisk närvaro ska läggas till så projektörerna är på plats och kan lösa saker tillsammans på plats. Vilket värderas just nu om det ska införas. I andra projekt kan projekteringsfasen kortas ned väldigt mycket eftersom alla dessa möten kostar väldigt mycket pengar. Att åka till Mallorca i 3 veckor och lösa hela huset är kanske en idé, när alla är på plats i 3 veckor istället för att alla ska försöka hitta luckor i sin almanacka för de extra arbetsmötena. Det finns mycket att göra när det gäller själva mötesstrukturen och framdriften. Både fasta mötesdagar och mer Skype för att korta ner tiden och även restider och helt enkelt se till att alla kan mötas och lösa frågorna i god ordning.

När det gäller resursplanerna har arkitekten många inblandade. Gällande K, VS, Vent och El så är det kanske 2-3 st som arbetar med projektet nästan 100 procent. Så har de några till som jobbar till och från med projektet. Det gäller egentligen att vara så få som möjligt för att slippa informera varandra om vad som gäller, ju fler som är med desto mer information måste överföras internt mellan varandra. Samtidigt kan krav inte ställas på att bara två-tre stycken ska arbeta med projektet på heltiden då blir kanske någon annan sen och då sitter vissa och inte har något att göra, ingen alternativ sysselsättning, då slår det tillbaka. De flesta har något annan sysselsättning vid sidan av projektet. Det är en avvägning och samtidigt handlar det om olika kompetenser, en person kan inte sitta på all kompetens inom företaget. Det finns mycket att göra gällande effektivisering av möten och utbyta av information.

*Har du något att tilläga som du tror kan bidra till studien?*

Nej det har varit många bra frågor som har täckt mycket.

### **4.4.3 BIM-samordnare på NSM**

#### *4.4.3.1 BIM – definition och erfarenhet*

*Ge en kort beskrivning om dig och din roll i projektet.*

Är BIM-samordnare på delprojektet servicebyggnaden på NSM och jobbar på Rambøll som gruppchef på BIM-avdelningen. Har jobbat med informationssamordning i många år och har 11 års erfarenhet inom bygg- och fastighetsbranschen.

*Hur definierar du BIM?*

BIM är ett väldigt vitt begrepp, huvudsyftet med BIM är att ha ett informationsflöde genom hela byggprocessen. Information tappas inte mellan de olika statusarna och egentligen är kanske huvudsyftet att det ska göra nytta i förvaltningen, eftersom det är de som ska ha byggnaden under drift en så lång tid, byggprocessen är en så liten del av hela byggnadens livslängd.

### *Vilken erfarenhet har du av BIM?*

Erfarenheten av BIM är lite blandad, dels har arbetet skett genom arbete i megaprojektet ESS där arbetet skedde mot projektorganisationen men även mycket åt förvaltare. Fokus låg då på vad som är nyttan med BIM när projekten är avslutade och kanske inte så mycket inne i vad som händer under projekteringskedet. Det är lite olika perspektiv på vad nyttan är eftersom till viss del behövs det mer information under produktionen och för platsplanering och ekonomi, ha informationen som kanske inte är så intressant när det kommer till driften, utan då är det någon annan information som är intressant. Har även arbetat som informationssamordnare i Hälsostaden, sjukhuset i Ängelholm.

#### *4.4.3.2 BIM i projektet*

##### *Hur ser arbetsgången ut i projektet kopplat till BIM?*

I september började arbetet med BIM för respondenten och organisationen är uppbyggd med övergripande BIM-samordning för hela projektet och sedan finns det delprojekten, där det är olika BIM-samordnare. För det övergripande arbetet har respondenten inte tagit del av, arbetet fungerar med som att följa de direktiv som finns. Det är väl den största skillnaden mot när tidigare arbete har skett mot förvaltningsskedet, då arbetet har präglats av egna framtagna styrdokumentationen för vad de vill ha i slutändan. Just implementeringen av BIM i detta NSM-projektet har därför respondenten inte så stor erfarenhet av. Fokus har därför mer handlat om att ritningarna ska börjas ta fram och anpassning av mallar till projektet och ta fram en BIM-manual som är projektspecifik som bygger på den övergripande, det är alltså mer projektspecifikation som klargörs.

##### *I vilket skede i byggprocessen anser du att det är av största vikt att använda BIM?*

Det är svårt att säga, det är klart att produktionen tjänar pengar på att använda sig av BIM men för förvaltningen kan arbetet underlättas också. Det är svårt att säga i vilket skede det sker i största vikt, speciellt när tidsperspektivet sätts in. Förvaltningen kanske är på 100 år och byggprojektet är på två år. Om BIM nyttjas i förvaltningen så blir det av största vikt eftersom det är under den längsta tiden. Samtidigt kan man tjäna mycket pengar på att nyttja BIM i produktionen, det är lite olika aspekter. Det är svårt att väga dem mot varandra eftersom de innebär olika nyttor.

##### *I vilket skede startade ni arbetet med BIM i projektet?*

Vid respondentens inträde i projektet började de arbeta mot systemhandlingar, styrdokumentet har funnits med sedan projektet startade vilket innebär att BIM har nyttjas från starten. Sedan har beställaren speciella krav på leveransformat, exempelvis kommer alla projektörer förutom el behöva projektera om allt till relationshandlingen, i servicebyggnaden. Men BIM nyttjas ändå för att underlätta projekteringen och följa de krav som finns, som har funnits från start.

##### *Vilken nivå ligger BIM på i projektet?*

En mellannivå upplevs projektet genomföras med för BIM.

##### *Vilka nyttor uppstår under projekteringsfasen med stöd av BIM? Kopplat till tidsstyrning, kostnadsstyrning och kvalitet/hållbarhetsstyrning*

De exempelvis inte lagt in, skedesstatus på objektnivå, men däremot finns det en viss kravställning på vad som ska ligga på objektnivå. Det är klart att det kan nyttjas, 3D-samgranskning nyttjas vilket även är en nytta, att utreda det nu och inte senare lösa det ute på plats. Diskussion har förts för att göra tidsplaneringen för modellerna, vilket innebär att modellerna kan komma till mer nytta. Till kvalitet använder de sig av Bluebeam för granskning och det kan också klassas som en typ av BIM eftersom det är en samordning av information. Vilket ökar kvaliteten, eftersom det underlättar hela granskningsprocessen. Tillskillnad från Excel listor som är ganska omständliga.

*Får ni ut de resultat som ni behöver?*

Den frågan borde egentligen kanske riktas mot de som ska nyttja sjukhuset i framtiden. Det finns alltid mer att önska hur informationssynpunkten hanteras, nyttjas och till vad. Men utifrån den nivån som projektet ligger på får de ungefär ut det resultatet som önskas.

*Vilka krav är ställda gällande BIM?*

Det finns en del krav på objektsnivå och kravställning hur de ska hantera rum. Det blir inte lika stor nytta i servicebyggnaden som i vårdbyggnaden eftersom vårdbyggnaden innehåller standardrum medan servicebyggnaden har mer unika rum. Nyttan uppstår då framförallt i vårdbyggnaden att varje rum slipper projekteras utan kan utgå ifrån mallar, vilket en viss kravställning finns. Övergripande informationssamordnare arbetar just nu med att ta fram dörrhanteringen, för att förhoppningsvis nå en smidigare process än den traditionella dörrprojekteringen.

*Vilka utmaningar har ni haft med BIM i det här projektet?*

Dels är det olika delprojekt och de skiljer sig åt, vilket upplevs som en stor utmaning vid samkörning. Det är bra på vissa sätt och på vissa punkter borde de kanske ha släppt på kraven, det finns olika behov i de olika projekten. Sedan är det även de vanliga utmaningarna att projektörerna ska leverera det dem ska i tid och i rätt format.

#### *4.4.3.3 BIM i projekteringsfasen*

*Hur har ditt arbetssätt förändrats i projekteringsfasen sedan BIM började implementeras?*

Egentligen har inte arbetssättet ändrats sedan den egna debuten i NSM-projektet eftersom BIM redan var etablerat.

*Hur ska BIM användas under projekteringsfasen för att effektivisera projekteringen?*

Lite det som nämndes tidigare om rumshanteringen och de bitarna, att försöka mainstreama så mycket som möjligt, för att undvika dubbelarbete.

*Hur sker överföringen och tillämpningen till produktionen?*

PEAB är entreprenören till servicebyggnaden och de har bestämt sig för att nyttja en software på byggarbetsplatsen, där alla modeller läggs ihop så de kan nyttja en platta för att kolla på 3D-modellen på plats och kunna genomföra egenkontroller digitalt och lägga upp besiktningsdokument. Än så länge testar de bara programvaran för att undvika pappersexercisen på bygget, framförallt kopplat till protokollen, ritningarna kommer de nyttja ändå. En bättre förståelse för projektet är en fördel med 3D-modellerna, framförallt vid komplicerade lösningar.

*Hur ser informationsflödet ut när ni projekterar? Är VDC eller ICE-projektering något som ni tillämpar?*

PEAB är med under samgranskningsmöten för att komma med sin input gällande hur det ser ut ute på plats och i deras tidplan. I NSM-projektet har de ingen dag som projektörerna sitter tillsammans och projekterar, de har däremot sina mötesdagar, vilket ska ge utrymme för projektörerna att ha sidomöten och röja undan de frågor som har uppkommit. Det ges möjlighet till att diskutera, de frågor som är på tapeten just nu.

#### *4.4.3.4 BIM i ett megaprojekt*

*Är det första gången du är med i ett megaprojekt?*

ESS-projektet har även tidigare medverkats i vilket inte gör NSM-projektet till det första megaprojektet.

*Vad är den största skillnaden mellan ett mindre projekt gentemot ett megaprojekt?*

Oftast är det samma process oavsett storlek på projektet, det beror mer på hur komplext det är och vad det är för typ av lokaler. Bostäder är oftast lättare eftersom då finns det oftast många standardlösningar, medans när det exempelvis är sjukhus som servicebyggnaden där alla rum är unika med mycket installationer, där finns utmaningarna. Ur BIM-perspektivet är det samordningen som skiljer projekten åt, för annars är det ungefär samma, beroende på vilken kravställning det är. Det kan vara ett mindre projekt men att beställaren har höga krav gällande BIM-nivån. Ur samgranskningsperspektivet beror det på typ av byggnad och hur installationstätt det är.

*Traditionellt sätt brukar kostnaden överstigas, framförallt när det gäller megaprojekt, hur arbetar ni för att undvika detta? Är det på ett annorlunda sätt än traditionella projekt?*

För att undvika att kostnaden överskrider krävs det en bra planering och framförhållning och följa upp, det är svårt det dyker alltid upp saker. Alla måste vara informerade och veta vad som gäller, vad är målet och vad förväntas av en? Har alla en tydlig målbild som är samma så underlättar det. Kommunikation är väldigt viktigt.

*Ser du någon skillnad på arbetsgången kopplad till BIM beroende på storlek på projekt?*

Ja det upplevs det som, dels är det skillnad på BIM i projektet beroende på om det är ett litet eller stort projekt. Är det ett punkthus med bostäder behövs det inte samma samordning om det jämförs med sjukhus eller ESS. Det är även skillnad i kravställningen mellan sjukhuset och ESS, det skiljer sig även beroende på vilken beställare det är och hur det påverkas i projekteringsprocessen, vad det är som ska levereras i slutet.

#### *4.4.3.5 Generella frågor*

*Blir det ett bättre nyttjande av BIM i ett partneringsprojekt?*

I ett partneringsprojekt är det kanske mer av en känsla av att alla ska hjälpas åt att nå slutresultatet och det är en nytta i alla skeden i projekten, att det är den inställningen. Det ger nytta.

*Hur ser du på beställarens roll gällande hur BIM hanteras?*

En stor roll har beställaren på hur BIM hanteras. Finns det ingen kravställning blir det BIM för nytta av produktionen och det är ett annat perspektiv, trots att beställaren inte har en hög kravställning kan det bli mycket BIM i projektet men det hjälper om det redan finns framtagna direktiv på hur beställaren vill ha det.

*Vad är nästa steg för att effektivisera projekteringsfasen med stöd av BIM?*

Det hade kanske varit mer automatiserade processer i projekteringen. Alla den informationen som önskas måste läggas in av någon och kan det genomföras på ett smartare och mer automatiskvis, så hade det blivit mer effektivt och sparat pengar.

*Har du något att tilläga som du tror kan bidra till studien?*

Digitaliseringen och smartare verktyg som exempelvis Bluebeam, innebär en väldigt stor skillnad. Det är även en ny standard som är framtagen till BIM. Allt är redan online på Bluebeam, har någon kommenterat behöver ingen annan kommentera samma sak och kommentarerna kommer direkt på ritningarna och dokumentet där det faktiskt tillhör, istället för att beskriva var kommentaren tillhör. Vilket blir en mer effektiv process och att statusar lätt kan ändras. Men även i produktionen kan protokoll och egenkontroller bli mer digitaliserat, det underlättar även processen. På ESS nyttjas QR-koder på alla dörrar, vilket innebär att de bara kan scannas direkt för att få ut massa information om dörren. Vid besiktning ska dörren kunna scannas och dörrkortet dyker upp direkt. Dessa lösningar förenklar och effektiviserar processen väldigt mycket, när tröskeln väl har överstigits för att nyttja de nya verktygen. Förhoppningsvis ska QR-koder nyttjas i NSM-projektet också men är inget som är bestämt än. Det är även en



utmaning med sjukhusprojektet att både Skanska och PEAB ska kunna arbeta mainstream jämfört med de inne på projektkontoret.

Det börjar ändå hända saker i branschen, Stockholms stad väljer att krav ställa att BIM ska nyttjas i projekten, CoClass har kommit som kommer fasa ut BSAB, vilket har varit gällande väldigt länge. I vissa fall är det väldigt gamla standarder som jobbas efter. Mycket fokus ligger på projekt- och projekteringsledaren gällande deras inställning till digitalisering och ny teknik överlag, besluten ligger ändå hos dem, gällande hur projekten ska hanteras.

Det är även viktigt att nyttja erfarenheten mellan olika konsulter också för att kunna ta vara på erfarenhetsåterföringen, vad gick bra och vad gick dåligt i de olika projekten.

Det är viktigt att få folk att förstå nyttan med BIM, varför ska digitaliseringen nyttjas, vad har det för effekt på slutresultatet.

Produktionen ligger långt före förvaltarna, trots att det är de som bör ha störst intresse eftersom de ska förvalta byggnaden under så lång tid. De sitter ofta fast i sina förvaltningssystem och har sådana mängder av befintliga byggnader som måste digitaliseras, vilket innebär ett stort arbete.

Är det en stor skillnad på ESS och NSM?

På ESS är det en BIM-grupp som satte upp antagna BIM-krav eftersom det inte fanns någon förvaltningsorganisation. Enda kravet var att det skulle vara en hög BIM-nivå. Även styrdokumentation togs fram på exakt vilken information som ska finnas på objekten, vad parametrarna ska heta och hela den biten. Arbetet upplevdes som att det genomfördes närmare projektörerna för att hjälpa dem att komma dit. När ESS påbörjades sådes det att projektet skulle enbart nyttja ett 3D-program, vilket alla projektörer inte var vana vid vilket resulterade i att de behövde mer stöttning för att komma in på rätt spår. En del gemensamma 3D-program-familjer används vilket innebär att samma metadatasättning nyttjas. Lite mer strukturerat upplevs ESS som jämfört med NSM, med en högre BIM-nivå.

På ESS-projektet arbetade BIM-samordnarna mer tillsammans i BIM-gruppen och den övergripande BIM-samordnaren fördelade ut arbetet till de andra för att involvera dem i framtagandet av processen med BIM. I NSM-projektet upplevs det mer som att den övergripande BIM-samordnaren sätter upp spelreglerna som de andra BIM-samordnarna ska följa, vilket inte riktigt fungerar eftersom det är så mycket som måste göras. Det hade förmodligen gått snabbare om alla BIM-samordnare hade hjälpts åt. Arbetsmiljömässigt hade det nog blivit bättre att samarbeta för att alla ska känna sig delaktiga och bidra till smarta lösningar. BIM-gruppen på ESS delade med sig av sina kunskaper oavsett vilket företag de kom ifrån för att just komma fram till de bästa lösningarna.

## 4.5 Observationer på NSM

Under studiens gång har observationer genomförts i NSM-projektet, med fokus på delprojektet servicebyggnad. Delprojektet har en viss mötesdag, varannan vecka. Mötesserier som samordningsmöte, Bluebeammöte (PDF-program för granskning av ritningar och handlingar), informationssamordningsmöte och Solibrimöten (3D-program) är några exempel på möten som har studerats och observerats för servicebyggnaden. Ett pilotprojekt gällande dörrmetodiken och hur dörrkorten ska hanteras, för hela NSM-projektet har även observerats.

Samordningsmötena är till för att projektörerna ska kunna lyfta frågor och reda ut frågetecken. Vid uppkomst av frågor nyttjas anslagstavlan på det mobilbaserade nätverket vilket är ett internt nätverk för projektet och fungerar som en digital projektpärm. Dessa frågor går sedan gemensamt igenom på mötena för att kunna lösas på plats, om det inte har kunnat lösas tidigare. På detta sätt kan mötena bli mer effektiva eftersom de berörda parterna för frågeställningen redan har tagit del av frågeställningen och kan på så sätt förbereda sig inför mötet eller i bästa fall lösa problemet innan mötet. Några frågor som präglade de observerade mötena, är diskussioner kring hur information ska hanteras, var finns informationen som ska granskas och hur granskas den på bästa sätt. Vid samordningsmöte 33 uppstod ett problem gällande en speciell maskin som ska in i servicebyggnaden, denne hade en större dimension än vad som var beräknat och ställde till det, eftersom höjden på det våningsplanet inte skulle klara av att ta in maskinen. Diskussioner fördes kring hur detta skulle lösas eftersom det var väldigt problematiskt att höja höjden på våningsplanet. Efter en stunds diskussion kom de fram till en lösning, tydligen fanns det en likvärdig maskin fast i en annan dimension som var likvärdig som kunde nyttjas.

Bluebeam-mötena som observerats har handlat om granskningskommentarerna är giltiga eller inte. Enligt de närvarande på mötet, uppskattas den smidigare processen som uppstår vid granskning av dokument tack vare programmet Bluebeam. Onlinetjänsten tillåter flera personer att jobba i dokumenten samtidigt och de omfattande dokumenten kan sortera ut just den informationen som önskas i stunden, exempelvis de senaste kommentarerna eller bara de godkända kommentarerna.

Observationer har även genomförts vid samgranskningsmöten i modellprogram. Mötena är tillför att diskutera krockar och problem som uppstår i modellen. På detta sätt kan problemen lösas i modellen innan de kommer ut på arbetsplatsen. Ett problem som diskuterades var att projektörerna som arbetar med ventilationen hoppar mellan modellerna, en modell ligger till grund för systemhandlingar och en modell som används för att samordnas. Frågor gällande vilken modell som ska arbetas vidare till bygghandling uppstod också, samt problem med strukturen av modellerna.

Informationssamordningsmöten har även iakttagits, diskussioner uppstod gällande problemet med vilken modell på handlingarna som ska användas.

Möten gällande gränsdragningslista observerades, arbetet skedde systematiskt gällande det utkast som redan hade tagits fram. Vem ska ansvara för vad och finns det några speciella krav att ta hänsyn till? Var frågor som besvarades under mötet.

Pilotprojektet som genomförs i NSM-projektet gällande dörrmetodiken berör hur dörrkorten ska hanteras. Projekteringsförutsättningar för dörrarna ska vara likvärdiga genom hela NSM-projektet, vilket ska sammanställas i pilotprojektet. Utkast på dokument gällande Projekteringsförutsättningar för dörrar har tagits fram med allmänna förutsättningar gällande tekniska riktlinjer, riktlinjer för projekteringsmetod/arbetsmetoder och verktyg, ”typdörrar” och parametrar. Diskussioner gällande gränsdragningen för de olika disciplinerna av parametrarna till dörrarna lyftes och hur projekteringen ska fortgå av dörrarna. Alternativa lösningar samtalades gällande detaljer till elanslutningar. Vårdbyggnadsprojektet, systerprojektet till

servicebyggnaden har kommit fram till principlösningar. Beskrivande text efterfrågas till detaljritningarna för att tydliggöra principerna.

## 4.6 Fallprojekt ESS

### **Fakta om Fallprojektet ESS (The European Spallation Source)**

**Budget:** 18 miljarder kronor

**Stå klart:** 2024

**Total yta:** 65 000 kvm

**Byggentreprenör:** Skanska

**Upphandlingsform:** Samverkansavtal/ Samverkan och partnering

(Fredriksson, 2015)

Fallprojektet ESS (The European Spallation Source) är ett megaprojekt lokaliserat i den nordöstra delen av Lund, i det nyexploaterade området, Brunnshög. Projektet är komplext med industri- och laboratoriebyggnader, kontorslokaler och gästboendeanläggningar, vilket ska rymma 3000 forskare om året. En miljömässigt hållbar forskningsanläggning i världsklass ska präglade ESS (ESS, 2018a). Kommunfullmäktige i Lund godkände den slutgiltiga versionen av detaljplanen för ESS i mars 2013. Vilket sedan genomförs i olika etapper som leder till en stegvis tillämpning av bygglov (ESS, 2018b).

## 4.7 Intervjuer ESS

### 4.7.1 Övergripande BIM-samordnare på ESS

#### 4.7.1.1 BIM – definition och erfarenhet

Erfarenheten kopplat till BIM och digitalisering går 25 år tillbaka i tiden. Erfarenhet från digitalisering är kopplat till undervisning i virtuellt byggande som visualisering och CAD. Den nuvarande arbetsuppgiften på ESS är ansvaret för BIM-gruppen, i projekteringsfasen i form av en övergripande BIM-samordnare, tidigare uppgiften var BIM-samordnare i produktionsfasen. Det är av största vikt att BIM implementeras i alla skeden och inte minst i produktionen efter projekteringsfasen för att verkligen kunna räkna hem satsningen på BIM.

*Hur definierar du BIM?*

BIM kan definieras på många olika sätt som Building Information Model, Building Information Modeling och Building Information Management. Uppfattningen är att BIM är en blandning av alla dessa tre beskrivningar, vilket fokuserar på att få ordning på informationen och inte bara fokusera på 3D-modeller. Att fokusera på informationen som är kopplad till objekten och kunna nyttja denna informationen på olika sätt igenom hela processen, under byggnadens livstid, alltså även in i drift- och underhållet i förvaltningen och även det slutliga rivningsskedet. BIM fungerar inte som ett verktyg utan som ett arbetssätt eller förhållningssätt. Ett samarbete som ger möjligheter att få en samlad bild och idé om vad som ska byggas.

#### 4.7.1.2 BIM i projektet

*Hur ser arbetsgången ut i projektet kopplat till BIM?*

I ESS har beställaren ställt upp ett antal krav i form av en BIM-manual med tillhörande bilagor. Genom dessa dokument styr de hur resultatet ska se ut. Arbetet sker tillsammans med många

olika sorters projektörer från olika projekteringsföretag, detta har medfört att det har varit tvunget att styra upp namngivningen av filer och objekt. Unika ID för respektive objekt har utvecklats, vilket anses vara ovanligt att genomföra i Sverige, vilka även har unika typ-ID som kan koppla informationen till respektive typ. Vilket har drivits hårt i ESS-projektet för att få fram exempelvis komponentlistor som kan genereras ut från modellerna. Komponentlistorna kan sedan användas för att få ut driftsinformation och komplettera med information i produktionen och försöka uppdatera modellerna till rätt relationsmodell. Modellerna ska sedan kunna användas under drift- och underhållet i ESS-förvaltning, då de kan nyttja modellen vid ombyggnation eller tillbyggnad. Modellerna används även vid mängdavgivningar, visualiseringar, AR och VR, med koppling till tidplanen genom 4D, data nyttjas till andra applikationer exempelvis i ett program, för att ha koll på avvikelser och equipments-databaser (utrustningsdatabaser). En databas samlar information om objekten. WBS:er (Work Breakdown Structure) nyttjas även, där funktionsnedbrytning och Location Breakdown Structure (rumslignedbrytning) sker med hjälp av trädnivå. Som kan börja med hela fastigheten som bryts ned per plan och rum, på detta vis kan krav ställas på ett rum och även se vad som finns i rummet. Funktionsnedbrytningen kan följas genom hela el-systemet och ned till det enskilda eluttaget i det specifika rummet. Modellerna nyttjas vid utsättning och området flygs med drönare för att kunna ha koll på exempelvis massor och massförflyttningar och för att ha koll på framdriften. BIM nyttjas mycket, bland annat arbetar grävmaskinerna efter framtagna modeller, 3D-modeller används i arbetsberedningar och för att läsa ut all armering som ritas i 3D. Nästan all armering kommer färdig kapad till ESS-projektet, bockade och klara, vilket underlättar för produktionen.

*I vilket skede i byggprocessen anser du att det är av största vikt att använda BIM?*

Det är viktigt att se BIM som en helhet i hela byggprocessen. Tidigare började arbetet med BIM enbart i projekteringsfasen vilket inleddes med arbete i 3D vilket sedan ledde till att nya områden upptäcktes där BIM kunde användas, som "kaplistor" i produktionen. När iPads började komma ansågs de som möjliga smidiga verktyg som kunde nyttjas i produktionen, vilket fungerade lite som startskottet för förståelsen och nyttjandet av digitaliseringen där modellerna började nyttjas allt mer. Samgranskning i ett visst system började komma allt mer och byggbarhetsmöten utformades för att se till att det går att bygga i produktionen. Det är framförallt förvaltningen som ligger efter gällande BIM, men det verkar som att de från förvaltningssidan börjar förstå hur viktigt det är med BIM. Egentligen borde det vara förvaltningen som driver frågan framåt eftersom de har mest nytta av informationen, i modellerna under drifttiden, som sträcker sig över 50-100 år. De är de som borde ställa kraven på projekteringen som i sin tur ger resultatet till produktionen, vilket leder till att hela kedjan knyts samman. Detta skulle innebära en utökning av vinsten med BIM. Vilket ofta missas eftersom projekt startas med fel förutsättningar.

*I vilket skede startade ni arbetet med BIM i projektet?*

I ESS-projektet började arbetet med BIM i projekteringsfasen, vilket även beror på att det inte fanns någon färdig förvaltarorganisation vid startskedet. Kraven har därför fokuserat på projekteringen men det finns ändå en tanke till förvaltningen som nyttjas bland annat i form av de unika ID:na, vilket innebär att exempelvis en pump kan följas igenom hela livscykel. Vilket innebär att det inte helt har uteslutet arbetet med hur informationsflödet ska överföras till förvaltningen. Men det hade varit mer optimalt om en färdig förvaltningsorganisation var med från början med krav ställda efter ett behov.

*Vilken nivå ligger BIM på i projektet?*

ESS-projektet ligger kanske inte i den översta klassningen av ett fullt uppnått implementerat BIM-projekt, men kanske i den näst högsta enligt klassificeringsgraden, alltså mellan nivå 2 och nivå 3. Eftersom databaser och stor implementering av BIM nyttjas, men det borde byggas ihop ännu mer för att det ska bli riktigt bra. För att få bygga åt staten i Storbritannien måste det byggas efter en viss BIM-klass, den nivån uppnår ESS-projektet just nu. Det behöver bli ett

större fokus på kravställningen från statens sida även här i Sverige, för att nå lyckade BIM-projekt.

*Vilka nyttor uppstår under projekteringsfasen med stöd av BIM? – kopplat till tidsstyrning, kostnadsstyrning och kvalitet/hållbarhetsstyrning*

Om projektörerna kan leverera en modell som innehåller den data som är önskvärd för att kunna läsa ut informationen på en riktigt bra detaljeringsnivå, detta skulle leda till en mycket bättre kostnadsstyrning. Även miljöaspekten gynnas genom att få en bättre uppfattning för olika alternativ som exempelvis att beställa en viss mängd betong från en närliggande betongfabrik tillskillnad från en betongfabrik som ligger långt bort. Möjligheten att kunna jämföra valet av fabriker som släpper ut en viss mängd koldioxid kan utnyttjas genom olika beräkningar för att få en god uppfattning på hållbarhetsaspekten. Det finns alltså många möjligheter till att få koll på tids-, kostnads-, kvalitets- och hållbarhetsstyrningen med hjälp utav en riktigt bra modell. Dessvärre är de inte riktigt där i ESS-projektet just nu men i framtida projekt ses det som en stor möjlighet. Generellt uppfattas det som att företag lovar väldigt mycket gällande BIM men när det kommer till kritan är det väldigt få som kan leverera enligt de krav som ställs i ESS-projektet.

*Får ni ut de resultat som ni behöver?*

Resultatet som behövs fås inte alltid ut, det uppstår en del konflikter gällande att projektörerna måste lämna modeller på den nivån som efterfrågas i projektet. Väggar går in i varandra och projektörerna vill inte sätta en status på delar av modellen i form av systemhandling eller bygghandling, de vill enbart leverera ritningar med snitt som innefattar bygghandlings nivå. Vilket leder till att de har svårt att få fram tillräckligt bra digitaldata för att kunna göra riktigt bra grejer. Trots att projektörerna får betalt för det och det står i BIM-manualen hur det ska hanteras, bryr sig inte alltid projektörerna om dessa krav. Mycket grundar sig i att projektörerna hänvisar till att de inte brukar göra på det önskvärda sättet som nu efterfrågas i ESS-projektet. Vid konfrontation meddelar projektörer att de inte kan vara klara med handlingarna nu när de skulle vara klara utan behöver tre månader till på sig vilket innebär att produktionen blir försenad vilket den inte får bli. Dessa anledningar gör att det blir extra svårt att genomföra ett bra BIM-projekt.

*Vilka krav är ställda gällande BIM?*

Krav är ställda gällande ett visst metadata på objekten, data kopplat till varje dörr som vilken brand- och ljudklass som gäller, ner till fabriksnivå. Med det framtagna ID på exempelvis en dörr kan det kopplas till fabrikkatet och all data som tillhör dörren. Informationen måste stämma för att kalkylen ska bli rätt. Uppfylls alla dessa krav till fullo kan tids-, kostnads-, kvalitets-, och hållbarhetsstyrningen fungera nästa felfritt. Det är viktigt att informationshanteringen fungerar genom hela kedjan och att alla delar med sig av sin information.

*Vilka utmaningar har ni haft med BIM i det här projektet?*

Det uppstår ständigt utmaningar i projektet. Framförallt saknas det resurser för att granska de kravställningar som efterfrågas. I ett tidigt skede bör granskningen egentligen påbörjas för att påminna projektörerna om att uppdatera modellerna och fylla i data. I dagsläget i ESS-projektet har de bara resurser till att granska i ett sent skede. Vilket innebär att handlingarna skjuts upp vilket får de i produktionen att bli upprörda på grund av de kostnader som det innebär att försena produktionen. Ibland blir därför resultatet att en mindre bra version används och den önskade nivån på informationen går förlorad. Detta innebär att en osäkerhet uppstår kring modellerna vilket leder till att arbetet lätt går tillbaka till gamla arbetssätt med ritningar och handräkning. Blir det inte rätt med informationen från början går det inte att få ut de vinster som de innebär på slutet. Digitaliseringen i byggbranschen haltar på grund av dåliga programvaror som inte håller den kvalitet som önskas. De är inte uppbyggda på ett fördelaktigt sätt rent arbetsmässigt där andra branscher ligger före på den biten, vilket underlättar deras process. Vilket innebär att det är mer styrt och med mer ordning och reda, jämfört med byggbranschens processer av

informationshantering. Detta beror framförallt på att byggbranschen ofta jobbar med stora modeller vilket leder till att datorerna inte orkar arbeta med modellen.

#### *4.7.1.3 BIM i projekteringsfasen*

*Hur har ditt arbetssätt förändrats i projekteringsfasen sedan BIM började implementeras?*

I början arbetades det ofta i 2D, vid granskning av krockar skrev de ut alla sina filer i en samplotning. Innan dess var det faktiska ritningar som användes där varje disciplin lades över varandra för att se vart det såg trångt ut och på så sätt arbeta bort krockar. Ett svårt och krångligt arbetssätt som ofta ledde till lösningar på plats på bygget. När 3D kom började det hända saker, det var ofta arkitekterna som låg efter i utvecklingen vid det här laget och installatörerna som låg i framkant. Modellprogram i 3D, kom i samma veva och som har bidragit till att arbetssättet har utvecklats till vad det är idag. Programmet underlättade att samköra de olika disciplinerna, vilket bidrog till att samgranskningen underlättades, för cirka 10 år sedan. Sedan digitaliseringens frammarsch upplevs det ändå inte som att processen går snabbare. Trots att de som jobbar i byggbranschen har varit med under den digitala utvecklingen och har suttit med de olika program så går det ändå trögt. Potentialen som finns i programmen utnyttjas inte fullt ut, utan de flesta kör på som de alltid har gjort.

*Hur ska BIM användas under projekteringsfasen för att effektivisera projekteringen?*

Det finns många sätt att effektivisera projekteringsprocessen, ett tillvägagångsätt är att ställa upp alla krav som ska gälla innan arbetet börjar med projekteringen och byggandet. Att ta reda på vilket resultat som är målet med projektet och bryta ner alla sammanställningar till undernivåer och bestämma hur det fungerar om ett krav faller bort, vilket krav gäller istället i kedjan. Ofta upplevs det som att det kommer krav helt plötsligt under projektets gång som leder till att projekteringen nästan måste börja om på nytt. Detta leder till att processen blir mer krånglig än nödvändigt vilket även leder till en dyrare process. Vikten av att hantera informationshanteringen så grundligt som möjligt innan arbetet startar i projekteringsprocessen är väldigt stor. Ofta har beställaren redan diskuterat med en arkitekt hur denne vill ha det vilket leder till att arkitekten redan har börjat rita utan att fundera så mycket på helheten, innan projekteringsprocessen har startat upp. Eller kan det vara entreprenaden som börjar bygga innan projekteringen är klar. Ett drömscenario skulle vara att all projektering skulle vara klar innan produktionen sätter igång, för att undvika tidsnöden som ofta uppstår. Att studera den färdiga modellen innan byggnationen börjar för att kunna planera arbetet med allt från beställningar av maskiner till logistiken och flödet på byggarbetsplatsen, denna tankegång innan produktionen drar igång skulle leda till stora besparingar tids- och kostnadsmässigt. Även spillmaterial skulle kunna undvikas med denna mer genomarbetade arbetsmetod. Ett tätt samarbete med beställaren är även att föredra, vilket underlättar för att kunna stämma av kraven, att försäkra sig om att kraven är tolkade på rätt sätt. 3D och VR är till väldigt stor hjälp, metoderna innebär att exempelvis arbetsmiljön kan studeras innan det blir uppbyggt. Att ha en fungerande projektverksamhet med tydliga regler och krav beträffande hur saker ska namnges och hittas genom projektets gång, att ha en bra uppstyrd digital bas. Visuellprojektering som används i ESS-projektet effektiviserar processen genom frågor som ställs på den interna projektportalen som kan besvaras gemensamt istället för att skicka mejl. Ett problem är att projektörerna arbetar i flera projekt samtidigt vilket innebär att alla får vänta på alla, vilket resulterar i att det blir en längre process. Att arbeta i en projektgrupp som enbart jobbar med ett projekt hade varit att föredra för att på så vis effektivisera projekteringen med fullt fokus hela tiden.

*Hur sker överföringen och tillämpningen till produktionen?*

Projekteringen levererar ritningar och 3D-modeller i de format som behövs ute i produktionen. De levererar mängder och modeller som produktionen kan nyttja och tidsätta i sin tidplan. De har även testat att tidsätta projekteringstidplanen utifrån modeller för att se att det stämmer och att de arbetar på rätt ställe. Produktionen får underlag för håltagningar, modeller som de kan koppla till grävmaskiner för utsättning. Pappersritningar nyttjas fortfarande i projektet men

framförallt använder de iPads och PDFer. Modellerna kan även nyttjas vid beredning, APD-planer (Arbetsplats dispositionsplan) och till logistiken.

*Hur ser informationsflödet ut när ni projekterar? Är VDC eller ICE-projektering något som ni tillämpar?*

Att arbeta med VDC i ESS-projektet anses vara omöjligt med cirka 200 projektörer, men arbetsgången bland de som arbetar med projekteringen på heltid, fungerar på ett liknande sätt som VDC. Sedan kommer de andra projektörerna in på möten 1-2 gånger i veckan för att arbeta tillsammans. Arbets sättet VDC upplevs som rätt väg att gå, modelleringen kanske dessutom enbart ska genomföras av en specialgrupp och inte låta konsulterna modellera eller rita. Konsulterna ska kanske enbart leverera skisser och underlag till de som är proffs på att modellera, för att på så vis lyckas nå den klass som önskas uppnås gällande BIM. Eftersom i dagsläget kan nivån som ställs inte uppnås. VDC kan upplevas som ett varumärke som egentligen är BIM i grunden.

#### *4.7.1.4 BIM i ett megaprojekt*

*Är det första gången du är med i ett megaprojekt?*

Malmö Live är det största tidigare projektet innan ESS-projektet, vilket kanske motsvarar en tredjedel av ESS-projektet.

*Vad är den största skillnaden mellan ett mindre projekt gentemot ett megaprojekt?*

Det finns både för- och nackdelar med både stora- och småprojekt, arbets sättet beror också en del på upphandlingsformen. ESS-projektet är ett samverkansprojekt, vilket innebär att projektgruppen arbetar tigt ihop med beställaren. När det gäller BIM-fronten upplevs det inte vara någon större skillnad från exempelvis Malmö Live som var en totalentreprenad, däremot har utvecklingen gått framåt vilket har lett till nya möjligheter. I detta projektet har modellen lyckats kopplas till tidplanen vilket inte var på samma sätt möjligt vid de tidigare projekten. Viljan att nyttja BIM upplevs inte som något som har med storleken på projektet att göra utan ligger snarare på projektchefernas vilja och på hur långt de har kommit med utvecklingen, om BIM upplevs som en möjlighet istället för en kostnad. Valet att nyttja BIM handlar om inställning till utveckling och insikten om det ska arbetas på samma sätt som de alltid har gjort eller att hoppa på tåget och kunna spara kostnader i ett senare skede. Det är ofta pengarna som styr i slutändan. Förr hade Skanska ett krav på att alla projekt som kostade över 50 miljoner skulle nyttja BIM, detta gäller inte längre idag. I dagsläget nyttjas BIM inte bara på hussidan utan även på både väg- och anläggningssidan, på Skanska.

*Traditionellt sätt brukar kostnaden överstigas, framförallt när det gäller megaprojekt, hur arbetar ni för att undvika detta? Är det på ett annorlunda sätt än traditionella projekt?*

I detta projektet var det lite annorlunda, entreprenören gick inte in med ett fast pris utan priset förhandlas fram efterhand tillsammans med beställaren. Vid Skanskas inträde i projektet fanns det bara några grundförutsättningar, efterhand som de har projekterat så har de tillsammans med beställaren kommit överens om vad det får kosta. Budgeten är inte fastlagd utan jobbas fram tillsammans, de ursprungliga kalkylerna förändras alltid eftersom nya saker tillkommer vilket resulterar i att megaprojekt ofta uppfattas som att de går över budgeten, gentemot den första fastslagna budgeten som politikerna slår fast. Jordbävningsförutsättningarna som nyligen har ändrats drastiskt är bland annat en sådan förutsättning som har kommit nyligen som kommer påverka kostnaden dramatiskt. För att veta kostnaden till ett megaprojekt krävs det att hela projektet räknas på innan det drar igång och ska byggas, vilket inte sker vid ett så här stort projekt men som kan ske vid mindre projekt och därför resulterar i att kostnaden lättare håller sig till budgeten, tillskillnad från ett megaprojekt. Erfarenhet av projektet påverkar också den ungefärliga budgeten eftersom detta specifika projektet aldrig har byggts tidigare går det inte att jämföras med kontorsprojekt där en stor erfarenhet finns för vad det ungefärligen ska kosta. Öresundsbron är ett exempel på ett lyckat megaprojekt där de höll budgeten.



*Ser du någon skillnad på arbetsgången kopplad till BIM beroende på storlek på projekt?*

Arbetsgången anses inte variera mellan stora eller små projekt, däremot brukar det arbetas mer med BIM i stora projekt.

#### *4.7.1.5 Generella frågor*

*Blir det ett bättre nyttjande av BIM i ett partneringsprojekt?*

Ett bättre nyttjande av BIM i ett samverkansprojekt är ingen slutsats som kan dras, däremot kan samverkansprojektet bli bättre med hjälp av BIM. Eftersom modellen kan ge alla samma bild av hur det ska se ut vilket resulterar i att det kan bli färre diskussioner. Beställaren har också själv möjlighet att gå in i modellen och kolla, vi kör även utbildningar i BIM-verktygen, för alla i projektet. Vilket resulterar i större öppenhet och möjlighet att studera vad som ska genomföras. Det är ett bra hjälpmedel att ha BIM i alla projekt men kanske framförallt i ett samverkansprojekt, en större diskussion krävs för att bestämma saker tillsammans. BIM är alltså en tillgång till ett partneringsprojekt.

*Hur ser du på beställarens roll gällande hur BIM hanteras?*

När projektet skulle dra igång ville beställaren att alla skulle nyttja ett program som nyttjas mycket i flygindustrin och processanläggningar. Vilket även nyttjas i beställarens framtida maskinläggning, därför önskade beställaren att projektet skulle modelleras i programmet. Detta var något som inte kunde genomföras inom byggindustrin eftersom det är alldeles för få som har den kunskapen i byggbranschen. Beställaren beslutade därför istället att alla discipliner skulle projektera i ett traditionellt 3D-program för byggbranschen, det resulterar i att de fick problem med markprojekteringen som fungerade dåligt i den mjukvaran. Vilket ledde till att fler CAD system fick användas. Detta har därför resulterat till att de samordnar i flera olika program i IFC. Vilket inte blev så som beställaren ville ha eftersom de i förvaltningen enbart ville ha ett och samma program i förvaltningen. Eventuellt kommer allt ritas om till programmet som beställaren ville ha från början, när bygget är klart. Beställarens bild av BIM är på en annorlunda nivå än vad byggbranschen är van vid, med helt andra sätt att styra. Vilket resulterar i att det blir svårt att diskutera de frågorna i projektet.

*Vad är nästa steg för att effektivisera projekteringsfasen med stöd av BIM?*

I framtiden kommer AI (Artificiell Intelligens) och parametriskdesign kommer att utvecklas allt mer vilket innebär att granskning av handlingar kan ske med hjälp av Artificiell intelligens, vilket resulterar i att datorn kan känna av fel och brister i modellen som förs in i programmet. Vilket kommer leda till att mycket tid kan sparas i projekten. Att granska ritningar kommer bli enklare. Datorerna kommer till exempel kunna rita A- och K-modeller själva, utifrån de givna förutsättningarna. Med itererande processer där datorn kommer fram till flera varianter som förmodligen kommer vara ganska fyrkantiga, då får människan lägga sin personliga touch för att nå ett färdigställt resultat. Ritningarna kommer att försvinna i framtiden. Projektet Slussen i Stockholm är ett exempel på ett projekt utan ritningar. Ritningar önskas framförallt av förvaltningen.

*Har du något att tilläga som du tror kan bidra till studien?*

CoClass kommer bidra till att det bli bättre ordning på processerna. BIP-kod är en förutsättning för att jobba digitalt. Det har även kommit ut nationella riktlinjer för att jobba med BIM, och nummerklaviatur som beskriver vad allt ska heta, vilket resulterar i att namngivningen blir konsekvent för alla. För att undvika förvirring eftersom många använder olika benämningar för samma sak.

## 4.7.2 Projekteringsledare på ESS

### 4.7.2.1 BIM – definition och erfarenhet

Har varit med på ett antal av byggnader i projektet och började jobba i projektet för fyra år sedan, med acceleratortunneln och acceleratorbyggnaden.

*Hur definierar du BIM?*

Bilden av BIM är att både 3D och massa information finns i modellen. Annars är den vanliga bilden av att 3D är BIM, med massa information med komponentlistor och mycket mer information samlad i modellen än traditionellt.

*Vilken erfarenhet har du av BIM?*

Detta är det första projektet som respondenten arbetar med BIM, tidigare har arbete involverat 3D men inte BIM på den här nivån.

### 4.7.2.2 BIM i projektet

*Hur ser arbetsgången ut i projektet kopplat till BIM?*

Arbetsprocessen upplevs som tung trots att konsulterna verkar kunna det dem ska kopplat till BIM i detta projektet. Det upplevs som att BIM inte löser alla problem.

*I vilket skede i byggprocessen anser du att det är av största vikt att använda BIM?*

Den största nyttan är att arbetet kan ske helt digitalt och att alla sitter på samma information och samma tid, det finns inga förvecklingar. Varje vecka kommer nytt underlag som resulterar i att visualiseringen kan visas på ett annat sätt än tidigare. Jämfört med 2D och på papper. Det upplevs som att arbetssättet med BIM idag är ett helt annorlunda sätt än från hur det arbetades förr, nu slängs exempelvis alla kanaler upp på en gång och sen måste det ändras under korrigeringsmöten, vilket är ett annorlunda sätt att tänka jämfört med förr. Tidigare kontrollerades det mer noggrant direkt, och nu upplevs det som att det leder till ett dubbelarbete.

*I vilket skede startade ni arbetet med BIM i projektet?*

Uppfattningen är att arbetet med BIM var med redan från början.

*Vilken nivå ligger BIM på i projektet?*

Den egna uppfattningen är svår att definiera eftersom detta är det första projektet som respondenten arbetar med BIM. Däremot uppfattas det från de andra erfarna konsulterna att nivån är väldigt hög. Uppfattningen bland dem är att projektet hade kunnat gå snabbare om det hade genomförts som ett ”vanligt projekt”.

*Vilka nyttor uppstår under projekteringsfasen med stöd av BIM? Kopplat till tidsstyrning, kostnadsstyrning och kvalitet/hållbarhetsstyrning*

Under möten kan de nya förslagen visualiseras direkt vilket är en stor fördel. I produktionen uppfattas det som att de har väldigt stor nytta av modellen och att de kan arbetsbereda utifrån modellen. Tids och kostnadsbiten borde få en bättre effekt tack vare BIM. ESS-projektet uppfattas som att de ligger för nära produktionen för att den största nyttan kan dras för projektet, framförallt i produktionen.

*Får ni ut de resultat som ni behöver?*

Arkitekten har ofta inte uppdaterat sin modell, vilket syns tydligt i visualiseringen vilket resulterar i att det blir lättare att ha koll på hur projekteringen ligger till. Ett bättre tempo borde därför bli resultatet av detta i projektet.

*Vilka krav är ställda gällande BIM?*

Höga krav har ställts i den framtagna BIM-manualen som revideras hela tiden.

*Vilka utmaningar har ni haft med BIM i det här projektet?*

Modellsamordnaren och BIM-gruppen har hanterat alla de frågorna. Därför finns ingen personlig uppfattning om vilka utmaningar som har uppstått i projektet kopplat till BIM.

#### *4.7.2.3 BIM i projekteringsfasen*

*Hur har ditt arbetssätt förändrats i projekteringsfasen sedan BIM började implementeras?*

Det har blivit ett helt annat arbetssätt, med vanliga projekteringsmöten samt med modellsamordningsmöten. Det är inte så stor skillnad egentligen, det är modellsamordningsmöten som är det nya. Att arbeta utan ritningar är inte lätt, utan allt finns på datorn. Processen har inte ändrats så mycket utan det är mer hur det arbetas i boxarna som har förändrats. På de tidigare byggnaderna förutom den senaste har de inte varit synkade tidsmässigt med A och K eftersom K har varit drivande. Men det beror kanske inte på att BIM har varit en del av projektet. Det är kanske inte så stor skillnad egentligen eftersom processen är den samma med något extra samordningsmöte.

*Hur ska BIM användas under projekteringsfasen för att effektivisera projekteringen?*

Alla repetitiva arbeten går snabbare, allt bulkarbete borde gå snabbare. De inledande delarna kan gå snabbare och det kan vara mer homogent och spårbart. Dörrkorten underlättas verkligen av BIM, vilket gör att det går snabbare. Effekten uppstår när arbetet i projektet har kommit lite längre fram medans i början gör det inte så stor skillnad att arbeta med BIM.

*Hur sker överföringen och tillämpningen till produktionen?*

Tillgång till modellen får de i produktionen och komponentlistan. Projekteringen levererar utsättningsfiler och de överlämnar ritningar. Där ritningarna och modellen ska stämma. I produktionen fortsätter de att jobba i modellen genom att föra in det de köper in.

*Hur arbetar du som projekteringsledare med hänsyn till BIM?*

Det är som sagt samma arbetsgång men som projekteringsledare måste digitaliseringen komma in mer i arbetet. Mötesserierna ser ungefär likadant ut som tidigare.

*Hur ser informationsflödet ut när ni projekterar? Är VDC eller ICE-projektering något som ni tillämpar?*

Entreprenören är med på mötena under projekteringen. Annars finns det ingen direkt koppling till VDC.

#### *4.7.2.4 BIM i ett megaprojekt*

*Är det första gången du är med i ett megaprojekt?*

Detta är det största megaprojektet som projekteringsledaren har medverkat i.

*Vad är den största skillnaden mellan ett mindre projekt gentemot ett megaprojekt?*

Projektet är så unikt vilket innebär att det är en ganska otydlig och ovan beställare, vilket är naturligt eftersom projektet är så pass komplext.

*Traditionellt sätt brukar kostnaden överstigas, framförallt när det gäller megaprojekt, hur arbetar ni för att undvika detta? Är det på ett annorlunda sätt än traditionella projekt?*

Det finns forum för hur budgeten ska hanteras då projekteringsbudgeten börjar ta slut. Där alla projekteringsledare samlas i gemensamma möten, där en diskussion förs om hur kostnadsökningen kan stoppas. Detta genomförs också i traditionella projekt. Exempelvis kom precis jordbävningskraven under pågående projektering vilket ingen kunde bedöma konsekvenserna av.

*Ser du någon skillnad på arbetsgången kopplad till BIM beroende på storlek på projekt?*

Det borde vara det men utifrån den egna bristfällande erfarenheten kopplat till BIM är det svårt att dra någon slutsats.

#### *4.7.2.5 Generella frågor*

*Blir det ett bättre nyttjande av BIM i ett partneringsprojekt?*

Det upplevs som att samarbetet blir bättre eftersom alla hjälps åt, framförallt Skanska som entreprenör har en stor erfarenhet från BIM, vilket gynnar hela projektet.

*Hur ser du på beställarens roll gällande hur BIM hanteras?*

Beställaren sätter tydliga krav som de inte släpper på. I projektet har det varit problem med att konsulterna inte har levererat modeller enligt BIM-manualen, då får de göra om och göra rätt. När det gäller datagranskningen accepteras inte något fel, det är väldigt noga med exempelvis hanteringen och redovisningen av revideringar, att det ska framgå vilken revidering det är. Det har resulterat i att det är väldigt få halvdana handlingar som har kommit ut på arbetsplatsen. Beställaren har varit väldigt noggrann när det gäller detta vilket har lett till att många resurser har ägnats åt att granska ritningar, att de är rätt rent administrativt, vilket kostar mycket. Det upplevs dessutom som att det betalar sig eftersom de får rätt material ut på arbetsplatsen.

*Vad är nästa steg för att effektivisera projekteringsfasen med stöd av BIM?*

Har ingen uppfattning om vad nästa steg i projekteringsfasen är.

*Har du något att tilläga som du tror kan bidra till studien?*

Utvecklingen rasar på, det var inte längesedan projekteringen genomfördes enbart i 2D.

### **4.7.3 BIM-samordnare på ESS**

#### *4.7.3.1 BIM – definition och erfarenhet*

Arbetar som BIM-samordnare och ansvarar för BIM frågorna i D-byggnaden i projektet och har varit i projektet sedan 2015. Projektet är väldigt intressant vilket resulterar i att det är roligt att vara kvar i projektet länge.

*Hur definierar du BIM?*

BIM är hur informationshanteringen sköts igenom hela byggnadens livscykel och inte bara i projekteringsfasen, alltså från start till mål. Detta uppfattas som syftet med BIM men sedan är alla olika långt komna med implementeringen av BIM.

*Vilken erfarenhet har du av BIM?*

Har alltid jobbat med någon form av CAD under alla år och BIM har nu dykt upp under de senaste åren. Den personliga starten med BIM startade något år innan arbetet i ESS-projektet, sedan dess har det blivit ett heltidsarbete. Potentialen är väldigt stor med BIM och i byggbranschen, fordonsindustrin har kommit mycket längre vilket påvisar på vilka möjligheter som finns inom byggbranschen.

#### *4.7.3.2 BIM i projektet*

*Hur ser arbetsgången ut i projektet kopplat till BIM?*

BIM arbetas utifrån att alla komponenter i modellen har ett unikt ID som de arbetar med, vilket underlättar samordningen och tidssättningen i produktionen. Komponentlistor används för att ta ut de allmänna objekten som finns, framförallt kopplat till installationen kan dessa komponentlistor nyttjas vid inköp i produktionen. Politiken har sin roll i projektet men de försöker kämpa på så gott de kan trots detta. Jämfört med många andra projekt har detta

projektet kommit väldigt långt fram på BIM-fronten. Mycket implementation och många testomgångar, vilket visar att arbetet med BIM går väldigt bra i projektet.

*I vilket skede i byggprocessen anser du att det är av största vikt att använda BIM?*

Egentligen igenom hela vägen, det beror på hur det vinklas, i projekteringen kan det sparas mycket pengar genom att effektivisera projekteringen. I produktionen påverkas det mycket av att ha en god information tidigt som innebär att både tid och pengar kan sparas. BIM har betydelse från förstudien till förvaltningen, informationen måste bara hänga ihop hela vägen för att kunna spara tid och pengar.

*I vilket skede startade ni arbetet med BIM i projektet?*

I projekteringskedet startade arbetet med BIM i systemhandlingskedet, men framförallt i detaljprojekteringen. Sedan nyttjas BIM även i produktionen och ska på sikt nyttjas i förvaltningen också.

*Vilken standard ligger BIM på i projektet?*

Standarden på BIM i projektet ligger ganska högt, de tillämpar BIM väldigt mycket i arbetet. Genom att koppla databaser till de olika komponenterna, samordning och håltagningsunderlag, många delar av BIM nyttjas därför i projektet. VR biten ökar allt mer och mer i projektet, och det uppfattas som att det är ett väldigt bra BIM-tänk i projektet jämfört med andra projekt.

*Vilka nyttor uppstår under projekteringsfasen med stöd av BIM? Kopplat till tidsstyrning, kostnadsstyrning och kvalitet/hållbarhetsstyrning*

Nyttan är att det blir bättre kvalitet på det som projekteras fram och informationen styrs på rätt sätt från början. Under produktionen uppstår de största nyttorna.

*Får ni ut de resultat som ni behöver?*

I projektet siktar det högt med arbetet med BIM vilket resulterar i att de hamnar lite längre ner men att det fortfarande upplevs som ett hyfsat resultat. Det är även en stor utmaning att få personer att förstå just nyttan med BIM.

*Vilka krav är ställda gällande BIM?*

I BIM-manualen finns alla krav kopplat till BIM, där det tas upp vilken detaljeringsnivå modellen ska ha, vilken information och vilka parametrar som ska vara med, typ-ID och BSABK. Ganska höga krav men det är inte de högsta kraven.

*Vilka utmaningar har ni haft med BIM i det här projektet?*

Att få folk att förstå nyttan med BIM är en stor utmaning och få igenom det arbetssätt som önskas. Kraven på projektets uppförande av byggnaderna kan krocka med den kommande verksamhetens krav.

#### *4.7.3.3 BIM i projekteringsfasen*

*Hur har ditt arbetssätt förändrats i projekteringsfasen sedan BIM började implementeras?*

Arbetssättet har blivit mer strukturerat och hela tiden strävat efter att nyttja BIM så mycket som möjligt samt att få med sig nyttan som BIM faktiskt innebär.

*Hur ska BIM användas under projekteringsfasen för att effektivisera projekteringen?*

BIM ska nyttjas på det sätt som tillämpas för den informationen som ska hanteras, att bibehålla en hög kvalitet på handlingarna och att dessa samt data granskas kontinuerligt i modellerna. Största nyttan uppstår då det är bra kvalitet på handlingarna och data till modellerna.

*Hur sker överföringen och tillämpningen till produktionen?*

Modellerna lämnas till produktionen, installatörerna tar exempelvis emot ritningar och modellerna i 3D-programmet, vilka är levande igenom hela projektet. Listorna med alla produkter och specifikationer levereras så de kan lägga beställningar. Modellerna nyttjas för att exempelvis beställa armering och vid framtagandet av tidplan.

*Hur ser informationsflödet ut när ni projekterar? Är VDC eller ICE-projektering något som ni tillämpar?*

Begreppet VDC nyttjas inte i projektet däremot tillämpas liknande arbetssätt som VDC står för.

#### *4.7.3.4 BIM i ett megaprojekt*

*Är det första gången du är med i ett megaprojekt?*

Detta är det största projektet som har arbetats med just nu, tidigare var Malmö rättscentrum ett av de största projekten med en kostnad över en miljard kronor.

*Vad är den största skillnaden mellan ett mindre projekt gentemot ett megaprojekt?*

Det finns mer information att hantera och fler inblandade parter, det är inte bara byggbranschen som är inblandad utan andra nischer som försöker påverka. Samordningsbiten är svår eftersom de är vana att jobba på ett visst sätt medans nyttjarna är vana att jobba på sitt sätt. Vilket har resulterat i att tidplanerna inte har varit synkade.

*Traditionellt sätt brukar kostnaden överstigas, framförallt när det gäller megaprojekt, hur arbetar ni för att undvika detta? Är det på ett annorlunda sätt än traditionella projekt?*

Framförallt i detaljprojekteringarna som detta behandlas i form av uppföljningar och tidplaner. Datagranskning av handlingar för att säkra kvaliteten som kopplas till BIM. Jobbar mycket med tidplanerna och avstämningar.

*Ser du någon skillnad på arbetsgången kopplad till BIM beroende på storlek på projekt?*

Arbetsgången borde vara samma oavsett storlek på projekt, det handlar mer om omfattningen och mängden information som är annorlunda i ett större projekt. I bästa av världar borde det alltid vara samma arbetssätt oavsett projekt med det är det dessvärre inte, vilket beror på att det är en kostnadsfråga. I mindre projekt finns det oftast inte lika stor budget för BIM.

#### *4.7.3.5 Generella frågor*

*Blir det ett bättre nyttjande av BIM i ett partneringsprojekt?*

Det upplevs inte som att det har någon direkt bättre nyttjande av BIM i ett samverkansprojekt. Däremot underlättar det för projekteringsgruppen eftersom de som är anställda i produktionen kan hjälpa till i projekteringen också, eftersom Skanska är väldigt duktiga på BIM-frågor hjälper de till väldigt mycket.

*Hur ser du på beställarens roll gällande hur BIM hanteras?*

Beställaren upplevs vara skeptisk till den nivån av BIM som önskas nyttjas i projektet, det har gått lite upp och ner. Många ser det mest som en kostnad, det är oftast svårt att sätta ett pris på vad som kommer betalas tillbaka i slutändan. Hade inte BIM och samordning nyttjas hade projektet inte kommit så långt som det faktiskt har gjort idag och det hade säkert blivit dyrare också.

*Vad är nästa steg för att effektivisera projekteringsfasen med stöd av BIM?*

Det är viktigt att få in BIM-tänket och att gå ifrån 2D- och 3D-tänket. Att ta nästa steg som BIM innebär och få folk att förstå nyttan med det.

*Har du något att tilläga som du tror kan bidra till studien?*

Byggbranschen är väldigt konservativ och efter, jämfört med många andra branscher. De som kommer från exempelvis kärnkraftindustrin har jobbat med detta arbetssättet i många år, vilket byggbranschen inte har gjort, vilket är frustrerande. Men branschen är på rätt väg!

## 5 Analys

*I detta kapitel analyseras resultatet av respondenternas svar från intervjuerna samt observationer som genomförts i projektet för studien med avseende till teorin som redogörs i kapitel 3. Analysen följer intervjufrågornas delrubriker som redovisas i kapitel 4 och i bilaga 1.*

---

### 5.1 BIM – definition och erfarenhet

*”...BIM fungerar inte som ett verktyg utan som ett arbetssätt eller förhållningssätt. Ett samarbete som ger möjligheter att få en samlad bild och idé om vad som ska byggas...”*

*– Övergripande BIM-samordnare ESS*

Likt ”BIM i staten” (2014) är alla BIM-samordningsrespondenter överens om en liknande bild av hur BIM definieras. BIM innebär inte bara Building Information Model eller Building Information Modeling utan även Building Information Management där BIM definierar alla dessa tre definitioner tillsammans och att informationshanteringen står i fokus. Något som var genomgående i alla intervjuer var att alla respondenter tyckte det var svårt att definiera BIM eftersom det kan betyda så mycket. De lyfte även upp vikten av att nyttja BIM genom hela byggprocessen och inte bara fokusera på ett visst skede i processen vilket de var överens om. Samtidigt påpekar BIM-samordnaren på NSM att huvudsyftet med BIM borde vara att det ska göra nytta i förvaltningen eftersom det skedet står för en stor del av byggnadens livslängd. De övergripande BIM-samordnarna har båda en gedigen erfarenhet av BIM och har mer eller mindre arbetat med digitaliseringen sedan den började implementeras. Skillnaden mellan BIM-samordnarna och projekteringsledarna är att projekteringsledaren på ESS inte har så stor erfarenhet av BIM eftersom ESS-projektet är det första projektet som projekteringsledaren genomfört där BIM nyttjas. Bilden blir därför inte den samma för förståelsen av vad BIM egentligen innebär, att BIM är större än bara 3D-modellerna och att hela byggprocessen får en relativt annorlunda uppbyggnad på grund av BIM. Projekteringsledaren för NSM har en längre erfarenhet av BIM och fokuserar på nyttan av användandet av BIM och lyfter att det fortfarande finns konsulter ute i branschen som inte kan hantera de moderna digitala hjälpmedlen som BIM innebär. Vikten av att definiera arbetet med BIM tidigt i projektet delar projekteringsledaren för NSM med de övriga BIM-samordnarna samt vikten av att byggherren eller beställaren är tydlig med målet och kravställningen av BIM. Detta resonemang delar även ”BIM i staten” (2014) som redovisas i avsnitt 3.5.1. och 3.5.2, att nyttan med BIM uppstår desto tidigare en BIM-samordnare handlas upp desto tidigare kan rätt kravställning formuleras och nyttorna med projektet specificeras.

Den interna utbildningsnivån gällande digitalisering och BIM på företag i samhällsbyggnadsbranschen anses vara bristfällig enligt respondenterna vilket även beskrivs i avsnitt 1.1. Variation av kunskapsnivå i branschen och ute på projekten är förståelig eftersom hälften av företagen i Vismas undersökning enligt avsnitt 1.1, inte anser att digitaliseringen är en möjlig ny intäktskälla, vilket är en oerhört hög och skrämmande siffra. Detta resulterar i att företag alltså inte vågar satsa på de moderna digitala hjälpmedel som finns och kan därför inte



svara på den kunskapsnivå som krävs vid projekt där exempelvis en hög BIM-nivå efterfrågas. Arbetssättet som projekteringsledare kräver idag inte en gedigen kunskap gällande programmen som till hör BIM, men för att möta morgondagens efterfråga är det med fördel att även projektledare och projekteringsledare har en förståelse för BIM och de digitala hjälpmedlen för att nå effektiva och lyckade projekt.

## 5.2 BIM i projektet

*”...Uppfylls alla dessa krav till fullo kan tids-, kostnads-, kvalitets-, och hållbarhetsstyrningen fungera nästan felfritt. Det är viktigt att informationshanteringen fungerar genom hela kedjan och att alla delar med sig av sin information...”*

*- Övergripande BIM-samordnare ESS*

### 5.2.1 Arbetsgång och kravställning

Arbetsgången i projekten ser lite olika ut trots att båda fallprojekten har för avsikt att uppnå en hög BIM-nivå. I ESS-projektet har beställaren ställt upp vissa kravställningar inledningsvis dels gällande val av programvara med avsikt att uppnå en hög BIM-nivå. Enligt den övergripande BIM-samordnaren på ESS kan byggbranschen i dagsläget ännu inte svara för den höga nivån och att den programvaran som önskades av beställaren från början är det knappt någon i byggbranschen som behärskar. I avsnitt 3.1.2 redogör ”BIM i staten” (2014) att fokus inte bör ligga på att nyttja vissa specifika programvaror vid upphandling av konsulter utan flera olika verktyg ska kunna nyttjas i ett projekt, samtidigt anser ”BIM i staten” att om majoriteten av projektörerna arbetar i samma programvaror leder det till stora fördelar gällande en enklare filutväxling. Detta anses vara motsägelsefullt eftersom en tidig kravställning gällande programvaror borde leda till att alla nyttjar samma program och på så sätt kunna uppnå en enklare filutväxling vilket i sin tur leder till en effektivare process, förutsatt att alla behärskar programvalet. Enligt ”BIM i staten” bör fokus istället ligga på att ha snabbare resultat i 3D-modellerna vid vissa tidpunkter istället för att nyttja traditionella ritningar. BIM-gruppen på ESS har tillsammans utvecklat och arbetat med kravställningen av BIM, den övergripande BIM-samordnaren delar ut uppgifter till de andra BIM-samordnarna för att fördela ansvaret. Detta arbetssätt kan grunda sig i att ESS-projektet inte hade någon färdig förvaltningsorganisation vid uppstarten av projektet. I NSM-projektet är det den övergripande BIM-samordnaren som ansvarar för arbetet med kravställningen för informationshanteringen medans BIM-samordnarna för delprojektet enbart följer de direktiv som ges och arbetar mer projektspecifikt. Eftersom BIM-samordnaren för delprojektet servicebyggnaden har arbetat både på ESS och NSM, finns det en ytterligare möjlighet att analysera arbetsgången mellan projekten. Arbetsmetoden kopplat till att BIM-gruppen tillsammans arbetar fram standarder för informationshanteringen efterfrågas eftersom detta leder till en bättre arbetsmiljö och en delaktighet, vilket anses leda till snabbare processer eftersom den övergripande BIM-samordnaren på så vis blir avlastad i arbetet, menar BIM-samordnaren på NSM.

Enligt projekteringsledaren på NSM är det mest intressanta för projekteringen kraven som ställs på modellen under projekteringen och produktionen med relationshandlingar som måste vara rätt till kommande renoveringar. Egentligen borde det vara förvaltningen som är drivande gällande BIM och vilka krav som ställs enligt den övergripande BIM-samordnaren. På ESS har förvaltningen legat efter länge när det gäller BIM däremot börjar det märkas en svängning från deras sida nu också, gällande hur stor nytta det är med BIM. I ESS-projektet startade arbetet med BIM i projekteringsfasen eftersom det inte fanns någon färdig förvaltningsorganisation. Kraven har därför fokuserat på projekteringen men med en tanke till förvaltningen. De unika ID:na som tagits fram i ESS-projektet är ett exempel på underlättat arbete för förvaltningen.

Men en färdig förvaltningsorganisation i början av projektet hade varit optimal för kravställningen som hade kunnat utformas för ett behov som de hade kunnat tjäna mycket pengar på. ID:na underlättar även hela processen kopplat till hanteringen av de unika objekten eftersom all information är samlad i detta unika ID. Denna unika informationshantering kan effektivisera objektets process från tillverkning till logistiken till produktionen samt hela dess livslängd. Den övergripande BIM-samordnaren på ESS poängterar vikten av att den svenska staten borde få ett större fokus på kravställningen gällande BIM, för att nå lyckade BIM-projekt. I avsnitt 3.1.3 redogörs det hur Norge och Finland har valt att ställa krav på BIM gällande statliga upphandlingar, vilket möjliggör ett större nyttjande av BIM i samhällsbyggnadsbranschen. Enligt Christoffersen ser de på sikt en konvertering in i BIM för alla befintliga byggnader i Norge. Dessa tydliga tecken från staternas sida skickar en tydlig signal till branschen gällande åt vilket håll som utvecklingen går åt och det är dags att Sverige även hoppar på det tåget.

## 5.2.2 Pilotprojekt

Pilotprojekt som har observerats på NSM gällande dörrmetodik, angående hur dörrkorterna ska hanteras har som syfte att komma fram till projekteringsförutsättningar som är likvärdiga för alla dörrar genom hela NSM-projektet. Enligt den övergripande BIM-samordnaren på NSM har arbetet präglats av uppbyggandet av rutiner samt ett stort fokus på projekteringsmetodikfrågor. Samma nivå strävats det efter att hålla i alla delprojekten på NSM där pilotprojektet ska gynna standardisering och klassificering av data både på byggnadsnivå och egenskapsnivå. Målet är att pilotprojektet ska vara till stor nytta i projekteringen och till förvaltningen. Den övergripande BIM-samordnaren på NSM hoppas att pilotprojektet, som grundar sig i det nya klassifikationssystemet CoClass, ska bidra till ett sätt att få ut data på rätt sätt. Enligt avsnitt 3.1.3.1 är CoClass systemet till för att strukturera informationsmängder i ett livscykelperspektiv, enligt de Nationella riktlinjerna (2018) kan informationsmängderna vara dokument- och/eller modellorienterade. Syftet med BSAB 2.0-projektet var att utveckla en systematisk grund för en hierarkisk kravställning och uppföljning som går igenom hela bygg- och förvaltningsprocessen. Enligt BIM-samordnaren på NSM kommer pilotprojektet med dörrarna vara en del av kravställningen vilket ger en god struktur framför allt eftersom det finns stora utmaningar vid samkörning av delprojekten i NSM-projektet eftersom de är så olika.

*” ...Digitaliseringen i byggbranschen har dessvärre haltat på grund av dåliga programvaror som inte håller den kvalitet som önskas...”*

*- Övergripande BIM-samordnare ESS*

## 5.2.1 Digitalisering

Svensk Byggtjänst hävdar att digitaliseringen i byggbranschen har sackat efter i utvecklingen. Enligt Industrifaktas undersökning som redovisas i avsnitt 1.1. redogörs det att enbart 35 procent arbetar aktivt med digitaliseringen i byggbranschen idag. Detta resultat sticker ut jämfört med andra branscher i Sverige, byggbranschen har alltså inte utvecklats lika mycket när det gäller digitaliseringen.

*” ... När iPads började komma ansågs de som möjliga smidiga verktyg som kunde nyttjas i produktionen, vilket fungerade lite som startskottet för förståelsen och nyttjandet av digitaliseringen där modellerna började nyttjas allt mer...”*

*- Övergripande BIM-samordnare ESS*

Sedan digitaliseringens frammarsch upplevs det ändå inte som att byggprocessen går snabbare, hävdar den övergripande BIM-samordnaren på ESS. Denna upplevda känsla kan grunda sig i att hela 50 procent upplever att digitaliseringen inte anses vara en möjlig ny intäktskälla, se avsnitt 1.1, vilket resulterar i att innovationspotentialen inte vågas satsas på. Övergripande BIM-samordnaren på ESS beskriver hur potentialen finns i programmen men hur dessa inte utnyttjas till fullo utan de flesta vill köra på som de alltid gjort. Vilket den övergripande BIM-samordnaren på NSM delar och menar på hur svårt det är generellt att få personer att följa nya rutiner, de vill bara göra som de alltid har gjort. Den tekniska innovationen är en av de största drivkrafterna inom många branscher, men inte inom byggbranschen. Schilling (2008) poängterar vikten av att investera i nya produkter för att uppnå bättre marginaler genom investering i innovativa processer, dessa anses kunna leda till lägre kostnader för företaget, se avsnitt 3.5.3. De oroväckande siffrorna gällande möjligheterna för ny intäktskälla kopplade till digitalisering lyfts av den positiva synen av branschen kopplad till behovet av digitaliseringen för snabbare utveckling och nya möjligheter. I avsnitt 1.1. lyfter Svensk Byggtjänst den accelererande satsningen som har börjat komma igång i byggbranschen. Enligt projekteringsledaren på ESS ses den största nyttan kopplat till BIM gällande möjligheten till att allt arbete kan ske digitalt och att alla kan sitta på samma information.

### 5.2.2 Utmaningar

När det gäller utmaningar kopplat till NSM-projektet påpekar den övergripande BIM-samordnaren att en stor utmaning med projektet är bland annat att ett halvt NKS ska byggas på ett befintligt sjukhusområde, där olika tider och logistik ska samordnas. Utmaningen kopplad till kommunikationen för all mängd information och dokument samt antalet personer som är involverade i projektet lyfts fram. En bristande kommunikation i bygg- och förvaltningsprocessen kan leda till en kostnad på upp till 60 miljarder kronor enligt branschens aktörer, se avsnitt 1.1. Undersökningen av Industrifakta och Svensk Byggtjänst visar på att över 50 procent anser att de kan vinna mycket vid samarbeten i projekt kopplat till digitaliseringen. I ESS-projektet som är ett partneringsprojekt anser både den övergripande BIM-samordnaren och BIM-samordnaren på projektet inte ha någon koppling till att det blir ett bättre nyttjande av BIM, däremot blir ett partneringsprojekt bättre vid nyttjande av BIM. BIM-samordnaren på ESS lyfter fram att en god kommunikation sker i projektet och ett gott utbyte av kunskap eftersom exempelvis Skanska går in och hjälper till mycket när det kommer till BIM-frågorna eftersom de är duktiga på BIM-frågor. Projekteringsledaren på NSM framhäver att vid nyttjandet av BIM i upphandlingsformen partnering, går det i dagsläget inte att komma mycket längre angående en god kommunikation och framförallt att kommunicera med entreprenören i ett tidigt skede. Vilket resulterar i att tid kan sparas eftersom entreprenörerna oftast kommer in i ett senare skede vid traditionell upphandlingsform vilket innebär att deras eventuella nya bättre lösningar påverkar projekteringen och kostnaden mycket, vid omprojektering. Tillit är något som projekteringsledaren betonar vilket även Nyström (2007) poängterar enligt avsnitt 3.4.2. tillsammans med ömsesidig förståelse kopplat till de två viktigaste komponenterna gällande partnering. Hansson, et al (2015) understryker även vikten av att nyttja partnering vid särskilt komplicerade projekt eftersom samverkansformen har fokus kopplat till att använda relationsbyggande processer för att på så vis komma fram till de bästa lösningarna. Eftersom en god kommunikation leder till mindre missförstånd och en bättre gemenskap som grundar sig i de karakteristiska workshops som nyttjas vid partneringsprojekt. En god utbildning i samverkansformen är nyckeln för att uppnå lyckade projekt, vilket har kritiserats vara bristfälligt av kritiska forskare till samverkansformen eftersom ett flertal projekt har blivit misslyckade på grund av en felaktig tillämpning, som kan grunda sig i okunskap menar Eriksson (2010), se avsnitt 3.4.2.

En lärdom av Servicebyggnaden i NSM-projektet är att fokus på 3D-samgranskningsmötena måste ha en god agenda. Enligt projekteringsledaren bör fokus inte ligga på kollisionskontroller

eller kvalitetsbrister över hela huset utan fokus bör enbart koncentreras på de områden där det råder platsbrist. Det är projektörerna som ska bestämma var fokus ska ligga under mötet och vad de vill få ut av mötet, de ska vara aktivt delaktiga i mötet för att bäst resultat ska nås. Enligt den övergripande BIM-samordnaren på NSM lider de anställda av en så kallad ”mötes-infarkt” på grund av mängden möten som anordnas. Eftersom projektet är ett megaprojekt innebär det att kommunikationen blir viktigare, vilket har resulterat i fler möten. Därför är kvaliteten på mötena oerhört väsentlig, möten ska inte bara sitta av, utan faktiskt leda till något.

En annan stor utmaning som upplevs både i ESS-projektet och i NSM-projektet är att de olika projektörerna och konsultfirmorna har varierad kunskap gällande BIM och benägenhet att arbeta på innovativa arbetssätt, vilket leder till en stor utmaning gällande implementeringen av BIM i projekten. Det är även en utmaning att få folk i branschen att förstå nyttan med BIM och på så vis få igenom de arbetssätt som önskas.

### **5.2.3 Tids-, kostnads-, kvalitets-, och hållbarhetsstyrning.**

En god detaljeringsnivå gällande modellerna är nyckeln för att kunna få bättre kontroll på kostnadsstyrningen vilket även bidrar till att miljöaspekten gynnas, eftersom alternativa alternativ kan granskas och väljas utefter de bästa miljöaspekterna, menar den övergripande BIM-samordnaren på ESS. Den generella tolkningen blir att en riktigt bra modell kan leda till lyckade projekt som har koll på alla aspekter kopplat till tids-, kostnads-, kvalitets-, och hållbarhetsstyrning. Enligt Söderberg (1999) ska kostnadsstyrningen vara en naturlig del av projekteringen och vara med i de tidiga skedena, vilket går i linje med en tidig kontroll av modellen. Tabell 3-1 redogör fördelarna med mängdavsättning för kalkyl där en tätare kostnadsstyrning kan genomföras med hjälp av BIM. För att inte tappa de goda resultaten och arbetet som genomförts under byggprojektets gång, krävs det att arbetet fortsätter i utförande- och driftfasen, inte minst de uppnådda resultaten kopplat till miljöstyrning, påpekar Göransson (2000), se avsnitt 3.3.1.

*”...samgranskningen är en kvalitetskontroll. Det är där den stora samordningsvinsten uppstår och för att se till att tidigt minimera felen och handlingarna innan de når arbetsplatsen eller blir en produktionshandling...”*

*- Projekteringsledare NSM*

Projekteringsledaren för NSM lyfter fram vikten av kvalitetskontrollen som genomförs i samgranskningen av de olika 3D-programmen och den samordningsvinst som uppstår genom att lösa problemen innan de når byggarbetsplatsen. Detta anses vara en av de största nyttorna med BIM, att kunna genomföra kvalitetskontroller på ett mycket effektivt vis. Traditionellt sett är det framförallt tid, ekonomi och kvalitet som styr projekt och dessa kan ge en samlad bild av hur projektet ligger till genom VR-miljöer, vilket även gynnar kommunikationen mellan alla parter i projektet men som även ses som en otroligt stor utmaning. Söderberg (1999) poängterar vikten av att kostnadsstyrningen inte styrs mot en process där de billigaste lösningarna enbart styr, genom arbetssättet med BIM stiger kostnaderna i de tidiga skedena men enligt denna studien blir den stora vinsten vid nyttjandet genom hela processen och kanske som störst i förvaltningsskedet dels på grund av den tidsram som gäller vid en byggnads livslängd. Dessa frågor blir särskilt viktiga vid kravställningen till projektet, här kan aspekterna styras efter de krav som ställs. Den övergripande BIM-samordnaren på ESS poängterar möjligheterna med nyttjandet av BIM i projektet för att just få en god kontroll på tids-, kostnads-, kvalitets- och hållbarhetsstyrningen genom en riktigt bra modell, dessvärre uppnår inte ESS-projekten alla dessa möjligheter just nu men i framtiden finns det stora möjligheter.

## 5.2.4 BIM-nivå

BIM-nivån på fallprojekten anses vara höga jämfört med traditionella byggprojekt, både ESS och NSM nyttjar 3D-program som används vid bland annat mängdavgivning för kalkyl, visualisering och 3D-samgranskning med kollisionskontroller. Bluebeam är även ett verktyg som lyfts fram som revolutionerade enligt BIM-samordnaren på NSM, som anser att PDF-tjänsten är nästintill en del av BIM och som underlättar hela granskningsprocessen. Projekteringsledarna för de båda projekten är inte så insatta i de olika mognadsgraderna för BIM, enligt figur 3-1, däremot är projekteringsledaren för NSM insatt till viss del i de olika tjänsterna som nyttjas i projektet kopplade till BIM. Den senaste versionen av *Strategi för BIM i förvaltning och projekt* som kom våren 2018, beskriver de olika mognadsnivåerna av BIM och dessa nivåer har några av BIM-samordnarna en viss koll på. NSM-projektet uppskattas uppnå nivå 1 och lite på nivå 2 i mognadsgrad. ESS-projektet anses uppnå en nivå snäppet högre än NSM-projektet eftersom implementeringen av BIM och de digitala medlerna nyttjas i en större utsträckning genom de unika ID:erna som tagits fram i projektet och som innebär en effektivare process kopplad till respektive objekt, vilket även är slutsatsen som BIM-samordnaren på NSM som har arbetat i båda megaprojekten. Databaser nyttjas i en stor utsträckning på ESS och drönare nyttjas för att kontrollera området, för att kontrollera mot tidplanen, grävmaskiner gräver efter framtagna modeller. Hologram är även något som de på ESS har nyttjat för att kunna visualisera exempelvis armeringen ute på arbetsplatsen. Dessa medel är förmodligen metoder som kommer nyttjas allt mer vid framtida projekt. VR är bland annat en metod som börjar nyttjas i en större utsträckning, vilket fungerar som ett verklighetsbaserat verktyg och som alla respondenter är överens om leder till en bättre och överskådligare bild av projektet, vilket gynnar kommunikationen. Att koppla VR tillsammans med tidplanen med 4D är även en väldigt fördelaktig metod för att kontrollera att projektet ligger i den fasen det ska och vid undantag kan alternativa lösningar pusslas ihop.

## 5.3 BIM i projekteringsfasen

*”...Mycket fokus ligger på projekt- och projekteringsledaren gällande deras inställning till digitalisering och ny teknik överlag, besluten ligger ändå hos dem, gällande hur projekten ska hanteras...”*

*– BIM-samordnare NSM*

### 5.3.1 Förändrat arbetssätt

För cirka 10 år sedan kom modellprogrammen i 3D vilket förändrade arbetsmöjligheterna markant, framförallt underlättades samgranskningen. Projekteringsledaren på NSM beskriver hur mötesstrukturen för projekteringsledare har förändrats avsevärt sedan implementeringen av BIM, samordningsmöten genomförs vilka kompletteras med 3D-samgranskning i modellen. Den tredje mötesserien med verksamheten har framförallt underlättats med bland annat 3D-modeller och VR, eftersom de från verksamheten inte kan tolka traditionella ritningar kan missförstånd till viss del elimineras med dessa nya metoderna. Projekteringsledaren på NSM poängterar vikten av att ha separata möten för verksamheten och projekteringen, vilket är en lärdom som har dragits efter flera genomförda projekt. För att på så vis uppnå rätt fokus och möjligheter med mötena.

*”...Många gånger i mindre projekt har verksamheten suttit med under projekteringsmötena, vilket är helt fel, det måste delas upp oavsett om det är små eller stora projekt. Program eller rumsmöten för sig och projekteringsmöten för sig, där tekniska lösningar diskuteras...”*

*- Projekteringsledare NSM*

För projekteringsledaren på ESS anses processen inte ha förändrats så mycket när det gäller BIM, samtidigt lyfts nya och smartare lösningar i byggprocessen fram under intervjun vilket grundar sig i att projekteringsledaren inte har hunnit reflektera över vad BIM faktiskt är och hur implementeringen ska nyttjas på bästa sätt för att utveckla smarta byggprojekt. Tolkningen av detta är att projekteringsledaren har begränsade kunskaper när det gäller BIM men har för den delen inte en negativ inställning till utvecklingen, utan bara ett mer traditionellt synsätt gällande hur ett byggprojekt ska genomföras. Den övergripande BIM-samordnaren på ESS beskriver hur digitaliseringens frammarsch inte upplevs bidra till att byggprocessen går snabbare. Den ökade önskan om att hela tiden jobba snabbare och snabbare kan leda till en stor riskfaktor enligt Révai (2012) vilket måste kommuniceras till projekteringsledaren vid orimliga krav för att undvika sämre handlingar. Däremot finns det stor potential i de program som finns på marknaden men att de inte anses nyttjas till fullo utan de flesta arbetar som de som de brukar göra, hävdar den övergripande BIM-samordnaren på ESS. Vilket leder till en stor utmaning för framförallt projekteringsledaren och BIM-samordnaren, eftersom medlen finns men tydligen inte viljan från projektörernas och företagens sida. BIM-samordnaren på ESS lyfter trots detta att arbets sättet har blivit mer strukturerat och att det strävas efter att nyttja BIM så mycket som möjligt för att få med sig nyttan som BIM faktiskt innebär.

### **5.3.2 Effektivisera projekteringen**

Kravställningen bör specificeras så tidigt som möjligt, innan arbetet med projekteringen och produktionen kommer igång, för att effektivisera projekteringen. Genom att tydliggöra vilket resultat som är målet med projektet och specificera vilket krav som gäller om ett krav faller bort. I ESS-projektet redogjorde respondenterna hur ett jordbävningsskrav kom mitt i projekteringen som ingen kunde ana konsekvenserna av, vilket påverkar projekteringen väldigt mycket. En plötslig ny kravställning kan leda till att projekteringen får börja om på nytt, vilket leder till dyrare och mindre effektiva processer.

*”Ett drömscenario skulle vara att ha all projektering färdig innan produktionen drar igång, för att undvika tidsnöden som ofta uppstår. Ofta pratar beställaren med arkitekten tidigt som börjar rita utan att tänka på byggbarheten eller så är det entreprenören som börjar bygga innan projekteringen är klar.”*

*-Övergripande BIM-samordnare ESS*

Digitaliseringen har en stor inverkan på effektiviseringen, att kunna nyttja modellerna i 3D och genom VR. Visualiseringen bidrar till lättare planering av arbetet som logistik, beställningar och flödet på byggarbetsplatsen, dessa hjälpmedel leder till stora besparingar gällande tids- och kostnadsmässigt. Effektiviseringen gällande snabba svar på projektportalen gynnas också av modellerna och bidrar även till ett lättare arbete att stämma av mot beställaren gällande rätt tolkning av kraven. Den övergripande BIM-samordnaren på NSM beskriver hur arbetet har blivit mer process- och kommunikationsorienterat, vilket är två stora faktorer som måste fungera för att just kunna effektivisera projekteringen, fungerar inte kommunikationen blir det lätt missförstånd och fel. Att nyttja samverkansprojekt bidrar till att processen blir mer effektiv eftersom upphandlingsformen innebär öppna kort och bidrar till att entreprenören tidigt är med i processerna och kan på så vis genomföra en tidig produktionsberedning och komma med byggbara lösningar. Dessa lösningar som tillsammans tas fram innebär att bättre lösningar kommer ut till produktionen vilket effektiviserar projekteringen genom att eliminera omprojektering, menar projekteringsledaren på NSM.

### 5.3.3 VDC

Generellt hade respondenterna dålig koll på arbetsmetoderna VDC och ICE-projektering, se definition i avsnitt 3.5.4. Den övergripande BIM-samordnaren på ESS påpekar däremot att arbetsmetoden anses vara omöjlig med cirka 200 projektörer på ESS, men att arbetsmetoden för de som arbetar heltid med projekteringen liknar VDC. Arbets sättet anses vara rätt väg att gå, men kan upplevas som ett varumärke som egentligen är BIM i grunden. Problem som lyfts är att projektörerna ofta arbetar i flera projekt samtidigt, vilket leder till längre processer som innebär en onödig väntan. Att arbeta i en projektgrupp som enbart fokuserar på ett projekt, likt VDC metoden, för att på så vis effektivisera projekteringen med fullt fokus hela tiden. Att personer byter företag och hoppar mellan projekt upplevs också som ett problem som är svårt att lösa. Det är därför viktigt att finna lösningar som motiverar projektörer, BIM-samordnare och projekteringsledare att stanna i stora och komplexa projekt.

## 5.4 BIM i ett megaprojekt

### 5.4.1 Erfarenhet av megaprojekt

När det gäller erfarenheten till tidigare megaprojekt, var det enbart den övergripande BIM-samordnaren från NSM som har den erfarenhet från Nya Karolinska sjukhuset i Solna, NKS och BIM-samordnaren på NSM som medverkat i ESS tidigare. Flyvbjerg (2017) lyfter problemet med att megaprojekt ofta leds av oerfarna projektledare, som byts ut flera gånger under projektets gång, vilket leder till ett svagt ledarskap, se avsnitt 3.6. Resonemanget som Flyvbjerg för är på ett sätt förståeligt, finns inte kunskapen blir projektet inte bra. Men att finna personer som är vana att jobba i megaprojekt är idag en stor utmaning, dels på grund av den stundande blomstrande ekonomi som medför att alla i branschen har mycket att göra och dels på grund av att det finns för få som har den erfarenheten. Flyvbjerg påpekar även att tekniken och utformningen inte är standardiserade vilket medför att kunskapsåterföringen uteblir. Tolkningen blir att det finns många personer i ESS och NSM projekten med en gedigen erfarenhet av branschen, vilket måste tas till vara på och erkännas. Däremot är det problematiskt att genomföra dessa komplexa projekt med personer som inte vill ta till sig av de arbetsmetoder som är kravställda i projektet. Att tjat och motstridighet är vardag för de som leder projekten framåt är något som är oroväckande när det gäller att nå nya effektiva lösningar.

### 5.4.2 Skillnaden mellan ett stort och ett litet projekt

Skillnaden mellan ett stort och ett litet projekt gällande benägenheten att nyttja BIM beror egentligen inte på storleken på projektet utan på projektchefernas vilja att driva projektet framåt rent digitalt och var utvecklingen står vid projektstarten. Vikten av att ha förståelse för BIM:s möjligheter istället för kostnaden. Enligt projekteringsledaren på ESS är projektet så pass unikt att det blir otydligt för en ovan beställare vilket även är naturligt eftersom projektet är så pass komplext. På grund av projektens komplexitet är det inte bara byggbranschen som är inblandad utan även andra nischer försöker påverka resultatet, inte minst politiker. Dessa faktorer ska inte påverka arbetsgången, oavsett om det är ett stort eller litet projekt, omfattningen blir däremot större med en större mängd information som måste hanteras. Det leder till många gränssnitt och gränsdragningsfrågor, vilket var en del av studiens observationer. Traditionellt sätt finns det inte lika stor budget för BIM i ett mindre projekt som i ett större menar BIM-samordnaren på ESS. Enligt den övergripande BIM-samordnaren på NSM kan oftast utvecklingsprocesser genomföras i större projekt tillskillnad från mindre. Hirschman (1995) talar om megaprojekt som *"privilegierade partiklar i utvecklingsprocessen"* vilka utformas för att ambitiöst förändra

samhällets struktur. Vilket innebär att pilotprojekt vanligen förekommer vid megaprojekt. Faktorer som är typiska för megaprojekt är ambitionsnivå, intressenternas engagemang, ledtider, komplexitet och påverkan, vilket enligt Hirschman (1995) innebär att traditionella projektledare inte bör leda megaprojekt.

*”... 9 av 10 megaprojekt underskattar slutkostnaden...”*

*Flyvbjerg, et al. (2002)*

### **5.4.3 Slutkostnad**

Att nio av tio megaprojekt underskattar slutkostnaden beror på att budgeten oftast inte är fastslagen utan arbetas fram under projektets gång vilket innebär att det ursprungliga kalkylerade kostnaden förändras eftersom det alltid tillkommer nya saker till projektet. Detta innebär att megaprojekt ofta uppfattas som dyrare eftersom den första fastslagna budgeten som politikerna slagit fast förändras. I NSM-projektet accepterade politikerna kalkylunderlaget på 12,3 miljarder kronor, trots detta har budgetreserven till NSM-projektet redan börjat tas av. Eftersom sjukhusprojektet ska stå klart år 2024 kan det uppfattas som tidigt att börja ta av budgetreserven menar projekteringsledaren. För att kunna veta slutkostnaden på ett projekt måste allt räknas på innan produktionen startar vilket idag inte händer vid megaprojekt men som kan genomföras i mindre projekt. Vilket resulterar i att mindre projekt lättare håller budgeten. Erfarenheten kring de stora komplexa projekten finns inte heller i samma utsträckning som till mindre traditionella projekt för att uppskatta den ungefärliga kostnaden. Färre aktörer kan även gå in och lämna pris eftersom projekten är så pass omfattande vilket även driver upp kostnaden. Flyvbjerg hävdar även att projektledare har lärt sig att underskatta priset till megaprojekt för att det lönar sig. Vilket innebär att den förväntade underskattningen av priset bör förväntas och väntas vara avsiktlig. Detta resonemang är inget som kan slås håll på i denna studien men om det är sant finns det alvarliga problem inom byggbranschen där skattepengar kan hanteras på ett olämpligt vis. Enligt den övergripande BIM-samordnaren på NSM arbetas det aktivt med att det finns stora problem kopplade till megaprojekt inom byggbranschen, riskerna är större och det finns särskilda utmaningar. På grund av detta arbetas det extra mycket med processerna och rutinerna. Bilden av fallprojekten är att alla arbetar för att nå ett så bra resultat som möjligt och att projekten ska vara ledande inom digitaliserings- och BIM-frågor.

## **5.5 Generella kommentarer**

*”... Är det samverkan/partnering och BIM, går det inte riktigt att komma mycket längre gällande att kommunicera med entreprenören också, vad som är på gång...”*

*- Projekteringsledare NSM*

### **5.5.1 Upphandlingsform**

Att upphandlingsformen spelar roll för hur ett projekt fungerar är alla respondenter överens om. Enligt projekteringsledaren på NSM är samverkansformen partnering tillsammans med BIM-konceptet för ett riktigt lyckat projekt, kommunikationen och samarbetet genomförs på ett bättre sätt än traditionella upphandlingsformer. Formen anses vara en tillgång för ett projekt gällande förbättrade resultat kopplade till kvalitet, hållbarhet, säkerhet, tvistlösning, innovation och leda till en tids- och kostnadsminskning, enligt Eriksson (2010), se avsnitt 3.4.2. Däremot



upplever den övergripande BIM-samordnaren på ESS att en slutsats inte kan dras gällande ett bättre nyttjande av BIM på grund av upphandlingsformen partnering däremot är BIM en tillgång till ett partneringprojekt. Men enligt Hansson et al. (2015) är just partnering upphandlingsformen som bör användas vid komplicerade projekt så som megaprojekten NSM och ESS, däremot poängteras det vikten av att nyckelpersonerna i ett partneringprojekt har en utbildning i samverkansformen för att projekten ska bli lyckade. Uppföljningar av mål och förbättringar samt nyttjande av workshops är något som borde gynna utvecklingen inte minst av BIM. Enligt Hansson et al (2015) upplever beställaren även resultatet som bättre vid upphandlingsformen, framgången kan bero på en god kommunikation som är nyckeln för att genomföra ett lyckat partneringprojekt. Enligt den övergripande BIM-samordnaren på NSM anses partneringformen inte vara tillräcklig utan menar på att den amerikanska upphandlingsformen IPD vilket nyttjar olika incitament. Upphandlingsformen ska gynna utvecklingen och driver ned kostnaderna. Upphandlingsformen har inte beaktats men skulle vara möjlig att studeras ännu djupare i en framtida studie.

Beställarens roll är oerhört viktigt gällande hur BIM ska hanteras, vilket alla respondenter är överens om. Kravställningen och målet med projektet bestämmer beställaren, samtidigt måste beställaren vara lyhörd för eventuella problem som kan uppstå på grund av kravställningar. I ESS-projektet har beställaren haft en högre ambition av BIM än vad byggbranschen har kunnat besvara, därför har kravställningen fått redigeras för bland annat programvaran som önskas nyttjas i projektet. Vid projektets avslut kommer eventuellt alla modeller och handlingar överföras till beställarens ursprungliga krav på program som sedan kommer nyttjas i förvaltningen. Detta är ett tydligt tecken på vilka kostnader som en beställare är beredd att ta för att få ut den bästa effekten av BIM och digitaliseringen. Vilket signalerar vilken lång bit byggbranschen i stort har att gå för att nå BIM och digitaliseringens fulla potential. Huvudsyftet är att BIM ska ge ett mervärde och att det ska finnas ett syfte, vilket inte nödvändigtvis måste ske i projekteringen.

### **5.5.2 Nästa steg för att effektivisera projekteringen**

Nästa steg för att effektivisera projekteringsfasen kommer baseras på stora innovativa arbetsätt vilket är en av de största drivkrafterna inom många industrier enligt Schilling (2008), se avsnitt 3.5.3. Den övergripande BIM-samordnaren på ESS tror att AI (Artificiell intelligens) kommer bli mycket större i byggbranschen tillsammans med parametriskdesign, datorn själv kommer att kunna känna av brister och fel i modellen som leder till att mycket tid kan sparas. Det nya klassificeringssystemet CoClass kommer underlätta arbetet och strukturera informationsmängder, menar den övergripande BIM-samordnaren på NSM, se avsnitt 3.1.3.1. Klassificeringssystem och standarder som gäller nationellt och i nästa steg gäller även globalt skulle kunna bidra till en god förutsättning för hela byggbranschen, vilket förmodligen ligger väldigt långt fram i framtiden. För projekteringen ligger fokus på att hantera parametrar och objekt så analyser kan genomföras av data innan det blir verklighet. BIP-code kommer även leda till effektiva informationsflöden som kommer leda till goda förutsättningar gällande hur det digitala arbetet ska skötas. BIM-samordnaren på ESS poängterar vikten av att få folk att förstå nyttan med BIM och att undvika 2D- och 3D-tänket. Projekteringsledaren på NSM lyfter framtidstron gällande arbetssättet som VDC innebär, vinsten med att fokusera på projekteringen en kortare tid tillsammans kan innebära en betydligt effektivare och billigare process. När det gäller resursplaneringen borde så få personer som möjligt hantera arbetet till projektet för att tappa eller missa information mellan olika deltagare. Samtidigt belyses utmaningen med att krav ställa att det enbart ska vara ett få tal personer som ska arbeta med projektet eftersom företaget internt har olika kunskapsområden, en person sitter oftast inte på all kompetens. Sammanfattningsvis handlar det om mer automatiserade processer i projekteringen som BIM-samordnaren på NSM poängterar samtidigt som informationshanteringen och kommunikationen utvecklas allt mer standardiserat. Målet borde vara att hanteringen av

informationen och digitaliseringen hanteras på samma sätt för alla inblandade i byggbranschen för att på så sätt kunna effektivisera processerna tillsammans med en god erfarenhetsåterföring.

## 6 Slutsats och framtida studier

*I detta kapitel sammanställs studiens slutsatser som sammanfattar resultatet och analysen utifrån studiens syfte och frågeställning. Framtida studier presenteras även inom ämnesområdet.*

---

### 6.1 Slutsats

I enlighet med studiens mål och syfte kan slutsatsen dras att när det gäller BIM är det inte bara ett digitalt verktyg med modeller i 3D utan en modern arbetsmetod med fokus på informationshantering, vilket är en central del av digitaliseringen i byggbranschen. BIM är dessutom ett begrepp som är svårt att definiera och används på ett mycket slarvigt sätt i dagsläget, vilket med fördel bör definieras vid uppstarten av ett byggprojekt. Att definiera var någonstans den största nyttan med BIM uppstår i byggprocessen, är något som har varit svårt att dra slutsatser kring. När det gäller projekteringsfasen uppstår en av den största nyttan vid samgranskningen eftersom väsentliga fel och korrigeringar kan upptäckas i kvalitetskontrollen och på så vis undvika fel som måste lösas på plats i produktionen. Detta leder i sin tur till en omprojektering som både tar tid och kostar pengar. Samgranskningen i 3D-programmen har anammats i branschen och klaras av på ett acceptabelt sätt utifrån dagens kompetens och hjälpmedel. Därför bör det fokuseras på samgranskning i alla projekt.

Huvudsyftet med BIM är att byggprocessen ska effektiviseras genom enklare processer där all information är samlad på ett ställe för alla medverkande i projektet. Samtidigt borde förvaltningen vara den del av byggprocessen som har störst intresse av att kravställningen och informationen hanteras på rätt sätt tillsammans med beställaren. Vilket resulterar i att förvaltningsorganisationen borde vara med i de inledande skedena för att bestämma kraven och kan på så sätt påverka resultatet av projekteringen.

Nyttan med BIM uppstår desto tidigare rätt kravställning formuleras och om nyttorna med det faktiska projektet specificeras tidigt, vilket leder till ett bättre resultat. Vikten av att handla upp en BIM-samordnare tidigt är väsentligt men i framtiden kan detta genomföras med god dialog med projekteringsledaren eftersom arbetsprocessen utvecklas allt mer tack vare digitaliseringen vilket ställer allt högre krav på alla aktörer och inte minst på projektörerna och BIM-samordnarna. Att ha förståelse för de väsentliga nyttorna som BIM medför är en förutsättning för att lyckas med ett projekt. Att kunna hjälpas åt och ha respekt och förståelse för projektdeltagarnas arbetsuppgifter leder till ett bättre nyttjande av de digitala hjälpmedlen eftersom dessa kan utnyttjas till dess fulla potential, till respektive disciplin. Att kunna ta del av de digitala medel som finns är en förutsättning för alla inblandade men kraven ökar även för projekt- och projekteringsledare i branschen, vilket leder till ett större fokus på BIM. Morgondagens projekt- och projekteringsledare antas därför vara fullt involverade i BIM.

Eftersom variationen i dagsläget är så pass skiftande gällande kunskapen beträffande BIM i projekten leder denna variation till en utmaning i sig. Slutsatsen som kan dras från studien är att ett dåligt BIM-projekt är ett sämre projekt än ett traditionellt projekt eftersom satsningar som genomförs inte kan implementeras i slutändan, vilket leder till en dyrare process. Viktigt

att komma ihåg är att det krävs misslyckanden för att kunna lyckas. Det fortfarande viktigt att komma ihåg att ett fullbordat BIM-projekt är mer lönsamt än ett traditionellt projekt. Det är även viktigt att staten tar sitt ansvar för att bidra till gynnsamma förhållande för digitaliseringen genom en tydlig vägledning och kravställning, vilket innebär en tydlig signal gällande vilken riktning arbetet ska ta gällande BIM. För branschen finns det miljarder att spara om hela branschen ställer om, vilket kan nyttjas som ekonomiska styrmedel. Genom införandet av det nya klassificeringssystemet CoClass går branschen i rätt riktning vilket gynnar standardiserings- och klassificeringsmöjligheterna.

För att nå lyckade projekt är kommunikationen väldigt viktig och det resulterar i att upphandlingsformen inte är helt oväsentlig. Samverkan och partneringsprojekt är exempel på upphandlingsformer som bidrar till en god kommunikation och öppenhet i projekt. Tillsammans med BIM antas projekten komma väldigt långt gällande kommunikationen. Däremot finns det delade meningar i studien gällande om upphandlingsformen bidrar till ett bättre nyttjande av BIM. Den amerikanska upphandlingsformen IPD lyfts fram i studien som en möjlig bättre upphandlingsform vid nyttjandet av BIM, vilket rekommenderas att utredas mer i en möjlig fortsatt framtida studie.

Bra modeller leder till bättre kontroll av tids-, kostnads-, kvalitets- och hållbarhetsstyrning och större möjlighet finns till att genomföra analyser som kan jämföra resultat som går snabbare och blir billigare med bättre kvalitet och med ett minskat koldioxidutsläpp. Dessa aspekter är exempel på stora nyttor som BIM bidrar till om modellerna och arbetssättet hanteras på rätt sätt. Slutsatsen som kan dras av denna studien är att just nu uppnås inte alla dessa aspekter i fallprojekten men inom en snar framtid kan utvecklingen leda branschen i rätt riktning, det gäller bara att företag vågar gå i bränschen. En mer djupgående studie gällande hållbarhetsstyrningen och miljöaspekterna i projekteringsfasen rekommenderas till en framtida studie. I takt med att utvecklingen går framåt kan en högre nivå nås i mognadsgraden av BIM där livscykelperspektivet står i fokus tillsammans med nationella standarder, med neutral data och filformat, med molntjänster genom integrerad gemensam data och effektivare processer. Slutsatsen blir att potentialen finns i byggbranschen men en låg vilja från projektörernas eller företagets sida. Det är därför viktigt att poängtera att en väldigt stor makt ligger på dem gällande digitaliseringens utveckling i byggbranschen.

För att uppnå ett bra nyttjande av BIM i projekteringsfasen, gäller det att effektivisera projekteringen där BIM-samordnarna tillsammans ska vara delaktiga vid den tidiga kravställningen. Att starta arbetet med BIM i de tidiga skedena är en slutsats som kan dras, däremot ska det vara på en rimlig nivå och i rätt ordning för att undvika extraarbete eller onödigt arbete. Effektiva processer uppnås även med produktiva möten som har god kvalitet med en bra agenda, det är inte kvantiteten av möten som räknas utan dess kvalitet. Att gå mot ett arbetssätt som VDC innebär är något som lyfts fram i studien och som syftar till att inte ha fler möten utan fler tillfällen där alla projektörer arbetar tillsammans under projekteringen för att komma framåt utan att behöva kontrollera kalendern för att hitta en lucka, arbetssättet är därmed en integrerad del av projektet. Samtidigt lyfts utmaningen med att sammanföra mängden av alla projektörer som medverkar i stora projekt som megaprojekt. En slutsats som kan dras är att det är önskvärt att ha en så liten projektgrupp som möjligt för att undvika hanteringen av att vidareföra informationen mellan kollegor. Genom en mindre projektgrupp kan arbetet bli mer process- och kommunikationsorienterat vilket leder till effektivare projektering. Fördelen med att enbart arbeta med ett projekt i taget är även en slutsats som kan dras av en fördelaktig arbetsmetod. En möjlig fortsatt studie är att studera utmaningen med att bibehålla personer i projekt, eftersom detta ses som en stor utmaning. Kanske kan problemet komma åt genom ekonomiska incitament, som högre lön. Detta skulle möjligen kunna betala tillbaka sig i projektet med vinsten av att projektgruppen är den samma och kan på så sätt bidra till en effektivare projektering, utan förlust av kunskap då medverkande i projektet plötsligt slutar.

En annan slutsats som kan dras från studiens två megaprojekt ESS och NSM är att båda projekten bidrar till att höja nivån i byggbranschen när det gäller BIM, vilket de kan göra dels

på grund av att projekten är två stora megaprojekt som har spämt bågen och dels på grund av att det är många kunniga personer som jobbar med projekten. Pilotprojektet som genomförs i projekten kan sedan fungera som vägledning i branschen gällande hur bland annat dörrprojekteringen ska gå till samt nyttjandet av typ-ID på objekt. Erfarenheten gällande hur megaprojekt ska genomföras anses enligt litteraturen vara för dålig i dagsläget och det finns ett stort utbrett problem gällande en medveten underskattning av slutkostnad för att på så sätt ta ut en större vinst som medverkande aktör. Utifrån denna studie kan ingen sådan slutsats dras. Att dåliga resultat kopplas till megaprojekt kan det till viss del bero på en sämre erfarenheten av liknande komplexa projekt. Eftersom storskaliga projekt som dessa sällan genomförs i Sverige finns det ett begränsat antal personer som besitter erfarenhet kring hur dessa ska bedrivas. Genom en öppnare kunskapsåterföring för hela branschen kan dessa problem minska och samtidigt gynna digitaliseringen och informationshanteringen, vilket kan undersökas mer djupgående i en framtida studie.

När det gäller kostnadshanteringen i megaprojekt är det enligt denna studie väldigt svårt att uppskatta, på grund av projektets komplexitet. En slutsats som kan dras gällande att hantera underskattningen av slutkostnaden rekommenderas det att fokus ligger vid en tidig och tydlig kravställning samt en bättre riskhantering. En medvetenhet gällande att det alltid tillkommer ändringar som påverkar priset och att den fastslagna budgeten ska hanteras med försiktighet och prognostiseras väl. Slutsatsen av fallprojektets kostnader tenderar redan att sticka iväg på grund av oförutsägbara händelser. En god planering, framförhållning och uppföljning är väsentlig för att lyckas och för kunskapsåterföringen.

Framtidsspaningen blir att byggprocessen kommer präglas av artificiell intelligens med VR-miljöer samt digitala lösningar som hologram ute i produktionen. Med online-databaser som enbart behöver ta emot data från datorer genom Artificiell Intelligens. De olika dimensionerna av BIM syftar till att knyta ihop cirkeln för utvecklingen av byggprojekt genom ett helhetstänk. Det gäller delade meningar om vad respektive dimension står för men riktningen är tydlig, byggbranschen kommer gå mot ett mer industrialiserat byggande där hållbarhet, tids- och kostnadsaspekter står i fokus genom ett effektivare byggande genom Lean. Vem vet hur samhället ser ut i framtiden? En sak är säker och det är att BIM är nyckeln till digitaliseringen i byggbranschen. Den accelererande utvecklingen som börjar gynna digitaliseringen, i den vanligtvis konservativa byggbranschen har blivit allt mer positiv och det stundande generationsbytet i branschen leder till nya möjligheter. Avslutningsvis är slutsatsen att digitaliseringen är här för att stanna och det gäller för företagen i branschen att hoppa på tåget nu, för att leva upp till morgondagens krav.

## 6.2 Fortsatta studier

Vinsten som BIM skulle kunna innebära för förvaltningen är något som borde undersökas i en fortsatt studie. Den antas vara betydelsefull eftersom förvaltningen sträcker sig över en så pass lång tid av byggnadens livslängd. Det hade varit intressant att få in förvaltningen tidigare i processerna, inte minst för att undvika komplikationerna med sena kravställningar som innebär dubbelarbete. Det hade varit intressant att studera vilka kostnadsbesparingar som arbetet med BIM innebär för förvaltaren samt vilken kravställning staten kommer att ställa.

De olika dimensionerna som beskrivs vara kopplade till BIM hade varit intressant att studera mer djupgående i en fortsatt studie. Att få in alla aspekter i processerna och inte minst hur hållbarhetsaspekten kan nyttjas allt mer i framtida projekt. Att även studera hur byggbranschen kan gå mot en allt mer industrialiserad bransch och nyttja Lean där en effektivisering av processerna är central gentemot den största kundnyttan.

Eftersom denna studie inte fokuserade på verktygen eller programmen som är kopplade till BIM, vilket rekommenderas att studera i en kommande studie. Att studera vilka program och

verktyg som nyttjas i branschen idag och vilka efterfrågas utifrån dagens och morgondagens behov. Att studera vilken effekt Artificiell Intelligens kommer att ha på byggbranschen och hur den kan bidra till kortare informationsflöden samt gynna ett mer hållbart och effektivt byggande.

## 7 Referenslista

AIA CC, 2007. *Integrated Project Delivery: A Guide*, u.o.: The American Institute of Architects.

Akademiska Hus, Fortifikationsverket et al, 2014. *Riktlinje - BIM i projekt*, u.o.: Akademiska Hus; Fortifikationsverket; Statens Fastighetsverk; Specialfastigheter; Sveriges Riksdag;.

Akademiska Hus; Fortifikationsverket; et al, 2018. *Strategi för BIM i förvaltning och projekt*, u.o.: Akademiska Hus; Fortifikationsverket; Statens Fastighetsverk; Specialfastigheter; Sveriges Riksdag;.

Akademiska Hus, 2013. *BIM-instruktion för en projektledare*, u.o.: Akademiska Hus.

Akademiska Hus, 2015. *Riktlinjer för projektering*, Göteborg: Akademiska Hus AB.

Avén, S., 1981. *Byggnadsplanering*. 1 red. Stockholm: LiberFörlag Stockholm.

BibLus, 2018a. *BIM dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D BIM explained*. [Online]  
Available at: <http://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-7d-bim-explained/> [Använd 18 06 2018].

BIM Academy, 2018. *What is BIM?*. [Online]  
Available at: <http://bimacademy.es/en/what-is-bim/> [Använd 01 06 2018].

BIM Alliance Sweden, 2018. *Vad är BIM?*. [Online]  
Available at: <http://www.bimalliance.se/vad-är-bim/> [Använd 23 03 2018].

BIM Alliance, 2017. *Projektledning*. [Online]  
Available at: <http://www.bimalliance.se/naetverk-och-moeten/intressentgrupper/projektledning/> [Använd 23 03 2018].

BIP, 2018. *BIP-koder*. [Online]  
Available at: <http://www.bipkoder.se/#/> [Använd 30 05 2018].

BPS, 1998. *Håndbog i miljørigtig projektering*. 121 red. Köpenhamn: BPS-publikation.

Bryman, A., 2011. *Samhällsvetenskapliga metoder*. 2:1 red. Malmö: Liber AB.

Constructing Excellence, UKCG, 2011. *A report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper*, u.o.: BIM Management for value, cost & carbon improvement.

DePoy, E. & N Gitlin, L., 2011. *Forskning - en introduktion*. 1:10 red. Lund: Studentlitteratur AB.

Eriksson, P. E., 2010. Partnering: what is it, when should it be used, and how should it be implemented?. *Construction Management and Economics*, 09, pp. 905-917.

ESS, 2018a. *The Building Project*. [Online]  
Available at: <https://europeanspallationsource.se/building-project> [Använd 03 06 2018].

ESS, 2018b. *Licensing & Planning*. [Online]  
Available at: <https://europeanspallationsource.se/building-project/licensing-planning#environmental-impact-assessment> [Använd 03 06 2018].

Flyvbjerg, B., 2017. *The Iron Law of Megaproject Management*. Oxford: Oxford Handbooks Online.

Flyvbjerg, B., Holm, M. S. & Buhl, S., 2002. *Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie?*, Chicago: APA Journal.

Fredriksson, P., 2015. *Full fart för ESS-projektet*. [Online]  
Available at: <https://www.byggvarlden.se/full-fart-for-ess-projektet-85587/nyhet.html> [Använd 03 06 2018].

Göransson, H., 2000. *Miljöriktig projektering, Vägledning för byggherrar*. 1 red. Stockholm: Bygghöjningsrådet.

Höst, M., Regnell, B. & Runeson, P., 2006. *Att genomföra ett examensarbete*. 1:6 red. Lund: Studentlitteratur.

Hansson, B. o.a., 2015. *Byggläring - Projektering*. 1:1 red. Lund: Studentlitteratur.

Hellevik, O., 1980. *Kausalanalys av krysstabeller*. 1 red. Oslo: Universitetsforlaget.

Holme, I. M. & Solvang, B. K., 1997. *Forskningsmetodik - Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. 2 red. Lund: Studentlitteratur.

KTH, 2017. *BIM - ByggnadsInformationsModellering - Den pågående evolutionen*. 2 red. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.

Lean Enterprise Institute, 2018. *What is Lean?*. [Online]  
Available at: <https://www.lean.org/WhatsLean/> [Använd 01 06 2018].

Mandujano, M. G., Mourgues, C., Alarcón, L. F. & Kunz, J., 2017. *Modeling Virtual Design and Construction Implementation Strategies Considering Lean Management Impact*, u.o.: Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering.

McKinsey Global Institute, 2017. *Reinventing construction: a route to higher productivity*, u.o.: McKinsey & Company.

Merriam, S. B., 2009. *Fallstudien som forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur AB.

Nationella riktlinjer, 2018. *Nationella riktlinjer*. [Online]  
Available at: <http://nrb.sbplatform.se/#/about/principles> [Använd 07 05 2018].



- Nyström, J., 2007. *Partnering: definition, theory and evaluation*, Stockholm: KTH.
- Patel, R. & Davidson, B., 2011. *Forskningsmetodikens grunder - Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. 4:1 red. Lund: Studentlitteratur.
- Pérez Arnal, I., 2017. *Lean and Pre-construction - Innovation Challenge*. [Online]  
Available at: <https://www.thepif.org/single-post/2017/09/28/Lean-and-Pre-construction---Innovation-Challenge> [Använd 01 06 2018].
- Priemus, H., Flyvbjerg, B. & van Wee, B., 2008. *Decision-Making on Mega-Projects, Cost-Benefit Analysis, Planning and Innovation*. 1 red. Northampton: MPG Books Group.
- Region Skåne, 2018. *Projektområde NSM*. [Online]  
Available at: <http://nsm.skane.se/projektomrade-nsm/> [Använd 05 06 2018].
- Regionfastigheter, 2017. *Bygginvestering NSM*, u.o.: Region Skåne.
- Révai, E., 2012. *Byggstyrning*. 4 red. Stockholm: Liber.
- Söderberg, J., 1999. *Byggprocessen*. 1 red. Lund: Institutionen för byggnadsekonomi, Lunds tekniska högskola - Lunds universitet.
- Schilling, M. A., 2008. *Strategic Management of Technological Innovation*. 2 red. New York: The McGraw Hill Companies.
- Smart Built Environment, 2017b. *CoClass – Nya generationen BSAB Klassifikation och tillämpning*, Stockholm: Smart Built Environment.
- Smart Built Environment, 2017a. *Smart Built Platform*. [Online]  
Available at: <http://www.sbplatform.se/about/> [Använd 07 05 2018].
- Smart Built Environment, 2018a. *Vad gör Smart Built Environment?*. [Online]  
Available at: <http://www.smartbuilt.se/om-oss/verksamhet/> [Använd 05 2018].
- Starrin, B. & Svensson, P.-G., 1994. *Kvalitativ metod och vetenskapsteori*. Lund: Studentlitteratur.
- Stintzing, R., 2005. *Leda projektering i byggprocessen*. 1 red. Stockholm: Formas.
- Stukát, S., 2011. *Att skriva examensarbete inom utbildningsvetenskap*. 2:3 red. Lund: Studentlitteratur.
- Svensk Byggtjänst, 2011. *Byggtjänst*. [Online]  
Available at: <https://omvarldsbevakning.byggtjanst.se/artiklar/2011/oktober/norge-kraver-bim-i-upphandling/> [Använd 25 04 2018].
- Svensk Byggtjänst, 2016. *Byggtjänst*. [Online]  
Available at: <https://byggtjanst.se/aktuellt/nyhetsrum/2016/maj/coclass-blir-nytt-system-for-klassifikation-av-all-byggd-miljo/> [Använd 05 2018].

Svensk Byggtjänst, 2018. *Byggbranschen och digitalisering*, u.o.: Svensk Byggtjänst.

Svensk Byggtjänst, 2018. *Byggtjänst*. [Online]  
Available at: <https://byggtjanst.se/tjanster/coclass/> [Använd 07 05 2018].

Szekér, K., 2013. *Juridik för byggingenjörer: Entreprenad- och konsultavtal*. 1:2 red. Lund: Studentlitteratur.

Tengbom, 2018. *Servicebyggnad och bårhus på Malmö sjukhusområde - På liv och död*. u.o.:u.n.

Tyréns, 2018. *VDC - Virtual Design and Construction*. [Online]  
Available at: <https://www.tyrens.se/sv/vad-vi-gor/tjanster/projektledning/vdc-virtual-design-and-construction/> [Använd 03 06 2018].

Wallén, G., 1996. *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. 2:13 red. Malmö: Studentlitteratur.  
Veidekke, 2018. *VDC*. [Online]  
Available at: <http://veidekke.se/om-oss/kompetenser/article15019.ece> [Använd 29 03 2018].

White Riley, M., 1963. *Sociological Research*. 1 red. New York: Harcourt, Brace and World Inc..

Visma, 2016. *Branscherna som är mest digitala i landet*. [Online]  
Available at: <http://media.visma.se/pressreleases/branscherna-som-aer-mest-digitala-i-landet-1659764> [Använd 05 06 2018].

Visma, 2017. *Vismas Digitaliseringsindex 2017*, u.o.: Visma Software AB.

Yin, R. K., 2007. *Fallstudier - Design och genomförande*. 1:2 red. Malmö: Liber AB.

# Bilaga 1

## Intervjufrågor till projekteringsledare/BIM-samordnare

### **BIM – definition och erfarenhet**

1. Ge en kort beskrivning om dig och din roll i projektet.
2. Hur definierar du BIM?
3. Vilken erfarenhet har du av BIM?

### **BIM i projektet**

1. Hur ser arbetsgången ut i projektet kopplat till BIM?
2. I vilket skede i byggprocessen anser du att det är av största vikt att använda BIM?
3. I vilket skede startade ni arbetet med BIM i projektet?
4. Vilken nivå ligger BIM på i projektet?
5. Vilka nyttor uppstår under projekteringsfasen med stöd av BIM?
  - Kopplat till tidsstyrning, kostnadsstyrning och kvalitet/hållbarhetsstyrning
6. Får ni ut de resultat som ni behöver?
7. Vilka krav är ställda gällande BIM?
8. Vilka utmaningar har ni haft med BIM i det här projektet?

### **BIM i projekteringsfasen**

1. Hur har ditt arbetssätt förändrats i projekteringsfasen sedan BIM började implementeras?
2. Hur ska BIM användas under projekteringsfasen för att effektivisera projekteringen?
3. Hur sker överföringen och tillämpningen till produktionen?
4. Hur arbetar du som projekteringsledare med hänsyn till BIM?
5. Hur ser informationsflödet ut när ni projekterar?
  - a. Är VDC eller ICE-projektering något som ni tillämpar?  
(Yrkesarbetares kompetens tas tillvara på av projekteringsgruppen under projekteringsmöten för att tillsammans komma fram till lösningar, vid tillämpningen av VDC. Vid tillämpningen av ICE-projektering sitter projekterarna tillsammans och arbetar exempelvis under 1-2 dagar i veckan för att underlätta informationshanteringen.)

### **BIM i ett megaprojekt**

1. Är det första gången du är med i ett megaprojekt?
2. Vad är den största skillnaden mellan ett mindre projekt gentemot ett megaprojekt?
3. Traditionellt sätt brukar kostnaden överstigas, framförallt när det gäller megaprojekt, hur arbetar ni för att undvika detta?
  - o Är det på ett annorlunda sätt än traditionella projekt?
4. Ser du någon skillnad på arbetsgången kopplad till BIM beroende på storlek på projekt?

### **Generella kommentarer**

1. Blir det ett bättre nyttjande av BIM i ett partneringsprojekt?

2. Hur ser du på beställarens roll gällande hur BIM hanteras?
3. Vad är nästa steg för att effektivisera projekteringsfasen med stöd av BIM?
4. Har du något att tilläga som du tror kan bidra till studien?